

**53° CONGRESSO
NAPOLI
GIUGNO 1998**

**Massimo Bertamini,
Fulvio Mattivi,
Giorgio Nicolini**

*Istituto Agrario di San Michele
all'Adige (Trento)*



M. Bertamini

L'INFLUENZA DEL CLIMA E DELLE TECNICHE DI GESTIONE DEL VIGNETO SUI POLIFENOLI DEL VINO

Le condizioni climatiche delle diverse annate e la variabilità microclimatica indotta dai diversi sistemi di allevamento condizionano in modo determinante il contenuto in antociani e polifenoli dei vini.

Lo studio dei fenomeni fisiologici coinvolti permette di manipolare con più efficacia le risposte della vite e migliorare la qualità dei vini rossi.

Introduzione

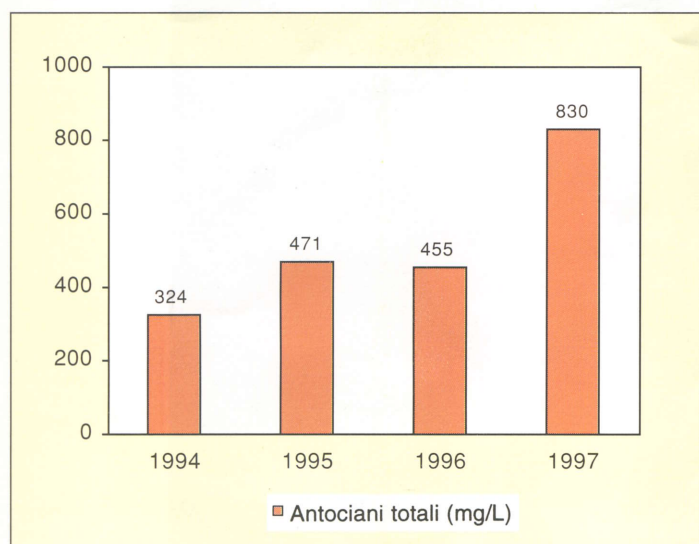
La presenza di composti polifenolici è requisito fondamentale per la qualità dei vini rossi, non solo a causa del ruolo giocato nella colorazione prima dei frutti e poi dei vini dagli antociani, ma soprattutto per le loro proprietà gustative particolarmente importanti per la struttura del vino, nonché per la azione protettiva che essi esercitano sullo stesso contribuendo in maniera determinante alla sua longevità. Inol-

tre negli ultimi anni si è preso coscienza dell'importante ruolo esercitato da questi composti, contenuti in concentrazioni particolarmente rilevanti nei vini rossi, quale efficace fattore protettivo per la salute umana (Rice-Evans e Packer, 1998).

Gli studi sulla sintesi dei polifenoli vegetali (Stafford, 1993; Heller e Forkmann, 1994) hanno dimostrato che i flavan-3-oli (catechine e proantocianidine, ossia i tannini dell'uva) e gli antociani (i pigmenti rossi dell'uva)

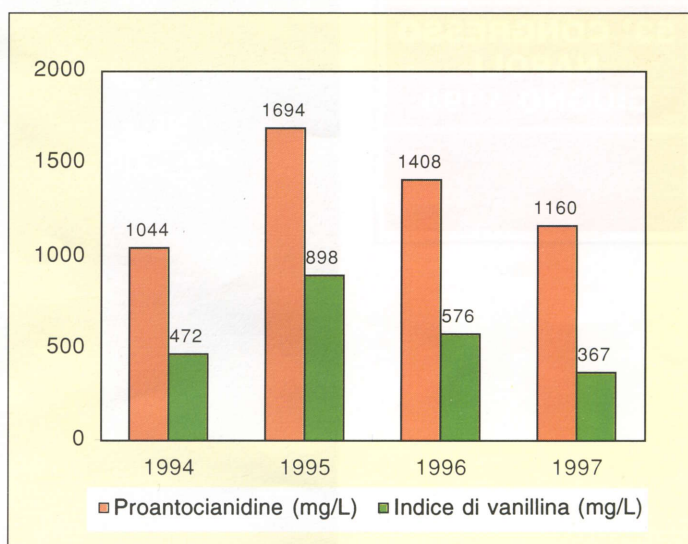
provengono da un complesso cammino di biosintesi che ha in comune tutti i numerosi passaggi fino ai composti intermedi: i flavan-3,4-dioli (leucoantociani). Solo gli ultimi passaggi cruciali, che conducono dai flavan-3,4-dioli agli antociani o ai flavan-3-oli, orientano il prodotto finale della sintesi fenolica. Questo potrebbe fare presumere una forte correlazione tra queste due classi di prodotti. Al contrario, è già stato verificato in precedenti lavori condotti sui vini sperti-

Fig. 1
Contenuto medio di antociani totali nei vini (mg/L)



Media dei diversi sistemi di allevamento

Fig. 2
Contenuto medio di proantocianidine e valori dell'indice di vanillina nei vini



Media dei diversi sistemi di allevamento

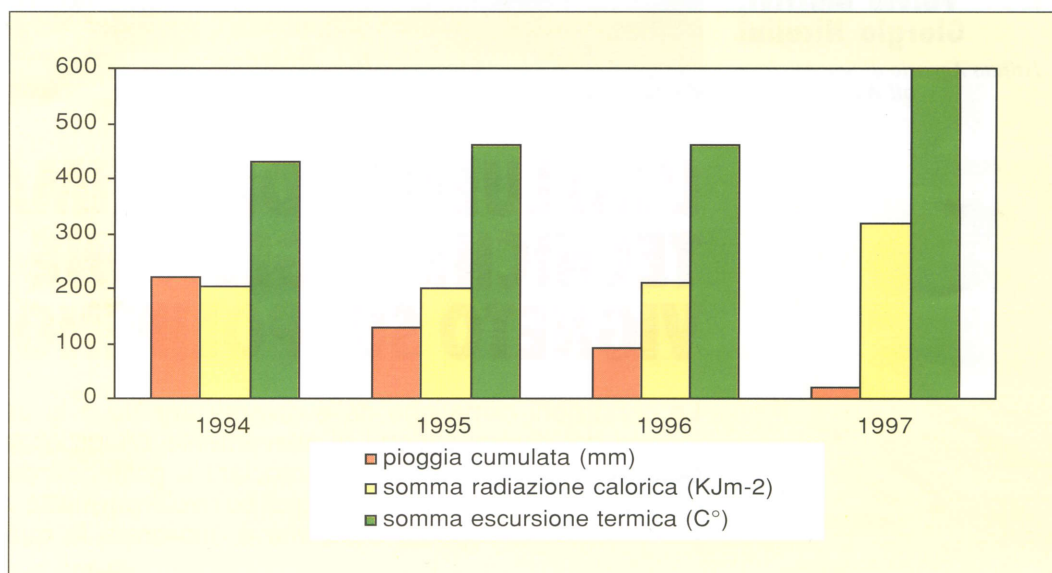
mentali dell'Istituto Agrario di S. Michele (Mattivi et al., 1995) che in generale, all'interno di ciascuna varietà di vino, non vi è correlazione tra i contenuti di antociani e di tannini, che variano in maniera tra di loro indipendente (ortogonale).

Inoltre, per questi componenti dei vini, sembra valere il principio che "la qualità si fa in campagna". Le condizioni climatiche in cui si vengono a trovare i grappoli durante la maturazione sono, infatti, da tempo note come fortemente condizionanti il contenuto in polifenoli. Quando si affronta lo studio del ruolo del clima la difficoltà maggiore è quella di scindere l'effetto della temperatura da quello della luce.

La presenza di luce è essenziale per l'attivazione della PAL che è un enzima importante nella sintesi dei flavonoidi (Faragher e Chalmers; 1977). Condizioni di bassa disponibilità di luce nella zona dei grappoli inibiscono l'attività della PAL e riducono l'accumulo di antociani nelle bucce (Kataoka et al.; 1984).

Altri autori hanno però evidenziato che varietà a frutto rosso e a colorazione delicata, quali Ahmeur, Cardinal, Emperor, Pinot g., possono presentare frutti meno

Fig. 3
Condizioni climatiche durante il periodo della maturazione (ultimi 40 giorni prima della vendemmia) nelle quattro annate a confronto



colorati se esposti in pieno sole (Wicks et al. 1980; Price et al. 1993).

La temperatura ed il termoperiodo giocano un ruolo quantitativo e qualitativo importante sull'accumulo di composti polifenolici.

Questo ruolo è complesso e si esplica a diversi livelli: da un lato per l'intermediazione sull'accumulo di zuccheri (fotosintesi, migrazione, traslocazione), dall'altro per effetto diretto su certe reazioni biosintetiche.

La colorazione può essere sensibile alla temperatura in una maniera che può sembrare paradossale: le temperature basse e quelle alte, che frenano la traslocazione e l'accumulo di zuccheri e la biosintesi dei composti fenolici, si oppongono all'accumulo di pigmenti nelle bacche.

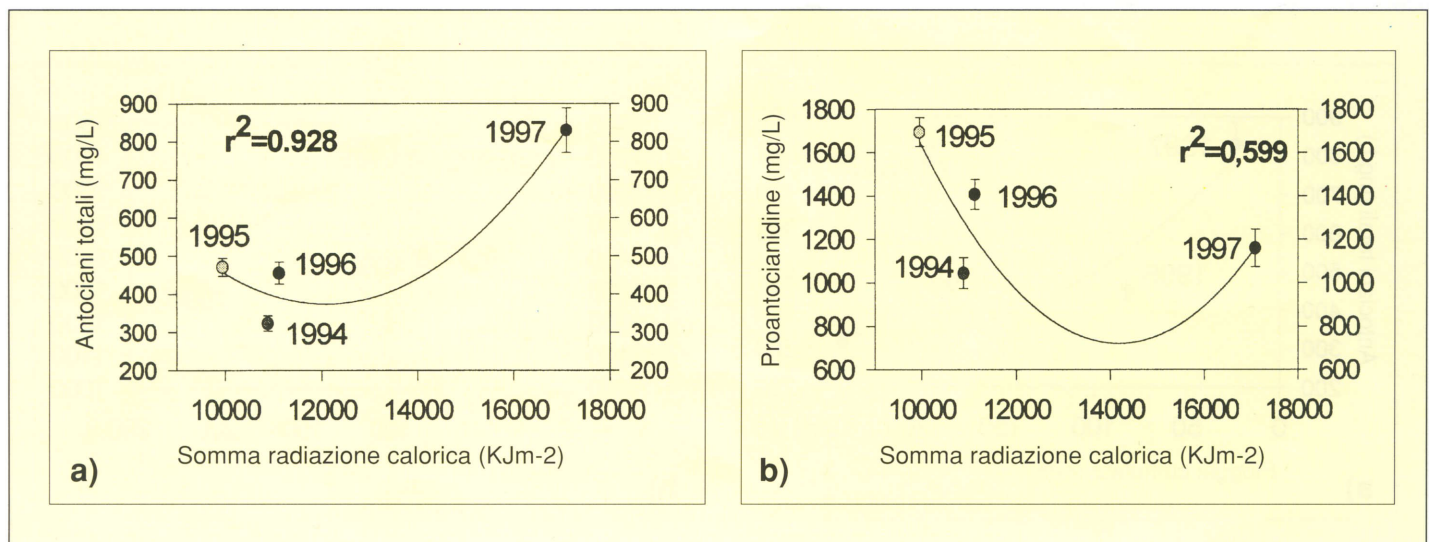
Le esperienze di Buttrose et al. (1971) hanno evidenziato che i grappoli di Cabernet S. (varietà che si colora bene anche a temperature

elevate) sottoposti, dall'invasatura alla vendemmia, ad un regime di 20 °C di giorno e 15 °C di notte, erano più colorati di quelli sottoposti ad una temperatura di 30 °C di giorno e 15 °C di notte.

Kliwer et Torres (1972) hanno pure studiato l'effetto dell'alternanza tra temperatura notturna e diurna: per le cv Cardinal, Pinot e Ahmeur, mantenendo costante la temperatura diurna a 25 °C l'incremento di temperatura notturna da 15 a 20, 25 e 30 °C

Fig. 4

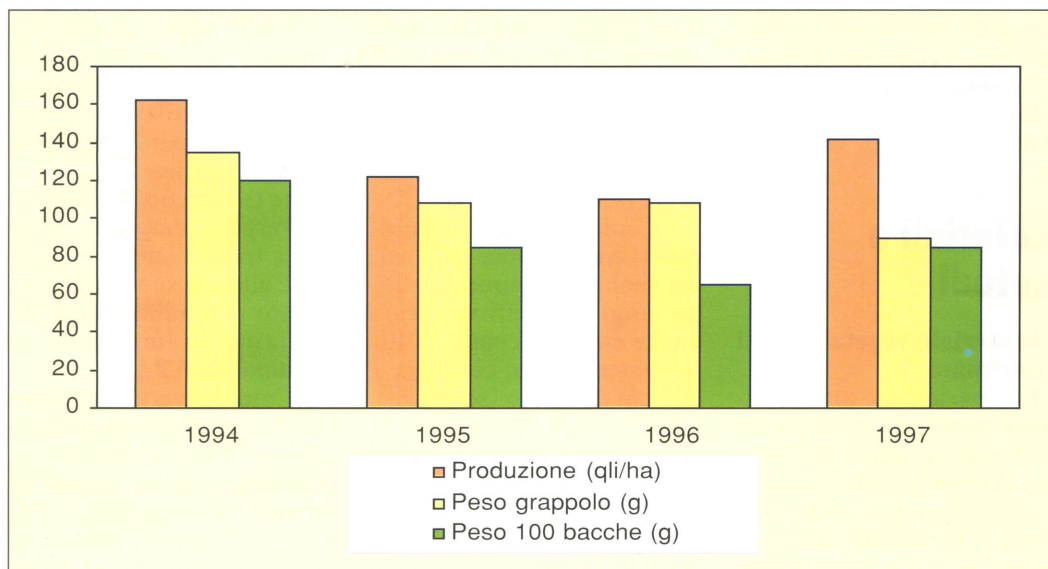
Correlazione tra sommatoria della radiazione calorica giornaliera nel periodo della maturazione e contenuto in: a) antociani totali e b) proantocianidine nei vini



Ultimi 40 giorni prima della vendemmia

Fig. 5

Produzione di uva, peso dei grappoli e delle bacche nelle quattro annate (medie dei diversi sistemi di allevamento)



ha progressivamente limitato la presenza di colore nelle bucce.

In un successivo lavoro Kliwer (1977) ha evidenziato che la colorazione della bacche della cv Emperor può addirittura calare se la temperatura notturna eccede i 30 °C.

Questi risultati mostrano che gli antociani non sono un prodotto finale del metabolismo, ma al contrario una tappa reversibile.

Quando ci si muove dalle sperimentazioni tipicamente

fisiologiche alle esperienze di pieno campo come sempre le cose si complicano. Nei climi freschi la gestione della chioma che permette una migliore esposizione dei grappoli alla radiazione solare generalmente migliora la composizione dei frutti. L'esposizione dei frutti incrementa però sia la disponibilità di luce che la temperatura dei grappoli. Crippen e Morrison (1986 a e b) hanno rilevato che per la cv Cabernet S. l'esposizione dei grappoli

al sole induce un minore peso delle bacche e maggiori concentrazioni in tartrati, malati, glucosio, fruttosio e antociani in confronto a bacche che maturano in zone interne della chioma. Sulla stessa cv in un'esperienza svolta sulla pergola trentina (Iacono et al 1995), è stato evidenziato che un'incremento della disponibilità di luce nella zona dei grappoli ottenuta con una forte defogliazione non ha incrementato l'accumulo in antociani e

polifenoli nelle bacche a causa della forte penalizzazione in superficie fogliare ed al conseguente minor accumulo di zuccheri.

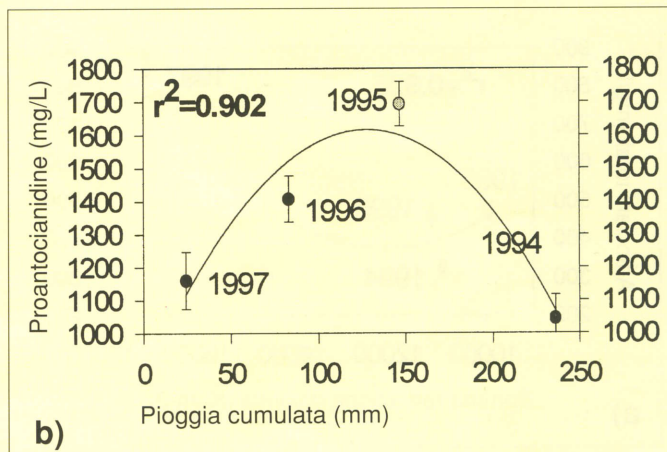
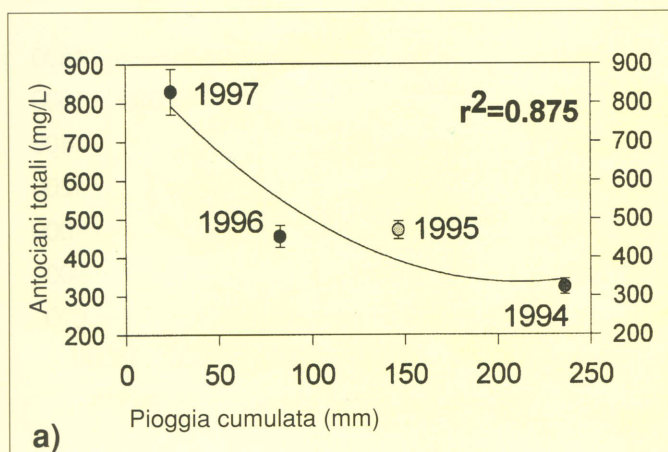
Nella stessa esperienza una copertura della vegetazione e dei grappoli con una rete ombreggiante capace di ridurre del 50% la radiazione solare ha ridotto notevolmente la concentrazione in antociani nelle bucce.

Esiste quindi una interazione tra effetto della luce ed equilibri vegeto-produttivi, in particolare in rapporto alla sufficiente superficie fogliare per unità di produzione. A questo riguardo un'esperienza di Iland et al. (1994) ha chiaramente mostrato che sotto un metro quadrato di superficie fogliare per kg di produzione di uva il contenuto potenziale di antociani in Pinot nero è fortemente penalizzato.

Sono rari in bibliografia i dati che riportino effetti di depressione della presenza di antociani a causa della eccessiva esposizione dei frutti.

In una interessante esperienza riportata da Valenti et al. (1996) sulla cv Barbera la copertura di grappoli con sacchetti a diverso spessore e grado di ombreggiamento ha permesso di verificare che la risposta in termini di accumulo di antociani è variabile

Fig. 6
Correlazione tra pioggia cumulata nel periodo della maturazione e contenuto in: a) antociani b) proantocianidine nei vini



Utimi 40 giorni prima della vendemmia

in funzione dell'andamento stagionale: nel 1993 la massima concentrazione, sia di antociani che di fenoli, si è ottenuta con un medio grado di ombreggiamento mentre quella minore nei grappoli completamente soleggiati; nel 1994, anno particolarmente sfavorevole per la sintesi di antociani, i fenoli sono aumentati nel caso di un limitato grado di ombreggiamento, mentre gli antociani sono calati con la diminuzione di disponibilità di luce.

Le condizioni climatiche del periodo della maturazione interagiscono quindi con le pratiche colturali determinando il risultato finale. È probabilmente proprio nella scelta di operazioni colturali diversificate negli anni che è possibile manipolare la risposta della vite verso gli obiettivi desiderati. Il presente lavoro si pone come finalità quella di aumentare le ipotesi esplicative della risposta della vite alle condizioni climatiche ed alle pratiche colturali con l'obiettivo di facilitare le scelte delle operazioni colturali atte a ottimizzare il contenuto in polifenoli nei vini.

La sperimentazione che si riporta è tuttora in corso, in questa sede si anticipano i primi risultati.

La disponibilità di dati di un'annata particolare come il 1997 ha permesso di formulare delle ipotesi interpretative circa il ruolo del clima e delle tecniche colturali che sicuramente hanno bisogno di altri riscontri di validazione.

Materiali e metodi

Materiale vegetale e tesi a confronto

L'esperienza è stata condotta presso i vigneti dell'Azienda Agricola dell'Istituto Agrario di San Michele. L'appezzamento sede della prova si trova nella zona pedecollinare con esposizione ad Ovest, terreno di medio impasto ben dotato in elementi minerali.

Le viti sono state messe a dimora nella primavera 1989, la cv impiegata è il Cabernet Sauvignon clone 337 (INRA Bordeaux) innestata su 3309C (*V. riparia* x *V. rupestris*). I dati presentati si riferiscono al quadriennio 1994-1997.

Nel vigneto sono a confronto diverse modalità di allevamento e di gestione delle viti; nella seguente esperienza sono state studiate otto diverse varianti di sistemi di

conduzione:

- Cordone speronato libero (CSL): costituito da un cordone posizionato a 170 cm di altezza con speroni corti (1-2 gemme) e germogli liberi cimati in post-allegagione in modo da stimolare una crescita prevalentemente assurgente (sesti 2,16 x 1,0);

- Cordone speronato palizzato (CSP): cordone a 70 cm, dal suolo con speroni corti e germogli allevati verticalmente entro tre coppie di fili di contenimento, cimatura a 200 cm dal suolo (sesti 1,8 x 1,2);

- Cordone speronato palizzato con potatura meccanica (CSP-mec): come il precedente con la differenza che la potatura invernale viene eseguita con un decespugliatore a lama circolare senza ulteriore rifinitura (sesti 1,8 x 1,2);

- Potatura minima (Min-P): il sistema deriva da un cordone speronato libero (CSL) sul quale è stata gradualmente limitata la potatura alla sola eliminazione della vegetazione che si avvicina troppo al suolo o che limita gli accessi delle macchine (sesti 2,16 x 1,0);

- Lyra: il sistema è stato sviluppato in Francia negli anni ottanta, consiste in una doppia parete con vegetazio-

ne palizzata ascendente e leggermente inclinata verso l'interfila (sesti 3,6 x 0,6);

- GDC: nelle sua versione classica, con due cordoni speronati paralleli all'altezza di 170 cm e distanti 80 cm, vegetazione pettinata verso l'interfila e cimata precocemente (sesti 3,6 x 0,6);

- Pergola semplice: potatura a tralcio lungo, vegetazione allevata su un piano inclinato secondo le tecniche tradizionali impiegate in Trentino (sesti 2,16 x 1,0);

- Cordone verticale libero (CVL): cordone speronato allevato verticalmente leggermente spiralato attorno ad un palo, altezza totale 200 cm, vegetazione libera di crescere nello spazio (sesti 2,16 x 1,0);

Nonostante i diversi sistemi d'impianto i sistemi confrontati presentano la medesima densità di viti per ettaro (4630), inoltre su tutti la direzione dei filari è Est - Ovest. Ogni sistema di allevamento è controllato in due diverse zone del vigneto.

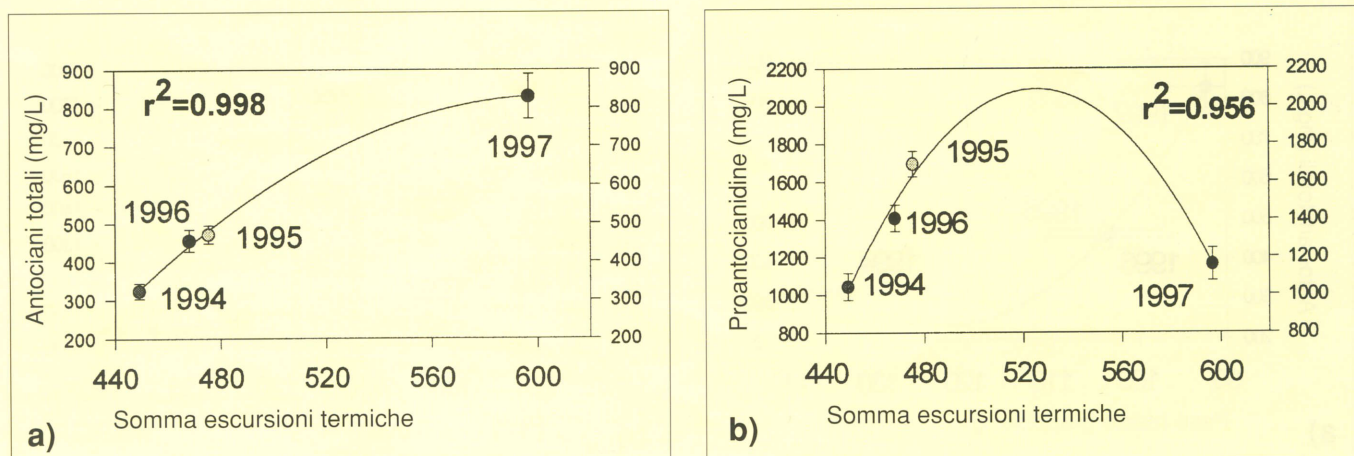
Parametri viticoli controllati ed analisi sui mosti

Sono state selezionate 10 viti di controllo in ogni replicazione di sistema di allevamento.

Al momento della potatura

Fig. 7

Correlazione tra sommatoria delle escursioni termiche ($T^{\circ} \text{ max} - T^{\circ} \text{ min}$) nel periodo della maturazione e contenuto in: a) antociani e b) proantocianidine nei vini



Ultimi 40 giorni prima della vendemmia

invernale è stato pesato il legno di risulta; alla vendemmia su ogni vite controllata è stata pesata la produzione, rilevati il numero di grappoli e di germogli. Su un campione di uva per vite, dopo ammostatura soffice, sono stati determinati gli zuccheri rifrattometrici ($^{\circ}\text{Brix}$), l'acidità titolabile (g/L) ed il pH.

Microvinificazioni ed analisi sui vini

Da ogni parcella sperimentale sono stati prelevati ca. 80 Kg di uva destinati alla vinificazione in condizioni standardizzate (Mattivi et al., 1991) nella cantina sperimentale dell'Istituto. Dopo pigia-diraspatura la fermentazione si è svolta in recipienti di acciaio di 100 litri, il contatto con le bucce è durato 7 giorni durante i quali sono state eseguite due follature al giorno con immersione del cappello.

Alla svinatura ha fatto seguito una pressatura soffice delle vinacce.

Il vino ha proseguito la fermentazione lenta e la fermentazione malolattica in damigiane di vetro, ove, con le opportune sfeccature è stato conservato fino al momento dell'imbottigliamento nella primavera successiva alla vendemmia.

L'analisi dei polifenoli

I polifenoli dei vini sono stati caratterizzati per via spettrofotometrica, sui vini imbottigliati, a 6-10 mesi di distanza dalla vendemmia. Su ciascun campione sono stati determinati i polifenoli totali reattivi al Folin-Ciocalteu (Di Stefano e Guidoni, 1989); catechine e proantocianidine reattive alla vanillina espressi come (+)-catechina mg/L, proantocianidine per trasformazione a cianidina (mg/L), antociani totali in soluzione acqua-etanolo-HCl (70:30:1) e antociani liberi dopo isolamento su Polyclar AT (Di Stefano e al., 1989) entrambi come malvina (mg/L), gli indici di Glories per l'interpretazione dello stato di combinazione dei pigmenti antocianici (Glories 1984a e 1984b), ed infine le caratteristiche cromatiche intensità colorante (somma assorbanze 420 e 520 nm riferite a 1 cm di percorso ottico) e nuance secondo il metodo ufficiale (AA.VV 1986). Per ulteriori indicazioni rispetto alle condizioni di impiego delle metodiche si rimanda a precedenti lavori (Mattivi et al., 1991).

Nel presente lavoro, per

brevità, vengono discussi i soli contenuti in antociani totali (mg/L) e proantocianidine (mg/L), queste ultime come indice del contenuto in sostanze tanniche dei vini.

Le analisi di correlazioni quadratiche delle Figg. 4, 6, 7, 8 e 10 sono state condotte sui dati medi delle annate ottenuti mediando i risultati dei sistemi di allevamento lyra, CPS e CSP-mec; le correlazioni quadratiche di Fig. 14 e lineari di Fig. 15 sono state condotte sui dati medi dei sistemi di allevamento (2 repliche) distintamente nei due anni 1995 e 1997. Le elaborazioni sono state eseguite con il programma SWP versione 1.02 (Scientific Graphing, Software: P.O. Box 7005 San Rafael, CA, 94912-7005-U.S.).

Risultati e discussione

Il ruolo dell'annata

Analizzando i dati medi delle concentrazioni in antociani totali dei vini nelle quattro annate della prova (Fig. 1), senza quindi considerare la variabilità indotta dalle modalità di coltivazione, si evince chiaramente che nel 1997 i vini erano notevolmente più ricchi in so-

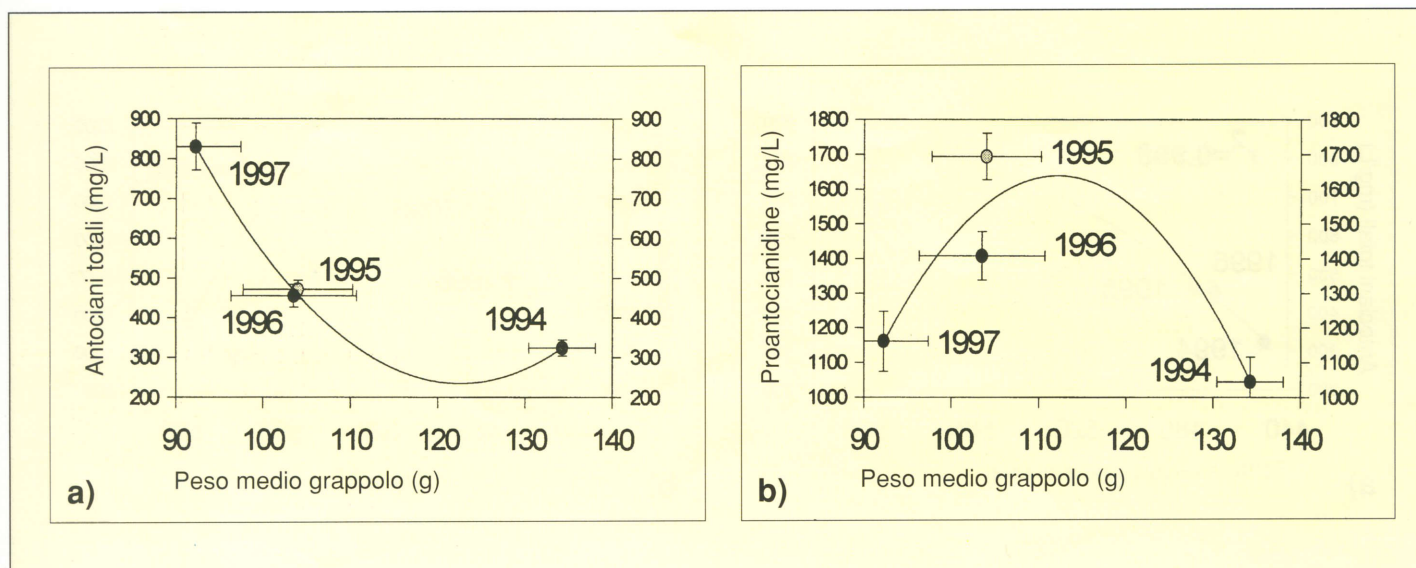
stanze coloranti (quasi il doppio della media degli altri anni), viceversa i valori più bassi si sono riscontrati nel 1994.

Una comparazione del contenuto in tannini, espressi sia come proantocianidine che come indice di vanillina, permette di verificare che l'anno a maggiore concentrazione nei vini è stato il 1995, mentre nel 1994 e nel 1997 si sono avuti i valori più bassi di proantocianidine e di indice di vanillina, rispettivamente (Fig. 2).

Da questi primi dati appare subito chiaro che i componenti polifenolici che determinano il colore delle bucce (antociani) sono soggetti ad una variabilità di concentrazione nelle diverse annate che non rispecchia quella dei tannini. In particolare l'annata 1997, come emerge in questa prova condotta sul Cabernet Sauvignon, ma con un comportamento che nel Trentino è stato abbastanza generalizzato anche per le altre varietà rosse da vino, appare come ricca di sostanze coloranti e molto povera in tannini, ad indicare che nelle specifiche condizioni di questa annata la sintesi degli antociani ha preso il sopravvento su quella dei tannini.

A questo riguardo può es-

Fig. 8
Correlazione tra peso medio del grappolo alla vendemmia e composizione polifenolica dei vini nelle 4 annate a confronto



a) relazione con gli antociani totali nei vini; b) relazione con il contenuto in proantocianidine nei vini

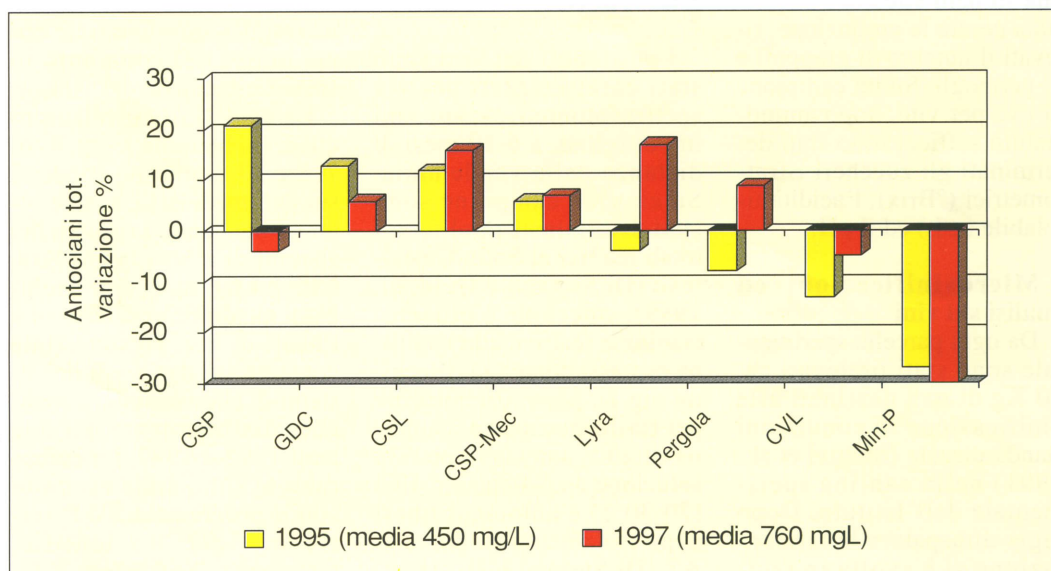
sere interessante valutare se esistano delle relazioni tra queste risposte e le condizioni climatiche delle diverse annate così come se il grado di maturazione e la produttività possano essere stati causati da questi comportamenti.

Utilizzando i dati meteorologici della stazione di rilevamento, della rete Spartac, situata presso San Michele all'Adige nelle immediate vicinanze del vigneto sede della prova sono stati desunti alcuni parametri climatici caratterizzanti le diverse annate.

A questo fine sono stati utilizzati i dati degli ultimi 40 giorni prima della vendemmia (Fig. 3). Questa scelta è stata fatta in ragione del fatto che le variazioni più importanti dei contenuti di antociani e tannini nelle bacche avvengono prevalentemente in questo periodo; non sono da escludere comunque effetti anche delle condizioni climatiche in altri periodi stagionali.

Confrontando le diverse annate si rileva che il 1994 è stato caratterizzato da un periodo della maturazione molto piovoso (complessivamente oltre 200 mm), la radiazione calorica è comunque apparsa nella media e le escursioni termiche basse. Vice-

Fig. 9
Ruolo del sistema di allevamento sul tenore di antociani totali nei vini



Gli istogrammi rappresentano l'oscillazione dei risultati attorno alla media generale delle singole annate; i sistemi sono ordinati in funzione della propensione all'accumulo di antociani nell'annata più difficile (1995). CSP = cordone speronato palizzato; GDC = Geneva Double Curtain; CSL = Cordone Speronato Libero; CSP-Mec = CSP con potatura meccanica; Lyra = cordone speronato palizzato a doppia parete vegetativa; Pergola = pergola trentina semplice; CVL = Cordone Verticale Libero; Min-P = potatura minima.

versa il 1997 è stato caratterizzato da bassa piovosità, alta radiazione calorica complessiva ed elevate escursioni termiche; in particolare in quest'ultimo anno sono state alte le temperature massime. Nel 1995 la piovosità è stata medio-alta, mentre la persistente nuvolosità ha ridotto notevolmente la radiazione

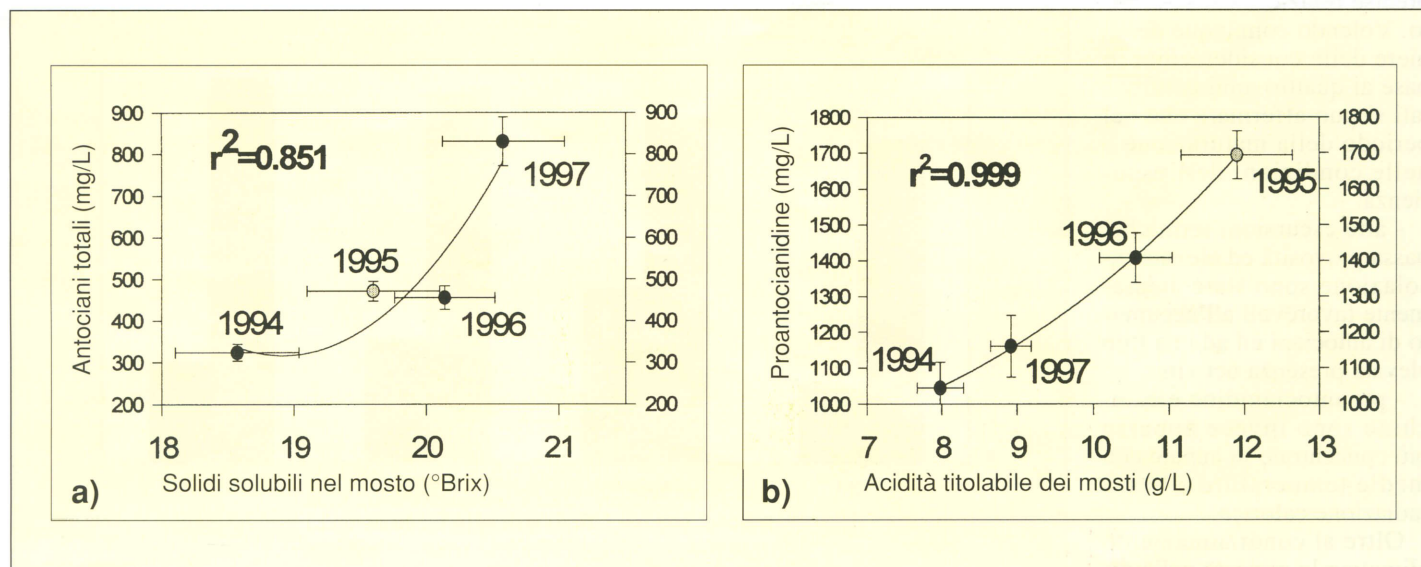
calorica solare mantenendo basse le temperature massime oltre che quelle minime con il risultato di una non elevata escursione termica. Il 1996 è stato caratterizzato da una medio-bassa piovosità ed una buona radiazione calorica e può essere definita una annata "media" per la zona.

La correlazione tra i conte-

nuti medi di antociani totali dei vini e la radiazione calorica complessiva del periodo della maturazione (Fig. 4a) è apparsa positiva ed altamente significativa; in particolare le elevate concentrazioni riscontrate nel 1997 potrebbero essere in relazione con il buon soleggiamento di tale annata. Le differenze nelle

Fig. 10

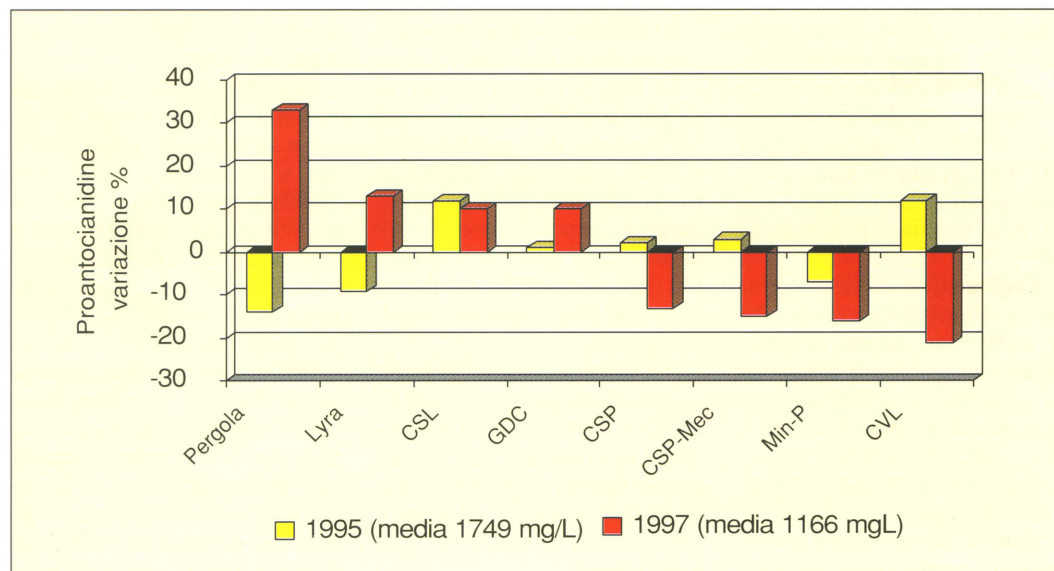
Correlazione tra grado di maturazione delle uve e composizione polifenolica dei vini nelle 4 annate a confronto



a) relazione tra contenuto zuccherino dei mosti e antociani totali nei vini; b) relazione tra acidità titolabile dei mosti e contenuto in proantocianidine nei vini

Fig. 11

Ruolo del sistema di allevamento sul tenore di proantocianidine nei vini



Gli istogrammi rappresentano l'oscillazione dei risultati attorno alla media generale delle singole annate; i sistemi sono ordinati in funzione della propensione all'accumulo di proantocianidine nell'annata più difficile (1997). CSP = cordone speronato palizzato; GDC = Geneva Double Curtain; CSL = Cordone Speronato Libero; CSP-mec = CSP con potatura meccanica; Lyra = cordone speronato palizzato a doppia parete vegetativa; Pergola = pergola trentina semplice; CVL = Cordone Verticale Libero; Min-P = potatura minima.

risposte delle altre annate non sembrano per contro essere motivate dalla diversa radiazione calorica. Il contenuto in proantocianidine nei vini è apparso invece negativamente relazionato con la radiazione calorica, ai due antipodi si posizionano infatti il 1995 con bassa radiazione calorica ed alte proanto-

cianidine ed il 1997 con alta radiazione e basse proantocianidine. Va rilevato però che, ancora più marcatamente che nel caso degli antociani, per le proantocianidine non sembra essere la radiazione calorica il solo fattore di variabilità (Fig. 4b).

La forte piovosità è correlata negativamente con il

contenuto in antociani totali dei vini, mentre di più difficile interpretazione appare la correlazione con il tenore in proantocianidine; fino a circa 150 mm di pioggia sembra vi sia una relazione positiva tra i due parametri, mentre ad elevata piovosità le proantocianidine ritornano a calare (Fig. 6).

La correlazione tra la sommatoria delle escursioni termiche negli ultimi 40 giorni prima della vendemmia e la concentrazione in antociani totali nei vini è apparsa molto forte e significativa (Fig. 7a).

Sembra ipotizzabile una relazione anche con il tenore in proantocianidine, ma con un andamento del tutto particolare; mentre a basse escursioni termiche esiste una relazione positiva tra un loro incremento ed i contenuti in proantocianidine, nelle condizioni di elevate escursioni termiche (1997) le proantocianidine sono molto basse (Fig. 7b).

Appare chiaro da questi risultati che un'analisi delle relazioni tra i singoli componenti del clima e la risposta delle piante in termini di sintesi di sostanze polifenoliche non è possibile tramite una semplice via univariata; non va dimenticato infatti che mentre si analizza il ruolo della pioggia indirettamente si misura quello delle temperature e della radiazione calorica. Inoltre altri aspetti possono essere importanti quali: la piovosità nei giorni precedenti la raccolta, la ventosità, il grado di maturazione dei tessuti della bacca e le conseguenti rese estrattive in

vinificazione, ecc. Va quindi detto che dai dati in possesso non è corretto derivare delle precise relazioni causa-effetto. Volendo comunque desumere delle considerazioni in base ai quattro anni confrontati si può affermare che nel periodo della maturazione e nelle condizioni dell'esperienza:

- alte escursioni termiche, bassa piovosità ed elevata insolazione sono state mediamente favorevoli all'accumulo di antociani ed ad una loro elevata presenza nei vini;

- proantocianidine e catechine sono invece apparse più concentrate in annate con medie temperature e bassa radiazione calorica.

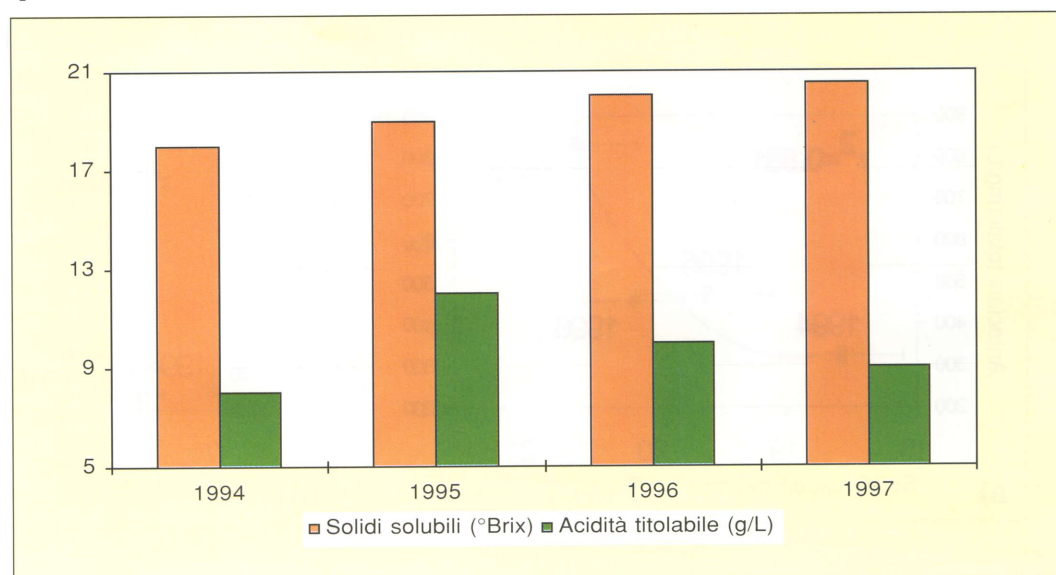
Oltre al condizionamento climatico le risposte nelle diverse annate possono essere dipese dal diverso carico produttivo e dal grado di maturazione.

Relativamente al primo aspetto dalla Fig. 5 si può notare come il 1994 sia stato un anno con elevata produttività media derivante da grappoli e bacche di elevato peso; il 1995 ha presentato parametri produttivi nella media rispetto agli altri anni; il 1996 è stato l'anno con la più bassa produttività in particolare per le bacche di piccole dimensioni; il 1997 aveva una produzione complessiva alta, di poco inferiore al 1994, ottenuta però con molti grappoli di piccole dimensioni e con acini medi.

La produttività nel suo complesso (qli/ha) non è apparsa correlata con il tenore in antociani nei vini; infatti i due anni ad alta produzione 1994 e 1997 appaiono agli antipodi come contenuto in antociani, bassi nel primo ed elevati nel secondo. Più evidente è invece la correlazione negativa tra peso medio del grappolo ed antociani dei vini (Fig. 8a). I parametri della produttività non sembrano mediamente avere una grande relazione con il tenore in proantocianidine, almeno per quanto riguarda l'effetto imputabile alle annate (Fig. 8b).

In relazione al grado di maturazione la differenza tra le annate è stata molto eleva-

Fig. 12
Composizione dei mosti relativamente a zuccheri ed acidità titolabile nei quattro anni a confronto (media dei diversi sistemi di allevamento)



ta: il 1994 è stato l'anno con la più bassa gradazione zuccherina associata a bassa acidità titolabile; il 1995 aveva una media gradazione zuccherina ma una elevata acidità; il 1996 era su medio-alti contenuti zuccherini ed acidi; il 1997 ha presentato il più alto grado di accumulo zuccherino mantenendo una acidità media superiore al 1994 (Fig. 12).

Dall'analisi delle correlazioni semplici si evince che le annate che hanno permesso elevati accumuli zuccherini presentavano mediamente vini ricchi in antociani totali (Fig. 10a), mentre non garantivano elevati livelli in proantocianidine.

Queste ultime erano invece maggiormente concentrate nelle annate ove il contenuto acido si manteneva su elevati livelli (Fig. 10b).

In sintesi sembra di poter concludere che le differenze molto forti rilevate nel contenuto polifenolico dei vini nelle quattro annate a confronto dipendono in larga misura dalle differenze meteorologiche che hanno caratterizzato il periodo della maturazione. Può essere a questo riguardo molto interessante valutare quale possibilità esista di manipolare la risposta della vite tramite la tecnica di coltivazione.

Il ruolo della tecnica culturale

a) Effetto sul tenore in antociani totali dei vini

In Fig. 9 i diversi sistemi di allevamento messi a confronto nelle due annate 1995 e 1997 sono stati ordinati in funzione della loro propensione a garantire buoni livelli di antociani totali nell'annata più difficile (1995). La figura si presta alle seguenti considerazioni:

- il cordone speronato con vegetazione palizzata (CSP) sembra ottimizzare la produzione di antociani nell'annata meno favorevole (bassa radiazione solare), restando nella media in quella ad alta insolazione;

- il GDC ed in particolare il cordone speronato libero (CSL), ma anche il CSP a potatura meccanica hanno presentato stabilmente antociani totali sopra la media;

- la lyra e pergola semplice forniscono quantità di antociani un po' sotto la media in annate con clima freddo; nel 1995 il calo è del 30 % per la pergola se si confronta con il CSP. Pergola e lyra in compenso emergono in annate ad alta insolazione come il 1997;

- il cordone verticale con vegetazione libera (CVL)

presenta mediamente tenori sempre bassi in antociani;

- la potatura minima fa calare in maniera drastica (fino al 46% nel 1997) i pigmenti rossi nei vini.

La variabilità indotta dal sistema di allevamento sul tenore in antociani dei vini è stata di circa il 50% nel 1995, mentre nel 1997 si è avvicinata all'80%. In pratica l'effetto è del tutto paragonabile a quello già molto forte imputabile all'annata. A prima vista questi effetti dei sistemi di allevamento appaiono di difficile comprensione ed interpretazione in quanto non sembrano sempre stabili con le annate; prima di tentare delle considerazioni è opportuno comunque verificare il ruolo giocato nei confronti del tenore in proantocianidine.

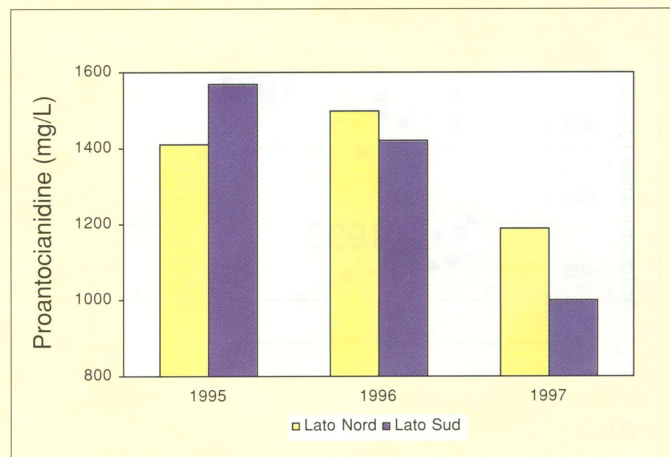
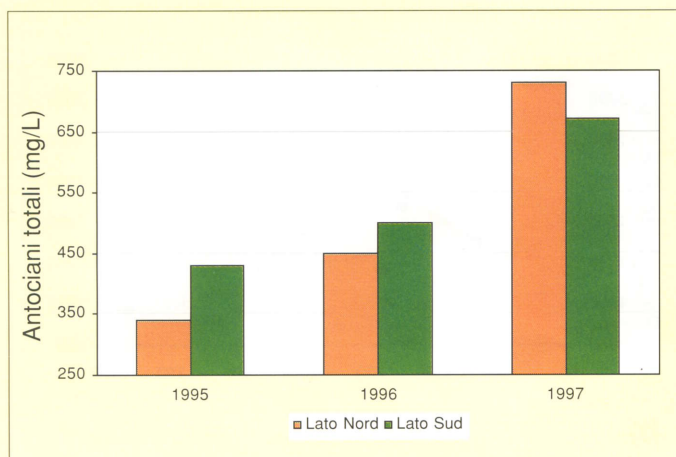
b) Effetto sul tenore in proantocianidine nei vini

Anche in questo caso (Fig. 11) i sistemi di allevamento sono stati ordinati in base alla loro propensione a garantire elevati livelli nell'annata più limitante (1997). I comportamenti dei diversi sistemi a confronto possono essere così riassumibili:

- la pergola e la lyra presentano la più elevata stabilità di risposta, garantendo (in particolare la pergola)

Fig. 13

Contenuto in composti polifenolici nei vini in relazione all'esposizione del grappolo al sole, confronto tra lato nord e lato sud nel sistema di allevamento a lyra con direzione dei filari est-ovest



elevati valori medi nell'annata ad elevata insolazione caratterizzata da bassi contenuti in proantocianidine;

- il cordone speronato libero (CSL) ed il GDC hanno presentato alti valori medi di proantocianidine;

- il cordone speronato pallizzato (CSP), a potatura manuale o meccanica è caratterizzato da vini con contenuti medi di proantocianidine, i valori sono però bassi nell'annata ad alta insolazione;

- il cordone verticale con vegetazione libera (CVL) manifesta una elevata variabilità di risposta: nel 1995 i valori più alti; nel 1997 quelli più bassi;

- la potatura minima presenta tenori ridotti in proantocianidine nei vini, ma a differenza che per gli antociani è ancora comparabile con le altre forme di allevamento.

La variabilità indotta dalla tecnica di coltivazione è stata dell'ordine del 20% nel 1995 e di oltre il 50 % nel 1997. Ricordando che le condizioni climatiche di quest'ultimo anno non sono state favorevoli alla presenza di tannini nei vini è importante comprendere quali fattori abbiano permesso una così elevata variabilità di comportamento dei sistemi di allevamento della vite.

Anche in questo caso, come rilevato per l'effetto dell'annata, possono aver concorso nella risposta dei sistemi di allevamento sul tenore in antociani e proantocianidine:

- aspetti di ordine produttivo e/o legati al grado di maturazione;

- effetti del microclima indotto dalla forma di allevamento.

Relativamente al primo punto dalla Fig. 14a appare chiaro che l'esagerata produttività indotta dalla potatura minima e dal CVL (che sono rispettivamente la 1^a e la 2^a per carico produttivo fra le tesi) è da ritenersi il motivo dei bassi tenori in antociani caratteristici di questi sistemi sia nel 1995 che, soprattutto, nel 1997. Sopra i 180 qli/ha in entrambi gli anni, infatti, il calo di antociani nei vini è molto evidente.

Se si analizza la relazione tra produttività e contenuto in proantocianidine (Fig. 14b) le risposte appaiono più aleatorie; nel 1995 non è evidente nessuna specifica relazione; nel 1997 si manifesta un tendenziale calo in proantocianidine in risposta a produttività molto alte, ancora una volta però sotto i 180 qli/ha il comportamento dei sistemi di allevamento nei riguardi di tale parametro ap-

pare dipendente da altre fonti di variabilità.

Anche il diverso grado di maturazione indotto dai sistemi di allevamento ha solo in parte spiegato la diversa dotazione in antociani nei vini. La potatura minima chiaramente a fronte della elevatissima produttività ha presentato mosti poveri di zuccheri e vini particolarmente carenti in antociani; ad esclusione di tale sistema di coltivazione nel 1995 non è apparsa però nessuna relazione tra grado di accumulo in zuccheri e tenore in antociani; nel 1997 la relazione si è invece mantenuta anche se non molto stretta (Fig. 15a). Per le proantocianidine è ancora la potatura minima che si differenzia dagli altri sistemi, in tale situazione il ritardo di maturazione si manifesta anche con una minore concentrazione in tannini nei vini. È comunque probabile che la causa prima sia ancora l'elevata produttività (Fig. 15b).

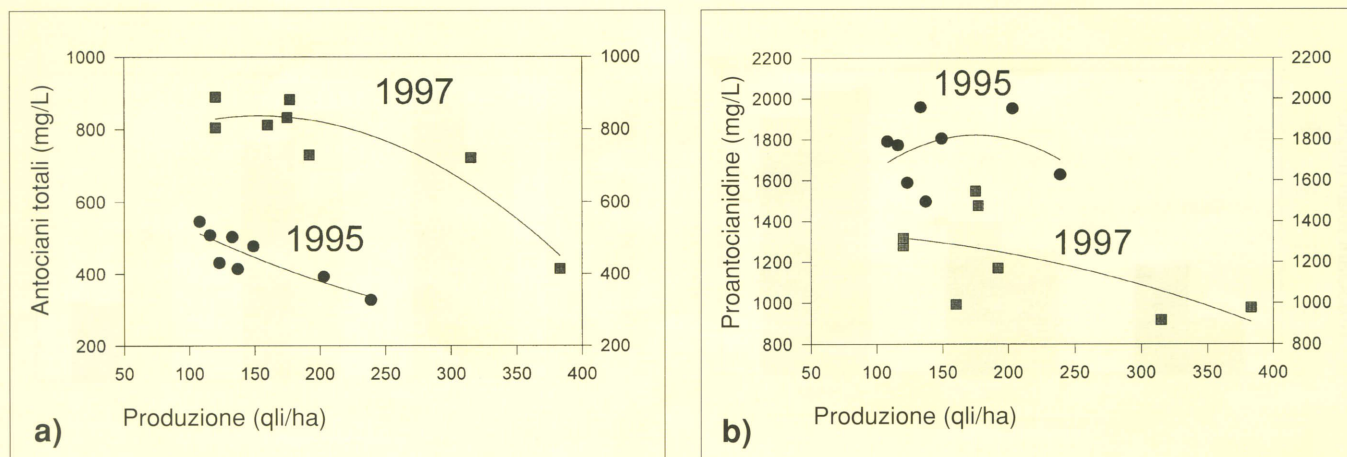
Rimane quindi una notevole parte della variabilità di risposta imputabile ai sistemi di allevamento che non trova una chiara spiegazione; in particolare la non ripetitività di comportamento nei diversi anni. È opportuno a questo riguardo tentare una ipotesi di spiegazione che faccia riferimento al ruolo giocato

dalle condizioni microclimatiche indotte dalla diversa tecnica culturale. Se è vero infatti che gran parte dell'effetto dell'annata è legato alle diverse condizioni climatiche durante la maturazione può essere verosimile che anche i sistemi di allevamento interagiscano con le risposte della vite proprio per questa via.

Il ruolo del microclima

La curiosità di valutare quale differenza potesse esserci tra lato nord e lato sud di un filare a doppia parete vegetativa (lyra) orientato est-ovest ha permesso di disporre di dati molto importanti per tentare di dare risposta al precedente quesito. In tale sistema le viti vengono alternativamente allevate su una o sull'altra parete per cui è agevole in vendemmia separare le due produzioni. In Fig. 13 sono riportati i risultati di tali vendemmie in tre diverse annate. Nel 1995 il tenore in antociani nei vini era nettamente inferiore nel lato nord rispetto a quello sud; la tendenza, anche se attenuata, si è mantenuta anche nel 1996; non è stato così nel 1997, in questo anno, pur con valori complessivi molto alti, gli antociani erano mag-

Fig. 14
Correlazione tra produzione di uva ad ettaro e contenuto in polifenoli nei vini, confronto tra i risultati medi dei diversi sistemi di allevamento nei due anni 1995 e 1997



giori nel lato non direttamente esposto alla radiazione solare (nord). Se si valuta il ruolo delle diverse condizioni microclimatiche sul tenore in proantocianidine nei mosti l'effetto appare altrettanto forte; nel 1995 è ancora il lato sud a presentare maggiore tenore in tali componenti; già nel 1996 la situazione però si inverte a favore del lato nord; nel 1997 è evidente il divario a favore del lato meno esposto al sole.

Diversi sistemi di allevamento

Alla luce di questi risultati molti dei quesiti posti dal comportamento dei sistemi trovano parziale comprensione; se è vero infatti che la sintesi di antociani è apparsa relazionata positivamente con le condizioni di alte escursioni termiche, bassa piovosità ed elevata insolazione (caso del 1997) è altrettanto vero che in tali annate quei sistemi, o situazioni culturali (leggasi forti defogliazioni) che espongono i grappoli alla eccessiva insolazione non massimizzano tale sintesi. Si deve tenere presente infatti che il grappolo che viene colpito dalla radiazione solare diretta può avere

per diverse ore al giorno una temperatura superiore di diversi gradi a quella dell'aria, e quindi in condizioni di clima caldo si possono raggiungere temperature così elevate da inibire la sintesi fenolica. In Fig. 16 è riportata la variazione di temperatura di un grappolo direttamente esposto al sole (lato sud della lyra) e di uno ombreggiato (lato nord) in riferimento alla temperatura dell'aria rilevata internamente alla chioma in una giornata di metà settembre del 1997. Si può notare come per diverse ore del giorno la temperatura del grappolo esposto al sole sia superiore a quella dell'aria toccando anche i 36 °C; nel caso del grappolo all'ombra la temperatura è inferiore a quella dell'aria ed è, nelle ore più calde, di quasi 10 °C inferiore a quella del grappolo esposto. Va ricordato che le temperature sono state rilevate all'interno del grappolo, per cui sulla superficie esposta possono essere state anche superiori. Di conseguenza è ragionevole attendersi che queste condizioni microclimatiche siano state deleterie per la corretta sintesi di sostanze tanniche, con l'effetto che i vini ne possono risultare eccessivamente carenti.

La gestione dell'allevamento

Non è solo il sistema di allevamento, ma, soprattutto, la sua gestione che interagisce a questi livelli. Si può tentare di spiegare in questo modo perché la pergola abbia presentato i più elevati livelli di antociani ed in particolare di proantocianidine nel 1997; il sistema per sua natura presenta una vegetazione che protegge i grappoli dalla forte radiazione e li espone nelle ore meno calde (mattino e sera). Per la stessa via nell'annata carente da un punto di vista energetico (frequenti nelle condizioni dell'esperienza) questo sistema è apparso fortemente penalizzato nei confronti di altri che presentano grappoli solitamente ben esposti alla radiazione diretta (cordone speronato palizzato). La lyra ha presentato elevati livelli di antociani nel 1997 per il semplice fatto che nelle media fra lato sud e nord il secondo ha fatto la differenza rispetto al cordone palizzato semplice. Il cordone speronato alto con germogli liberi (da alcuni indicato come cortina libera) è uscito molto bene dal confronto con gli altri sistemi di allevamento; la cimatura pre-

coce dei germogli inducente una vegetazione parzialmente assurgente crea un ambiente con la giusta condizione di microclima luminoso, il movimento dei germogli permette la presenza di frequenti "sun-flek" (lampi di sole) pur in una condizione di non continua e diretta radiazione solare. In entrambi gli anni tale condizione è apparsa favorevole alla buona dotazione in antociani nei vini. Similmente si è comportato il GDC.

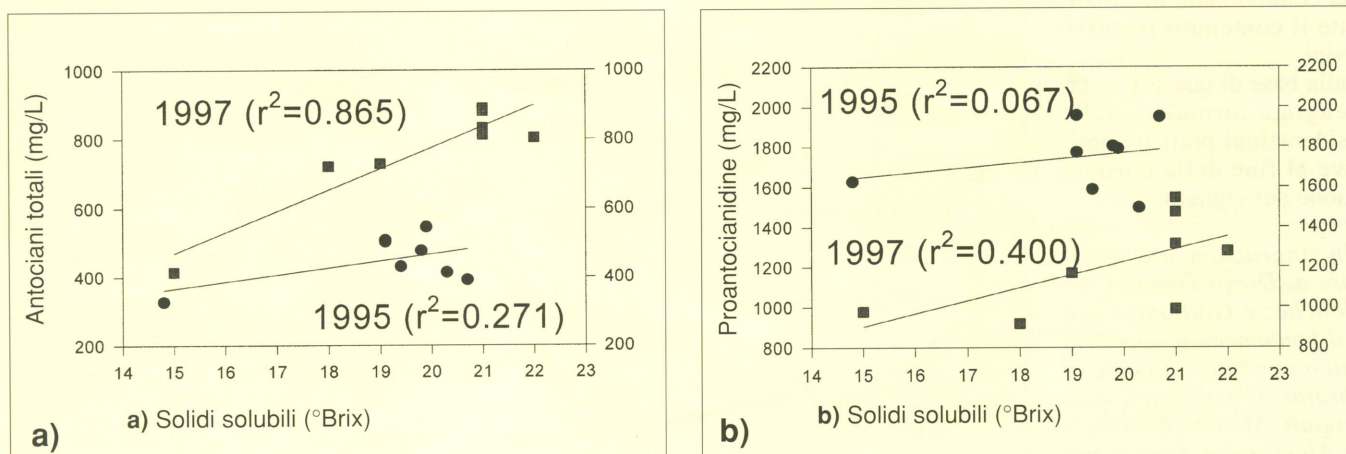
Anche se è più difficile formulare una simile ipotesi interpretativa dei risultati nei confronti del tenore in proantocianidine alcune considerazioni sono possibili:

- se è vero che proantocianidine e catechine sembrano più concentrate nell'annata con medie temperature e bassa radiazione calorica, in quella con forte radiazione calorica (1997) i valori già bassi di proantocianidine diventano ancora inferiori sui sistemi con grappoli molto esposti alla radiazione solare quale il cordone speronato palizzato;

- il cordone speronato libero, anche in questo caso, manifesta condizioni di microclima ottimali sia nell'annata favorevole che in quella limitante la presenza di proanto-

Fig. 15

Correlazione tra concentrazioni zuccherine nei mosti alla vendemmia e contenuto in polifenoli nei vini, confronto tra i risultati medi dei diversi sistemi di allevamento nei due anni 1995 e 1997



cianidine nei vini: in una parola presenta "stabilità di risposta";

- sistemi a grappolo ancora più coperto (lyra ed in particolare pergola) si differenziano particolarmente per i maggiori contenuti in proantocianidine nell'annata a forte radiazione.

I risultati ottenuti in questa sperimentazione sulla varietà Cabernet Sauvignon sembrano a prima vista sfatare l'opinione comune, suffragata da diversi dati sperimentali (cfr. capitolo 3 in Macheix et al., 1990), che la radiazione diretta sui grappoli sia fattore sempre positivo per la corretta maturazione fenolica delle uve da destinare alla elaborazione di vini rossi; tralasciando in questa sede le possibilità date dalla tecnica enologica sembra di poter desumere la considerazione che gli eccessi non sono favorevoli alla qualità. In primo luogo quelli produttivi, ma anche le condizioni di microclima. Probabilmente è il fattore incremento termico quello che più si deve temere da una eccessiva esposizione dei grappoli. La prima considerazione da fare quindi è che la tecnica colturale da adottare deve dipendere dalle condizioni climatiche ambientali ed annuali.

Conclusioni

Pur nella difficoltà di fare delle generalizzazioni sulla base di dati di poche annate e derivanti da uno specifico ambito territoriale le implicazioni pratiche derivanti da questa sperimentazione possono essere molteplici; volendo sintetizzarle al massimo si può dire che per ottimizzare la maturazione fenolica:

- negli ambienti (o annate) freschi, con bassa radiazione calorica e/o alta piovosità, bisogna scegliere sistemi di allevamento ed eseguire operazioni colturali (in particolare defogliazioni) atti a massimizzare la ricezione della luce su grappoli;

- negli ambienti (o annate) caldi, con alta insolazione e/o bassa piovosità, è opportuno evitare la diretta esposizione dei grappoli alla radiazione solare onde ridurre il loro riscaldamento e compromettere l'accumulo di antociani e tannini. Visti gli aspetti positivi di una defogliazione nella zona dei grappoli (sanità delle uve, sintesi aromatiche, ecc) in questi ambienti, sui sistemi di allevamento a spalliera, è opportuno eseguire la defogliazione nel lato nord (con filare est-ovest) o quantomeno sul

lato ove è minore la radiazione diretta.

La luce si conferma fattore necessario alla sintesi di antociani, non vanno quindi scelti sistemi che presentino grappoli totalmente protetti dalla insolazione; ciò che è importante è il "giusto microclima luminoso" che può essere ottenuto adattando le forme di allevamento alle specifiche condizioni ambientali. Ogni anno può essere, inoltre, opportuno operare scelte colturali diversificate in funzione dell'andamento meteorologico.

Riassunto

Si analizzano gli effetti delle condizioni climatiche e di diversi sistemi di allevamento e modalità di gestione della vegetazione sul contenuto polifenolico dei vini. La prova è stata condotta a San Michèle all'Adige (TN) su un suolo pedecollinare dotato di buona struttura, sulla cv Cabernet Sauvignon. In dettaglio sono confrontati sistemi a basso ceppo (cordone speronato a potatura manuale e meccanica e lyra), cordone alto libero, cordone verticale, GDC, "minimal pruning" e pergola semplice trentina.

Le quattro annate a con-

fronto (1994-97) erano tra loro climaticamente molto diverse: questo ha permesso di compiere degli studi di relazioni tra andamento meteorologico e contenuto in antociani totali e proantocianidine nei vini. Da questi è emerso che, nel periodo della maturazione e nelle condizioni dell'esperienza:

- alte escursioni termiche, bassa piovosità ed elevata insolazione sono state mediamente favorevoli all'accumulo di antociani e ad una loro elevata presenza nei vini;

- proantocianidine e catechine sono invece apparse più concentrate in annate con medie temperature e radiazione calorica.

Relativamente al ruolo della tecnica di coltivazione dai risultati emerge che alti livelli di produttività ottenuti con tecniche di potatura minima sono caratterizzati da vini poveri in polifenoli, in particolare di antociani. Entro limiti di produttività più contenuti, anche se non bassi, tale relazione non è più evidente.

Il presente lavoro mostra che le condizioni microclimatiche in cui vengono a trovarsi i grappoli durante il periodo della maturazione condizionano in modo massiccio il contenuto polifenolico.

Nelle condizioni di alta temperatura verificatesi nel periodo della maturazione nel 1997 la radiazione diretta e prolungata sui grappoli è apparsa condizionare negativamente il contenuto fenolico dei vini.

Sulla base di questi risultati vengono formulate delle considerazioni pratico-applicative al fine della corretta gestione del vigneto.

Un ringraziamento particolare a: Diego Tonon, Carla Sanchez e Giuliano Cova per il fondamentale supporto tecnico per tutta la parte di laboratorio, inoltre a Cinzia Dorigatti, Monica Dallaser e Alessandra Zattelli per la collaborazione nei rilievi viticoli.

Bibliografia

AA.VV., 1986. XXXVII - Caratteristiche cromatiche. Suppl. G.U. 14-7-1986, n.161, 54.

Buttrose M.S., Hale C.R. and Kliwer W.M., 1971. Effect of temperature on the composition of "Cabernet Sauvignon" berries. Amer. J. Enol. Vitic., 71-75.

Di Stefano R., Guidoni S. (1989) La determinazione dei polifenoli totali nei mosti e nei vini. Vigne vini, 1-2, 47-52.

Di Stefano R., Cravero M.C., Gentilini N. (1989) Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. L'Enotecnico, 5, 83-89.

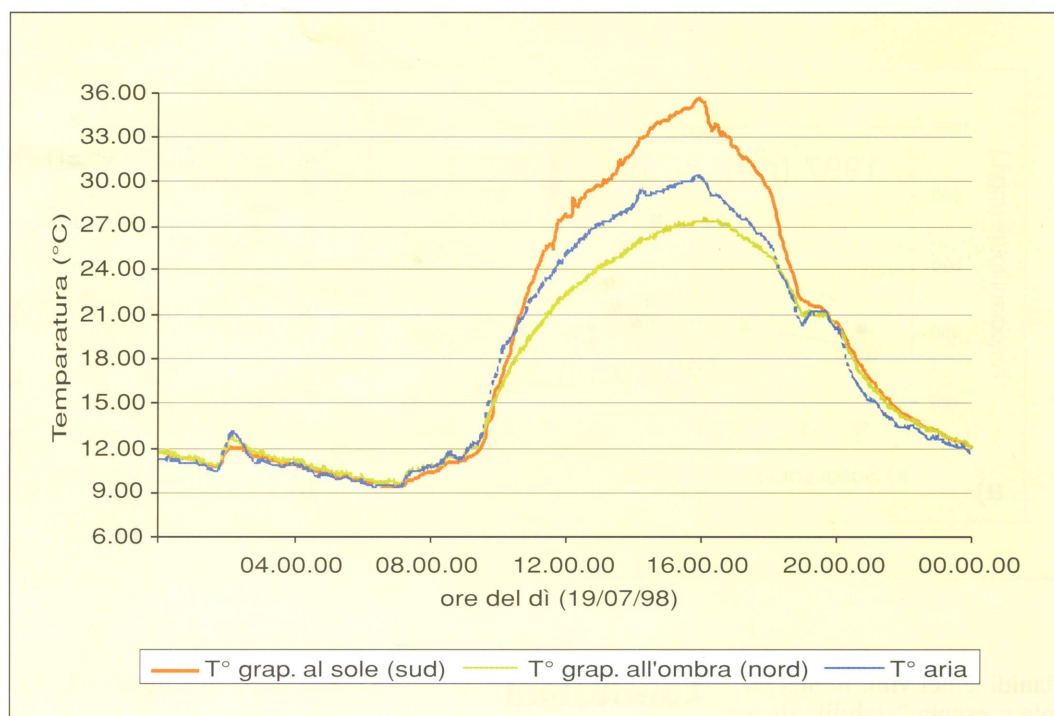
Faragher, J.D e Chalmers, J.D. 1977: Regulation of anthocyanin synthesis in apple skin. III Involvement of phenylalanine ammonia-lyase. Aust. J. Plant Physiol. 4, 133-141.

Glories Y. 1984a. La couleur des vins rouges (I). Conn. Vigne Vin, 3, 195-217. La couleur des vins rouges (II). Conn. Vigne Vin, 4, 253-271.

Heller W., Forkmann G., 1994. Biosynthesis of flavonoids. In: The flavonoids. Advances in Research since 1986. J.B. Harborne ed., Chapman & Hall, London, 499-536

Iacono F., Bertamini M. e

Fig. 16
Variazione della temperatura durante una giornata del mese di settembre (19/09/97)



Confronto tra grappolo in pieno sole (lato sud), grappolo in ombra (lato nord) e temperatura dell'aria. Nel 1997 in quasi tutti i giorni del periodo della maturazione si è assistito a differenze di temperatura simili a quelle nella figura. La temperatura dei grappoli è stata misurata nella zona interna degli stessi, per cui alla loro superficie può essere stata anche superiore.

Mattivi F. 1995. Differential effect of canopy manipulation and shading on the composition of grape berries (Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon). I Composition of grape berries. Vitic. Enol. Sciences, 49, 6: 220-225.

Iland P.G., Botting D.G., Dry P.R., Giddings J. and Gawel R., 1994. Grapevine Canopy Performances. Australian society of Vitic. and Enol. Viticulture seminar on Canopy Management. 18 august 1994 Mildura, Victoria: 18-21.

Kataoka I., Kubo Y., Sugiyama A. e Tomana T. 1994: Effect of temperature, cluster shading and some growth regulators in L-phenylalanine ammonia-lyase activity and anthocyanin accumulation in black grapes. Mem. Col. Agric. Kyoto Univ. N° 124: 35-44.

Kliwer W.M., 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emporor grape. Amer. J. Enol. Vitic., 2, 96-103.

Macheix J.-J., Fleuriet A., Billot J. (1990) Fruit phenolics. CRC press, Boca Raton, Florida, 378 pp.

Mattivi F., Nicolini G., Sanchez C. 1991. Confronto tra il contenuto polifenolico di vini Marzemino, Pinot nero e Sangiovese dell'annata 1989. Riv. Vitic. Enol., 1, 39-52.

Mattivi F., Nicolini G., Monetti A. 1995. Spectrophotometric analysis of polyphenols, a tool to characterize mono-variety red wines and orientate the wine-making process. Atti del 4th Int. Symp. Innovations in Wine Technology, Stoccarda, Germania, Deutscher Weinbauverband' ed., Bonn, 184-193.

Price S.F., Yoder B., Breen P.J. and Watson B.T., 1993: Solar radiation effect on anthocyanins and phenolics in skins of "Pinot noir" and "Pinot gris" berries. Proceedings of the IV international Symposium on Grapevine Physiology. San Michele all'Adige-Torino, 11-15

maggio 1992: 565-570.

Rice-Evans C.A. e Packer L., 1998. Flavonoids in Health and Disease. Marcel Dekker Inc., New York, 541 pp.

Stafford H.A., 1993. Proanthocyanidin and flavan-3-ol biosynthesis: comparison with the anthocyanidin pathway and future needs. In: Polyphenolic phenomena, Scalbert A. Ed., INRA, Paris, 73-80

Valenti L., Cisani F. e Tinni M., 1996. Effect of cluster shading on must and berry composition in "Barbera" grapes. Proceedings of first ISHS Workshop on strategies to optimize Wine Grape Quality. Conegliano, Italy 9-12 July 1995. ISHS 427: 201-208.

Wicks A.S., Kliwer W.M. and Jensen F., 1980. Influence of light and ethephon on formation of anthocyanins in several table grapes. University of California, Davis. Grape and wine centennial Symposium proceeding, 148-150.