

APPLICAZIONE DI MODELLI FENOLOGICI SU ALCUNE SPECIE FRUTTICOLE DELL'EMILIA ROMAGNA

Facini O.⁽¹⁾, Nardino M.¹, Rossi F.¹, Antolini G.², Zinoni F.²

¹IBIMET-CNR, sezione di Bologna, ²ARPA-SMR

Introduzione

La possibilità di prevedere la fioritura di alcune piante arboree gioca un ruolo importante sulla valutazione dei rischi da gelate tardive, potenzialmente sempre più rischiose in condizioni di cambiamento climatico. La maggiore o minore vulnerabilità ad un abbassamento termico primaverile è in gran parte legata allo stato fenologico delle colture. In questo lavoro è stata testata la applicabilità alle principali specie frutticole coltivate nella pianura emiliano romagnola del modello "Utah" (Richardson et al., 1974) e del modello "Utah" modificato al fine di eliminare il calcolo delle unità di accumulo di freddo (Chilling Units).

Le specie considerate, per le quali si avevano a disposizione sei anni di rilievi fenologici erano: pesco (cv *Springcrest* e *Stark Red Gold*), albicocco (cv *S. Castrese* e *Tyrinthos*), susino (cv *Angelino* e *President*), melo (cv *Golden Delicious*) e Actinidia (cv *Hayward*). Sono stati utilizzati i dati meteorologici raccolti dal Servizio Meteorologico Regionale dell'Emilia Romagna (ARPA, SMR Bologna), con serie temporali costituite dalle temperature orarie.

Modello "Utah classico" con soglia e data di accumulo GDD calcolata secondo Richardson

Il modello di Utah classico è composto da una prima fase di accumulo delle CU (Chilling Units), da una seconda fase di accumulo di GDH (Growing Degree Hours) e GDD (Growing Degree Days). Il calcolo delle CU viene effettuato seguendo la metodologia riportata da Richardson et al. (1974) riportata in Tabella 1.

La data di inizio di cumulo di freddo viene individuata considerando il giorno in cui il cumulo delle CU giornaliere, durante il periodo 1 Ottobre-31 Dicembre, raggiunge il minimo. Quindi per ogni anno sono stati ottenuti il giorno di inizio di cumulo delle CU, i valori cumulati di CU e i valori di GDH e GDD ottenuti secondo le seguenti formule:

$$GDH = \begin{cases} \sum T_h - s & \text{se } T_h - s > 0 \\ 0 & \text{se } T_h - s < 0 \end{cases}$$

$$GDD = \begin{cases} \sum T_d - s & \text{se } T_d - s > 0 \\ 0 & \text{se } T_d - s < 0 \end{cases}$$

dove s è la temperatura di soglia della specie considerata, T_h è la temperatura dell'aria oraria e T_d è la temperatura media giornaliera.

Il valore della temperatura di soglia è stato scelto, su base bibliografica, uguale a 7 °C per tutte le specie tranne che per il melo ($s = 4^\circ\text{C}$).

La procedura iterativa utilizzata per la taratura del modello relativa alle specie considerate consiste nel variare il cumulo di CU da raggiungere per soddisfare il fabbisogno di freddo: L'intervallo considerato è stato

Tab. 1. Intervallo di temperatura e relativo valore di CU.

T aria (°C)	CU
$T < 1.4$	0
$1.5 < T < 2.4$	0.5
$2.5 < T < 9.1$	1
$9.2 < T < 12.4$	0.5
$12.5 < T < 15.9$	0
$16 < T < 18$	-0.5
$T > 18$	-1

650÷1300, con un incremento di 50. Per ognuno di questi valori si è quindi ottenuto un giorno diverso per l'inizio di cumulo delle GDH e GDD, che sono state sommate fino al giorno di fioritura, per ogni specie e per ogni anno, fornito dal data base fenologico.

Il valore di cumulo di CU che rende minima la deviazione standard di GDD nei diversi anni è quello tipico per ogni specie e cultivar studiata. Ottenuto così il cumulo di CU, il corrispondente cumulo di GDD è stato fatto variare su un intervallo di $\pm 60^\circ\text{C}$ con step di 10°C , ottenendo così diversi valori di giorno di fioritura. Il valore di GDD medio nei diversi anni che minimizza la differenza tra il valore di giorno di fioritura modellato e quello misurato è stato scelto

Tab. 2. Σ ottimale delle CU e delle GDD nelle diverse specie e cultivar.

	Pesco		Albicocco		Susino		Melo	Kiwi
	Springcrest	Stark R.G.	S.Castrese	Tyrinthos	Angelino	President	Golden D.	Hayward
Σ CU	793t9	793t9	1040e2	1040e2	1040e2	1040t2	1295e3	1040t2
Σ GDD	64t33	77t34	31t13	27t12	79t29	95t2	305t45	530t45

come valore tipico per la specie considerata.

In Tabella 2 sono riportati i valori ottenuti di Σ CU e Σ GDD per ogni singola specie, utilizzabili come valori da inserire in eventuali modelli regionali in grado di calcolare i fattori di rischio in funzione dei cambiamenti climatici.

Modello "Utah modificato" con cumulo di CU=0 e accumulo di GDD calcolata a data fissa

Al fine di ottenere stime dei giorni di fioritura senza l'utilizzo delle temperature orarie, utilizzando gli stessi dati meteorologici e fenologici, si sono calcolati gli accumuli di GDD partendo da due date fisse: 15 gennaio e 15 febbraio. Si è poi seguita la stessa procedura di iterazione del metodo "Utah classico" per il calcolo dei valori tipici di ogni specie e cultivar dei cumuli di GDD. In tabella 3 sono messi a confronto i valori di GDD ricavati dai diversi metodi.

In Tabella 4 sono riportati i valori dell'errore commesso nella stima del giorno di fioritura per ogni specie. Si nota come i metodi che portano al calcolo di GDD2 e GDD3 hanno, tranne il susino (cv. President),

Tab. 3. Σ ottimale delle CU e delle GDD nelle diverse specie e cultivar.

Metodo	Pesco			Albicocco				
	Springere	Err.	Stark R.G.	S.Castrese	Err.	Tyrnthos	Err.	
GDD01	64±33	53%	77±34	45%	31±13	42%	27±12	46%
GDD02	36±154	15%	38±51	13%	26±29	11%	25±40	16%
GDD03	261±40	15%	209±45	16%	16±24	15%	149±40	26%

Metodo	Susino			Melo		Actinidia		
	Angelano	Err.	President	GoldenD.	Err.	Hayward	Err.	
GDD01	79±29	36%	95±25	27%	30±45	14%	52±45	9%
GDD02	420±46	11%	460±56	12%	610±39	6%	1257±45	4%
GDD03	308±45	15%	354±45	13%	508±40	8%	1157±54	5%

GDD 1=metodo Utah classico; GDD 2=metodo Utah con CU=0 inizio accumulato il 15/01; GDD 3=metodo Utah con CU=0 inizio accumulato il 15/02.

uno scarto di giorni minore rispetto al metodo "Utah classico". Questo può essere dovuto al fatto che, dato che negli ultimi due metodi è stato preso in esame un periodo di tempo più breve, le variazioni dei dati meteorologici sono state minori.

Tab. 4. Scarto medio sulla previsione del giorno di fioritura calcolato con diversi metodi nelle diverse specie e cultivar.

Metodo	Pesco		Albicocco		Susino		Melo		Actinidia	
	Springere	Stark R.G.	S.Castrese	Tyrnthos	Angelano	President	GoldenD.	Hayward		
GDD 1	6.9±1.6 gg	5.8±1.7 gg	2.8±0.7 gg	4.2±2.5 gg	6.2±1.9 gg	3.8±0.5 gg	3.8±0.9 gg	3.5±0.3 gg		
GDD 2	4.9±0.7 gg	4.5±1.1 gg	2.8±0.4 gg	4.4±0.5 gg	4.1±1.9 gg	4.2±1.5 gg	3.3±0.7 gg	2.4±0.4 gg		
GDD 3	4.0±0.9 gg	3.8±1.5 gg	2.2±0.2 gg	4.2±0.7 gg	4.6±1.0 gg	4.1±0.5 gg	2.9±0.4 gg	2.7±0.2 gg		

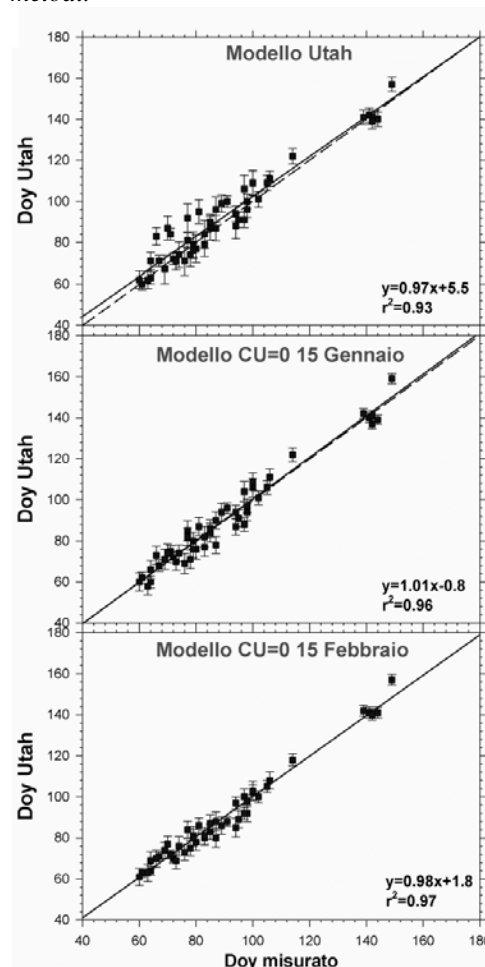
Confronto tra i modelli

In Figura 1 sono riportate le correlazioni tra i giorni di fioritura misurati e quelli modellati per tutte le specie e cultivar, ottenuti per l'Emilia Romagna con i tre diversi metodi.

Il modello Utah classico, pur mantenendo nel complesso un buon coefficiente di correlazione ($r^2 > 0.93$), risulta il meno efficiente nella previsione del giorno di fioritura. Infatti, i valori dei coefficienti di correlazione e il confronto con la retta 1:1 superimposta dei due metodi con data fissa evidenziano la maggiore affidabilità di questi due modelli.

Tali metodologie appaiono quindi, anche per la loro semplicità operativa, adeguate per una applicazione a modelli complessivi di valutazione del rischio regionale da gelata tardiva in Emilia Romagna,

Fig. 1. Correlazione tra le date di fioritura misurate e quelle ottenute con i tre diversi metodi.



Ringraziamenti

Si ringrazia la Soc. Coop s.r.l. INTESA di Faenza per aver gentilmente offerto il data base fenologico. Questo lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto CLIMAGRI.

Bibliografia

Richardson E.A.; Seeley S.D. and Walzer D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. HortScience, 9(4): 331-332.