

# PARAMETRIZZAZIONE DI MODELLI DI MATURAZIONE DELLE UVE E SVILUPPO DI APPLICAZIONI PER LA GESTIONE DELLA VENDEMMIA

Roberto Zorer<sup>1</sup>, Giorgio Nicolini<sup>1</sup>, Roberto Larcher<sup>1</sup>, Mario Malacarne<sup>1</sup>, Fabrizio Marinconz<sup>2</sup>,  
Duilio Porro<sup>1</sup>, Marco Stefanini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione Edmund Mach - IASMA, via E. Mach 1 - 38010 San Michele all'Adige. Email: roberto.zorer@iasma.it

<sup>2</sup> Cavit s.c., Via del Ponte di Ravina 31 - 38040 Trento.

## Abstract

Sono presentati i risultati dello studio di serie pluriennali di dati di maturazione delle uve e l'applicazione di diversi modelli basati su funzioni logistiche temporali, regressioni tra i principali parametri chimico-analitici di interesse tecnologico con indici bioclimatici, disponibilità termica e radiativa e con l'attività fotosintetica potenziale del vigneto, stimata mediante modelli meccanicistici.

La parametrizzazione di modelli empirici di maturazione, basati principalmente su somme termiche, ha permesso di caratterizzare il comportamento delle principali varietà di vite presenti sul territorio del Trentino e di sviluppare delle applicazioni software per la gestione della vendemmia. La modellizzazione degli indici bioclimatici sulla base dei dati geomorfometrici e meteorologici e l'integrazione dei dati chimico-analitici permetterà di costruire mappe spazializzate di maturazione accessibili via internet (Web-GIS), mediante le quali seguire lo stato di avanzamento della maturazione e ricavare indirettamente informazioni sulla vocazionalità del territorio.

## Introduzione

La maturazione e la qualità dell'uva sono il risultato dell'interazione di vari fattori principali: la combinazione di varietà di vite e tipo di portinnesto, le condizioni climatiche, le caratteristiche geomorfometriche dei vigneti (quota, pendenza, esposizione), il tipo di suolo e le sue proprietà fisiche e nutrizionali ed infine le pratiche agronomiche.

Tra tutti questi fattori, le condizioni climatiche durante la stagione vegetativa esercitano un grande effetto sul fenomeno della maturazione e possono spiegare la maggior parte delle differenze annuali in termini di produzione e qualità.

I fattori climatici includono la radiazione solare, l'accumulo di calore, le escursioni di temperatura, le precipitazioni durante le fasi principali di crescita, il vento e gli eventi estremi quali gelate, grandinate, siccità prolungata, ecc.

Dati meteorologici e indici bioclimatici sono stati utilizzati per costruire mappe tematiche regionali e per individuare nuove aree adatte alla viticoltura.

Amerine e Winkler (1944) svilupparono un metodo tradizionale di classificazione delle aree viticole basato sull'accumulo di gradi giorno, definiti come la somma delle temperature medie giornaliere ( $T_{aria}$ ) al di sopra dei 10 °C durante il periodo vegetativo, che va tipicamente da aprile a ottobre nell'emisfero nord (Eq. 1).

Eq.1 – Equazione per il calcolo dell'indice bioclimatico di Winkler.

$$\text{Indice di Winkler} = \sum_{i=1}^{31 \text{ Ottobre}} \max[(T_{aria})_i - 10; 0]$$

Nel presente studio vengono presentati i risultati di regressioni lineari tra gli zuccheri solubili totali (TSS) e le sommatorie di gradi giorno (GDD), calcolate dal 1° aprile alle date di campionamento delle uve di 10 varietà in 95 vigneti e per 5 annate.

## Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto in 95 vigneti, da cui derivano le uve della linea di prodotti di qualità "I Masi Trentini" di Cavit s.c. (Ravina, TN), su 6 varietà rosse (Cabernet Sauvignon, Lagrein, Marzemino, Merlot, Pinot nero, Teroldego) e 4 bianche (Chardonnay, Mueller Thurgau, Pinot grigio, Sauvignon blanc) di *Vitis vinifera* (L). I campionamenti sono stati ripetuti per 5 anni a partire dal 2003 fino al 2007 con una frequenza per lo più di 3-6 raccolte per varietà e vigneto durante il periodo di maturazione, che andava dall'inizio di agosto alla fine di settembre. I 10 grappoli di ciascun campione venivano di seguito preparati e analizzati presso il laboratorio enologico di Cavit s.c. Dopo la spremitura i succhi venivano filtrati ed analizzati per determinarne la frazione di zuccheri solubili, acidità, pH ed altri parametri.

I gradi giorni con temperatura soglia di 10 °C (GDD) sono stati calcolati per ciascun vigneto e giorno di campionamento a partire dalla modellizzazione degli andamenti orari di temperatura di 63 stazioni meteorologiche, gestite dall'Unità di Agrometeorologia IASMA e accessibili dal sito internet: <http://meteo.iasma.it/meteo/>, distribuite sul territorio provinciale a quote variabili tra gli 83 e 1035 m s.l.m. Sono stati analizzati i dati completi, a partire dall'anno 2003.

Per descrivere l'andamento della somma dei gradi giorno è stata utilizzata una curva di tipo logistico, a sigmoide, caratterizzata da una prima fase di crescita esponenziale ad un tasso  $\alpha$  che diminuisce all'avvicinarsi del raggiungimento di un valore limite, asintotico, detto anche capacità  $k$ , producendo la tipica curva a S simmetrica. Un ulteriore parametro  $\beta$  permette di spostare la posizione della curva nel tempo senza influire sulla sua forma ed indica metà del tempo necessario al completamento del processo logistico (Meyer *et al.*, 1999). Inoltre tutti i valori di GDD provenienti da ciascuna stazione meteorologica sono stati normalizzati dividendoli per il

corrispondente valore massimo (Eq. 2), calcolato al 31 ottobre di ogni anno. In questo modo i valori della sommatoria normalizzata dei gradi giorno ( $GDD_N$ ) variavano da 0 a 1 mostrando piccole variazioni da un sito all'altro, ma un andamento annuale tipico.

Eq.2 – Funzione logistica utilizzata per la modellizzazione delle somme termiche di gradi giorno.

$$GDD_N = \frac{k}{1 + e^{-\alpha \cdot (\Delta t - \beta)}}$$

L'individuazione dei parametri  $k$ ,  $\alpha$  e  $\beta$  che meglio fittavano i dati sperimentali nei diversi anni di osservazione è stata ottenuta mediante l'utilizzo di un metodo di minimizzazione della somma degli scarti quadratici, basato sull'algoritmo Levenberg-Marquardt. Si è visto inoltre che l'altitudine dei siti influiva in modo lineare e inversamente proporzionale sul valore massimo annuale delle somme termiche di gradi giorno ( $GDD_{max}$ ). Quindi, i valori di sommatoria termica di gradi giorno ad una specifica data di campionamento ( $GDD_i$ ) e vigneto (Eq. 3) sono stati calcolati moltiplicando il valore normalizzato di GDD alla data di campionamento ( $GDD_{Ni}$ ) per il valore massimo di GDD calcolati alla quota del sito di raccolta al 31 di ottobre dell'anno di riferimento ( $GDD_{max}$ ):

Eq.3 – Calcolo della somma termica alle date di campionamento sulla base della quota dei vigneti.

$$GDD_i = \frac{k_y}{1 + e^{-\alpha_y \cdot (\Delta t_i - \beta_y)}} \cdot GDD_{max}$$

## Risultati

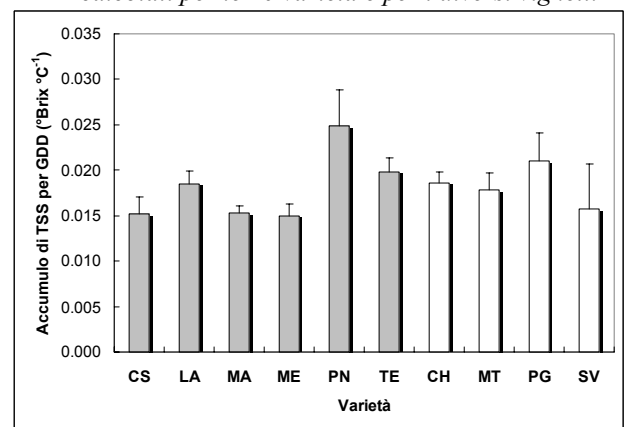
La modellizzazione dell'andamento normalizzato dell'accumulo di gradi giorno ha mostrato che la tendenza annua è quasi indipendente dall'altitudine dei siti e può essere descritto da una curva logistica, i cui valori variano tra 0 (1 aprile) e 1 (31 ottobre).

Il valore massimo di GDD segue un andamento lineare, inversamente proporzionale alla quota dei vigneti ed il coefficiente medio di regressione calcolato sui 5 anni di osservazioni è risultato pari a  $1.03 \pm 0.01$  GDD  $m^{-1}$ . Le intercette sull'asse Y rappresentano il valore massimo calcolato a livello del mare al 31 ottobre di ciascun anno: i valori variano tra i 1907 °C del 2005 ed i 2126 °C dell'annata più calda, il 2003. Le correlazioni sono risultate sempre estremamente significative ( $r > 0.94$ ); ( $p < 0.05$ ). Dati i parametri annuali delle equazioni logistiche e lineari, la stima del valore dei GDD in un determinato vigneto e giorno del periodo vegetativo dipende quindi sia dalla data di campionamento che dalla quota dei siti. Anche l'accumulo di zucchero è stato descritto da un'equazione logistica ed è risultato quindi correlato linearmente con le somme di gradi giorno.

I tassi di accumulo annui e medi dei gradi zuccherini per grado giorno per ciascuna varietà sono stati ricavati dalla pendenza delle linee di regressione e sono espressi in °Brix/°C. Inoltre l'intercetta dell'asse X [GDD (°C)], che indica i gradi giorni dal 1° aprile, necessari all'avvio dell'accumulo nelle bacche è stata interpretata come parametro di precocità.

In Fig. 1 sono riportati i valori medi e l'errore standard dei coefficienti di accumulo di gradi zuccherini (°Brix) per grado giorno (°C) calcolati per ciascuna varietà e vigneto, nei 5 anni di osservazione. Pinot nero (PN) ha mostrato il tasso massimo di accumulo di zucchero per grado giorno (PN:  $0.025 \pm 0.004$  °Brix °C<sup>-1</sup>), seguito da Pinot grigio (PG:  $0.021 \pm 0.003$  °Brix °C<sup>-1</sup>) la cultivar locale Teroldego (TE:  $0.020 \pm 0.002$  °Brix °C<sup>-1</sup>), Chardonnay (CH:  $0.019 \pm 0.001$  °Brix °C<sup>-1</sup>), Lagrein (LA:  $0.018 \pm 0.001$  °Brix °C<sup>-1</sup>), Mueller Thurgau (MT:  $0.018 \pm 0.002$  °Brix °C<sup>-1</sup>), Sauvignon blanc (SV:  $0.016 \pm 0.005$  °Brix °C<sup>-1</sup>), Marzemino (MA:  $0.015 \pm 0.001$  °Brix °C<sup>-1</sup>) Cabernet Sauvignon (CS:  $0.015 \pm 0.002$  °Brix °C<sup>-1</sup>) ed infine Merlot (ME:  $0.015 \pm 0.001$  °Brix °C<sup>-1</sup>).

Fig.1 – Valori medi dei coefficienti di accumulo di gradi zuccherini-TSS per grado giorno-GDD (°Brix °C<sup>-1</sup>) calcolati per le 10 varietà e per i diversi vigneti.



Gli effetti di condizioni limitanti come temperatura eccessiva, limitata disponibilità idrica e gestione agronomica, che sono comunque fattori decisivi per la produzione di qualità (Jones *et al.*, 2004), non sono inclusi nel modello.

## Conclusioni

Le relazioni lineari tra la quota dei vigneti e le sommatorie di gradi giorno e tra GDD e l'accumulo degli zuccheri possono essere utilizzate per la costruzione di mappe GIS di maturazione su scala regionale utili anche a individuare nuove aree adatte per la viticoltura.

## Ringraziamenti

Si ringrazia Cavit s.c. via del Ponte di Ravina, 31 - 38040 Trento per il finanziamento dell'attività e per l'attiva collaborazione.



## Bibliografia

- Amerine M.A., Winkler A.T., 1944. *Composition and quality of musts and wines of California grapes*. Hilgardia, 15: 493-673.
- Jones G.V., Nelson P., Snead N., 2004. *Modeling Viticultural Landscapes: A GIS analysis of the terroir potential in the Umpqua Valley of Oregon*. GeoScience Canada, 31(4): 167-178.
- Meyer P.S., Yung J.W., Ausubel J.H., 1999. *A primer on logistic growth and substitution: the mathematics of the Loglet Lab software*. Technological Forecasting and Social Change, 61(3): 247-271.