

## EFFETTI DIFFERENZIALI DEL DIRADAMENTO DEI GRAPPOLI E DELLA DEFOGLIAZIONE PRECOCE SU RESA, COMPOSIZIONE DELLE UVE E QUALITÀ DEI VINI IN SANGIOVESE

**Matteo GATTI, Silvia CIVARDI, Fabio BERNIZZONI, Stefano PONI**

Istituto di Frutti-Viticultura, Università Cattolica del Sacro Cuore Via Emilia Parmense, 84, 29122 PIACENZA  
(\*) e-mail: matteo.gatti@unicatt.it ; silvia.civardi@unicatt.it ; fabio.bernizzoni@unicatt.it ; stefano.poni@unicatt.it

*Lavoro presentato alla 7ª edizione di Enoforum, Arezzo, 3-5 maggio 2011 e vincitore del Premio Versini 2011 – III edizione del Premio SIVE Ricerca per lo Sviluppo*

### Introduzione

Il Sangiovese è il vitigno a bacca rossa più diffuso a livello nazionale ed è prevalentemente coltivato sui versanti romagnoli, marchigiani e toscani della dorsale appenninica (Istat, 2000). La notorietà di questo vitigno è legata alle sue grandi potenzialità enologiche che, tuttavia, trovano la massima espressione laddove si verifica un'interazione ideale tra il genotipo e l'ambiente. Originatosi dall'incrocio spontaneo tra Ciliegiole e Calabrese di Montenuovo (Vouillamoz et al., 2007), si contraddistingue per la buona fertilità delle gemme e la generosità produttiva, dovuta a grappoli e acini medio grandi, che denotano un modello viticolo singolare e ben distinto da quello bordolese.

Poiché l'attitudine del Sangiovese alla produzione di vini di pregio è generalmente subordinata al contenimento della resa unitaria, la scelta di aree collinari di scarsa fertilità e il ricorso a specifiche tecniche colturali volte a ristabilire un equilibrio vegeto-produttivo adeguato diventano i fattori determinanti per garantire la maturazione ottimale delle uve e quindi il loro successo enologico (Fregoni, 2005; Calò *et al.*, 2006). A tal proposito, l'adeguamento delle scelte tecniche verso più elevate densità d'impianto, forme d'allevamento a controspalliera e potatura corta che in maniera piuttosto generalizzata si sta osservando nelle "terre" del Sangiovese, attribuisce un'importanza crescente a interventi tecnici piuttosto delicati poiché eseguiti nel corso della stagione estiva a carico di germogli, foglie e grappoli. Tali operazioni mirano a ristabilire l'equilibrio vegeto-produttivo al fine di ottenere un rapporto adeguato tra superficie fogliare e produzione (Kliewer e Dokoozlian, 2005), nonché a indurre condizioni microclimatiche ottimali nella fascia dei grappoli.

Il diradamento selettivo dei grappoli, eseguito tra l'allegagione e l'invaiaatura, è uno strumento efficace, seppur oneroso, al quale il viticoltore può ricorrere per indurre un sostanziale miglioramento del profilo qualitativo delle uve e dei vini qualora si verificano i presupposti fisiologici (Iacono et al., 1991; Poni, 2003). Gli interventi precoci possono stimolare l'attività vegetativa e sono più frequentemente seguiti da processi di compensazione ponderale che si manifesta, tra l'altro, con la formazione di acini più grossi e di grappoli più compatti in contrasto con gli obiettivi qualitativi di una simile operazione. Il miglioramento qualitativo dell'uva conseguito da interventi prossimi all'invaiaatura è spesso legato a una maggiore concentrazione zuccherina e alla riduzione dell'acidità titolabile del mosto (Zamboni et al., 1991; Corino et al., 1991; Mazza et al., 1999; Reynolds et al., 2007). Inoltre, nelle varietà a bacca rossa, è stato osservato un aumento del contenuto di antociani e polifenoli totali (Mazza et al., 1999; Guidoni e Argamante, 2003) e la variazione del profilo antocianico dovuto al maggior accumulo di antocianine di-sostituite in uve Nebbiolo e Sangiovese (Guidoni e Argamante, 2003; Filippetti et al., 2007). Recentemente è stato dimostrato come il diradamento all'invaiaatura abbia incrementato il potere antiossidante dei vini che sono più ricchi in antociani e polifenoli totali nonché in *trans-resveratrolo* (Prajitna et al., 2007; Gatti et al., 2011a).

Anche la defogliazione della fascia produttiva dei grappoli è uno degli interventi a cui i viticoltori fanno più frequentemente ricorso (Percival et al., 1994; Reynolds et al., 1996). Tale pratica viene eseguita comunemente tra l'allegagione e l'invaiaatura su chiome contraddistinte da un'elevata densità fogliare al fine di aumentare l'illuminazione e la circolazione dell'aria nella fascia produttiva

con conseguente aumento del tenore in metaboliti secondari e della tolleranza al marciume (Bledsoe et al., 1988; Reynolds et al., 1996). Al contrario, l'eccessiva esposizione dei grappoli su chiome rese troppo "rade" dalla defogliazione potrebbe generare effetti indesiderati tra cui l'eccessiva degradazione dell'acido malico e la perdita del colore nella varietà a bacca rossa (Price et al., 1995; Bergqvist et al., 2001; Mori et al., 2007).

In base a principi fisiologici acclarati, il tasso di allegagione è strettamente connesso alla disponibilità di fotosintetati in pre-fioritura (Caspari e Lang, 1996) e, di conseguenza, l'asportazione precoce di una consistente quota di superficie fogliare ha note potenzialità di contenimento della produzione (May et al., 1969; Kliewer e Antcliff, 1970). Di recente, questo principio è stato ripreso, in termini applicativi, da numerosi ricercatori (Hanni e Pedri, 2003; Poni et al., 2006, 2009; Intrieri et al., 2008; Palliotti et al., 2011) allo scopo di contenere la produzione unitaria e indurre, al tempo stesso, la formazione di grappoli meno compatti. Sulla base di tali riscontri sperimentali, la defogliazione precoce dovrebbe essere eseguita in corrispondenza della fase fenologica dei bottoni fiorali separati (fase H secondo Baggiolini, 1952) su almeno un terzo della lunghezza raggiunta dal giovane germoglio e quindi a carico delle 6-7 foglie basali. Interventi di minore intensità non hanno generalmente evidenziato una contrazione produttiva rispetto alle viti non trattate inducendo, talvolta, l'aumento della resa (Zoecklein et al., 1992).

Accanto ad una riduzione della compattezza del grappolo accompagnata, nella maggioranza dei casi, da acini più piccoli, (Intrieri et al., 2008; Poni et al., 2009; Palliotti et al., 2011), la defogliazione precoce ha evidenziato interessanti effetti differenziali sulla crescita relativa dei componenti dell'acino (buccia, semi e polpa) e, in particolare, pur in presenza di acini di dimensioni più contenute, un peso totale di buccia per acino non dissimile dal testimone con conseguente innalzamento della frazione percentuale della buccia (Poni et al., 2009). Osservazioni istologiche preliminari hanno altresì segnalato un maggior accumulo di composti fenolici nelle cellule ipodermiche come conseguenza di una maggiore esposizione delle bacche alla luce nelle prime fasi di sviluppo (Caporali et al., 2005).

Questi interventi sono particolarmente onerosi qualora siano eseguiti manualmente e necessitano, tra l'altro, di una manodopera specializzata nella scelta dei grappoli da asportare nel caso dei diradamenti. La defogliazione precoce risulta peraltro più semplice e immediata dovendo asportare la totalità delle foglie del tratto basale del germoglio. La meccanizzazione di simili operazioni può rappresentare un'importante soluzione a disposizione del viticoltore. Contrariamente al diradamento dei grappoli che è una pratica molto selettiva e ad oggi non meccanizzabile, pionieristiche sono le applicazioni di diradamento degli acini in post-allegagione mediante vendemmiatrice a scuotimento orizzontale (Tardaguila et al., 2008): Viceversa, la defogliazione precoce può essere eseguita a macchina con risultati analoghi all'operazione manuale garantendo una consistente riduzione dei tempi operativi (Hanni e Pedri, 2003; Guidoni e Rabino, 2005; Intrieri et al., 2008).

Gli obiettivi del presente lavoro, condotto su base triennale, sono stati i seguenti:

- a) confrontare l'efficacia di metodi tradizionali (diradamento dei grappoli) e innovativi (defogliazione precoce) per il contenimento della resa di uva e valutare il loro impatto sulle componenti della produzione;
- b) determinare gli effetti differenziali delle due tecniche sull'equilibrio vegeto produttivo, sulla composizione delle uve e sulla qualità dei vini.

## **Materiale e metodi**

La prova è stata condotta nel triennio 2007-2009 in un vigneto adulto di Sangiovese (clone 12T) innestato su Kober 5BB, messo a dimora nel 2000 in zona pede-collinare della provincia di Ravenna, a Tebano (44,2 °N; 11,5 °E; 72 m s.l.m.), presso l'Azienda Sperimentale Terre Naldi. Il vigneto, impiantato a 1,1 m x 3,0 m (distanza sulla e tra le file, nell'ordine) per una densità risultante di 3030 ceppi/ha, è allevato a cordone speronato con un carico medio di circa 15 gemme per ceppo inserite su 7-8 speroni da due gemme franche. Le tesi a confronto erano le seguenti: I)

diradamento delle infiorescenze in pre-fioritura (DIR I), II) diradamento dei grappoli in pre-invaiaitura (DIR II), III) defogliazione precoce in pre-fioritura (DEFp) e IV) testimone non diradato e non defogliato (ND).

Il diradamento (DIR I) e la defogliazione precoce sono stati eseguiti in pre-fioritura (il 14 maggio 2007, 22 maggio 2008 e 2009) in corrispondenza del raggiungimento dello stadio di bottoni fiorali separati (stadio H secondo Baggiolini, 1952) mentre il diradamento (DIR II) è stato effettuato durante la fase di stasi di accrescimento dell'acino. La defogliazione ha comportato l'asportazione delle 6 foglie basali del giovane germoglio mentre, in entrambi i casi, il diradamento ha interessato circa il 50% dei grappoli individuati tra quelli distali oppure troppo ammassati. Le tesi sono state distribuite casualmente lungo tre filari secondo uno schema a blocchi randomizzati in cui ciascun blocco era costituito da un filare di circa 80 m. Per ciascuna tesi di ogni blocco sono state considerate 5 viti, assunte come sub-repliche, sulle quali sono state eseguite le principali determinazioni vegeto-produttive in tutti gli anni di prova.

L'andamento meteorologico di ciascuna annata è stato descritto attraverso il dato giornaliero di temperatura media e piovosità nonché dal calcolo della somma dei gradi giorno e della piovosità per il periodo compreso tra il 1 aprile e il 31 settembre.

Ogni anno, in occasione dell'applicazione dei trattamenti di pre-fioritura, sono stati marcati due germogli rappresentativi per vite su ciascuno dei quali è stato fotografato il grappolo basale con una fotocamera digitale per la stima del numero di bottoni fiorali. Tale determinazione è stata eseguita in accordo con il metodo non distruttivo messo a punto da Poni et al. (2006) su Sangiovese che correla il numero di bottoni fiorali conteggiati in fotografia con quelli realmente presenti sull'infiorescenza secondo la regressione lineare  $y = 1.907x$ ,  $r^2 = 0.88$ .

In occasione della defogliazione precoce, la superficie fogliare asportata da ciascun germoglio è stata determinata mediante un misuratore elettronico di area fogliare LICOR 3000. Al termine dell'accrescimento vegetativo e comunque subito dopo la vendemmia, sugli stessi germogli è stato determinato il peso fresco delle foglie principali e inserite su femminelle allo scopo di stimare la superficie fogliare totale secondo l'equazione  $y = 48.817x$  ( $r^2 = 0.97$ ). Sempre alla vendemmia, avvenuta il 6, 16 e 8 settembre per i diversi anni della sperimentazione, è stato determinato il peso di uva e il numero totale di grappoli di ciascun ceppo. Inoltre, il grappolo basale dei germogli precedentemente marcati è stato raccolto e pesato separatamente. Il peso medio dell'acino è stato determinato su un sub-campione di 50 acini per grappolo e utilizzato, in un secondo tempo, per il calcolo del numero totale di acini. Sugli stessi grappoli è stata valutata la compattezza mediante la stima visiva del carattere OIV 204 assegnando un punteggio variabile tra il minimo (1), corrispondente a grappoli molto spargoli con acini nettamente separati tra loro e pedicelli visibili e il massimo (9), per grappoli molto compatti con acini deformati dalla compressione (OIV, 2007).

Le determinazioni analitiche sono state condotte su tre campioni per ceppo, ciascuno di 100 acini, prelevati da ognuno dei due grappoli in prova e dalla quota residua di uva di ciascuna vite. Nel dettaglio, ciascun campione è stato suddiviso in due sub-unità da 50 acini di cui una è stata immediatamente ammostata per la misura di concentrazione zuccherina (Brix), pH e acidità titolabile. Sulla seconda, inizialmente conservata a  $-18^\circ\text{C}$ , è stata determinata la concentrazione di antociani e polifenoli totali (Iland, 1988).

Nel 2008 e nel 2009, per ciascuna delle 5 piante di ogni tesi per blocco, è stato prelevato un campione di 10 acini conservati in un primo tempo a  $-18^\circ\text{C}$  e, successivamente, utilizzati per la determinazione, su ciascun acino, del peso fresco totale e delle frazioni riferite a buccia e vinaccioli. Il peso della polpa è stato calcolato per differenza ed è stato altresì annotato il numero dei vinaccioli.

Nel 2007 e nel 2008, circa 80 kg di uva per tesi sono stati microvinificati presso la cantina sperimentale ASTRA di Tebano secondo un protocollo tradizionale di vinificazione in rosso. Sui vini così ottenuti sono state eseguite le principali determinazioni analitiche di laboratorio nonché alcune valutazioni sensoriali utilizzando il test triangolare per la discriminazione tra le tesi e il test

di confronto a coppie come indice di preferenza. L'assaggio è stato eseguito da un panel di 18 giudici esperti.

I dati sono stati elaborati mediante l'analisi della varianza (ANOVA) combinata con il fattore "anno" e assumendo come fattore principale la tecnica colturale. In caso di significatività dell'effetto principale, le medie sono state separate con il test SNK ( $p < 0,05$ ). L'interazione "anno x tesi" è stata scomposta solo in caso di significatività.

## Risultati

La somma delle temperature attive dal 1° aprile al 30 settembre è oscillata tra 1893 gradi giorno nel 2008 e 2068 nel 2009. La stagione più piovosa, con 252 mm, si è verificata nel 2008 mentre nelle altre due annate si sono registrate precipitazioni leggermente inferiori (Fig. 1). Nel 2007, il mese precedente la vendemmia è risultato più piovoso rispetto alle altre due annate.

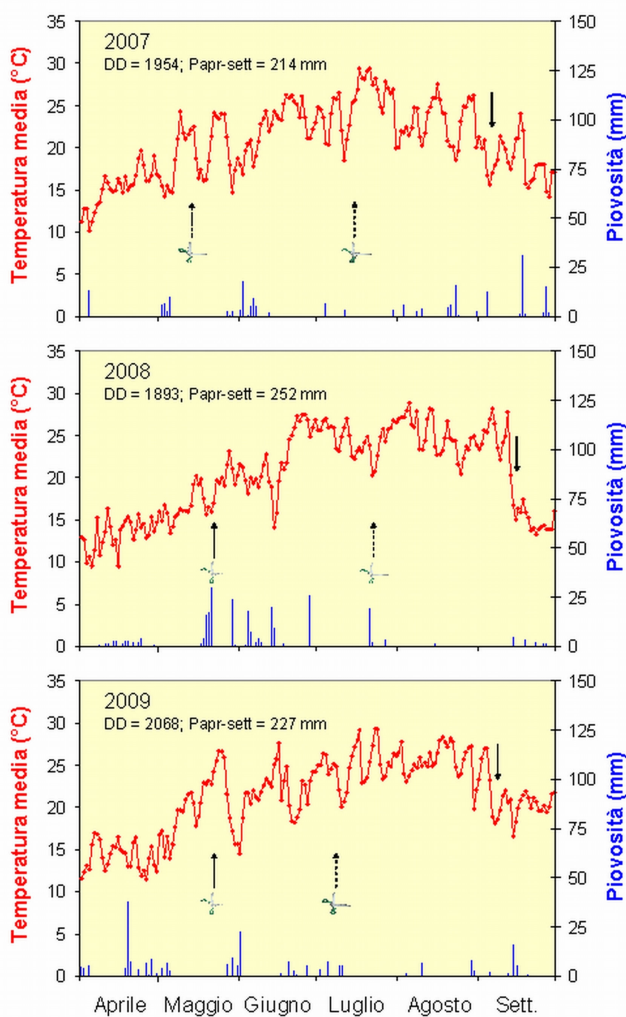


Fig. 1 – Caratterizzazione termo-pluviometrica della stagione vegetativa presso il vigneto sperimentale di Tebano, negli anni di prova.

(DD = gradi giorno dal 1 aprile al 30 settembre; Papi-sett = piovosità giornaliera dal 1 aprile al 30 settembre; nell'ordine, le frecce indicano la data di applicazione dei trattamenti e di vendemmia)

La defogliazione precoce ha ridotto significativamente la superficie fogliare relativa alle foglie principali del singolo germoglio rispetto alle tesi diradate mentre il testimone si è collocato in una posizione intermedia tra tutti i trattamenti (Tab. 1). Nel dettaglio, il dato è variato tra il minimo di 2146 cm<sup>2</sup> in DEFp e il massimo di 2767 cm<sup>2</sup> di DIR II. Viceversa, non sono emerse, tra le tesi, differenze relative alla superficie fogliare delle femminelle. Complessivamente la capacità vegetativa delle viti in prova non è variata a seconda dei trattamenti saggianti variando tra 3537 cm<sup>2</sup> per germoglio in DEFp e 4625 cm<sup>2</sup> in DIR II. La defogliazione ha rimosso circa il 33% della superficie fogliare totale determinata al termine della stagione vegetativa.

In maggio, e comunque prima dell'applicazione dei trattamenti, il numero di bottoni fiorali conteggiati è parso omogeneo tra le tesi e di poco superiore alle 300 unità (Tab. 2). Il tasso di allegazione dei diradati non si è scostato dal testimone (36.7%) viceversa, la defogliazione precoce ha ridotto significativamente il numero di fiori allegati al 29.6%. Il numero di acini per grappolo conteggiati alla vendemmia in DEFp, pari a 93, è risultato inferiore rispetto al testimone, DIR I e DIR II. Nel dettaglio, ad eccezione del primo anno di applicazione delle tesi, sui grappoli del defogliato sono sempre stati riscontrati meno acini rispetto al testimone mentre, all'opposto, va rilevato il maggior numero di acini osservati sui grappoli diradati nel 2008 e, seppur in maniera meno evidente, nel 2009 (Fig. 2).

Tab. 1 - Espressione vegetativa di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. (Dati medi riferiti al triennio 2007-2009)

Tesi	<sup>b</sup> SF	<sup>b</sup> SF	<sup>b</sup> SF totale/germoglio
	F principali/germoglio (cm <sup>2</sup> )	F femmine/germoglio (cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
Testimone	2552 ab	1463	4015
DIR I	2702 a	1848	4550
DIR II	2767 a	1859	4625
DEFp	2146 b	1391	3537
Significatività <sup>a</sup>	*	ns	ns
Interazione anno x trattamento	ns	ns	ns

<sup>a</sup> Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). \*, \*\*, ns: Significatività per  $p \leq 0.05$ , 0.01, o non significativo, rispettivamente. <sup>b</sup> SF: Superficie fogliare.

Tab. 2 – Effetto delle tecniche colturali saggiate per il controllo della resa, sul tasso di allegagione e la compattezza di grappoli di Sangiovese. (Dati medi riferiti al triennio 2007-2009)

Tesi	Bottoni fiorali	Acini per grappolo	Allegagione (%)	Compattezza OIV 204
Testimone	313	115 b	36.7 a	7.1 ab
DIR I	332	124 ab	37.4 a	6.8 b
DIR II	331	132 a	40.0 a	7.4 a
DEFp	314	93 c	29.6 b	5.7 c
Significatività <sup>a</sup>	ns	***	*	**
Interazione anno x trattamento	ns	**	ns	ns

<sup>a</sup> Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). \*, \*\*, ns: Significatività per  $p \leq 0.05$ , 0.01, o non significativo, rispettivamente. <sup>b</sup> SF: Superficie fogliare.

Tab. 3 - Aspetti della produzione di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. (Dati medi riferiti al triennio 2007-2009)

Tesi	Peso bacca (g)	Peso grappolo (g)	Grappoli/vite	Resa/ceppo (kg)	Resa/ha (t)	<sup>b</sup> SF/resa (cm <sup>2</sup> /g)
Testimone	2.33 a	265 b	29.4 a	7.47 a	22.6	10.31 c
DIR I	2.29 a	284 ab	15.2 c	4.24 c	12.8	16.89 b
DIR II	2.26 a	298 a	14.0 c	4.13 c	12.5	16.52 b
DEFp	2.02 b	191 c	26.3 b	5.06 b	15.3	12.11 a
Significatività <sup>a</sup>	***	***	***	***	-	**
Interazione anno x trattamento	**	**	***	*	-	ns

<sup>a</sup> Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). \*, \*\*, ns: Significatività per  $p \leq 0.05$ , 0.01, o non significativo, rispettivamente. <sup>b</sup> Calcolata sulla base dei dati riferiti a ciascuna vite.

In accordo con la variazione dell'allegagione, i grappoli sono risultati sensibilmente meno compatti nel defogliato rispetto al controllo che, a sua volta, è parso simile alle tesi diradate. Per contro, la compattezza dei grappoli diradati all'invaiaura è risultata superiore rispetto allo stesso trattamento applicato in pre-fioritura. Va comunque osservato che in tutti gli anni di prova, sui grappoli saggiati, non è mai stato osservato alcun danno collegabile all'infezione della *Botrytis cinerea*.

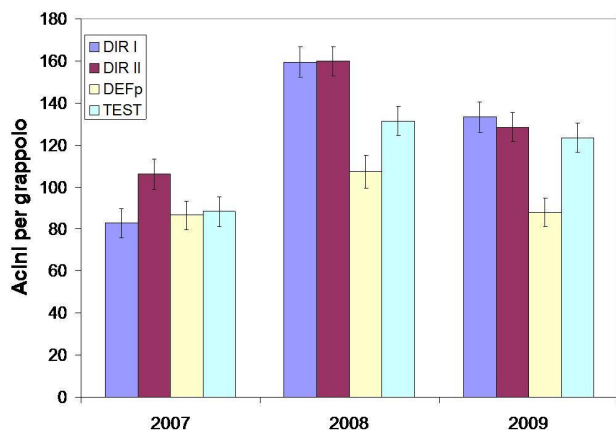


Fig. 2 – Variazione negli anni del numero di acini per grappolo conteggiato alla vendemmia. Le barre verticali indicano l'errore standard calcolato per ciascuna combinazione anno x tesi.

La defogliazione in pre-fioritura ha significativamente ridotto il peso dell'acino e del grappolo. Quest'ultimo è risultato pari a 191 g rispetto ai 265 g del testimone, a conferma del fatto che l'efficacia di una simile operazione si evince principalmente dall'interferenza esercitata sul fenomeno di allegagione (Tab. 3); il diradamento all'invaiaitura, invece, ha prodotto grappoli più pesanti di circa il 12% rispetto al controllo. È stata osservata una certa variabilità tra le annate, infatti, nel 2008, la produzione delle tesi diradate è risultata molto simile al defogliato (Fig. 3D) proprio in virtù del maggior numero di acini (Fig. 2) e quindi di un peso del grappolo sensibilmente superiore rispetto al controllo (Fig. 3B). Le differenze relative al peso dell'acino, tra l'altro, sono parse pressoché trascurabili (Fig. 3A). Il diradamento, coerentemente con la metodologia descritta, ha ridotto sensibilmente il numero di grappoli per ceppo da 29.4 del controllo a 15.2 e 14 in DIR I e DIR II, rispettivamente. A fronte di un diradamento del 50% dei grappoli, la resa a ceppo è diminuita del 45% passando da 7.47 kg del controllo a poco più di 4 kg nei diradati; a sua volta, la defogliazione precoce ha fatto registrare una produzione di 5.06 kg corrispondente a un calo produttivo del 32%. Tutti i trattamenti hanno innalzato il rapporto tra superficie fogliare e produzione rispetto al testimone. Infatti, con 10.31 cm<sup>2</sup>/g, il controllo è risultato inferiore a DEFp (12.11 cm<sup>2</sup>/g) che, a sua volta, si è discostata rispetto alle tesi DIR I e DIR II (16.89

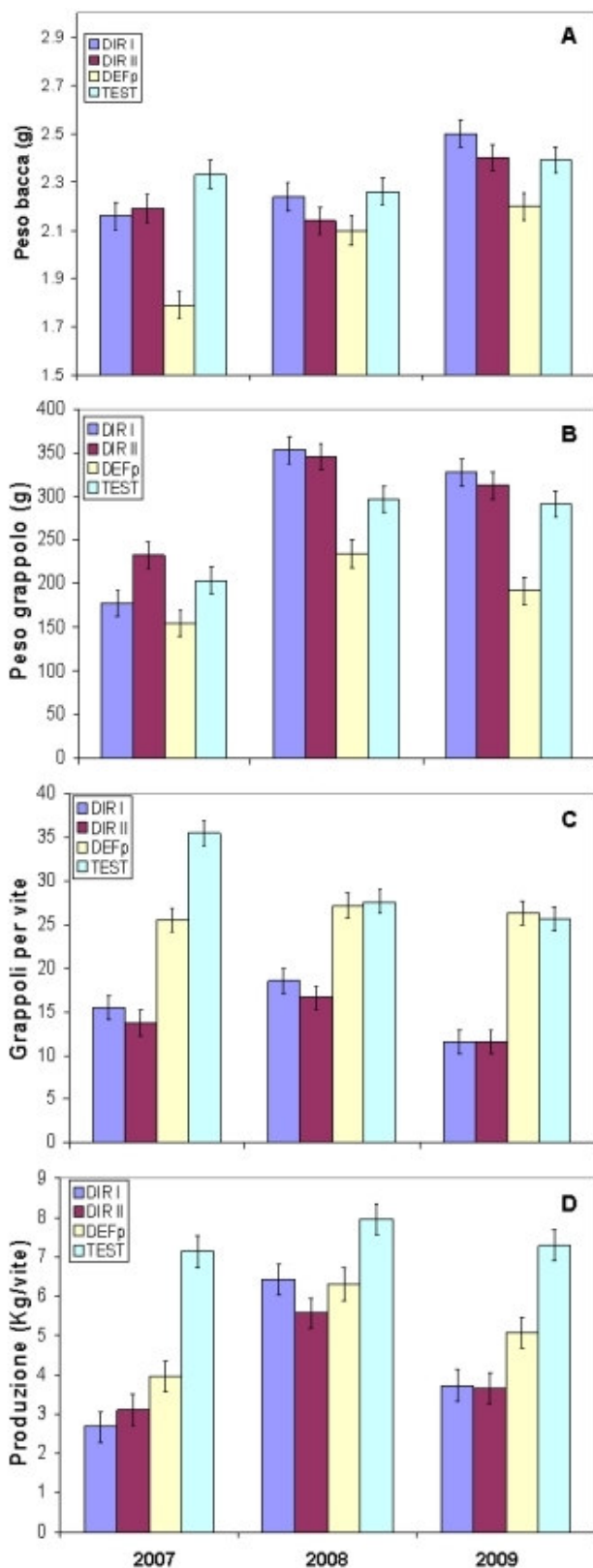


Fig. 3 – Variazione negli anni di peso bacca (A), peso grappolo (B) grappoli per vite (C) e produzione per ceppo (D) in funzione del trattamento. Le barre verticali indicano l'errore standard calcolato per ciascuna combinazione anno x tesi.

e 16.52 cm<sup>2</sup>/g, rispettivamente) in cui la riduzione della resa è stata più drastica.

I trattamenti hanno indotto un aumento del grado zuccherino che è variato da 21.2 Brix del testimone a oltre 23 Brix (Tab. 4). La defogliazione precoce ha incrementato l'acidità titolabile in misura lieve (7.01 g/L) rispetto al controllo viceversa, il diradamento ha aumentato in maniera significativa la degradazione degli acidi del mosto, particolarmente evidente in DIR II (6.35 g/L). Gli antociani e i polifenoli totali sono risultati sistematicamente superiori nelle tesi trattate rispetto al controllo in cui è stata osservata una concentrazione di 1333 e 3434 mg/kg di uva, rispettivamente (Tab. 4). Mediamente, i trattamenti eseguiti hanno incrementato il contenuto di antociani totali di circa il 20% (variabile tra 1571 e 1640 mg/kg) e, una simile differenza, è stata indotta dal diradamento sui polifenoli totali (4202 e 4017 mg/kg in DIR I e in DIR II, rispettivamente). Il tenore massimo di polifenoli è stato riscontrato in DEFp, pari a 5030 mg/kg, incrementato del 46% rispetto al controllo.

Tab. 4 - Composizione del mosto di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. (Dati medi riferiti al triennio 2007-2009)

Tesi	Solidi solubili (Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)	Antociani totali (mg/kg)	Polifenoli totali (mg/kg)
Testimone	21.2 b	3.18 c	6.82 b	1333 b	3434 c
DIR I	23.3 a	3.28 a	6.47 c	1571 a	4202 b
DIR II	23.2 a	3.30 a	6.35 c	1603 a	4017 b
DEFp	23.4 a	3.22 b	7.01 a	1640 a	5030 a
Significatività <sup>a</sup>	***	**	***	**	***
Interazione anno x trattamento	ns	**	ns	ns	ns

<sup>a</sup> Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). \*, \*\*, ns: Significatività per  $p \leq 0.05$ , 0.01, o non significativo, rispettivamente.

Tab. 5 – Accrescimento delle diverse componenti della bacca di viti di Sangiovese coltivate in pieno campo e sottoposte a tre differenti tecniche per il controllo della resa. (Dati medi riferiti al biennio 2008-2009)

Tesi	Peso bacca (g)	Peso buccia (g)	Peso polpa (g)	Peso vinaccioli (g)	Vinaccioli i	Peso relativoB uccia (%)	Peso relativoP olpa (%)	Peso relativoV inaccioli (%)
Testimone	2.3440 c	0.2712	1.9722 c	0.1009 b	2.39	11.9 a	83.9 b	4.2 a
DIR I	2.4393 d	0.2733	2.0621 d	0.1039 b	2.40	11.5 a	84.2 b	4.3 a
DIR II	2.2495 b	0.2606	1.8986 b	0.0906 a	2.31	12.0 a	84.1 b	4.0 a
DEFp	2.1080 a	0.2741	1.7299 a	0.1040 b	2.46	13.4 b	81.7 a	4.9 b
Significatività <sup>a</sup>	***	ns	***	**	ns	***	***	***
Interazione anno x trattamento	ns	***	ns	ns	ns	***	**	ns

<sup>a</sup> Separazione tra le medie entro colonna con il test di Student Newman Keuls (SNK). \*, \*\*, ns: Significatività per  $p \leq 0.05$ , 0.01, o non significativo, rispettivamente.

Un primo approccio all'analisi dell'accrescimento delle diverse componenti della bacca, qui condotto su base biennale, ha confermato come il peso della bacca in DEFp (2.1 g) sia risultato significativamente inferiore rispetto al controllo (2.3 g) (Tab. 5). Il peso della buccia, pari a circa 0.27 g per acino, non è variato tra le tesi che invece hanno evidenziato differenze relative alla quantità di polpa, coerentemente con quanto osservato per il peso dell'acino. Sulla base di tali osservazioni, la frazione percentuale di buccia rispetto al peso totale della bacca è risultata pari al 13.4% in DEFp, significativamente superiore rispetto al controllo in cui, il dato dell'11.9% non è variato rispetto a entrambi i diradati. Poiché significativa, l'interazione tesi x anno per questo

parametro è stata scomposta e riportata in figura 4. Nel dettaglio, la tesi defogliata è superiore al controllo e a DEF II in entrambe le annate.

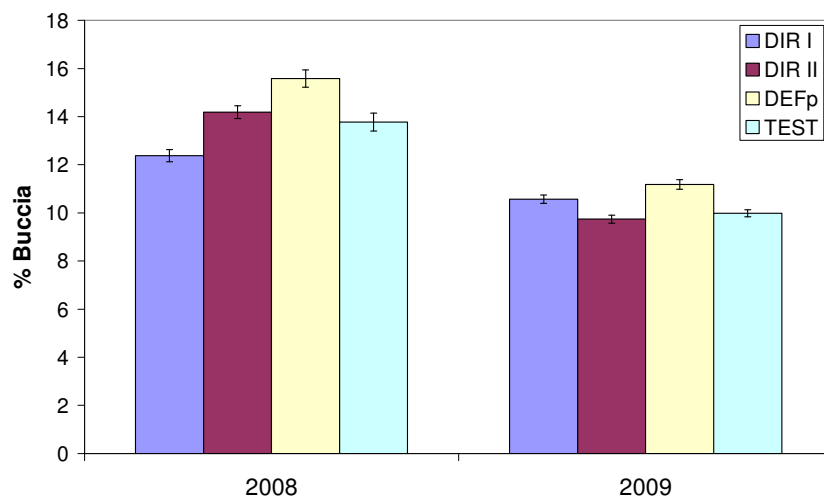


Fig. 4 – Variazione della percentuale di buccia per bacca negli anni in funzione del trattamento. Le barre verticali indicano l'errore standard calcolato per ciascuna combinazione anno x tesi.

I risultati del test triangolare mostrano come i vini derivati dalle uve trattate secondo lo schema sperimentale siano stati generalmente distinti dai degustatori rispetto al controllo, in particolare nel 2008 (Tab. 6); nel 2007, invece, il diradamento all'invaiaitura non è risultato diverso dal testimone. Più in dettaglio, il panel ha sempre distinto i vini DIR II rispetto a quelli ottenuti in seguito a defogliazione precoce che, nel 2007, sono stati preferiti al controllo. Nel 2008, i degustatori hanno preferito le tre tesi rispetto al testimone non trattato (Tab. 7).

Tab. 6 – Applicazione del test triangolare per la valutazione sensoriale dei vini di Sangiovese relativi alle tesi saggiate (2007 e 2008).

Confronto	N	2007		2008	
		Risposte esatte	Signif.	Risposte esatte	Signif.
Controllo → DIR II	18	8	n.s.	13	p=0.001
DEFp → DIR I	18	12	p=0.01	9	n.s.
Controllo → DEFp	18	16	p=0.001	13	p=0.001
Controllo → DIR I	18	12	p=0.01	14	p=0.001
DIR II → DEFp	18	12	p=0.01	12	p=0.01
DIR II → DIR I	18	6	n.s.	9	n.s.

Tab. 7 – Test di confronto a coppie per la valutazione della preferenza dei vini di Sangiovese relativi alle tesi saggiate (2007 e 2008).

Confronto	N	2007			2008		
		Preferenze 1 tesi	Preferenze 2 tesi	Signif.	Preferenze 1 tesi	Preferenze 2 tesi	Signif.
Controllo → DIR II	18	9	9	n.s.	4	14	p=0.05
DEFp → DIR I	18	9	9	n.s.	12	6	n.s.
Controllo → DEFp	18	4	14	p=0.05	4	14	p=0.05
Controllo → DIR I	18	7	11	n.s.	4	14	p=0.05
DIR II → DEFp	18	7	11	n.s.	12	6	n.s.
DIR II → DIR I	18	9	9	n.s.	9	9	n.s.



## Discussione

I risultati esposti confermano come tutte le tecniche di potatura verde confrontate in questa sperimentazione siano uno strumento efficace per il contenimento della resa ed il miglioramento qualitativo dell'uva in Sangiovese. In questa discussione vanno tuttavia approfonditi i meccanismi innescati da simili operazioni che sono basate su principi fisiologici totalmente diversi. In particolare, mentre l'entità del diradamento dei grappoli può essere calibrata dall'operatore in funzione di esigenze specifiche, la defogliazione precoce, sia essa eseguita in pre o post-fioritura, induce una colatura florale e/o cascola di acinelli decisamente più variabile che è principalmente funzione della superficie fogliare asportata. L'entità della defogliazione è stata pari al 33% della superficie fogliare totale al termine della stagione vegetativa e ha indotto, su base triennale, un calo produttivo di simile entità. I risultati ottenuti confermano pertanto il ruolo determinante del numero di acini quale componente fondamentale della riduzione del peso del grappolo come si può evincere, anche graficamente, dalla scomposizione dell'interazione anno x tesi per i parametri acini per grappolo e peso medio del grappolo che presentano sempre il medesimo andamento (Fig. 2 e 3B).

Questa indagine dimostra, su base triennale, come la defogliazione precoce del tratto basale del germoglio, eseguita in pre-fioritura, abbia ridotto sensibilmente la produzione per ceppo seppur in maniera meno evidente rispetto al più classico diradamento inducendo però un effetto migliorativo della morfologia del grappolo, risultato meno compatto per un effetto "combinato" di minore allegazione e di acini più piccoli e, di conseguenza, meno suscettibile ai marciumi. Inoltre, pur in assenza di specifici contributi di letteratura, è possibile ipotizzare che un grappolo più spargolo, quindi più ventilato e con una migliore distribuzione della luce all'interno dell'infruttescenza, possa indurre una maturazione più regolare della "popolazione" di acini. In effetti, qualora si osservi una colorazione incompleta delle bacche in Sangiovese, Barbera e Pinot nero, le aree meno colorate si collocano più frequentemente nei punti di contatto tra gli acini e in genere corrispondono alle zone interne del grappolo meno illuminate.

Nonostante il diradamento abbia talvolta fornito risultati non univoci, va comunque considerato che un qualsiasi intervento mirato alla regolazione del carico d'uva possa indurre fenomeni di autoregolazione vegeto-produttiva (Tassie e Freeman, 1992) generalmente riconducibili a un aumento del peso del grappolo e dell'acino nonché, specie nel caso di diradamenti ripetuti in diverse annate, della fertilità delle gemme rilevata nel corso della stagione successiva (Lavezzi et al., 1995). In ogni caso, difficilmente si può prevedere il reale effetto sulla resa finale di simili interventi poiché, l'attivazione e l'entità dei fenomeni di autoregolazione sono funzione della precocità d'intervento, del decorso meteorologico stagionale e della vigoria ambientale.

I dati triennali della presente ricerca evidenziano come nelle tesi diradate, a fronte di una riduzione pari a circa il 50% del pendente, inteso come numero di infiorescenze oppure di grappoli, sia corrisposto un importante contenimento produttivo. Tale fenomeno è stato attenuato da una leggera compensazione non tanto spiegata da un aumento della dimensione dell'acino (DIR I superiore al testimone non diradato solo nel 2009) ma in particolare dall'aumento del peso del grappolo che, come peraltro evidenziato in figura 2B è imputabile, soprattutto per il 2008, ad un consistente incremento del numero di acini. A tal proposito è interessante sottolineare come l'aumento di "source", ovvero della quantità di superficie fogliare per unità di produzione (Tab. 3), si possa riflettere positivamente, nella stagione seguente, sul numero di fiori per infiorescenza che, come è noto (May, 2004), si determina al germogliamento. I dati raccolti nell'ambito della presente sperimentazione sembrano evidenziare come la riduzione del carico di uva per ceppo abbia indotto, in maniera più marcata nel diradamento e meno evidente nella defogliazione precoce, una certa alternanza a carico della produttività delle viti in prova. Dalla ricerca si evince una diversa modalità di autoregolazione delle viti di Sangiovese seppur riferita alla sola stagione conseguente l'inizio della prova, rispetto all'osservazione di un effetto progressivo e cumulato nel tempo a carico dell'aumento della fertilità delle gemme di Prosecco (Lavezzi et al., 1995).

Il testimone si è collocato su una resa unitaria potenziale elevata (circa 22 t/ha); le viti così trattate hanno mostrato un rapporto tra superficie fogliare totale e produzione accettabile, pari a 10,31

cm<sup>2</sup>/g e sufficiente a garantire la maturità tecnologica e una discreta ricchezza in polifenoli. Tutti i trattamenti hanno modificato il quadro compositivo delle uve alla vendemmia in maniera chiaramente migliorativa rispetto al testimone. In particolare, a fronte di una riduzione della produzione pari a circa il 45% dei diradati e al 32% in DEFp, è corrisposto un aumento della concentrazione zuccherina e del contenuto di antociani totali delle uve pari a circa il 10% e il 20%, rispettivamente che ha accomunato tutti i trattamenti. Pare evidente che in questo ambiente il “carico di rottura”, inteso come massima resa a ceppo tollerabile e tale da non compromettere la qualità dell'uva (Fregoni et al., 2005), sia prossimo a una resa potenziale, passibile di una sovrastima variabile tra il 15 e 20% (Vercesi et al., 1996), di circa 15 t/ha raggiunta, peraltro, nella defogliazione precoce. L'aumento del rapporto tra superficie fogliare e produzione a oltre 16 cm<sup>2</sup>/g sembra non essere stato determinante ai fini della composizione delle uve diradate (zuccheri e antociani) nelle quali al calo produttivo è seguita una significativa riduzione dell'acidità titolabile peraltro pressoché immutata nel defogliato rispetto al testimone non trattato.

Tali considerazioni permettono di intravedere la potenzialità di un disaccoppiamento della cinetica di accumulo/degradazione di singole componenti, particolarmente accattivante in un'ottica di “global warming”. Da un punto di vista puramente tecnico, infatti, i trattamenti saggiati potrebbero trovare applicazione in differenti condizioni colturali e combinazioni genotipo-ambiente. Come evidenziato dai risultati esposti, su varietà tendenzialmente precoci come il Sangiovese che talvolta risultano carenti di acidità, un simile intervento potrebbe essere molto utile per garantire vini base idonei alla produzione di vini da invecchiamento. Allo stesso modo, sulla base dei risultati già ottenuti su Trebbiano romagnolo (Intrieri et al., 2008), la defogliazione precoce potrebbe essere applicata su vitigni a bacca bianca produttivi, con grappoli grossi e compatti che tendono a fornire mosti con bassa acidità titolabile quali, ad esempio, l'Ortrugo dei Colli Piacentini (Calò et al., 2006). Su altri vitigni che, all'opposto, presentano il problema di elevata acidità dei mosti, il diradamento dei grappoli pare essere ancora un valido strumento applicabile soprattutto laddove si verificano condizioni di eccessiva disponibilità idrica nonché combinazioni sfavorevoli di altitudine ed esposizione come già osservato su Barbera coltivato sui Colli Piacentini (Zamboni et al., 1991; Gatti et al., 2011b).

Particolarmente interessante sembra essere il dato relativo al tenore in polifenoli totali anche in virtù della sua ripetibilità negli anni come dimostrato dalla non significatività dell'interazione anno x trattamento. In effetti, nelle tesi diradate la concentrazione di dette molecole è aumentata in misura pari al 20% circa così come già osservato per il tenore di antociani totali. Questo effetto è stato massimizzato dalla defogliazione precoce che ha prodotto uve contenenti 5030 mg/kg di polifenoli, con un incremento del 46% rispetto al testimone. Il dato, molto interessante nell'ottica di una produzione di vini rossi da invecchiamento, sembra essere sostenuto dalla precoce esposizione dei grappoli alla luce. Le particolari condizioni microclimatiche dovute alla maggiore esposizione alla luce diretta degli acini e quindi alla radiazione UV (Winkel-Shirley, 2001) durante la loro fase di accrescimento erbaceo potrebbe aver indotto un maggiore accumulo di sostanze fenoliche nelle bucce. In effetti, i flavonoli presentano tipicamente due principali epoche di sintesi, una prima alla fioritura e una seconda successiva all'invaiaura della bacca, mentre i tannini raggiungono il loro picco all'invaiaura per poi decrescere durante la maturazione (Downey et al., 2006). A tal proposito, diversi autori hanno recentemente studiato l'effetto della luce sulle componenti fenoliche della bacca mediante diversi sistemi di ombreggiamento (Downey et al., 2006) dimostrando come l'esposizione dei grappoli comporti un netto aumento dei flavonoli della buccia durante l'intero ciclo e, seppur con una certa variabilità legata al vitigno, delle proantocianidine fino all'invaiaura (Downey et al., 2004; 2006; Kortell e Kennedy, 2006).

## Conclusioni

Il diradamento e la defogliazione hanno ridotto la resa unitaria di circa il 45% e il 32%, rispettivamente, rispetto al controllo. La defogliazione ha inoltre favorito la formazione di acini e grappoli più piccoli e spargoli rispetto alle altre tesi.

Tutti i trattamenti hanno conseguito un ragguardevole incremento di zuccheri ed antociani totali. La defogliazione precoce ha anche sensibilmente incrementato i polifenoli totali mantenendo,

nonostante il sensibile calo produttivo, l'acidità totale del mosto su livelli simili al testimone.

Nel complesso, i dati sottolineano che, pur agendo su principi fisiologici totalmente diversi da quelli a cui si ispira il diradamento dei grappoli, la defogliazione precoce è uno strumento efficace per il contenimento della resa di uva in Sangiovese e, nella fattispecie, più efficiente del diradamento poiché in grado di mantenere o migliorare le caratteristiche compositive delle uve a fronte di una minore riduzione del carico pendente rispetto a viti diradate. Inoltre, i dati mostrano come le viti sottoposte a defogliazione precoce, pur raggiungendo livelli ottimali di gradazione zuccherina e di maturità fenolica, conservano anche un tenore acidico simile a quello del controllo, mostrando quindi la potenzialità di un disaccoppiamento della cinetica di accumulo/degradazione di singole componenti particolarmente utile in una tendenza accentuata di "global warming".

*Lavoro condotto con il parziale contributo finanziario del Crpv, Regione Emilia-Romagna.*

### **Bibliografia**

- BAGGIOLINI, M. 1952. Les stades repérés dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric. 8, 4-6.
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. Am. J. Enol. Vitic. 52, 1-6.
- BLEDSE, A. M.; KLIEWER, 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
- CALO' A., SCIENZA A., COSTACURTA A. 2006. Vitigni d'Italia. Edagricole. Bologna.
- CAPORALI E., FAILLA O., SCIENZA A. 2005. Ruolo della sfogliatura sul potenziale polifenolico della bacca. L'Informatore Agrario. 21, 34-35.
- CASPARI H.W., LANG A. 1996. Carbohydrate supply limits fruit set in commercial Sauvignon Blanc grapevines. Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Cool Climate Vit. Symposium, II, 9-13.
- CORINO L.; RUARO P.; RENOSIO G.; RABINO M.; MALERBA G. 1991. Esperienze di diradamento grappoli sul vitigno Barbera in alcuni ambienti del Monferrato. Aspetti viticoli. Vignevini, 18 (7-8): 51-55.
- DOWNEY M.O., DOKOOZLIAN N.K., KRSTIC M.P., 2006. Cultural practices and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine. A review of recent research. Am. J. Enol. Vitic. 57: 257-268.
- FILIPPETTI I., RAMAZZOTTI S., CENTINARI M., BUCCHETTI B., INTRIERI C., 2007. Esperienze triennali sugli effetti del diradamento dei grappoli sulla qualità delle uve della cultivar Sangiovese. Italus Hortus, 14 (3): 412-416.
- FREGONI M. 2005. Viticoltura di qualità. Tecniche nuove. Milano.
- GATTI M., CIVARDI S., ZAMBONI M., FERRARI F., ELOTHMANI D., BAVARESCO L. 2011a. Preliminary results on the effect of cluster thinning on stilbene concentration and antioxidant capacity of *Vitis vinifera* L. cv. 'Barbera' wine. Vitis 50: 43-44.
- GATTI M., ZAMBONI M., GUALDANA L., CIVARDI S., ELOTHMANI D. 2011b. Miglioramento qualitativo del Barbera nei "Colli Piacentini". Aspetti tecnici e sensoriali legati al diradamento dei grappoli. Italus Hortus. In corso di stampa.
- GUIDONI S., ARGAMANTE N. 2003. Influenza del diradamento dei grappoli sull'accumulo di antociani nelle uve. Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino, 26: 27-42.
- GUIDONI S.; RABINO M. 2005. Effetti della sfogliatura su produzione e composizione dell'uva Informatore agrario, 21: 33-36.
- HANNI E., PEDRI U. 2003. Defogliazione pneumatica e principali effetti sul diradamento del grappolo. Informatore agrario, 17: 71-76.
- IACONO F., BERTAMINI M., SCIENZA A., 1991. Il diradamento dei grappoli nella vite quale esemplificazione dei rapporti tra fisiologia e tecnica colturale. Vignevini, 18 (10): 23-29.
- ILAND, P.G. 1988. Leaf removal effects of fruit composition. In: R.E. Smart et al. (Eds.): Proc. 2nd Cool Climate Viticulture and Oenology Symp., 137-138. Auckland, New Zealand.
- INTRIERI C., FILIPPETTI I., ALLEGRO G., CENTINARI M., PONI S. 2008. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). Austr. J. Grape Wine Res. 14: 25-32
- ISTAT. 2000. www.istat.it
- KLIEWER W.M., DOKOOZLIAN N.K., 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influences of fruit composition and wine quality. Am. J. Enol. Vitic. 56: 170-181
- KLIEWER, W.M., A.J. ANTCLIFF. 1970. Influence of defoliation, leaf darkening and cluster shading on the growth and composition of Sultana grapes. Am. J. Enol. Vitic. 21: 26-36.

- LAVEZZI A., RIDOMI A., PEZZA L., INTRIERI C., SILVESTRONI O. 1995. Effects of bunch thinning on yield and quality of Sylvoz-trained cv. Prosecco, *Vitis vinifera* L. Rivista di Viticoltura e di Enologia, conegliano. 48 (2): 35-40.
- MAY P., SHAULIS N.J., ANTCLIFF A.J., 1969. The effect of controlled defoliation in the Sultana vines. Am. J. Enol. Vitic. 20: 237-250.
- MAY, P. 2004. Development after fertilisation. In Flowering and Fruitset in Grapevines. P. May (Ed.), pp. 63-72. Lythrum Press, Adelaide.
- MAZZA G., FUKUMOTO L., DELAQUIS P., GIRARD B., EWERT B., 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. J. Agric. Food Chem. 47: 4009-4017.
- MORI K., GOTO-YAMAMOTO G., KITAYAMA M., HASHIZUME K. 2007. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. Journal of Experimental Botany 58: 1935-1945.
- OIV 2007. Codice dei caratteri descrittivi OIV per le varietà di vite e specie di *Vitis*. 2<sup>a</sup> edizione.
- 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 (2): in press.
- PERCIVAL, D.C., K.H. FISHER, AND J.A. SULLIVAN. 1994. Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.). Am. J. Enol. Vitic. 45: 133-139.
- PONI S. 2003. La potatura verde nel vigneto: aspetti fisiologici e culturali. L'Informatore Agrario 26, 37-49.
- PONI S., BERNIZZONI F., CIVARDI S., LIBELLI N. 2009. Effects of Pre-bloom Leaf Removal on Growth of Berry Tissues and Must Composition in two red *Vitis vinifera* L. Cultivars. Austr. J. Grape Wine Res. 15: 185-193.
- 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
- PRAJITNA A., DAMI I.E., STEINER T.E., FERREE D.C., SCHEERENS J.C., SCHWARTZ S.J., 2007. Influence of cluster thinning on phenolic composition, resveratrol, and antioxidant capacity in Chambourcin wine. Am. J. Enol. Vitic. 58: 346-350.
- PRICE, S.F., P.J. BREEN, M. VALLADAO, AND B.T. WATSON. 1995. Cluster sun exposure and quercetin in grapes and wine. Am. J. Enol. Vitic. 46: 187-194.
- REYNOLDS A.G., SCHLOSSER J., SOROKOWSKY D., ROBERTS R., WILLWERTH J., DE SAVIGNY C., 2007. Magnitude of viticultural and enological effects. II. Relative impacts of cluster thinning and yeast strain on composition and sensory attributes of Chardonnay Musqué. Am. J. Enol. Vitic. 58: 25-41.
- REYNOLDS, A. G., WARDLE, D. A.; NAYLOR, A. P. 1996. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. Vine performance, berry composition, canopy microclimate, and Vineyard labor requirements. Am. J. Enol. Vitic. 47: 63-76.
- TARDAGUILA J., PETRIE P., PONI S., DIAGO M.P., MARTINEZ DE TODA F. 2008. Effects of mechanical thinning on yield and fruit composition of Tempranillo and Grenache grapes trained to a vertically shoot positioned canopy. Am. J. Enol. Vitic. 59: 412-417
- TASSIE E., FREEMAN B.M., PRUNING, 1992. In *Viticulture, Volume II – Practices*. B.G. Coombe and P.R. Dry (Eds.). Winetitles, Adelaide, Australia 66-84.
- VERCESI A. 1996. Le previsioni vendemmiali quantitative. Vignevini 5: 53-56.
- VOUILLAMOZ J.F., MONACO A., COSTANTINI L., STEFANINI M., SCIENZA A., GRANDO M.S., 2007. The parentage of Sangiovese, the most important Italian wine grape. Vitis 46: 19-22.
- ZAMBONI M., FRASCHINI P., BAVARESCO L. 1991. Primi risultati sul diradamento manuale e chimico del Barbera nel Piacentino. Vignevini, 7 (8): 25-30.
- ZOECKLEIN, P.W., T.K. WOLF, N.W. DUNCAN, J.M. JUDGE, AND M.K. COOKE. 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes. Am. J. Enol. Vitic. 43: 139-148.