



FEASR



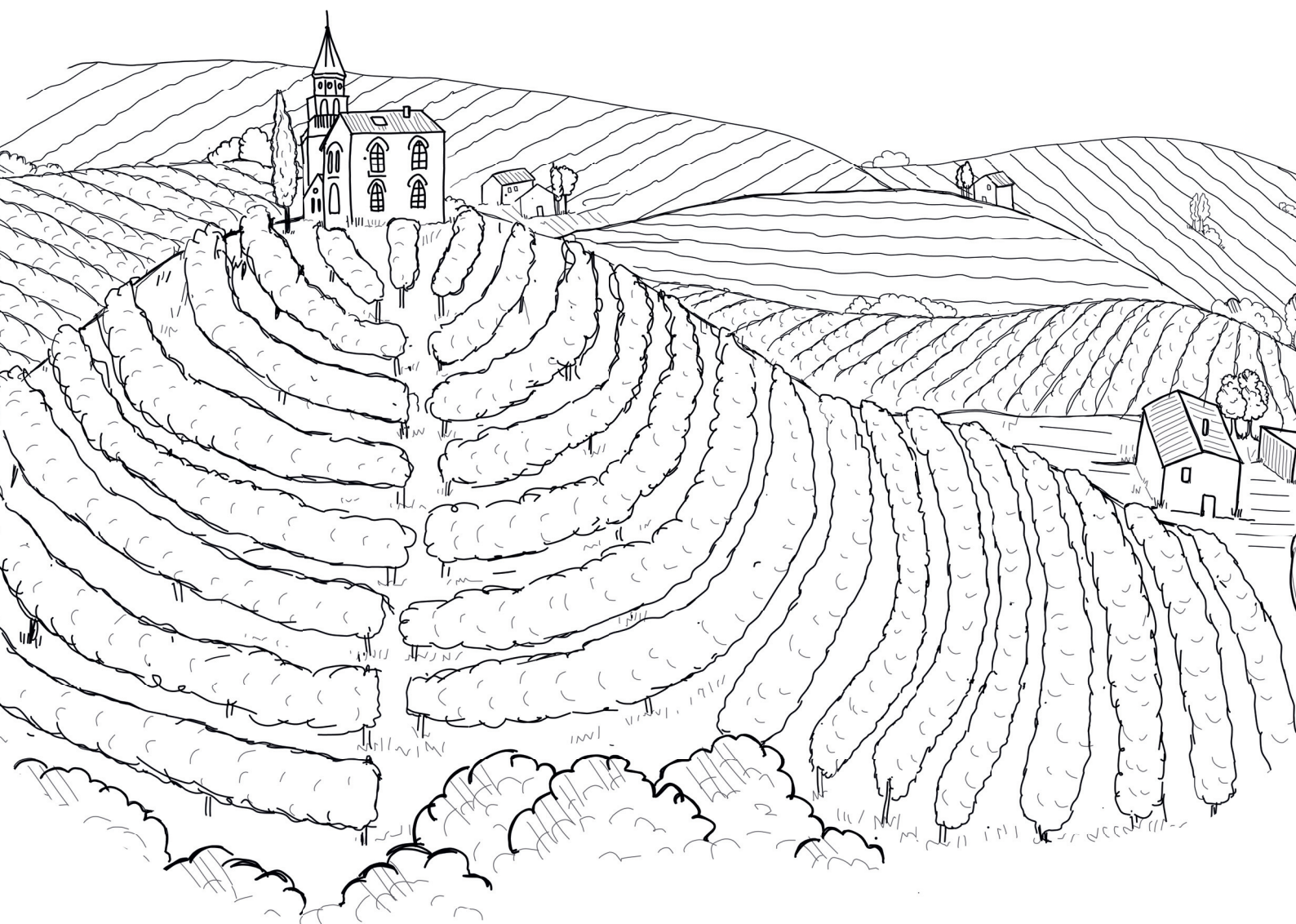
REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

BIODIVERSITÀ

LA RICCHEZZA NASCOSTA DEL CONEGLIANO VALDOBBIADENE
PROSECCO SUPERIORE DOCG



Consorzio di Tutela



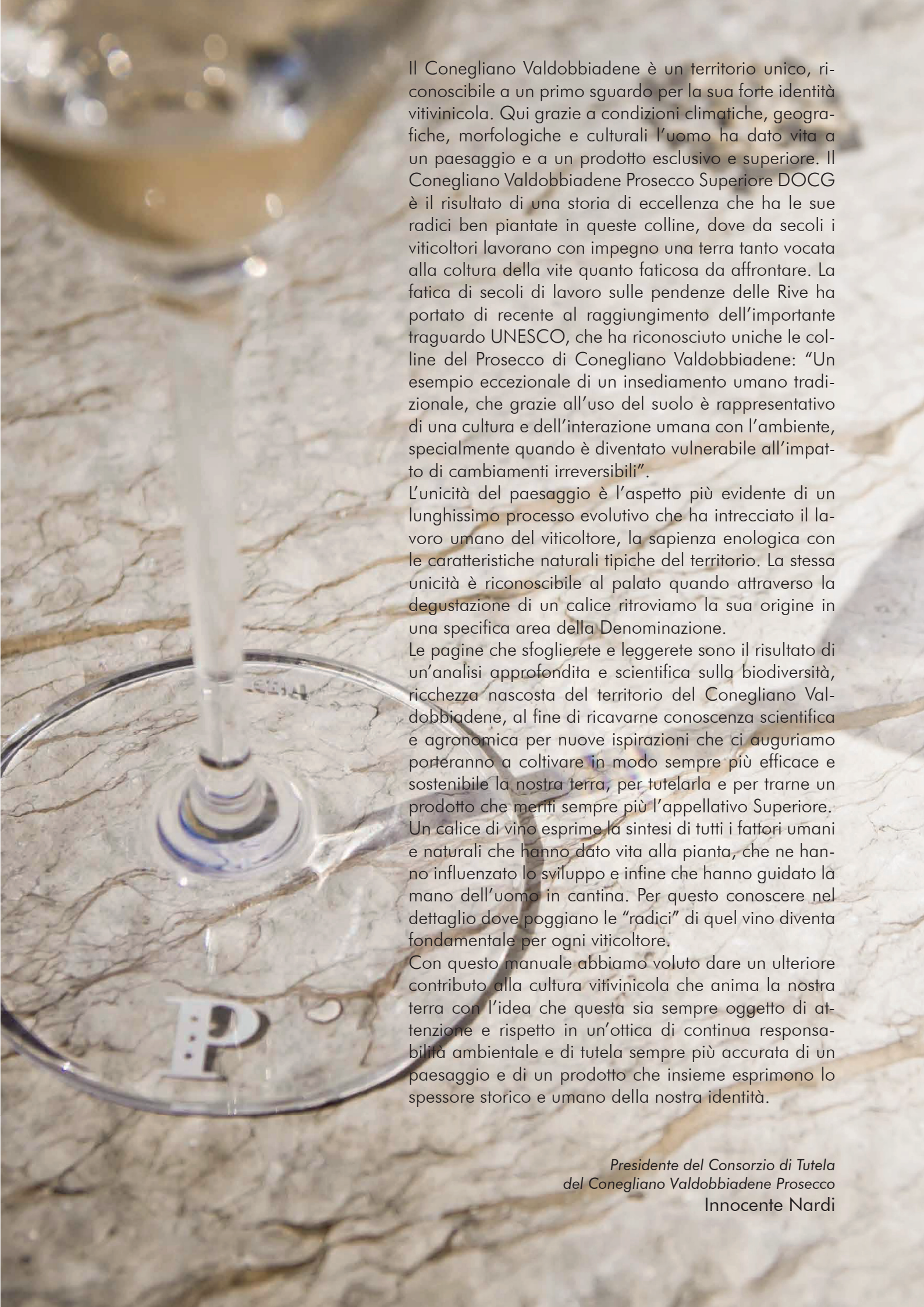
CANTINA
DI CONEGLIANO E
VITTORIO VENETO



SOLIGO
SPUMANTE DAL 1957



Iniziativa finanziata dal Programma di sviluppo rurale per il Veneto 2014-2020
Organismo responsabile dell'informazione: Consorzio Tutela Del Vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco
Autorità di gestione: Regione del Veneto - Direzione AdG FEASR e Foreste



Il Conegliano Valdobbiadene è un territorio unico, riconoscibile a un primo sguardo per la sua forte identità vitivinicola. Qui grazie a condizioni climatiche, geografiche, morfologiche e culturali l'uomo ha dato vita a un paesaggio e a un prodotto esclusivo e superiore. Il Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG è il risultato di una storia di eccellenza che ha le sue radici ben piantate in queste colline, dove da secoli i viticoltori lavorano con impegno una terra tanto vocata alla coltura della vite quanto faticosa da affrontare. La fatica di secoli di lavoro sulle pendenze delle Rive ha portato di recente al raggiungimento dell'importante traguardo UNESCO, che ha riconosciuto uniche le colline del Prosecco di Conegliano Valdobbiadene: "Un esempio eccezionale di un insediamento umano tradizionale, che grazie all'uso del suolo è rappresentativo di una cultura e dell'interazione umana con l'ambiente, specialmente quando è diventato vulnerabile all'impatto di cambiamenti irreversibili".

L'unicità del paesaggio è l'aspetto più evidente di un lunghissimo processo evolutivo che ha intrecciato il lavoro umano del viticoltore, la sapienza enologica con le caratteristiche naturali tipiche del territorio. La stessa unicità è riconoscibile al palato quando attraverso la degustazione di un calice ritroviamo la sua origine in una specifica area della Denominazione.

Le pagine che sfoglierete e leggerete sono il risultato di un'analisi approfondita e scientifica sulla biodiversità, ricchezza nascosta del territorio del Conegliano Valdobbiadene, al fine di ricavarne conoscenza scientifica e agronomica per nuove ispirazioni che ci auguriamo porteranno a coltivare in modo sempre più efficace e sostenibile la nostra terra, per tutelarla e per trarne un prodotto che meriti sempre più l'appellativo Superiore. Un calice di vino esprime la sintesi di tutti i fattori umani e naturali che hanno dato vita alla pianta, che ne hanno influenzato lo sviluppo e infine che hanno guidato la mano dell'uomo in cantina. Per questo conoscere nel dettaglio dove poggiano le "radici" di quel vino diventa fondamentale per ogni viticoltore.

Con questo manuale abbiamo voluto dare un ulteriore contributo alla cultura vitivinicola che anima la nostra terra con l'idea che questa sia sempre oggetto di attenzione e rispetto in un'ottica di continua responsabilità ambientale e di tutela sempre più accurata di un paesaggio e di un prodotto che insieme esprimono lo spessore storico e umano della nostra identità.

*Presidente del Consorzio di Tutela
del Conegliano Valdobbiadene Prosecco*
Innocente Nardi

Il valore del *terroir*

Da pag. 7

di Diego Tomasi

Il microbioma del suolo: una risorsa invisibile del vigneto

Da pag. 9

di Luca Nerva & Walter Chitarra

La biodiversità microbica del vigneto e il suo apporto al *terroir*

Da pag. 20

di Tiziana Nardi

La biodiversità' genetica della vite

Da pag. 28

di Federica Gaiotti

Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore D.O.C.G. il paesaggio: dai suoi elementi costitutivi ai suoi valori di unicità

Da pag. 37

di Diego Tomasi

Bibliografie

Da pag. 49



In una recente indagine sviluppata in occasione del ProWine tedesco, un campione rappresentativo di aziende viti-vinicole italiane, tedesche e francesi, ha confermato che anche per il prossimo futuro promuoveranno le proprie aziende ponendo al primo posto i valori del territorio. Per molti anni il vino è stato l'unico ambasciatore dei nostri *terroirs* viticoli, oggi il vino da solo non è più sufficiente a rappresentarli: ogni prodotto va accompagnato dai valori materiali e immateriali dei suoi luoghi di origine. Vitigno, tradizione, geologia, suolo, clima, paesaggio, tecniche produttive, sono tante storie che devono oggi affiancare e dare valore al vino. Tutto questo è oggi richiesto e preteso dal consumatore.

Un altro aspetto riguarda la continua attenzione che viene riservata alle tecniche e alle pratiche viticolo-enologiche, che pur rispettando e riscoprendo la tradizione mirano a migliorare e valorizzare l'uva e il suo vino. Non uno stanco ripetersi di tappe ed azioni annuali, ma nuovi modelli conservativi che tengano conto anche degli elementi di novità (vedi sostenibilità, valore del suolo, biodiversità), di quelli perturbativi (es il cambio climatico) o non più necessari (vedi diserbanti, late concimazioni, imponenti sistemazioni del suolo, etc).

Come già noto il *terroir* viticolo si compone di molti e complessi elementi, tutti sinergici e complementari tra loro; spetta ora al viticoltore il compito di mantenere inalterate le loro caratteristiche, siano esse determinanti per la qualità dei vini, vedi ad es. il suolo, oppure da configurarsi come valore aggiunto, vedi il paesaggio. Quindi, l'irripetibilità di un vino si basa su un insieme di fattori che si integrano e si esprimono in un risultato che deve essere non confondibile e non trasferibile. Il concetto di *terroir* può allora essere pensato in termini di interazione tra le pratiche colturali e l'ambiente locale, però in una veste irrinunciabile di conservazione.

Oggi alla ricerca viene assegnato il compito di far emergere i valori più nascosti del *terroir* utilizzando nuove discipline e tecniche che contribuiscono alla sua piena comprensione e

valorizzazione; tra queste troviamo la metagenomica, le neuroscienze, l'idropedologia e la viticoltura di precisione, tutto però deve rientrare sotto l'egida di:

- **sostenibilità**: ovvero applicazione di pratiche conformi alla salvaguardia delle risorse non rinnovabili, mantenendole integre ed anzi aumentandone il loro valore ecosistemico. Sostenibilità significa anche tutela della salute del viticoltore e di chi abita nei pressi dei vigneti, riducendo l'impatto ambientale dovuto all'uso degli agrofarmaci;

- **biodiversità**: ovvero conservazione della ricchezza presente nel soprassuolo e nel sottosuolo, evitando pratiche intensive, ma sviluppando percorsi produttivi che tengano conto di ciò che era presente e di ciò che è unico e identificativo;

- **multifunzionalità**: definisce il ruolo che la viti-vinicoltura svolge nell'ampio contesto socio-economico di un territorio, integrandosi con le altre attività produttive e contribuendo al loro sviluppo. Accoglienza, ospitalità, educazione e formazione, sono azioni presenti in una azienda aperta alla multifunzionalità.

Nuovi approcci allo studio del *terroir*

Studi recenti stanno contribuendo ad evidenziare in modo sempre più approfondito l'interazione tra vigneto e ambiente. Tra questi la metagenomica, attraverso lo studio del DNA estratto da campioni di suolo, è in grado di evidenziare la specificità microbiologica di ogni terreno e le migliaia di specie microbiche presenti in un grammo di suolo (Xu et al., 2014). Ciò diventa di estremo interesse alla luce delle numerose relazioni mutualistiche che si instaurano tra funghi, batteri e pianta, dove gli apparati radicali fungono da intermediari (Gardi et al., 2009). Come verrà spiegato i microorganismi presenti nella rizosfera (sottile strato di terreno che circonda la radice) sono estremamente sensibili ai caratteri fisico-chimici del suolo, alle operazioni colturali (Garcia-Orenes et al., 2013, Corneo et al., 2013) e ai valori climatici ambientali (Gilbert JA et al., 2014). Questo significa che vi è una diversità tassonomica e una specificità locale nelle compo-

nenti microbiche presenti nelle diverse aree viti-vinicole ed in grado di influenzare l'unicità dei vini che vi si producono (Zarraonaindia et al., 2015). Nel vino troviamo quindi indiscutibilmente il suolo, che attraverso percorsi nuovi ed altri non sempre conosciuti ci permette di riconoscere un'origine e a volte una unicità.

Ma il mondo nascosto dei microorganismi si sviluppa anche nel soprassuolo ed in particolare nell'uva, nella corteccia, nella superficie delle foglie. Anche in questo caso la metagenomica si identifica come un potente metodo per l'analisi di intere comunità microbiche, analizzandole proprio nel loro ambiente naturale. A questo riguardo numerosi studi sono in corso per studiare le comunità di microorganismi in funzione dei siti di coltivazione.

In un contesto di cambiamento climatico, anche le proprietà idrologiche del suolo e le corrispondenti disponibilità idriche stanno ottenendo una attenzione sempre maggiore. Ciò è basato sulla eterogeneità dei suoli, sulla morfologia e sulla distribuzione delle piogge. L'idropedologia è una scienza interdisciplinare emergente che studia le interazioni tra i processi pedologici e idrologici dello strato superficiale e sotto-superficiale di suolo, comprendendo lo spazio tra la base della parete vegetativa e il fondo della zona umida del suolo esplorabile dalle radici. Gli obiettivi di questa disciplina mirano a quantificare la variabilità spaziale e temporale delle disponibilità idriche del suolo, ottenendo in questo modo un miglioramento nella gestione dell'acqua nel vigneto (H. Lin, 2018).

Da tutto questo ne deriva l'importanza delle sistemazioni del suolo che devono essere ben calibrate e, se possibile, rifarsi alla tradizione (es. evitare il rittochino).

Ogni territorio si esprime attraverso un proprio paesaggio composto di elementi ereditati ed altri appartenenti alla società attuale. Il paesaggio è quindi un insieme articolato di elementi, alcuni unici del luogo, la cui tutela e valorizzazione si stanno facendo finalmente strada stante i numerosi e positivi risvolti che il paesaggio depone a favore del vino. La comprensione e la valorizzazione di questi stretti legami sono compito delle neuroscienze, ovvero di quell'insieme di discipline che studiano le

basi biologiche della mente e del comportamento dell'uomo e, nel caso del vino, studiano gli elementi che guidano al giudizio di preferenza qualitativa e acquisto.

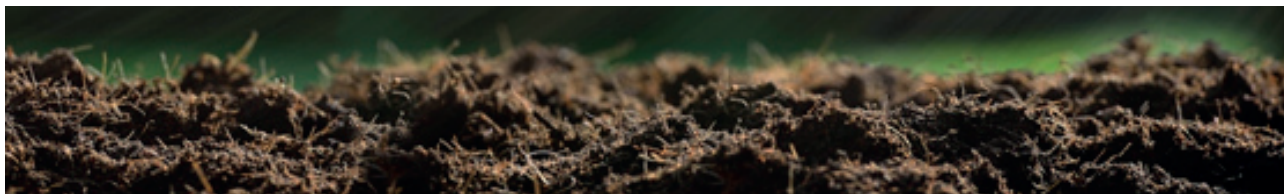
Nel vigneto dobbiamo cogliere non solo la biodiversità esterna che dà valore scenico e di contrasto alla monotonia del panorama, ma anche quella biodiversità meno evidente che compone il patrimonio genetico del nostro vigneto e che permette di arricchire le sfumature qualitative dei vini. La provenienza del materiale vegetale, l'età della vite e l'interazione tra portinnesto e parte aerea sono le sorgenti principali di biodiversità genetica che dobbiamo imparare a valorizzare e conservare.

Di questi aspetti, anche innovativi, parleranno le pagine a seguire, basati su analisi dirette che hanno coinvolto un gran numero di produttori, su fonti bibliografiche e su esperienze degli Autori. Accanto ad una panoramica dell'intero territorio della Denominazione DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore, un approfondimento è stato portato sull'area del Cartizze in quanto simbolo di massimo prestigio della denominazione, ma anche come esempio di studio trasferibile poi in futuro ad altre aree della DOCG.

Ambizione degli Autori è trasferire al produttore il concetto di biodiversità, facendo comprendere che la sua conservazione ed ulteriore arricchimento passano attraverso le loro azioni quotidiane in vigneto.

Il microbioma del suolo: *una risorsa invisibile del vigneto*

di Luca Nerva & Walter Chitarra



Che cos'è e perchè è importante il microbioma?

Anche se non siamo in grado di vederli, una quantità sorprendente di microrganismi vive nell'ambiente che ci circonda. Sotto i nostri piedi, ad esempio, si trova uno dei compartimenti ambientali più diversificati del nostro pianeta: il suolo.

Al suo interno troviamo numerose comunità microbiche composte da batteri, archaea, virus, funghi e protozoi, collettivamente denominati "microbioma del suolo" (Figura 1). Nel corso della storia del nostro pianeta, i microrganismi hanno influenzato il clima venendo, a loro volta, plasmati da esso. Poiché il suolo è un sistema dinamico dove i nutrienti e le condizioni di crescita non sono sempre gli stessi, la maggior parte dei microrganismi ha sviluppato strategie per far fronte alle mutevoli condizioni ambientali. Le generazioni microbiche, inoltre, si succedono le une alle altre in tempi molto rapidi, rendendole delle "sentinelle" ideali per comprendere gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi biologici e sui cicli biogeochimici mediati da questi ultimi.

In pochi grammi di suolo fertile sono presenti miliardi di organismi viventi: centinaia di chilometri di ife fungine, decine di migliaia di protozoi, migliaia di nematodi, alcune centinaia di insetti, aracnidi, vermi e centinaia di metri di radici di piante. I microrganismi del suolo sono vitali per la vita e la salute di uomini e piante, operando nel suolo una rete di trasformazioni dalle quali dipende il funzionamento dell'intero ecosistema [1]. Nel ciclo dell'azoto sono infatti coinvolti i batteri nitrificanti (che trasformano l'ammonio in nitrato) e i batteri denitrificanti (che riducono il nitrato ad azoto gassoso) e, inoltre, intervengono nel ciclo del carbonio, nella decomposizione della sostanza organica, nella metanogenesi e nella fissazione della CO_2 . Con le loro attività meta-

boliche, i microrganismi del suolo, sono fra gli attori principali dei cosiddetti servizi ecosistemici che comprendono il ciclo della sostanza organica, la regolazione della disponibilità degli elementi nutritivi e della loro asportazione da parte delle colture, lo sviluppo delle piante, il controllo dei patogeni, la difesa da fattori di stress biotici e abiotici, il mantenimento della struttura del suolo, la regolazione dei processi idrologici, gli scambi gassosi, il sequestro del carbonio e il disinquinamento [2].

I microrganismi del suolo rappresentano una componente di fondamentale importanza per la fertilità dei terreni svolgendo un ruolo insostituibile, in mancanza del quale, il terreno, rappresenterebbe semplicemente un inerte supporto meccanico.

Con il termine di microbioma si intende l'insieme di microrganismi, dei loro genomi e delle interazioni che si stabiliscono in un determinato ambiente e, allo stesso modo, con gli organi-

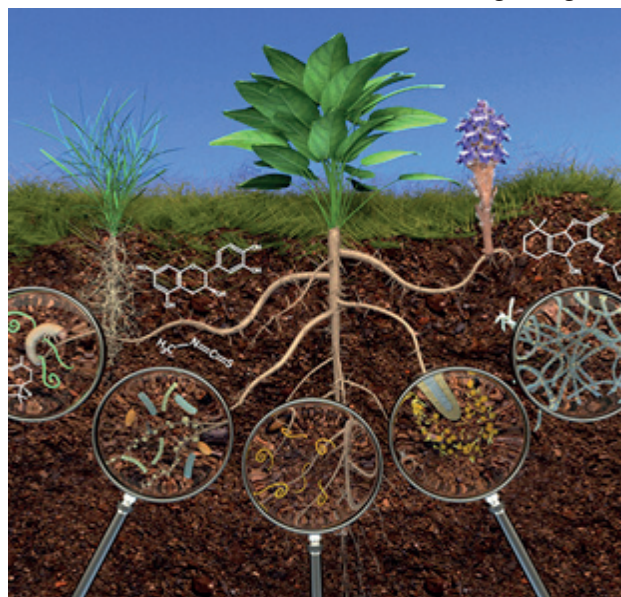


Figura 1. Le piante interagiscono con una moltitudine di organismi e microrganismi, di cui la gran parte si trova nel suolo.

smi che lo coabitano. Risulta quindi chiaro che la conservazione della biodiversità coinvolge la salvaguardia del microbioma del suolo, garantendo così l'equilibrio funzionale di tutto l'ecosistema suolo.

La possibilità di studiare il microbioma del suolo con metodi indipendenti dalla coltivazione dei microrganismi, sta tuttora chiarendo molti aspetti rilevanti di questo complesso ecosistema sia dal punto di vista della composizione tassonomica, sia dal punto di vista funzionale. Le analisi molecolari hanno permesso di scoprire l'esistenza di microrganismi "non coltivabili" e di accedere ad un'informazione globale sulla ricchezza e abbondanza delle diverse popolazioni microbiche, rendendo così possibile definire le relazioni di alcune specie microbiche nella complessa rete di interazioni (positive e negative) che si instaurano nel suolo e con le radici delle piante che ne vengono coinvolte [3].

Come tutte le altre piante anche la vite si interfaccia con questi organismi, dalle radici ai grappoli, inducendo effetti benefici o fitopatologici e influenzando sulla salute della pianta, sul suo stato fisiologico, sulle rese, sulla qualità delle uve e sui successivi fenomeni di fermentazione. Sempre più studi hanno dimostrato l'enorme impatto che i microrganismi associati hanno sulla pianta, tanto da arrivare a descrivere questa consociazione

come un unico organismo definito con il termine di "olobionte" [4]. In questo senso, quando la pianta viene sottoposta a stress di qualsiasi tipo, i microrganismi che la abitano affiancano le risposte di difesa della pianta modulandole e complementandole, inducendo così una più complessa interazione con l'ambiente. Per comprendere ulteriormente l'importanza del microbioma, basti pensare che l'ottenimento di piante cosiddette "gnotobiotiche" [5], (ovvero senza microrganismi associati) è ad oggi impossibile poiché, quando vengono private di tutti i simbionti, esse non sono in grado di crescere, morendo. Va inoltre ricordato che la produzione del vino è un processo complesso che spazia dal campo fino ad arrivare alla cantina e, in questo viaggio, i microrganismi giocano un ruolo decisivo sulle qualità del prodotto finale. Molti fattori influenzano a loro volta la composizione microbica associata alla pianta: la topografia, il tipo di suolo, il clima, le condizioni meteorologiche arrivando, infine, alle pratiche di gestione del vigneto.

Grazie all'avanzamento delle metodologie diagnostiche che oggi ci permettono di descrivere così bene il microbioma delle piante, siamo riusciti a comprendere il potenziale dei microrganismi associati alla pianta e il loro impatto sul vino (il prodotto finale) di questa lunga e importante interazione, arrivando a definire l'impatto



Figura 2. Sovescio con senapi ed altre essenze.

di quello che oggi è conosciuto come *microbial terroir* [6].

L'influenza del portinnesto sulla diversità microbica

Una delle decisioni più importanti da prendere quando si realizza un nuovo vigneto è la varietà di uva che si intende allevare. Al momento dell'acquisto, però, la scelta della barbatella non è dettata solo ed esclusivamente dalla varietà d'uva che s'intende allevare, ma anche e soprattutto dal portinnesto più adatto. Questo perché, in seguito alla comparsa della fillossera nella seconda metà del 1800, si cominciarono a produrre barbatelle bimembre, cioè con portinnesti "americani" (ovvero la parte inferiore con le radici resistenti al patogeno) e nesti "europei" (cioè la parte superiore con la chioma che porta anche i frutti). Col tempo però la funzione del portinnesto americano si è evoluta, ed oggi, la sua utilità non è solo quella di proteggere la vite dalla fillossera ma anche e soprattutto quella di mediare tra l'ambiente pedoclimatico in cui sorge il vigneto e le caratteristiche specifiche della varietà d'uva selezionata. Il portinnesto è oggi dunque un vero e proprio mezzo agronomico a disposizione del viticoltore per raggiungere una perfetta compatibilità della varietà alle condizioni del suolo, con l'obiettivo finale di ottenere l'importantissimo equilibrio vegeto-produttivo della pianta.

Utilizzando la vite come pianta modello, un gruppo di ricerca internazionale ha scoperto che il tipo di microbioma batterico che si installa nelle radici dipende fortemente dal tipo di portinnesto scelto [7]. Dato che il microbioma batterico radicale è molto importante (per la salute e la nutrizione dell'intera pianta, per la protezione da parassiti, patogeni e per la qualità finale dell'uva), la scelta del portinnesto ha un forte impatto su quello che abbiamo definito come *microbial terroir* [8]. Un ulteriore dato che sottolinea l'importanza del portinnesto (e quindi del microbioma ad esso associato), arriva da uno studio in cui si evince che il suolo e i microrganismi associati all'apparato radicale delle piante, sono la fonte primaria dei microrganismi che poi si ritrovano nelle parti aeree della stessa [9].

Questo ovviamente ha un forte impatto dal punto di vista applicativo: se consideriamo l'effetto diretto che la presenza di certe specie batteriche o fungine (lieviti inclusi) può avere sulla produzione di determinati composti aromatici, ne deriva che l'utilizzo di alcuni portinnesti può favorire l'espressione di quelle caratteristiche che determinano la tipicità di alcuni prodotti [10].

Inoltre, è stato recentemente riportato che i microrganismi responsabili della sindrome dell'esca (una delle più importanti patologie che stanno emergendo negli ultimi anni), tendono ad accumularsi nel suolo e sono in grado di intaccare anche il legno dell'apparato radicale sviluppato

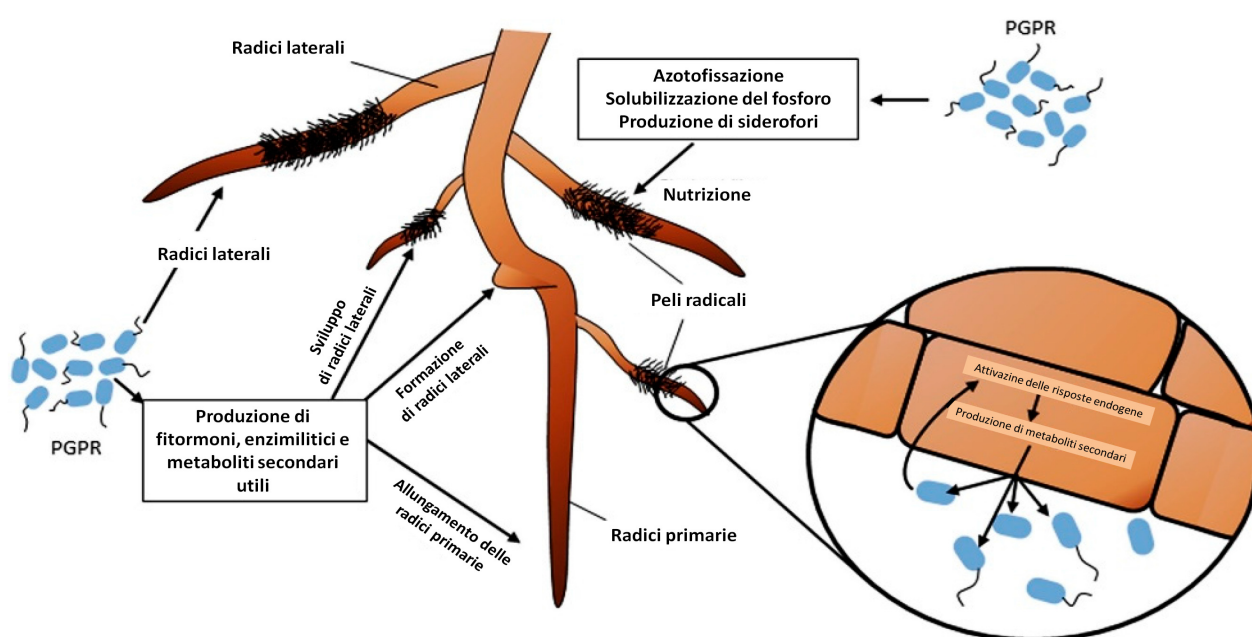


Figura 3. Diagramma che illustra le interazioni tra le radici delle piante e i batteri azotofissatori (PGPR).
Adattato da Vejan et al. 2016.

dal portinnesto [11]. Questo fattore suggerisce ancora una volta quanto sia importante la biodiversità presente nel suolo, poiché l'accumulo di patogeni non fa altro che compromettere il sistema vigneto, diminuendone il potenziale produttivo e la qualità dei prodotti ottenuti. In tal senso, pratiche che favoriscono la biodiversità microbica quali inerbimenti con essenze selezionate, inoculo di consorzi microbici (come agenti di controllo biologico o per stimolare la crescita delle piante) sono azioni molto importanti per favorire un riciclo della fauna microbica nel vigneto, andando ad evitare l'accumularsi di quei patogeni che naturalmente si instaurerebbero nel lungo periodo.

Le lavorazioni del suolo e gli effetti sulla diversità microbica

Come abbiamo detto in precedenza, il microbioma del suolo è influenzato da vari fattori come ad esempio: la collocazione geografica, il tipo di suolo, il clima e il genotipo del portinnesto ma non solo; hanno un forte impatto anche le proprietà intrinseche del suolo come: pH, sostanza organica, tessitura e umidità. Queste ultime caratteristiche sono quelle su cui, in qualche modo, si può intervenire e su cui si può lavorare mediante pratiche agronomiche di vario tipo, in grado di favorirne una maggiore biodiversità. I microrganismi del suolo sono quindi in grado di influenzare l'ambiente che sta loro attorno e, una buona biodiversità, è in grado di diminuire l'impatto dei patogeni.

I processi di mineralizzazione a carico della materia organica del suolo e la disponibilità di azoto e altri nutrienti, sono i principali fattori che influenzano la microflora e che indirettamente si riflettono sulla capacità della pianta di crescere, sulla sua salute e sulla qualità dei frutti [12,13]. Le pratiche agronomiche e i trattamenti chimici adottati nel vigneto, sono in grado di alterare l'ambiente del suolo contribuendo a modellarne la comunità microbica; le colture di copertura in consociazione alla vite, le lavorazioni del suolo, le applicazioni di compost o biochar e la conduzione convenzionale, biologica o biodinamica, hanno effetti differenti sul suolo stesso.

L'influenza delle colture consociate alla vite (sovescio) sulla biodiversità microbica nel suolo, è dovuta innanzitutto alla loro capacità di modificare la sostanza organica (con particolare riferi-

mento al carbonio), alla capacità di produrre differenti tipi di essudati radicali (molecole in grado di richiamare microrganismi) e alla differente capacità di produrre radici fini (quelle che sono più attive nel reclutare microrganismi benefici) [14]. Per esempio, sappiamo che le piante del genere *Brassica*, (volgarmente conosciute come senapi, Figura 2) sono in grado di richiamare batteri del gruppo dei *Firmicutes* (al cui interno troviamo il genere *Bacillus*), ben noto per i suoi effetti positivi nei confronti delle piante [15]. È inoltre stato dimostrato che colture diverse sono in grado di influenzare in modo differente la composizione e l'abbondanza di alcune specie microbiche, nonché la quantità di azoto e carbonio disponibili e la struttura stessa del suolo, suggerendo un forte impatto sul sistema vigneto [14].

Un altro effetto significativo sulla struttura e la biodiversità del suolo è dettato dalle lavorazioni. In particolare, le lavorazioni possono avere degli effetti anche molto importanti se utilizzate in associazione alla semina di sovescio. Deve venire anche considerato che, nel caso di conduzione biologica, le lavorazioni del suolo hanno lo scopo di ridurre l'assorbimento di sostanze nutritive da parte delle essenze che crescono nell'interfila e per controllare le malerbe, potendo quindi essere effettuate anche più di 4 o 5 volte all'anno. In questo ultimo caso però sembrerebbe che l'impatto sulla microflora non sia positivo, probabilmente a causa di una troppa perturbazione del sistema che può sfavorire, ad esempio, la



Figura 4. Foto al microscopio di una radice colonizzata da fungo micorrizico.

presenza dei *Firmicutes* che invece abbiamo visto avere un effetto positivo sulle piante [16]. Inoltre, la perturbazione dovuta alla lavorazione del suolo modifica la disponibilità dei nutrienti, la dimensione dell'aggregato, la sua composizione e la stabilità, influenzando così le caratteristiche fisico-chimiche in cui i microorganismi si trovano. Un altro trattamento che influenza in modo significativo la struttura del microbioma è l'applicazione del compost o del biochar. In linea di massima l'applicazione di compost ha un effetto molto importante che induce un incremento nella diversità della microflora presente nel suolo e che, molto probabilmente, è correlata alla modificazione delle sostanze nutritive dello stesso [17]. Il biochar, ovvero il risultato della pirolisi di residui vegetali in reattori a condizioni controllate, ha ricevuto molte attenzioni per la sua capacità di aumentare la fertilità del suolo e migliorare lo stato di salute delle piante. Inoltre, l'utilizzo del biochar ha anche effetti sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo, alterando di conseguenza il microbioma in maniera significativa. L'impatto che queste modifiche hanno sulla pianta è considerato generalmente positivo, portando spesso a fenomeni di induzione di resistenza a stress di vario tipo, come l'attacco di patogeni o la carenza d'acqua [18,19].

Il tipo di conduzione e l'impatto sulla microflora

L'impatto che il tipo di conduzione può avere sulla microflora del suolo viene studiato da molto tempo, evidenziandone le differenze che esistono tra conduzione convenzionale, integra-

ta, biologica e biodinamica. Nello specifico, la conduzione convenzionale prevede l'applicazione di sostanze di vario genere con azione antifungina e l'utilizzo di fertilizzanti in grado di acidificare il suolo. Nella conduzione convenzionale i pesticidi di origine sintetica sono quelli di più comune utilizzo, mentre nel caso della conduzione biologica le principali strategie di lotta ai funghi patogeni sono basate sull'applicazione di prodotti rameici. L'utilizzo del rame (che, in quanto metallo pesante, può avere effetti deleteri sull'ambiente e sull'uomo), è stato recentemente limitato da una normativa comunitaria che ha abbassato il limite di utilizzo ad una media di 4 kg per anno [11]. La conduzione integrata prevede invece dapprima l'utilizzo di strategie proprie del metodo biologico e, solo in un secondo momento, quando queste strategie si sono rivelate inefficaci, l'applicazione dei protocolli convenzionali. Infine, la conduzione biodinamica condivide con quella biologica una serie di azioni che sono volte alla conservazione della biodiversità con l'aggiunta di alcune accortezze come, ad esempio, l'utilizzo di sistemi di coltura misti, la rotazione delle colture e l'utilizzo di prodotti del territorio [20]. Il principale effetto osservato sul microbioma del suolo comparando vigneti a conduzione convenzionale con vigneti a conduzione biologica o biodinamica, risiede nella diversità di specie osservate nel suolo di questi ultimi, in cui si evidenzia una maggiore biodiversità. Questo vale anche se si comparano vigneti a conduzione convenzionale e a conduzione integrata: i se-

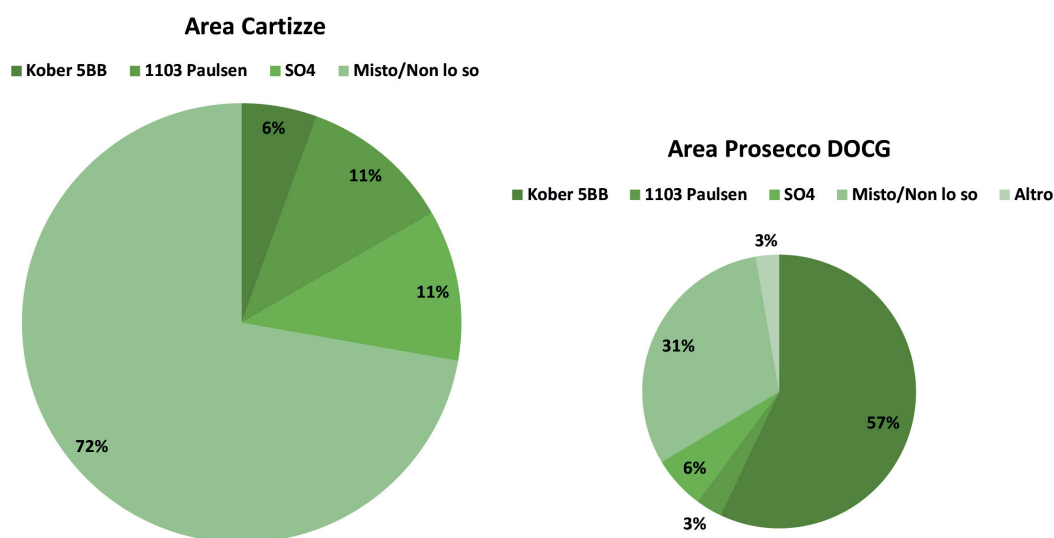


Figura 5. **PORTINNESTO** - Percentuale di diffusione dei principali portinnesi nell'area del Cartizze e nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG.

condi mostrano una maggiore biodiversità microbica nel suolo [21].

Per quanto riguarda la composizione fungina del suolo, le differenze tra i vari metodi di conduzione sono minime e, il fattore che maggiormente influenza la composizione, sembra invece essere associato all'utilizzo di particolari sovesci o alle lavorazioni del suolo. Queste due azioni hanno un effetto molto più importante poiché vanno a modificare le caratteristiche di aggregazione del suolo inducendo un maggior effetto sulla microflora fungina. L'unica differenza apprezzabile dovuta al tipo di condizione risiede nell'abbondanza dei funghi appartenenti al phylum degli Ascomyceti che sono, generalmente, meno abbondanti nei suoli di vigneti convenzionali o a conduzione integrata (probabilmente a causa dell'uso di pesticidi chimici) [22]. In generale, poi, si osserva una minore abbondanza di funghi con l'aumentare della profondità, un dato che è correlato alle minori disponibilità di carbonio e azoto organico e da una minore capacità di scambi gassosi. Per quanto riguarda i batteri, osserviamo un fenomeno del tutto simile a quello dei funghi: le conduzioni biologiche e biodinamiche sono quelle che mostrano una maggiore biodiversità nel suolo superficiale.

Come abbiamo precedentemente descritto, la presenza di essenze di vario genere nel vigneto è in grado di influenzare in maniera anche drastica la biodiversità e la composizione del microbioma del suolo. Conseguentemente a questo fattore, è abbastanza chiaro che uno dei trattamenti che

maggiormente ha un impatto elevato è l'utilizzo di erbicidi. Per esempio, uno studio realizzato nel 2018 ha confrontato l'applicazione di 3 differenti principi attivi ad azione erbicida (tra cui il glifosate) con lo sfalcio e ha osservato un effetto significativo delle molecole utilizzate. In particolare, quello che emerge è che queste molecole di sintesi possono influenzare la microflora, favorendo alcune specie fungine o batteriche e sfavorendone altre. Tra i vari trattamenti è importante sottolineare che il glifosate favorisce la presenza di *Colletotrichum*, un genere conosciuto per causare gravi patologie in molte piante, tra cui l'antracnosi in vite [23].

I microrganismi benefici nel suolo

I microrganismi con un effetto benefico sulla pianta possono essere suddivisi in due grandi classi: i) quelli che stimolano la crescita della pianta (definiti come plant growth-promoting) detti anche (PGP) o ii) quelli che proteggono la pianta dagli attacchi dei patogeni, (conosciuti come agenti di biocontrollo o biological control agents) detti anche (BCA).

I primi sono quei microrganismi che hanno solitamente un effetto benefico diretto, correlato alle loro capacità metaboliche intrinseche, come ad esempio la capacità di fissare l'azoto, la produzione di ormoni di crescita o la solubilizzazione di elementi importanti (come il fosforo), che diventano quindi biodisponibili per la pianta, ovvero più facilmente assimilabili. In altri casi gli effetti possono essere indiretti, come ad esempio

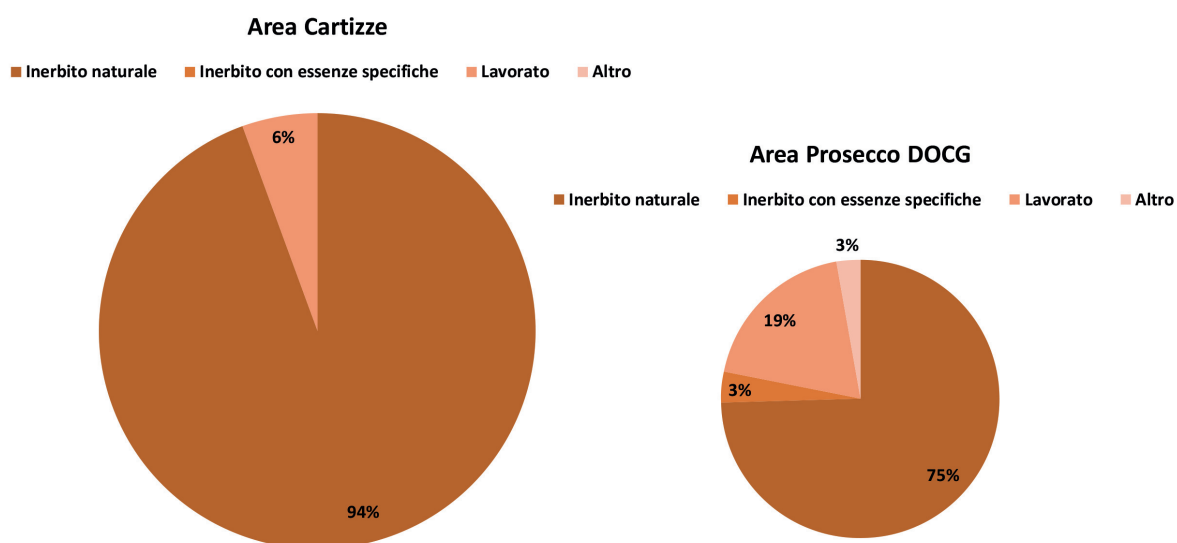


Figura 6. **GESTIONE INTERFILA** - La gestione dell'interfila nell'area del Cartizze è caratterizzata per la maggior parte da inerbimento naturale senza l'utilizzo di specifiche essenze; soltanto una piccola percentuale attua lavorazioni meccaniche nell'interfila.

la stimolazione di specifiche attività enzimatiche nella pianta, una maggiore capacità di rispondere agli stress abiotici o una maggiore capacità di difendersi dagli attacchi patogeni. I microrganismi che rientrano nella seconda classe (BCA) sono invece quelli in grado di occupare la nicchia ecologica, rendendola non disponibile per i patogeni, consumando le sostanze nutritive o producendo enzimi o metaboliti che rallentano la crescita dei patogeni.

I batteri azotofissatori

La degradazione del suolo è favorita ed accelerata dall'antropizzazione e dalle pratiche agricole sempre più intense che si basano sull'utilizzo di macchinari pesanti, il consumo di ingenti quantità di agrofarmaci ed un uso estensivo dell'irrigazione. Come abbiamo già detto, tutte queste attività portano al peggioramento delle qualità fisico-chimiche, biochimiche e microbiologiche del suolo [24], in contrasto invece con le pratiche di agricoltura sostenibile che includono l'arricchimento di sostanza organica del suolo utilizzando varie fonti (compost, biochar, fermentati, etc...), le quali inducono un miglioramento nella stabilità, nella capacità di trattenere l'acqua e nella fertilità del suolo [25]. Inoltre, è già stato dimostrato che tecniche agronomiche sostenibili che utilizzano prodotti di origine biologica per il miglioramento delle qualità del suolo, sono in grado di ristabilizzarne le qualità, riportandolo a delle condizioni che sono paragonabili ai suoli ricchi presenti nelle foreste, aumentando la produttività delle piante, riducendo gli input chimici e aumentando così la sostenibilità dell'agroecosistema [26,27].

La principale fonte naturale di azoto nella biosfera passa attraverso la fissazione dell'azoto gassoso da parte di un gruppo di procarioti (batteri) che hanno appunto questa capacità detta "fissativa". L'assimilazione dell'azoto inorganico da parte dei microrganismi del suolo è fondamentale per la ritenzione dello stesso, per la possibilità di ridurre l'utilizzo di fertilizzanti azotati e per il recupero dei suoli agricoli compromessi [28]. Va anche ricordato che i fertilizzanti normalmente utilizzati (come l'urea o le forme organicate dell'azoto) hanno una minore efficienza di assimilabilità per la pianta (addirittura in alcuni casi non sono nemmeno direttamente assimilabili), dimostrando che l'azione dei microrganismi del

suolo ha un'attività fondamentale nel ciclo, nella trasformazione e nella biodisponibilità dell'azoto [29]. La nitrificazione e la denitrificazione sono le principali vie con cui l'azoto viene riciclato nel suolo e, lo studio dell'impatto che l'applicazione dei fertilizzanti ha sui microrganismi, è stato fondamentale per identificare quelle pratiche agronomiche che migliorano le capacità del microbioma di trasformare l'azoto, rendendolo biodisponibile per le piante. In questi studi (alcuni dei quali durati anche 10 anni) veniva confermato che il miglioramento della fertilità del suolo e degli indicatori di qualità (diversità microbiologica e attività biologica), era notevolmente migliore nei suoli che subivano una gestione biologica in confronto a quelli gestiti in modo convenzionale (cioè con fertilizzanti di origine chimica) [30].

I microrganismi che colonizzano la cosiddetta rizosfera (ovvero la radice e il suolo immediatamente a contatto con essa) possono influire sulla crescita della pianta sia positivamente che negativamente ma, in particolare, l'azione dei 'plant growth promoting rhizobacteria' (PGPR) è definita come benefica ed è sfruttata in quanto è in grado di stimolare la crescita della pianta (Figura 3). Questi rizobatteri hanno un forte impatto sulla biologia delle radici, influenzando la crescita, la nutrizione e lo sviluppo fenologico della pianta con un forte risvolto di sostenibilità per l'ambiente. Tra i più importanti troviamo i batteri azotofissatori e i batteri che solubilizzano il fosforo, i quali possono essere sfruttati come alternativa per la fertilizzazione dei suoli e per stimolare la crescita e le rese anche nei vigneti [31,32]. Le più importanti e diffuse specie di batteri benefici della vite appartengono ai gruppi di *Pseudomonas*, *Enterobacter* e *Bacillus*.

In conclusione, per un miglioramento della qualità del suolo e per una viticoltura che vada incontro alle esigenze di sostenibilità che sempre maggiormente stanno emergendo sia a livello legislativo che a livello sociale, una delle strategie che verrà sicuramente implementata nel prossimo futuro è l'utilizzo di microrganismi benefici che potranno essere inoculati già prima dell'impianto nel substrato di crescita delle giovani piante.

Le micorrize

Le micorrize arbuscolari sono un gruppo di funghi in grado di instaurare delle simbiosi molto particolari con le piante: questi funghi sono dei simbionti biotrofici obbligati (ovvero non sono in grado di crescere in assenza della pianta ospite) i quali entrano all'interno delle radici formando delle strutture particolari che prendono il nome di arbuscoli (attraverso cui avviene uno scambio di nutrienti con la pianta). Nello specifico, la pianta fornisce parte dei propri fotosintetati al fungo che in cambio però è in grado di fornire tutta una serie di nutrienti: fosforo, azoto, microelementi e acqua [33]. Il fungo diventa un effettivo prolungamento dell'apparato radicale (Figura 4) in grado di raggiungere quelle tasche di suolo che normalmente le radici non sono in grado di raggiungere, rendendo quindi accessibile una porzione di nutrienti e acqua che la pianta da sola non sarebbe in grado di sfruttare [34,35]. Inoltre, con l'instaurarsi della simbiosi, si assiste anche ad alcune modulazioni fisiologiche della pianta, tra cui un riassetto ormonale, che porta la pianta ad essere più resistente sia nei confronti degli stress abiotici (come lo stress idrico, termico o salino) sia nei confronti degli stress di tipo biotico, portando a quello che è definito come stato MIR (mycorrhiza-induced resistance) [36].

Va inoltre ricordato che, come abbiamo detto in precedenza, la vite è composta da due differenti genotipi, il nesto e il portinnesto, che interagiscono fra loro definendo poi, insieme alle interazioni con l'ambiente, quello che è il fenotipo finale. Il portinnesto ha un forte impatto sul nesto, tanto

che appunto si conoscono portinnesti che favoriscono una maggiore o una minore vigoria e una maggiore o una minore capacità di rispondere agli stress biotici e abiotici. Queste caratteristiche dei portinnesti sono solitamente definite all'interno di quello che è il trade-off, ovvero la capacità di allocare le risorse della pianta verso la crescita o verso la difesa [37]. Ne consegue che di solito i portinnesti che favoriscono maggiormente la vigoria sfavoriscono l'accumulo di sostanze di difesa (come resveratrolo e viniferina) nel nesto. Viceversa, i portinnesti meno vigorosi hanno di solito un forte impatto sulla capacità della pianta di rispondere agli stress biotici (favorendo il consumo delle risorse per l'accumulo dei metaboliti di difesa), ma rendendo solitamente la pianta più suscettibile agli stress biotici. Un dato molto interessante ci arriva da uno studio che abbiamo recentemente intrapreso per indagare l'effetto delle micorrize su due diversi portinnesti, uno più vigoroso e resistente agli stress abiotici (1103 Paulsen) e uno meno vigoroso ma con una migliore capacità di indurre la produzione di metaboliti di difesa (SO4). Innanzitutto, il primo risultato molto interessante è stato osservato per la percentuale di attecchimento notevolmente più elevata per le piante inoculate con le micorrize rispetto alle piante senza micorrize, per entrambi i portinnesti. L'altro risultato molto interessante ci è arrivato dalle misurazioni agronomiche, biochimiche e fisiologiche: le piante innestate su SO4 e inoculate con micorrize mostravano una vigoria maggiore rispetto ai controlli senza micorrize, comparabili con la vigoria delle piante innestate su 1103P. Le misurazioni fisiolo-

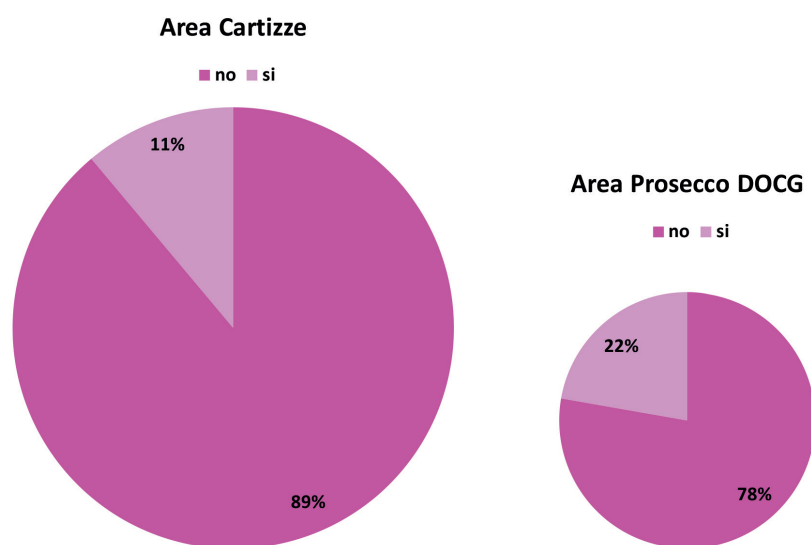


Figura 7. **LAVORAZIONI DEL SUOLO** - Percentuale dei vigneti in cui vengono effettuate le lavorazioni del suolo in periodo autunnale/invernale.

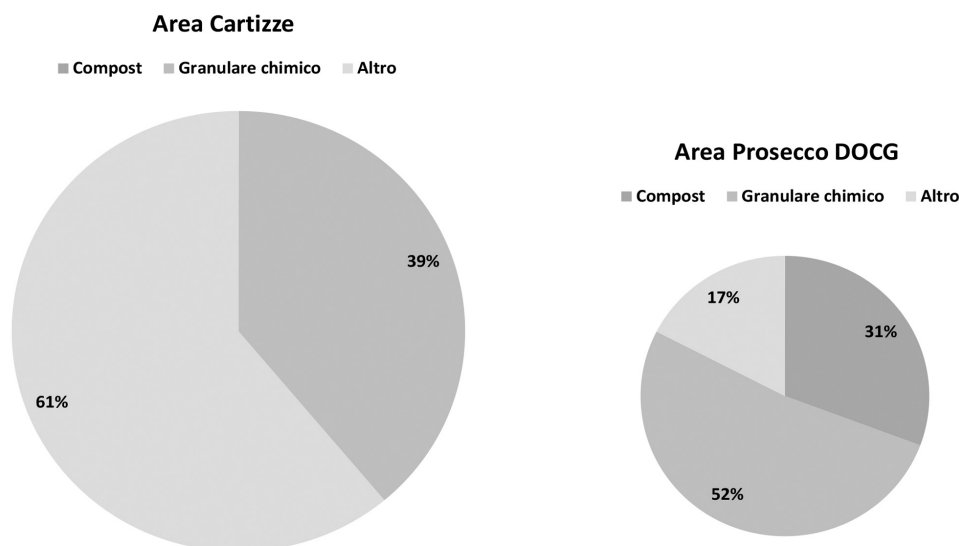


Figura 8. **CONCIMAZIONI DEL SUOLO** - Percentuale di vigneti che applicano concime chimico granulare, compost o altri tipi di concimi.

giche hanno inoltre evidenziato che sempre le piante innestate su SO4 con le micorrize, avevano un'attività fotosintetica comparabile con quelle delle piante innestate 1103P, confermando così che l'inoculo delle micorrize ha avuto un effetto migliorativo delle performance del portinnesto. Per quanto riguarda le piante su 1103P, non abbiamo osservato differenze di vigoria tra quelle inoculate e non inoculate con le micorrize ma, all'analisi biochimica, abbiamo constatato un aumento nell'accumulo dei metaboliti di difesa che li portava a livelli comparabili a quelli dell'SO4.

Questi dati dimostrano quindi che, sempre nell'ottica di miglioramento delle qualità del suolo e per andare incontro alle esigenze di sostenibilità, le micorrize hanno un grandissimo potenziale in grado di migliorare la nutrizione della pianta e di modificare le caratteristiche dei portinnesti, migliorando quelli che sono i naturali livelli di trade-off e favorendo una viticoltura sempre più sostenibile.

Considerazioni sull'area del Cartizze

In questo ultimo paragrafo cercheremo di integrare le informazioni precedenti con i dati raccolti nell'area del Cartizze e li compareremo con quelli che sono stati raccolti invece per l'intera area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG.

Il primo importante dato che analizzeremo è la distribuzione dei diversi portinnesti nei due territori di riferimento. Come spiegato nei paragrafi precedenti, i portinnesti hanno una forte influenza sulla composizione del microbioma del suolo. In parti-

colare, è stato dimostrato che diversi portinnesti sono in grado di cambiare in modo anche drastico la composizione della microflora associata alle radici e, di conseguenza, riescono anche ad influenzare la composizione di quei microorganismi che attraverso il terreno riescono a colonizzare il resto dei tessuti della pianta. Questo ha ovviamente un grande impatto dal punto di vista del *terroir* microbico, con ripercussioni che possono arrivare anche ad influenzare le qualità organolettiche finali dei vini. In Figura 5 vediamo quali sono i portinnesti più diffusi nelle due aree oggetto del presente studio.

Come si può notare c'è una notevole differenza tra le due aree in termini di abbondanza dei diversi portinnesti. Nell'area del Cartizze per quasi 3 vigneti su 4 non c'è un particolare portinnesto di riferimento o addirittura il portinnesto non è conosciuto. Nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG il Kober 5BB rappresenta il portinnesto di maggioranza (57%), mentre invece nell'area del Cartizze rappresenta solo il 6% dei vigneti analizzati. Troviamo invece che l'11% dei vigneti è innestato su SO4 e l'11% su 1103 Paulsen. Questo risultato è abbastanza peculiare in quanto è risaputo che questi due portinnesti presentano caratteristiche in parte contrastanti: il 1103 è in grado di conferire resistenza a stress abiotici e dona una buona vigoria, mentre invece l'SO4 ha una vigoria ridotta ma induce un incremento nella capacità della pianta di rispondere agli attacchi dei patogeni. Nell'ottica di proseguire in maniera più dettagliata le inda-

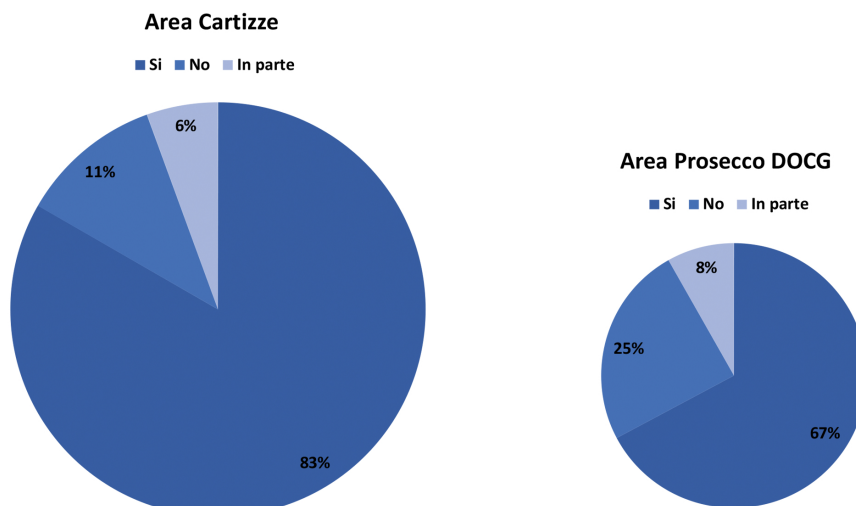


Figura 9. **TRINCIATURA RESIDUI VEGETALI IN CAMPO** - Percentuale di vigneti in cui i residui di potatura vengono trinciati e lasciati in campo (in toto o parzialmente) o che vengono invece trasportati fuori dal campo per essere riciclati in altro modo.

gini qui iniziate, risulterebbe molto interessante caratterizzare il genotipo dei portinnesti di cui non si conosce l'origine per capire se sono portinnesti comuni o genotipi differenti che hanno una migliore interazione con l'areale di produzione del Cartizze. Inoltre, risulterebbe molto interessante uno studio sul comportamento dell'apparato radicale e dei microorganismi ad esso associati in presenza dei due portinnesti con caratteristiche differenti (1103P e SO4).

Per quanto riguarda le lavorazioni del suolo, abbiamo osservato che alcuni aspetti sono simili tra le due aree oggetto di studio, mentre altri si differenziano in maniera sostanziale nell'area del Cartizze. Prendendo in oggetto come primo parametro la gestione dell'interfila, vediamo come nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG troviamo una situazione più variegata rispetto all'area del Cartizze (Figura 6). Come precedentemente illustrato, l'inerbimento dell'interfila contribuisce in maniera molto importante alla biodiversità microbica del suolo. Specifiche essenze sono in grado di richiamare microrganismi con funzioni molto importanti, come ad esempio batteri azotofissatori o micorrize, attraverso la produzione di metaboliti secondari emessi dalle radici (essudati radicali). Come è possibile osservare dalla Figura 6, soltanto una piccola percentuale di vigneti (3%) nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG sceglie le essenze da inserire nell'interfila, mentre nell'area del Cartizze la maggioranza dei vigneti ha un'interfila inerbito naturalmente senza

particolari essenze. Nell'ottica del miglioramento della biodiversità microbica nel suolo del vigneto che si accompagna comunemente ad un miglior stato fitosanitario e fisiologico delle piante, sarebbe molto interessante provare ad inserire nell'area del Cartizze delle essenze selezionate.

In parallelo, il dato delle lavorazioni del suolo in periodo autunnale/invernale mostra un andamento molto simile fra le due aree (Figura 7).

In entrambe le aree le lavorazioni del suolo avvengono solo nella minoranza dei vigneti, indice che ben riflette anche il poco utilizzo di sovescio che richiede poi le lavorazioni del suolo per interrare le essenze seminate. Questo dato risulta interessante sempre nell'ottica della biodiversità microbica, in quanto le lavorazioni del terreno possono, se eseguite in maniera contingentata, favorire un miglior arieggiamento del suolo, una miglior distribuzione delle sostanze nutritive e favorire quindi la presenza di un maggior numero di microrganismi.

Un altro dato che invece mostra come l'area del Cartizze sia in controtendenza rispetto all'area Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG è quello delle concimazioni del suolo (Figura 8).

È interessante notare come nell'area del Cartizze la maggioranza (quasi i due terzi) dei vigneti non rientra nelle due classi di riferimento. Questo perché la maggioranza dei viticoltori sceglie concimi organo-minerali, un compromesso che sta a metà strada fra i concimi chimici e quelli organici, come il compost. In dettaglio si tratta di concimi che contengono più nutrienti rispetto ai classici con-

cimi organici ma contengono allo stesso tempo molecole complesse che ne rendono più efficiente l'assimilazione. La percentuale di vigneti che invece utilizza concimi granulari è sensibilmente inferiore nell'area del Cartizze se comparata con l'area Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore D.O.C.G. (39% contro 52%). Nell'ottica di un futuro progetto di approfondimento risulterebbe di grande interesse poter analizzare la composizione microbica in vigneti che utilizzano questi due tipi di concimazioni, per verificarne l'impatto sulla microflora del suolo.

Un concetto che è legato alla concimazione dei suoli è quello del riciclo dei residui vegetali di potatura che spesso vengono trinciati in vigneto per aumentare la quantità di sostanza organica nel suolo. Per quanto riguarda questo dato, la pratica maggiormente diffusa nei due areali di studio è proprio quella di mantenere nel vigneto i residui di potatura che vengono trinciati per arricchire la sostanza organica. Soltanto una piccola percentuale (11% nell'area del Cartizze e 25% nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore D.O.C.G.) porta i residui al di fuori del vigneto per utilizzarli in compostaggio o riciclarli in altro modo (Figura 9).

Va però ricordato che questa pratica di riciclo in vigneto, può avere un impatto negativo sullo stato fitosanitario dello stesso e sulla biodiversità microbica del suolo. In particolare, è stato recentemente dimostrato che i patogeni della sindrome dell'esca tendono ad accumularsi nel suolo e, il fatto di trinciare i residui di potatura, non fa altro che favorirne lo sviluppo e l'accumulo. Quanto detto denota l'aggravamento di una situazione che già di per

sè è peggiorata a causa del mutamento climatico in atto e in seguito alle restrizioni sull'utilizzo di sostanze ad ampio spettro per il controllo dei patogeni nel suolo e nel legno. Per questo motivo un approfondimento per verificare la condizione dei suoli, la biodiversità e l'accumulo dei patogeni del legno nel suolo sarebbe di grande interesse per intraprendere azioni utili per il futuro di entrambe le aree in oggetto.

Infine, l'ultimo fattore preso in considerazione per il suo impatto sulla composizione e sulla diversità dei microorganismi del suolo, è il tipo di conduzione. Nello specifico abbiamo accennato come la conduzione convenzionale abbia tendenzialmente un impatto negativo sulla microflora del suolo: l'utilizzo di sostanze chimiche per la gestione dei patogeni ha indirettamente un impatto anche sui microrganismi benefici. L'esempio più importante è l'utilizzo di fungicidi sistemici che ha mostrato avere un impatto deleterio sulla formazione di simbiosi mutualistiche quali, ad esempio, le micorrize. Di seguito sono riportati i dati raccolti (Figura 10). Come si può notare, l'area del Cartizze è caratterizzata dalla totalità degli impianti in conduzione convenzionale. Al contrario, nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore D.O.C.G., nonostante una quasi totalità di vigneti in conduzione convenzionale, si osserva un 3% di conduzione biologica. Anche in questo caso un approfondimento mirato a studiare i microrganismi associati alle radici potrebbe svelare quali sono gli impatti sulla microflora del suolo e sugli endofiti associati alle radici.

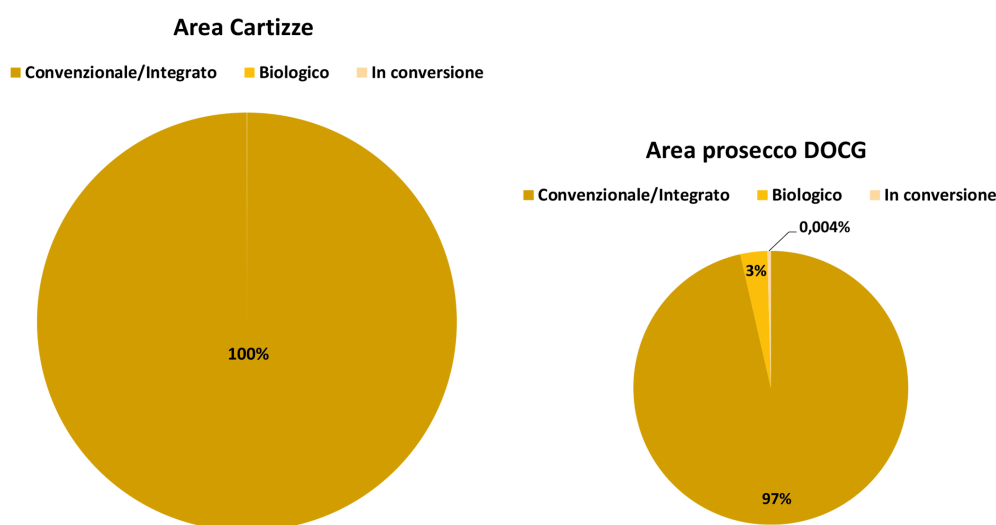


Figura 10. **GESTIONE DEL VIGNETO**
Tipologia di gestione del vigneto nelle due aree considerate.

La biodiversità microbica del vigneto e il suo apporto al *terroir*

di Tiziana Nardi



Che cos'è e perchè è importante il microbioma?

L'esaltazione delle caratteristiche regionali distintive del vino è un'esigenza molto attuale nel mondo vitivinicolo, sviluppatasi per andare incontro a tutti quei consumatori che cercano di sfuggire a un mercato che trovano troppo standardizzato. Al giorno d'oggi, il concetto di "*terroir*" è quindi diventato una sorta di mantra nella viticoltura, ma anche un concetto-guida importante nella vinificazione e nella commercializzazione del vino [1].

Il "*terroir* vitivinicolo", così come definito dall'OIV (Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino), "include caratteristiche specifiche del suolo, della topografia, del clima, del paesaggio e della biodiversità"[2]. Le nozioni collettivamente note come "*terroir*" sono infatti quelle che spiegano come vini ottenuti dalla stessa cultivar in diverse regioni del mondo abbiano caratteristiche di tipicità distintive, in termini di composizione chimica e proprietà sensoriali [3]. Negli ultimi anni, diversi studi hanno introdotto il concetto di "*terroir* microbiologico", poiché il microbiota (l'insieme dei diversi microorganismi che colonizzano uno specifico ambiente) che coesiste con la vite può essere uno dei fattori che influenzano i tratti tradizionalmente associati alla nozione di "*terroir*" [4–6].

Il *terroir* microbiologico e la biodiversità

Il primo e pionieristico lavoro che ha riguardato il *terroir* e i microrganismi associati all'uva, è stato eseguito nel 2014 da Bokulich e collaboratori [5], che hanno descritto la biodiversità microbica trovata in mosti d'uva Californiani mostrando come variasse con la varietà, con il clima e con l'annata. Non molto dopo, un altro lavoro[7] ha analizzato il microbioma

del vigneto su diversi campioni (suolo, legno, foglie e uva) e ha riportato in che misura la biodiversità microbica ritrovata si rispecchiasse poi nei mosti d'uva derivati. Da allora in poi, numerosissimi studi si sono susseguiti in tutto il mondo, per caratterizzare i microbiomi di uva, vite e vino attraverso una sorta di "mappatura digitale". In questo contesto, il "cambio di passo" è stato segnato dalla possibilità di applicare tecniche analitiche di nuova generazione quali la metagenomica, che consentono di avere una fotografia digitale di tutta una comunità microbica (il "microbioma" appunto) senza dovere isolare e coltivare i microrganismi.

Uno degli aspetti più affascinanti di questa caratterizzazione di nuova generazione dei microrganismi di vite e del vino, è l'analisi della loro distribuzione biogeografica. La biodiversità microbica del vigneto è stata studiata in diverse regioni viticole del mondo, dalla California al Cile in America[5,8,9], dal Portogallo all'Italia passando per Spagna e Francia in Europa [10–14], in Nuova Zelanda [15,16] ed in Sud Africa [17]. Questi lavori, dando un quadro sui vigneti piantati in tutto il mondo, indicano che la componente microbica e la sua composizione contribuiscono all'espressione della tipicità regionale del vino, poiché i diversi microrganismi presenti possono modificare la composizione, direttamente o indirettamente[3]. Infatti, in entrambi i principali ambienti legati al vino, il vigneto e la cantina, essi sono coinvolti in quasi tutti i processi cruciali. Nei vigneti, possono ad esempio influenzare i cicli biogeochimici dei nutrienti interagendo con i minerali del suolo, colonizzare le piante attraverso rizosfera, radici, foglie, fiori e uva [10], stabilendo anche una comunità nella e sulla vite (batteri endofitici ed epifiti [14,18]).

Nei mosti ed in cantina, possono influenzare le fasi fermentative (alcolica e malolattica), e persistere successivamente[19]. In futuro, si prevede ad esempio che l'utilizzo delle tecniche basate sulla metagenomica permetterà di chiarire come i lieviti non *Saccharomyces* aumentino la complessità dell'aroma del vino, di esplorare l'importanza della diversità microbi-

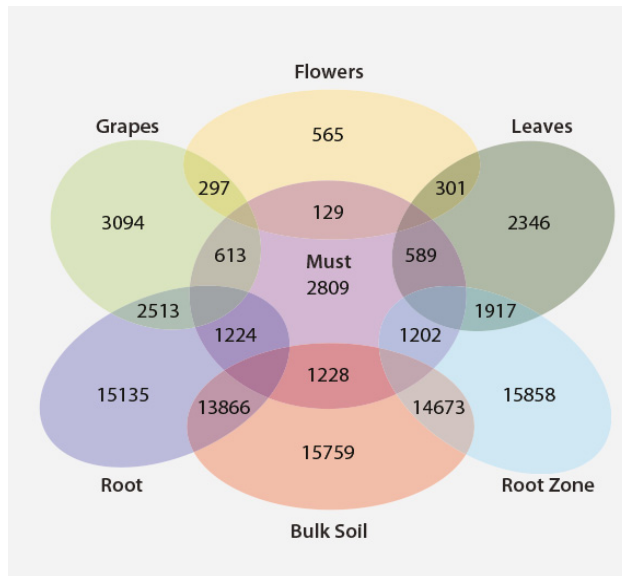


Figura 1. Esempio di composizione di comunità microbiche: grado di diversità e condivisione, da Zarraonaindia et al., 2015

ca nelle fasi prefermentative, di descrivere meglio le interazioni significative tra lieviti e batteri durante la vinificazione [3] e altro ancora. A livello di tecnologie di analisi, la metagenomica rappresenta un recente approccio

per lo studio di intere comunità microbiche direttamente nel loro ambiente naturale: nel caso dei vigneti il suolo, l'uva, la corteccia, la superficie delle foglie, le radici, nel caso della cantina i mosti, i vini durante e a fine fermentazione alcolica o malolattica, le superfici delle attrezzature. Infatti, soltanto l'1 % circa della popolazione microbica è in grado di crescere se coltivata su piastre in laboratorio. Con l'approccio metagenomico invece, grazie ai sequenziamenti di ultima generazione (Next Generation Sequencing o NGS), è possibile estrarre e sequenziare il DNA di tutte le specie presenti in un campione e non solo di quelle coltivabili. Come tutte le fotografie d'insieme, non sempre la metagenomica ci dà informazioni molto precise sull'identità degli individui che vediamo e non ci dà alcuna informazione sui comportamenti degli individui (se non, in alcuni casi, in maniera indiretta).

In generale sono stati molti, a tutti i livelli, i risultati inattesi dalle analisi fatte con sequenziamento di nuova generazione nel mondo. Solo per citarne alcuni tra quelli che hanno ricadute sulle fasi fermentative, si è visto che i funghi provenienti dai vigneti rappresentavano il 40% di biodiversità in mosti in fermentazione e che in questi ultimi le popolazioni assomigliavano sempre più al microbiota della corteccia di vite man mano che la fermentazione procedeva [16]. E' stato osservato che la chiara diversificazione geografica delle comunità microbiche che si osserva nei mo-

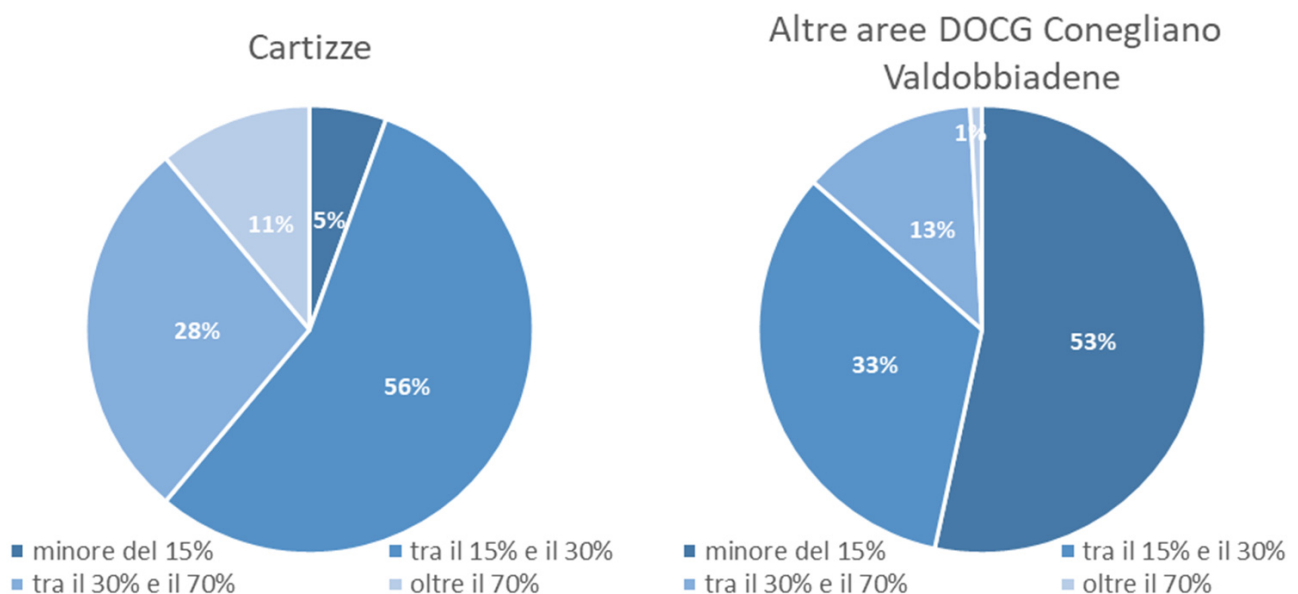


Figura 2. Pendenza media (in %) dei vigneti. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

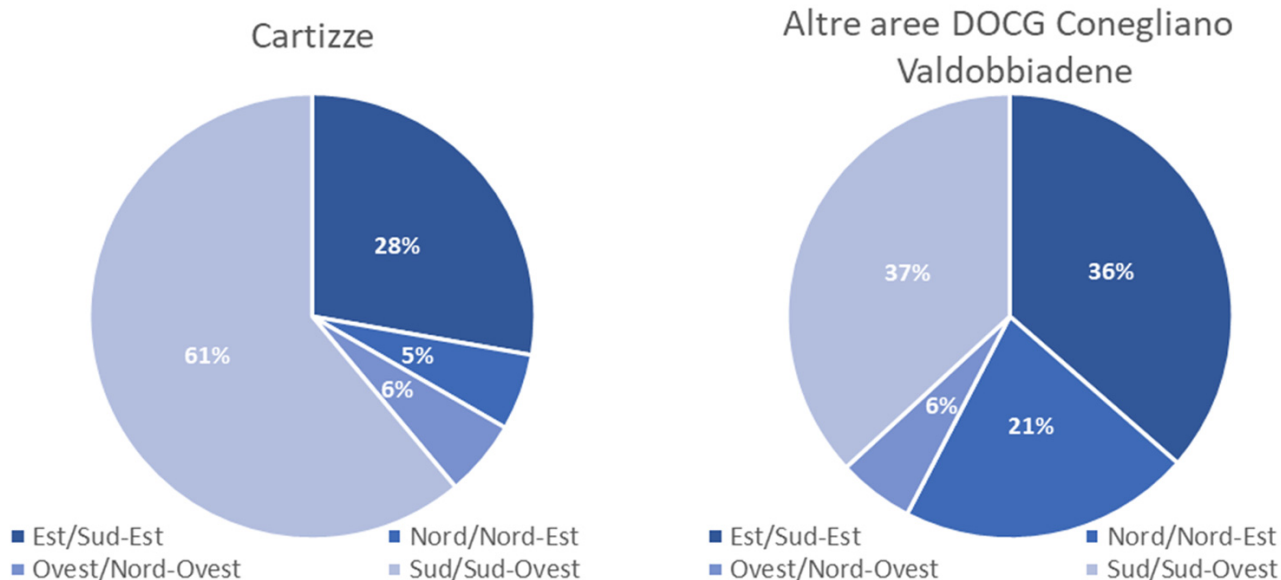


Figura 3. Esposizione prevalente dei vigneti. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

sti appena pigiati si ridimensiona durante la fermentazione, probabilmente a causa di un crollo della diversità microbica quando i lieviti *Saccharomyces* prendono il sopravvento[20]. Si è anche potuto verificare che molte specie batteriche (ad esempio appartenenti ai batteri acetici) persistono durante tutta la fermentazione alcolica, quando invece, basandosi sulle tecniche coltura dipendenti si era pensato che non sopravvivessero durante questo processo[21].

Per quanto riguarda l'Italia, diversi lavori recenti hanno affrontato lo studio del microbioma associato alla vite, non solo per chiarire la sua

distribuzione geografica, ma anche per svelare la diversità microbica nei vigneti [12,21,22] e sull'uva [23], per valutare in che modo le pratiche agronomiche possono influenzare il microbiota del vigneto e del vino[13,14,24,25], per chiarire il contributo del portainnesto sul microbioma della vite [26], o della sanità dell'uva sulle comunità fungine ad essa associate [27]. Tra questi, uno studio recente coordinato dal CREA Viticoltura ed Enologia [14] ha mostrato, ad esempio, che la corteccia di vite ospita una maggiore biodiversità batterica rispetto alla bacca d'uva, e che l'evidenza di un "terroir microbico" sembra essere ancora

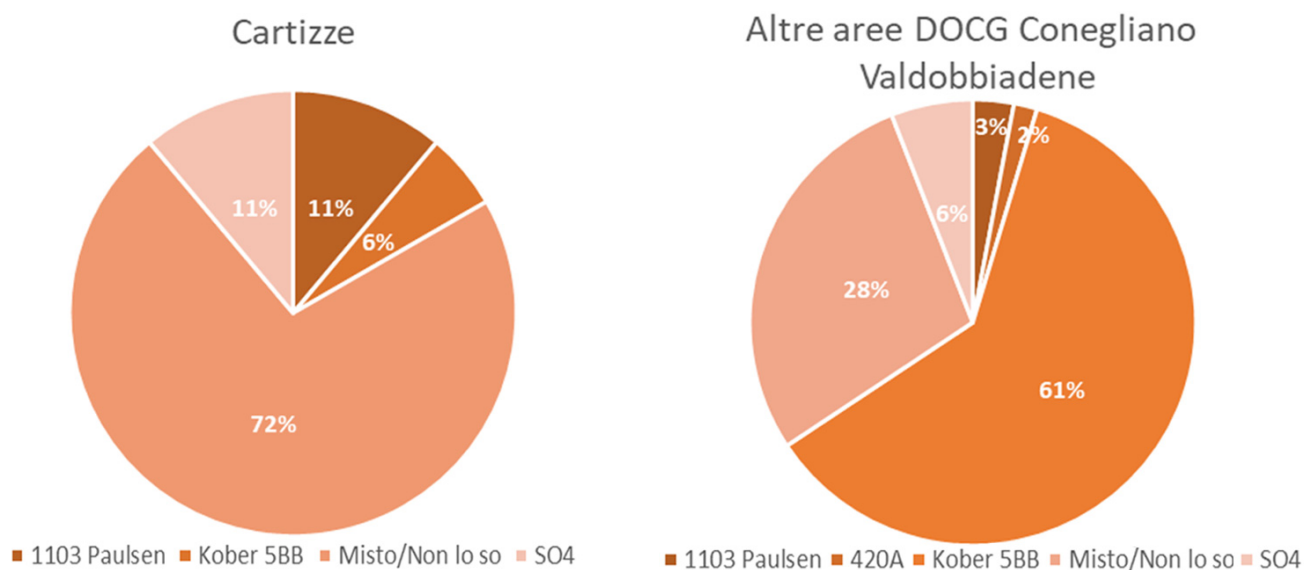


Figura 4. Portinnesto prevalente. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

più marcata nella corteccia che nelle bacche, probabilmente a causa della sua permanenza nel tempo e alla sua prossimità fisica con il suolo[14].

In un precedente studio coordinato dallo stesso Centro del CREA, basato su tecniche coltura-dipendenti, era stata analizzata la situazione in alcuni vigneti del Veneto (Valpolicella). Per quanto riguarda la distribuzione dei profili genetici tra le diverse parti della vite, le bacche hanno mostrato anche in quel caso una minore diversità rispetto alla corteccia: si conferma così che la corteccia è un habitat in grado di ospitare un'elevata diversità microbica, in quanto stabile e ricco di nutrienti [28].

Non è disponibile ad oggi una mappatura della biodiversità microbica nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG, né come entità singola né in seno a studi di ampiezza maggiore. Tantomeno, quindi, esistono dati sulla specifica sottozona del Cartizze. Lo studio della biodiversità microbica in questi territori risulta quindi di interesse per la valorizzazione dell'area vitivinicola, e ci si propone pertanto di caratterizzarlo nell'ambito di un futuro progetto di ricerca sperimentale, da redigere in prosecuzione di questa attività.

Come proteggere, valorizzare e migliorare la biodiversità microbica epifita

Per promuovere la sostenibilità e la produttività dell'agricoltura globale è necessaria una comprensione più approfondita dei fattori che



Figura 5. Condivisione del microbiota tra vigneto ed ecosistemi circostanti: esempio, da Morrison Whittle et al., 2018.

influiscono sulla componente biotica della stabilità dell'ecosistema. Gli studi recenti stanno permettendo di valutare l'inferenza delle attività antropiche nelle comunità microbiche locali, e per utilizzarle come biomarcatori dell'impatto antropogenico di diverse pratiche agricole sul funzionamento dell'ecosistema dei vigneti. Gli strumenti che abbiamo attualmente a disposizione per comprendere e valorizzare la biodiversità microbica dell'area del Cartizze, ed in comparazione dell'intera DOCG, vengono quindi dall'applicazione di criteri compresi altrove.

Caratteristiche topologiche:

E' stato ad esempio osservato che le caratteristiche topologiche del vigneto influenzano notevolmente la composizione di microbioma correlato al vino [29]. Per esempio, in alcuni vigneti della regione del Priorat, in Spagna, batteri come *Pseudomonas*, *Haemophilus*, *Oxalobacteraceae*, *Sphingomonas*, hanno dimostrato di essere costantemente presenti

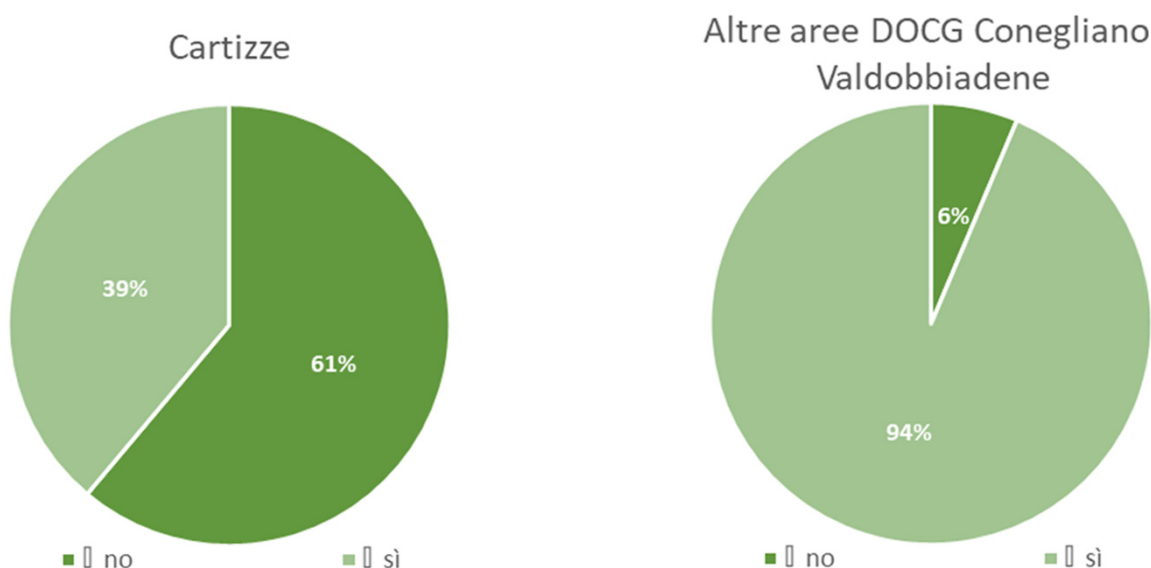


Figura 6. Presenza di aree vegetative a margine dei vigneti. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

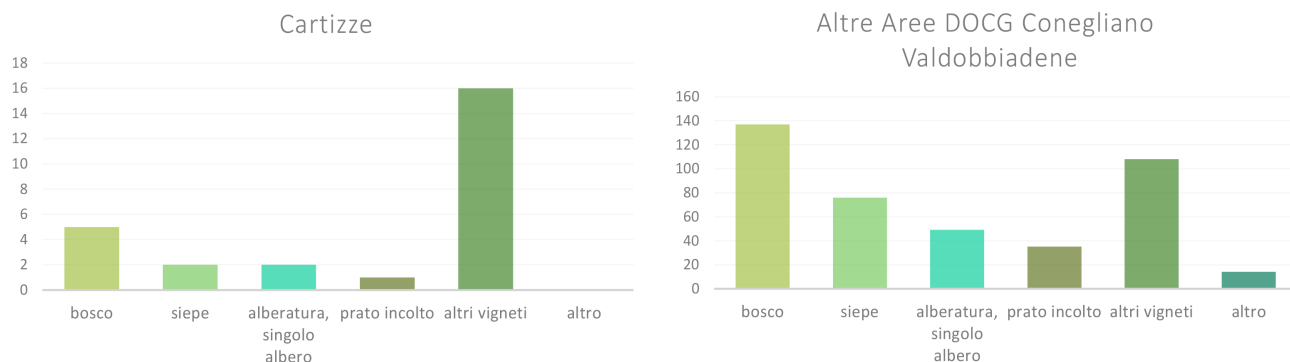


Figura 7. Diversità delle aree vegetative adiacenti ai vigneti. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

nei campioni di uva dei vigneti su pendii, in particolare in quelli esposti verso est, mentre *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcaceae*, *Enhydrobacter* e *Aeromonadaceae* hanno dimostrato di essere tipici dei vigneti di fondovalle. Ciascuno di questi generi ha le sue peculiarità che contribuiscono a contribuire i *terroirs* locali. In termini di caratterizzazione, potrebbe essere interessante quindi approfondire le comunità microbiche dell'areale Cartizze considerando la peculiarità delle pendenze (come si osserva nelle risposte ai questionari somministrati ai produttori nell'ambito del presente Progetto BODICA, riportati in figura 2). Inoltre, l'intero territorio della DOCG Conegliano Valdobbiadene meriterebbe una caratterizzazione, considerando la presenza diffusa di pendenza ed una frequente esposizione verso est, anche maggiore che nell'areale Cartizze (figura 3).

Portinnesti:

Uno studio internazionale dell'Università Sta-

tale di Milano e della King Abdullah University of Science and Technology (Arabia Saudita) ha evidenziato come ogni portainnesto di vite, indipendentemente dalla marza, abbia un proprio microbiota batterico specifico[26]. Ogni portainnesto ha il suo "microbiota ideale", poiché seleziona le tipologie di batteri più adatte alle proprie esigenze al fine di avere un network di microrganismi capace di promuovere la crescita della pianta stessa. E tuttavia al variare del microbiota non variano, nel complesso, i servizi che i batteri offrono alla pianta. Lo studio, pur non considerando il microbioma del grappolo, pone le basi per ipotizzare che i microrganismi possano anche potenzialmente influire sulla qualità del prodotto finale. Ed è in questa direzione che si propone di caratterizzare il microbioma del Cartizze e della DOCG Conegliano Valdobbiadene, data la variabilità di portinnesti presenti, come si evidenzia nelle risposte ai questionari somministrati ai produttori nell'ambito del presente Progetto BODICA, riportati in figura 4.



Figura 8. Esempio di vigneto in forte pendenza caratterizzato da una ricca comunità vegetale, da: relazione finale Progetto Biodivigna.

Biodiversità vegetale delle aree circostanti:

Studi condotti in Nuova Zelanda hanno dimostrato che il 40% delle comunità fungine dei mosti d'uva si sovrappone a quelle dei vigneti da cui i grappoli sono originati. Inoltre, i dati mostrano che più del 30% delle specie dei mosti in fermentazione possono anche essere trovati nelle foreste autoctone locali prossime ai vigneti. Questa è stata anche la prima dimostrazione che differenze regionali significative nelle comunità microbiche in mosto correlano con le comunità degli ecosistemi locali[16]. In un altro studio altrettanto recente[30], sono state caratterizzate le comunità batteriche sulle foglie di alberi autoctoni che abitano foreste

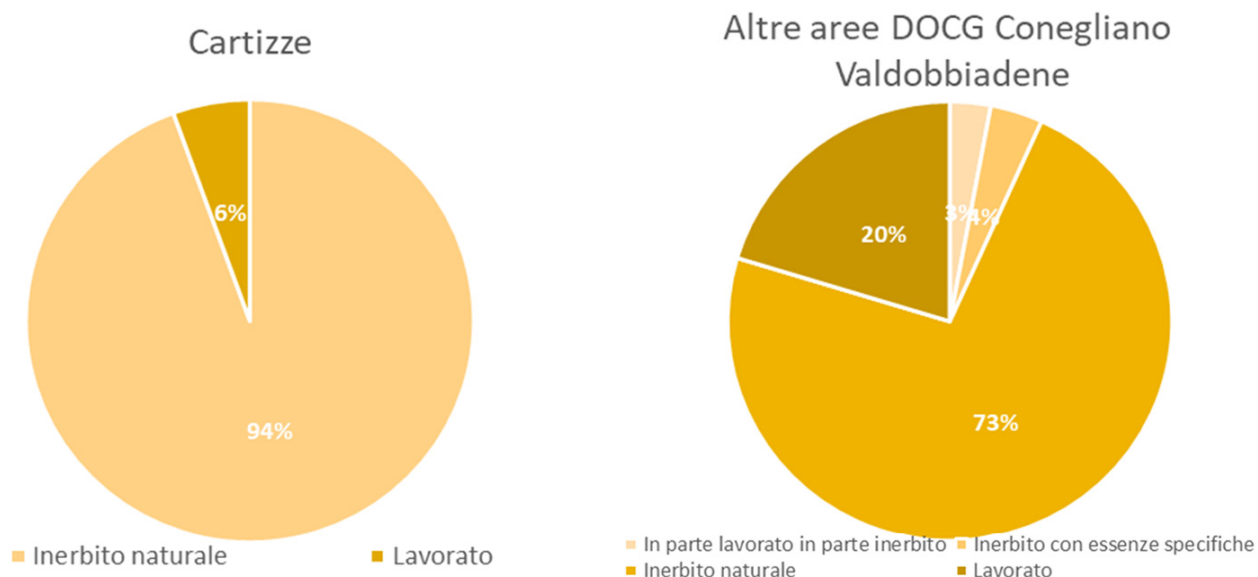


Figura 9. Lavorazione dell'interfila. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

nel Cile centrale, uno dei più grandi hotspot di biodiversità nel mondo. Inoltre, sono stati determinati i profili di comunità batteriche su foglie di vite e bacche d'uva in vigneti biologici e convenzionali nella stessa zona. I risultati dell'analisi della sequenza hanno mostrato che il 45% dei taxa era condiviso tra foglie di foresta, foglie d'uva e bacche d'uva.

Basandoci su questi dati, ci si può aspettare un influsso delle aree vegetative che spesso si trovano a margine dei vigneti nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG, come si vede nelle risposte ai questionari somministrati ai produttori nell'ambito del presente Progetto BODICA, riportati in figura 6 (e rappresentati seppure in misura minore anche nell'area del Cartizze).

Inoltre, la diversità che si riscontra tra queste aree vegetative, con forte presenza di bosco e di alberature, riportata in figura 7, rappresenta un altro elemento che rinforza l'ipotesi di una potenziale sorgente di biodiversità microbica, per tutta l'area DOCG Conegliano Valdobbiadene (e, seppure in misura minore, per l'areale del Cartizze).

Inerbimento e biodiversità vegetale presente nel vigneto:

La letteratura scientifica suggerisce che l'inerbimento dell'interfila influenzi la struttura delle comunità microbiche dei vigneti, come abbiamo riscontrato anche in alcuni nostri studi recenti[14]. Di particolare interesse in questo

senso risulta il fatto che la gran parte dei vigneti risultino inerbiti, ovvero l'85% delle risposte se si considera l'intera DOCG, e il 94% dei casi nell'area del Cartizze.

Inoltre, un precedente progetto portato avanti dal Consorzio di Tutela del Vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco, denominato BIODIVIGNA [31], ha caratterizzato la biodiversità della flora spontanea dei vigneti dell'area stessa e studiato le relazioni tra intensità di gestione, topografia e biodiversità vegetale.

I risultati hanno fatto concludere che la conservazione di un'elevata biodiversità vegetale nell'area di studio è soprattutto legata all'intensità gestionale applicata ai vigneti in pendenza (la ricchezza di specie a livello di vigneto (γ -diversità) è influenzata positivamente dalla pendenza). Questi presupposti rendono di particolare interesse per il futuro la caratterizzazione del microbioma dell'area, in particolare della zona del Cartizze, date le sue peculiari pendenze. Ciò permetterebbe di verificare anche se quanto concluso dalla precedente ricerca, che supporta "l'idea che alcuni semplici cambiamenti nell'attività gestionale, compatibili con le istanze produttive, possano essere incoraggiati per aumentare il valore ambientale e culturale dell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG mediante il mantenimento e l'incremento della biodiversità gestionale" abbia ricadute anche su un arricchimento del *terroir* microbiologico.

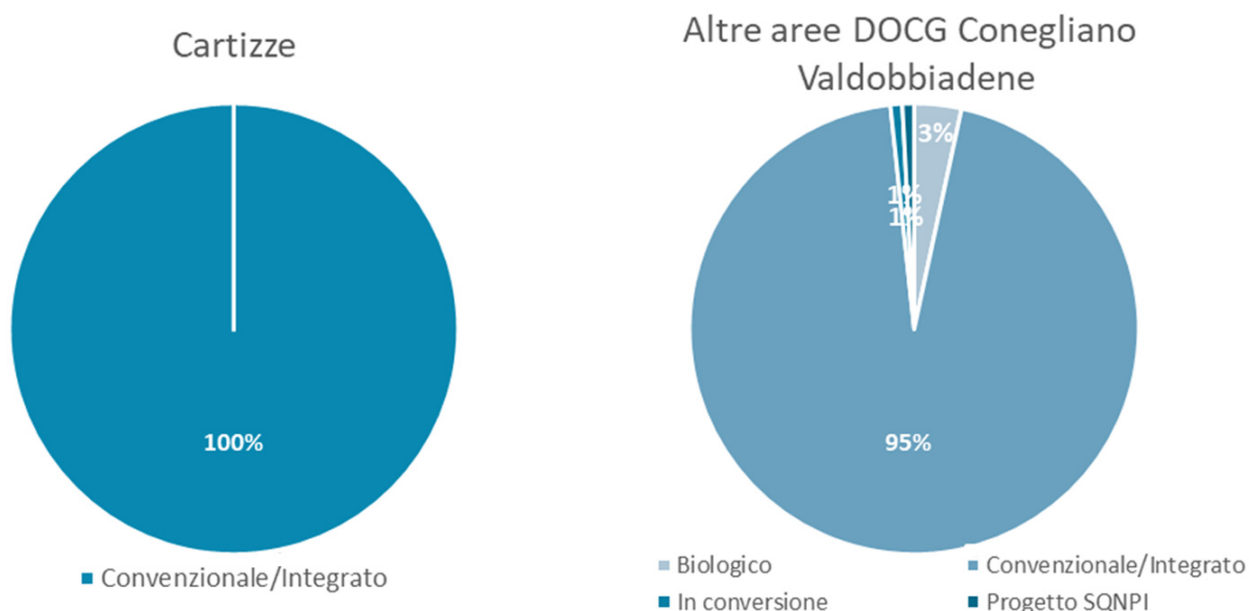


Figura 10. Gestione agronomica del vigneto. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

Gestione agronomica:

Svariati studi recenti si stanno concentrando sull'analisi del microbioma associato all'uva per descriverne le caratteristiche, le dinamiche durante lo sviluppo stagionale e per determinare come le pratiche viticole possano influenzarlo. Tra queste, l'utilizzo di fertilizzanti chimici o organici, pesticidi e diserbanti a diverso impatto, incide infatti potenzialmente sulla comunità di microorganismi presenti in vigneto. In tale ottica, tecniche di gestione a basso impatto ambientale possono rappresentare un metodo per mantenere una maggior biodiversità, microbica e globale, nel vigneto

[13,14,16,20]. In questo contesto, un recente studio coordinato dal CREA su uva e corteccia in vigneti in diverse regioni d'Italia, ha evidenziato che il microbiota dell'uva è significativamente influenzato dal metodo colturale (nella fattispecie, biodinamico e convenzionale), che contava più della regione di origine. Il contrario si è invece osservato su corteccia, dove la regionalità è l'effetto preponderante. La suscettibilità maggiore del microbiota dell'uva nel risentire dell'effetto delle pratiche agronomiche era stata osservata in precedenza per le comunità fungine [32], ed è probabilmente legato al periodo di permanenza del frutto

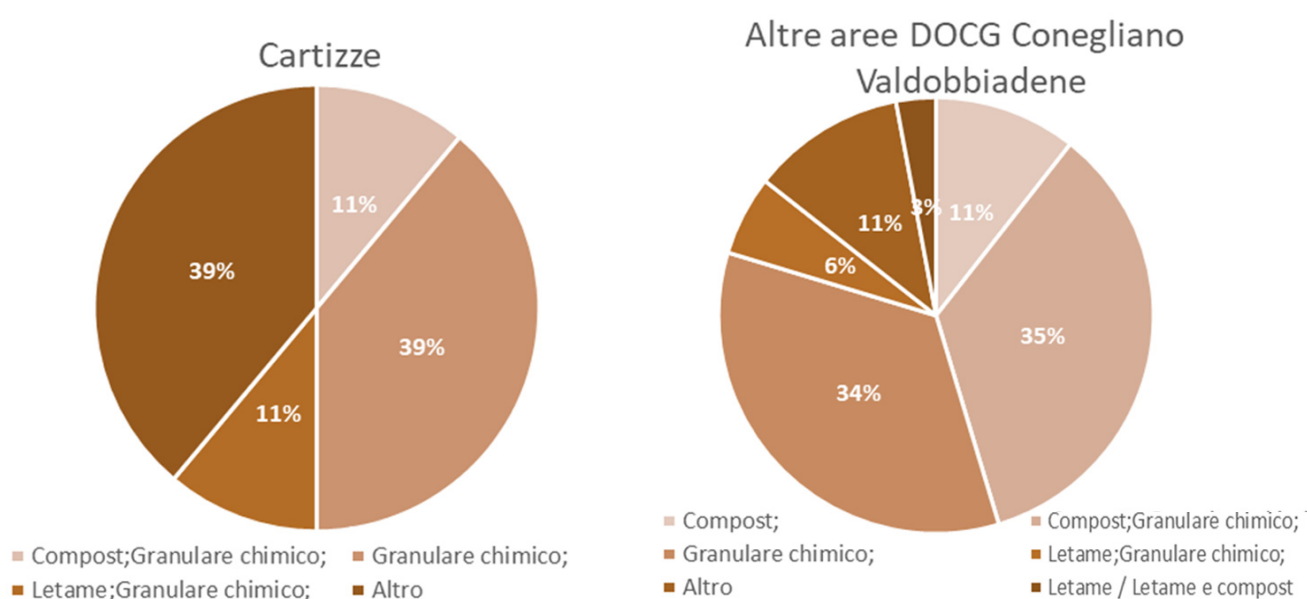


Figura 11. Gestione agronomica del vigneto. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

nell'arco dell'anno. La breve permanenza del frutto in vigneto da un lato, ed il fatto di essere il target di alcuni trattamenti effettuati in vigneto dall'altro, potrebbero infatti contribuire a spiegare questa differenza, che potrebbe potenzialmente osservarsi nei vigneti dell'area DOCG Conegliano Valdobbiadene a gestione biologica (3%, di cui nessuno nell'areale Cartizze, come si osserva in figura 10).

Alcune tra le differenze riscontrate tra i microbiomi descritti precedentemente (vigneti simili e geograficamente vicini ma a diversa gestione agronomica) riguardavano generi e specie associate al letame o alla maturazione del compost, entrambi applicati con ampia diffusione nell'area DOCG Conegliano Valdobbiadene (da soli o in associazione con altre concimazioni, come si osserva in figura 11), e che potrebbero quindi rappresentare una modalità di gestione utile alla preservazione o integrazione della biodiversità microbica.

Conclusioni

In conclusione, ci troviamo tra quegli autori che ritengono che una migliore comprensione delle dinamiche legate alle comunità microbiche su vite e vino possa avere in futuro diverse applicazioni, che vanno dall'agricoltura all'enologia di precisione. Poiché l'impatto sulle caratteristiche del vino sembra essere collega-

to al *terroir* microbico, la biodiversità microbica locale in vitivinicoltura dovrebbe essere monitorata, compresa e preservata al fine di aiutare gli obiettivi degli enologi [1,3]. Complessivamente, i risultati ottenuti analizzando i dati derivanti dal questionario somministrato ai numerosi viticoltori che hanno aderito nella DOCG Conegliano Valdobbiadene e nella sottozona Cartizze, permettono di ipotizzare un'importante variabilità della componente microbica e della sua biodiversità all'interno dell'area. Parallelamente, i risultati di un nostro recente lavoro [14] suggeriscono che l'evidenza di un "*terroir* microbico" sia ancora più marcata nella corteccia che nelle bacche, probabilmente a causa della sua permanenza nel tempo e alla sua prossimità fisica con il suolo. In questa ottica, la caratterizzazione della microflora della zona del Cartizze e della DOCG Conegliano Valdobbiadene che ci si propone di attuare in futuro, a seguito della presente sperimentazione, sarà arricchita dalla componente corteccia, per poter valutare l'impatto delle tecniche agronomiche e delle diverse gestioni (in particolare di quelle più "sostenibili") sul microbioma stabile (di corteccia) oltre che sul microbioma effimero ma tecnologicamente più rilevante (di uva). I risultati saranno integrati con quanto emergerà dallo studio della microbiologia del suolo.



La biodiversita' genetica della vite

di Federica Gaiotti



Accanto alla variabilità di specie vegetali spontanee, animali e di comunità microbiche presenti nel suolo e soprassuolo, un'altra importante componente della biodiversità che caratterizza un determinato ecosistema viticolo è rappresentata dalla biodiversità della vite.

La variabilità genetica di una specie, nel nostro caso della vite, è la somma di due componenti di pari importanza in viticoltura: la diversità tra una cultivar e l'altra e la diversità all'interno di ogni singola cultivar (o intra-varietale), formata dall'insieme dei genotipi appartenenti ad un certo vitigno.

La constatazione della presenza di una biodiversità all'interno delle popolazioni varietali ha un passato piuttosto remoto, anche se meno conosciuto rispetto ai numerosi studi che negli anni hanno ampiamente indagato la variabilità fra vitigni.

Già sul finire del 1700, Columella nel suo libro *"De re rustica"* riporta "... per quanto la natura abbia voluto che alcune varietà fossero particolarmente feraci, come la Biturica e la Balisca, non può aver reso l'Aminnea così sterile che su molte migliaia di piante di tale varietà non ve ne abbia essere almeno qualcuna buona produttrice ...". Questa affermazione è un chiaro segnale della percezione da parte di viticoltori e cultori della materia dell'esistenza di una eterogeneità all'interno dei vitigni, che è stata fin dai secoli scorsi utilizzata nella scelta e selezione di biotipi (come li chiamiamo oggi) più adatti agli scopi delle coltivazioni (1).

La biodiversità intravarietale è infatti alla base della possibilità di effettuare per un determinato vitigno una selezione, scegliendo e propagando solo alcuni esemplari con precise e desiderate caratteristiche, e ottenendo da ciascuno una discendenza di piante (un biotipo o clone) tra loro

geneticamente uguali.

La natura della variabilità genetica nella vite

Le due componenti della variabilità genetica (inter e intravarietale) hanno una diversa origine.

- Si ritiene infatti che la diversità tra vitigni (intervarietale), nella maggior parte dei casi, sia dovuta alla riproduzione gamica e che una cultivar sia derivata da una pianta capostipite originata da un seme, in seguito propagata per via vegetativa. Questo è stato scientificamente provato per molti vitigni tradizionali tra i più diffusi, come il Cabernet sauvignon e lo Chardonnay (2).

- L'origine della variabilità tra genotipi all'interno di uno stesso vitigno (intravarietale) si deve invece essenzialmente alla comparsa nel corso del tempo di variazioni genetiche ereditabili dovute a mutazioni puntiformi (variazioni somatiche). Queste modificazioni spontanee del genoma possono provocare variazioni più o meno lievi nella pianta, dando così origine ad una vite diversa da quella di partenza (2,3). La variazione che si manifesta fenotipicamente a livello di morfologia (ampelografia), fasi di sviluppo (fenologia) e qualità della produzione, se è interessante e stabile, cioè se si mantiene con la propagazione vegetativa, costituisce uno dei presupposti della selezione clonale. Da questo punto di vista, il clone è un gruppo omogeneo di individui propagati per via vegetativa da un'unica pianta iniziale detta "pianta madre del clone", che si differenzia dagli altri cloni della medesima varietà per alcune lievi caratteristiche morfologiche, fenologiche e produttive. Ai viticoltori è ben noto che cloni differenti dello stesso vitigno variano per capacità produttiva, per fenologia o vigore, o ancora sono diversi per caratteri tecnologicamente importanti come

il grappolo più o meno compatto e l'acino più o meno piccolo. La variabilità all'interno di un vitigno dipende dunque da quante mutazioni più o meno rilevanti sono avvenute nel corso del tempo nella popolazione rappresentata dalla piante di quel vitigno: può essere in certi casi elevata, in altri modesta.

Accanto alla variabilità tra biotipi o cloni, una parte della biodiversità intravarietale, meno conosciuta e ancora in fase di studio, è legata alla variabilità epigenetica, riconducibile a modifiche nell'espressione genica che non coinvolgono cambiamenti a livello della sequenza del DNA.

L'origine di tale variabilità è legata alla natura sessile della vite, e delle piante in generale: non potendo sfuggire a condizioni di stress, le piante hanno sviluppato meccanismi di modificazione morfofisiologica e biochimica che consentono loro di adattarsi alle mutevoli condizioni dell'ambiente (4). Questa abilità di esprimere diversi fenotipi in risposta a condizioni ambientali differenti è nota anche come plasticità fenotipica.

L'origine di tale variabilità sembra legata a fenomeni di metilazione del DNA in grado di modificare, in modo ereditabile e reversibile, l'espressione di alcuni geni. Il concetto di ereditabilità è molto importante, in quanto suggerisce che un'ampia variabilità epigenetica all'interno di una varietà sia legata ad una maggior plasticità fenotipica e quindi ad una maggior capacità di adattamento ai vari fattori biotici e abiotici.

Un altro importante punto è che nell'ambito di uno stesso vitigno, individui geneticamente identici possono presentare comunque delle differenze fenotipiche, riconducibili all'ambiente di coltivazione. Ciò assume un peso rilevante quando si parla di vini di territorio, come nel caso del Prosecco: la composizione dell'uva e del vino (qualità) può essere ricondotta sia alla varietà, ma un peso significativo è assunto anche dall'ambiente di coltivazione e dalla stretta relazione tra vite e ambiente, riassunta nel ben noto concetto di *terroir*.

Un'ampia biodiversità intravarietale è quindi a tutti gli effetti una risorsa positiva su cui contare, perché aumenta le possibilità di adattamento all'ambiente e a situazioni colturali diverse, migliora la reattività positiva agli stress ed ai

parassiti e rappresenta una fonte di complessità gustativa nei vini (3).

I fattori che influenzano la variabilità intravarietale

La varietà. Gli studi fin qui condotti riportano che diversi fattori concorrono a determinare la variabilità presente all'interno di una certa varietà.

Il genotipo è uno di questi, in quanto si è osservato che alcune cultivar presentano un'elevata variabilità intravarietale (il Sangiovese, per esempio, conta più di 100 cloni registrati nel Catalogo Nazionale delle Varietà), altre invece alquanto modesta (2,5).

Va sottolineato che per molti vitigni autoctoni italiani, soprattutto minori, pari a più della metà di quelli registrati, la variabilità genetica intravarietale non è ancora stata esplorata: non ve ne sono pertanto cloni selezionati, e, fatto ancor più grave, non se ne è attuata una selezione sanitaria nei confronti delle più dannose virosi, selezione che si accompagna a quella genetica.

Per la Glera, la selezione clonale è iniziata da parte dell'Istituto Sperimentale e dell'ESAV già verso la metà degli anni '70 ed ha portato alla selezione di ben 19 cloni, individuati nelle classiche aree di coltivazione di questo vitigno (6).

L'ambiente di coltivazione. Appare chiaro come i tanti ambienti, anche profondamente diversi, in cui una varietà è presente e coltivata contribuiscono in modo rilevante ad aumentare la variabilità intravarietale. La variabilità di una varietà è superiore quando la stessa può contare su una diffusione geografica molto ampia, soprattutto se operata lungo molti secoli.

I diversi studi condotti hanno dimostrato che, attraverso l'analisi con marcatori molecolari (SSR, AFLP, SAMPL, M-AFLP e ISSR) è possibile discriminare dal punto di vista genetico accessioni della stessa varietà provenienti da zone geografiche differenti.

Nel caso specifico del Glera, uno studio del CREA condotto nel 2013 ha indagato ben 80 accessioni di Glera lunga e Glera tonda provenienti da diverse aree di coltivazione del Prosecco (7). Le analisi molecolari hanno permesso di ottenere una chiara distinzione dei diversi genotipi di Glera in base alle aree di

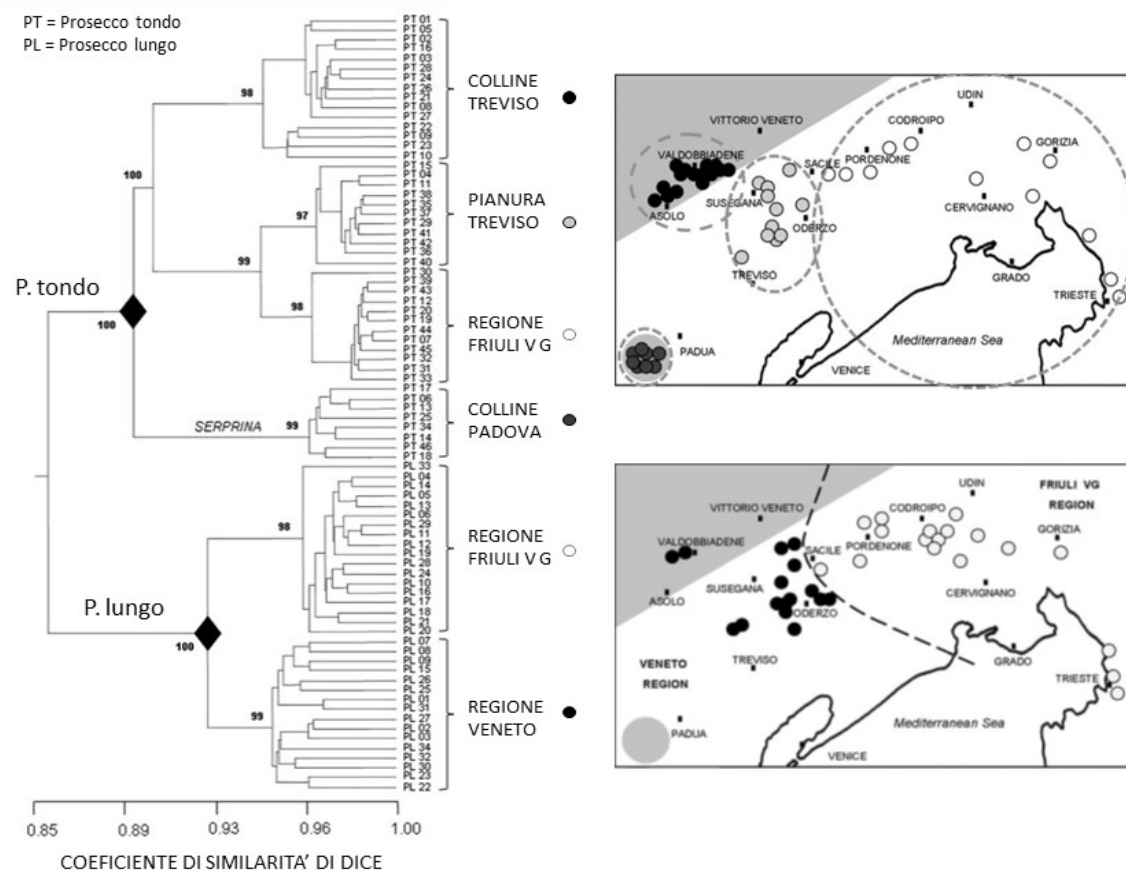


Fig. 1. Lo studio condotto dal CREA su 80 accessioni di Glera (nel grafico ancora denominata Prosecco) provenienti dall'intero territorio dell'attuale DOC Prosecco, ha evidenziato che l'analisi con marcatori molecolari è in grado di differenziare i genotipi della varietà in funzione dell'area geografica di origine (modificato da Meneghetti et al, 2013).

provenienza. Osservando la Fig.1 si vede chiaramente che l'analisi ha separato i genotipi delle due varietà (Glera lungo e Glera tondo). Per quanto riguarda il Glera tondo, sono stati separati 4 diversi gruppi, corrispondenti rispettivamente alle aree: colline di Treviso, pianura di Treviso, Friuli Venezia Giulia, colline Padovane. Per il Glera lungo, sono stati separati due gruppi, corrispondenti alle accessioni Friulane e Venete.

Un altro esempio è lo studio condotto sul Cannonau: la stessa varietà è coltivata in Spagna con il nome di Garnacha tinta, in Francia con il nome di Grenache noir, in Italia come Cannonau, quest'ultimo presente come Alicante di Sicilia, Tocai rosso dei colli Vicentini, Gamay perugino del centro Italia, Cannonau della Sardegna. L'analisi molecolare ha permesso non solo di discriminare tutte le accessioni dando ad ognuna un profilo molecolare diverso, ma anche di raggruppare tali accessioni in conformità con le diverse provenienze (5). Infatti, nomi diversi in questi materiali (sinonimi) sot-

tolineano provenienze diverse. In particolare, appare netta la diversità dei materiali italiani con quelli francesi e spagnoli, ma anche nella differenziazione di 4 gruppi italiani per le 4 provenienze italiane, con l'ulteriore presenza di due sotto-gruppi per il Cannonau, uno relativo alla zona di Jerzu e l'altro alla regione più meridionale della Sardegna.

Altri esempi simili sono stati evidenziati nella Malvasia istriana italiana e croata. L'analisi di accessioni di Malvasia nera proveniente da Lecce e Brindisi ha discriminato i materiali provenienti dalle due province, sottolineando la correttezza delle affermazioni dei viticoltori locali che, nonostante i biotipi mostrassero lo stesso profilo molecolare SSR, hanno sempre tenuto distinte la Malvasia nera leccese da quella brindisina, selezionandole separatamente (5).

Come già spiegato, a causa dell'insorgere di modificazioni epigenetiche, può accadere anche che nell'ambito di uno stesso vitigno, individui geneticamente identici possono pre-

sentare comunque delle differenze fenotipiche riconducibili all'ambiente di coltivazione.

Una recente ricerca condotta dall'Istituto di Biologia Agraria di Mendoza (8) ha dimostrato come piante della stessa varietà sottoposte a diversi stimoli ambientali rispondano con variazioni nel grado di metilazione del DNA. Lo studio ha valutato gli effetti fenotipici indotti dalle variazioni di metilazione osservate e, inoltre, ha indagato il grado di ereditabilità di tali modificazioni.

Nell'ambito dell'esperimento, piante di Malbec, l'emblematica varietà coltivata in Argentina, sono state sottoposte a diverse condizioni ambientali, prendendo in considerazione due fattori: a) la radiazione solare UV-B (confronto tra bassa UV-B vs alta UV-B) e l'apporto idrico (confronto tra basso apporto vs apporto ottimale). Questi due fattori ambientali sono stati scelti perché altamente discriminanti per le regioni di coltivazione della varietà. In Argentina infatti, il Malbec viene coltivato ad altitudini variabili fino ai 1400 m s.l.m, dove è presente un'alta radiazione solare incidente; inoltre, in molte

aree di coltivazione le disponibilità idriche sono un fattore limitante.

Lo studio ha dimostrato che sia l'elevata radiazione solare che la limitazione idrica inducono variazioni nel livello di metilazione del DNA. Tali variazioni comportano una differente sintesi di composti biochimici sia nelle foglie che nei frutti (Fig. 2). In particolare, è stato osservato un incremento nella sintesi di composti fenolici, il cui ruolo nella difesa da stress biotici quali lo stress idrico e luminoso, è ben noto, ma che hanno anche una grande importanza sulla qualità sensoriale delle uve. Lo studio ha dimostrato che piante sottoposte a questi segnali di stress mantengono una "memoria" anche nella stagione successiva, e pur in condizioni idriche e luminose ottimali, evidenziano differenze a livello di metilazione del DNA e composizione chimica della bacca rispetto alle piante mantenute sempre in assenza di stress.

E' questo uno studio che dà una chiara evidenza scientifica dell'impronta che il *terroir* è in grado di conferire ai vini di una data varietà. Trasferendo i risultati alla zona di produzio-

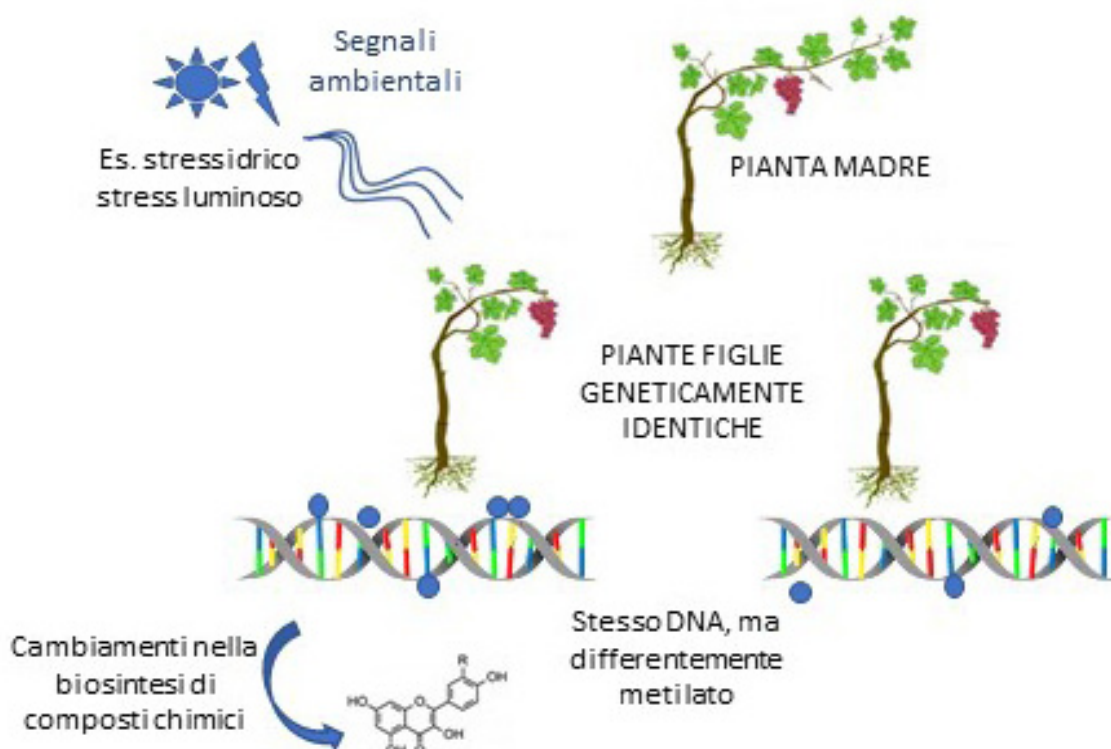


Fig.2. Gli studi condotti dimostrano che piante genotipicamente identiche sottoposte a diversi stimoli ambientali rispondono con variazioni nel grado di metilazione del DNA. Tali variazioni epigenetiche possono comportare una differente sintesi di composti biochimici sia nelle foglie che nei frutti e tradursi in una maggior capacità di adattamento della varietà all'ambiente di coltivazione.

ne del Conegliano Valdobbiadene è possibile comprendere come, seppur in un ambiente geograficamente limitato, la grande variabilità di climi, suoli, disponibilità idriche, legata alla complessa orografia del nostro territorio collinare, possa portare a vini con un'espressione organolettica molto diversa e certamente difficile da ottenere in altre aree.

L'età del vigneto. Un ulteriore fattore in grado di favorire la variabilità intraspecifica sembra essere l'arco temporale in cui la varietà viene coltivata in un determinato ambiente, in quanto periodi lunghi possono favorire la comparsa di mutazioni geniche che, nel tempo, vengono fissate nel DNA. Ma non solo: abbiamo infatti visto che condizioni di stress biotico o abiotico, anche se non permanenti nell'ambiente di coltivazione, possono comportare variazioni nella metilazione che permangono nel tempo, favorendo l'adattamento della varietà alle mutevoli condizioni che si possono presentare nell'arco di diverse stagioni. Secondo alcuni studi, un singolo evento stressante può portare a metilazioni che persistono nel DNA anche per 20 anni (9). E' chiaro che la probabilità che si verifichino situazioni di stress di diverso tipo aumenta di pari passo con gli anni di coltivazione, determinando l'accumulo di variazioni epigenetiche in grado di migliorare la plasticità della varietà. Ciò spiega perché vigneti di età avanzata presentino spesso una minor suscettibilità agli andamenti stagionali, raggiungendo negli anni livelli produttivi e qualitativi stabili. In un recente studio condotto in Australia (10), alcuni ricercatori hanno comparato diversi vi-

gneti di Shiraz di età compresa tra 6 e 168 anni. I risultati hanno evidenziato che, nonostante l'origine clonale nei diversi vigneti fosse la stessa, vigneti giovani e vecchi presentavano evidenti differenze nel grado di metilazione del DNA e questo a sua volta si traduceva in differenze sui caratteri compositivi delle uve e dei vini.

Un'altra importante evidenza riportata da questo studio è che solo viti propagate tramite propaggine mantenevano lo stesso profilo epigenetico delle vecchie piante madri, mentre in viti propagate per innesto tale profilo veniva in parte perso. Questo è un aspetto molto importante che andrà sicuramente confermato in altri studi e che potrà indirizzare futuri programmi di conservazione e propagazione del germoplasma.

Biodiversità genetica della vite nel Cartizze a confronto con altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene

Veniamo ora a concentrarci sull'area del Cartizze, cercando di comprendere qual'è il livello di biodiversità inter e intraspecifico della vite in questo territorio, quali sono i fattori in grado di favorirla e quali invece possono rappresentare dei fattori di rischio per la sua erosione.

La consultazione di oltre 250 aziende e viticoltori sia dell'area del Cartizze che di altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene tramite uno specifico questionario sulla biodiversità, ha fornito utili indicazioni per rispondere ai quesiti sopra riportati. Sulla base dei risultati è possibile delineare quali sono i punti di forza e di debolezza di questo specifico contesto pro-

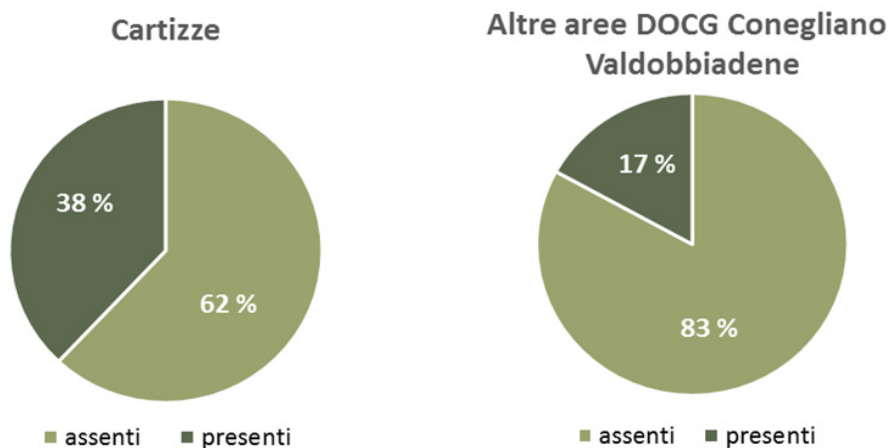


Fig. 3. Presenza di vitigni autoctoni diversi dal Glera nei vigneti del Cartizze e in altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.



Fig. 4. La biodiversità varietale nell'area del Cartizze risulta arricchita dalla presenza ancora attuale di diversi vitigni autoctoni minori, tra i quali Verdiso (a), Perera (b) e Bianchetta trevigiana (c).

duffivo ed individuare strategie potenzialmente in grado di prevenire/limitare la perdita di biodiversità genetica della vite.

Una prima analisi relativa alle varietà di vite coltivate nelle zone indagate fa emergere una complessiva maggiore biodiversità varietale nell'area del Cartizze. Sulla base dei risultati del questionario condotto, infatti, quasi il 40% dei viticoltori del Cartizze ha confermato la presenza anche di varietà diverse dal Glera nei propri vigneti, mentre tale percentuale scende a meno del 20% in altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene (Fig. 3).

Tra i vitigni minori vengono ovviamente inclusi quelli autoctoni, quali Bianchetta trevigiana, Perera e Verdiso (Fig. 4), che storicamente venivano impiegati in uvaggio con il Glera nella produzione dei vini di queste zone e sono oggi ammessi dal disciplinare di produzione della DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore nella misura massima del 15%.

Le prime notizie della Bianchetta trevigiana risalgono già alla fine del 1600, quando il suo vino viene citato come il miglior vino bianco prodotto nel trevigiano. In uvaggio con il Glera, ne ammorbidisce le note più spigolose, soprattutto nelle annate dalle temperature più fresche.

Il Verdiso, la cui presenza nelle zone di Follina è testimoniata già alla fine del '700, apporta ai vini Prosecco interessanti sentori di mela verde acerba e conferisce migliore acidità e sapidità. Anche la Perera, o Pevarise, com'era conosciuta, è coltivata da tempo nell'area di Valdobbiadene. Il suo nome sembra derivare dalla for-

ma del suo acino, e probabilmente anche dal profumo che ricorda la pera e contribuisce a rinforzare il bouquet e l'aroma del vino.

Questi vitigni, la cui presenza si sta purtroppo riducendo man mano che i vigneti più antichi vengono sostituiti dai nuovi impianti, rappresentano un'importante risorsa di biodiversità varietale della vite che caratterizza le aree di produzione della DOCG Conegliano Valdobbiadene e del Cartizze in particolare. Questa mescolanza di vitigni è testimonianza di una tradizione vitivinicola che non ritroviamo in altre aree e che si esprime concretamente nella complessità organolettica, nelle note aromatiche uniche e tipiche dei vini di quest'area.

Una seconda parte del questionario ha indagato l'origine dei genotipi di Glera e dei portinnesti presenti nei vigneti delle aree indagate. Come rappresentato in Fig. 5, è emerso che nell'area del Cartizze la quasi totalità dei viticoltori (94%) non conosce quali biotipi/cloni sono presenti nel proprio vigneto. Si tratta infatti nella maggior parte dei casi di vigneti molto vecchi, messi a dimora ancor prima che i primi cloni venissero immessi sul mercato. Per quanto riguarda altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene, anche in questo caso circa la metà dei viticoltori (47 %) non conosce i biotipi/cloni presenti nel proprio vigneto, mentre l'altra quota (53%), relativa ai vigneti più recenti, ha invece selezionato cloni specifici per i propri impianti, scegliendo 1-3 cloni nell'86% dei casi, e più di 3 cloni nel rimanente 14%. Mediamente nelle aree indagate il 60-70% dei

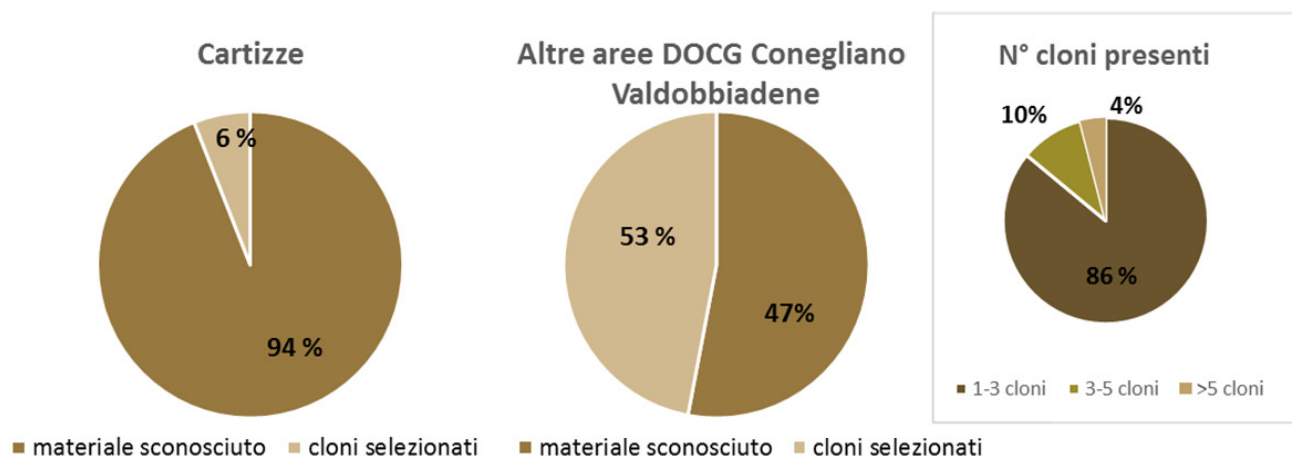


Fig. 5. Origine dei biotipi/cloni di Glera presenti nei vigneti del Cartizze e di altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

viticoltori afferma di sostituire ogni anno l'1-3% di viti morte o deperite, mentre nei rimanenti casi i rimpiazzi rappresentano il 3-5% o anche percentuali leggermente superiori. Nell'area del Cartizze non viene operata una vera e propria scelta del materiale per i rimpiazzi (si reimpianta quanto è generalmente disponibile nei vivai), mentre nei vigneti di cui si conosce il materiale vegetale si tende a ripiantare gli stessi cloni.

La tipologia di portinnesti presenti nel Cartizze e in altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene rispecchia i risultati dell'analisi clonale (Fig. 6).

Nel Cartizze, per i motivi legati all'età dei vigneti più sopra spiegati, solo il 25% dei viticoltori conosce il/i portinnesto/i utilizzati nei propri impianti, mentre nel resto della DOCG Conegliano Valdobbiadene tale quota interes-

sa oltre il 70% dei viticoltori. Tra i portinnesti più utilizzati spicca il Kober (84%), seguito con percentuali nettamente inferiori dall'SO4, dal 1103 Paulsen, dal 420 A e dal 110R.

I dati sopra descritti ci portano a constatare che nel comprensorio del Cartizze il livello di biodiversità genetica di vitigni, biotipi/cloni e portinnesti è superiore rispetto ad altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene.

La storicità della coltivazione della vite in questo comprensorio ne fa senza dubbio un'area eletta a contenere un livello di biodiversità più elevato rispetto ad altri comprensori più recenti. Sulla base dei risultati del questionario condotto, tutti i vigneti del Cartizze hanno infatti più di 40 anni (Fig. 7), con numerosi esempi di impianti anche di 80-100 anni e oltre. Il questionario ci dà un'indicazione anche per altre aree della DOCG: anche qui ritroviamo una

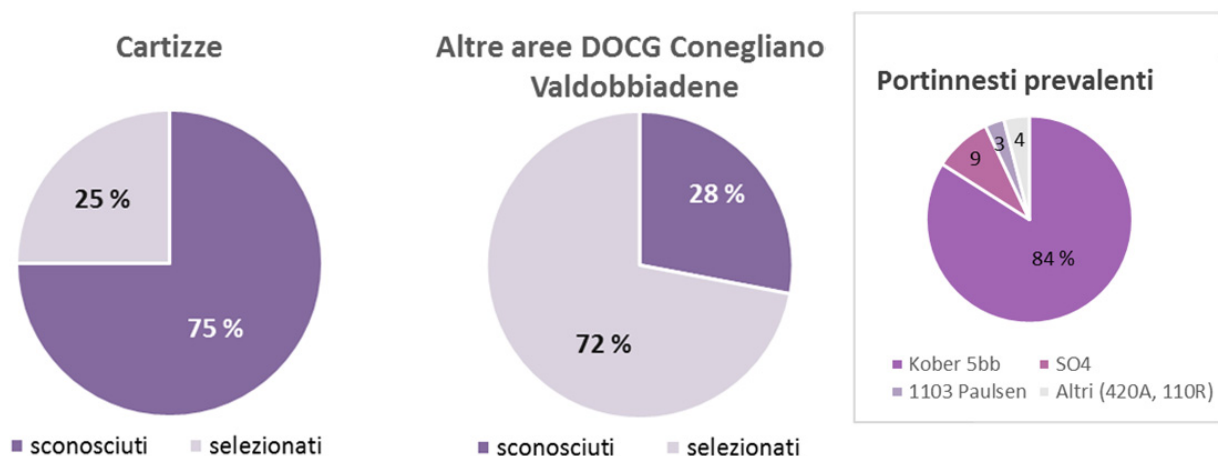


Fig. 6. Origine dei portinnesti presenti nei vigneti del Cartizze e in altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate.

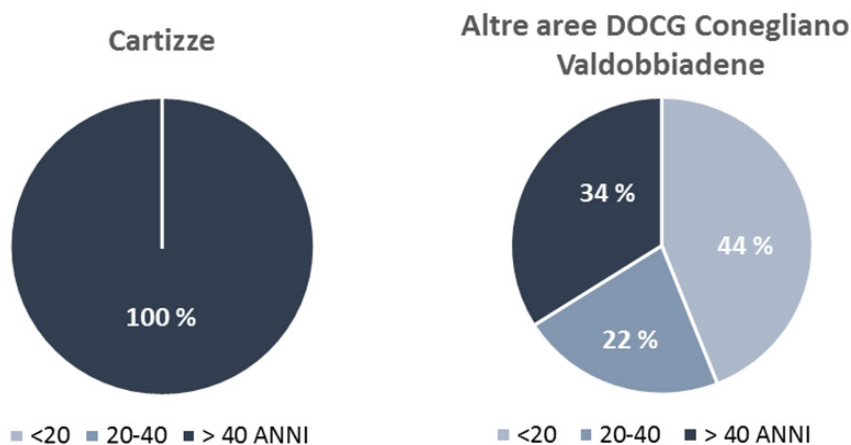


Fig. 7. Percentuale di vigneti nell'area del Cartizze e in altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene suddivisi per classi di età media. Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte al questionario sulla biodiversità compilato dai viticoltori delle aree indagate

discreta quota (34%) di vigneti con più di 40 anni, ma la maggior parte degli impianti è rappresentata da vigneti più giovani, soprattutto di età inferiore ai 20 anni (44% del totale).

Rispetto al Cartizze, in molte altre aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene il rinnovo dei vigneti è stato operato in modo più consistente negli ultimi 30-40 anni. La diffusione sul mercato vivaistico di pochi cloni selezionati e di nuovi portinnesti, ha portato ad un'inevitabile riduzione di variabilità genetica nei vigneti più recenti. Nel Cartizze invece, l'età avanzata dei vigneti ha favorito il mantenimento di un vasto *conservatoire* di diversità genetica.

Su questa variegata base genetica ha poi agito il tempo, che come già visto, può favorire la comparsa di mutazioni genetiche ed epigenetiche che rendono la varietà più plastica ed adatta all'ambiente di coltivazione.

La stabilità delle rese produttive negli anni, la minor suscettibilità a manifestare stati di stress, la qualità organolettica riproducibile negli anni nei vigneti di quest'area, sono un chiaro segnale dell'elevato grado di simbiosi genetica e fenotipica che la vite ha trovato con l'ambiente. Ciò spiega perché il Glera fornisce la sua massima espressione qualitativa proprio in quelle aree della DOCG Conegliano Valdobbiadene, in particolare nel Cartizze, dove storicamente viene coltivata.

Variabilità genetica: una risorsa da preservare

La biodiversità genetica della vite è a tutti gli effetti una risorsa positiva, perché aumenta la capacità di adattamento all'ambiente, mi-

gliora la reattività agli stress abiotici ed ai parassiti più diffusi nell'area e rappresenta una fonte di complessità gustativa nei vini.

Un piano agro-ambientale volto a tutelare la biodiversità globale di un comprensorio viticolo deve pertanto considerare anche questa importante risorsa, in quanto unica e non riproducibile una volta persa.

L'analisi della biodiversità del Cartizze qui riportata vuole essere un primo piccolo passo nella direzione di creare una maggior conoscenza e consapevolezza su questi aspetti e, sulla base di questo, pianificare progetti di studio più approfonditi utili a delineare le migliori strategie di gestione dell'area.

In sintesi, le attività future dovranno:

Esplorare la variabilità genetica della vite:

un primo passo in tal senso è già stato mosso 10 anni fa dal Consorzio Tutela Del Vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco nell'ambito del progetto BIODIVIGNA, svolto in collaborazione con il Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia e Veneto Agricoltura.

Il progetto ha indagato il territorio tra Conegliano e Valdobbiadene con l'obiettivo di individuare ceppi antichi di Glera e delle tre principali varietà minori (Verdiso, Bianchetta, Perera). I biotipi individuati (complessivamente 600) sono stati propagati e messi a dimora presso tre nuovi impianti appositamente costituiti. In futuro si dovrà certamente continuare ad esplorare la diversità genetica in quest'area e, se uno dei principali punti di forza del Cartizze è la storicità dei suoi vigneti, ci si dovrà proprio concentrare sugli impianti più longevi di

quest'area per poter cogliere il maggior grado di variabilità. In questo compito sarà fondamentale anche il supporto dei viticoltori e dei tecnici che operano nel territorio, in quanto grazie alla loro esperienza sarà possibile riconoscere ed individuare potenziali biotipi di interesse che si differenziano per caratteri fenologici, produttivi, agronomici o per la composizione chimica dell'uva.

Caratterizzare: sarà importante definire la variabilità genetica intravarietale e intervarietale con tecniche ad hoc. Queste includono analisi genetiche attraverso marcatori molecolari di vario tipo, applicando anche le tecniche più innovative in grado di individuare differenze nel livello di metilazioni del DNA tra diversi genotipi (es. digestione con enzimi di restrizione metilazione-sensibili e successivo sequenziamento NGS).

Un approccio interessante è dato anche dalla metabolomica: un'analisi con metodo "suspect screening analysis" (11) consente di identificare fino a 450 metaboliti in un campione di uva e l'analisi dei profili metabolomici ottenuti può consentire di discriminare e caratterizzare i diversi genotipi.

Conservare e valorizzare: una volta individuati i genotipi potenzialmente interessanti, questi andranno conservati per poter essere ulteriormente studiati. La conservazione presuppone la propagazione del materiale, seguendo i protocolli e i controlli sanitari normalmente condotti nei programmi di selezione clonale.

Un aspetto importante, qualora vengano individuati biotipi con un'interessante variabilità epigenetica, sarà quello di valutare se i caratteri osservati sono stabili e se c'è un metodo di propagazione in grado di mantenere in modo migliore le differenze a livello di metilazione del DNA.

La creazione di vigneti costituiti dai biotipi individuati consentirà, infine, di disporre di un'importante banca genetica per la conservazione del germoplasma, da utilizzare per i futuri obiettivi di miglioramento genetico.



Fig. 8. La storicità della coltivazione della vite nel Cartizze ne fa senza dubbio un'area eletta a contenere un elevato livello di biodiversità. E' proprio negli impianti più longevi che si potrà probabilmente cogliere il maggior grado di variabilità genetica del Glera.

Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG

Il paesaggio: dai suoi elementi costitutivi ai suoi valori di unicità

di Diego Tomasi

Ammirare il paesaggio



“Il paesaggio crea desiderio”

John M. Hull (1935-2015) rimasto cieco all'età di 48 anni, racconta nel suo libro *“Il dono oscuro”* che la vista è il senso su cui poggiano tutti gli altri sensi e che la cecità scardina l'unione primordiale e strettissima tra desiderio e immagine; da ciò deriva che:

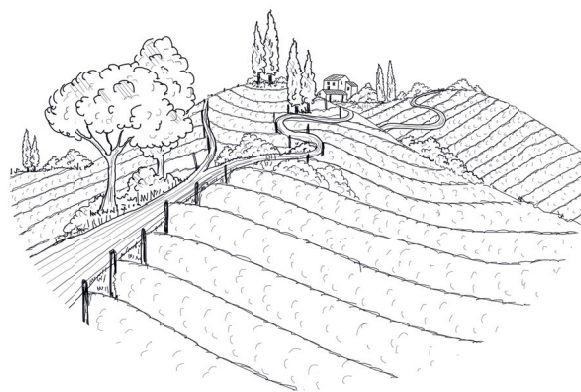
“La vista è il senso che maggiormente produce aspettativa”

Portandoci allora dentro al paesaggio viticolo e agli stimoli visivi che esso crea e che si riflettono immediatamente sul desiderio di bere il vino che nasce da quel paesaggio, capiamo l'importanza e la stretta associazione tra questa antica bevanda e il luogo di origine. Da una cosa bella nasce un coinvolgimento emotivo: è vedere con gli occhi e con la mente, cioè vedere fuori e vedere dentro, ovvero creare una relazione tra paesaggio e stato d'animo. In ultima analisi, da una cosa bella nasce una cosa buona.

La bellezza, nel nostro caso, è legata ad un luogo e al coinvolgimento di tutti i sensi a partire dalla vista; è come ammirare un dipinto degli impressionisti e farsi trasportare fino a sentirne lo stato d'animo dell'autore in quel preciso momento o il mondo insito nel paesaggio ritratto. Tutto questo è quanto devono far scaturire i paesaggi della DOCG Conegliano Valdobbiadene

Prosecco Superiore o, meglio, il Paesaggio Patrimonio UNESCO legato al vino Prosecco, dove la soggettività della bellezza; lascia ampio spazio all'oggettività, cioè è bello indipendentemente da tutti i fattori che agiscono sulla bellezza, i gusti personali non scardinano il giudizio. Ma tutto questo deve essere alimentato e sostenuto dal comportamento umano che, accanto alla bellezza, sa aggiungere ospitalità ed accoglienza, perché il valore intimo della bellezza è una dimensione che noi stessi contribuiamo ad arricchire; abbiamo già detto, infatti, che bellezza è innanzitutto vedere, ma, a seguire, si associano ad essa anche intimi stati d'animo.

La bellezza del paesaggio



“Il paesaggio è l'impronta dell'attività umana sulla superficie terrestre”

Venendo ora a Vito Mancuso (*La via della bellezza*, 2018), possiamo affermare che la bellezza del paesaggio non è una cosa effimera, legata a un tempo, a un luogo o ad una cultura, ma la bellezza è quasi un dogma, ovvero esiste di per sé. La bellezza diventa indiscutibile quando crea emozioni legate all'armonia, alla forma, all'eleganza, alle proporzioni. Ma dove nasce la bellezza

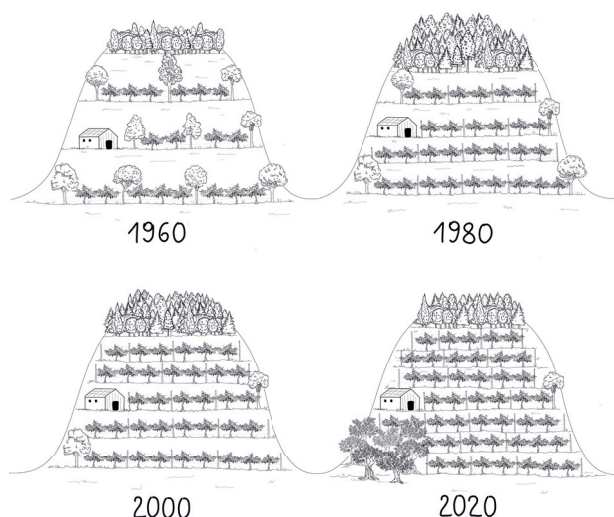
del paesaggio viticolo? Non v'è dubbio che essa sia il risultato della trasformazione della natura operata dall'uomo per le sue finalità produttive; quindi, i veri artefici del paesaggio sono l'uomo e la sua opera, di conseguenza la bellezza è legata ad un luogo, ad una attività e ad un contesto. Il paesaggio che ammiriamo va oltre l'oggettività, in quanto trasmette allo spettatore i valori di chi lo ha creato: la bellezza crea quindi relazioni dirette tra la natura e l'uomo, superando la soggettività e diventando un valore che non dipende dal nostro gusto, in quanto bisogna saper riconoscere la sua presenza al di là di noi stessi.

In sintesi, la bellezza travalica l'arbitrarietà dei gusti personali ed è composta di tre fattori:

- I) *estetico*, ovvero l'armonia e la pulizia delle forme, dei colori, delle proporzioni, i rapporti tra architettura e natura;
- II) *sociale*, derivante dall'uso del bene naturale, dalla ripartizione delle risorse naturali, dal radicamento storico del loro uso, dalle attività sociali che trasformano gli ambienti;
- III) *ecologico*, cioè la conservazione di quanto trovato, il rapporto tra natura e uomo, l'uso del territorio, in altre parole il rivestimento della superficie.

La dimensione materiale del paesaggio è quindi l'interazione tra questi tre fattori, con processi che si esercitano in più direzioni. Proprio su questi elementi si sono basate le motivazioni che hanno portato le colline del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG ad ottenere, nel luglio del 2019, il riconoscimento a patrimonio dell'umanità UNESCO; infatti così viene commentato: *“un esempio eccezionale di un insediamento umano tradizionale, che grazie all'uso del suolo è rappresentativo di una cultura e dell'interazione umana con l'ambiente, specialmente quando è diventato vulnerabile all'impatto di cambiamenti irreversibili”*. In questo si ritrovano i fattori estetici, sociali ed ecologici sopra ricordati. Il paesaggio è quindi un elemento attivo del territorio e si è sancito il legame indissolubile tra paesaggio, natura e uomo.

Le stratificazioni del tempo

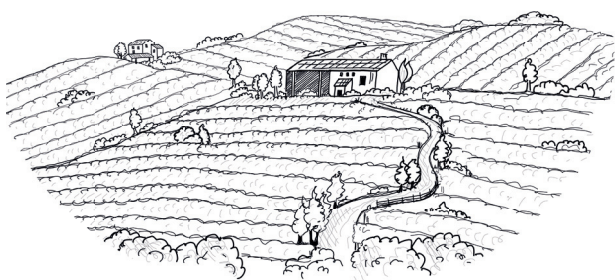


“Il paesaggio si modifica con il progredire dell'attività umana, ma devono rimanere i caratteri essenziali”

L'eredità che ci giunge dalla storia e dalla memoria locale ci aiuta a ricostruire il paesaggio nel suo farsi nel corso del tempo. Quello del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG è un paesaggio certamente antropizzato in quanto l'uomo vi ha portato la coltivazione della vite e ha gestito il suolo a questo fine, ma non per questo deve essere considerato un paesaggio artificiale; infatti l'uomo, attraverso le sistemazioni del suolo (vedi i ciglioni), la cura per la regimazione delle acque, la realizzazione delle alberate prima e dei filari più regolari poi, ha perfezionato la natura evidenziandone le sue forme e rendendola esteticamente più gradevole. Nel corso dei decenni il paesaggio collinare ha perso una parte della sua parcellizzazione dovuta all'autosostentamento quasi totale della famiglia contadina; soprattutto a partire dagli anni '70 del secolo scorso, la vite ha assunto un ruolo sempre più importante, tanto che il paesaggio è diventato specchio dell'arte viticola. Un attento osservatore trova comunque ancor oggi i segni del passato sotto forma di antichi (a volte secolari) filari di vite, sistemazioni a ciglione rimaste intatte nel tempo, alberature a segnare i confini, manufatti di vario genere, ma anche antiche tradizioni nel coltivare gli spazi disponibili, nell'usare il palo di castagno locale. Tutto

questo diventa di immediata lettura grazie alla presenza di grandi spazi aperti frequenti nelle colline del Conegliano Valdobbiadene DOCG, dove la presenza di vedute panoramiche a campo lungo costituisce opportunità di grande attrazione e dove è possibile confrontare criticamente l'evoluzione del paesaggio e degli ambienti di vita sulla base della nostra stessa esperienza. Il paesaggio in tutte le sue forme diventa allora uno straordinario strumento di raccordo dello spazio-tempo, sintesi espressiva delle eredità acquisite.

Paesaggio e luogo



“Un sito diventa luogo quando la presenza dell'uomo gli dà un'anima e crea bellezza”

Non tutti i siti possono fregiarsi di essere dei luoghi; per diventare un luogo un sito ha bisogno di un'anima, deve avere qualcosa che lo toglie dall'anonimato e lo arricchisce di elementi, fornendogli una identità propria e distintiva. Possiamo, ad esempio, pensare ad una storia, una tradizione, un valore ambientale, naturale o culturale. Un luogo è tale anche per i legami affettivi che lo legano ai suoi abitanti; da tutto questo trae origine l'importanza di conservare e preservare ciò che caratterizza e contraddistingue un sito affinché esso non perda la sua identità. Ma per conservare bisogna avere memoria, trovare il giusto compromesso tra ciò che era e ciò che le necessità future vorrebbero; non possiamo cancellare i segni di ciò che è stato per lasciare spazio solo alle necessità attuali. La memoria però non deve essere nostalgia lamentosa, ma piuttosto giusta valorizzazione dei segni del passato, attraverso anche un giusto riconoscimento economico che permetta di sostenere i legami tra ciò che è stato e ciò che sarà, facendosi carico dei costi

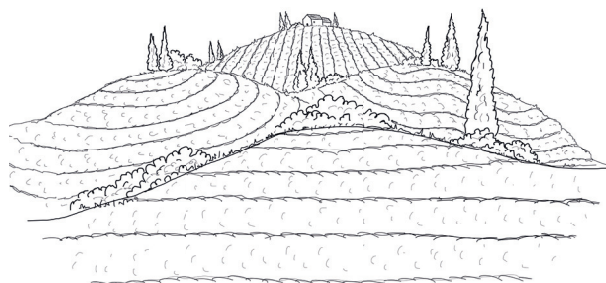
e delle strategie che la conservazione richiede, nella futura previsione di un valore aggiunto per tutti i prodotti del luogo.

Il pericolo è l'amnesia per il paesaggio, ovvero la rapida perdita di memoria, quando invece il paesaggio è senza dubbio in grado di trasformare un sito anonimo in un luogo di interesse e questo è ancor più vero se a comporre il paesaggio è il vigneto, stante i suoi caratteri fortemente identitari e lo stretto legame con le attività e le tradizioni dei suoi abitanti. I caratteri identitari del paesaggio viticolo si concretizzano nelle forme, nelle dimensioni, nelle strutture, nei segni della vita quotidiana; a questo dobbiamo pensare quando raccontiamo un luogo, ed è questo che lo spettatore deve ammirare.

Pensiamo, ad esempio, alle informazioni geologiche e geomorfologiche che il suolo custodisce: il suolo sostiene il vigneto e assieme diventano paesaggio, ovvero un luogo perché diverso da altre realtà produttive e non riproducibile altrove. Proprio la geologia ci fa ammirare paesaggi nascosti e fantastici, riportandoci indietro di milioni di anni e dispiegando davanti a noi ere lontane.

Possiamo quindi considerare la memoria come la dimensione immateriale del paesaggio dalla quale deriva il sentimento di appartenenza al luogo, che è composto non solo di natura (spesso ancora quasi intatta), ma anche dalle tradizioni che hanno contribuito ai suoi elementi estetici.

Vino e paesaggio



“Il movimento dei filari (cavalcapoggio, di traverso, rittochino, girapoggio) crea eleganza e porta a stati d'animo che si trasferiscono sino al vino”

Gli elementi che guidano la preferenza

nell'acquisto del vino, si stanno spostando verso nuovi attributi e sempre più l'area di provenienza e la bellezza del suo paesaggio assumono un ruolo decisivo. Ciò deriva dal fatto che il vino è sempre più un bene culturale, vissuto come comportamento emozionale che evoca ambienti, storie e tradizioni. Ecco allora che la tutela del paesaggio e la sua valorizzazione assumono oggi un significato diverso e strategico, a favore di un incremento del valore aggiunto del vino. Il vigneto non è solo la sede della produzione viticola, ma ha ora una funzione e un ruolo molto più articolati: sostenere la biodiversità e la diversità, garantire un uso sostenibile del territorio, difendere il suolo dall'erosione, conservare la memoria e le testimonianze storiche, operare una forte funzione sociale con la costruzione di una forte alleanza tra viticoltura e turismo, nella quale il paesaggio è certamente forza e motore trainante. In sintesi, il paesaggio, elemento immateriale, deve saper creare emozioni e deve avere in sé un forte valore di identità.

La specializzazione colturale non deve allora irrompere nel vigneto e diventare un elemento usurpante o, peggio ancora, deturpante, ma bisogna trovare il giusto compromesso ed equilibrio con la tradizione e la naturalità dei luoghi, sapendo che "bel paesaggio" significa oggi maggior valore aggiunto introiettato nelle produzioni. È stato dimostrato che un territorio vitato ben conservato è in grado di generare emozioni e portare con sé un messaggio che si trasmette in modo inconscio fino alla qualità percepita del vino, confermando, in modo inequivocabile, che uno stesso vino quando associato a un bel paesaggio, viene preferito rispetto allo stesso associato però ad un paesaggio non curato.

Va quindi evitata ogni sciocca omologazione e banalizzazione dei luoghi produttivi, conseguenza di una esasperata intensificazione colturale, cercando invece di conservare quegli elementi identitari (gli iconemi), che, tra l'altro, forniscono il prezioso senso di appartenenza (vedi, ad esempio, le forme di allevamento). Proprio per questo il paesaggio viticolo richiede un'evoluzione guidata in modo interdisciplinare, volta alla tutela e alla valorizzazione delle specifiche componenti

che ne formano l'identità. È dimostrato che l'opera del viticoltore può riuscire persino a ricomporre il paesaggio, cancellando i contorni poco attraenti prodotti dalle sue attività passate o dalle calamità naturali; il vigneto è quindi, a tutti gli effetti, elemento positivo del territorio e può diventare elemento di richiamo scenico, attraverso però un percorso di conoscenza che lo rapporti alla tradizione, pur arricchendolo di innovazione.

Il valore del paesaggio



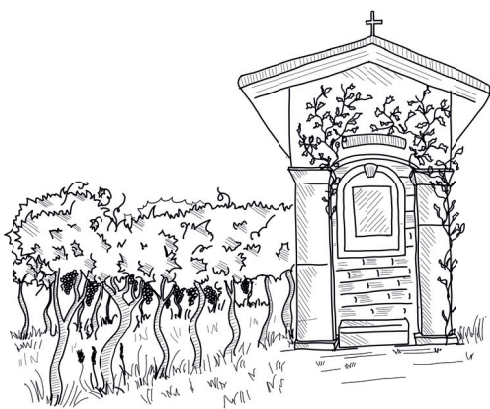
“La cura nella gestione del vigneto lo rende più bello e attrae il visitatore”

Il paesaggio riassume in un unico insieme tutte le forze che governano un luogo, siano esse naturali (clima, geologia, suolo, morfologia), antropiche (le coltivazioni e le loro forme, la storia, la tradizione), o vegetali (simbiosi luogo-cultura, clima-cultura), con il risultato di ottenere un immediato riferimento di un prodotto, il vino, alla sua terra di origine e alla sua gente. Il paesaggio è, quindi, il portavoce del *terroir*, perché contiene i suoi elementi più importanti e costitutivi, portando a sintesi la maggioranza degli elementi fisici e umani presenti e delle reciproche interrelazioni. In questo modo il paesaggio entra a pieno titolo nel comporre il valore del vino, apportando un valore aggiunto alla sua qualità. Un vino privo del suo paesaggio è certamente meno apprezzato e ricercato rispetto ad un vino che nasce nel paesaggio e del quale ne segna la composizione con i vigneti, le loro forme e le strutture accessorie ad essi dedicate. Il paesaggio identifica quindi un vino più delle tecniche enologiche, ed è in grado di conferirgli un'origine e un'identità. Si pensi anche all'evidente differenza tra la modernità delle

cantine, sempre più attrezzate e tecnologiche, ma anche sempre più simili, e invece la staticità del vigneto, dove le forme e le tecniche datano decenni e portano i segni di una vita faticosa, dovuta all'impossibilità di meccanizzare o anche solo agevolare le operazioni colturali sui versanti più ripidi delle colline.

Per questi motivi, vino e paesaggio sono oggi indiscutibilmente legati da uno stretto rapporto, ed è proprio la bellezza del paesaggio a dare un maggior valore al vino. Tutto ciò che affianca in altro modo il vino (confezione, etichetta, marketing, brand, etc), non ha lo stesso impatto dato dal paesaggio; da qui nasce la consapevolezza del valore del paesaggio e della necessità di valorizzarne la sua unicità. Da qui deve nascere una nuova e più solida sensibilità al paesaggio, che deve acuirsi innanzitutto negli abitanti dei luoghi, per estendersi poi verso una dimensione sociale più allargata.

Gli elementi che compongono il paesaggio del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG



“Elementi legati alla vita quotidiana e alle tradizioni religiose”

Il paesaggio attuale, quello che oggi possiamo ammirare, quello costruito dal viticoltore che conosciamo, non ha radici troppo lontane nel tempo. Le origini estetiche del paesaggio attuale possono essere, infatti, fatte risalire alla seconda metà del 1800, ovvero da quando, sotto la spinta delle nuove malattie (tra tutte la più devastante fu la fillossera), la viticoltura fu obbligata ad essere rinnovata, assumendo connotati di maggior specializzazione. In

pratica, si iniziò ad abbandonare la secolare associazione tra vite e tutore vivo per orientarsi invece verso l'uso del palo secco, adottando una maggior densità di impianto ed una forma di allevamento maggiormente definita, occupando nuovi spazi in modo esclusivo.

Tra le due guerre, la destinazione ad uso viticolo delle colline dell'attuale DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore fu ancora più marcata e definita, per assumere negli anni '60/70 i connotati in molti casi ancor oggi visibili.

Gli elementi che contraddistinguono questo paesaggio e conferiscono connotati di unicità e identità sono:

I) la morfologia collinare nelle sue forme più o meno marcate, passando dalle dolci colline di Conegliano agli irti pendii di Valdobbiadene;

II) i vigneti che occupano quasi totalmente le colline, ma, nel contempo, la conservazione delle alberature, delle siepi, dei boschi che interrompono gli impianti viticoli e creano movimento e diversità, diventando zone di connessione biologica favorevoli alla conservazione di molte specie animali;

III) la forma di allevamento basata su una potatura ad archetto, ma le cui forme sono più o meno espanse in funzione del sito, tanto da assumere forme geometriche assai variabili e caratteristiche;

IV) la disposizione dei filari nella maggior parte dei casi a girapoggio o cavalcapoggio e sostenuti da tutori in legno;

V) le strutture accessorie al vigneto, utilizzate per ricovero attrezzi, stalla, riparo per il viticoltore (le tipiche costruzioni rurali di piccole dimensioni), ma anche le fontane e i capitelli votivi;

VI) la presenza, anche all'interno del vigneto, di piante da frutto e, in testa ai filari, di piante di acero, gelso, carpino etc, antico retaggio del tutore vivo;

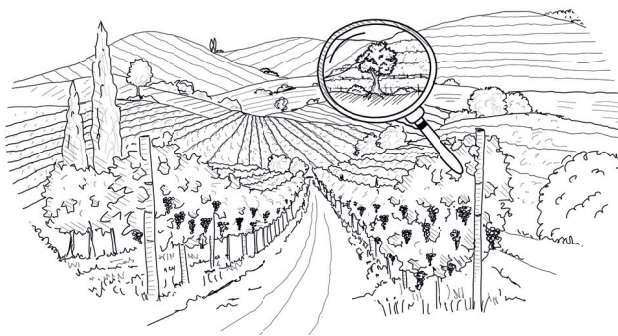
VII) la stretta maglia della viabilità interpoderale, realizzata in modo minimale ed essenziale senza togliere spazi eccessivi alla vite

VIII) la realizzazione di strette banchine (i ciglioni), sulle quali appoggiare i filari e permettere il transito solo pedonale per le operazioni colturali; ciò rende la gestione del vigneto estremamente gravosa, in termini di manodopera impiegata;

IX) il vitigno, praticamente unico, che viene utilizzato (la Glera), che ancor più conferisce identità al paesaggio.

Gli elementi sopra ricordati contribuiscono alla creazione estetica dei luoghi dando una identità al paesaggio e allontanando il pericolo ad una sua generica omologazione.

Studiare il paesaggio



“La conoscenza e il metodo scientifico sono essenziali per la conservazione del paesaggio”

Da quando si è inteso il grande valore comunicativo del paesaggio viticolo e la sua importanza quale valore aggiunto al vino, molteplici sono stati gli studi volti a classificare i territori, con lo scopo ultimo di meglio adottare strategie conservative, pur nell'applicazione di moderne tecniche colturali.

Tra i vari approcci di studio si ricordano soprattutto:

1) *studi sull'integrità del paesaggio*, ovvero quanto incidono i nuovi vigneti rispetto a quelli esistenti a una certa data? Quanto diversi sono i nuovi impianti (dimensioni, forme, tutori, etc) rispetto a quelli antecedenti? Con queste analisi si valuta l'incremento degli impianti, la tecnica di realizzazione, di gestione e la loro incidenza sul totale vitato. Questi due aspetti sono in grado di incidere sulla biodiversità del paesaggio e sulle sue caratteristiche visive;

2) *studi sulla vulnerabilità del paesaggio*, cercando di quantificare quanto il nuovo vigneto o le nuove tecniche incidano sugli elementi storici (boschi, altre coltivazioni, antiche sistemazioni) e morfologici (vedi sbancamenti). Questo è uno degli aspetti più importanti, in quanto il nuovo dovrebbe integrarsi in modo armonico con l'esistente,

senza creare fratture non sanabili. D'altro canto, però, anche l'abbandono è un elemento di vulnerabilità;

3) *studi sull'uso del suolo*, ovvero la comparazione tra il numero di destinazioni d'uso in epoche diverse. Da qui ne deriva anche il grado di frammentazione del paesaggio e delle dinamiche che hanno portato allo stato attuale. Il paesaggio non può essere monotono, pur esistendo una coltura principale vi deve essere attenzione a conservare altre colture o almeno gli elementi di corredo al vigneto (bordature, siepi, forme di gestione), che conferiscono complessità al paesaggio;

4) *studi sul grado attuale di conservazione del paesaggio storico*, solitamente comparando lo stato attuale con quello desumibile dalle foto aeree del volo GAI del 1954. In questo caso valgono gli elementi storici/unicì (fabbricati, sistemazioni, forme di conduzione, materiali, viabilità, coltivazioni accessorie), che devono però essere anche quantitativamente sufficienti e non solo ruderi, o presenze storiche troppo rare.

Da queste brevi considerazioni si intuisce quanto il paesaggio sia complesso e come sia composto da una serie di elementi, sistemi e relazioni in armonia tra loro, senza conflitti di predominanza. Il paesaggio è quindi formato da materie inerti, ma molto di più da materie biologiche organizzate tra loro. D'altro canto, però, solo da attente analisi e studi si possono ricavare indicazioni per il governo del paesaggio e per i suoi processi evolutivi e di modernizzazione, ove nel caso del paesaggio viticolo l'urbanizzazione non correttamente governata, l'abbandono, l'accorpamento, l'inquinamento sono i pericoli maggiori perché conducono verso un paesaggio ordinario e “già visto”.

La gestione conservativa del paesaggio



“Conservare e tramandare nel segno della sostenibilità”

La gestione del territorio e, nello specifico, del suo paesaggio, parte dal presupposto che ogni attore, in funzione del suo ruolo, deve prendersi cura del paesaggio in cui vive, avendo conoscenza dei propri diritti e dei propri doveri. La sensibilizzazione verso il valore del paesaggio e la sua conservazione, è certamente la miglior strategia per il governo del territorio, anche al di là di regole, regolamenti e disposizioni. Il paesaggio deve evolvere sotto la spinta delle attività produttive, ma la sua evoluzione non deve dimenticare la dimensione storica, chiamata a creare un ponte stabile tra il passato e il futuro, composto quest'ultimo da consumatori evoluti e culturalmente preparati che hanno sviluppato un'alta capacità nel percepire e giudicare il paesaggio.

Il paesaggio, rimasto per molti secoli un concetto proprio delle sfere più alte ed elitarie della società, che tra l'altro hanno considerato solo i paesaggi eccezionali, è oggi diffuso invece nella cultura più ampia e riguarda anche i paesaggi quotidiani.

La gestione del paesaggio è oggi compito di molti e deve, quindi, essere il risultato di un insieme di azioni individuali organizzate e coordinate per un obiettivo comune, che deve tendere alla conservazione della diversità del paesaggio, minata dalla potenza economica delle coltivazioni. La nuova sensibilità nei confronti di quanto ci sta attorno, conferma il timore riguardo la qualità complessiva e futura dei luoghi di vita e la necessità quindi di progettare in modo condiviso il loro futuro.

La gestione del paesaggio viticolo deve allora prendere l'avvio da una sensibilità comune verso l'argomento, dove i maggiori attori, ossia il viticoltore, l'amministratore locale, il contoterzista, l'impiantista, il ruspista, il tecnico progettista, l'agronomo, etc, devono acquisire la consapevolezza che la conservazione e la valorizzazione del paesaggio si fondano:

- sulle dimensioni degli impianti - meglio di medio-piccole dimensioni e delimitati da elementi naturali,
- sui materiali utilizzati per la loro realizzazione - meglio palature in legno evitando tassativamente il cemento e qualsiasi sovrastruttura inutile,
- sulla conservazione delle alberature più importanti e delle siepi rifugio anche agli insetti utili al vigneto - sono questi oltretutto gli elementi che creano diversità nel paesaggio,
- sulla conservazione della morfologia e delle sue curve - la natura difficilmente crea linee rette nei suoi elementi naturali,
- sulla salvaguardia dei manufatti - la cui natura è molto varia, tipo capitelli, fontane, ricoveri attrezzi e animali, i pochi muretti a secco,
- sull'evitare la presenza di elementi perforanti - es. cisterne a cielo aperto per la raccolta dell'acqua,
- sul conservare e mantenere efficienti le opere e le sistemazioni idrauliche - ciò è reso indispensabile anche dagli effetti dovuti al cambio climatico,
- su una precisa progettazione delle opere di sistemazione agraria, consapevoli che queste sono necessarie per una più agevole gestione degli impianti; va però trovato il giusto compromesso tra sicurezza nel lavoro, conservazione della morfologia, opere di compensazione e gestione dei deflussi idrici,
- sulle opere di abbellimento e di richiamo storico - sono di fatto dei complementi al paesaggio e si concretizzano con la conservazione degli alberi da frutto, delle viti più antiche, della viabilità pedonale, nei manufatti dismessi per i trattamenti, nelle opere di raccolta acqua etc.

Non si stanno proponendo vincoli o divieti, ma la creazione di una maggior sensibilità verso piccole azioni e atteggiamenti che, tenendo a mente il paesaggio, perseguano obiettivi

estetici ed ecologici, ricordando che la fama del paesaggio genera e sostiene la fama del vino e che è il senso di appartenenza a proteggere il paesaggio.

Il paesaggio del Cartizze



“Grande e straordinario esempio di connubio tra natura e uomo”

Il Cartizze, la più alta espressione qualitativa della Denominazione DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore, deve la sua fama ad una felice combinazione di:

- I) esposizione a sud dei vigneti;
- II) clima ventilato;
- III) impianti in prevalenza con età superiore ai 30/40 anni;
- IV) forte pendenza di tutta la parte più alta del Cartizze;
- V) suoli con un'alta frazione di calcare;
- VI) diversità genetica dei biotipi coltivati di Glera;
- VII) lunga e completa maturazione delle uve;
- VIII) conservazione del suolo;
- IX) i filari posti di traverso rispetto alla pendenza, per annullare i rischi dovuti al ruscellamento e all'erosione dell'acqua piovana e alla conseguente degradazione del suolo.

Da queste peculiarità si ricava probabilmente il nome del luogo; “la località Cartizze produce uva da gardith”, ovvero uva pregiata come quella che si ottiene dopo appassimento sui graticci (da gardith deriverebbe Cartizze).

La bellezza di questo luogo prende però origine anche dall'armonia delle forme che passano dai ripidi pendii alle sagome più morbide e delicate della parte sottostante. Eleganza ed estetica sono il filo conduttore di questo luogo cui ha contribuito il viticoltore, creando una bellezza oggettiva fatta di proporzioni e di

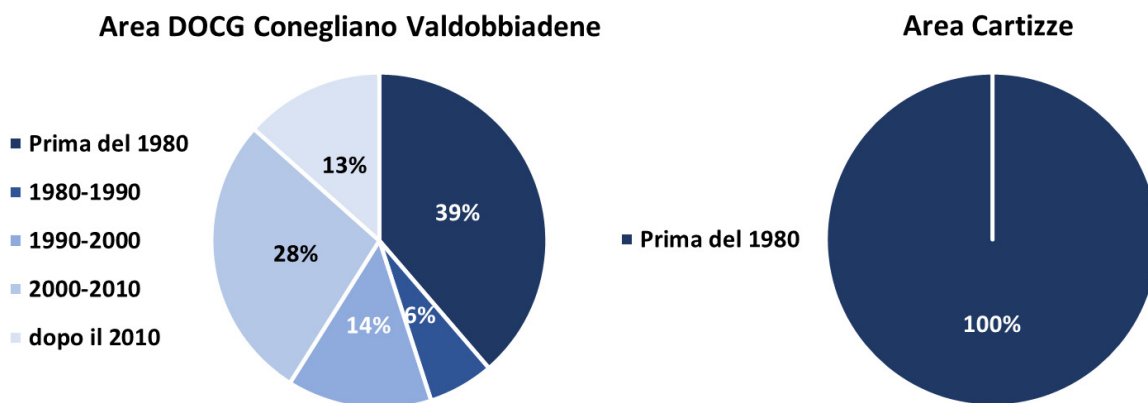
quadri pennellati, con sagome date dai ricoveri, dagli alberi, dal sinuoso percorso dei filari, dalle forme delle viti e dei vigneti.

E' un paesaggio, quello del Cartizze, che parla di fatiche, di sacrifici, di vita obbligata e per questo sa emozionare senza bisogno di ulteriori sovrastrutture, deve solo essere conservato e protetto; questo è ancor più importante oggi, quando gran parte della comunicazione ruota attorno agli stati emozionali in grado di condizionare le nostre scelte e preferenze. Accanto agli elementi fisici del luogo, è quindi indubbio che è il paesaggio il vero protagonista del Cartizze.

Nella seconda parte di questo capitolo dedicato al paesaggio si cercherà di comprendere come il viticoltore (il vero custode del paesaggio) percepisca questa grande risorsa e come giudichi la bellezza e gli elementi che le danno vita. Questo approfondimento è basato su alcune domande volte sia ai viticoltori della Denominazione DOCG Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore (oltre 200 intervistati) che ad un gruppo di viticoltori del Cartizze (17 intervistati), nell'intento anche di far acquisire consapevolezza dell'importanza pratica ed economica del paesaggio, giustificando i maggiori costi di produzione che la collina impone. I valori percentuali riportati nei grafici esprimono la variabilità delle risposte.

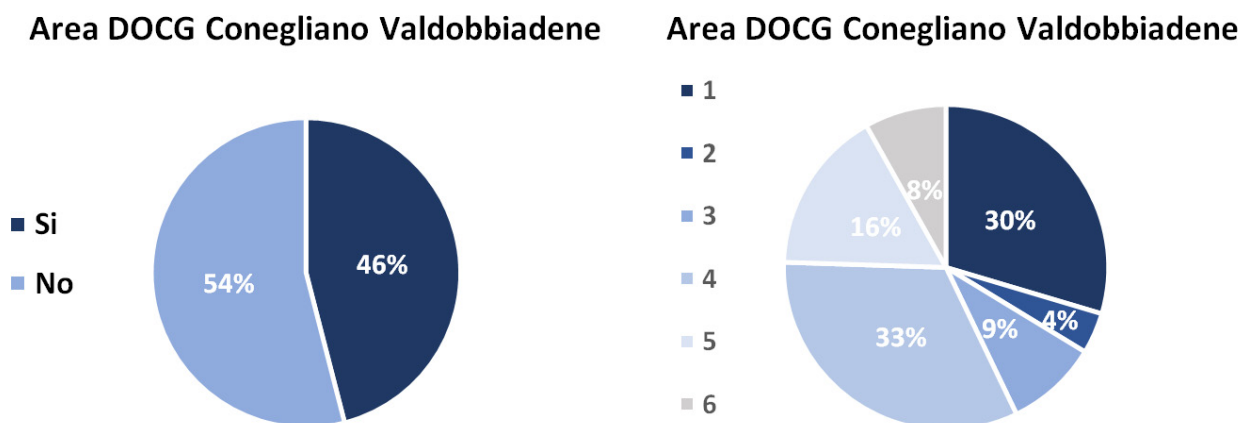


D) Quando è stato piantato il Suo vigneto?



R) Ben una quota del 40% degli impianti dell'intera Denominazione ha un'età superiore ai 40 anni; ciò significa che anche il paesaggio da essi creato (forma di allevamento, dimensione, morfologia, biodiversità e viabilità interpodereale), è rimasto molto simile al passato. Un'altra quota del 40% è stata piantata dopo il 2000, portando molto probabilmente a dei cambiamenti nell'architettura dei vigneti e nel loro contributo al paesaggio. Nel caso del Cartizze invece, tutti i vigneti sono ante 1980 e tale è rimasto anche l'aspetto delle sue colline e la conseguente scenografia. Da un punto di vista viticolo va sottolineato che, in tutti i casi, gli impianti più datati sono continuamente mantenuti produttivi attraverso la sostituzione delle viti a fine ciclo; questa usanza contribuisce a non incidere sull'aspetto del paesaggio, che rimane così invariato. Questa prima verifica ci porta a considerare l'area del Prosecco Superiore DOCG come un presidio dove il paesaggio conserva ancora caratteristiche storiche, grazie alla longevità di una parte dei suoi vigneti.

D) Nel Suo vigneto vi è un elemento naturale o costruito che ritiene particolarmente bello?

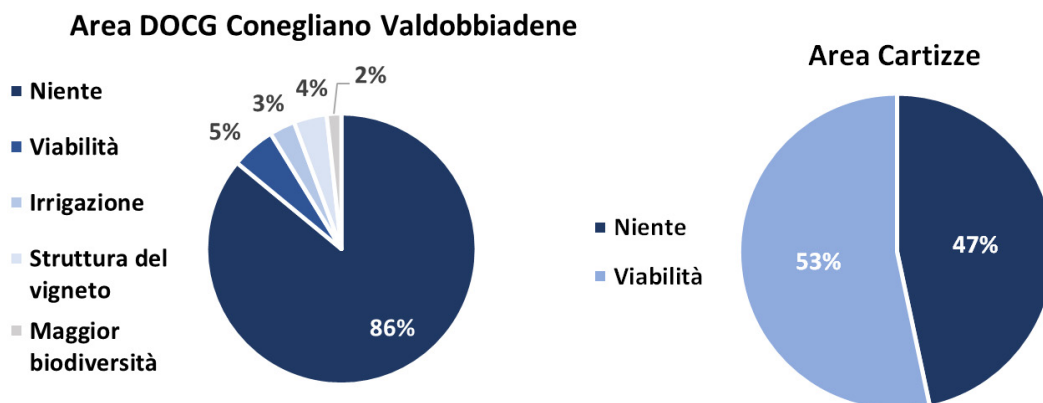


Legenda: 1 posizione panoramica, 2 presenza di viti storiche; 3 presenza di un fabbricato rurale tipico, 4 ricca biodiversità complessiva (es vegetale e morfologica), 5 il vigneto ha i caratteri della tradizione e della sostenibilità, 6 morfologia del suolo originaria.

R) Circa la metà degli intervistati (46%) ha coscienza che il suo vigneto presenta dei caratteri di pregio che vengono identificati non solo con la posizione panoramica (30%), ma soprattutto con la presenza, all'interno e all'esterno del vigneto, di elementi vegetali (piante, siepi, etc) e rurali. Anche la conservazione della morfologia del suolo, ovvero l'assenza di zone sbancate o rimodellate, è ritenuto un pregio, accanto a pratiche di gestione conservative e sostenibili (es assenza diserbanti). Il paesaggio che certamente si domina dalle diverse località vitate, il senso di appartenenza che è insito in esso e che è accentuato dalla familiarità con i luoghi e con le specie arboree presenti, crea un legame con il territorio indispensabile per il suo mantenimento.

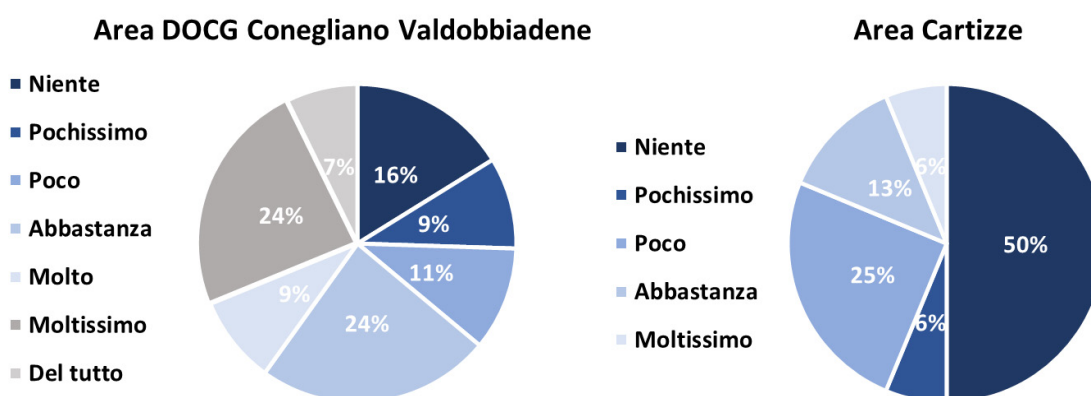
Scendendo più nel dettaglio, gli intervistati della DOCG Conegliano Valdobbiadene ritengono che la storicità del vigneto e la presenza di altre piante siano elementi di pregio, a cui tengono particolarmente (punti 4 e 5 nel grafico). Nel Cartizze (dati non riportati) l'età degli impianti e la loro conservazione, senza modifiche consistenti, sono ritenuti fattori fondamentali per conservare una tradizione che si riflette non solo sulla qualità del vino, ma anche sulla qualità del paesaggio.

D) Cosa cambierebbe al Suo vigneto?



R) Dalle risposte a questa domanda si ricava che la maggior parte dei viticoltori è soddisfatta del proprio vigneto; ciò significa che l'avvenuta ristrutturazione degli impianti nell'ultimo ventennio ha portato un loro reale ammodernamento tecnico. Nell'area Cartizze invece ciò che il viticoltore desidera maggiormente è un'evoluzione delle operazioni colturali, che potrebbe derivare da una maggior transitabilità e quindi utilizzo di attrezzature (vedi trattamenti, vendemmia, gestione del suolo). Nell'area Cartizze l'impiego di manodopera supera le 650/700 ore/ettaro/anno e la viabilità viene vista come un risparmio di manodopera spesso di non facile reperimento. Ciò renderebbe anche meno pericolosa la, pur ridotta, transitabilità odierna: questo punto meriterebbe un approfondimento, stante la possibilità di un giusto compromesso tra la conservazione dei luoghi vitati e loro ammodernamento gestionale.

D) Quanto è cambiato il vigneto da quando Lei ne ha memoria?

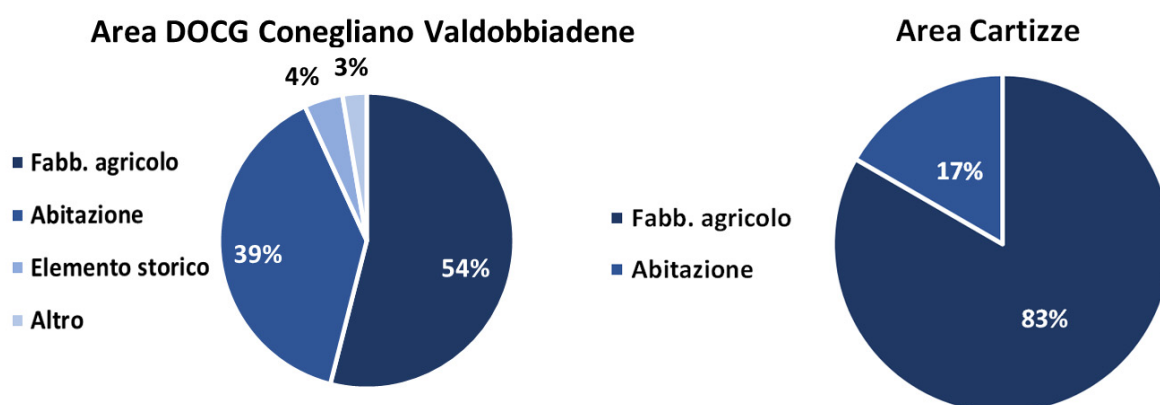


R) Complessivamente, nell'area dell'intera Denominazione, il vigneto ha subito un discreto grado di rinnovamento; infatti accanto ad un 36% di intervistati che ritengono il loro impianto poco diverso dal passato (somma di niente/pochissimo/poco), un altro 31% ha assistito ad un sostanziale cambiamento dovuto quasi certamente ad interventi abbastanza rilevanti già a partire dalla sistemazione del suolo (somma moltissimo/tutto). In particolare, ci si riferisce al rimodellamento della morfologia del suolo per renderlo più facilmente meccanizzabile e per recuperare superficie da destinare a vigneto. Questo è stato un passaggio obbligato da quando la Denominazione è

stata investita dal successo di preferenza e di mercato; è stato quindi inevitabile e comprensibile che l'attività viticola ed enologica diventassero il motore economico prevalente. E' evidente allora che il paesaggio, nelle aree maggiormente investite dai nuovi impianti, ha subito un cambiamento, ma sempre contenuto entro i limiti di una buona conservazione dell'esistente e della tradizione e accompagnato anche da interventi di mitigazione. Non è stato quindi uno stravolgimento del territorio e dei suoi elementi identitari, considerando che in molti casi le nuove sistemazioni e i nuovi impianti hanno portato maggior "ordine" e "pulizia" al paesaggio.

Diverso invece quanto emerso nell'area Cartizze, dove l'80% degli intervistati conferma uno stato assolutamente conservativo del vigneto in tutte le sue espressioni, all'opposto solo il 6% ha visto il proprio vigneto cambiare sostanzialmente nel corso degli anni. Questo sostanziale richiamo al passato fa del Cartizze un esempio sempre più raro nel contesto produttivo regionale e non solo.

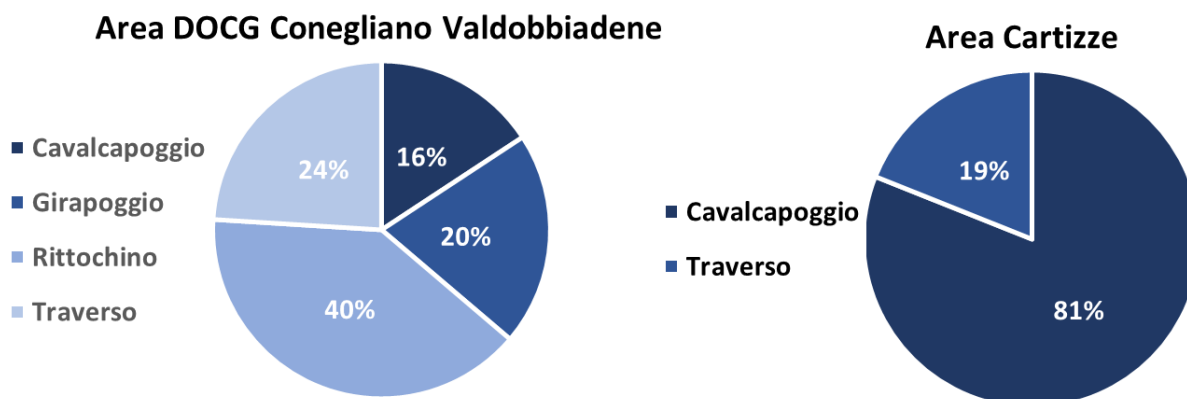
D) Nel Suo vigneto sono presenti uno o più elementi architettonici?



R) Nel caso dell'intera area produttiva, il 72% degli intervistati ha confermato la presenza di elementi architettonici all'interno del proprio vigneto; questi sono riconducibili, nella grande maggioranza dei casi, a fabbricati per uso agricolo o ad abitazioni (93%). Ciò sta a significare che le nostre colline sono abitate e quindi attivamente "sorvegliate" e presidiate dai proprietari. Gli elementi storici si rifanno ai capitelli, alle fontane, ai percorsi pedonali, etc. Nel caso del Cartizze solo il 38% delle risposte conferma la presenza di fabbricati agricoli o abitazioni, ma ciò è spiegabile dalle ridotte dimensioni dell'area e dalle sue caratteristiche morfologiche (vedi elevata pendenza); ad ogni modo anche in questo caso l'83% si riferisce a fabbricati agricoli.

Nel complesso, quindi, il paesaggio è arricchito da manufatti abitativi e rurali, grazie ai quali il territorio assume caratteri maggiormente identitari e di maggior attrazione.

D) Quale tipologia di sistemazione ha adottato per il proprio vigneto?



R) Nel caso dell'intero territorio il 40% dei vigneti si presenta oggi con una direzione dei filari a

rittochino (i filari sono diretti dall'alto verso il basso, secondo la linea di pendenza); ciò rende i vigneti più facilmente meccanizzabili e sicuri nella transitabilità, ma per contro vi sono maggiori problemi di ruscellamento ed erosione (proprio per questo motivo, questa sistemazione è oggi consentita solo nei casi ovi vi sia una pendenza massima del 17%). Da un punto di vista paesaggistico però diventa interessante confermare che tutte e quattro le tipologie di sistemazione sono presenti e questo crea un maggior "movimento" nel paesaggio. Nel caso del Cartizze, proprio per la sua morfologia, non esistono impianti a rittochino, ma prevalentemente a cavalcapoggio e secondariamente di traverso, entrambi in grado di contenere i fenomeni di erosione dovuti al ruscellamento dell'acqua piovana e a tesORIZZARNE le sue quantità.

Da tutto quanto sopra esposto, si intuisce la capacità che ha avuto il viticoltore di interagire con il territorio, portandolo a coltura nel rispetto delle sue risorse naturali e dell'integrità dell'ecosistema. Questo modello produttivo si è protratto nel corso dei decenni sino a diventare esempio di sviluppo sostenibile, ottenuto grazie ad uno sforzo collettivo dei suoi abitanti. Ora il territorio di produzione del vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG deve anche dimostrare di saper attuare piani in grado di proporre i principi della resilienza per contrastare i cambiamenti in atto (vedi crisi economica, cambio climatico, evoluzione dei gusti). In tale ottica vanno riscoperte le conoscenze e i saperi tradizionali, arricchendoli di nuove conoscenze tecniche e di mercato, per trovare un punto di equilibrio sostenibile nella coltivazione della vite, che comprenda anche la conservazione del suo paesaggio evitando la semplificazione e l'impoverimento del modello produttivo nel suo insieme.

BIBLIOGRAFIE

Il valore del terroir

Da pag. 7

di Diego Tomasi

Corneo PE, Pellegrini A, Cappellin L, Roncador M, Chierici M, Gessler C, Pertot I. (2013). Microbial community structure in vineyard soils across altitudinal gradients and in different seasons. *FEMS Microbiol Ecol.* 84: 588–602.

García-Orenes F, Morugán-Coronado A, Zornoza R, Scow K. (2013) Changes in soil microbial community structure influences by agricultural management practices in a Mediterranean agro-ecosystem. *PLoS One* 8: e80522.

Gardi C, Montanarella L, Arrouays D, Bispo A, Lemanceau P, Jovilet C, Mulder C, Ranjard L, Römbke J, Rutgers M, Menta C. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges. *Eur J Soil Sci.* 2009;60: 807–819.

Lin H., J.W. Hopmans, D. Richter, Vadose Zone J. (2018) Quantifying hydropedological properties of terroir at different scales. Implications in vineyard characteristics of three viticultural regions of the Iberian Peninsula XII International Terroir Congress, Zaragoza (Spain).

Zarraonaindia I, Owens SM, Welsenhorn P, West K, Hampton-Marcell J, Lax S, Bokulich NA, Mills DA, Martin G, Taghavi S, van der Lelie D, Gilbert JA. (2015). The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. *mBio.* 6(2): e02527.

Xu Z, Hansen MA, Hansen LH, Jacquiod S, Sorensen S. (2014). Bioinformatic approaches reveal metagenomic characterization of soil microbial community. *PLoS One* 9(4): e93445.

Il microbioma del suolo: una risorsa invisibile del vigneto

Da pag. 9

di Luca Nerva & Walter Chitarra

1. Fierer, N. Embracing the unknown: disentangling the complexities of the soil microbiome. *Nature Reviews Microbiology* 2017, 15, 579.

2. Jansson, J.K.; Hofmockel, K.S. Soil microbiomes and climate change. *Nature Reviews Microbiology* 2019, 1–12.

3. Fitzpatrick, C.R.; Copeland, J.; Wang, P.W.; Guttman, D.S.; Kotanen, P.M.; Johnson, M.T. Assembly and ecological function of the root microbiome across angiosperm plant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2018, 115, E1157–E1165.

4. Hassani, M.A.; Durán, P.; Hacquard, S. Microbial interactions within the plant holobiont. *Microbiome* 2018, 6, 58.

5. Chen, T.; Nomura, K.; Wang, X.; Sohrabi, R.; Xu, J.; Yao, L.; Paasch, B.C.; Ma, L.; Kremer, J.; Cheng, Y. A plant genetic network for preventing dysbiosis in the phyllosphere.

Nature 2020, 1–5.

6. Gilbert, J.A.; van der Lelie, D.; Zarraonaindia, I. Microbial terroir for wine grapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2014, 111, 5–6.

7. Marasco, R.; Rolli, E.; Fusi, M.; Michoud, G.; Daffonchio, D. Grapevine rootstocks shape underground bacterial microbiome and networking but not potential functionality. *Microbiome* 2018, 6, 3, doi:10.1186/s40168-017-0391-2.

8. Rolli, E.; Marasco, R.; Sadari, S.; Corretto, E.; Mapelli, F.; Cherif, A.; Borin, S.; Valenti, L.; Sorlini, C.; Daffonchio, D. Root-associated bacteria promote grapevine growth: from the laboratory to the field. *Plant and Soil* 2017, 410, 369–382. *to reprogramming of grapevine roots. Mycorrhiza* 2017, 27, 417–430.

9. Zarraonaindia, I.; Owens, S.M.; Welsenhorn, P.; West, K.; Hampton-Marcell, J.

- Lax, S.; Bokulich, N.A.; Mills, D.A.; Martin, G.; Taghavi, S. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. *MBio* 2015, 6, e02527-14.
10. Bokulich, N.A.; Collins, T.S.; Masarweh, C.; Allen, G.; Heymann, H.; Ebeler, S.E.; Mills, D.A. Associations among Wine Grape Microbiome, Metabolome, and Fermentation Behavior Suggest Microbial Contribution to Regional Wine Characteristics. *mBio* 2016, 7, e00631-16, /mbio/7/3/e00631-16.atom, doi:10.1128/mBio.00631-16.
 11. Nerva, L.; Zanzotto, A.; Gardiman, M.; Gaiotti, F.; Chitarra, W. Soil microbiome analysis in an ESCA diseased vineyard. *Soil Biology and Biochemistry* 2019, 135, 60–70.
 12. Compant, S.; Clément, C.; Sessitsch, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology and Biochemistry* 2010, 42, 669–678.
 13. Plaza, C.; Courtier-Murias, D.; Fernández, J.M.; Polo, A.; Simpson, A.J. Physical, chemical, and biochemical mechanisms of soil organic matter stabilization under conservation tillage systems: a central role for microbes and microbial by-products in C sequestration. *Soil Biology and Biochemistry* 2013, 57, 124–134.
 14. Burns, K.N.; Bokulich, N.A.; Cantu, D.; Greenhut, R.F.; Kluepfel, D.A.; O'Geen, A.T.; Strauss, S.L.; Steenwerth, K.L. Vineyard soil bacterial diversity and composition revealed by 16S rRNA genes: Differentiation by vineyard management. *Soil Biology and Biochemistry* 2016, 103, 337–348, doi:10.1016/j.soilbio.2016.09.007.
 15. Mowlick, S.; Inoue, T.; Takehara, T.; Tonouchi, A.; Kaku, N.; Ueki, K.; Ueki, A. Usefulness of Japanese-radish residue in biological soil disinfection to suppress spinach wilt disease accompanying with proliferation of soil bacteria in the Firmicutes. *Crop Protection* 2014, 61, 64–73.
 16. Liu, H.; Carvalhais, L.C.; Rincon-Florez, V.; Crawford, M.; Dang, Y.P.; Dennis, P.G.; Schenk, P.M. One-time strategic tillage does not cause major impacts on soil microbial properties in a no-till Calcisol. *Soil and Tillage Research* 2016, 158, 91–99.
 17. Calleja-Cervantes, M.E.; Menéndez, S.; Fernández-González, A.J.; Irigoyen, I.; Cibrián-Sabalza, J.F.; Toro, N.; Aparicio-Tejo, P.M.; Fernández-López, M. Changes in soil nutrient content and bacterial community after 12 years of organic amendment application to a vineyard: Compost changes soil's mineral content and microbial community. *Eur J Soil Sci* 2015, 66, 802–812, doi:10.1111/ejss.12261.
 18. Ali, S.; Rizwan, M.; Qayyum, M.F.; Ok, Y.S.; Ibrahim, M.; Riaz, M.; Arif, M.S.; Hafeez, F.; Al-Wabel, M.I.; Shahzad, A.N. Biochar soil amendment on alleviation of drought and salt stress in plants: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research* 2017, 24, 12700–12712.
 19. Harel, Y.M.; Elad, Y.; Rav-David, D.; Borenstein, M.; Shulchani, R.; Lew, B.; Graber, E.R. Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungal pathogens. *Plant and Soil* 2012, 357, 245–257.
 20. Turinek, M.; Grobelnik-Mlakar, S.; Bavec, M.; Bavec, F. Biodynamic agriculture research progress and priorities. *Renewable Agriculture and Food Systems* 2009, 24, 146–154.
 21. Likar, M.; Stres, B.; Rusjan, D.; Potisek, M.; Regvar, M. Ecological and conventional viticulture gives rise to distinct fungal and bacterial microbial communities in vineyard soils. *Applied Soil Ecology* 2017, 113, 86–95, doi:10.1016/j.apsoil.2017.02.007.
 22. Hendgen, M.; Hoppe, B.; Döring, J.; Friedel, M.; Kauer, R.; Frisch, M.; Dahl, A.; Kellner, H. Effects of different management regimes on microbial biodiversity in vineyard soils. *Sci Rep* 2018, 8, 9393, doi:10.1038/s41598-018-27743-0.
 23. Mandl, K.; Cantelmo, C.; Gruber, E.; Faber, F.; Friedrich, B.; Zaller, J.G. Effects of

- Glyphosate-, Glufosinate- and Flazasulfuron-Based Herbicides on Soil Microorganisms in a Vineyard. *Bull Environ Contam Toxicol* 2018, 101, 562–569, doi:10.1007/s00128-018-2438-x.
24. Bellamy, P.H.; Loveland, P.J.; Bradley, R.I.; Lark, R.M.; Kirk, G.J. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature* 2005, 437, 245–248.
 25. Prosdocimi, M.; Jordán, A.; Tarolli, P.; Keesstra, S.; Novara, A.; Cerdà, A. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. *Science of the Total Environment* 2016, 547, 323–330.
 26. Castaneda, L.E.; Godoy, K.; Manzano, M.; Marquet, P.A.; Barbosa, O. Comparison of soil microbial communities inhabiting vineyards and native sclerophyllous forests in central Chile. *Ecology and evolution* 2015, 5, 3857–3868.
 27. Macci, C.; Doni, S.; Peruzzi, E.; Mennone, C.; Masciandaro, G. Biostimulation of soil microbial activity through organic fertilizer and almond tree association. *Land degradation & development* 2016, 27, 335–345.
 28. Tahovská, K.; Kaňa, J.; Bárta, J.; Oulehle, F.; Richter, A.; Šantrůčková, H. Microbial N immobilization is of great importance in acidified mountain spruce forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 2013, 59, 58–71.
 29. He, Z.; Deng, Y.; Van Nostrand, J.D.; Tu, Q.; Xu, M.; Hemme, C.L.; Li, X.; Wu, L.; Gentry, T.J.; Yin, Y. GeoChip 3.0 as a high-throughput tool for analyzing microbial community composition, structure and functional activity. *The ISME journal* 2010, 4, 1167–1179.
 30. Garcí-Orenes, F.; Roldán, A.; Morugán-Coronado, A.; Linares, C.; Cerdà, A.; Caravaca, F. Organic fertilization in traditional mediterranean grapevine orchards mediates changes in soil microbial community structure and enhances soil fertility. *Land Degradation & Development* 2016, 27, 1622–1628.
 31. Barka, E.A.; Nowak, J.; Clément, C. Enhancement of chilling resistance of inoculated grapevine plantlets with a plant growth-promoting rhizobacterium, *Burkholderia phytofirmans* strain PsJN. *Appl. Environ. Microbiol.* 2006, 72, 7246–7252.
 32. Hariprasad, P.; Niranjana, S. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. *Plant and soil* 2009, 316, 13–24.
 33. Balestrini, R.; Lumini, E. Focus on mycorrhizal symbioses. *Applied soil ecology* 2018, 123, 299–304.
 34. Berruti, A.; Lumini, E.; Balestrini, R.; Bianciotto, V. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *Frontiers in microbiology* 2016, 6, 1559.
 35. Balestrini, R.; Salvioli, A.; Dal Molin, A.; Novero, M.; Gabelli, G.; Paparelli, E.; Marzoni, F.; Bonfante, P. Impact of an arbuscular mycorrhizal fungus versus a mixed microbial inoculum on the transcriptome reprogramming of grapevine roots. *Mycorrhiza* 2017, 27, 417–430.
 36. Cameron, D.D.; Neal, A.L.; van Wees, S.C.; Ton, J. Mycorrhiza-induced resistance: more than the sum of its parts? *Trends in plant science* 2013, 18, 539–545.
 37. Guilpart, N.; Roux, S.; Gary, C.; Metay, A. The trade-off between grape yield and grapevine susceptibility to powdery mildew and grey mould depends on inter-annual variations in water stress. *Agricultural and Forest Meteorology* 2017, 234, 203–211.

di Tiziana Nardi

1. Belda, I.; Gobbi, A.; Ruiz, J.; de Celis, M.; Ortiz-Álvarez, R.; Acedo, A.; Santos, A. Microbiomics to Define Wine Terroir. 2020.
2. OIV RESOLUTION OIV/VITI 333/2010 Available online: <http://www.oiv.int/public/media/379/viti-2010-1-en.pdf> (accessed on Mar 2, 2018).
3. Liu, D.; Zhang, P.; Chen, D.; Howell, K. From the Vineyard to the Winery: How Microbial Ecology Drives Regional Distinctiveness of Wine. *Front. Microbiol.* 2019, 10, doi:10.3389/fmicb.2019.02679.
4. Gilbert, J.A.; van der Lelie, D.; Zarraonaindia, I. Microbial terroir for wine grapes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2014, 111, 5–6.
5. Bokulich, N.A.; Thorngate, J.H.; Richardson, P.M.; Mills, D.A. Microbial biogeography of wine grapes is conditioned by cultivar, vintage, and climate. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2014, 111, E139–E148.
6. Belda, I.; Zarraonaindia, I.; Perisin, M.; Palacios, A.; Acedo, A. From vineyard soil to wine fermentation: microbiome approximations to explain the “terroir” concept. *Front. Microbiol.* 2017, 8, 821.
7. Zarraonaindia, I.; Owens, S.M.; Weisenborn, P.; West, K.; Hampton-Marcell, J.; Lax, S.; Bokulich, N.A.; Mills, D.A.; Martin, G.; Taghavi, S. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. *MBio* 2015, 6, e02527–14.
8. Burns, K.N.; Kluepfel, D.A.; Strauss, S.L.; Bokulich, N.A.; Cantu, D.; Steenwerth, K.L. Vineyard soil bacterial diversity and composition revealed by 16S rRNA genes: differentiation by geographic features. *Soil Biol. Biochem.* 2015, 91, 232–247.
9. Miura, T.; Sánchez, R.; Castañeda, L.E.; Godoy, K.; Barbosa, O. Is microbial terroir related to geographic distance between vineyards? *Environ. Microbiol. Rep.* 2017, 9, 742–749.
10. Zarraonaindia, I.; Gilbert, J.A. Understanding grapevine-microbiome interactions: implications for viticulture industry. *Microb. Cell* 2015, 2, 171.
11. Pinto, C.; Pinho, D.; Sousa, S.; Pinheiro, M.; Egas, C.; Gomes, A.C. Unravelling the diversity of grapevine microbiome. *PLoS One* 2014, 9, e85622.
12. Marzano, M.; Fosso, B.; Manzari, C.; Grieco, F.; Intranuovo, M.; Cozzi, G.; Mulè, G.; Scioscia, G.; Valiente, G.; Tullo, A.; et al. Complexity and Dynamics of the Winemaking Bacterial Communities in Berries, Musts, and Wines from Apulian Grape Cultivars through Time and Space. *PLoS One* 2016, 11, e0157383.
13. Mezzasalma, V.; Sandionigi, A.; Bruni, I.; Bruno, A.; Lovicu, G.; Casiraghi, M.; Labra, M. Grape microbiome as a reliable and persistent signature of field origin and environmental conditions in Cannonau wine production. *PLOS ONE* 2017, 12, e0184615, doi:10.1371/journal.pone.0184615.
14. Vitulo, N.; Lemos, W.J.F.J.; Calgaro, M.; Confalone, M.; Felis, G.E.; Zapparoli, G.; Nardi, T. Bark and Grape Microbiome of *Vitis vinifera*: Influence of Geographic Patterns and Agronomic Management on Bacterial Diversity. *Front. Microbiol.* 2019, 9, doi:10.3389/fmicb.2018.03203.
15. Taylor, M.W.; Tsai, P.; Anfang, N.; Ross, H.A.; Goddard, M.R. Pyrosequencing reveals regional differences in fruit-associated fungal communities. *Environ. Microbiol.* 2014, 16, 2848–2858.
16. Morrison-Whittle, P.; Goddard, M.R. From vineyard to winery: a source map of microbial diversity driving wine fermentation. *Environ. Microbiol.* 2018, 20, 75–84.
17. Gobbi, A.; Kyrkou, I.; Filippi, E.; Ellegård-Jensen, L.; Hansen, L.H. Seasonal epiphytic microbial dynamics on grapevine leaves under

- biocontrol and copper fungicide treatments. *Sci. Rep.* 2020, 10, 1–13, doi:10.1038/s41598-019-56741-z.
18. Campisano, A.; Antonielli, L.; Pancher, M.; Yousaf, S.; Pindo, M.; Pertot, I. Bacterial endophytic communities in the grapevine depend on pest management. *PLoS One* 2014, 9, e112763.
 19. Berbegal, C.; Borruso, L.; Fragasso, M.; Tufariello, M.; Russo, P.; Brusetti, L.; Spano, G.; Capozzi, V. A Metagenomic-Based Approach for the Characterization of Bacterial Diversity Associated with Spontaneous Malolactic Fermentations in Wine. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 3980, doi:10.3390/ijms20163980.
 20. Morrison-Whittle, P.; Goddard, M.R. From vineyard to winery: a source map of microbial diversity driving wine fermentation. *Environ. Microbiol.* 2018, 20, 75–84.
 21. Stefanini, I.; Cavalieri, D. Metagenomic approaches to investigate the contribution of the vineyard environment to the quality of wine fermentation, potentials and difficulties. *Front. Microbiol.* 2018, 9, 991.
 22. Novello, G.; Gamalero, E.; Bona, E.; Botti, L.; Mignone, F.; Massa, N.; Cesaro, P.; Lingua, G.; Berta, G. The Rhizosphere Bacterial Microbiota of *Vitis vinifera* cv. Pinot Noir in an Integrated Pest Management Vineyard. *Front. Microbiol.* 2017, 8, 1528.
 23. Salvetti, E.; Campanaro, S.; Campedelli, I.; Fracchetti, F.; Gobbi, A.; Tornielli, G.B.; Torriani, S.; Felis, G.E. Whole-metagenome-sequencing-based community profiles of *Vitis vinifera* L. cv. Corvina berries withered in two post-harvest conditions. *Front. Microbiol.* 2016, 7, 937.
 24. Campisano, A.; Albanese, D.; Yousaf, S.; Pancher, M.; Donati, C.; Pertot, I. Temperature drives the assembly of endophytic communities' seasonal succession. *Environ. Microbiol.* 2017, 19, 3353–3364.
 25. Canfora, L.; Vendramin, E.; Felici, B.; Taricone, L.; Florio, A.; Benedetti, A. Vineyard microbiome variations during different fertilisation practices revealed by 16s rRNA gene sequencing. *Appl. Soil Ecol.* 2017, 125, 71–80, doi:10.1016/j.apsoil.2017.12.019.
 26. Marasco, R.; Rolli, E.; Fusi, M.; Michoud, G.; Daffonchio, D. Grapevine rootstocks shape underground bacterial microbiome and networking but not potential functionality. *Microbiome* 2018, 6, 3.
 27. Stefanini, I.; Albanese, D.; Cavazza, A.; Franciosi, E.; De Filippo, C.; Donati, C.; Cavalieri, D. Dynamic changes in microbiota and mycobiota during spontaneous 'Vino Santo Trentino' fermentation. *Microb. Biotechnol.* 2016, 9, 195–208.
 28. Martins, G.; Lauga, B.; Miot-Sertier, C.; Mercier, A.; Lonvaud, A.; Soulas, M.-L.; Soulas, G.; Masneuf-Pomarède, I. Characterization of Epiphytic Bacterial Communities from Grapes, Leaves, Bark and Soil of Grapevine Plants Grown, and Their Relations. *PLoS ONE* 2013, 8, e73013, doi:10.1371/journal.pone.0073013.
 29. Portillo, M. del C.; Franquès, J.; Araque, I.; Reguant, C.; Bordons, A. Bacterial diversity of Grenache and Carignan grape surface from different vineyards at Priorat wine region (Catalonia, Spain). *Int. J. Food Microbiol.* 2016, 219, 56–63.
 30. Miura, T.; Sánchez, R.; Castañeda, L.E.; Godoy, K.; Barbosa, O. Shared and unique features of bacterial communities in native forest and vineyard phyllosphere. *Ecol. Evol.* 2019, 9, 3295–3305, doi:10.1002/ece3.4949.
 31. Biodivigna: la varietà della vite — Prosecco. it — Conegliano Valdobbiadene - Just another WordPress site Available online: <https://www.prosecco.it/en/superiore-ambiente/it-biodivigna/> (accessed on May 8, 2020).
 32. Morrison-Whittle, P.; Lee, S.A.; Goddard, M.R. Fungal communities are differentially affected by conventional and biodynamic agricultural management approaches in vineyard ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2017, 246, 306–313.

di Federica Gaiotti

1. Calò A. (2011). *La variabilità intravarietale nella vite: le scoperte che si aprono con la sua analisi genetica*. Georgofili INFO (www.georgofili.info).
2. Schneider A. *Variabilità intra-varietale: una risorsa da tutelare*. <http://www.oicce.it/sito>.
3. Schneider A. (2006). *Aspetti genetici nello studio dei vitigni del territorio*. Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino 28.
4. Zhang Y.Y. et al. (2013). *Epigenetic variation creates potential for evolution of plant phenotypic plasticity*. New Phytol. 197, 314–322.
5. Meneghetti S. et al. (2011). *Study of Intra-Varietal Genetic Variability in Grapevine Cultivars by PCR-Derived Molecular Markers and Correlations with the Geographic Origins*. Molecular biotechnology. 50, 72-85.
6. Tomasi D., Gaiotti F. (2020). *I terroirs del Conegliano Valdobbiadene Prosecco*. Studio sull'origine della qualità nelle colline patrimonio dell'UNESCO. Antiga Edizioni, Crocetta del Montello (TV).
7. Meneghetti S. et al. (2014). *Genetic Variability and Geographic Typicality of Italian Former Prosecco Grape Variety Using PCR-Derived Molecular Markers*. Mol Biotechnol 56, 408–420.
8. Marfil C. et al. (2018). *Changes in grapevine DNA methylation and polyphenols content induced by solar ultraviolet-B radiation, water deficit and abscisic acid spray treatments*. Plant Physiol. Biochem. 135, 287–294.
9. Herrera, C. M. & Bazaga, P. (2016). *Genetic and epigenetic divergence between disturbed and undisturbed subpopulations of a Mediterranean shrub: a 20-year field experiment*. Ecology and evolution, 6 (11), 3832–3847.
10. Griggs D. (2017) *An investigation into the effect of grapevine age on vine performance, grape and wine composition, sensory evaluation and epigenetic characterisation*. Doctorate of Philosophy. School of Agriculture, Food and Wine. Faculty of Science. The University of Adelaide.
11. Flamini R et al. (2013). *Un Nuovo Strumento di Metabolomica per la Caratterizzazione Varietale delle Uve e lo Studio delle Malattie della Vite e della Chimica dei Vini*. Proceedings Enoforum.

Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG

il paesaggio: dai suoi elementi costitutivi ai suoi valori di unicità

Da pag. 37

di Diego Tomasi

1. Calò A. (2011). *La variabilità intravarietale nella vite: le scoperte che si aprono con la sua analisi genetica*. Georgofili INFO (www.georgofili.info).
2. Schneider A. *Variabilità intra-varietale: una risorsa da tutelare*. <http://www.oicce.it/sito>.
3. Schneider A. (2006). *Aspetti genetici nello studio dei vitigni del territorio*. Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino 28.
4. Zhang Y.Y. et al. (2013). *Epigenetic variation creates potential for evolution of plant phenotypic plasticity*. New Phytol. 197, 314–322.
5. Meneghetti S. et al. (2011). *Study of Intra-Varietal Genetic Variability in Grapevine Cultivars by PCR-Derived Molecular Markers and Correlations with the Geographic Origins*. Molecular biotechnology. 50, 72-85.



*Copertina: La vignetta di copertina e quelle inerenti al capitolo sul Paesaggio
sono state realizzate da Elena Spadoni*

Stampa: SOLUTION s.r.l. Pieve di Soligo (TV)

Finito di stampare: Dicembre 2020

