



# EFFICACIA DELLA REFRIGERAZIONE EVAPORATIVA NEL MANTENIMENTO DELLA FUNZIONALITÀ FOGLIARE E DELLA QUALITÀ DELL'UVA SAUVIGNON BLANC

Visti gli evidenti cambiamenti climatici, la ricerca si pone nuove domande, su come limitare gli effetti che tali recenti fenomeni, inducono sulla fisiologia della vite. Questo lavoro valuta, come il raffrescamento della chioma effettuato con acqua nebulizzata possa migliorare la funzionalità della chioma, e favorire maturazione delle uve.



Di

**Fabio Mencarelli**

Dipartimento per l'Innovazione  
dei Sistemi Biologici, Agroalimentari  
e Forestali (DIBAF),  
Università della Tuscia - Viterbo

**Pericle Paciello**

Enologo

**Massimiliano Pasquini**

Agronomo e Direttore  
Castello della Sala

(Da sinistra nella foto)

## INTRODUZIONE

■ L'andamento climatico delle ultime annate vitivinicole riflette quello che sta diventando un trend abbastanza consuetudinario nell'ultimo decennio, soprattutto nelle ultime fasi della maturazione dell'uva: dopo un luglio con giornate assolate, ma non eccessivamente calde, segue un agosto caratterizzato da temperature diurne afose e notti senza escursioni termiche significative. Queste condizioni sono suscettibili di provocare fenomeni di bruciatura

re e appassimento dei grappoli, soprattutto alle varietà più precoci, fenomeni parzialmente limitabili attraverso l'approntamento di una buona parete fogliare dei vigneti supportata da una buona disponibilità idrica.

■ Gli effetti dell'instaurarsi di tali condizioni sulla qualità dei vini sono quelli di una minore acidità ed un aumento della gradazione alcolica in funzione di un maggior accumulo zuccherino: entrambi gli effetti sembrano andare contro il gusto corrente del Mercato che sembra preferire sempre di più vini meno "caldi",

con una maggiore "spalla acida".

■ Il minor contenuto di acidi organici determina, fattore di primaria rilevanza, un innalzamento del pH e con esso una maggiore instabilità microbiologica dei vini che risultano pertanto meno longevi. "Last but not least" il contenuto aromatico dei vini risulta modificato, con una forte penalizzazione degli aromi primari che risultano di minore intensità e di peggiore qualità, assumendo declinazioni orientate a quegli "aromi da invecchiamento precoce" poco graditi al pubblico dei consu-



matori. Alte temperature e maggiori esposizioni alla luce sono positivamente correlate con livelli più bassi di metossipirazine (Allen e Lacey, 1993) composti responsabili dell'aroma vegetale, erbaceo, o di peperone caratteristico di cultivar come il Cabernet Sauvignon ed il Sauvignon Blanc ma che può essere percepito negativamente ad alte concentrazioni. Ma il Sauvignon Blanc è soprattutto caratterizzato da aromi specifici di provenienza aminoacidica quali i tioli (3-mercapto-1-olo, 4-mercapto-4-metilpentan-2-one, 4-mercapto-4-metilpentan-2-olo, 3-mercaptoesan-1-olo acetato) con le note caratteristiche di bosso, ginestra, pompelmo, foglia di pomodoro. I precursori di questi composti sono rapidamente attivati da condizioni di stress (UV, freddo, caldo, funghi) ma dopo alcune ore della persistenza dello stress la loro concentrazione decade (Kobayashi et al., 2010). ■ L'utilizzo dell'irrigazione quale strumento per "raffreddare" il vigneto riveste quindi notevole interesse per la possibilità di modificarne il microclima e consentire la produzione di uve di qualità, in articolare aromatica, anche in condizioni ambientali rese sempre più difficili dal cambiamento climatico in atto. L'acqua, in funzione della sua capacità di scambiare calore con l'ambiente circostante, è un mezzo molto efficiente per modificare il microclima. Nei suoi cambiamenti di stato, assorbe o rilascia energia sotto forma di calore: allorché un litro di acqua evapora, circa 510 Kcal di energia, sotto forma di calore, viene assorbita dall'ambiente circostante comportando un raffreddamento della temperatura esterna. Esperienze condotte qualche decina di anni fa impiegando l'irrigazione a pioggia nella San Joaquin Valley in California, aveva dato risultati interessanti nell'abbassamento di temperatura ma il consumo di acqua risultava elevato (Kliewer e Schultz, 1973; Alijbury et al., 1975). ■ Le moderne tecnologie di nebulizzazione che consentono di rinfrescare, ripropongono come attuale una sperimentazione volta a verificare l'efficacia della refrigerazione evaporativa per diminuire la temperatura della parete fogliare e dei grappoli, con un consumo idrico molto più ridotto. Tale sperimentazione proposta dall'Azienda Marchesi Antinori ha visto la collaborazione dell'Università della Tuscia, Dipartimento per l'Innovazione dei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali e la Società Oasisclimatica Srl con il marchio registrato Cooling Dew.

## MATERIALI E METODI

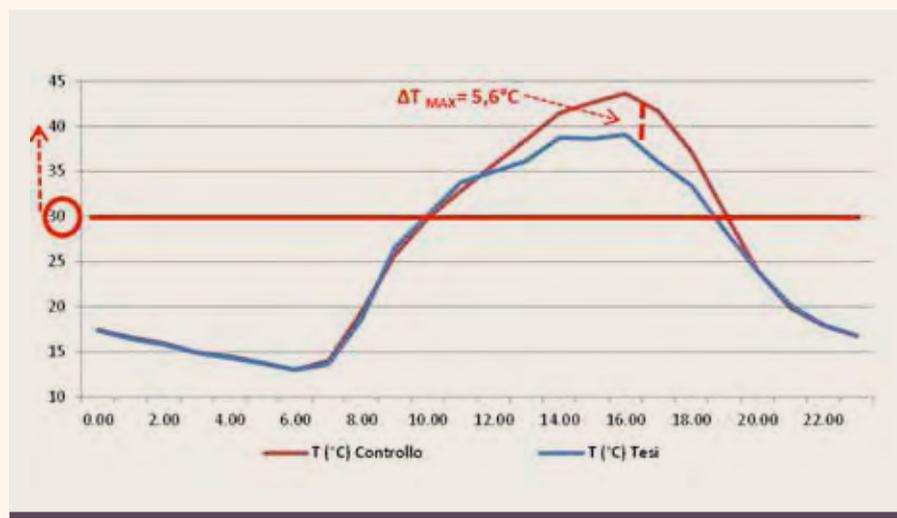
■ La sperimentazione è stata condotta nella vendemmia 2013, il vigneto si trova sull'Appennino umbro (circa 250 metri s.l.m.), a pochi chilometri dalla città di Orvieto, su un promontorio tufaceo a metà strada tra il fiume Paglia e la vetta del Monte Nibbio, vigneto di proprietà dell'azienda Castello della Sala dei Marchesi Antinori Srl. La varietà su cui è stato condotto lo studio è "Sauvignon Blanc" su portainnesto 1103 Paulsen, allevata a guyot con un sesto di impianto di 2,4 x 1,2 m, sull'interfila viene praticato l'inerbimento.

■ In breve l'acqua veniva spinta ad una pressione di 70 bar attraverso ugelli con foro di 0,15 mm atomizzando le goccioline fino ad un diametro di 0,1  $\mu$ m, formando così una cortina di nebbia tale da coprire la parete fogliare e quindi i grappoli del vigneto. L'impianto, comandato da una centralina collegata ad un termostato per la rilevazione della temperatura in vigna, è stato programmato per attivarsi ogniqualvolta venisse rilevata una temperatura superiore ai 30°C e per disattivarsi una volta ricondotta la temperatura al di sotto di questa soglia. La temperatura abbassata sotto i 30°C in circa 1 minuto di erogazione si manteneva al di sotto di tale soglia per circa 7 minuti prima che il calore dell'irraggiamento solare facesse risalire nuovamente la temperatura oltre i 30°C, provocando così la ripresa della nebulizzazione. La presenza di un umidostato ha garantito che, in caso di umidità relativa superiore al 70%, l'im-

pianto non andasse in funzione indipendentemente dalla temperatura. L'acqua necessaria alla nebulizzazione è stata prelevata da un bacino di accumulo di pertinenza della proprietà in cui è stata svolta la sperimentazione: l'acqua veniva filtrata prima di entrare nell'impianto di nebulizzazione.

■ La sperimentazione ha riguardato 12 filari lunghi circa 150 m per un'area complessiva di circa 3.000 m<sup>2</sup>. A circa 100 m di distanza dal vigneto soggetto a nebulizzazione, separato da una capezzagna di qualche metro, è stato individuato il vigneto di controllo della sperimentazione. Nel vigneto sperimentale ed in quello di controllo la rilevazione dei dati ambientali è stata affidata a sensori wireless, di proprietà del DIBAF capaci di rilevare temperatura ed umidità relativa con un frequenza impostata di 24 rilevazioni/giorno, adeguatamente protetti dagli agenti atmosferici i sensori sono stati posizionati lungo il primo filo di banchina in modo da trovarsi approssimativamente all'altezza dei grappoli. Nel corso della sperimentazione sono stati effettuati campionamenti settimanali (5 in totale) di uva e foglie dai vigneti nebulizzato e di controllo. Le uve sono state vendemmiate separatamente ed i relativi mosti sono stati analizzati mediante strumentazione WineScan™. In particolare vengono qui riportati i valori dei seguenti metaboliti: zuccheri, acidità totale, acido malico. Anche le foglie campionate sono state caratterizzate analiticamente in laboratorio per determinare i livelli di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seguendo la metodica di Velikova e Loreto (2001).

Fig. 1 - Andamento della temperatura dell'aria in una giornata calda (6 Ago)





## RISULTATI E DISCUSSIONE

■ Confrontando i dati registrati il 6 Agosto (Fig. 1), una delle giornate più calde del periodo di rilevazione, si evidenzia che le temperature nei due vigneti tendono a discostarsi significativamente solo nelle ore pomeridiane, allorché la temperatura è stabilmente al di sopra dei 30°C e l'impianto di nebulizzazione entra in funzione. Alle ore 17,00 si registra la differenza massima della giornata, pari a 5,6°C.

■ Per l'umidità relativa, invece, l'andamento è inverso a quello delle temperature (Fig. 2), e la curva della umidità relativa (UR) del vigneto Tesi è al di sopra di quella del Controllo nelle ore pomeridiane quando l'impianto è in funzione. Gli incrementi di UR sono stati tali da non far temere implicazioni negative per i patogeni della vite ( $\Delta UR_{Max} = 8\%$ ;  $UR_{Max} = 50\%$ ).

■ Passando all'analisi dell'andamento giornaliero della temperatura dell'aria nell'ora più calda della giornata (ore 16) si evidenzia (Fig. 3) che la temperatura del vigneto di Controllo è stabilmente al di sopra di quella del vigneto Tesi nelle giornate con temperature al di sopra dei 30°C, con differenze anche di 7°C che si accentuano nelle giornate più calde (27 Lug; 7 Ago).

■ Per quanto riguarda l'umidità relativa (Fig. 4) la curva del vigneto Tesi è al di sopra di quella del Controllo nelle giornate calde in cui l'impianto è in funzione mentre nelle giornate fresche le due curve tendono a sovrapporsi. Anche in questo caso, gli incrementi di UR sono tali da non far temere implicazioni negative per i patogeni ( $\Delta UR_{Max} = 15\%$ ;  $UR_{Max} = 55\%$ ).

■ Se poi si analizzano i dati relativi alla temperatura media nel pomeriggio (13.00- 17.00) del periodo post-invaiaura si conferma (Fig. 5) che nelle giornate più calde la temperatura del vigneto di Controllo è significativamente al di sopra di quella del vigneto Tesi mentre le due curve tendono a sovrapporsi nelle giornate fresche.

■ Passando all'analisi dei singoli componenti dei mosti provenienti dalle uve dei vigneti Tesi e Controllo, i mosti delle uve provenienti dal vigneto nebulizzato (Tesi) evidenziano all'ultimo campionamento della raccolta (Fig. 6) un contenuto di zuccheri (17,3°Brix) significativamente inferiore (-12%) a quello dei mosti delle uve del vigneto di Controllo (19,7°Brix).

Fig. 2 - Andamento dell'UR dell'aria in una giornata calda (6 Ago)

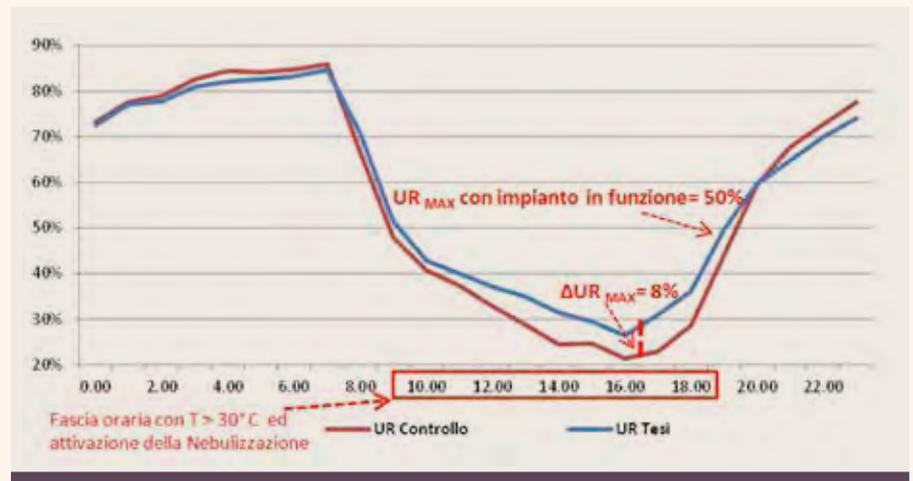


Fig. 3 - Andamento giornaliero della temperatura dell'aria alle ore 16

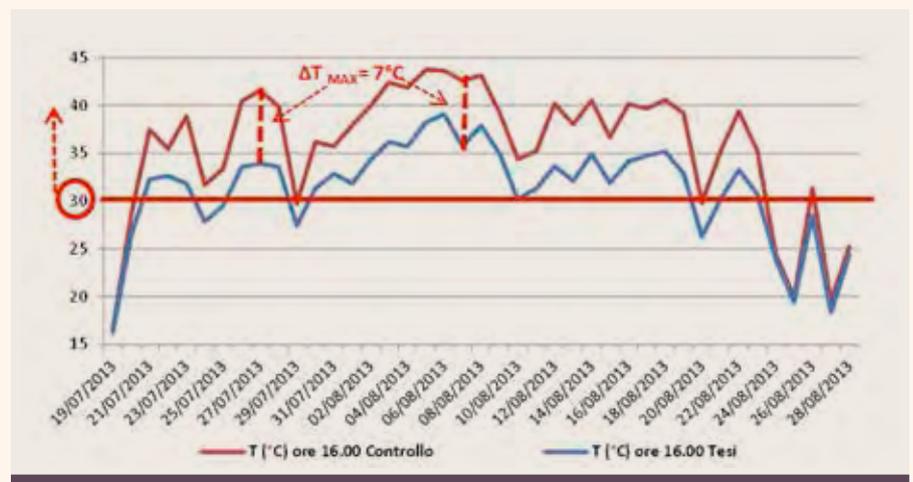
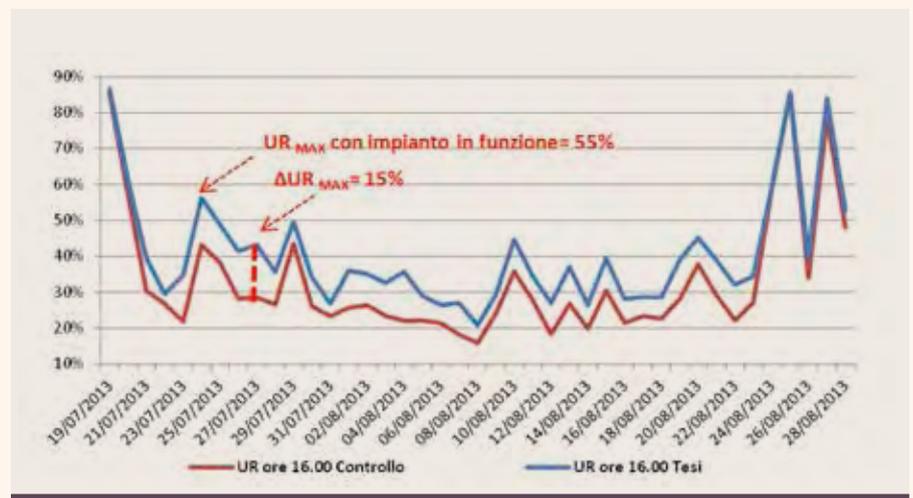


Fig. 4 - Andamento giornaliero della UR alle ore 16





Precedentemente nel periodo di agosto le differenze tra i due campioni non erano significative.

■ Viceversa, l'acidità totale del mosto delle uve provenienti dal vigneto Tesi (7,3 g/L) non è stata significativamente differente dal valore dei mosti del vigneto di Controllo (Fig. 7).

■ Il contenuto di acido malico (Fig.8) del mosto delle uve provenienti dal vigneto Tesi (2,34 g/L) all'ultimo campionamento risulta significativamente superiore (+103%) rispetto al valore del mosto del vigneto di Controllo (1,15 g/L). Il contenuto in acido malico per questo parametro è risultato sempre superiore nelle uve del vigneto nebulizzato.

■ Per quanto attiene gli altri composti analizzati (acido tartarico, APA, polifenoli totali, estratto secco, ceneri), prendendo a riferimento l'ultimo campionamento di uve effettuato, ad eccezione dell'acido tartarico, erano presenti in concentrazioni significativamente superiori nei mosti del vigneto Tesi.

■ Infine per quanto concerne la funzionalità fogliare, l'analisi dell'acqua ossigenata (Fig. 9) mostra come il contenuto, all'ultimo campionamento, sia significativamente più elevato nelle foglie del vigneto Controllo rispetto a quello Tesi.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

■ Nelle giornate calde del periodo luglio-agosto 2013 l'impianto è stato in funzione mediamente dalle ore 11,00 alle ore 19,00 creando differenze nelle temperature dei due vigneti anche di 7°C. I consumi di questo tipo di ciclo di funzionamento sono stati pari a circa 2,5 L/ha per minuto di attività.

■ La riduzione della temperatura della parete fogliare soprattutto nel periodo di elevata temperatura continua giorno-notte ha portato dei benefici sulla funzionalità fotosintetica e non solo. Nel periodo di stress termico, le specie reattive dell'ossigeno (ROS), tra cui il perossido di idrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), il radicale superossido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) e il radicale idrossile (OH<sup>-</sup>) normalmente prodotte a livelli moderati, soprattutto nei cloroplasti, nei perossisomi e nei mitocondri delle cellule vegetali, prendono il sopravvento sul sistema antiossidante con conseguente danno ossidativo ai componenti delle cellule tra cui le clorofille, i lipidi

Fig. 5 - Temperatura Media pomeridiana (13.00- 17.00) del periodo post-invaiaura

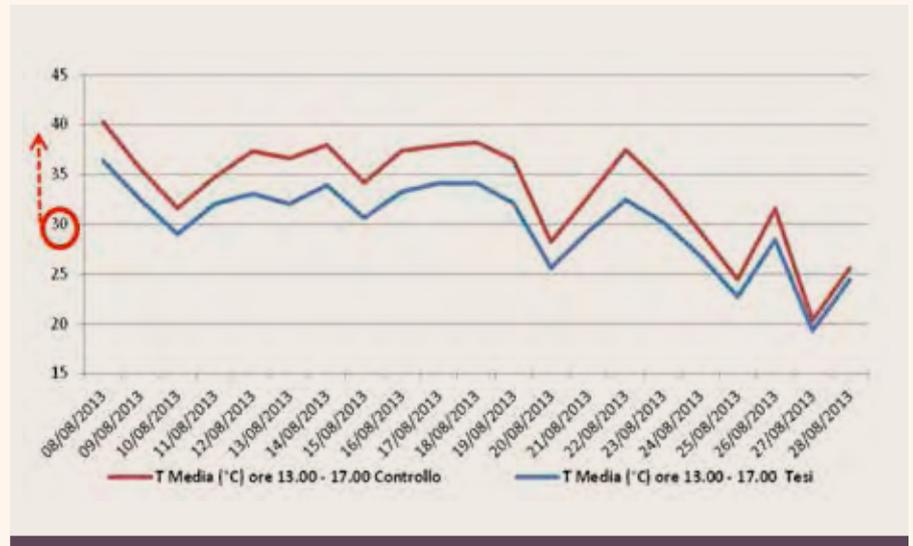
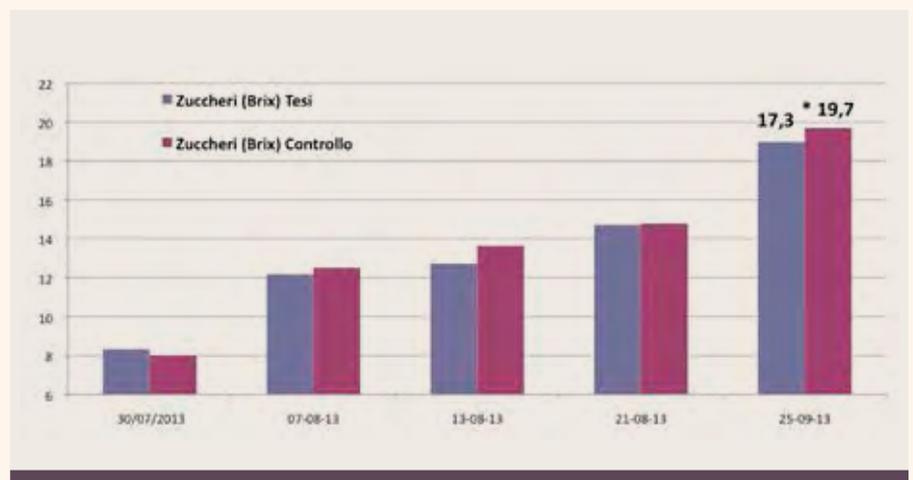


Fig. 6 - Variazione degli zuccheri (°Brix). I dati sono la media di tre repliche provenienti da tre gruppi di grappoli. Gli asterischi indicano le differenze non significative al livello del 5%



di membrana, le proteine e il DNA (Bowler et al., 1992). L'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> è la forma più stabile delle specie reattive dell'ossigeno e può avviare un danno ossidativo a carico dei lipidi della membrana cellulare con conseguente interruzione della funzione metabolica e perdita dell'integrità cellulare. Quindi l'aumentata produzione di acqua ossigenata da noi osservata nelle foglie del vigneto non nebulizzato nell'ultimo campionamento il 28 di Agosto, indica che quest'ultime sono soggette a stress ossidativo e che, tale indice di stress, è probabilmente il risultato di un accumulo

di calore in tutto il mese di agosto dove le temperature sono quasi sempre state sopra i 35°C con punte anche di 40°C. In condizioni di stress idrico, le foglie di vite rispondono con elevata produzione di acqua ossigenata che funziona come mediatore della chiusura stomatica ma è anche un forte ossidante (Beis e Patakas, 2012). Nelle condizioni climatiche di alta temperatura come nel vigneto di Controllo, l'aumentata concentrazione di acqua ossigenata da noi osservata potrebbe indicare che la pianta sta reagendo allo stress da caldo con una forte attività ossidativa e si



protegge chiudendo gli stomi per evitare la perdita di acqua. Mentre, però, nelle foglie refrigerate con il passare del tempo la produzione diminuisce, in quelle non refrigerate la produzione di acqua ossigenata aumenta e questo oltre a determinare uno stress ossidativo, chiudendo gli stomi riduce l'attività fotosintetica e anche l'evaporazione dell'acqua, aumentando così il calore cellulare.

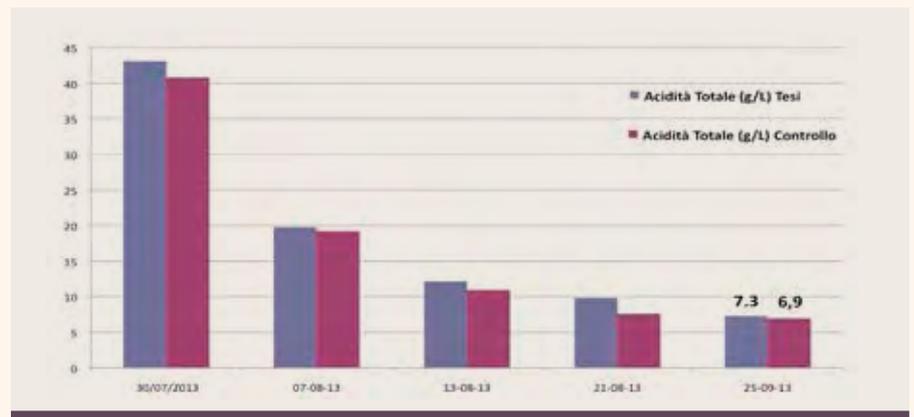
■ La risposta analitica dei mosti ha evidenziato che l'elevata temperatura ha provocato un'accelerazione della maturazione con aumento significativo degli zuccheri e una significativa diminuzione dell'acido malico che fanno pensare ad una più intensa attività respiratoria, non solo a carico degli zuccheri ma anche degli acidi. Infine, l'effetto di questo trattamento dal punto di vista aromatico sarà oggetto di un'altra nota.

■ La refrigerazione evaporativa del vigneto risulta una tecnica interessante per il controllo dello stress da caldo nella vite che si ripercuote su un rallentamento della maturazione delle bacche. La possibilità di modulare il funzionamento dell'impianto permette la gestione della quantità di calore da far assorbire dalla pianta così da avere le escursioni termiche necessarie senza un accumulo di calore nel tempo che comprometterebbe la qualità finale dell'uva.

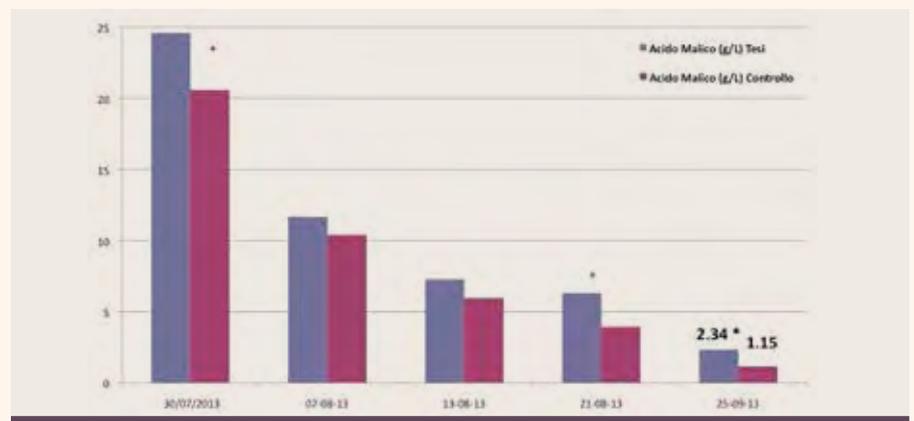
## BIBLIOGRAFIA

- Aljibury K., Brewer R., Christensen P. e Kasimatis A.N. (1975) - Grape response to cooling with sprinklers. *Amer. J. Enol. and Vitic.*, 26(4), 214-217
- Allen, M. S., e Lacey, M. J. (1993) - Methoxypyrazine grape flavour: Influence of climate, cultivar and viticulture. *Wein Wissenschaft*, 48, 211-213
- Beis A. e Patakas A. (2012) - Relative contribution of photoprotection and anti-oxidative mechanisms to differential drought adaptation ability in grapevines. *Env. and Exp. Botany*, 78, 173-183
- Bowler C., Van Montagu M. e Inzé D. (1992) - Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.*, 43, 83-116.
- Kliewer W.M. e Schultz H.B. (1973) - Sprinkler cooling of grapevines on fruit growth and composition. *Amer. J. Enol. and Vitic.*, 24, 17-26
- Kobayashi H., Takase H., Suzuki Y., Tanzawa F., Takata R., Fujita K., Kohno M., Mochizuki M., Suzuki S., Tomonori K. (2010) - Environmental stress enhances biosynthesis of flavor precursors S-3-(hexan-1-ol)-glutathione and S-3-(hexan-1-ol)-L-cysteine, in grapevine through glutathione S-transferase activation. *J. Exp. Botany*, doi:10.1093/jxb/erq376, 1-12.
- Loreto F. e Velikova I. (2001). Ozone damage, quenches ozone products, and reduces lipid peroxidation of cellular membranes. *Plant Physiol.*, 127, 1781-1787. ■

**Fig. 7 - Variazione dell'acidità totale (g/L).** I dati sono la media di tre repliche provenienti da tre gruppi di grappoli. Gli asterischi indicano le differenze non significative al livello del 5%



**Fig. 8 - Variazione dell'acido malico (g/L).** I dati sono la media di tre repliche provenienti da tre gruppi di grappoli. Gli asterischi indicano le differenze non significative al livello del 5%



**Fig. 9 - Contenuto in acqua ossigenata (µmoli/g) di foglie di vite.** I dati sono la media di tre repliche provenienti da tre gruppi di foglie differenti. Le barre indicano la DS

