

Sperimentazione viticola integrata attraverso differenti modalità di gestione della chioma. L'approccio metodologico mediato dal telerilevamento.

Stefano Pedò ¹, Roberto Zorer ¹, Massimo Bertamini ¹, Stefano Benedettelli ², Stefano Di Blasi ³

1 Istituto Agrario S. Michele all'Adige – Fondazione E. Mach, Centro Sperimentale.

stefano.pedo@iasma.it - Via E. Mach, 1 - 38010 S. Michele all'Adige (TN) Italy.

Tel.: + 39 0461615324 Fax: + 39 0461650956

2 Università degli studi di Firenze – Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agro-forestale

3 Consorzio Tuscania - Firenze

Progetto coordinato e finanziato da



Piazza Strozzi, 1 – Firenze

Riassunto

Primo anno di un progetto quadriennale (2007-2010), intende valutare l'effetto della combinazione di differenti tecniche di gestione della chioma (carica di gemme/ceppo, defogliazione, diradamento dei grappoli) sui rapporti *sink-source*, sulla produttività e sulle potenzialità enologiche delle uve 'Sangiovese' e 'Cabernet Sauvignon' in tre areali vitivinicoli toscani.

L'effetto predominante sulla qualità delle uve è risultato quello ambientale (effetto vigneto), manifestatosi maggiormente in Sangiovese, seguito da vigore ed epoca di raccolta. Le tecniche di gestione della chioma hanno originato gli effetti attesi (influenza di defogliazione e diradamento su contenuto zuccherino e fenolico; carica di gemme e diradamento su pH, carica di gemme su acido tartarico), sia singolarmente che in interazione reciproca.

Parole chiave: *vitis vinifera*, defogliazione, diradamento, NDVI, telerilevamento.

Viticultural experiment through different canopy managements. The remote sensing methodological approach.

This work presents preliminary results of a four-year project (2007-2010) which aims to assess the effect of different techniques of canopy management (buds number / plant, defoliation, bunch thinning) on sink-source ratio, productivity and oenological potential of wine grapes 'Sangiovese' and 'Cabernet Sauvignon' in three Tuscan wine areas.

The environment (vineyard) is the predominant factor, more evident for 'Sangiovese', while vigour and harvest time, mostly influenced grape's quality. The different techniques of canopy management showed the expected effects (influence of defoliation and thinning on sugar and phenolic contents; number of buds and thinning on pH, number of buds on tartaric acid), both individually than in interaction.

Key-words: *vitis vinifera*, canopy management, NDVI, remote sensing.

Introduzione

Il progetto di ricerca coordinato dal Consorzio Toscana prevede, per la linea di “Sperimentazione viticola integrata attraverso diverse modalità di gestione della chioma”, l’attività di più istituzioni organizzate secondo attività autonome ed integrate [Istituto Agrario di S. Michele all’Adige-Fondazione E. Mach (IASMA-FEM); Istituto di Biometereologia CNR-Ibimet di Firenze; Università degli Studi di Firenze; Università degli Studi di Milano]. La prima serie di attività, gestita da IASMA-FEM ed espressione prevalente del presente lavoro, ha come obiettivo la verifica dell’effetto di diverse tecniche di gestione della chioma sui rapporti *sink-source*, sulle condizioni eco-fisiologiche della pianta e del grappolo e sulle potenzialità enologiche delle uve nella vitivinicoltura toscana.

La scelta di un’idonea carica di gemme per ettaro, impostata tramite la potatura invernale, è il sistema primario di regolazione del rapporto tra superficie fogliare totale e produzione. A seconda della vigoria e della fertilità, risultanti dall’interazione vitigno-ambiente, si può rendere necessaria l’applicazione di ulteriori tecniche di gestione della chioma, quali la defogliazione e il diradamento dei grappoli.

È accertato che l’effetto della radiazione solare sulla qualità delle uve (solidi solubili, acidità, antociani) varia secondo latitudine, clima, esposizione, varietà, stato vegeto-produttivo del vigneto (Ristic *et al.* 2007, Spayd *et al.* 2002, Bergqvist *et al.* 2001, Smart *et al.* 1988, Reynolds *et al.* 1986, Kliewer 1977).

L’obiettivo principale della sfogliatura rimane quello di garantire nella zona dei grappoli le ottimali condizioni di arieggiamento ed illuminazione onde permettere una corretta maturazione e limitare l’incidenza di patologie fungine.

L’utilità della defogliazione parziale è indubbia in vigneti dotati di elevata vigoria e fogliosità, ma va considerata con attenzione in condizioni di medio/basso vigore nelle quali si può conseguire un peggioramento della qualità del prodotto (Poni 2003).

La defogliazione delle foglie basali, oltre che esporre in maggior misura i grappoli alla radiazione solare, instaura un duplice meccanismo: da un lato la promozione del trasporto di fotosintetati, dalle giovani foglie in particolare, verso la zona di defogliazione, dall’altro la condizione di stress imposta dalla defogliazione attiva rapidi meccanismi riparativi che indirizzano verso i *sink* le sostanze di riserva (amido) adeguatamente mobilizzate (Chanishvili *et al.* 2005).

Il diradamento dei grappoli su piante in piena produzione può essere eseguito, a seconda degli obiettivi, in un periodo che va dall’allegagione all’invaiaatura asportando dal 20 al 60% dell’uva pendente (Poni 2003). Vi sono due situazioni specifiche, quindi, nelle quali il diradamento dei frutti, considerata l’onerosità dell’operazione, si ritiene economicamente utile: nel caso di manifesto squilibrio vegeto-produttivo per eccesso di uva (vitigni con elevata fertilità naturale delle gemme *e.g.*: Sangiovese) e nel caso in cui ci si prefigga l’obiettivo enologico specifico di ottenere vini di particolare struttura, ricchi in polifenoli e sostanze coloranti (Poni 2005). Interventi effettuati su vigneti in equilibrio possono non dare i medesimi riscontri positivi (Poni 2003, Brancadoro e Failla, 2001).

Materiali e metodi

Il progetto applicativo quadriennale (2007-2010) interessa quattro vigneti disposti in tre aziende di altrettanti areali viticoli toscani (tab. 1): Chianti Classico (‘Sangiovese’, – clone R24), Bolgheri (‘Cabernet Sauvignon’ – clone 191) e Maremma Grossetana (‘Cabernet Sauvignon’ – clone 191; ‘Sangiovese’ – clone R23).

La predisposizione dei piani sperimentali è stata preceduta dall’analisi nel 2006 dello stato vegetativo dei vigneti attraverso l’acquisizione di dati telerilevati tramite voli aerei effettuati dal CNR-Ibimet (piattaforma aerea *SKY ARROW* – Sistema DFR con telecamere nel visibile e nel multispettrale - Iniziative Industriali Italiane Spa, Roma).

I dati acquisiti sono stati elaborati per ottenere un indicatore sintetico (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*; Tucker 1979) correlato allo stato della vegetazione ed ai processi biochimici ad essa collegati, ed esprimibile sotto forma di mappe (tramite ortoproiezione delle singole immagini riferite ad ortofoto e cartografia esistente con GCP-*Ground Control Points*, mosaicatura delle immagini, calcolo radianza nelle varie bande spettrali, calcolo indice di vegetazione). Questo indice è calcolato dal rapporto tra la differenza della riflettanza della vegetazione nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso vicino e del rosso diviso per la loro somma:

$$NDVI = (NIR_{rifl}/NIR_{inc} - R_{rifl}/R_{inc}) / (NIR_{rifl}/NIR_{inc} + R_{rifl}/R_{inc})$$

ove: NIR= infrarosso vicino; R= rosso
inc= incidente; rifl= riflesso

L'evidente variabilità e disomogeneità della vegetazione dei vigneti, evidenziata nelle mappe NDVI del 2006, ha richiesto la preliminare individuazione di blocchi di piante omogenei all'interno del singolo vigneto. Su ognuno di questi, considerati ripetizioni, sono state allestite le parcelle sperimentali che prevedono la combinazione di differenti tecniche di gestione della chioma (carica di gemme/ceppo, defogliazione, diradamento dei grappoli) secondo uno schema a blocchi randomizzati, includente otto tesi sperimentali per ogni replica (tab. 1).

La gestione della chioma ha previsto la combinazione delle seguenti tecniche applicate a cordone speronato unilaterale semplice, forma di allevamento presente nei 4 vigneti:

- Differenti carichi gemme
 - tesi **C0**: 4 speroni (5 nei vigneti Cacciagrande e Cortigliano) ad una gemma per sperone, oltre la gemma di corona, per un totale di 8 germogli/vite (10 nei vigneti Cacciagrande e Cortigliano);
 - tesi **C1**: 4 speroni (5 nei vigneti Cacciagrande e Cortigliano) a tre gemme per sperone, oltre la gemma di corona, per un totale di 12 germogli/vite (15 germogli/vite nei vigneti Cacciagrande e Cortigliano).
- Defogliazione
 - tesi **A0**: carico fogliare naturale;
 - tesi **A1**: in fioritura-allegagione (codice BBCH: 69-71, Lorenz *et al.* 1994) sono state eliminate le foglie nella zona dei grappoli, cioè dai primi 6 nodi basali dei germogli;
- Diradamento dei grappoli
 - tesi **D0**: carico di grappoli naturale;
 - tesi **D1**: è stata effettuata l'eliminazione di circa il 50% dei grappoli presenti, rimuovendo ad inizio invaiatura (BBCH: 81) preferenzialmente i grappoli piccoli, malformati, posti in posizione distale o in eccesso sul singolo germoglio.

Su tutte le 960 piante durante la stagione vegeto-produttiva si è caratterizzata la chioma con le seguenti indagini non invasive a breve distanza:

- 2 serie di misure NDVI (*Skye-Spectrosense 2+*; *Skyeinstruments, Llandrindod Wells, Powys, UK*) svoltesi il 27 giugno ed il 28 agosto; le misure NDVI a terra oltre che a fornire lo stato vegetativo delle piante, sono state funzionali alla validazione ed alla calibrazione dei rilievi aerei;
- 2 serie di misure del contenuto in clorofilla, effettuata tramite misuratore portatile di clorofilla SPAD-502 (*Konica-Minolta Business Solution Italia; Milano*);
- conteggio germogli e grappoli ante- e post-diradamento;
- calcolo della fertilità (n°grappoli/germoglio) e dell'indice di Ravaz (peso uva/peso legno di potatura);

In fase vendemmiale sono stati compiuti campionamenti in doppio per ciascuna tesi sperimentale, ripetuti in due momenti: alla maturazione tecnologica e circa quindici giorni più tardi per un totale di 384 campioni. Su tali campioni è stato effettuato

l'ammestramento e l'analisi chimica dei mosti *mediante FT-IR Grape scan 2000 (Foss, Hillerød, Denmark)* con determinazione di: zuccheri solubili (°Brix), acidità titolabile (g/l), pH, concentrazione di acido malico e tartarico (g/l), ione potassio (mg/l), azoto prontamente assimilabile (APA - mg/l), polifenoli totali (mg/kg di uva) ed antociani totali (mg/kg di uva).

Analisi statistica dei dati. Il modello statistico adottato per l'analisi univariata, separatamente per ogni varietà, è stato quello misto, dove i fattori carica gemme, defogliazione, diradamento e l'epoca di raccolta sono stati considerati ad effetti fissi, mentre il vigneto è stato considerato come fattore ad effetti casuali. Per riassumere come le varie tesi potessero modificare le caratteristiche della pianta e le qualità del mosto, è stata eseguita l'analisi discriminante considerando come criterio di classificazione le combinazioni delle tesi analizzate e le località. I dati sono stati elaborati utilizzando il software statistico *Systat 9*.

Risultati e discussione

Le mappe di vegetazione ottenute dalle misure NDVI a terra interpolate con la funzione IDW (*Inverse Distance Weighting*) di ArcGis 9.2 (ESRI, Redlands CA, USA) e quelle frutto di telerilevamento danno informazioni confrontabili, confermando l'estrema attendibilità e la precisione di questo tipo di voli aerei al fine della descrizione indicizzata della vegetazione del vigneto (dati non riportati). Al momento le correlazioni tra i valori di NDVI rilevati a terra e i principali dati analitici sui mosti sono apparse piuttosto basse, ugualmente se si esaminano i valori medi per tesi (tab. 2).

Dall'analisi della varianza (tab. 3) si evince un'influenza significativa sia delle variabili ambientali, effetto vigneto e vigore, che delle tecniche di gestione della chioma, sia in termini di efficacia singola che in interazione reciproca. Va evidenziato che le fonti di variabilità di maggior peso nel determinare la qualità delle uve sono: vigneto, blocco di vigore ed epoca di raccolta. In entrambe le varietà aumentando il numero di gemme/ettaro, passando da 1 a 3 gemme/sperone, si manifestano effetti di decremento del contenuto zuccherino che possono essere contrastati dal diradamento dei frutti e dalla defogliazione. L'unico effetto, negativo, della gestione della chioma sull'APA è dato dalla defogliazione. Su 'Sangiovese' incrementando il numero di gemme/ettaro si ottengono effetti negativi sul contenuto in antociani compensabili dal diradamento dei frutti, ma non dalla defogliazione. Diradamento e defogliazione in 'Cabernet Sauvignon' hanno effetti positivi sul tenore in polifenoli totali, mentre è significativo il solo effetto defogliazione in 'Sangiovese'.

L'analisi discriminante, eseguita per tutte le combinazioni delle tesi e per le due località, ha dato buoni risultati mostrando che in 'Sangiovese' le prime tre funzioni discriminanti (vigneto, carica di gemme, blocco di vigore) descrivono il 91% della varianza totale, mentre in 'Cabernet Sauvignon' esprimono l'83% della stessa. In entrambi i casi è la carica di gemme il trattamento della chioma che discrimina maggiormente tra le tesi.

Conclusioni

La zona di provenienza ha evidenziato un'influenza su numerosi parametri analitici (contenuto in zuccheri, acidità, ac. malico, pH, APA, antociani), in entrambe le cultivar. L'appartenenza ad una zona omogenea per indice di vegetazione NDVI è fattore determinante su contenuto in zuccheri, acidità, ac. tartarico, ione potassio, ac. malico, pH, antociani e polifenoli, sia su Sangiovese che su Cabernet. L'epoca di vendemmia ha avuto una grande influenza su: contenuto in zuccheri, pH, acidità, ione potassio, antociani e polifenoli. Le tecniche di gestione della chioma manifestano effetti significativi (influenza di defogliazione e diradamento su contenuto zuccherino e contenuto fenolico; della carica in gemme e del diradamento sul pH; della carica di gemme sull'ac. tartarico) anche se di minor peso, sia singolarmente che in interazione

reciproca, e possono influire per modificare l'effetto ambientale, in generale maggiormente evidente in 'Sangiovese'.

È da rimarcare come l'effetto della disomogeneità della copertura vegetale all'interno del vigneto, evidenziabile dalle mappe NDVI, sia fattore imprescindibile al fine di determinare la qualità delle uve, quale che sia l'obiettivo enologico prefissato.

Tabella 1 – Piano sperimentale 2007
Table 1 - Experimental design - 2007

Vigneto	Blocchi di vegetazione (repliche)	Cultivar	N° tesi	N° piante/tesi	Totale piante
Brolio (Chianti - SI) +43° 24' 50.12", +11° 27' 22.70" Quota media: 420 m s.l.m.	1. alto vigore (H)	Sangiovese clone R24 su portinnesto 420A	8	10	80
	2. medio vigore (M1)		8	10	80
	3. basso vigore (L)		8	10	80
Cacciagrande (Castiglione della Pescaia - GR) +42° 48' 37.16", +10° 57' 31.92" Quota media: 12 m s.l.m.	1. alto vigore (H)	Cabernet Sauvignon clone 191 su portinnesto 3309	8	10	80
	2. medio vigore (M)		8	10	80
	3. basso vigore (L)		8	10	80
Cortigliano (Castiglione della Pescaia - GR) +42° 48' 27.83", +10° 57' 30.16" Quota media: 12 m s.l.m.	1. alto vigore (H)	Sangiovese clone R23 su portinnesto 420A	8	10	80
	2. medio vigore (M1)		8	10	80
	3. medio vigore (M2)		8	10	80
Donna Olimpia (Bolgheri - LI) +43° 12' 33.55", +10° 34' 6.23" Quota media: 9 m s.l.m.	1. alto vigore (H)	Cabernet Sauvignon clone 191 su portinnesto 101.14	8	10	80
	2. medio vigore (M1)		8	10	80
	3. medio vigore (M2)		8	10	80
					960

Tabella 2 – Coefficienti di correlazione lineare (r) tra i rilievi NDVI ed i principali dati analitici sui mosti

Table 2 - Linear correlation coefficients (r) between NDVI findings and the main analytical data

	° Brix	pH	Ac. tit.	Antociani tot.	Polifenoli tot.
Singolo ceppo					
NDVI giugno	-0.094	0.270	-0.355	0.236	-0.150
NDVi agosto	-0.019	0.118	-0.178	-0.169	-0.096
Medie per tesi (10 ceppi)					
NDVI giugno	-0.11	0.479	-0.604	0.370	-0.292
NDVi agosto	-0.044	0.181	-0.264	-0.253	-0.176

Correlazioni significative al livello $p \leq 0.05$

Tabella 3 - Analisi della varianza per varietà separate (dati delle medie)

Table 3 - Variance analysis by cultivar (average data)

Cabernet Sauvignon									
Variabili	Zuccheri	pH	Acidità titolabile	Ac. tartarico	Ac. malico	K	APA	Antociani	Polifenoli
Vigneto	**	*	**	n.s.	**	**	**	**	n.s.
Epoca raccolta	**	**	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**
Vigore	**	*	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
Carica gemme	**	**	**	***	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Defogliazione	**	*	*	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*
Diradamento	**	**	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	***

Sangiovese									
Variabili	Zuccheri	pH	Acidità titolabile	Ac. tartarico	Ac. malico	K	APA	Antociani	Polifenoli
Vigneto	n.s.	**	**	*	n.s.	**	**	*	n.s.
Epoca raccolta	**	**	*	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.
Vigore	*	*	n.s.	n.s.	*	**	*	n.s.	n.s.
Carica gemme	*	**	**	***	***	***	n.s.	n.s.	n.s.
Defogliazione	***	n.s.	**	***	***	***	***	*	***
Diradamento	***	**	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

*, **, *** = significatività rispettivamente per $P \leq 0.05, 0.01, 0.001$; n.s.= non significativa.

Bibliografia

- BERGQVIST J., DOKOOZLIAN N., EBISUDA N., 2001. *Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California*. Am. J. Enol. Vitic., 52 (1): 1-7.
- BRANCADORO L. E FAILLA O., 2001. *Influenza di forma di allevamento e gestione della chioma sull'equilibrio vegeto-produttivo*. L'Informatore Agrario, 14: 17-26.
- CHANISHVILI SH. SH., BADRIDZE G. SH., BARBLISHVILI T. F., AND DOLIDZE M. D., 2005. *Defoliation, Photosynthetic Rates, and Assimilate Transport in Grapevine Plants*. Russian journal of plant physiology, 52 (4): 448-453.
- KLIEWER W.M., 1977. *Influence of temperature, solar radiation, and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes*. Am. J. Enol. Vitic., 28: 96-103.
- LORENZ D. H., EICHHORN K. W., BLEI-HOLDER H., KLOSE R., MEIER U., WEBER E., 1994. *Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (Vitis vinifera L. ssp. vinifera)*. Vitic. Enol. Sci., 49: 66-70.
- PONI S., 2003. *Speciale gestione della chioma. 1. La defogliazione, per arieggiare i grappoli. 2. Il diradamento dei grappoli*. Vignevini, 30,6: 76-80.
- PONI S., 2005. *Produrre quantità rispettando la qualità: il ruolo della gestione della chioma. Parte 2*. Seminario d'apertura del 4° enofoforum SIVE, 12-23 marzo. Infowine 5/1. <<http://www.infowine.com/default.asp?scheda=2523&provenienza=0>>.
- REYNOLDS A.G., POOL R.M., MATTICK L.R., 1986. *Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes*. Vitis, 25: 85-95.
- RISTIC R., DOWNEY M.O., ILAND P.G., BINDON K., FRANCIS I.L., HERDERICH M., ROBINSON S.P., 2007. *Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 13: 53-65.
- SMART R.E., SMITH S.M., WINCHESTER R.V., 1988. *Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon*. Am. J. Enol. Vitic., 39: 250-258.
- SPAYD S.E., TARARA J.M., MEE D.L., FERGUSON J.C., 2002. *Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of Vitis vinifera cv. Merlot Berries*. Am. J. Enol. Vitic., 53 (3): 171-182.
- TUCKER, C. J., 1979. *Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation*. Remote Sensing of Environments 8: 127-150.