

L'EPOCA DI FIORITURA IN SPECIE ARBOREE IN UN CONTESTO DI VARIABILITÀ CLIMATICA: IL CASO DEL MELO

E.Eccel, G.Toller, C. Dalsant

Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (Trento)

emanuele.eccel@mail.ismaa.it

Riassunto

15 anni di rilievi fenologici sulla fioritura del melo (1986 – 2000) sono stati esaminati e confrontati con le relative serie di temperatura per due aree frutticole trentine, poste a 210 m e a 650 m. Nel periodo esaminato risulta particolarmente accentuato sia l'anticipo della fioritura, sia l'incremento di temperatura media nel trimestre precedente l'antesi. La durata della fioritura, al contrario, non pare ugualmente influenzata dall'andamento termico. Le temperature minime assolute raggiunte nel periodo di fioritura non hanno mostrato tendenze all'aumento o alla diminuzione, non consentendo di evidenziare variazioni nell'esposizione al gelo. Migliori correlazioni tra temperatura e fenologia si trovano in generale per l'area di collina, piuttosto che per quella di fondovalle.

Abstract

15 years of apple bloom phenology recordings (1986 – 2000) have been investigated and compared to the relevant temperature series in two fruit growing areas in Trentino (Italy), located at 210 and 650 m. In the period considered, both the bloom anticipation and the average temperature rise before anthesis are remarkable. On the contrary, the bloom duration does not appear to be affected in the same way by the temperature trend. Neither rising nor decreasing trend was observed in the absolute minimum temperature series during the bloom period; that prevented the inference of any trend in frost exposure. A better correlation between temperature and phenology is always detectable for the hill site, rather than for the valley bottom.

Dati e metodologia

L'elaborazione riguarda i rilievi fenologici condotti sul melo (var. *Golden Delicious*) in due aziende di proprietà dell'Istituto Agrario di S. Michele (IASMA) in provincia di Trento: Maso Parti (210 m, fondovalle atesino) e Maso Maiano (650 m, Val di Non). I rilievi coprono un periodo di 15 anni, dal 1986 al 2000. Sono state scelte per le elaborazioni le due fasi di fioritura E2 e G (secondo la chiave fenologica di Fleckinger, 1955), corrispondenti a "bottoni rosa" (E2) e a "caduta petali" (G). Sono state quindi ricavate, anno

per anno, le date corrispondenti al 50% del raggiungimento delle due fasi da parte delle gemme (conforme a WMO, 1996), eventualmente interpolando la data quando tra un ramo e l'altro si fossero determinate date non univoche.

Il confronto con le serie meteorologiche è stato eseguito con i dati raccolti presso le stazioni di S. Michele (prossima a Maso Parti, circa 2 km a est) e Cles (sita all'interno dell'azienda di Maso Maiano stessa). I dati sono stati utilizzati su base oraria, apportando anche integrazioni ai dati di S. Michele mediante la stazione di Trento Sud (circa 18 km più a sud), laddove il dato fosse risultato mancante per intervalli significativi. Un intervento di questo tipo non si è reso necessario per la stazione di Cles. I dati orari sono stati utilizzati per il calcolo delle somme termiche con soglia che è stata fatta variare da 0 a 10 °C.

Dai dati delle stesse stazioni sono stati ricavate le serie delle temperature mediate nel trimestre precedente la fioritura e nell'intero anno. Sono state utilizzate le medie del periodo febbraio – aprile. Osservando, però, che la fioritura a M. Parti è mediamente più precoce di circa 12 giorni rispetto a M. Maiano, i dati della stazione di S. Michele, riferiti all'azienda di M. Parti, sono stati mediati nel trimestre 18 gennaio – 18 aprile, ottenendo migliori correlazioni. Data la sostituzione delle due stazioni meteo nel secondo semestre del 2000, la serie delle temperature medie annue è stata arrestata al 1999.

Al fine della ricerca di un semplice modello lineare che determinasse il cumulo di gradi ora necessari al raggiungimento dell'antesi, possibilmente svincolandosi dall'area di raccolta dei dati, è stato eseguito il calcolo delle sommatorie termiche e ricavato il valore corrispondente al minimo errore quadratico medio. Questa procedura è stata utilizzata secondo due modalità: a) con una soglia posta a 0 °C; b) con una soglia variabile, da -1 °C a +8 °C, come indicato nelle esperienze di Winter (1986).

Risultati

I risultati dell'indagine fenologica sono rappresentati nella tabella 1 e nelle figure 1 e 2. In particolare si rileva che:

- il ritardo nella fioritura a M. Maiano (650 m), rispetto a M. Parti (210 m) è mediamente pari a 11 – 12 giorni;
- la durata della fioritura è di 14 – 15 giorni;
- non esistono differenze sostanziali nella deviazione standard delle date di fioritura tra M. Parti e M. Maiano (1 giorno di differenza);
- esiste una significativa differenza tra il cumulo di gradi ora richiesti per la fioritura nelle due aziende; tale differenza si accentua per il completamento della fioritura;

- il coefficiente di variazione del cumulo di gradi ora è sempre minore per M. Maiano rispetto a M. Parti; ciò indica maggiore stabilità nel modello lineare applicato a quest'ultima area;
- per una stessa area, il coefficiente di variazione differisce di poco per le due fasi E2 e G;
- il coefficiente di variazione sul cumulo di gradi ora decresce progressivamente andando da soglie termiche alte (10 °C) a soglie basse (0 °C); i valori per il modello con soglia 0 °C indicano c.v. del cumulo di gradi ora variabili dal 5 – 6 % (M. Maiano, bottoni rosa e caduta petali) al 7 – 9 % (M. Parti, idem).

I risultati delle elaborazioni sulle serie temporali di fenologia e temperatura sono rappresentati nella tab. 2 e nelle figure 3 e 4. Essi forniscono le seguenti indicazioni:

- esiste un anticipo significativo della fioritura, pur diversificato: l'anticipo appare lievemente maggiore a M. Maiano, dove la significatività è anche migliore; il tasso di anticipo risulta variabile, a seconda dell'area e della fase, all'incirca da 0,6 a 1,0 giorni anno⁻¹;
- nel quindicennio esaminato il tasso di incremento di temperatura media nel trimestre precedente la fioritura, nel periodo 1986 – 1999, è risultato, per entrambe le stazioni di riferimento, pari a 0,16°C anno⁻¹; tale incremento è significativo ad un livello del 5 % per entrambe le stazioni;
- non altrettanto univoco è il segnale di incremento di temperatura media annua per le due stazioni, che risulta variabile tra 0,05 e 0,12 °C anno⁻¹, rispettivamente per S. Michele e Cles con significatività rispettivamente dell'1 % e del 5 %;
- la relazione tra le date di fioritura e la temperatura media nel trimestre precedente risulta altamente significativa, per entrambe le aree ed entrambe le fenofasi;
- le temperature minime misurate nei 15 giorni centrati nel giorno di raggiungimento delle due fasi (figura 3 e 4) appaiono casualmente disposte negli anni; un'eventuale tendenza non risulta statisticamente significativa.

Discussione

La modellistica della fioritura delle specie arboree da frutto è stata affrontata da diversi autori, con diversi gradi di complessità e risultati non sempre coerenti tra loro (Bidabe, 1967; Kronenberg, 1983; Winter, 1986; Snyder et al., 1999; Valentini et al., 2001). Non è negli scopi di questa breve ricerca la determinazione di un modello ottimale per descrivere la fioritura del melo. Si intende piuttosto porre l'accento sul significato climatico del rilevamento fenologico; la risposta biologica può infatti

risentire in modo difforme dell'andamento climatico, con significative variazioni tra una specie e l'altra (Kramer et al., 2000). I risultati preminenti dell'indagine possono essere così riassunti.

L'anticipo della fioritura, per quanto irregolare se sono confrontate le due aree e le due fasi (E2 e G), è notevole. Il comportamento nella stazione di M. Maiano (Cles) appare sempre più regolare che nella stazione di M. Parti. Nonostante la maggior dispersione dei dati relativi alla coppia "azienda M. Parti – stazione di S. Michele", risulta evidente (figura 5) che in Val di Non sono apparentemente richieste somme termiche inferiori per raggiungere un'uguale fase, per lo meno se le somme termiche sono calcolate secondo un semplice modello lineare. Tuttavia, anche adottando un sistema a soglia variabile (risultati non riportati), il risultato qualitativamente non cambia.

La tendenza all'anticipo della fioritura trova conforto nel segnale climatico di riscaldamento accertato, che si manifesta anche per le due stazioni considerate con particolare chiarezza nel trimestre precedente la fioritura, ancora meglio che a livello annuale. Inoltre, il fenomeno fisico e quello biologico appaiono chiaramente (e statisticamente) legati tra loro. Bisogna peraltro rilevare che 15 anni di dati non costituiscono un campione sufficientemente grande per poter estendere i valori di trend trovati all'andamento climatico generale.

Per quanto riguarda gli scenari di una possibile maggiore o minore esposizione al gelo, nell'ambito del progressivo riscaldamento globale, si deve rilevare come questa indagine non abbia permesso di rilevare effetti di aumento o diminuzione delle temperature minime raggiungibili in concomitanza della fioritura (figure 3 e 4).

Per quanto riguarda il ruolo differenziato della temperatura in aree diverse, altre esperienze (Kronenberg, 1983) concordano nella difficoltà di raggiungere un uguale valore di somma termica per portare a compimento una fenofase. Nonostante, nell'area di produzione frutticola trentina, il fabbisogno di freddo sia regolarmente soddisfatto nel corso dell'inverno e alcuni autori abbiano ritenuto ininfluenza il ruolo della temperatura invernale per la regolazione della fioritura del melo (Gerola, 1951), successivi studi hanno tentato di istituire relazioni tra fioritura e somme termiche calcolate a partire dal soddisfacimento del fabbisogno di freddo (Bidabé, 1967; Valentini et al., 2001; Birch et al., 2001). Rimanendo comunque i risultati inferiori alle aspettative, questo approccio non è stato preso in considerazione. Esso potrebbe però almeno in parte spiegare la minor richiesta di somma termica apparente riferita alla stazione di collina, rispetto a quella di fondovalle; per quest'ultima, infatti, il momento di inizio biologico dell'accumulo termico si troverebbe posticipato rispetto all'area di collina, più fredda e quindi più precoce per quanto riguarda il raggiungimento della quiescenza. L'apparente assenza (confortata dai dati

in nostro possesso) di una soglia di temperatura per il calcolo delle somme termiche (per lo meno nell'intervallo 0 – 10 °C), conforterebbe ulteriormente questa ipotesi, consentendo un accumulo di energia termica anche con temperature relativamente basse.

Per quanto riguarda il raggiungimento della fase di caduta petali, ossia il termine della fioritura, va osservato che la distanza dalla fase di inizio fioritura, ossia la durata dell'antesi in sé, appare indipendente dall'area e quindi maggiormente svincolata dalla temperatura, che dovrebbe altrimenti favorire un processo più rapido in fondovalle. E' probabile che altri fenomeni, quali per esempio l'entità dell'impollinazione, prendano parte attiva all'evoluzione della fioritura dopo che essa è iniziata. Ciò sarebbe concorde all'osservazione (tab. 2) che l'anticipo della fase di bottoni rosa è più fortemente governato dalla temperatura del trimestre precedente, rispetto all'anticipo della fase di caduta petali, per quanto entrambe le relazioni risultino altamente significative.

Bibliografia

- Bidabe, B., 1967: Action de la température sur l'évolution des bourgeons de pommier et comparaison de méthodes de contrôle de l'époque de floraison. *Ann. Physiol. Vég.*, 9 (I).
- Birch, C.J., Mienke, H., Wang, E., 2001: Temperature rise, chilling, flowering and fruit set of apples in Queensland and New South Wales. In "The times they are a-changin' ". 5-7- dic., 2001, Wageningen (NL). Book of abstract.
- Fleckinger, J., 1955: Phenologie et arboriculture fruitière. *Bon Jardinier*, 1.
- Gerola, F.M., 1951: Ricerche sulla fenologia delle gemme a fiore durante i mesi invernali. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. LVIII.
- Kramer, K., Leinonen, I., Loustau, D., 2000: The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forest ecosystems: an overview. *Int. J. Biometeorol.*, 44.
- Kronenberg, H.G., 1983: Relationships between temperatures and blooming dates of apple trees. *Neth. J. Agric. Sci.*, 31.
- Snyder, R.L., Spano, D., Cesaraccio, C., Duce, P., 1999: Determining degree-day thresholds from field observations. *Int. J. Biometeorol.*, 42.
- Valentini, N., Me, G., Ferrero, R., Spanna, F., 2001: Use of bioclimatic indexes to characterize phenological phases of apple variety in Northern Italy. *Int. J. Biometeorology*, 45.
- Winter, F., 1986: A simulation model of phenology and corresponding frost resistance of "Golden Delicious" apple. *Acta Horticulturae*, 184.
- WMO, 1996: Agrometeorological data management – Agricultural Meteorology CagM report n. 65. Ginevra.

Tabella 1 – Sintesi delle elaborazioni fenologiche per la fioritura di cv. Golden Delicious

	Maso Parti (210 m)	Maso Maiano (650 m)
STAZIONE METEOROLOGICA	S. Michele	Cles
BOTTONI ROSA		
DATA MEDIA (50 % GEMME)	10 aprile	22 aprile
DEVIAZIONE STANDARD (gg)	7	8
MEDIA GRADI ORA CUMULATI (SOGLIA 0 °C)	13899	12023
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE	0.09	0.06
MEDIA GRADI ORA CUMULATI (SOGLIA 10 °C)	2176	1515
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE	0.20	0.11
CADUTA PETALI		
DATA MEDIA (50 % GEMME)	25 aprile	6 maggio
DEVIAZIONE STANDARD (gg)	5	6
MEDIA GRADI ORA CUMULATI (SOGLIA 0 °C)	17990	15951
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE	0.07	0.05
MEDIA GRADI ORA CUMULATI (SOGLIA 10 °C)	3303	2463
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE	0.12	0.09
DURATA MEDIA FIORITURA (gg)	15	14

Tab. 2 – Sintesi elaborazioni climatiche per la fioritura di cv. *Golden Delicious*

	Maso Parti (210 m)	Maso Maiano (650 m)
STAZIONE METEOROLOGICA	S. Michele	Cles
INCREMENTO T MEDIA ANNUA		
INCREMENTO [°C anno ⁻¹]	0.12	0.05
SIGNIFICATIVITA' [%]	1	5
INCREMENTO T PRE-FIORITURA (3 MESI)		
INCREMENTO [°C anno ⁻¹]	0.16	0.16
SIGNIFICATIVITA' [%]	5	5
ANTICIPO BOTTONI ROSA		
ANTICIPO [giorni anno ⁻¹]	0.56	0.91
SIGNIFICATIVITA' [%]	> 5	1
ANTICIPO CADUTA PETALI		
ANTICIPO [giorni anno ⁻¹]	0.80	1.02
SIGNIFICATIVITA' [%]	5	5
RELAZIONE T PRE-FIORITURA E DATE BOTTONI ROSA		
ANTICIPO [giorni anno ⁻¹]	4.7	6.5
SIGNIFICATIVITA' [%]	1	1
RELAZIONE T PRE-FIORITURA E DATE CADUTA PETALI		
ANTICIPO [giorni anno ⁻¹]	4.1	4.9
SIGNIFICATIVITA' [%]	1	1

Figura 1 – Date di fioritura e T medie nel trimestre pre-fioritura – Az. Maso Parti – Stazione di S. Michele (210 m)

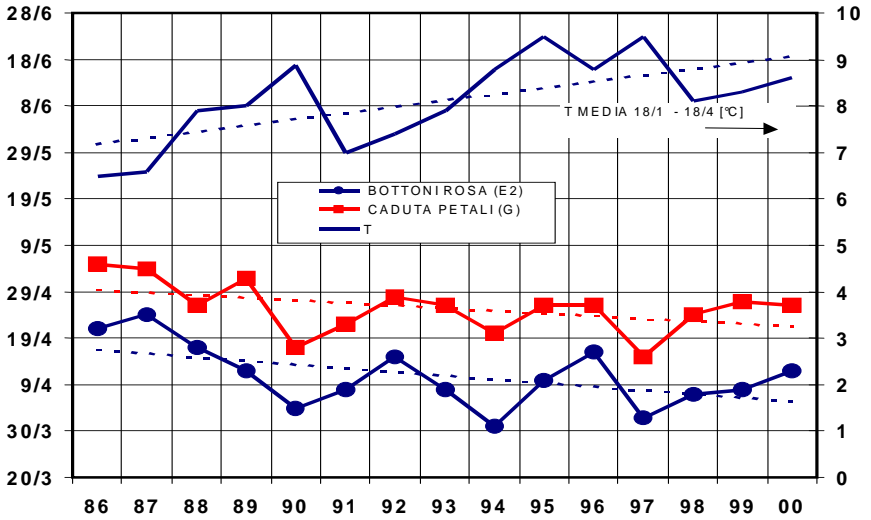


Figura 2 – Date di fioritura e T medie nel trimestre pre-fioritura - Azienda Maso Maiano – Staz. di Cles (650 m)

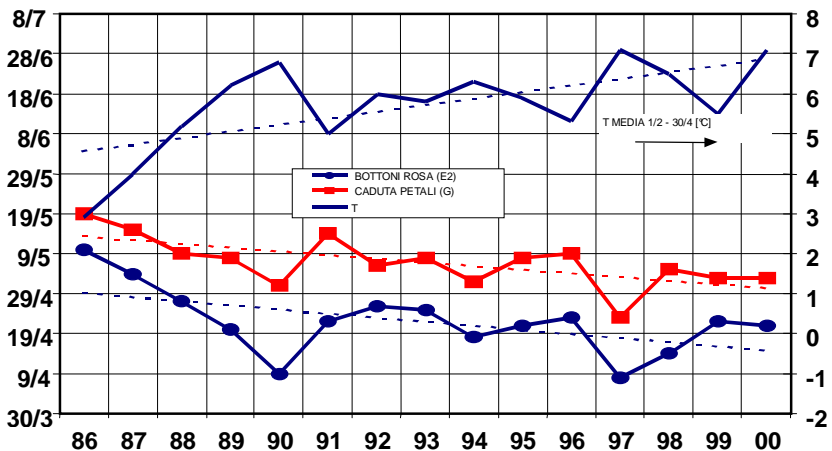


Figura 3 – Temperature minime nei 15 giorni centrati nelle fasi di fioritura.
Az. Maso Parti, stazione di S. Michele (210 m)

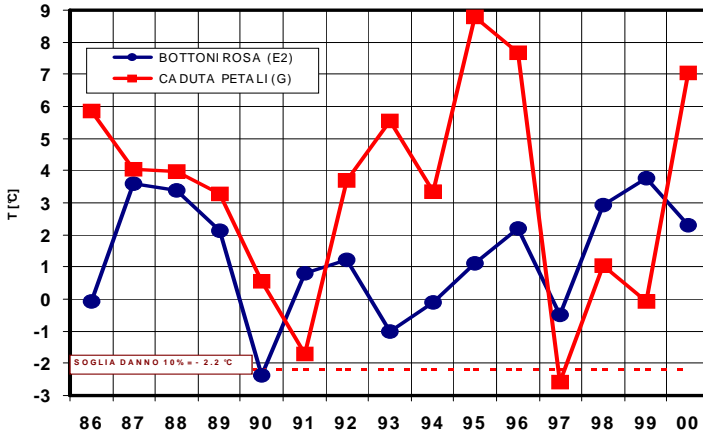


Figura 4 – Temperature minime nei 15 giorni centrati nelle fasi di fioritura.
Az. Maso Maiano, stazione di Cles (650 m)

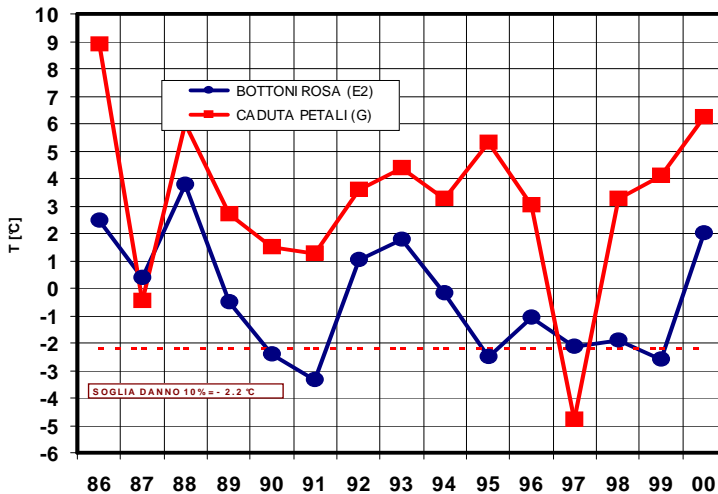
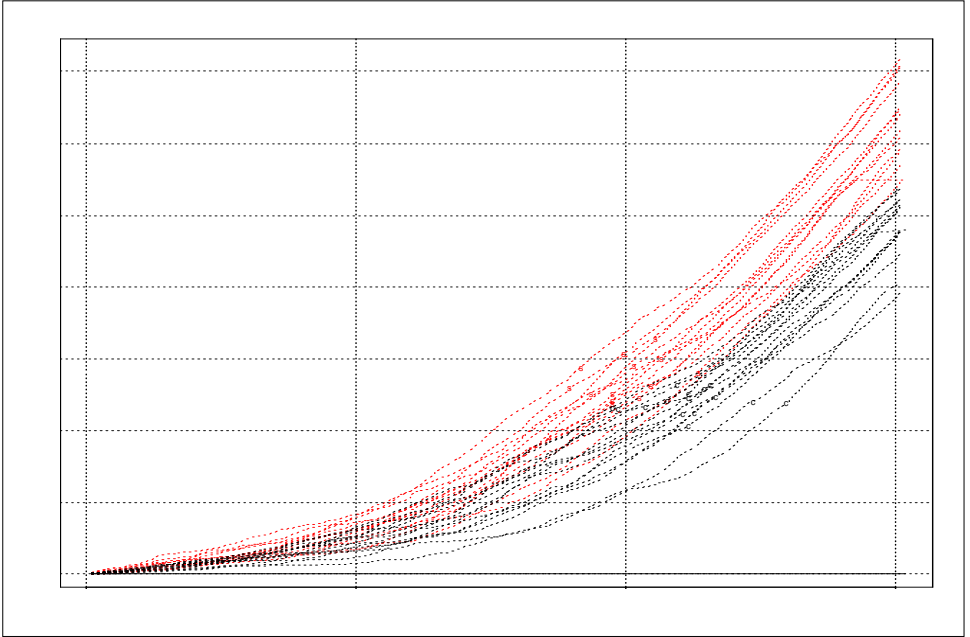


Figura 5 – Cumulo dei gradi ora con soglia a 0 °C (inizio: 1° gennaio). Sono riportate le coppie “data di fioritura – cumulo di gradi ora” (fase E2) per Maso Parti – S. Michele (“S”) e per Maso Maiano – Cles (“C”)



..... M. Parti + S. Michele

..... M. Maiano + Cles