di ALESSANDRA FERRANDINO[1], MARCO VITALI[1], ANTONIO CARLOMAGNO[1], SARA TRAMONTINI[1], GIORGIO IVALDI[1], OLGA KEDRINA[1], GI ANPIERO ROMANA[2], CLAUDIO LOVISOLO[1].

TESSITURA DEL SUOLO E QUALITÀ DELL'UVA

I RISULTATI DI UNA PROVA A BAROLO

Le particelle più fini del suolo agrario sono le argille, untuose al tatto e leggere, ma capaci di rendere il terreno 'pesante', termine derivante da notazioni agronomiche che rimandano alle difficoltà di lavorazione dei terreni a matrice argillosa.
Le argille, così come la sostanza organica, sono la chiave della elettronegatività dei suoli e sono il punto di forza della capacità di scambio minerale dal suolo alla pianta.
Poche differenze percentuali del tenore di argilla di un suolo condizionano fortemente le sue attitudini agronomiche; dalla lettura dei triangoli granulometrici si evince bene come in funzione di bassi tenori percentuali di argilla si assista a variazioni importanti della natura dei suoli e come in presenza di alte concentrazioni di argilla le altre costituenti la matrice tessiturale risultino ininfluenti (Fig. 1).

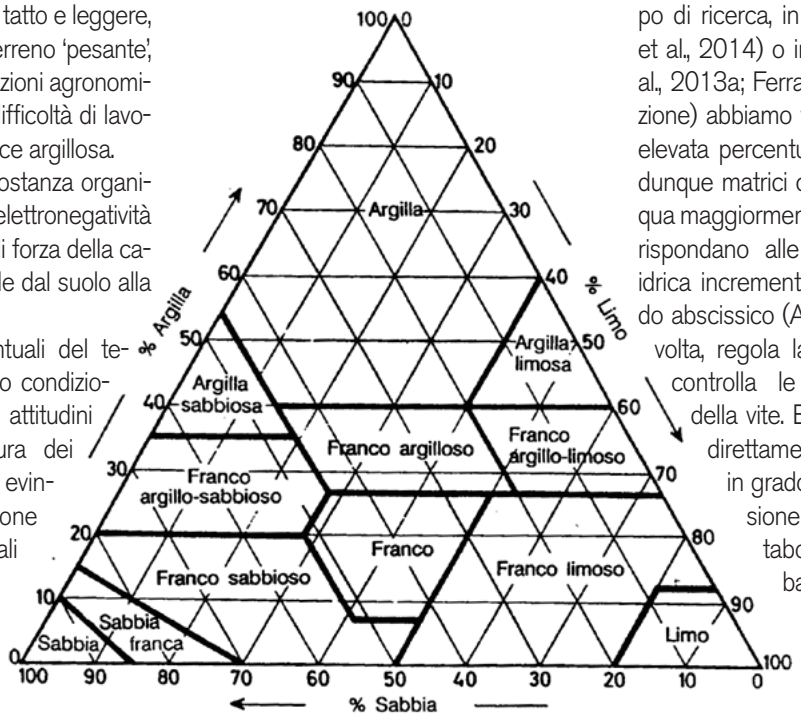

FIGURA 1 – TRIANGOLO PER DETERMINARE LA TESSITURA DEI SUOLI SECONDO LO UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE , USDA.

Le argille trattengono l'acqua e la rilasciano con difficoltà: sia la pianta, sia la forza di gravità si contendono l'acqua che saldamente tende a restare nel suolo argilloso a lungo. Nella radice della pianta che cresce in suoli argillosi si innescano regolazioni cellulari osmotiche per poter estrarre l'acqua prima che la gravità la attragga al di sotto della porzione di suolo esplorata dalle radici. Al contrario, nei suoli sabbiosi o ricchi di scheletro, l'acqua è facilmente utilizzabile dalla pianta, ma altrettanto facilmente si perde per percolazione negli strati profondi.
Il suolo del vigneto è spesso la chiave della qualità delle uve, perlomeno nel lungo periodo: le stagioni e le annate sono spesso meteorologicamente variabili, ma la tessitura del suolo resta tale o varia in scale di tempo ultra millenarie, ben lontane dai tempi che percepiamo in viticoltura. I Francesi, e non solo, sostengono da sempre l'importanza del suolo nel caratterizzare le produzioni viti-vinicole, poiché l'uva eredita da esso caratteristiche costanti nelle diverse annate. O meglio, le variazioni climatiche dell'annata incidono diversamente in suoli diversi, ed i suoli difficili sono quelli più caratterizzanti e costanti nelle risposte. Questi concetti si evincono da studi di zonazione, sempre più frequenti nei territori vitivinicoli di tutto il mondo.

In alcuni studi compiuti dal nostro gruppo di ricerca, in viti in vaso (Tramontini et al., 2014) o in vigneto (Tramontini et al., 2013a; Ferrandino et al., in preparazione) abbiamo verificato come una più elevata percentuale di argilla del suolo, dunque matrici capaci di trattenere l'acqua maggiormente (WR, water retaining) rispondano alle condizioni di carenza idrica incrementando l'accumulo di acido abscissico (ABA) fogliare che, a sua volta, regola la chiusura stomatica e controlla le risposte metaboliche della vite. E' noto infatti che l'ABA, direttamente o indirettamente, è in grado di influenzare l'espressione di alcuni geni del metabolismo secondario delle bacche influendo dunque sulla qualità dell'uva (per una review sull'argomento, Ferrandino e Lovisolo, 2014). Nei lavori in vaso abbiamo dimostrato come, soprattutto in varietà con comportamento quasi anisoidrico come Syrah, nei suoli WR si registrasse un incremento della concentrazione di ABA fogliare che, inducendo la chiusura stomatica anticipatamente, consentiva il mantenimento di un elevato potenziale idrico fogliare, tutelando le viti da stress estremi (Tramontini et al., 2014). Al contrario, in assenza di condizioni WR (ovvero di argilla nel suolo), le cultivar anisoidriche non controllavano il consumo d'acqua del suolo e giungevano velocemente a situazioni di stress grave. In vaso non era stato possibile verificare come questo meccanismo potesse influenzare la qualità delle uve poiché le piante in vaso non avevano produzione.

VIGNETO	CANNUBI (> ARGILLA E LIMO; CA)	CANNUBI (> SABBIA; CS)
CLONE	Policlonale	Policlonale
PORTINNESTO	Kober 5BB	420 A
ETÀ PIANTE	20 anni	10 anni
% ARGILLA	18.3	14.4
% LIMO	51.1	33.8
% SABBIA	30.6	51.8
PH	8.11	8.22
PIANTE/HA	3570	4800
INTERFILA (M)	2.8	2.6
DISTANZA SULLA FILA (M)	1	0.8
ALTITUDINE (M S.L.M.)	240	210
ESPOSIZIONE	sud/sud-est	sud

TABELLA 1 – CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE, GRANULOMETRICHE ED AGRONOMICHE RIASSUNTIVE DEI DUE VIGNETI.

Con il progetto Viniveri, finanziato dalla Regione Piemonte, è stato possibile validare in pieno campo le informazioni ottenute in vaso; in particolare, lavorando su Nebbiolo, una cultivar tendenzialmente anisoidrica come e più del Syrah, si è dimostrato che in terreni con maggior dotazione in argilla la chiusura degli stomi era anticipata, cioè le piante perdevano la loro spiccata anisoidricità: in altre parole, le piante percepivano prima la condizione di stress incipiente, il che si traduceva in un maggior accumulo di zuccheri e antociani nelle bacche (risposta comune della vite a un deficit idrico controllato). Il lavoro svolto risultava però ancora incompleto poiché caratterizzato da diversi 'peccati originali' tra cui il fatto che i vigneti in esame fossero localizzati in aree differenti, i portinnesti fossero vari e le analisi di qualità dell'uva fossero limitate alla misura degli antociani per via spettroscopica (Multiplex®, ForceA, Parigi) e del tenore in solidi solubili (Vitali et al., 2012).

Negli anni 2012 e 2013 si è svolta una sperimentazione presso l'azienda vitivinicola Damilano, lavorando in due vigneti attigui localizzati sulla collina dei Cannubi a Barolo (Fig. 2). Le due vigne sono policlonali, di viti adulte, innestate su piede Kober 5BB e su 420A: i due portinnesti, seppur diversi, sono in realtà entrambi *Vitis berlandieri x Vitis* **riparia** ed è noto che, per lo meno in età adulta con piante a regime, inducono risposte simili allo stress idrico (Tramontini et al., 2013b) (Tab. 1 e Fig. 2). non influendo sul comportamento iso- o anisoidrico della pianta.

Nel 2013 abbiamo equilibrato le piante con interventi in verde e diradamenti al fine di escludere del tutto possibili influenze del rapporto vegeto-produttivo sulle riposte ecofisiologiche e sulla qualità dell'uva (Tab. 2).

Nei terreni a prevalenza di particelle fini (CA, terreno franco-limoso) il comportamento anisoidrico tipico del Nebbiolo è stato attenuato, risultando in una riduzione della traspirazione (minore conduttanza stomatica) con conseguente riduzione del consumo di acqua (maggiore potenziale idrico del fusto), a causa di accumuli superiori di ABA fogliare, induttore della chiusura degli stomi (Fig. 3).

E' emerso inoltre in modo netto che l'accumulo di talune classi di metaboliti secondari sia stato fortemente influenzato

Da una materia prima antica un prodotto moderno.
Clayver
L'argilla intelligente
Clayver è il nuovo contenitore ceramico studiato espressamente per la vinificazione: fermentazione, conservazione e affinamento del prodotto.
www.clayver.it

dalla risposta della pianta alle condizioni di stress idrico imposte dal suolo e mediate dalla concentrazione di ABA fogliare (Tab. 2). Alla vendemmia sono risultati significativamente superiori nelle uve provenienti dalle piante coltivate in terreno franco-limoso, a granulometria più fine, gli antociani totali, i composti volatili totali (escludendo i composti a 6 atomi di carbonio) e i terpeni. Per ciò che attiene agli antociani, inoltre, si sono rilevate differenze anche a carico dei profili in quanto, nelle uve provenienti dalle piante coltivate nel terreno a granulometria più fine, si verificava un maggior livello di acilazione.

Entrando un poco nel dettaglio:
il meccanismo alla base di ciò che abbiamo studiato si può far ricadere sull'azione dell'ABA, fitormone naturale della vite. La produzione di ABA radicale ed il suo trasporto xilematico verso la foglia regolano negativamente l'apertura stomatica (più ABA, meno traspirazione), con sinergie ad altri meccanismi di risposta della vite a stress idrico (Lovisolo et al., 2002). Nella fattispecie, l'ABA prodotto dalle radici in stress idrico può essere trasportato e accumulato nella parte aerea, regolando con un *after effect* le fasi di reidratazione ancor più che quelle di stress (Lovisolo et al., 2008). Nei terreni argillosi, le radici percepiscono lo stress idrico quasi costantemente, sebbene lievemente, anche in presenza di acqua, poiché la matrice del suolo trattiene a sé l'acqua asciugando temporaneamente una parte della radice della pianta, parte in cui si innesca la biosintesi di ABA. L'ABA é scaricato nello xilema radicale e giunge alla parte aerea, controllando la traspirazione ed economizzando le perdite di acqua. Questo controllo negativo sulla traspirazione si avverte soprattutto a livello vegetativo (meno crescita di parti verdi, meno vigore), ma non intacca le strategie di fruttificazione della pianta. Anzi. Tra le altre diverse funzioni, l'ABA controlla (questa volta attivamente) le fasi di maturazione e la biosintesi di taluni metaboliti secondari dell'acino. Quindi, per farla breve, l'ABA promuove il contenimento della crescita vegetativa e l'attivazione dell'accumulo di metaboliti secondari dell'acino. Di sicuro questo meccanismo non favorisce la quantità della produzione, ma favorisce al contrario la sua qualità.
Tutto questo visto a scale zonale insegna come in suoli relativamente più 'pesanti' (CA è classificato franco-limoso secondo la scala internazionale) le uve producano vini più strutturati, ideali all'in-

FIGURA 2 – FOTOGRAFIA AEREA DELLA COLLINA DEI CANNUBI (ESPOSIZIONE SUD) E INDICAZIONE DEI DUE VIGNETI: VIGNETO CA (DOVE IL RAPPORTO TRA (ARGILLA + LIMO) E SABBIA È PARI A 2.23), E VIGNETO CS (RAPPORTO TRA (ARGILLA + LIMO) E SABBIA PARI A 0.93) IN CUI SI È SVOLTA LA SPERIMENTAZIONE.

	VOLATILI TOTALI	VOLATILI NON C6	TERPENI
	µg/kg uva	µg/kg uva	µg/kg uva
CA	1227.4 ± 165.0	182.8 ± 28.2	56.5 ± 7.9
CS	1248.4 ± 114.4	159.5 ± 14.7	33.4 ± 10.7
	ns	*	*

	SUPERFICIE FOGLIARE	N GRAPPOLI/M	SUP FGL/ GRAPPOLO	AT	PT	PROANTT
	cm^2/m		cm^2/grappolo	mg/kg uva	g/kg uva	g/kg uva
CA	2.7	9.9	2773	657.4 ± 6.6	2.9 ± 0.2	1.5 ± 0.09
CS	3.0	10.5	2838	538.9 ± 10.7	2.9 ± 0.3	1.3 ± 0.06
	ns	ns	ns	*	ns	ns

TABELLE 2 – DATI VEGETO-PRODUTTIVI DELLE PIANTE E PARAMETRI QUALITATIVI DELLE UVE ALLA RACCOLTA (ANNATA 2013) NEI DUE VIGNETI IN STUDIO (CA E CS, VEDASI FIG. 2). AT = ANTOCIANI TOTALI; PT = POLIFENOLI TOTALI (FOLIN-CIOCALTEAU); PROANTT = PROANTOCIANIDINE TOTALI (HARBERTSON). I COMPOSTI VOLATILI SONO QUELLI IN FORMA LIBERA E SONO STATI MISURATI PER SBSE-GC/MS (FERRANDINO ET AL., 2012).

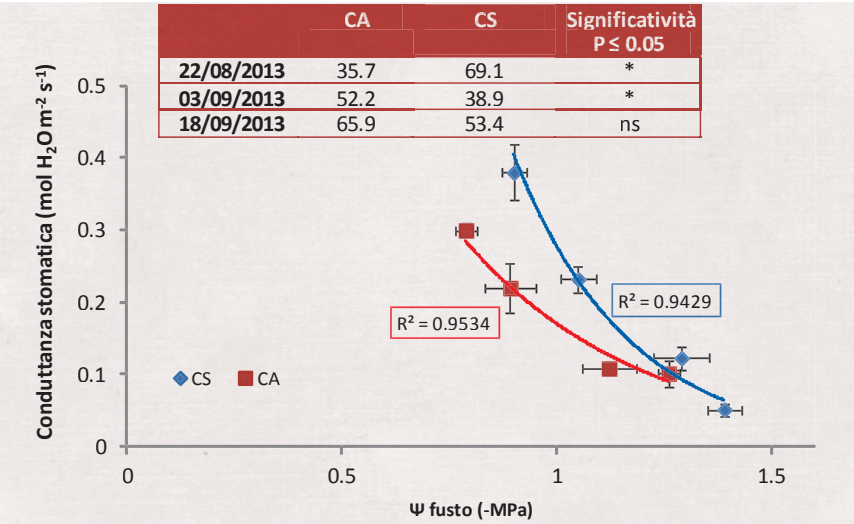

FIGURA 3 – NEL RIQUADRO SONO RIPORTATE LE CONCENTRAZIONI DI ABA FOGLIARE (NG/G DI TESSUTO FRESCO). INTERRELAZIONE TRA LA CONDUTTANZA STOMATICA (PARAMETRO DI MISURA DELLA CAPACITÀ DEGLI STOMI DI LASCIAR TRASPIRARE ACQUA) ED IL POTENZIALE IDRICO DEL FUSTO (INDICE DELLA DISPONIBILITÀ DI ACQUA NELLA PIANTA: AVVICINANDOSI A ZERO L'ACQUA È MAGGIORMENTE DISPONIBILE).

vecchiamento, mentre la natura delle sabbie (o l'assenza di argilla) si traduce in produzioni atte a vini meno complessi, ma più immediati. Non è una regola aurea ed impeccabile, poiché l'andamento climatico può modificare fortemente la produzione dell'annata (e poiché il bravo viticoltore si accorge, interpreta la stagione, ed opera scelte di conseguenza), ma ha una valenza certa nel lungo periodo supportata da evidenze sulla fisiologia della pianta.

Bibliografia

Ferrandino A, Carlomagno A, Baldassarre S, Schubert A. 2012. Varietal and pre-fermentative volatiles during ripening of *Vitis vinifera* cv Nebbiolo berries from three growing areas. Food Chemistry, 135(4): 2340-2349.

Ferrandino A, Lovisolo C. 2014. Abiotic stress effects on grapevine (*Vitis vinifera L.*): Focus on abscisic acid-mediated consequences on secondary metabolism and berry quality. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 138–147. doi: 10.1016/j.envexpbot.2013.10.012.

Lovisolo C, Hartung W, Schubert A. 2002. Whole-plant hydraulic conductance and root-to-shoot flow of abscisic acid are independently affected by water stress in grapevines. *Functional Plant Biology*, 29 (11): 1349-1356. doi:10.1071/FP02079.

Lovisolo C, Perrone I, Hartung W, Schubert A. 2008. An abscisic acid-related reduced transpiration promotes gradual embolism repair when grapevines are rehydrated after drought. *New Phytologist*, 180 (3): 642-651. doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02592.x.

Tramontini S, van Leeuwen C, Domec J-C, Destrac-Irvine A, Basteau C, Vitali M, Mosbach-Schulz O, Lovisolo C. 2013a. Impact of soil texture and water availability on the hydraulic control of plant and grape-berry development. *Plant and Soil* 2013, 368: 215-230. doi: 10.1007/s11104-012-1507-x.

Tramontini S, Vitali M, Centioni L, Schubert A, Lovisolo C. 2013b. Rootstock control of scion response to water stress in grapevine. *Environmental and Experimental Botany*, 93: 20–26. doi: 10.1016/j.envexpbot.2013.04.001.

Tramontini S, Döring J, Vitali M, Ferrandino A, Stoll M, Lovisolo C. 2014. Soil water-holding capacity mediates hydraulic and hormonal signals of near-isohydric and near-anisohydric *Vitis* cultivars in potted grapevines. *Functional Plant Biology*, 41: 1119–1128. doi: 10.1071/FP13263.

Vitali M., Ferrandino A., Cavalletto S., Chitarra W., La Iacona T., Spanna F., Tramontini S., Schubert A., Lovisolo C. 2012. La risposta anisoidrica a stress idrico del 'Nebbiolo' è attenuata nei suoli argillosi. *Atti IV Convegno nazionale di Viticoltura*, Asti 10-12 luglio 2012.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare l'azienda agricola Damilano (Barolo, CN) per aver ospitato la sperimentazione.

[1] *DISAFA, Università di Torino, Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO).*
[2] *Agronomo libero professionista*

COMPORTAMENTO ANISOIDRICO/ISOIDRICO

Le specie vegetali rispondono alla siccità con due comportamenti strategicamente antitetici, in funzione dell'ambiente in cui si sono evolute. Le piante di ambienti temperati hanno risposta anisoidrica, così come le cultivar di vite della Francia continentale e quelle dell'Italia settentrionale. Non limitano la traspirazione, ma utilizzano strategie di regolazione osmotica radicale per utilizzare l'acqua nel suolo a potenziali sempre più bassi, in attesa di una pioggia o di una irrigazione. Rischiano l'embolismo xilematico se l'evento di reidratazione ritarda (annate particolarmente siccitose). Al contrario, le piante di zone caldo-aride (per es. del bacino del Mediterraneo, come l'olivo e le cultivar di vite come il 'Grenache') hanno un comportamento meno dissipativo e in situazioni di deficit idrico regolano la traspirazione con la chiusura stomatica, risparmiando acqua e limitando i processi di crescita. Le prime sono ecologicamente ottimiste (anisoidriche); queste ultime sono, al contrario, pessimiste (isoidriche).