

DOCUMENTO
TECNICO

***Stefano Poni**
***Elisa Giachino**
****Eugenio Magnanini**

** Istituto di Frutti-viticultura,
 Università Cattolica del Sacro
 Cuore - Piacenza*

*** Dipartimento di Colture
 Arboree, Università di Bologna*

CIMATURA DEI GERMOGLI SU CABERNET SAUVIGNON: FISIOLOGIA ED EFFETTI AGRONOMICI

L'interazione tra epoca di cimatura e severità del taglio spesso è la causa della variabilità delle risposte osservate sulla vite. Se è vero che i tagli drastici e tardivi sono riconosciuti generalmente come penalizzanti, ci sono risposte contraddittorie alle cimature drastiche ma precoci da valutare dal punto di vista agronomico e fisiologico.

Introduzione

La cimatura dei germogli è, fra gli interventi di potatura verde del vigneto, uno di quelli applicati con maggiore frequenza e, in molti casi, reiterati più volte nel corso della stessa stagione vegetativa (Smart 1985, Koblet 1987, Jackson e Lombard 1993, Poni e Intrieri 1996). L'intervento di cimatura, che "tecnicamente" consiste nel rimuovere l'apice vegetativo del germoglio nonché un numero variabile di foglie api-

cali ad esso sottostanti, può essere eseguito sia per limitare l'ingombro dimensionale delle chiome (Foto 1), sia per prevenire e/o attenuare il verificarsi di condizioni microclimatiche svantaggiose per la funzionalità fogliare e, più in generale, per la maturazione (Foto 2).

Tradizionalmente, la sperimentazione relativa agli effetti indotti da interventi di cimatura dei germogli variabili per epoche ed intensità ha privilegiato gli aspetti squisitamente agronomici ed

operativi. Nel complesso, i dati ottenuti in ambienti e condizioni colturali anche molto diversificate (Peterson e Smart 1975, Reynolds e Wardle 1989a, Poni e Intrieri 1996, Keller et al., 1999) tendono a "consigliare" tagli eseguiti piuttosto precocemente (allegagione) che, lasciando più tempo allo sviluppo delle femminelle, consentono alle stesse di raggiungere la fase di maturità più o meno in corrispondenza dell'invaatura, ovvero la fase fenologica che segna

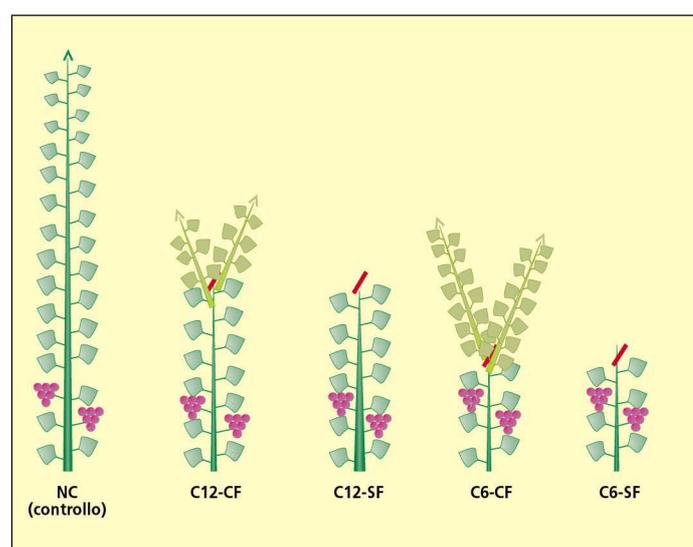
*Premio "Assoenologi per la ricerca scientifica in viticoltura ed enologia" 2004.
 Lavoro pubblicato su "L'informatore Agrario" n. 19, anno 2001.*



Tab. 1 - Crescita vegetativa delle viti di Cabernet Sauvignon sottoposte a diversi interventi di cimatura dei germogli o non cimate⁽¹⁾

	Germogli (n.)	SF asportata (dm ²)	SF totale (m ²)	SF - foglie principali (m ²)	SF femminelle (m ²)	Area foglie principali (cm ²)	Area foglie femminelle (cm ²)
Non cimato (NC)	11.8	-	2.81 a	2.10 a	0.71 b	98.7 b	39.0 b
C12 - CF	10.0	1.04 b	2.70 a	1.57 b	1.13 ab	136.1 a	41.2 b
C12 - SF	10.2	0.87 b	1.68 b	1.68 b	-	138.4 a	-
C6 - CF	11.8	8.06 a	2.24 ab	0.82 c	1.42 a	122.8 a	49.2 a
C6 - SF	11.0	7.76 a	0.90 c	0.90 c	-	136.7 a	-
Significatività ⁽²⁾	ns	*	*	*	*	*	*

⁽¹⁾ Dati espressi su base di pianta. ⁽²⁾ Separazione delle medie entro colonna tramite test di Student-Newman-Keuls. * = significativo per $p < 0,05$; ns = non significativo. Legenda: NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie, con femminelle; C12-SF = cimato a 12 foglie, senza femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie, con femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie, senza femminelle.

Fig. 1 - Schema delle tesi in prova

NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie con mantenimento delle femminelle; NC = non cimato; C12-SF = cimato a 12 foglie con rimozione delle femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie con mantenimento delle femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie con rimozione delle femminelle.

l'avvio del processo di accumulo rapido degli zuccheri all'interno dell'acino. Tuttavia, è noto che l'"epoca" di cimatura interagisce con la "severità" del taglio (normalmente espressa come numero di foglie principali mantenute sull'asse del germoglio) e l'interazione fra queste due scelte colturali è spesso la causa della variabilità delle risposte osservate. In generale, mentre vi è un sostanziale accordo nel definire i tagli drastici e tardivi come quelli più penalizzanti per la produttività e la qualità delle uve (Peterson e Smart 1975, Koblet 1987, Poni e Intrieri 1996), i risultati appaiono decisamente più contraddit-

tori quando riferiti all'efficacia di cimature drastiche ma applicate precocemente (Peterson e Smart 1975, Kliewer e Bledsoe 1987, Wolf et al., 1994, Intrieri 1994). La discordanza fra i risultati ottenuti in questi ultimi casi certamente riflette, in parte, l'interferenza legata alla diversità delle combinazioni vitigno/portinnesto e di vigoria ma suggerisce anche l'urgenza di migliorare le conoscenze relative ai cambiamenti fisiologici che, specialmente a livello di chioma intera, sono innescati dall'intervento di cimatura dei germogli. Ad esempio, l'asportazione di una quota di superficie fogliare determina

una improvvisa riduzione della quantità di luce intercettata dalla chioma che, tuttavia, nel periodo successivo alla cimatura, presenta un recupero che è proporzionale alla durata ed all'intensità della ricrescita delle femminelle stimolate dal taglio. Allo stesso modo, la cimatura causa inizialmente un brusco "invecchiamento" della chioma (sono le foglie apicali, e quindi più giovani, ad essere asportate con l'intervento cesorio) che, in seguito, sempre in rapporto alla dinamica di produzione delle femminelle, subisce un processo di "ringiovanimento".

Inoltre, il taglio in verde modifica il rapporto fra "source" (quantità di superficie fogliare attiva) e "sink" (forza dei centri di polarizzazione dei prodotti della fotosintesi) nonché il microclima (radiazione, temperatura, ventilazione) di porzioni specifiche della chioma.

In letteratura sono disponibili numerosi studi di base che, a livello di foglia singola, hanno stabilito i rapporti che intercorrono fra attività fotosintetica ed alcuni dei parametri (età, esposizione luminosa, rapporto di "source-sink") che vengono tipicamente modificati dall'intervento di cimatura dei germogli (Kriedemann et al. 1970, Kriedemann e Lenz 1972, Höfacker 1978, Hunter e Visser 1988, Silvestroni et al. 1993, Poni et al. 1994, Schultz et al. 1996).

Tuttavia, queste relazioni di tipo "puntiforme" sono as-

sai difficilmente estrapolabili a livello di chioma intera anche considerando il fatto che le stesse, nel caso della cimatura, avvengono con una sovrapposizione di tipo temporale e, come già precisato in precedenza, evolvono con dinamiche diverse.

In altri termini, una migliore comprensione degli effetti indotti da operazioni di cimatura dei germogli appare vincolata ad indagini che, accanto alla indispensabile valutazione di tipo agronomico, prevedano anche misure che riescano a integrare ed a valutare con efficacia gli effetti che la stessa induce sulla parte epigea considerata "in toto".

Gli scopi del lavoro

Sulla base di quanto premesso, gli scopi di questo lavoro sono stati i seguenti:

- valutare la risposta agronomica di viti di Cabernet Sauvignon a diversi trattamenti di cimatura dei germogli e verificarne il grado di correlazione con le variazioni quanti-qualitative del "source" (superficie fogliare attiva e funzionale);
- affiancare alla valutazione di tipo agronomico una caratterizzazione di tipo fisiologico estesa anche alla chioma intera;
- ottenere informazioni utili a razionalizzare le modalità di esecuzione dell'operazione su Cabernet Sauvignon.



Tab. 2 - Produzione per vite e componenti della vendemmia su viti con diversi interventi di cimatura o non cimate

	Produzione per vite (g)	Grappoli per vite (n)	Peso del grappolo (g)	Peso dell'acino (g)	Acini per grappolo (n)
Non cimato (NC)	1688	15.5	109	1.53 a	83
C12 - CF	2186	16.0	138	1.51 a	94
C12 - SF	1706	14.8	117	1.51 a	87
C6 - CF	1985	16.7	121	1.36 b	114
C6 - SF	1767	15.3	115	1.24 c	101
Significatività ⁽¹⁾	ns	ns	ns	*	ns

⁽¹⁾ Separazione delle medie entro colonna tramite test di Student-Newman-Keuls. * = significativo per $p < 0,05$; ns = non significativo.
 Legenda: NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie, con femminelle; C12-SF = cimato a 12 foglie, senza femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie, con femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie, senza femminelle.

Foto 1a - Un vigneto di Bonarda allevato a cordone libero e fotografato all'inizio della fioritura. L'immagine è esemplificativa del grado di «impedimento» della viabilità lungo l'interfilare causato dall'interazione fra chiome di filari adiacenti messi a dimora a 2,5 metri



Foto 1b - Un particolare della cimatura, eseguita con una potatrice a barre falcianti che opera simultaneamente sui lati di due filari contigui, restando indispensabile per «aprire» un corridoio centrale di passaggio e per favorire un portamento più eretto della vegetazione



Materiale e metodo

Materiale vegetale e schema sperimentale. L'indagine è stata condotta su viti di cinque anni di Cabernet Sauvignon/SO4 allevate in esterno in vasi di 45 L con substrato di sabbia, torba e terreno (1,5:1:2,5 in volume). Sulle viti, organizzate in due filari di 15 vasi ognuno (30 ceppi in totale), è stata eseguita una potatura invernale che ha mantenuto in media 3-4 speroni di due gemme franche per ceppo.

Due settimane dopo il germogliamento, stimato intorno al 4-5 aprile, le viti sono state assegnate ai seguenti cinque trattamenti (Fig. 1)

secondo uno schema a randomizzazione completa:

- viti non cimate (NC);
- viti cimate a 12 foglie principali con mantenimento delle femminelle (C12-CF);
- viti cimate a 12 foglie principali con rimozione delle femminelle (C12-SF);
- viti cimate a 6 foglie principali con mantenimento delle femminelle (C6-CF);
- viti cimate a 6 foglie principali con rimozione delle femminelle (C6-SF).

Ogni trattamento è stato replicato su 6 ceppi e la cimatura è stata eseguita all'inizio della fioritura (26 maggio) quando sui germogli erano presenti circa 14-16 foglie distese.

I vasi sono stati irrigati due volte a giorno per il pe-

riodo compreso fra allegazione e vendemmia e le pareti dei vasi stessi sono state avvolte con film di alluminio riflettente per prevenire il surriscaldamento dell'apparato radicale.

Crescita vegetativa e determinazione dell'età fogliare. I rilievi sono stati condotti su sei germogli per ceppo marcati 20 giorni dopo il germogliamento, quest'ultimo definito dalla data in corrispondenza della quale almeno il 50% dei nodi mantenuti in potatura invernale aveva superato la fase di "gemma cotonosa" (Baggiolini, 1952).

L'età di ciascuna foglia formata su germogli principali o femminelle è stata cal-

colata in base all'indice di plastocrono proposto da Erickson e Michelini (1957). Questo indice, applicabile solamente durante la fase di crescita lineare dei germogli, consente la determinazione dell'intervallo di tempo (in giorni) che intercorre fra la comparsa di due foglioline consecutive sullo stesso asse vegetativo (principale o di femminella) e, di conseguenza, il calcolo dell'età della foglia in rapporto alla posizione che la stessa occupa lungo il germoglio. In tutti i casi in cui la crescita del germoglio ha subito una interruzione (dovuta ad esempio alla cimatura) o un naturale rallentamento, l'età di ciascuna foglia è stato aggiornata nel corso della sta-

Tab. 3 - Parametri di qualità dell'uva alla vendemmia su viti di Cabernet Sauvignon sottoposte a diversi interventi di cimatura o non cimate

	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)	Tartrato (g/L)	Malato (g/L)	Fenoli (mg/acino)	Antociani (mg/acino)	Potassio (mg/L)
Non cimato (NC)	19.1 a	3.51 a	5.91 b	5.8 b	2.2 b	4.02 a	1.52 a	1844
C12 - CF	19.2 a	3.44 a	6.63 b	5.8 b	2.9 b	3.36 ab	1.27 ab	1819
C12 - SF	18.9 a	3.45 a	6.63 b	5.8 b	2.8 b	3.69 a	1.28 ab	1694
C6 - CF	17.9 b	3.37 ab	7.18 ab	6.7 b	3.3 b	3.17 ab	1.05 b	1742
C6 - SF	14.6 c	3.32 b	9.41 a	8.2 a	4.2 a	2.58 b	0.58 c	1998
Significatività ⁽¹⁾	*	*	*	*	*	*	*	ns

⁽¹⁾ Separazione delle medie entro colonna tramite test di Student-Newman-Keuls. * = significativo per $p < 0,05$; ns = non significativo.

Legenda: NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie, con femminelle; C12-SF = cimato a 12 foglie, senza femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie, con femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie, senza femminelle.

Foto 2 - Uno scorcio di un filare allevato a cordone speronato

I germogli piuttosto vigorosi, hanno già superato in altezza il filo di sostegno più alto e, continuando a crescere, si fletteranno verso il basso ombreggiando la zona basale della chioma in cui sono collocati i grappoli. In tali condizioni si ritiene utile (se non indispensabile) una cimatura eseguita a 20-30 cm al di sopra dell'ultimo filo

gione su base esclusivamente cronologica.

La superficie fogliare totale per vite asportata con la cimatura è stata stimata sfruttando la relazione che intercorre fra area fogliare e peso secco calcolata su un numero variabile di dischi

fogliari (1,9 cm di diametro) per vite (5 e 25, nell'ordine, per i trattamenti C12 e C6) essiccati in stufa a 70 °C fino a peso costante.

Una settimana dopo la vendemmia (avvenuta il 2 settembre) tutte le viti in prova sono state interamente

defogliate e sono stati determinati il numero totale ed il peso fresco delle foglie principali e delle femminelle. Inoltre, da ciascuna vite è stato prelevato un campione di dischi fogliari (uno per foglia, di 1,9 cm di diametro) poi immediatamente pesato e quindi essiccato in stufa a 70° C fino a peso costante. L'area fogliare totale per vite, ripartita nelle componenti dovute a foglie principali o femminelle (quando presenti) è stata stimata utilizzando la relazione che intercorre fra peso fresco ed area ed, inoltre, è stato calcolato il peso specifico fogliare come rapporto fra peso secco ed area (mg/cm^2).

Produzione e maturazione

In tre diverse date prossime all'invaiaura (104, 107 e 110 giorni dal germogliamento) è stata eseguita una valutazione visiva del grado di colorazione degli acini e, per ciascun trattamento, l'epoca di invaiaura è stata individuata quando almeno il 10% delle bacche presentava i primi cenni di pigmentazione.

Alla vendemmia, oltre a registrare la produzione ed il numero totale di grappoli per vite, sono stati prelevati, da ciascun ceppo, due campioni di 50 acini ciascuno. Il primo dei due campioni è stato utilizzato per la determinazione, con metodi standard, della concentrazione in solidi solubili (°Brix), dell'acidità

titolabile e del pH. Inoltre, sul medesimo campione sono state determinate le concentrazioni in acido tartarico e malico utilizzando, nell'ordine, il metodo colorimetrico al vanadato di ammonio (Lipka e Tanner, 1974) e quello enzimatico di ossidazione del malato ad ossalacetato in presenza di malato-deidrogenasi (kit Böehringer).

Il secondo campione di 50 bacche è stato invece destinato alla quantificazione dei fenoli e degli antociani totali secondo il metodo proposto da Iland (1988). I dati finali sono stati espressi in mg di fenoli o antociani per acino.

Scambio gassoso su foglia singola e su chioma intera. Nel corso della giornata precedente la cimatura (25 maggio) è stato eseguito, in condizioni di cielo sereno, un primo ciclo di misure su foglie singole di fotosintesi netta (P_n) e di conduttanza stomatica (g_s) utilizzando un sistema portatile CIRAS-1 equipaggiato con camera fogliare di 2,5 cm^2 . I rilievi, condotti su un germoglio per vite ed ultimati nell'arco di tempo compreso fra le 10 e le 16, hanno riguardato le foglie principali che sono state misurate, con andamento acropeto, con la frequenza di 1 ogni 2. Tutte le foglie sono state rilevate in presenza di una intensità di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) superiore al punto di saturazione luminoso (700-800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).



Tab. 4 - Fotosintesi netta (P_n), conduttanza stomatica (g_s) ed età media (giorni) rilevate, per ogni trattamento, su foglie principali (pre e post-cimatura) e su femminelle (solo post-cimatura)⁽¹⁾

	Pre-cimatura - foglie principali			Post-cimatura - foglie principali			Post-cimatura- femminelle			P_n /chioma ($\mu\text{mol/s}$)
	P_n ($\mu\text{mol/m}^2\text{s}$)	g_s ($\text{mmol/m}^2\text{s}$)	Età (giorni)	P_n ($\mu\text{mol/m}^2\text{s}$)	g_s ($\text{mmol/m}^2\text{s}$)	Età (giorni)	P_n ($\mu\text{mol/m}^2\text{s}$)	g_s ($\text{mmol/m}^2\text{s}$)	Età (giorni)	
Non cimato (NC)	8.7	106 b	21	7.1 b	74 d	49 c	5.9 c	58 c	57 a	19.1 b
C12 - CF	7.1	80 b	20	7.6 b	117 c	70 b	8.9 b	147 b	56 a	21.9 ab
C12 - SF	9.2	136 a	19	11.7 a	153 b	69 b	-	-	-	19.6 b
C6 - CF	8.5	105 b	20	10.4 a	166 b	78 a	12.8 a	216 a	47 b	26.7 a
C6 - SF	8.6	101 b	20	11.1 a	203 a	78 a	-	-	-	10.0 c
Significatività ⁽²⁾	ns	*	ns	*	*	*	*	*	*	*

⁽¹⁾ I dati mediano i valori di misure condotte su foglie inserite in diverse posizioni lungo l'asse vegetativo. L'ultima colonna riporta il dato stimato di P_n per chioma intera. ⁽²⁾ Separazione delle medie entro colonna tramite test di Student-Newman-Keuls. * = significativo per $p < 0,05$; ns = non significativo. Legenda: NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie, con femminelle; C12-SF = cimato a 12 foglie, senza femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie, con femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie, senza femminelle.

Foto 3 - L'assetto operativo del sistema di scambi gassosi automatizzato in grado di monitorare simultaneamente quattro chiome intere di vite



Un secondo ciclo di misure, esteso anche alle foglie delle femminelle stimolate dal taglio, è stato eseguito il 20 luglio (56 giorni dopo la fioritura). Nel caso della cimatura più drastica (taglio a 6 foglie) si è proceduto a misurare, in senso acropeto, tutte le foglie principali mantenute. Nelle tesi con cimatura meno severa (taglio a 12 foglie), le foglie principali sono state misurate, sempre in senso acropeto, con frequenza di 1 ogni 2. Per quanto attiene alle foglie di femminelle, nel caso delle viti non cimato e del trattamento C12-CF sono state misurate tutte le foglie di tre femminelle inserite nel tratto basale, mediano ed apicale del germoglio principale. Per la tesi

C6-CF si è invece proceduto al rilievo di tutte le foglie di due femminelle inserite nella porzione basale e apicale del germoglio. Anche per questa seconda data, le misure sono state condotte con cielo prevalentemente sereno ed in condizioni di saturazione luminosa.

A fine luglio, quando tutte le chiome avevano ormai ultimato la crescita vegetativa raggiungendo quindi un valore stabile di superficie fogliare, è stata selezionata, a caso, una vite per tesi (cinque in totale) da destinare alle misure di fotosintesi su chioma intera. Per eseguirle, ci si è avvalsi di un sistema di misura di scambi gassosi non commerciale di tipo aperto (Poni et al., 1997) che

prevede l'inclusione della chioma intera in una camera di film plastico di polietilene trasparente alimentata da un flusso creato da un ventilatore centrifugo (Foto 3). I valori (in ingresso ed in uscita dalla camera) della concentrazione di CO_2 , della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria vengono registrati in automatico ogni 10 minuti da un data logger e scaricati periodicamente tramite computer che, con software appropriato, fornisce anche il calcolo dello scambio netto di CO_2 e di H_2O della chioma intera. Nella configurazione attuale il sistema consente di monitorare in continuo ed in modo simultaneo quattro chiome e, nel caso specifico di questa indagine, il flusso di aria è stato mantenuto intorno ai 15-20 L/s, un valore che, considerando la quantità di superficie fogliare presente nelle camere (mai superiore ai 3 m^2) ha consentito di limitare il naturale surriscaldamento all'interno degli involucri di polietilene entro i $+2^\circ\text{C}$ rispetto al valore ambientale esterno.

Le misure sono state ininterrottamente condotte dal 25 luglio al 13 agosto e, poiché il numero della camere (quattro) non corrispondeva a quello delle tesi (cinque), la vite di controllo (NC) è sempre stata mantenuta in misura mentre le restanti quattro sono state "ruotate" ad intervalli di 3-4 giorni. I dati sono stati espressi come scambio netto di CO_2 (da qui

in avanti abbreviato con la sigla NCER, dall'inglese net carbon exchange rate) ed espressi sia su base di chioma intera ($\mu\text{mol s}^{-1}$) che di unità di superficie fogliare ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Quest'ultimo tipo di espressione consente infatti un confronto diretto con i dati di P_n ottenuti su foglia singola utilizzando il sistema CIRAS.

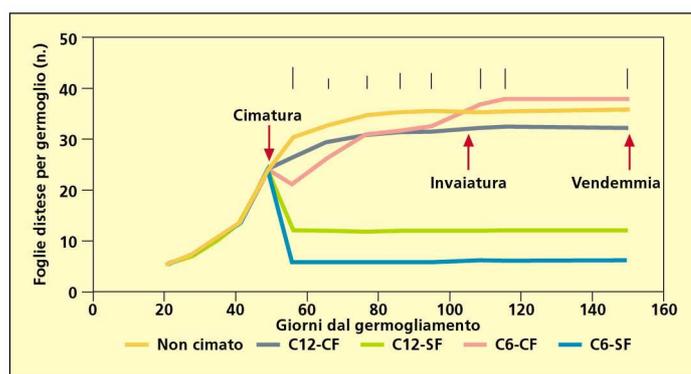
Analisi statistica. Tutti i dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza utilizzando la procedura ANOVA del pacchetto statistico SAS. Nei casi di significatività, la separazione delle medie è stata effettuata applicando il test di Student-Newman-Keuls (SNK) al 5% di probabilità. L'analisi di regressione è stata invece utilizzata per descrivere la variazione di parametri di tipo quantitativo.

Risultati del lavoro

Crescita vegetativa ed età della chioma. La superficie fogliare totale per vite non si è statisticamente differenziata per il controllo (NC) e per i due trattamenti che prevedevano il mantenimento delle femminelle (Tab. 1). È invece risultata inferiore per la tesi C12-SF e particolarmente penalizzata per l'intervento di cimatura a 6 foglie con asportazione delle femminelle (solo 0,9 m^2 per ceppo). La percentuale di su-

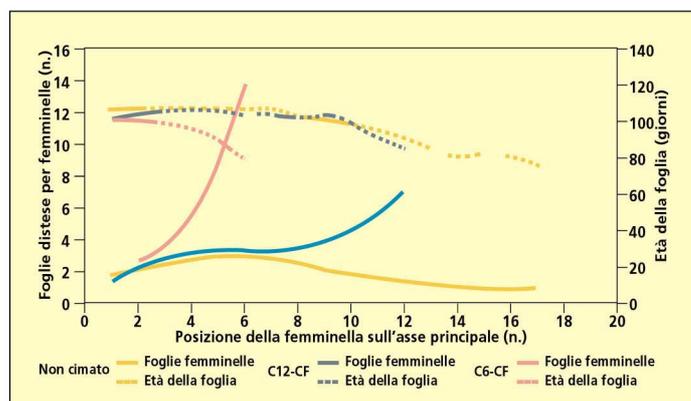


Grafico 1 - Dinamica stagionale del numero totale di foglie distese per germoglio (principali + femminelle) nelle diverse tesi



Le barre verticali indicano, entro ogni data di post-cimatura, il valore di $2 \times$ errore standard (ES). Nessuna differenza statisticamente significativa tra le tesi in pre-cimatura.

Grafico 3 - Variazione del numero di foglie distese sulle femminelle in funzione della posizione della femminella sull'asse principale



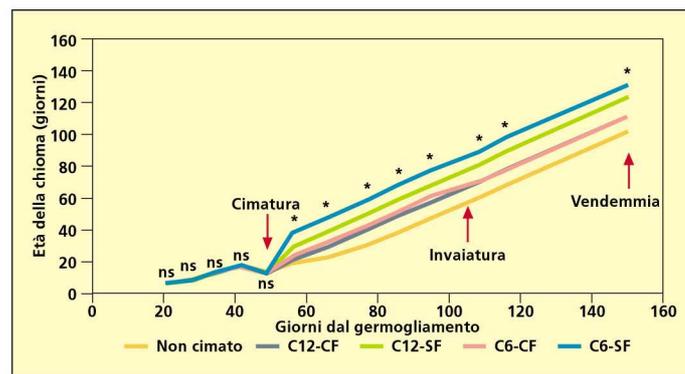
Le equazioni di regressione non lineare sono risultate le seguenti: $y = 0,62 + 2,38 \{1 + [(x-5,6)/4,5]^2\}$, $R^2 = 0,94$ (non cimato); $y = 0,3 + 1,46x - 0,25x^2 + 0,014 x^3$, $R^2 = 0,88$ (C12-CF); $y = 2,25 + 0,052x^3$, $R^2 = 0,98$ (C12-SF). Per esigenze comparative, nella parte alta del grafico (linee tratteggiate) è anche riportata, per ciascuna tesi, la variazione dell'età media delle femminelle in rapporto alla posizione sull'asse principale.

perficie fogliare (sul totale) costituita da femminelle è risultata pari al 25, 42 e 63 %, rispettivamente, per le tesi NC, C12-CF e C6-CF. Le foglie principali prodotte sul controllo sono risultate significativamente più piccole in raffronto a quelle di tutte le altre tesi, mentre le foglie delle femminelle prodotte sui germogli cimati più drasticamente (C6) hanno raggiunto una taglia superiore a quella delle femminelle presenti sulle viti non cimato e cimato a 12 foglie (Tab. 1).

I diagrammi di dinamica di crescita vegetativa (espressa come numero tota-

le di foglie espanse per germoglio, comprensivo quindi di foglie principali e di femminelle) evidenziano (Grafico 1) come nella tesi non cimato lo sviluppo dei germogli si sia arrestato circa 80 giorni dopo il germogliamento (25 giorni dopo la cimatura e comunque prima dell'invaiaura). Nella tesi C12-CF la ricrescita di femminelle è stata sufficientemente rapida da colmare subito, in termini di foglie prodotte, la decurtazione causata dalla cimatura arrestandosi, anche in questo caso, circa 80 giorni dopo il germogliamento. Nella tesi C6-CF il ri-

Grafico 2 - Progressione stagionale dell'età della chioma nei vari trattamenti in funzione degli effetti della cimatura



I dati inglobano anche l'effetto delle femminelle, quando presenti. Separazione entro data secondo il test SNK (ns = non significativo; * significativo per $p \leq 0,05$).

scoppio di femminelle è stato particolarmente intenso e la crescita si è arrestata solo 10 giorni dopo l'invaiaura (Grafico 1).

La cimatura ha ovviamente alterato in modo netto anche la demografia delle chiome (Grafico 2). La tesi non cimato, potendo contare sul contributo di foglie principali ancora giovani e su quello delle femminelle, ha presentato, dalla cimatura in avanti, il trend di invecchiamento più lento; quello più rapido è stato invece riscontrato nella tesi C6-SF penalizzata non solo dall'impossibilità di beneficiare del ringiovanimento connesso alla formazione delle femminelle ma anche dal mantenimento delle foglie basali più vecchie. L'età media fogliare di queste due tesi, determinata alla vendemmia, è risultata, nell'ordine di 102 e 132 giorni. Le tesi rimanenti si sono collocate in posizioni intermedie fra i due estremi appena descritti anche se il trattamento C12-SF ha presentato, rispetto a C12-CF e a C6-CF, un invecchiamento più rapido (Grafico 2).

Da un'analisi di dinamica di invecchiamento che distingue fra foglie principali e femminelle (dati non riportati) è inoltre emerso che, nella tesi non cimato, l'età media delle foglie principali al momento dell'arresto naturale della crescita era di circa 40 giorni mentre l'età media

delle femminelle formate sempre su NC è variata fra 5 e 100 giorni. La cimatura ha causato un brusco innalzamento dell'età media delle foglie principali (da 20 a 33 giorni per C12, da 20 a 40 per C6) come logica conseguenza della rimozione delle foglie più giovani. Per effetto della crescita più intensa e prolungata, l'età media finale delle femminelle formate sul trattamento C6 (90 giorni) è risultata di circa 10 giorni inferiore a quella stimata per i trattamenti NC e C12-CF.

Età della chioma e demografia

Al fine di offrire anche una espressione "quantitativa" dei rapporti che sono intercorsi in questo studio fra vigoria ed età delle femminelle, nel Grafico 3 viene riportata, per le tesi NC, C12-CF e C6-CF la variazione del numero di foglie espanse di femminelle in funzione della posizione occupata dalle stesse sull'asse principale. Il grafico evidenzia, per la tesi C6-CF, procedendo dalla base verso la parte distale dell'asse vegetativo cimato, un aumento esponenziale del numero di foglie prodotte su ciascuna femminella. A fronte di tale effetto, per questo trattamento, l'età media finale delle femminelle prodotte sul nodo distale è stata di 78 giorni contro i 100 di quelle



Tab. 5 - Scambio netto di CO₂ (NCER)⁽¹⁾ ed altri parametri di efficienza fogliare di viti di Cabernet Sauvignon sottoposte a diversi interventi di cimatura o non cimate

	NCER chioma intera ($\mu\text{mol s}^{-1}$)	NCER medio ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	NCER massimo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Rapporto superficie fogliare/produzione ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	Zuccheri totali per vite (g)
Non cimato (NC)	8.8 ab	3.1 b	5.4 c	17.3 a	321 ab
C12 - CF	9.4 a	3.5 b	6.2 b	12.6 b	419 a
C12 - SF	7.3 b	4.4 a	7.4 ab	10.3 b	322 ab
C6 - CF	10.4 a	4.6 a	8.1 a	11.1 b	356 ab
C6 - SF	4.1 c	4.6 a	8.6 a	5.2 c	248 b
Significatività ⁽²⁾	*	*	*	*	*

⁽¹⁾ Espresso su base di chioma intera e di unità di area fogliare (valori medi e massimi giornalieri). ⁽²⁾ Separazione delle medie entro colonna tramite test di Student-Newman-Keuls. * = significativo per $p < 0,05$; ns = non significativo. Legenda: NC = non cimato; C12-CF = cimato a 12 foglie, con femminelle; C12-SF = cimato a 12 foglie, senza femminelle; C6-CF = cimato a 6 foglie, con femminelle; C6-SF = cimato a 6 foglie, senza femminelle.

formate, ad esempio, sul secondo nodo dell'asse principale (Grafico 3). Un andamento simile, ma tuttavia attenuato in intensità e soprattutto legato ad un vigoria molto elevata della femminella distale rispetto a quelle sottostanti, è stato riscontrato anche nella tesi C12-CF. Nel caso di NC, in cui la permanenza di un apice vegetativo principale ha garantito il mantenimento di un effetto di "dominanza apicale", il gradiente di sviluppo delle femminelle, pur assai modesto, si è in pratica rovesciato e le femminelle con il maggior numero di foglie sono risultate quelle collocate intorno al 5-7 nodo dell'asse vegetativo.

Produzione e qualità dell'uva

Il peso medio del grappolo, il numero dei grappoli e la produzione per ceppo non sono variati significativamente fra le tesi. In particolare, quest'ultima è oscillata fra 1,7 e 2,1 kg di uva (Tab. 2). L'unico "componente" della produzione a mostrare effetti significativi è stato il peso medio dell'acino risultato inferiore per le tesi con cimatura più drastica (ed in particolare nella variante con rimozione delle femminelle). Il numero di acini per grappolo ha mostrato una tendenza ad aumentare nelle tesi C6 senza peraltro raggiungere il livello di significatività (Tab. 2).

La data di invaiatura (almeno 10% di acini colorati) è stata raggiunta da tutte le tesi intorno al 20 luglio ad eccezione del trattamento C6-SF che è invaiato con un ritardo di 5 giorni. Alla vendemmia, la concentrazione di solidi solubili dell'uva ($^{\circ}\text{Brix}$) è risultata significativamente inferiore per le due tesi con cimatura drastica rispetto a NC e C12 (Tab. 3). Tuttavia, questa differenza è stata, rispetto ad NC, assai più marcata per C6-SF (-4,5 $^{\circ}\text{Brix}$) che non per C6-CF (-1,2 $^{\circ}\text{Brix}$). La maturazione incompleta di C6-SF si è anche manifestata con valori sensibilmente più bassi di pH ed antociani totali (Foto 4) e più elevati di acidità titolabile, malato e tartrato. Per la tesi C6-CF si è anche riscontrato, rispetto ad NC e C12, un minore contenuto in antociani totali. In generale, le tesi cimato meno drasticamente (C12) hanno fatto registrare un decorso di maturazione molto simile a quello del controllo. Non sono state riscontrate fra le diverse tesi differenze significative nella concentrazione finale di potassio delle uve.

Scambi gassosi su foglie singole. Il tasso di fotosintesi netta (P_n) di foglie inserite in varie posizioni sull'asse vegetativo misurato in pre-cimatura non ha fatto registrare differenze significative fra le cinque tesi a confronto (Tab. 4). L'età media delle foglie campionate è risultata,

per tutti i trattamenti, prossima ai 20 giorni.

I rilievi di scambio gassoso effettuati a 56 giorni di distanza dalla cimatura (epoca più o meno corrispondente all'invaiatura) hanno invece evidenziato una forte diversificazione fra le tesi. In primo luogo si osserva che i valori di P_n misurati sulle foglie principali di NC e di C12-CF sono risultati assai simili nonostante che le foglie principali di C12-CF fossero di 21 giorni più vecchie (Tab. 4). Per quanto riguarda invece il confronto fra i due trattamenti C12, accomunati da un'età delle foglie principali pressoché equivalente (70 giorni), si evidenziano valori di P_n ed di conduttanza stomatica (g_s) nettamente superiori per la tesi che prevedeva la rimozione delle femminelle (Tab. 4).

Per quanto attiene alle tesi con cimatura più drastica (C6) si nota in primo luogo che, nonostante un ulteriore aumento dell'età di circa 10 giorni, i valori di P_n misurati sulle foglie principali sono simili a quelli rilevati sul trattamento C12-SF. Nel confronto interno fra i trattamenti C6 non si sono evidenziate differenze sostanziali per P_n - foglie principali, mentre la g_s è risultata nettamente superiore nella tesi in cui sono state asportate le femminelle.

I valori di P_n e di g_s registrati su foglie di femminelle a 56 giorni di distanza dalla cimatura sono aumentati pro-

porzionalmente alla severità del taglio. Conseguentemente, i tassi di P_n misurati sulle femminelle formate dalla tesi C6 sono risultati in pratica doppi rispetto a quelli rilevati sulle femminelle prodotte dalle viti di controllo. Questa diversificazione di tipo fisiologico non pare essere giustificabile solo sulla base di un gradiente di età poichè, al momento della misura, l'età media delle femminelle della tesi C6-CF (47 giorni) era di poco inferiore a quella stimata per NC e C12-CF (56-57 giorni) (Tab. 4).

L'ultima colonna di Tab. 4 riporta anche il dato stimato di P_n globale della chioma ottenuto moltiplicando i valori di P_n misurati all'invaiatura su foglie singole per la quantità finale di superficie fogliare per vite. La tesi C6-CF, in assoluto la più efficiente, ha fatto registrare tassi di P_n /chioma significativamente più elevati anche di quelli di NC. Particolarmente penalizzata è risultata, come era logico attendersi, la tesi con cimatura a 6 foglie senza mantenimento delle femminelle mentre la P_n /chioma di C12-CF e C12-SF si è attestata su posizione intermedia.

Scambi gassosi su chioma intera ed altri parametri di efficienza. I tassi medi e massimi giornalieri di NCER espressi per unità di superficie fogliare ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) sono risultati più elevati nelle tesi C6 ed in quella



Foto 4 - Aspetto dei grappoli delle tesi non cimato (foto 4a), C6-CF (foto 4b) e C6-SF (foto 4c) alla vendemmia. La foto 4c mostra chiari sintomi visivi di maturazione incompleta



C12 con rimozione delle femminelle (Tab. 5). Il valore di NCER per chioma intera (misurazione diretta e non stimata) ha fornito un quadro simile a quello delineato in precedenza per la P_n /chioma con C6-CF a far registrare i valori massimi seguita, nell'ordine, da C12-CF, NC, C12-SF e, a distanza considerevole, da C6-SF.

Il rapporto fra superficie fogliare totale e produzione, spesso utilizzato in viticoltura per stimare il livello di equilibrio vegeto-produttivo dei ceppi (Kliewer e Weaver 1971, Smart 1985), è risultato in assoluto più elevato per NC, minimo per C6-SF e in-

termedio per le rimanenti tesi di cimatura. La tesi più "efficiente" in termini di quantità totale di zuccheri totali prodotti è stata la C12-CF seguita da C6-CF, C12-SF, NC e, a grande distanza, da C6-SF.

Discussione dei risultati

Il complesso dei risultati ottenuti in questa indagine, anche in accordo a precedenti lavori (Peterson e Smart 1975, Koblet 1987, Reynolds e Wardle a-b, Intrieri 1994), evidenzia che la cimatura dei germogli a diverse intensità, con o senza il mantenimento

delle femminelle, non ha alterato in modo apprezzabile la funzione "produttiva" ma ha provocato profondi cambiamenti nella quantità e nella qualità del "source" (superficie fogliare attiva) che, a loro volta, hanno con ogni probabilità giocato un ruolo importante nella diversificazione della qualità finale delle uve. In generale vi sono tre aspetti essenziali che emergono con chiarezza dall'insieme dei dati acquisiti:

- il decorso di maturazione non è sostanzialmente variato, rispetto alla tesi non cimata, nei trattamenti che prevedevano il taglio a 12 foglie principali;

- la tesi con cimatura a 6 foglie e mantenimento delle femminelle ha presentato una maturazione leggermente ritardata rispetto a NC e C12 (concentrazioni più basse di solidi solubili e antociani totali);

- la tesi con cimatura a 6 foglie con rimozione delle femminelle non ha consentito il raggiungimento della piena maturazione.

L'intervento di cimatura a 12 foglie con salvaguardia delle femminelle ha mostrato una serie di caratteristiche positive che giustificano in pieno i massimi valori di zucchero totale per vite, parametro in genere ben correlato alla "redditività" di un

impianto. In primo luogo questa tesi, pur presentando un'età media della chioma leggermente superiore a NC, ha beneficiato di una ricrescita di femminelle equilibrata e quindi "fisiologicamente" molto efficiente. La quantità di femminelle prodotta da C12-CF è stata infatti sufficiente a compensare quasi interamente la decurtazione provocata dall'intervento cesorio e, al tempo stesso, la dinamica di crescita è stata tale da "esaurirsi" nella fase di pre-invaiaura (Grafico 1 e Tab. 1) evitando quindi di interferire, attraverso un probabile rapporto competitivo, con il processo di maturazione. Inoltre, in questa tesi si è rilevata, sia su foglie principali che su femminelle, una consistente "compensazione" di tipo fotosintetico (ovvero la capacità di adattare, aumentandoli, i tassi di fotosintesi specifica per recuperare parte della potenzialità fotosintetica perduta con la rimozione di una quota di foglie). Questo meccanismo ha permesso a questo trattamento di raggiungere valori di P_n totale e di NCER/chioma addirittura leggermente superiori a quelli di NC. Infine, sempre per la tesi C12-CF, occorre segnalare che gli ottimi risultati di cui sopra sono stati ottenuti pur in presenza di un



Foto 5 - Una fase dell'intervento di cimatura meccanica dei germogli su di una forma di allevamento a cordone libero



Nel caso specifico si sta eseguendo un taglio piuttosto drastico anche allo scopo di indurre un portamento più eretto della vegetazione.

rapporto superficie fogliare totale/produzione significativamente inferiore quello calcolato per NC. Questo riscontro evidenzia i limiti di questo indice che, oltre ad essere di tipo "statico" (è assai difficile calcolarlo per fasi intermedie del ciclo annuale), in molti casi non è sufficientemente rappresentativo della effettiva efficienza della chioma poichè la superficie fogliare "attiva" (ovvero sana e bene esposta alla luce) può risultare essere anche sensibilmente diversa da quella "totale".

Nella nostra indagine anche la tesi di cimatura a 12 foglie con rimozione delle femminelle ha dato risultati nel complesso positivi facendo registrare, ad esempio, un valore di zuccheri totali prodotti per ceppo assai vicino a quello del controllo. Questo comportamento è da attribuire in misura preponderante alla forte capacità di "compensazione" fotosintetica messo in atto dalla foglie principali mantenute sul traliccio dopo la cimatura. In particolare, è degno di nota il fatto che i tassi di P_n misurati all'invaiaatura sulle foglie principali di C12-SF siano risultati del 35% superiori a quelli registrati su NC. In precedenza altri autori (Candolfi Vasconcelos e Koblet,

1990), pur non riportando misure di scambi gassosi, avevano evidenziato, su germogli cimati e anche in quel caso privati delle femminelle, una senescenza ed una abscissione fogliare ritardata rispetto a germogli altresì cimati ma portatori di femminelle.

Cimatura ed età delle femminelle

Il comportamento della tesi cimata a 6 foglie con mantenimento delle femminelle (C6-CF), specie se valutato in termini di efficienza fotosintetica della chioma e di qualità dell'uva effettivamente raggiunta, appare, almeno ad un primo esame, contraddittorio. La ricrescita di femminelle indotta dalla cimatura in questa tesi è stata particolarmente vigorosa consentendo, come nel caso di C12-CF, un "recupero" quasi completo di area fogliare rispetto ad NC. Inoltre, sotto il profilo fisiologico, la cimatura drastica ha innescato due importanti e positivi processi di adattamento: una marcata "compensazione" fotosintetica delle foglie principali e tassi di P_n particolarmente elevati sulle femminelle che, in questa tesi, si presentavano di maggiori di-

Foto 6 - Una fase dell'intervento di cimatura meccanica dei germogli su di una forma a cordone speronato



In questo caso, la presenza di fili di sostegno «costringe» l'operatore a cimare sopra del filo più alto preservando un numero minimo di foglie principali.

mensioni e presumibilmente anche meglio strutturate sotto il profilo anatomico. E' pertanto assai probabile che questa tesi possa essersi avvantaggiata, nel periodo compreso fra invaiatura e maturazione, del notevole contributo di fotosintesi offerto proprio dalle foglie, relativamente giovani, di femminelle. Questo "insieme" di fattori positivi riesce a spiegare perchè il trattamento C6-CF ha fatto registrare i valori di P_n /chioma e di NCER/chioma più alti in assoluto. Ciononostante, la stessa tesi non ha raggiunto i valori massimi di zuccheri totali per ceppo e, per quanto attiene agli aspetti qualitativi delle uve, ricordiamo che i livelli di °Brix ed antociani totali sono risultati altresì inferiori rispetto a quelli toccati da NC e da C12. L'interpretazione più plausibile che, a fronte di una buona (se non ottima) efficienza fotosintetica della chioma, può giustificare la maturazione leggermente ritardata di questa tesi è racchiusa nel "tipo" di ricrescita di femminelle che, a nostro avviso, è risultata troppo competitiva "polarizzando" una quota di carboidrati che avrebbero invece potuto essere convogliati verso i grappoli. Fra i vari risultati ottenuti, due in parti-

colare sembrano avvalorare direttamente queste ipotesi: a) la crescita delle femminelle nella tesi C6-CF si è protratta ben oltre la fase di invaiatura; b) la dimensione finale degli acini di C6-CF si è significativamente ridotta rispetto a NC e C12 suggerendo quindi un marcato effetto competitivo da parte di altri "sink" (nel caso specifico l'apice e le giovani foglie delle femminelle).

Gli effetti indotti dalla cimatura più drastica (C6) in cui venivano anche asportate le femminelle stimolate dal taglio sono stati decisamente negativi. In questa tesi, la pur rilevante compensazione fotosintetica rilevata a carico delle foglie principali mantenute non è stata sufficiente a controbilanciare la forte limitazione (di carattere permanente) della superficie fogliare che, a sua volta, come bene dimostrato dai valori di P_n /chioma e di NCER/chioma, ha ridotto in modo drastico la funzionalità della parte epigea.

I risultati conseguiti in questo studio, al di là della valenza agronomica che verrà ripresa nelle considerazioni finali, presentano elementi di novità anche per quanto attiene agli aspetti fisiologici relativi ai fenomeni di senescenza fogliare della



vite. I rapporti che intercorrono fra P_n ed età delle foglie sono stati da tempo descritti per questa specie e, con una buona concordanza fra lavori (Kriedemann et al. 1970, Hunter e Visser 1989, Poni et al., 1994) condotti in condizioni ambientali e colturali anche molto diverse, individuano un incremento rapido di P_n fino a circa 35-45 giorni di età e quindi l'inizio di un lento ma costante declino di efficienza fotosintetica. Tuttavia, questi riscontri fanno riferimento prevalente a germogli non cimati.

I dati riportati in questo contributo evidenziano con chiarezza che questo "andamento" generale di senescenza può modificarsi in modo anche consistente a seguito di un intervento di cimatura dei germogli. In particolare, i rilievi di fotosintesi condotti sulle foglie principali dei germogli cimati a due mesi di distanza circa dall'intervento, hanno mostrato chiari effetti di "compensazione" che, in raffronto a quanto rilevato sui germogli non cimati, sono avvenuti in senso "opposto" al gradiente di età (ovvero foglie cronologicamente più vecchie hanno fatto registrare valori di P_n superiori a quelli rilevati su foglie più giovani).

In generale, sempre sotto il profilo della fisiologia della chioma, la stime di P_n totale effettuate a partire da misure eseguite su foglie singole sono risultate sostanzialmente in accordo con le misure dirette (NCER) condotte sull'intera parte epigea ad eccezione di un caso (C6-CF) per il quale il valore di P_n totale ha sovrastimato quello effettivo di NCER (Tabb. 4 e 5). E' infatti probabile che la misura diretta della fotosintesi della chioma sia riuscita, in questa occasione, a discriminare un effetto di ombreggiamento da parte delle femminelle sulle foglie principali che è "sfuggito" alla rilevazione di tipo puntiforme.

Il limite classico delle misure su foglie singole, poi "estrapolate" a livello chioma intera, è proprio quello di riuscire a rappresentare sola-

mente in parte le reali condizioni microclimatiche e fisiologiche che caratterizzano la "comunità di foglie" che compongono la chioma stessa. Di norma, le misure puntiformi comportano sempre una stima "per eccesso" della effettiva capacità fotosintetica dell'intera parte epigea poichè solo una quota delle foglie di una chioma si trova nelle condizioni di illuminazione e sanità ottimali che, normalmente, caratterizzano i rilievi condotti su foglia singola.

Considerazioni applicative

La validità delle considerazioni tecniche che possono essere formulate dipende in primo luogo da quanto il modello vegetale utilizzato in questo studio (viti in vaso) possa essere rappresentativo delle condizioni di vigneto. In tal merito occorre osservare che le viti su cui si è operato, pur attestandosi su livelli di capacità vegetativa (area fogliare totale) e produttività relativamente modesti, hanno presentato, per quanto riguarda i germogli non cimati, una spinta vegetativa ragguardevole e, per quanto attiene alle femminelle (tesi C6 in particolare), una dinamica di crescita intensa e prolungata assai simile a quella indotta, in pieno campo, da condizioni climatiche ed ambientali che stimolano la vigoria.

Inoltre, l'intervallo di variazione dei rapporti superficie fogliare totale/produzione impostato nella nostra indagine ha previsto livelli di probabile eccesso (caso di NC), di sicura insufficienza (caso di C6-SF) e di tipo intermedio (rimanenti tesi), offrendo quindi una casistica piuttosto ampia ed articolata.

Sulla base di tale premessa, si impongono alcuni punti di sintesi di carattere tecnico ed applicativo:

- in condizioni di vigoria medio elevata (quali quelle riprodotte in questo lavoro) una cimatura dei germogli

effettuata all'allegagione mantenendo 12 foglie sul germoglio principale si prefigura come una scelta consigliabile e, in un certo senso, "di sicurezza".

Infatti, questa intensità di cimatura presenta il vantaggio di riuscire ad assicurare comunque una quota di superficie fogliare sufficiente a fare maturare le uve anche in assenza di ricrescita delle femminelle. Questo "livello di sufficienza" è stato quantificato, per la tesi C12-SF intorno a 1 m² di superficie fogliare totale per kg di uva;

- la scelta di una cimatura più drastica (6 foglie mantenute sul germoglio principale) deve essere considerata come opzione "a rischio" poichè il risultato qualitativo che ne può derivare è strettamente vincolato ad una ricrescita di femminelle che deve essere non solo quantitativamente sufficiente a "ricostruire" la porzione di chioma asportata ma anche equilibrata nel tempo. Il margine di incertezza di questa scelta è quindi rappresentato dalla impossibilità di poter prevedere l'entità e la dinamica di riscoppio delle femminelle dopo la cimatura; pertanto il viticoltore può incorrere sia in una ricrescita troppo debole (maturazione non raggiunta per "carezza" di superficie fogliare rispetto al carico di uva) oppure sufficiente in termini quantitativi ma troppo competitiva (maturazione incompleta come avvenuto per la tesi C6-CF di questa indagine);

- i risultati negativi conseguiti dalla tesi C6-SF, peraltro largamente attesi, sono emblematici di quelli che potrebbero essere gli effetti di cimature drastiche eseguite tardivamente. Il trattamento C6-SF, infatti, è stato inserito per "simulare", attraverso l'asportazione artificiosa delle femminelle, la probabile reazione vegetativa (nulla o quasi) ad operazioni di cimatura eseguite, ad esempio, dopo l'invaiaura;

- i dati indicano che uno dei criteri, di facile rilevazione, che potrebbe essere impiegato per capire se la rea-



zione vegetativa al taglio in verde è stata equilibrata, è costituito dalla frazione di superficie fogliare finale costituita da femminelle. Qu allora quest'ultima superi il 40-50% della superficie fogliare totale è probabile che la crescita delle femminelle si sia manifestata in modo troppo intenso e/o prolungato (caso della tesi C6-CF);

- le ipotesi di previsione degli effetti indotti da operazioni di cimatura verde eseguite a varie epoche ed intensità dovrebbero tenere conto non solo degli aspetti di variazione "quantitativa" della superficie fogliare ma anche di "adattamento" della efficienza fotosintetica indotto dal taglio. L'effetto più evidente messo in risalto in questo studio è stato quello relativo alla capacità delle foglie principali mantenute sul germoglio di incrementare, specie in assenza delle femminelle, la propria attività fotosintetica in uno sforzo di "compensazione" nei confronti della decurtazione di superficie fogliare subita;

- la problematica relativa alla intensità di cimatura (tagli più o meno drastici) è particolarmente sentita e attuale nei sistemi di allevamento a portamento libero della vegetazione (tipo GDC o cordone libero) in cui l'assenza di fili di sostegno dei germogli consente, anche nel caso di interventi meccanici, di poter variare a piacimento la distanza fra le barre ed il cordone regolando di conseguenza il numero minimo di foglie mantenute sul germoglio principale (Foto 5).

In un sistema in parete verticale tipo cordone speronato il problema della "severità" del taglio è meno sentito poiché la barra di taglio orizzontale deve forzatamente operare al di sopra del filo di sostegno più alto (Foto 6) e, con tale assetto, "rispetta" un numero minimo di foglie principali che, anche a seconda della lunghezza dell'internodo della varietà considerata, può variare in media da 12 a 14. ■

Ringraziamenti. Il lavoro è stato condotto con il contributo MURST - Cofin. 2000. Gli autori desiderano inoltre ringraziare il professor Intrieri per avere gentilmente prestato l'attrezzatura per la misura di scambi gassosi su foglie singole ed il signor G. Bruzzi per la preziosa assistenza fornita in tutte le fasi dell'indagine.

Bibliografia

Baggiolini, M. (1952) Les stades repérés dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue Romande D'Agriculture, De Viticulture et D'Arboriculture* 1, 4-6.

Candolfi-Vasconcelos, M. and Koblet, W. (1990) Yield, fruit quality and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* - Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis* 29, 199-221.

Erickson, R.O. and Michelini, F.J. (1957) The plastochron index. *American Journal of Botany* 3, 294-300.

Hofäcker, W. (1978) Investigation on the photosynthesis of vines. Influence of defoliation, topping, girdling and removal of grapes. *Vitis* 17, 10-22.

Hunter, J.J. and Visser, J.H. (1988) The effect of partial defoliation, leaf position and development stage on the vine on the photosynthetic activity of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *South African Journal of Enology and Viticulture* 9, 9-15.

Iland, P.G. (1988) Leaf removal effects on fruit composition. *Proceedings 2nd International Cool Climate Viticulture and Oenology Symposium, Auckland, New Zealand*, pp.137-138.

Intrieri, C. (1994) Vini frizzanti: interventi agronomici per il controllo della maturazione. *L'Enotecnico* 9, 65-72.

Jackson, D.I. and Lombard, P-B. (1993) Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - a review. *American*

Journal of Enology and Viticulture 44, 409-430.

Keller, M., Pool, R.M., and Henick-Kling, T. (1999) Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 5, 45-55.

Kliewer, W.M., and Weaver, R.J. (1971) Effect of crop level and leaf area on the growth, composition and coloration of Tokay grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 22, 172-177.

Kliewer, W.M., and Bledsoe, A. (1987) Influence of hedging and leaf removal on canopy microclimate, grape composition and wine quality under California conditions. *Acta Horticulturae* 206, 157-168.

Koblet, W. (1987) Effectiveness of shoot topping and leaf removal as a means of improving quality. *Acta Horticulturae* 206, 141-156.

Kriedemann, P.E., Kliewer, W.M., and Harris, J.M. (1970) Leaf age and photosynthesis in *Vitis vinifera* L. *Vitis* 9, 97-104.

Kriedemann, P.E. and Lenz, F. (1972) The response of vine leaf photosynthesis to shoot tip excision and stem cincturing. *Vitis* 11, 193-197.

Lipka, Z. and Tanner, H. (1974) Une nouvelle méthode de dosage rapide de l'acide tartrique dans les moûts, les vins et autres boissons (selon Rebelein). *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 6, 5-10

Peterson, J. R., and Smart, R.E. (1975) Foliage removal effects on "Shiraz" grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 26, 119-123.

Poni, S. and Intrieri C. (1996) Physiology of grape leaf ageing as related to improved canopy management and grape quality. *Proceedings 9th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, Australia (Winetitles, Underdale)* pp.113-122.

Poni, S., Intrieri C., and Silvestroni, O. (1994) Interactions of leaf age, fruiting and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas-exchange. *American Journal of Enology and Viticulture* 45, 71-78.

Poni, S., Intrieri C., and Magnanini, E. (1997) An automated chamber system for measurements of whole-vine gas-exchange. *HortScience* 32, 64-67.

Reynolds, A.G., and Wardle, D.A. (1989a) Effects of timings and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition, and canopy characteristics of de Chaunac. I. Canopy characteristics and growth parameters. *American Journal of Enology and Viticulture* 40, 109-120.

Reynolds, A.G., and Wardle, D.A. (1989b) Effects of timings and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition, and canopy characteristics of de Chaunac. II. Yield and fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 40, 299-308.

Schultz, H.R., Kiefer, W. and Gruppe W. (1996) Photosynthetic duration, carboxylation efficiency and stomatal limitation of sun and shade leaves of different ages in field grown grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 35, 169-176.

Silvestroni, O., Poni S., Intrieri, C. and Fontana M. (1993) Effects of light regimes on chlorophyll concentration and gas-exchange in *Vitis vinifera* L. *Viticultural and Enological Sciences* 3/6, 96-100.

Smart, R.E. (1985) Principles of grapevine canopy microclimate with implications for yield and quality: a review. *American Journal of Enology and Viticulture* 36, 230-239.

Wolf, T.K., Pool, R.M., and Mattick, L.R. (1986) Responses of young Chardonnay grapevines to shoot tipping, ethephon, and basal leaf removal. *American Journal of Enology and Viticulture* 37, 263-268

