

# MODELLO DI SIMULAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL GRAPPOLO:

## VALIDAZIONE SULLA VARIETA' NEBBIOLO

Gabriele Cola<sup>(1)</sup>, Daneiele Eberle<sup>(2)</sup>, Silvia Guidoni<sup>(3)</sup>, Osvaldo Failla<sup>(1)</sup>, Luigi Mariani<sup>(1)</sup>, Federico Spanna<sup>(4)</sup>, Davide Venanzio<sup>(4)</sup>, Alberto Grasso<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi, Via Celoria, 2, 20133 Milano Italy. -luigi.mariani@unimi.it

<sup>(2)</sup> Terre da Vino spa, Via Bergesia 6 12060 Barolo (CN) Italy.

<sup>(3)</sup> Università di Torino - <sup>(4)</sup> Regione Piemonte

<sup>(5)</sup> Azienda Vitivinicola Fontanafredda

### Abstract

La temperatura del grappolo è una variabile guida fondamentale dei processi biochimici che si svolgono all'interno del grappolo stesso in fase di maturazione e che determinano la qualità del vino. Nel seguente lavoro la determinazione della temperatura del grappolo viene affrontata tramite l'utilizzo del modello meccanicistico T\_ACINO. Tale modello si basa sulla risoluzione dell'equazione di bilancio energetico di superficie riferita alla superficie dell'acino stesso.

T\_ACINO è stato sottoposto a validazione utilizzando diversi dataset di temperature dei grappoli raccolti nelle annate 2004 e 2005 presso vigneti situati in Piemonte, in Valtellina ed in Oltrepò Pavese. Vengono di seguito presentate e discusse l'attività di validazione con i dataset 2005 ed i possibili utilizzi a livello tecnico-gestionale di tale modello.

### Introduzione

Uno dei più importanti ed innovativi ambiti di ricerca in agrometeorologia è quello legato allo studio delle condizioni meteorologiche (temperatura, umidità, vento, radiazione, evapotraspirazione, bagnatura fogliare, ecc.) che si determinano all'interno della canopy e cioè all'interno di quello strato compreso fra il suolo e le cime dei vegetali che tanta rilevanza ha per i cicli di materia ed i flussi di energia che guidano i vegetali coltivati verso un determinato risultato produttivo.

Nel caso specifico del vigneto, il monitoraggio diretto e continuo delle variabili microclimatiche si rivela poco praticabile per motivi pratici ed economici.

Un obiettivo di grande interesse applicativo consiste quindi nel mettere a punto e rendere fruibile per i produttori e per i servizi di assistenza tecnica un modello finalizzato a ricavare i valori di temperatura del grappolo nelle diverse fasi del ciclo annuale a partire dai dati termici rilevati da stazioni meteorologiche poste al di fuori del vigneto stesso.

### Materiali e Metodi

Il modello micrometeorologico T\_ACINO, sviluppato presso il Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università di Milano, si basa sulla risoluzione dell'equazione del bilancio energetico di superficie riferita al grappolo:

$R_n + H + LE = \Delta Q_s$  In tale equazione il calore latente LE è considerato quasi nullo poiché la traspirazione degli acini è trascurabile a causa della chiusura degli stomi in fase post-invaiaitura, mentre l'evaporazione è supposta nulla con l'unica eccezione dell'evaporazione mattutina di rugiada dalla superficie dell'acino. L'accumulo energetico da parte dell'acino ( $\Delta Q_s$ ) è invece ricavato in funzione della radiazione netta  $R_n$ , la quale a sua volta viene stimata utilizzando l'approccio di Brunt per la stima della radiazione netta a onda lunga e quello di Campbell e Donatelli per la

stima della radiazione solare globale. Una volta noti  $R_n$ , LE e  $\Delta Q_s$  è possibile ricavare H, a partire dal cui valore si stima la temperatura dell'acino sfruttando la nota proporzionalità fra H e la differenza fra temperatura di superficie e temperatura dell'aria.

T\_ACINO richiede in input un dataset minimale costituito dai soli dati di temperatura massima e minima giornaliera in aria (dati normalmente disponibili presso i servizi di assistenza tecnica) e fornisce in output dati orari di temperatura del grappolo. Il modello prevede la simulazione di due diverse condizioni di esposizione alla radiazione solare diretta:

- grappolo ombreggiato da uno strato di foglie (l'ombreggiatura viene considerata isotropa);
- grappolo esterno rispetto alla chioma.



Fig.1 – Monitoraggio dell'acino eseguito con termocoppia.

In questa seconda ipotesi vengono simulate quattro differenti esposizioni (Nord, Sud, Est e Ovest).

Per la messa a punto del modello, ad iniziare dall'annata agraria 2004 sono state condotte specifiche campagne di monitoraggio delle grandezze micrometeorologiche necessarie per la calibrazione e la validazione negli areali Piemontesi, cui si sono affiancate analoghe attività in Valtellina e Oltrepò Pavese. Le campagne di monitoraggio hanno previsto l'utilizzo di termocoppie inserite all'interno degli acini (Fig. 1) e atte a misurarne la temperatura con step temporale pari ad 1 minuto.

## Risultati

La validazione del modello T\_ACINO per uve nebbiolo è stata effettuata utilizzando i dataset prodotti in due anni di monitoraggio.

A titolo di esempio viene di seguito riportato un grafico relativo alla simulazione di alcune giornate del mese di luglio del 2005 presso un vigneto situato in Piemonte (Fig. 2). Tale simulazione si riferisce all'andamento termico di un grappolo sfogliato esposto a Sud – Ovest.

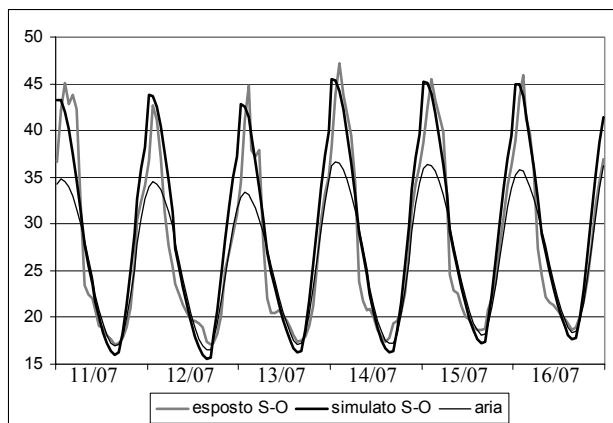


Fig.2 – Confronto fra dato misurato con termocoppia, dato simulato con T ACINO e dato misurato in aria.

Ogni simulazione è stata quindi sottoposta ad analisi statistica in modo da evidenziare la qualità delle performance fornite da T ACINO.

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dalla simulazione del medesimo grappolo esposto a Sud – Ovest relativamente all'intero periodo di monitoraggio (9 luglio – 24 settembre). Gli indicatori statistici adottati sono i seguenti: Relative Root Mean Squared Error (RRMSE), Modelling Efficiency (EF) e Coefficient of residual Mass (CRM).

	RRMSE	EF	CRM
Min	0	-inf.	-inf.
Max	+inf.	1	+inf.
Best	0	1	0
	14.92	0.82	-0.07

Fig.3 – Analisi statistica delle performance del modello.

Nel corso del lavoro vengono inoltre discusse le indicazioni quantitative sul numero di ore complessivo in cui grappoli in pieno sole e grappoli ombreggiati si mantengono nelle condizioni di temperatura ottimali per l'ottenimento di un prodotto di qualità. I risultati, espressi come ore normali trascorse in condizioni termicamente ottimali, consentono di evidenziare alcuni elementi di rilevanza pratica per la razionalizzazione delle tecniche di gestione della chioma della vite (potatura verde, sfogliatura).

## Conclusioni

I risultati ottenuti dalla validazione di T\_ACINO sono soddisfacenti ed incoraggiano la prosecuzione dei monitoraggi per l'annata 2006 nei tre siti già monitorati (Valtellina, Oltrepò Pavese e Piemonte) e su differenti varietà di uva rossa.

L'esiguità richiesta di dati in input e la facile reperibilità degli stessi rende il modello particolarmente robusto ed adatto ad un utilizzo come strumento di valutazione e previsione in ambito agrometeorologico operativo.

Il lavoro fin qui svolto suggerisce come future prospettive di ricerca:

- La validazione del modello per differenti combinazioni di varietà, sistema di allevamento e condizioni micrometeorologiche.
- l'analisi della relazione fra temperatura del grappolo e processi biochimici di maturazione (sintesi ed accumulo di polifenoli, precursori dell'aroma, ecc.)
- un miglioramento dell'approccio al tema dello scambio turbolento di calore sensibile, che attualmente viene risolto nel modello con il ricorso all'equazione di Penman.

## Bibliografia

- Bergqvist, J., N. Dokoozlian, and N., Ebisuda. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Granache in Central San Joaquin Valley of California. *Am. J. Enol. Vitic.* 52: 1-7.
- Bonan G., 2002. *Ecological climatology, concepts and applications*, Cambridge Univ. Press, 678 pp.
- Geiger, 1961. *The climate near the ground*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 611 pp.
- Jackson, D.I., and P.B. Lombard. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A review. *Am. J. Vitic. Enol.*, 44: 409-429.
- Mariani L., 2002. *Agrometeorologia*. Clesav, Milano.
- Oke T.R., 1978. *Boundary layer climates*, Methuen & Co. Ltd, London.
- Spayd S.E., Tarara J.M., Mee D.L., Ferguson J.C.V., 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:3 (2002):171-182.