



ADATTAMENTO DELLE TECNICHE COLTURALI DEL VIGNETO IN FUNZIONE DELLA VARIABILITÀ DEL CLIMA E DELLE NUOVE ESIGENZE DI MERCATO

Sotto l'impulso del cambiamento climatico e della crescente preferenza per vini a moderato contenuto alcolico, i modelli produttivi viticoli si stanno modificando. In questa review vengono analizzati i possibili interventi, tradizionali ed innovativi, capaci di regolarizzare o perfino ritardare una maturazione dell'uva troppo accelerata e/o sbilanciata e contenere l'accumulo degli zuccheri nel mosto e l'alcolicità potenziale dei vini.



Di

Alberto Palliotti

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi di Perugia

Stefano Poni

Dipartimento di Produzioni Vegetali Sostenibili - Area Frutticoltura e Viticoltura, Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(Da sinistra nella foto)

INTRODUZIONE

■ Uno degli obiettivi tradizionalmente perseguiti in tutte le aree viticole del pianeta è la produzione di uve caratterizzate da un elevato grado zuccherino in quanto tale parametro è sempre stato, oggettivamente, un punto di riferimento anche ai fini della valutazione economica del prodotto (Koblet, 1986; Jackson e Lombard, 1993). Oggi, il significato di questo importante indice di maturazione sta evolvendo a causa della crescente richiesta da parte dei mercati, sia nazionali sia esteri, di vini a moderato contenuto alcolico (Salamon, 2006; Seccia e Maggi, 2011). Questo obiettivo può essere ottenuto direttamente in vigneto utilizzando appropriate tecniche colturali che consentono il controllo dell'accumulo dei precursori dell'alcool etilico, ovvero degli zuccheri nel mosto.

■ Questa nuova tendenza è anche associata ad almeno altri tre elementi: *i*) una non sempre corretta comunicazione relativa agli effetti negativi esercitati dall'alcol sulla salute umana; *ii*) sempre più stringenti norme sul consumo di alcool previste dal codice della strada; *iii*) cambiamento dello stile alimentare dei consumatori delle grandi metropoli con una crescente richiesta di vini moderni, caratterizzati cioè da particolari sensazioni organolettiche, quali freschezza, leggerezza, colore e sapidità.

■ È noto che l'alcool può aumentare la percezione di dolcezza ed amaro, mentre riduce quelle di acidità, salinità ed asprezza (Martin e Pangborn, 1970; Fisher e Noble, 1994), così come le alte concentrazioni possono influire negativamente sulla fermentazione malolattica, poiché inducono perdite di stabilità delle membrane delle cellule di *Oenococcus oeni* e quindi causano un ritardo nella stabilizzazio-

ne ed invecchiamento dei vini ed un aumento delle caratteristiche sensoriali indesiderate (Graca da Silveira *et al.*, 2002). Le elevate concentrazioni zuccherine dell'uva possono altresì avere un impatto significativo anche sul processo di fermentazione e sulla composizione del vino, sia a livello di caratteristiche sensoriali sia di attività microbiologica, causa inibizione della crescita e/o lisi delle cellule dei lieviti, così come rallentamenti o blocchi di fermentazione. Questi fenomeni risultano aggravati nelle annate calde e siccitose (Coulter *et al.*, 2008), cui seguono impatti fortemente negativi sulla composizione del vino.



DOCUMENTO TECNICO

■ La limitazione della concentrazione degli zuccheri nell'uva può essere anche utile per evitare aggravamenti di costi in cantina imputabili ad una eventuale dealcolizzazione dei vini finiti con mezzi fisici (osmosi inversa, ultrafiltrazione, ecc.), recentemente autorizzata, fino ad un massimo del 2% in volume, in tutti i paesi dell'UE con il Reg. CE n. 606 del 2009.

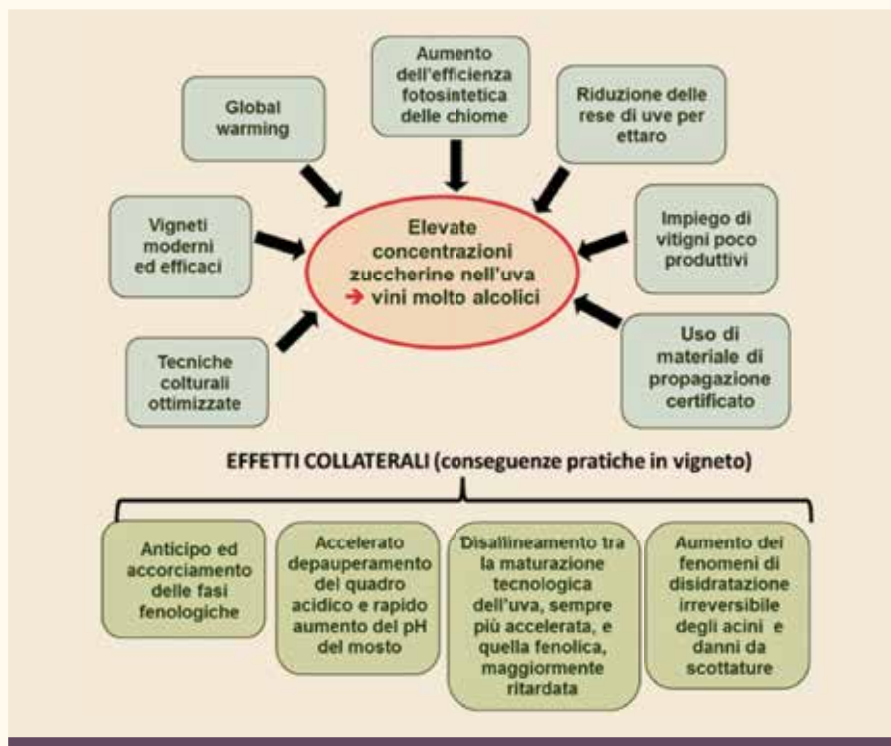
A questo quadro di riferimento, si aggiungono una serie di "elementi di variazione" che hanno contribuito in modo deciso, anche se con intensità diversa a seconda della zona di coltivazione, alla produzione di vini ad elevato contenuto alcolico, molto strutturati e con una marcata impronta fenolica (Fig. 1).

■ Questi, in forma aggregata, hanno indotto una serie di "effetti collaterali" nel vigneto con conseguenze negative, che richiedono accorgimenti tecnici di natura correttiva, descritti in seguito, e che risultano aggravati nelle seguenti situazioni ambientali e tecniche:

- 1) vigneti collinari non irrigui;
- 2) vigneti con esposizioni e pendenze che favoriscono elevati irraggiamenti e temperature (es. esposizioni est, sud e sud-est, con pendenze medio-elevate);
- 3) vigneti su terreni sciolti e sabbiosi o caratterizzati da una scarsa dotazione in sostanza organica;
- 4) vigneti con un limitato franco di coltivazione (es. terreni erosi, suoli pedemontani e montani);
- 5) vigneti con elevate densità di impianto caratterizzati da alti consumi idrici.

■ Negli ultimi decenni, gli effetti del cambiamento climatico si sono manifestati a livello globale soprattutto in termini di progressivo incremento delle temperature durante la stagione vegetativa. Nell'ambito di uno studio condotto in 27 regioni viticole del mondo, Jones (2012) ha rilevato un aumento medio della temperatura di 1,3 °C nel periodo 1950-2000 e ipotizzato un ulteriore innalzamento di 2 °C nei prossimi cinquanta anni. Gli effetti sul ciclo delle piante sono indubbi; una delle reazioni più evidenti della *Vitis vinifera* all'aumento delle temperature è il raccorciamento della durata delle fasi fenologiche che, peraltro, si verificano con un considerevole anticipo rispetto al passato (Duchêne e Schneider, 2005). In particolare, le ultime fasi della maturazione spesso coincidono con periodi particolarmente caldi; una diretta conseguenza di questo fenomeno è di norma un accumulo

Fig. 1 - "Elementi di variazione" del processo di maturazione dell'uva che portano alla produzione di uve caratterizzate da elevati accumuli di zuccheri ed alte alcolicità potenziali ed "effetti collaterali" che ne derivano



troppo rapido ed eccessivo di zuccheri, spesso associato a scarsi livelli di acidità, pH elevati e aromi "atipici". Di conseguenza, il vino che ne deriva può risultare troppo alcolico, poco fresco, dotato di una componente aromatica sbilanciata e esposto a problemi di stabilità e conservazione.

■ Anche l'incremento della concentrazione di CO₂ atmosferica, oggi oscillante intorno ai 390 ppm (contro i 330 ppm di un paio di lustri or sono), concorre a modificare le prestazioni delle piante. Infatti, una maggiore disponibilità di CO₂ si traduce in un incremento dell'efficienza fotosintetica e, quindi, in un maggiore potenziale di maturazione (Bindi et al., 2001). Indubbiamente, anche gli aspetti legati alla ristrutturazione dei vigneti, con la costituzione di impianti moderni ed efficienti, contribuiscono ad accelerare la maturazione dell'uva. Tra questi, ricordiamo l'ottimizzazione delle pratiche colturali sfociata nella massimizzazione dell'efficienza fotosintetica della chioma, l'uso di vitigni e cloni selezionati per una produttività contenuta grazie ad un limitato peso medio del grappolo o ad una bassa fertilità gemmaria, il miglioramento dello stato sanita-

rio del materiale di propagazione con vitigni e cloni certificati virus-esenti e, non da ultimo, i limiti alle rese imposti dai disciplinari di produzione delle denominazioni d'origine (Fig. 1).

In Italia, è stato recentemente evidenziato che dal 1995 al 2005 il vino Sassicaia ha incrementato il grado alcolico dal 12% al 14% (Rand, 2006), mentre nel vino Ornellaia, tra il 1985 ed il 2005, tale forbice si è allargata da 12,5 a 14,5% (Lowe, 2006).

■ In realtà, aumenti progressivi della capacità di accumulo degli zuccheri nel mosto e della alcolicità dei vini sono stati evidenziati da tempo anche in aree viticole di altri paesi; in Napa Valley (California), ad esempio, Dokoozlian (2009) riporta che il livello medio degli zuccheri dei mosti di Cabernet Sauvignon è passato dai 21-22 °Brix del 1990 ai 24-25 °Brix nel 2008. Sempre in Napa, il tasso alcolico medio dei vini prodotti è cresciuto dal 12,5% al 14,8% nel periodo 1971-2001 (Vierra, 2004). In Australia, nel periodo 1984-2004, si è passati da 12,3% a 13,9% di alcool nei vini rossi e da 12,2% a 13,2% nei bianchi (Godden e Gishen, 2005). **In l'Australia, con un modello lineare implementato nel periodo 1985 - 2000,**



DOCUMENTO TECNICO

Godden (2000) ha evidenziato un aumento annuale di ben 0,07% di alcool nei vini rossi e 0,05% in quelli bianchi.

■ Infine, Duchene e Schneider (2005) riportano che il grado alcolico potenziale delle uve di Riesling prodotte in Alsazia è aumentato del 2,5% negli ultimi 30 anni a causa di temperature più elevate nel corso della maturazione.

■ Anche le variazioni inerenti le fasi fenologiche sono state ben documentate; il dato forse più eclatante è l'anticipo dell'epoca di vendemmia di oltre un mese evidenziato nello Chateaufort du Pape (Francia) da Ganichot (2002) in un arco di 60 anni, cioè dal 1945 al 2005. Per il Montepulciano allevato in Abruzzo, invece, l'anticipo dell'epoca di vendemmia è stato calcolato in circa 14-15 giorni nella parte centrale della regione e della costa, mentre scende a circa 10 giorni nella parte costiera situata a sud (Di Lena *et al.*, 2010). Nella regione vitivinicola tedesca Rheingau, Stoll *et al.* (2009) riportano che, negli ultimi 30 anni, le fasi di germogliamento ed allegazione del Riesling hanno mostrato anticipi di 10-17 giorni e l'invaiaura di ben 14-21 giorni. In Italia, una delle ultime simulazioni eseguite con il modello HadCM3 al fine di prevedere l'impatto che il cambiamento climatico potrebbe indurre sulle fasi fenologiche del vitigno Chardonnay in Trentino, indica che, accanto ad un anticipo significativo delle fenofasi primaverili, ovvero germogliamento e fioritura e, successivamente, dell'invaiaura, alcune zone montane site a circa 1.000 m di altitudine potrebbero divenire aree climaticamente adatte per la viticoltura prima della fine di questo secolo (Caffarra e Eccel, 2011).

■ Come sopra descritto, l'interazione tra gli "elementi di variazione" riportati in **Fig. 1** ha di recente contribuito al rapido raggiungimento di elevate gradazioni potenziali in fasi precoci della stagione suggerendo una vendemmia immediata, ovvero durante la parte più calda della stagione, con produzioni spesso di vini immaturi e meno espressi. Ciò può infatti essere deleterio all'accumulo di aromi, che avviene nell'ultima fase della maturazione, dopo che la concentrazione di zuccheri ha già raggiunto il massimo. Inoltre, la maturazione di vitigni precoci, in particolare a bacca bianca, durante la fase più calda della stagione potrebbe alterare, se non addirittura compromettere, il profilo acidico ed aromatico dell'uva, a causa dell'influenza che la temperatura esercita sia

sulla dissimilazione degli acidi organici, malico in particolare, sia sulla sintesi delle sostanze aromatiche (Marais *et al.*, 1999).

■ Nelle varietà a bacca rossa, la maturità tecnologica si può verificare con ampio anticipo rispetto alla massima colorazione delle uve, poiché la pigmentazione della bacca è notoriamente posticipata, di alcuni giorni, rispetto all'accumulo zuccherino (Coombe, 1992). Inoltre, occorre sottolineare che temperature che eccedono i 35 °C possono rallentare i fenomeni di sintesi degli antociani, imputabili all'inibizione della trascrizione del mRNA dei geni responsabili della loro biosintesi, ma anche causare la degradazione più rapida dei pigmenti già prodotti ed accumulati nella buccia delle uve (Mori *et al.*, 2007). In tali condizioni, ai decorsi della maturazione troppo accelerati, si possono facilmente affiancare fenomeni di eccessiva disidratazione degli acini, con sintesi di aromi fortemente sbilanciati verso sentori tipici della sovra maturazione, fino ad arrivare a gravi danni da scottature. In alcuni areali quest'ultimo fenomeno sta creando gravi problemi tanto che recentemente numerose aziende stipulano polizze assicurative anche contro questa nuove e pericolosa tipologia di danno.

■ In tale contesto è necessario prestare attenzione agli scenari futuri e definire interventi

sia di natura programmatica - ossia pianificare i nuovi assetti della viticoltura del millennio appena iniziato - sia di messa a punto di tecniche colturali idonee a superare o quantomeno tamponare, nel breve-medio periodo, gli effetti negativi derivanti da queste nuove e forse inattese problematiche.

■ La futura pianificazione del settore vitivinicolo nazionale deve necessariamente riconsiderare alcuni elementi strutturali, quali: *i*) redistribuzione geografica della coltivazione della vite in funzione delle nuove disponibilità termiche ed idriche dei territori; *ii*) ricollocazione dei vitigni sul territorio in funzione delle relative capacità di adattamento/elusione agli stress abiotici; *iii*) scelta del portinnesto; *iv*) scelta del sistema di allevamento; *v*) densità di impianto ed orientamento dei filari.

■ Altra problematica meritevole di attenzione, soprattutto per i risvolti negativi che ne conseguono, riguarda l'inaspettata intensificazione dei fenomeni meteo estremi, soprattutto estivi. In particolare, nell'ultima decade si sono alternate annate particolarmente calde e siccitose (2003, 2007, 2011 e 2012) ad annate umide e piovose (2002, 2005, 2006, 2010, 2013 e 2014) con problematiche differenziate. In queste ultime la preoccupazione principale è rappresentata dalla elevata virulenza dei patogeni, quali peronospora, oidio,

Tab. 1 - Tecniche colturali, tradizionali ed innovative, utilizzabili per regolarizzare e/o ritardare la maturazione dell'uva

1	Tecniche colturali basate sull'induzione di meccanismi di competizione nutrizionale tra i vari organi della vite	<ul style="list-style-type: none"> • aumento calibrato della produttività unitaria ottenuto incrementando il carico di gemme • cimatura tardiva dei germogli • irrigazioni tardive • potatura invernale tardiva
2	Tecniche colturali basate sull'induzione di stress fotosintetici calibrati	<ul style="list-style-type: none"> • defogliazioni tardive in post-invaiaura • ombreggiamento delle chiome con teli schermanti • impiego in post-invaiaura di sostanze con attività antitrasspirante
3	Tecniche colturali basate sull'uso di prodotti che agiscono sui processi di maturazione dell'uva	<ul style="list-style-type: none"> • auxine di sintesi • brassinazolo • acido salicilico • citochinine di sintesi • inibitori dell'etilene e composti che rilasciano etilene
4	Tecniche colturali alternative	<ul style="list-style-type: none"> • vendemmia anticipata di parte della produzione pendente per la costituzione di specifici prodotti enologici



DOCUMENTO TECNICO

botrite e marciume acido, mentre nelle annate siccitose l'attenzione deve essere rivolta al controllo della maturazione dell'uva.

■ In questo quadro non vi è dubbio che, oltre alla definizione di nuovi modelli produttivi, un tema di scottante attualità sia quello relativo alle modalità colturali capaci di ritardare la maturazione dell'uva evitando di raggiungere, spesso già entro la seconda decade di agosto, concentrazioni zuccherine talmente elevate e/o di tenori acidici così bassi da imporre vendemmie anticipate.

TECNICHE COLTURALI, TRADIZIONALI ED INNOVATIVE, APPLICABILI PER RALLENTARE LA MATURAZIONE TECNOLOGICA DELL'UVA

■ Alla luce di quanto sopra, è utile riconsiderare le potenzialità applicative di alcune tecniche colturali tradizionali e di descriverne altre, totalmente innovative, utili a regolarizzare o perfino ritardare una maturazione troppo accelerata e/o sbilanciata. In accordo alla loro modalità di azione, tali tecniche colturali possono essere classificate in quattro gruppi (Tab. 1).

1. Tecniche colturali basate sull'induzione di meccanismi di competizione nutrizionale tra i vari organi della vite.

1.1 Aumento calibrato della produttività unitaria ottenuto incrementando il carico di gemme

■ Condizioni di elevata produttività unitaria sono generalmente associate ad un basso rapporto tra la "superficie fogliare" e la "produzione pendente" (inferiore a 0,8 e 0,5 m²/kg di uva, rispettivamente per i sistemi di allevamento a contropalliera e per quelli orizzontali e/o a chioma divisa), e comportano una limitazione nella capacità di accumulo degli zuccheri nell'acino (Kliewer e Dokoozlian, 2005). In tali situazioni è possibile accelerare e migliorare il decorso della maturazione aumentando il rapporto "superficie fogliare/uva" attraverso un contenimento del carico produttivo, che può essere agevolmente ottenuto mediante operazioni di diradamento dei grappoli (Pal-

Foto 1 - Filari di Sagrantino allevati a cordone speronato e potati con ~15 gemme a ceppo (sinistra, pari a 73.000 gemme/ha) e ~9 gemme/ceppo (destra, corrispondente a 44.000 gemme/ha). Cantina Signae Cesarini Sartori, Gualdo Cattaneo (PG)



Tab. 2 - Effetti dell'aumento della carica di gemme sulla produttività delle piante di Sagrantino allevato a cordone speronato e sulle caratteristiche compositive dell'uva alla vendemmia (Media biennio 2011-2012)

	Controllo (9 gemme/ceppo)	Alta carica (16,3 gemme/ceppo)
Gemme ad ettaro (n°)	43.650 b	76.100 a
Grappoli/ceppo (n°)	9,6 b	19,5 a
Produzione uva (kg/ceppo)	1,73 b	2,90 a
Produzione uva (t/ha)	8,8	14,6
Peso medio grappolo (g)	182 a	147 b
Peso medio acino (g)	1,38 a	1,35 a
Acini/grappolo (n°)	132 a	109 b
Solidi solubili (°Brix)	26,2 a	26,3 a
Acidità titolabile (g/l)	6,13 a	5,59 a
pH del mosto	3,56 a	3,61 a
Antociani (mg/cm ² di buccia)	0,37 a	0,29 b
Polifenoli totali (mg/cm ² di buccia)	0,91 a	0,65 b
APA* (mg/l)	98,2 a	71,6 b
Superficie fogliare/uva (m ² /kg)	2,07 a	1,82 a

Le medie accompagnate da lettere diverse sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$ (*t-test* di Student)

* APA = azoto prontamente assimilabile dai lieviti dato dalla somma dell'ammonio e degli aminoacidi liberi al netto della prolina

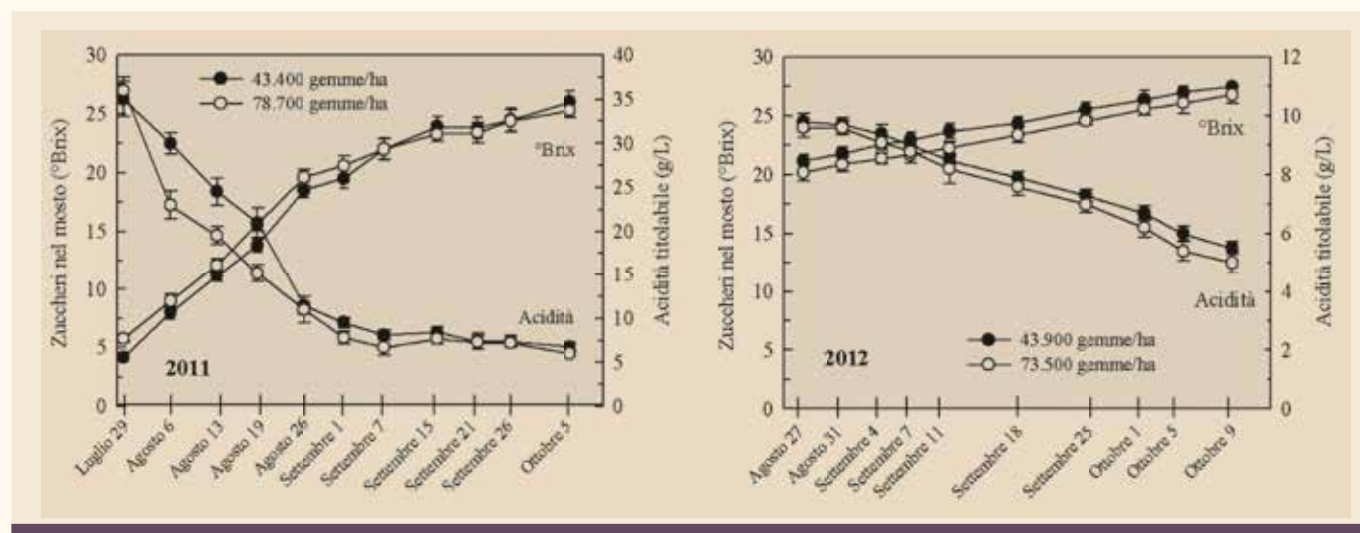
liotti e Cartechini, 2000) o per mezzo di una precoce scacchiatura dei germogli (Bernizzoni *et al.*, 2011). Viceversa, non si può affermare con altrettanta certezza che si possa ottenere una riduzione della capacità di accumulo degli zuccheri nell'uva solo attraverso un incremento della carica di gemme in potatura invernale,

soprattutto in vigneti equilibrati e ben gestiti.

■ In tali casi, oltre all'effetto annata, anche le riserve nutrizionali accumulate nel tronco, tralci e radici possono giocare un ruolo significativo (effetto tampone) e la necessaria riduzione del rapporto "superficie fogliare/produzione" potrebbe non aver luogo. Infatti, un'indagine



Fig. 2 - Evoluzione dell'accumulo degli zuccheri e della degradazione dell'acidità titolabile nel mosto durante la maturazione in ceppi di Sagrantino allevati a cordone speronato e potati con media ed alta carica di gemme (rispettivamente 9 e 15,2 gemme/ceppo)



sperimentale appositamente implementata nel biennio 2011/2012 ha messo in evidenza come un aumento medio della carica di gemme da 44.000 a 76.000 ad ettaro, equivalente rispettivamente a ~9 vs. ~15 gemme/ceppo, su un vigneto di Sagrantino allevato a cordone speronato con circa 5.000 ceppi/ha, non ha indotto modifiche sostanziali sull'accumulo degli zuccheri e sulla degradazione degli acidi organici nel mosto (**Foto 1, Fig. 2, Tab. 2**). Ciò è avvenuto pur in presenza di un aumento della produttività delle piante del 67% e di una concomitante diminuzione della componente fenolica delle uve, -22% e -29% rispettivamente, per antociani e polifenoli totali, e dell'azoto prontamente utilizzabile dai lieviti (-27%) (**Tab. 2**) (Palliotti, dati non pubblicati). È da rimarcare come, anche in questo caso, il rapporto "superficie fogliare/uva" non sia stato un fattore limitante nemmeno nella tesi con alta carica di gemme.

■ Allo stesso modo, in una indagine quadriennale eseguita sulla cultivar Croatina allevata a cordone speronato, Poni et al. (2004) hanno dimostrato come, rispetto ad una potatura manuale piuttosto severa, una carica di gemme aumentata del 70% mediante potatura invernale meccanica seguita da una leggera rifioritura manuale, non ha diminuito il rapporto "superficie fogliare/produzione" e conseguentemente non ha indotto modifiche sostanziali sulla composizione dell'uva. D'altra parte anche Kliewer e Dokoozlian (2005) nella cultivar

Thompson Seedless hanno riscontrato come livelli produttivi pari a 9, 17, 24 e 28 kg a ceppo hanno fatto evidenziare rapporti "superficie fogliare/produzione" pari rispettivamente a 4,0, 1,55, 1,05 e 0,82 m²/kg d'uva, senza differenze significative a livello di concentrazione zuccherina nelle uve, che variava da un minimo di 22,2 °Brix ad un massimo di 22,9 °Brix. Inoltre, in condizioni di stagioni sufficientemente lunghe, Edson et al. (1995) hanno dimostrato che piante del vitigno Seyval allevate in vaso con un livello produttivo variabile da 1 a 6 grappoli sono capaci di far maturare completamente l'uva senza differenze apprezzabili a livello di concentrazione zuccherina, acidità totale e pH del mosto.

■ Ovviamente è noto che livelli produttivi veramente eccessivi esercitano effetti negativi sulla composizione dell'uva, causando inoltre un sicuro ritardo nella maturazione (Jackson e Lombard, 1993), anche se il limite tra un corretto ed eccessivo carico produttivo non è perfettamente chiaro (Poni et al., 1993; Keller et al., 2008).

1.2 Cimatura dei germogli

Un'altra leva, per certi aspetti naturale, sulla quale basare una strategia di rallentamento della maturazione è quella che sfrutta i normali rapporti di competizione di crescita tra germogli e grappoli. La **Fig. 3** riporta gli andamenti ideali dei due processi; la curva di velocità di crescita dei germogli rallenta dopo la

fioritura e si arresta in prossimità dell'invasatura, quando prende avvio il rapido aumento di soluti nella bacca. Il termine "ideale" è giustificato dal fatto che la dinamica delle due curve soddisfa un criterio fisiologico specifico della viticoltura commerciale ovvero che, proprio per privilegiare i processi della maturazione, non debbano sussistere rapporti competitivi tra i due fenomeni che, di fatto, temporalmente non si sovrappongono. È evidente che il mutare delle condizioni climatiche, e quindi delle potenzialità di maturazione, induce a reinterpretare queste relazioni ipotizzando che uno spostamento verso destra della curva di crescita dei germogli possa innescare un meccanismo di competizione vegetativa che, nella fattispecie, si rivelerebbe utile per rallentare la maturazione dell'uva. Il problema pratico diviene pertanto quello di indurre, ad esempio, una ricrescita di femminele calibrata e giustamente competitiva. Nel merito, la tecnica più affidabile è quella che utilizza l'epoca e la severità di cimatura dei germogli per stimolare la produzione di femminele, nel caso specifico l'interesse sarebbe nei confronti di cimature ad esempio più tardive e/o severe e quindi in grado di dare poi origine a femminele capaci di svolgere una azione competitiva.

■ Per quanto riguarda la tecnica di cimatura dei germogli, Stoll et al. (2009) con interventi effettuati all'allegagione, hanno ottenuto su Riesling un ritardo di maturazione di circa 20 giorni ed una riduzione significativa della ca-



DOCUMENTO TECNICO

Fig. 3 - Evoluzione stagionale della crescita dei germogli e degli acini. Le dinamiche ideali di accrescimento vegetativo dei germogli e dei grappoli nella vite ipotizzano che la crescita vegetativa si esaurisca in prossimità dell'invasiatura (I), fase che segna l'inizio della maturazione. Grafico ripreso da Bertamini 2005 - *Manuale di Viticoltura, Edagricole*

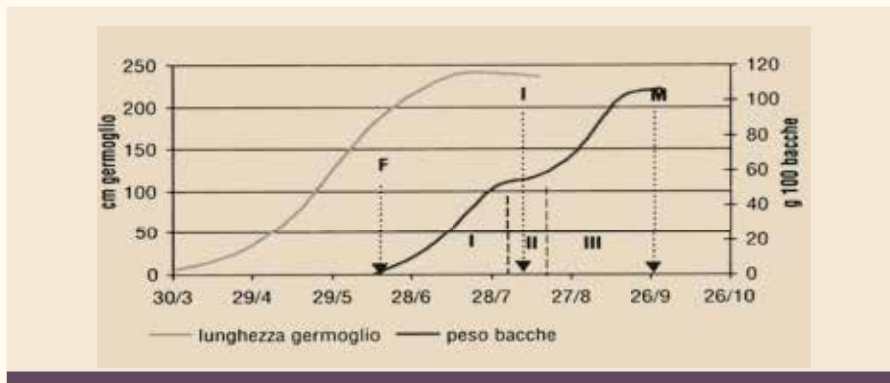
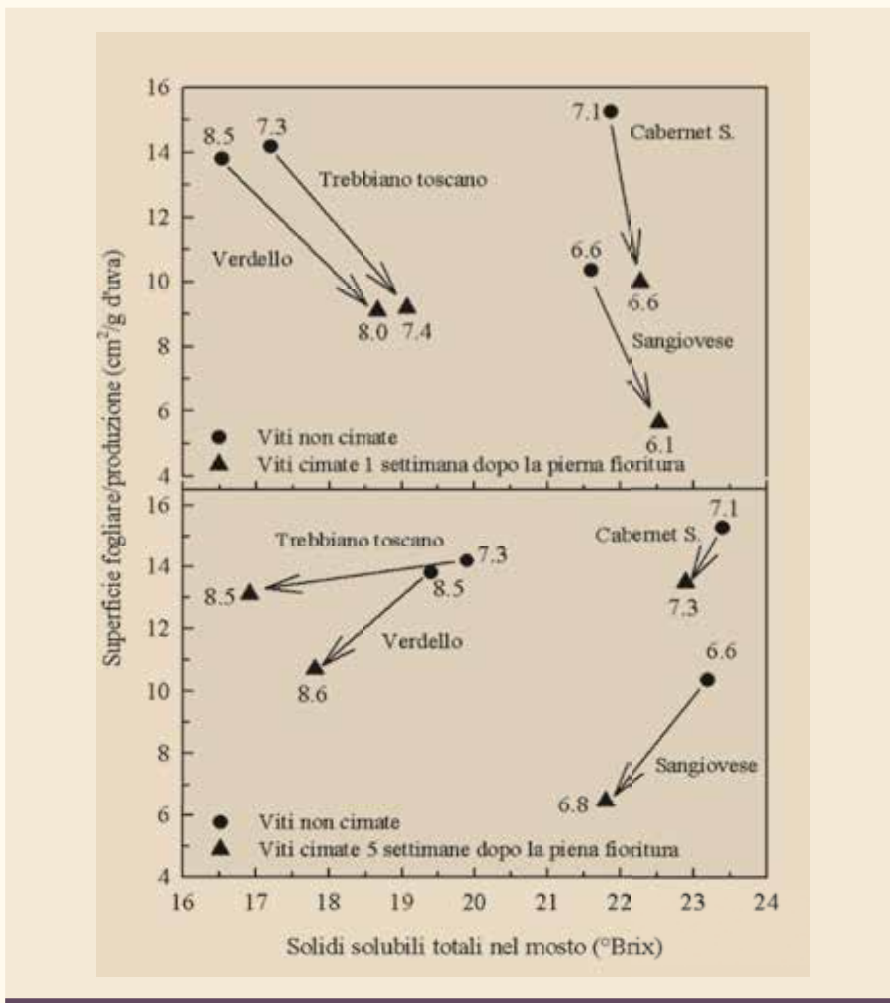


Fig. 4 - Relazione tra l'accumulo degli zuccheri nell'uva ed il rapporto "superficie fogliare/uva" in differenti vitigni a bacca bianca e nera allevati a cordone libero non cimati e sottoposti a cimature dei germogli 1 e 5 settimane dopo la piena fioritura



pacità di accumulo degli zuccheri nel mosto di oltre 4 °Brix, mentre Filippetti *et al.* (2011), a seguito di una cimatura tardiva eseguita una settimana dopo l'invasiatura, hanno indotto, su Sangiovese, una significativa riduzione nell'accumulo degli zuccheri nel mosto senza modificare il pH ed il contenuto in acidi organici, antociani e tannini sia nei vinaccioli sia nelle bucce. Anche in Spagna, su Grenache e Tempranillo, cimature dei germogli particolarmente "aggressive" (taglio eseguito, dopo l'allegagione, subito al di sopra del grappolo distale), hanno ridotto il rapporto "superficie fogliare/uva" e, nel contempo, rallentato il processo di maturazione con cali significativi a carico del contenuto in zuccheri, antociani e polifenoli totali e del pH nel mosto, nonché del peso del grappolo e dell'acino (Balda e Martinez de Toda, 2011).

■ Indagini meno recenti eseguite in Umbria su differenti vitigni sia a bacca nera sia bianca hanno evidenziato come le cimature dei germogli eseguite tardivamente, cioè 5 settimane dopo la piena fioritura, contrariamente a quelle precoci, applicate una settimana dopo la fioritura o ai controlli non cimati, determinano rallentamenti nell'accumulo degli zuccheri e nella degradazione degli acidi organici posticipando pertanto l'epoca ottimale di vendemmia (Fig.4) (Cartechini *et al.*,1998). Indipendentemente dal vitigno e dall'annata, questi risultati sono principalmente imputabili a due effetti: i) riduzione del rapporto "superficie fogliare/uva"; ii) competizione nutrizionale tra lo sviluppo delle femminelle di neo formazione e la fase di accumulo nell'uva.

■ È ovvio che i risultati attesi dalle operazioni di cimatura tardiva dei germogli sono strettamente vincolati, oltre che all'epoca ed intensità dell'intervento, anche alla vigoria del sito di coltivazione e ai fattori ambientali, piogge in primis, che possono favorire lo sviluppo tardivo delle femminelle e/o un procrastinamento dell'accrescimento degli acini indispensabile per ottenere quella competizione nutrizionale necessaria ad indurre un rallentamento dei processi di maturazione dell'uva, incluso l'accumulo degli zuccheri nel mosto.

1.3 Irrigazione tardiva

■ Un'irrigazione volutamente tardiva, meglio se combinata con una cimatura dei germogli, potrebbe essere utilizzata per ravvivare la crescita vegetativa nella parte finale del-

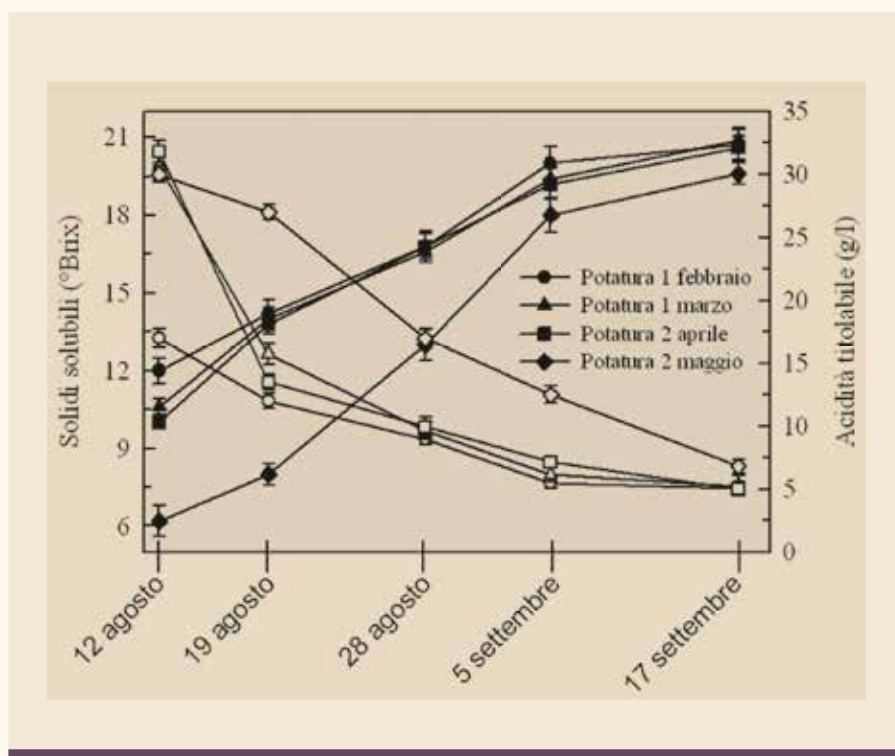


DOCUMENTO TECNICO

Foto 2 - Filari di Sangiovese allevati a cordone speronato sottoposti a potatura invernale tardiva (aprile e maggio) e molto tardiva (giugno) a confronto con filari potati in epoca classica, ovvero nella fase di dormienza delle gemme (febbraio e primi di marzo)



Fig. 5 - Evoluzione stagionale dell'accumulo degli zuccheri e della degradazione dell'acidità titolabile nel mosto in ceppi di Sangiovese potati in differenti fasi fenologiche



la stagione lasciando agli apici delle giovani femminelle il compito di graduare o rallentare il processo di accumulo dei soluti negli acini. Purtroppo sono disponibili pochissime ricerche a supporto di questa asserzione, così come di un auspicabile "effetto diluizione" a carico degli zuccheri e degli acidi organici presenti nel mosto a seguito di irrigazioni applicate durante la parte finale della stagione. In realtà, irrigazioni tardive eseguite in California sul Merlot con un livello zuccherino pari a 20 °Brix non hanno avuto impatti significativi sulla composizione del mosto contenendo al tempo stesso la contrazione di produzione poiché i fenomeni di disidratazione dell'uva sono stati più contenuti (Mendez *et al.*, 2011). Recentemente, anche Zhang *et al.* (2014) hanno riportato che, rispetto alle piogge o alle irrigazioni sovrachioma, l'irrigazione a goccia applicata in pre-vendemmia non esercita nessun effetto di diluizione, ma allevia i fenomeni di disidratazione e le perdite di produzione che ne conseguono. Tuttavia, su Cabernet Sauvignon, coltivato in ambienti caldo-aridi, è stata riscontrata una riduzione degli zuccheri nel mosto a seguito di irrigazioni applicate però dall'inviatura alla vendemmia senza modifiche sostanziali a carico del profilo fenolico delle uve e nella qualità complessiva del vino (Fernandez *et al.*, 2013).

1.4 Potatura invernale tardiva

■ È noto da tempo che la potatura invernale applicata tardivamente, quando le gemme sono in fase di ingrossamento, induce un posticipo di alcuni giorni nel germogliamento aumentando la probabilità di sfuggire alle gelate primaverili (Howell e Wolpert, 1978). Recentemente è stato evidenziato che l'epoca di potatura può rallentare il decorso della maturazione dell'uva; Friend e Trought (2007) infatti su Merlot allevato in Nuova Zelanda hanno evidenziato che la potatura invernale eseguita tardivamente, quando i germogli apicali dei tralci a frutto avevano una lunghezza media di 5 cm, può diminuire la concentrazione in zuccheri dell'uva fino a -3,6 °Brix, rallentare la degradazione degli acidi organici e mantenere un valore ottimale di pH del mosto.

■ Un'indagine recente eseguita in Italia su Sangiovese allevato a cordone speronato ha messo in evidenza come ritardando la potatura invernale all'inizio di maggio (BBCH55, infiorescenze distese e fiori appressati) si



DOCUMENTO TECNICO

Tab. 3 - Effetti del trattamento di defogliazione meccanica eseguita in post-invaiaura nella porzione medio-alta della chioma sulla produttività delle piante e sulle caratteristiche compositive dell'uva di Sangiovese alla vendemmia e dei vini dopo 3 mesi di affinamento

	Controllo	Defogliato
Grappoli/ceppo (n°)	10,0 a	10,3 a
Produzione uva (kg/ceppo)	2,51 a	2,63 a
Peso medio grappolo (g)	250 a	243 a
Peso medio acino (g)	2,05 a	2,03 a
Zuccheri (°Brix)	23,9 a	22,7 b
Acidità titolabile (g/l)	6,35 a	6,15 a
pH del mosto	3,26 a	3,31 a
Antociani (mg/cm ² di buccia)	0,42 a	0,41 a
Polifenoli totali (mg/cm ² di buccia)	0,59 a	0,57 a
Superficie fogliare/produzione (m ² /kg)	1,77 a	1,13 b
VINI		
Alcool (% vol.)	14,0 a	13,4 b
Acidità totale (g/l)	6,16 a	6,39 a
pH	3,34 a	3,30 a
Estratto secco totale (g/l)	24,1 a	23,6 a
Antociani totali (mg/l)	270 a	260 a
Polifenoli totali (mg/l)	1605 a	1570 a
Tannini totali (mg/l)	890 a	932 a
Intensità colorante (DO _{420nm} + DO _{520nm})	7,1 a	6,9 a
Tonalità colorante (DO _{420nm} /DO _{520nm})	0,62 a	0,65 a

Le medie accompagnate da lettere diverse sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$ (*t*-test di Student)

deprime il livello produttivo e si determina un significativo rallentamento nell'accumulo degli zuccheri rispetto a viti potate a febbraio-marzo (BBCH0, fase di dormienza) e ad aprile (BBCH1, inizio rigonfiamento gemme) (**Foto 2, Fig. 5**) (Palliotti *et al.*, 2014). Rispetto a questi ultimi trattamenti, la potatura eseguita ai primi di maggio nella fase fenologica BBCH55 ha ridotto il numero di infiorescenze per pianta (8,9 vs. 13,4), l'allegagione (93 vs. 113 acini/grappolo), il peso medio dell'acino (2,20 vs. 2,72 g) e del grappolo (203 vs. 316 g). Dall'analisi delle cinetiche di maturazione emerge nella tesi potata in maggio un chiaro rallentamento della maturazione (**Fig. 5**) ed alla vendemmia gli zuccheri nel mosto sono diminuiti di ben 1,1 °Brix, l'acidità è risultata più elevata di circa 1,8 g/l ed il pH ha mostrato un valore più basso rispetto alle altre epoche di potatura (3,14 vs. 3,27). La potatura eseguita ai primi di giugno (BBCH64, ovvero in piena fioritura) ha invece causato la totale filatura

delle infiorescenze; nessun grappolo è stato infatti prodotto dai germogli sviluppati dalle 2 gemme basali lasciate sugli speroni né da quelli prodotti da gemme di corona, sottogemme e gemme latenti.

■ Questi risultati evidenziano che a fronte di limitazione del source indotto con potature tardive o molto tardive, i primordi delle infiorescenze già indotti durante l'estate dell'anno precedente possono parzialmente o totalmente perdere la loro capacità di differenziarsi in fiori funzionali. Pertanto, considerando il rallentamento della maturazione tecnologica ottenuto, se questi risultati saranno confermati, questa tecnica potrebbe essere utilizzata in quelle situazioni ove si richiede il contenimento della produttività ed il rallentamento della maturazione tecnologica dell'uva. Ovviamente, occorrono ulteriori studi al fine di chiarire la ripetibilità e la consistenza degli effetti in funzione del vitigno, dell'ambiente di coltivazione e dell'epoca di potatura, allo scopo di

individuare il giusto compromesso tra giusta limitazione produttiva e ritardo del processo di maturazione dell'uva.

2. Tecniche colturali basate sull'induzione di stress fotosintetici calibrati

2.1 Defogliazioni tardive meccanizzate

■ La defogliazione è una tecnica di gestione della chioma molto interessante grazie alla sua semplicità di esecuzione ed alla facilità di meccanizzazione, anche se il suo impatto sulla maturazione dell'uva è piuttosto controverso. Tempi di applicazione ed intensità dell'intervento possono infatti dare risultati opposti; nella cv. Malvasia Istriana Bubola *et al.* (2009) hanno ottenuto un aumento di 1 °Brix a seguito della rimozione delle foglie basali all'invaiaura; lo stesso trattamento non ha invece influenzato l'accumulo degli zuccheri ed il contenuto in polifenoli nell'uva in altri vitigni (Bledsoe *et al.*, 1988; Hunter *et al.*, 1995; Tardaguila *et al.*, 2008). Viceversa, numerose indagini sperimentali hanno accertato che le defogliazioni precoci, eseguite cioè prima della fioritura, migliorano la maturazione dell'uva grazie all'effetto combinato di una moderata riduzione della produzione per ceppo ed un concomitante potenziamento della disponibilità di assimilati per unità di prodotto pendente nell'intero periodo di maturazione dell'uva (Poni *et al.*, 2006 e 2008; Palliotti *et al.*, 2011 e 2012).

■ Il grado di innovazione della tecnica della "defogliazione tardiva in post-invaiaura" è relativo ad applicazioni, apparentemente contrologica, di principi fisiologici ampiamente assodati. Tra questi, primeggia il rapporto che intercorre tra l'età delle foglie e la loro efficienza fotosintetica. È noto che sono le foglie di circa 40-50 giorni quelle più efficienti e che, oltre tale soglia, inizia un declino continuo e graduale di funzionalità (Poni *et al.*, 2007). Su tale base, è evidente che, dall'invaiaura in poi, le foglie più importanti per la maturazione dell'uva sono quelle collocate nella porzione mediana ed apicale del germoglio. Pertanto, se la finalità è quella di rallentare la maturazione dell'uva, una possibilità potrebbe essere quella di indurre uno stress fotosintetico calibrato, eseguendo una defogliazione piuttosto tardiva, cioè in post-invaiaura e possibilmente meccanica, concentrata sulla parte medio-alta della chioma (**Foto 3**).

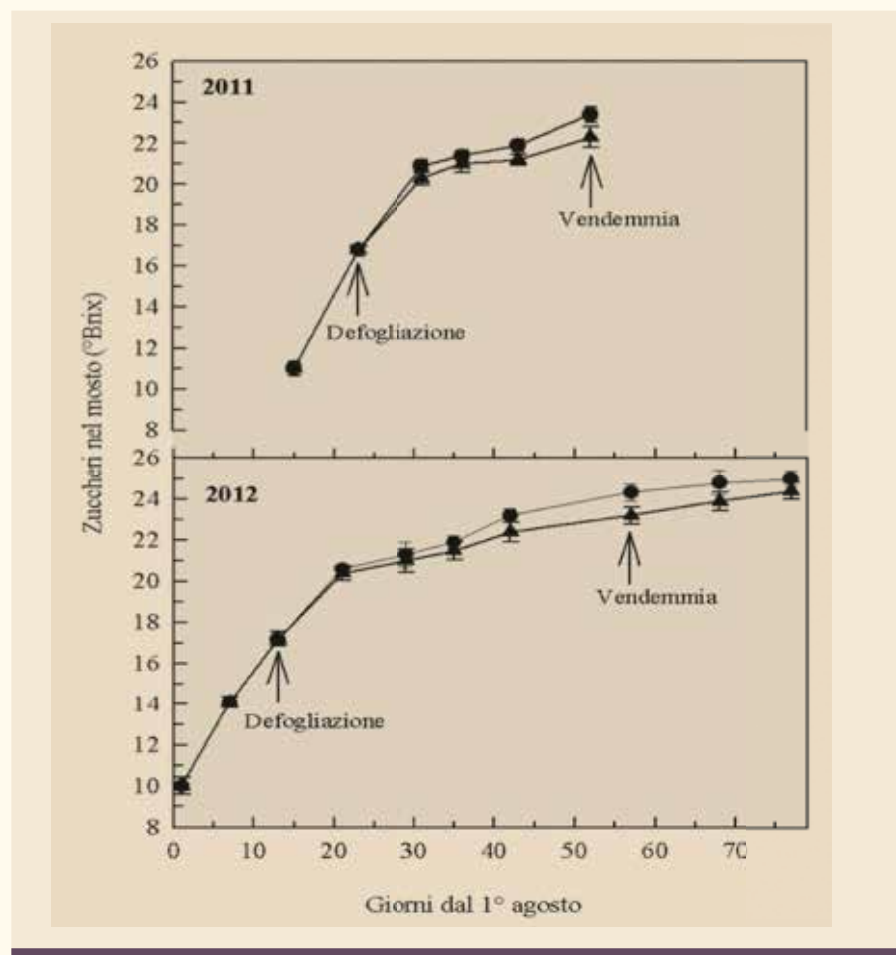


DOCUMENTO TECNICO

Foto 3 - Defogliatrice meccanica in azione su Sangiovese e, a destra, particolare della chioma dopo il passaggio della macchina operante nella parte alta della chioma circa quattro settimane prima della vendemmia. Azienda S.AGRIVIT Srl, Castello di Magione (PG)



Fig. 6 - Accumulo degli zuccheri nel mosto durante la maturazione in ceppi di Sangiovese non defogliati e defogliati meccanicamente in post-invaiatura



■ Questa tecnica applicata nel biennio 2011-2012 su un vigneto di Sangiovese allevato a cordone speronato con distanze di impianto di $2,5 \times 0,8$ m (5.000 ceppi/ha) utilizzando una defogliatrice meccanica Binger (Seilzug GmbH & Co., Germania) fatta operare, con due passaggi per ciascun filare, nella porzione medio-apicale della chioma, ha determinato un rallentamento nella capacità di accumulo degli zuccheri nel mosto di ben 2 settimane (**Fig. 6**) (Palliotti *et al.*, 2013a). All'eliminazione del 35% della superficie fogliare unitaria (pari a $1,48$ m²/ceppo) è corrisposto una riduzione del rapporto "superficie fogliare/uva" del 36% (ovvero $0,64$ m²/kg), degli zuccheri nel mosto di ben $1,2$ °Brix e di $0,6\%$ di alcol nei vini, senza peraltro penalizzare gli altri parametri compositivi sia dell'uva sia dei vini (**Tab. 3**). Pertanto, la defogliazione tardiva della porzione mediano-apicale della chioma può essere oggi considerata un valido strumento per il controllo della maturazione, poiché la riduzione della superficie fogliare porta ad un contenimento della fotosintesi che, seppur mitigata da un effetto compensativo, si traduce in un rallentamento della cinetica di accumulo degli zuccheri fino alle fasi conclusive della maturazione. Ciò permette, a parità di data di raccolta, di ottenere uve con una minore concentrazione di zuccheri, oppure di posticipare la vendemmia. ■ I risultati ottenuti dimostrano come si sia riusciti ad indurre una separazione delle cinetiche di maturazione senza alcuna variazione rilevante a carico di acidità, pH, antociani e



DOCUMENTO TECNICO

polifenoli totali; i principali caratteri qualitativi di uva e vino, infatti, non sono stati modificati. La defogliazione tardiva, inoltre, non ha compromesso la vitalità della pianta essendo ripristinate completamente le riserve nutrizionali negli organi legnosi. Nel complesso, questa tecnica consente pertanto di ottenere uve e vini più equilibrati in modo semplice, facilmente meccanizzabile e, quindi, relativamente veloce (2,5-3 ore/ha) ed economico. Infine, sotto il profilo strettamente tecnico, una defogliazione che riguarda una porzione di chioma lontana dai grappoli è particolarmente agevole da effettuare, poiché l'operatore non si deve preoccupare di eventuali danni ai grappoli e ciò rende possibile una maggiore velocità di lavoro. Per essere però realmente efficace tale tecnica deve: i) essere applicata quando la concentrazione degli zuccheri del mosto è intorno a 14-15 °Brix; ii) asportare almeno il 30-35% dell'intera superficie fogliare presente sulle viti.

■ Questi risultati sono stati confermati sia sul Sangiovese da Poni *et al.* (2013) sia sul Montepulciano da Lanari *et al.* (2013). D'altra parte, Stoll *et al.* (2009) hanno ottenuto, su Riesling,

un ritardo della maturazione di 14 e 20 giorni a seguito di defogliazioni eseguite però durante l'allegagione nella porzione della chioma sopra i grappoli con l'asportazione rispettivamente del 28% e 59% circa della superficie fogliare totale.

2.2 Ombreggiamento delle chiome con reti schermanti

■ L'imposizione di uno stress fotosintetico non necessariamente deve passare attraverso la rimozione delle foglie; possono infatti essere utilizzate tecniche di ombreggiamento totale o parziale della chioma per mezzo, ad esempio, di reti schermanti neutre utili anche in caso di prodotti enologici particolari. Nello specifico, un ombreggiamento limitato alla fascia dei grappoli aiuta certamente nel contenere il surriscaldamento dei grappoli e quindi nel preservare una frazione più elevata di acido malico, componente essenziale in un'ottica di vinificazione per vini bianchi, anche frizzanti, e/o base spumante. L'ombreggiamento, artificiale o naturale, spesso rallenta la capacità di accumulo di zuccheri, antociani e polifenoli, nonché la degradazio-

ne degli acidi organici nel mosto (Kliewer *et al.*, 1967; Morrison e Noble, 1990). Recentemente è stato accertato che questi risultati sono imputabili maggiormente all'ombreggiamento delle foglie piuttosto che a quello dei grappoli e, con riferimento ai flavonoidi, questi effetti sono principalmente collegati all'espressione dei geni responsabili della loro biosintesi (Downey *et al.*, 2004; Azuma *et al.*, 2012). Tuttavia, Jeong *et al.* (2004) su Cabernet Sauvignon hanno riscontrato significative riduzioni a carico dell'accumulo degli antociani a seguito di ombreggiamenti dei soli grappoli all'invasatura a causa della soppressione e/o ritardo dell'accumulo di mRNA del gene VvmybA1 (gene putativo della regolazione della biosintesi degli antociani).

■ A tale riguardo, studi eseguiti sullo stress da carenza luminosa relativo all'intera chioma (Cartechini e Palliotti, 1995) hanno messo in evidenza come l'ombreggiamento artificiale delle chiome di Sangiovese realizzato ponendo in opera, prima del germogliamento, reti schermanti neutre capaci di attenuare del 40% e del 70% la piena luce solare, hanno ridotto in modo rilevante l'attività fotosintetica delle foglie durante l'intera giornata (Fig. 7) con una ripercussione negativa sulla produttività unitaria (-11% e -14% rispettivamente nella tesi schermata al 40% e 70% rispetto al controllo sviluppato alla piena luce solare), nell'accumulo degli zuccheri nel mosto (rispettivamente -4,3 e -5,1 °Brix) e nella degradazione degli acidi organici, con uve maggiormente acide nelle chiome ombreggiate. Peraltro, un rallentamento nella maturazione dell'uva è stato riscontrato a seguito di ombreggiamenti artificiali in numerosi vitigni ed ambienti (Morrison e Noble, 1990; Bureau *et al.*, 2000; Downey *et al.*, 2004).

■ Recentemente è stato messo in evidenza che anche il colore delle reti schermanti può influire sul decorso della maturazione dell'uva; Shakak *et al.* (2008), nella cultivar Red Globe, hanno infatti rilevato che, contrariamente alle reti bianche, quelle di colore rosso e nero ritardano l'accumulo degli zuccheri.

2.3 Impiego di composti con attività antitrasspirante

■ Accanto alla defogliazione e all'uso di reti ombreggianti un'altra tecnica capace di indurre un calibrato calo di fotosintesi è l'applicazione, alla chioma intera o a settori più con-

Fig. 7 - Andamento giornaliero della fotosintesi netta rilevato durante la fioritura nelle foglie mediane di viti di Sangiovese sviluppate al 100%, 60% e 30% della piena luce (nel grafico sono riportati anche la produzione a ceppo e la concentrazione di zuccheri ed acidi organici nel mosto alla vendemmia)

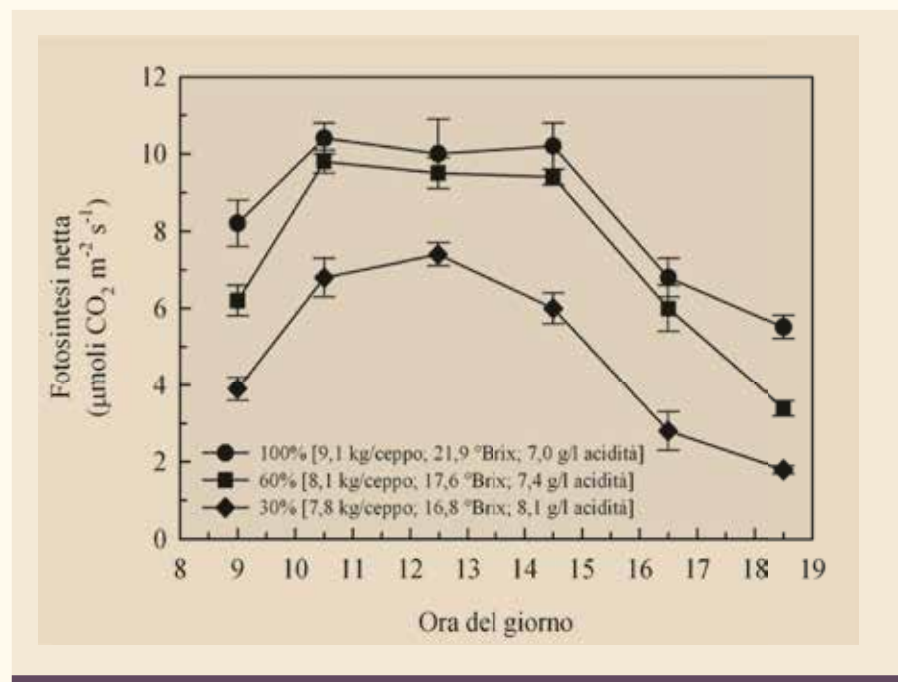




Foto 4 - Trattamenti con l'antitranspirante Vapor Gard alla concentrazione del 2% eseguito su Sangiovese circa 4 settimane prima della vendemmia



tenuti della stessa, di prodotti antitranspiranti efficaci nel causare una parziale, ma consistente e duratura, chiusura delle aperture stomatiche delle foglie controllando in tal modo le perdite di acqua per traspirazione nonché l'ingresso della CO₂ (Gale e Poljarkoff, 1967; Palliotti *et al.*, 2010). Recentemente l'efficacia di applicazioni in vigneto, in post-invaiaura, di un antitranspirante di origine naturale ottenuto per distillazione dalle resine delle conifere (es. Vapor Gard® a base di pinolene, p.a. di-1-p-menthene, C₂₀H₃₄) è stato testato su differenti vitigni (Palliotti *et al.*, 2008, 2011, 2012 e 2013b) (**Foto 4**).

■ Il prodotto, una volta irrorato, evapora nel giro di poche ore lasciando sulle foglie un sottile film trasparente che limita in maniera parziale gli scambi gassosi (-30÷70% rispetto ai controlli non trattati) per un periodo di circa 40-50 giorni e, una volta degradato, consente alla foglia stessa un recupero di funzionalità pressoché totale. Indagini eseguite fin dal 2008 con applicazioni tardive in post-invaiaura di Vapor Gard® al 2% hanno evidenziato una riduzione costante e significativa dell'accumulo degli zuccheri nel mosto e quindi dell'alcolicità dei vini ed un rallentamento della maturazione dell'uva indipendentemente dall'annata (dal 2008 al 2011), dal vitigno (Sangiovese, Tocai rosso, Trebbiano toscano e Grechetto) e dalla carica produttiva (da 7 a 32 t/ha di uva) (**Fig. 8**).

■ Inoltre, nelle uve delle tesi trattate con l'antitranspirante, si è riscontrata una contrazione dei livelli di antociani nell'uva variabile in funzione del vitigno, dell'annata e del carico produttivo, fino ad un massimo di -28% rilevato nel Sangiovese allevato con una carica produttiva molto elevata, cioè oltre 30 t/ha.

■ La frazione dei polifenoli totali risulta meno influenzata a seguito del trattamento con l'antitranspirante rispetto agli antociani, soprattutto nei vitigni a bacca nera. La riduzione nella componente fenolica riscontrata a seguito del trattamento con l'antitranspirante, sicuramente poco auspicabile nei vini rossi soprattutto se destinati all'invecchiamento, potrebbe essere invece accettabile per vini di pronta beva, per vini rosati o novelli oppure per vini base da tagliare con altri maggiormente ricchi di colore e polifenoli. Nelle cultivar naturalmente molto ricche in antociani estraibili (> 1 g/kg d'uva) quali: Teroldego, Lagrein, Enantio, Rebo, Marzemino, Croatina, Merlot, Shiraz, Montepulciano, ecc., questo calo in antociani, variabile dal 15% al 20%, potrebbe altresì essere sostenibile. In sintesi, applicazioni tardive con Vapor Gard sono certamente utili nei casi in cui l'obiettivo principale sia quello di ridurre e/o rallentare l'accumulo degli zuccheri nel mosto con l'intento primario di diminuire l'alcolicità dei vini; a tal fine è necessario: i) irrorare soprattutto la pagina inferiore delle foglie al fine di ottenere una buona copertura delle

aperture stomatiche indispensabile per ridurre l'attività fotosintetica; ii) intervenire quando la concentrazione degli zuccheri nel mosto è approssimativamente intorno ai 14-15 °Brix.

3. Tecniche colturali basate sull'uso di prodotti che agiscono sui processi di maturazione dell'uva

Tra le tecniche innovative, proposte in contributi di recente pubblicazione e finalizzate sempre a ritardare la maturazione o comunque ad ottenere un prodotto meno surmaturo, figura l'uso di differenti fitoregolatori.

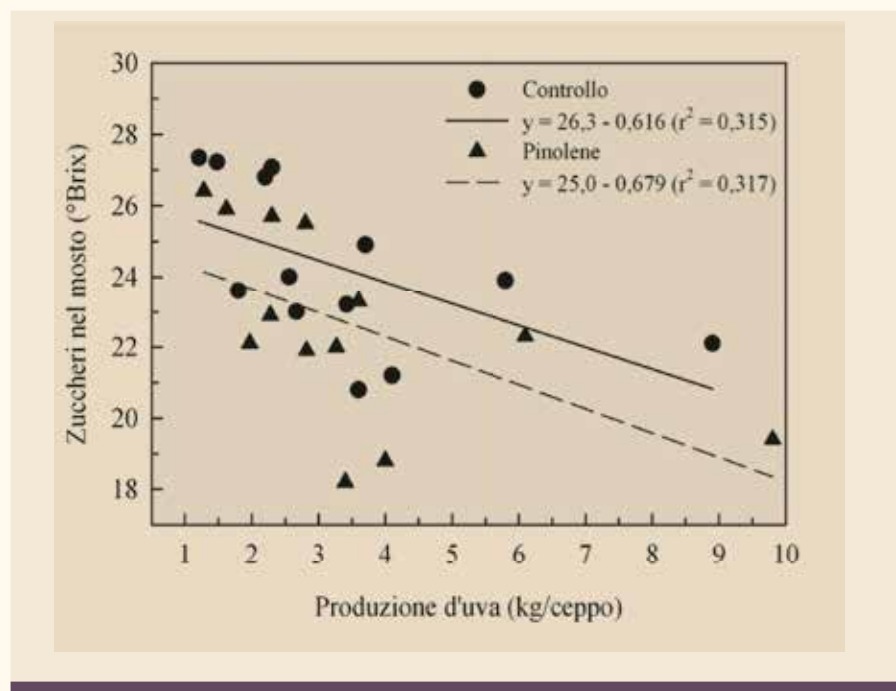
3.1 Auxine esogene

■ L'impiego in pre-invaiaura di acido naftalenacetico (NAA) alla concentrazione di 50 mg/L su grappoli di Shiraz (due trattamenti consecutivi a distanza di 5 giorni) ha dimostrato che la maturazione dell'uva, oltre a risultare più sincrona all'interno del medesimo grappolo, è stata ritardata di circa 10 giorni senza alterare il grado zuccherino ed il contenuto in antociani (Böttcher *et al.*, 2011). In realtà, già nel 1997, sempre su Shiraz, Davies *et al.* ottennero un ritardo della maturazione dell'uva di ben due settimane a seguito di immersione dei grappoli per 30 secondi in acido benzoilaceto-2-ossacetico (BTOA) a 6 e 8 settimane dopo la fioritura. I grappoli trattati mostravano un ritardo nell'aumento del peso dell'acino,



DOCUMENTO TECNICO

Fig. 8 - Correlazione tra la produzione d'uva a ceppo e la capacità di accumulo di zuccheri nel mosto in differenti vitigni sottoposti a trattamento tardivo con l'antitranspirante Vapor Gard® (2%) e non trattati. I dati si riferiscono al quadriennio 2008-2011 e riguardano vigneti di Sangiovese in Umbria e nelle Marche con diversa carica produttiva (2010 e 2011), Tocai rosso (2008), Trebbiano toscano (2009 e 2011) e Grechetto (2011)



nell'accumulo di antociani, nella deformabilità oltre che nella concentrazione di esosi e nel livello di acido abscissico. Gli stessi autori affermarono che le auxine, in associazione con l'acido abscissico, possono agire direttamente sull'espressione di geni coinvolti nel processo di maturazione dell'uva.

3.2 Brassinazolo

■ Tra gli ormoni capaci di stimolare la maturazione della bacca vengono annoverati anche i brassinosteroidi. Recentemente, applicazioni su Cabernet Sauvignon di epi-brassinolide, uno dei brassinosteroidi maggiormente attivi, hanno accelerato i processi di maturazione dell'uva, mentre il brassinazolo, un inibitore della biosintesi di questi ormoni, ha mostrato, al contrario, un'azione decisamente ritardante (Symons *et al.*, 2006).

3.3 Acido salicilico

■ Tra i regolatori di crescita, anche l'acido salicilico, applicato 2-3 settimane prima dell'invasatura su Shiraz, è stato capace di ritardare lo sviluppo del colore delle bacche e quindi la

produzione di antociani (Kraeva *et al.*, 1998), probabilmente dovuto all'effetto inibitorio che questo acido esercita nella biosintesi dell'acido abscissico, ovvero dell'ormone della senescenza (Raskin, 1992). D'altra parte le applicazioni di acido salicilico è uno dei metodi utilizzati per favorire l'immagazzinamento post-raccolta in differenti specie da frutto (Jalili Marandi, 2000).

3.4 Citochine di sintesi

■ La citochinine sintetiche CPPU (N-2-cloro-4-piridinil-N'-fenilurea) e Thidiazuron (N-fenil-N'-1,2,3-thiazol-5-ylurea), applicate su differenti cultivar di vite dopo l'allegagione, con acini di diametro pari a 6-7 mm, sono stati in grado di aumentare il peso medio dei grappoli e degli acini, di ridurre la concentrazione di zucchero, il pH e la colorazione della bacca, nonché di aumentare l'acidità totale (Reynolds *et al.*, 1992). Anche Ogata *et al.* (1988) hanno riscontrato nel vitigno Kyoho una tendenza del CPPU a ritardare il decorso della maturazione, mentre successivamente con trattamenti di CPPU eseguiti in pre inva-

iatura sullo stesso vitigno Han e Lee (2004) hanno ottenuto una significativa riduzione nell'accumulo di zuccheri ed antociani nelle uve ed un incremento sia nel peso degli acini sia nell'acidità titolabile.

3.5 Inibitori dell'etilene e composti che rilasciano etilene

■ Il rallentamento della maturazione dell'uva può essere ottenuto anche con applicazioni di 1-MCP (methylcyclopropene) che è un inibitore specifico dei recettori di etilene (Cherwin *et al.*, 2004). Tuttavia, anche composti che rilasciano etilene, come ad esempio il CEPA (acido 2-chloroethylphosphonic) possono essere efficaci nel ritardare la maturazione se applicati precocemente, ovvero nelle prime fasi di sviluppo dell'acino (Hale *et al.*, 1970; Böttcher *et al.*, 2013b). In ultimo, Böttcher *et al.* (2013a) hanno recentemente dimostrato che, al contrario di quanto accade nei frutti climaterici, i composti che rilasciano etilene, quali Ethrel, sono capaci di ritardare la maturazione a seguito di un probabile aumento nella concentrazione di auxine nell'uva in fase di pre-maturazione.

4. Tecniche culturali alternative

Vendemmia anticipata di parte della produzione pendente per la costituzione di specifici prodotti enologici.

■ La tecnica forse più provocatoria è quella proposta da Kontoudakis *et al.* (2011) che, nell'intento di produrre vini rossi con minore gradazione alcolica e pH, ma comunque dotati di piena maturità fenolica e tipicità organolettica hanno testato, con successo, su Grenache la possibilità di vinificare i grappoli solitamente eliminati con il diradamento delle uve ed ottenere un vino molto acido (17,8 g/L), a basso pH (2,64) e gradazione alcolica (appena 5% vol. di alcool), inodore e incolore grazie a trattamenti massicci con carbone attivo e bentonite. Questo vino è stato poi usato per tagliare i vini ottenuti dalle uve di Cabernet Sauvignon, Merlot e Bobal raccolte a maturazione fenolica completa con il vantaggio pratico di ridurre l'alcolicità dei vini ed il pH senza modificare il profilo fenolico e le caratteristiche sensoriali. ■ Questa tecnica non è ovviamente nuova, vi rientrano infatti tutti i tentativi fatti nel passato che vanno sotto il nome di "doppia raccol-



DOCUMENTO TECNICO

ta" con i quali si cercava di ottenere produzioni diverse o di migliorare aspetti rilevanti della qualità del vino sfruttando vendemmie differenziate e/o unendo i risultati delle singole vinificazioni. A tal riguardo, Martinez de Toda e Balda (2011) hanno ottenuto vini meno alcolici e maggiormente acidi unendo il vino di Tempranillo ottenuto con i grappoli eliminati con il diradamento subito dopo l'invasatura con il vino prodotto invece con le uve raccolte quando la maturità fenolica aveva raggiunto il punto più elevato.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

■ I trend di cambio climatico del pianeta sono ormai certezze consolidate ed il loro impatto sull'attività agricola è sempre più evidente. La viticoltura certamente non sfugge alle nuove esigenze colturali che il clima, soprattutto in funzione dell'aumento della frequenza di eventi estremi, impone. Una strategia di medio-lungo periodo dovrà certamente prevedere un aggiornamento della piattaforma ampelografia, soprattutto per ciò che riguarda la disponibilità di vitigni, cloni e nuovi portinnesti resistenti a stress abiotici, carenza idrica ed eccessi termici e radiativi in particolare. Allo stesso tempo, occorrerà certamente aumentare le conoscenze, soprattutto per i vitigni di territorio, relative ai meccanismi con cui si adattano a condizioni variabili di radiazione, temperatura, deficit di pressione di vapore e disponibilità idrica.

■ La sfida che ci attende nel prossimo futuro, spinta anche dalle nuove esigenze dei mercati, è quella di ottenere prodotti con un moderato grado alcolico senza però, nei vini rossi, modificare l'intensità di colore, la struttura e le proprietà sensoriali e, nei vini bianchi, garantendo la conservazione del quadro acidico ed aromatico. Un aiuto strutturale in tal senso potrebbe derivare da una rivisitazione attenta sui criteri di scelta del sistema di allevamento in fase di progettazione del vigneto che tenga maggiormente conto degli scenari, soprattutto climatici, che si stanno delineando per il futuro sia prossimo che lontano.

■ Certamente, nel breve periodo, la possibilità di calmierare gli effetti indotti dal cambio di clima, da una parte, e dalle nuove esigenze del mercato, dall'altra, sono legate ad aggiornamenti della tecnica colturale da applicare

senza rivoluzionare protocolli colturali consolidati e spesso premiati da successi di mercato, ma allo stesso tempo senza opporre barriere a quelle che sono spesso applicazioni calibrate, anche se certamente non convenzionali, delle medesime tecniche.

■ Infine, alcune tecniche di recente impiego quali l'uso di antitranspiranti e/o le defogliazioni tardive in post- invasiatura, applicate cioè quando il processo di crescita della bacca è praticamente completo, a nostra conoscenza mai sperimentate prima, oppure il posticipo dell'epoca di potatura invernale potrebbero dare un reale aiuto alle aziende vitivinicole che manifestano la necessità di contenere l'accumulo degli zuccheri nell'uva e di conseguenza l'alcolicità dei vini in modo certo ed efficace oltre che semplice ed economico. ■

BIBLIOGRAFIA

- Azuma A., Yakushiji H., Koshita Y., Kobayashi S. (2012) - Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta*, 236, 1067-1080.
- Balda P., Martinez De Toda F. (2011) - Delaying berry ripening process through leaf area to fruit ratio decrease. *Proceedings of "17th Intern. Symp. Giesco"*, August 29th - 2nd September 2011, Asti, Italy, pp. 579-582.
- Bernizzoni F., Civardi M., Van Zeller M., Gatti M., Poni S. (2011) - Shoot thinning effects on seasonal whole-canopy photosynthesis and vine performance in *Vitis vinifera* L. cv. Barbera. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 17, 351-357.
- Bindi M., Fibbi L., Miglietta F. (2001) - Free air CO₂ enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. Growth and quality of grape and wine in response to elevated CO₂ concentrations. *Eur. J. Agr.*, 14, 145-155.
- Bledsoe A.M., Kliever W.M., Marois J.J. (1988) - Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39, 49-54.
- Böttcher C., Harvey K., Forde C.G., Boss P.K., Davies C. (2011) - Auxin treatment of pre-veraison grape (*Vitis vinifera* L.) berries both delays ripening and increases the synchronicity of sugar accumulation. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 17, 1-8.
- Böttcher C., Burbidge C.A., Boss P.K., Davies C. (2013a) - Interactions between ethylene and auxin are crucial to the control of grape (*Vitis vinifera* L.) berry ripening. *BMC Plant Biol.*, <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/13/222>, in press.
- Böttcher C., Harvey K.E., Boss P.K., Davies C. (2013b) - Ripening of grapes berries can be advanced or delayed by reagents that either reduce or increase ethylene levels. *Func. Plant Biol.*, 40, 566-581.
- Bubola M., Persuric D., Cossetto M., Karoglan M. (2009) - Effects of partial defoliation at different stages on yield and fruit composition of cv. Istrian Malvasia. In: *Proceedings of the 16th International GIESCO Symposium*, July 12-15, Davis (California), pp. 295-298.
- Bureau S.M., Baumes R.L., Razungles A.J. (2000) - Effect

of vine and bunch shading on the glycosylated flavor precursor in grapes of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1290-1297.

- Caffarra A., Eccel E. (2011) - Projecting the impacts of climate change of the phenology of grapevine in a mountain area. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 17, 52-61.
- Cartechini A., Palliotti A. (1995). Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46, 227-234.
- Cartechini A., Palliotti A., Lungarotti C., 1998. Influence of timing of summer hedging on yield and grape quality in some red and white grapevine cultivars. *Acta Hort.*, 512, 101-110.
- Chervin C., El-Kereamy A., Roustan J.P., Latché A., Lamon J., Bouzayen M. (2004) - Ethylene seems required for the berry development and ripening in grape, a non-climateric fruit. *Plant Sci.*, 167, 1301-1305.
- Coombe, B.G. (1964) - The winter treatment of grapevine with zinc and its interactions with time of pruning. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.*, 4, 241-246.
- Coulter A.D., Henschke P.A., Simos C.A., Pretorius I.S. (2008) - When the heat is on, yeast fermentation runs out of puff. *Aust. New Zeal. Wine Ind. J.*, 23, 26-30.
- Davies C., Boss P.K., Robinson S.P. (1997) - Treatment of grape berries, a nonclimateric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alter the expression of developmentally regulated genes. *Plant Physiol.*, 115: 1155-1161.
- Di Lena B., Silvestroni O., Mariani L., Parisi S., Antenucci F. (2010) - European climate variability effects on grapevine harvest date time series in the Abruzzi (Italy). *Acta Hort.* 931, 63-70.
- Dokoozlian N.K. (2009) - Integrated canopy management: a twenty year evolution in California. *Proceedings of "Recent Advances in Grapevine Canopy Management"*, July 16, Davis, California, pp. 43-52.
- Downey M.O., Harvey J. S., Robinson S.P. (2004) - The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 10, 55-73.
- Duchene E., Schneider C. (2005) - Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agron. Sust. Dev.*, 25 (1), 93-99.
- Edson C.E., Howell G.S., Flore J.A. (1995) - Influence of crop load on photosynthesis and dry matter partitioning in Seyval grapevines. III. Seasonal changes in dry matter partitioning, vine morphology, yield, and fruit composition. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46, 478-485.
- Ganichot B. (2002) - Évolution de la data des vendages dans les Côtes du Rhone méridionales. *Atti 6e Rencontres Rhodaniennes, Institut Rhodanien, Orange*, pp. 38-41.
- Godden P., Gishen M. (2005) - Trends in the composition of Australian wine. *The Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 20 (5), 21-46.
- Fernandez O., Sánchez S., Rodríguez L., Lissarrague J.R. (2013) - Effects of different irrigation strategies on berry and wine composition of Cabernet Sauvignon grapevine grown in Madrid (Spain). In: *Proceedings of 18th International Symposium GIESCO, Porto*, 7-11 July, pp. 112-117.
- Filippetti I., Allegro G., Mohaved N., Pastore C., Valentini G., Intrieri C. (2011) - Effects of late-season source limitations induced by trimming and antitranspirants canopy spray on grape composition during ripening in *Vitis vinifera* cv. Sangiovese. *Proceedings of "17th Intern. Symp. Giesco"*, August 29th - 2nd September 2011, Asti, Italy, pp. 259-262.
- Friend A.P., Trought M.C.T. (2007) - Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 13, 157-164.



DOCUMENTO TECNICO

- Fisher U., Noble A.A. (1994) - The effect of ethanol, catechin concentration, and pH on sourness and bitterness of wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45, 6-10.
- Gale J., Poljakoff-Mayber A. (1967) - Plastic films on plants as antitranspirants. *Science*, 156, 650-652.
- Godden P. (2000) - Persistent wine instability issues. *The Australian Grape-Grower & Winemaker*, December, 10-14.
- Graca da Silveira, M., Vitoria San Romao M., Louriero-Dias M.C., Rombouts F.M., Abee T. (2002) - Flow cytometric assessment of membrane integrity of ethanol-stressed *Oenococcus oeni* cells. *App. Environ. Microb.*, 68, 6087-6093.
- Hale G.R., Coombe B.G., Hawker J.S. (1970) - Effects of ethylene and 2-chloroethylphosphonic acid on the ripening of grapes. *Plant Physiol.*, 45, 620-623.
- Han D.H., Lee C.H. (2004) - The effects of GA3, CPPU and ABA applications on the quality of kyoho (*Vitis vinifera* L. × *labrusca* L.) grape. *Acta Hort.*, 653, 193-197.
- Howell G.S., Wolpert J.A. (1978) - Nodes per cane, primary bud phenology, and spring freeze damage to Concord grapevines: A preliminary note. *Am. J. Enol. Vitic.*, 29: 229-232.
- Hunter J.J., Ruffner H.P., Volschenk C.G., Le Roux D.J. (1995) - Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter: Effect on root growth, canopy efficiency, grape composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 32, 306-314.
- Jackson D.I., Lombard P.B. (1993) - Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44, 409-430.
- Jalili Marandi R. (2000) - Tiny fruits (grapes, strawberries, kiwi, blackberries, cranberries). 3rd Ed. Jahad-e Daneshgahi of Uramia, Iran, Publishers, pp. 279.
- Jeong S.T., Goto-Yamamoto N., Kobayashi S., Esaka M. (2004) - Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. *Plant Sci.*, 167, 247-252.
- Jones G.V. (2012) - Climate, grapes and wine: Structure and suitability in a changing climate. *Acta Hort.*, 932, 19-28.
- Keller M., Smithyman R.P., Mills L.J. (2008) - Interactive effects of deficit irrigation and crop load on Cabernet Sauvignon in an arid climate. *Am. J. Enol. Vitic.*, 59, 221-234.
- Kliewer W.M., Lider L.A., Schultz H.B. (1967) - Influence of artificial shading of vineyard on concentration of sugar and organic acid in grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 18, 78-86.
- Kliewer W.M., Dokoozlian N.K. (2005) - Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence of fruit composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56, 170-181.
- Koblet W. (1986) - Herbstversammlung des schweiz weibauevereins. *Scheiz Z. für Obst-und Weinbau*, 122, 715-720.
- Kontoudakis N., Esteruela S.M., Fort F., Canals J., Zamora F. (2011) - Use of unripe grapes harvested during cluster thinning as a method for reducing alcohol content and pH of wine. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 17, 230-238.
- Kraeva E., Andary C., Carboneau A., Deloire A. (1998) - Salicylic acid treatment of grape berries retards ripening. *Vitis*, 37, 143-144.
- Lanari V., Lattanzi T., Borghesi L., Silvestroni O., Palliotti A. (2013) - Post-veraison mechanical leaf removal delays berry ripening on Sangiovese and Montepulciano grapevines. *Acta Hort.*, 978, 327-333.
- Lowe C. (2006) - Ornellaia's still the Italian stallion. *Wine & Spirits*, March, 73.
- Marais J., Hunter J.J., Haasbroek P.D. (1999) - Effect of canopy microclimate, season and region on Sauvignon blanc grape composition and wine quality. *South Afr. J. Enol. Vitic.*, 20, 19-30.
- Martin S., Pangborn R.M. (1970) - Taste interaction of ethyl alcohol with sweet, salty, sour and bitter compounds. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 653-655.
- Martinez De Toda F., Balda P. (2011) - Decreasing the alcohol level in quality red wines by the double harvest techniques. *Proceedings of "17th Intern. Symp. Giesco"*, August 29th - 2nd September 2011, Asti, Italy, pp. 463-466.
- Mendez M.P., Sanchez L., Dokoozlian N. (2011) - Crop load and irrigation management during the latter stages of ripening: effects on vine water status, fruit development and fruit composition of Merlot grapevine. *Acta Hort.*, 889, 67-74.
- Mori K., Yamamoto N.G., Kitayama M., Hashizume K. (2007) - Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *J. Exp. Bot.*, 58, 1935-1945.
- Morrison J.C., Noble A.C. (1990) - The effect of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *Am. J. Enol. Vitic.*, 41, 193-200.
- Ogata R., Saito T., Oshima K. (1988) - Effect of N-phenyl-N'(4-pyridyl)urea(4-PU) on fruit size: apple, Japanese pear, grapevine, and kiwi fruit. *Acta Hort.*, 239, 395-398.
- Palliotti A., Cartechini A. (2000) - Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. *Acta Hort.*, 512, 111-119.
- Palliotti A., Poni S., Petoumenou D., Vignaroli S. (2008) - Limitazione modulata della capacità fotoassimilativa delle foglie mediante antitranspiranti ed effetti su quantità e composizione dell'uva. *Italus Hortus* 17 (suppl. n. 3), 21-26, 2010.
- Palliotti A., Poni S., Berrios J.G., Bernizzoni F. (2010) - Vine performance and grape composition as affected by early-season source limitation induced with anti-transpirants in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 16, 426-433.
- Palliotti A., Silvestroni O., Poni S. (2011) - Controllo degli zuccheri nell'uva con il Pinolene. *L'Inf. Agr. (supplemento al n. 13)*, pp. 29-32.
- Palliotti A., Silvestroni O., Leoni F., Poni S. (2012) - Trattamenti con antitranspiranti per controllare l'accumulo degli zuccheri. *VigneVini*, n. 7/8, 58-63.
- Palliotti A., Silvestroni O., Leoni F., Cini R., Poni S. (2012) - Effect of late mechanized leaf removal to delay grape ripening on Sangiovese vines. *Acta Hort.*, 978, 301-307.
- Palliotti A., Gatti M., Poni S. (2011) - Early leaf removal to improve vineyard efficiency: gas exchange, source-to-sink balance, and reserve storage responses. *Am. J. Enol. Vitic.*, 62, 219-228.
- Palliotti A., Gardi T., Berrios J.G., Civardi S., Poni S. (2012) - Early source limitation as a tool for yield control and wine quality improvement in a high-yielding red *Vitis vinifera* L. cultivar. *Sci. Hort.*, 145, 10-16.
- Palliotti A., Panara F., Silvestroni O., Lanari V., Sabbatini P., Howell G.S., Gatti M., Poni S. (2013a) - Influence of mechanical postveraison leaf removal apical to the cluster zone on delay of fruit ripening in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) grapevines. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 19, 369-377.
- Palliotti A., Panara F., Famiani F., Sabbatini P., Howell G.S., Silvestroni O., Poni S. (2013b) - Postveraison application of antitranspirant Di-1-p-menthene to control sugar accumulation in Sangiovese grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 64, 378-385.
- Palliotti A., Tombesi S., Frioni T., Famiani F., Silvestroni O., Bellincontro A., Poni S. (2014) - Late winter pruning as a tool to control vine yield and accumulation of soluble solids in Sangiovese grapevines. *Proceedings of "Xth International Terroir Congress 2014"*, 7-10 July, Tokaj-Eger (Hungary), Vol. 2, pp. 213-215.
- Poni S., Lakso A.N., Turner J.R., Melius R.E. (1993) - The effects of pre- and post-veraison water stress on growth and physiology of potted Pinot Noir grapevines at varying crop levels. *Vitis*, 32, 207-214.
- Poni S., Palliotti A., Mattii G., Di Lorenzo R. (2007) - Funzionalità fogliare ed efficienza della chioma in *Vitis vinifera* L. *Italus Hortus*, 14 (4): 28-45.
- Poni S., Bernizzoni F., Presutto P., Rebutti B. (2004) - Performance of Croatia under short-cane mechanized hedging: a successful case of adaptation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55, 379-388.
- Poni S., Casalini L., Bernizzoni F., Civardi S., Intrieri C. (2006) - Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57, 397-407.
- Poni S., Bernizzoni F., Civardi S. (2008) - The effects of early leaf removal on whole-canopy gas exchange and vine performance of *Vitis vinifera* L. Sangiovese. *Vitis*, 47, 1-6.
- Poni S., Gatti M., Bernizzoni F., Civardi S., Bobeica N., Magnanini E., Palliotti A. (2013) - Late leaf removal aimed at delaying ripening in cv. Sangiovese: physiological assessment and vine performance. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 19, 378-387.
- Rand M. (2006) - Power struggle. *Decanter*, June, 31 (9), 69-72.
- Raskin I. (1992) - Role of salicylic acid in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.*, 43, 439-463.
- Reynolds A.G., Wardle D.A., Zurovshi C., Looney N.E. (1992) - Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield component, fruit composition, and storage potential for four seedless selections. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117, 85-89.
- Salamon A. (2006) - Techniques to achieve moderate alcohol levels in South African wine. Assignment submitted in partial requirement for the Cape Wine Master Diploma. capewineacademy.co.za.
- Seccia A., Maggi G. (2011) - Futuro roseo per i vini a bassa gradazione alcolica. *L'Inf. Agrario* 13 (supplemento 1/7 aprile), pp. 11-14.
- Shahak Y., Ratner K., Giller Y.E., Zur N., Or E., Gussakovsky E.E., Stern R., Sarig P., Raban E., Harcavi E., Doron I., Greenblat-Avron Y. (2008) - Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photosensitive netting. *Acta Hort.*, 772, 65-72.
- Symons G.M., Davies C., Shavrukov Y., Dry I.B., Reid J.B., Thomas M.R. (2006) - Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiol.*, 140, 150-158.
- Stoll M., Scheidweiler M., Lafontaine M., Schultz H.R. (2009) - Possibilities to reduce the velocity of berry maturation through various leaf area to fruit ratio modifications in *Vitis vinifera* L. Riesling. *Proceedings of "16th Intern. Giesco Symp."*, July 12-15, Davis (California) USA, pp. 93-96.
- Tardaguila J., Diago M.P., Martinez de Toda F., Poni S., Vilanova M. (2008) - Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of cv. Grenache grown under non irrigated conditions. *J. Inter. Sci. Vigne Vin*, 42, 221-229.
- Vierra G. (2004) - Pretenders at the Table - Are table wines no longer food friendly? *Wine Business Monthly*, 11 (7).
- Zhang Y., Romero E.D., Biondi M., Keller M. (2014) - Grape berry water relations: why berry transpiration and xylem backflow matter. In: *Sixty-fourth National Conference, Technical Abstract*, 24-25 June 2014, Austin, TX, USA, pp.101-102.