Comparazione dei cicli vegeto-produttivi di fragoline di bosco in coltura fuori suolo

P. MARTINATTI[1], M. GRISENTI[1], M. BERTOLDI[2], L. GIONGO[1]

[1]*IASMA Centro Ricerca ed Innovazione –Area Agricoltura-genomica e biologia vegetale Fondazione E. Mach. Via E. Mach, 1 - 38010 San Michele all'Adige (TN).*
e-mail: paolo.martinatti@iasma.it
[2]*Associazione di Produttori Agricoli Sant'Orsola scarl, Via Lagorai, 131 – 38057 Pergine Valsugana, Trento*

Introduzione

Negli anni Novanta la coltivazione di fragole e piccoli frutti negli areali del Trentino ha subito un cambiamento netto nell'indirizzo produttivo, in relazione a scelte tecnico-commerciali innovative per la zona. La produzione programmata ha determinato la possibilità di impostare programmi di fornitura nel lungo periodo con la clientela, permettendo di livellare verso l'alto le fluttuazioni di prezzo alle quali il mercato di prodotti a medio-bassa shelf-life come questi sono soggetti. Per lo stesso motivo, però, vi è la necessità nel lungo, ma soprattutto nel medio-breve periodo di dati di conferma dei quantitativi disponibili al fine di modificare o integrare i programmi iniziali. Il progetto è quello, quindi, di produrre una previsione dei quantitativi di fragola conferiti settimanalmente, attraverso l'elaborazione di una curva di produzione dinamica a partire da dati storici e climatici, potenziali produttivi rilevati e da curve di maturazione rielaborate.

La fragolina di bosco (*Fragaria vesca* L.), prodotto di nicchia, vede coinvolti bassi quantitativi di prodotto e particolari e limitati canali commerciali. Questo, accentuato da uno scarso interesse da parte dei settori a monte di quello produttivo come vivaismo e ricerca, non ha determinato gli stessi cambiamenti strutturali della fragola. In tempi più recenti le richieste di programmabilità e qualità da parte del mercato, anche per questo prodotto, hanno portato a sperimentare tale tecnica anche per fragolina attraverso l'introduzione di selezioni unifere, soprattutto verificando la possibilità di utilizzare programmi di previsione delle produzioni, già utilizzati per altre specie, in particolare fragola, anche su fragolina, dove però ancora si utilizzano prevalentemente varietà rifiorenti. In questo caso il fenomeno di coesistenza temporale della fase di differenziazione a fiore e di quella produttiva risulta essere limitante nella messa a punto di curve di maturazione utili ai fini di una previsione delle produzione. Da un lato è risultato difficile confermare le curve di maturazione teoriche, convenzionalmente create a partire dai dati climatici sulla base delle interazioni genotipo/ambiente, in tempi precedenti la messa a dimora delle piante attraverso prove di coltivazione in ambiente forzato, oppure attraverso indagini sulla struttura architetturale della pianta. Dall'altro anche l'utilizzo dei dati storici per la creazione delle curve di maturazione ha dato risultati incompleti, in quanto un'analisi preliminare dell'andamento della raccolta sul triennio interessato, mostra una bassa ripetibilità sia in termini quantitativi che in termini di distribuzione della raccolta. Tale fenomeno è dovuto, con ogni probabilità, nella cultivar Regina delle Valli, all'alta variabilità dei dati climatici imputabile alla lunghezza del periodo di coltivazione. L'errore apparente però risulta mitigato rispetto all'errore reale misurato, dalla distribuzione del ciclo produttivo stesso su un ampio intervallo temporale, con conseguente maggior incidenza su analisi sul breve periodo che non su previsioni a medio ed a lungo termine.

Materiali e metodi

Materiale vegetale utilizzato: selezione unifera 01.162.4 (Norrlands X Minja) costituita dall'attività di breeding dal CRA-FRF – ora nominata "Sara" – (Giongo *et al.*, 2005) e varietà rifiorente Regina delle Valli di diversa provenienza.

Attualmente il progetto prevede l'utilizzo di un software che viene alimentato con i dati in maniera automatica-semiautomatica e/o manuale e che li rielabora e correla fra loro.

- Parametri climatici: ottenuti attraverso una zonazione del territorio in base a precise condizioni pedoclimatiche che tengono conto in particolare di latitudine, altitudine ed esposizione all'impianto. Gli appezzamenti vengono associati a zone predefinite reali o simulate che fanno riferimento a centraline meteorologiche o ad altri sistemi mobili di rilevamento dati ed invio al server (datalogger, termoigrometri, ecc.). I dati meteorologici si riferiscono attualmente alle temperature medie orarie sulla base della media di quattro rilievi nell'ora e provengono da centraline meteo collegate in linea per un aggiornamento automatico dei dati progressivi durante la stagione, che vanno a sostituire quelli storici, integrati con i dati meteo.
- Parametri produttivi: relativi in particolare alle potenzialità per pianta, vengono inseriti a partire da rilievi su campioni di piante provenienti dalle varie zone di produzione, compresi i vivai aziendali, o dai principali vivai specializzati per le tipologie di pianta utilizzata. Attraverso la messa a dimora in ambiente forzato durante il periodo di svernamento in campo od in cella frigorifera delle piante (da gennaio a marzo), vengono dedotti i dati relativi a numero di fiori ed infiorescenze. Inoltre viene rilevata l'eventuale presenza di fattori di tipo fitoiatrico limitanti la produttività o la presenza di fisiopatie, in particolare danni da freddo.
- Parametri vegetativi: ossia cicli di crescita che fanno riferimento al modello standard proposto per Elsanta, definibile GDH 4,5-28. Tale modello sperimentale, viene implementato con dei correttivi connessi con rilevazioni a temperature superiori ai 28 gradi ed a lunghezza del giorno, sia in termini di velocità di maturazione sia in termini di riduzione della produttività reale. Il ciclo viene sperimentalmente diviso successivamente in due fasi: vegetativa e produttiva, entrambe influenzate dalle condizioni ambientali del sito produttivo, naturali o indotte dalla realizzazione e gestione dell'impianto e dalla tecnica produttiva adottata. In particolare sono determinanti le condizioni pedo-climatiche e gestionali delle piante durante il periodo di differenziazione e di svernamento. Dall'osservazione dei dati storici si associano le piante a cicli di crescita con lunghezza della fase vegetativa diversa a seconda della provenienza, in quanto la precocità di entrata in produzione dipende in maniera inversamente proporzionale dalla quantità di ore freddo accumulate dal fenotipo. Anche la fase produttiva è correlata al fenotipo, ma l'andamento è ipotizzabile, oltre che dai dati storici anche attraverso rilievi su campioni di piante pre-trapianto, effettuati con tecniche microscopiche che permettono di descrivere l'architettura fiorale della pianta (Savini *et al.*, 2006). Da essa si possono ipotizzare le curve di maturazione reali dei vari fenotipi relativi all'annata di riferimento.

Una prima fase prevede l'inserimento dei dati catastali e la loro associazione alla zona di riferimento ed alla tipologia di pianta presunta. Ad ogni pianta viene associata la simulazione di un determinato ciclo produttivo, inteso come somma della fase vegetativa e della curva di maturazione, ed una determinata potenzialità produttiva, intesa come quantità massima di produzione espletabile nelle condizioni climatiche e colturali ideali.

Settimanalmente i dati vengono aggiornati ed i risultati verificati attraverso un confronto con la produzione reale conferita. Eventuali differenze significative vengono studiate al fine di evidenziare errori di impostazione o di misurazione e sono nel caso plausibili di modifiche in corso d'opera.

L'approccio iniziale su fragolina rifiorente, non disponendo di dati sperimentali, né potendo effettuare verifiche pre-impianto data la lunghezza del ciclo vegeto-produttivo, è stato quello dell'utilizzo dei dati storici per la creazione di cicli di crescita empirici. Si sono prese in considerazione, a tal fine, le annate produttive 2006 e 2007, in quanto solamente a partire dal 2006 si è introdotto un tipo di pianta, inteso sia per tecnica colturale che per localizzazione del vivaio, che è attualmente utilizzato nella maggior parte degli impianti in produzione del Trentino. Successivamente, fermi restando i parametri climatici considerati e i loro criteri di utilizzo, si sono verificati i dati di crescita e produttivi reali di appezzamenti tipo, nelle due annate precedenti all'annata di riferimento. Con i dati ottenuti si sono ricreati cicli di sviluppo e curve di maturazione reali, oltre a indicazioni sulle potenzialità produttive delle piante, applicabili agli appezzamenti di riferimento. I valori ottenuti nelle due annate, sia in termini di curva di maturazione, sia di potenzialità produttive, hanno portato, dal confronto fra le due annate, a non ripetibilità dei dati con differenze tali da non permettere l'approccio a tentativi di utilizzo di valori medi. Si è proceduto quindi utilizzando il ciclo di crescita dell'annata che mostrava un andamento nella curva di maturazione vera e propria più simile a quanto si verifica su fragola con una distribuzione gaussiana nella maggior parte dei casi.

Nel caso di selezioni unifere, invece, si sono adottati i criteri utilizzati su fragola, verificando in campo le caratteristiche fenotipiche e confrontandole con quella osservate nelle varietà di fragola investigate a fini di previsione delle produzioni, procedendo attraverso due modalità. Si è proceduto all'applicazione di lunghezze della fase vegetativa diverse a seconda dell'ambiente di provenienza delle piante, come verificato su fragola in relazione al fabbisogno in freddo, parametro verificato come inversamente proporzionale. Si sono poi create le curve di maturazione attraverso la verifica del comportamento morfologico della selezione negli aspetti quali numero di fiori per stelo, numero di steli per gemma, tipologia di stelo.

Risultati

Su fragoline unifere e rifiorenti le prime esperienze hanno portato ad evidenziare risultati estremamente contrastanti nel confronto fra le due tipologie di piante.

Da un lato sulla selezione unifera 01.162.4 – ora "Sara" – sperimentata, l'utilizzo di procedure e dati mutuati dalle esperienze effettuate su fragola unifera hanno portato da subito a risultati applicativi molto soddisfacenti, con errore dovuto essenzialmente ad inesatta imputazione del potenziale produttivo (tab. 1 e fig. 1). La correzione di tale valore rapportato al reale evidenzia una precisione molto elevata delle previsioni con percentuali di errore negli intervalli molto basse soprattutto in quelli di maggior rilevanza quantitativa (tab. 2 e fig. 2). Considerata la bassissima esperienza produttiva su tale selezione ed il limitato numero di dati disponibili, il risultato sembra ancor più apprezzabile, confermando la possibilità di operare su fragolina unifera secondo

l'approccio già sperimentato su fragola unifera, in particolare nelle varietà Elsanta e Darselect.

Nella selezione rifiorente l'applicazione dei cicli di crescita ricreati a partire da dati storici ha prodotto risultati insoddisfacenti ai fini della previsione delle produzioni. Ciò si è prodotto sia utilizzando cicli reali di annate precedenti, sia ipotizzando valori medi. Una valutazione a fini esplorativi dei dati storici delle annate precedenti a quelle oggetto di studio, seppur con una tipologia di pianta molto diversa da quella analizzata, ha portato a dedurre una assenza di correlazione fra le annate.

Le impressioni rilevate dall'osservazione dei fenomeni e dall'analisi dei dati produttivi, implementate da ricerca bibliografiche, hanno portato ad ipotizzare come fenomeno principale nel determinare la curva di maturazione, i fattori esogeni presenti nella fase di induzione a fiore. Questa è una fase che per le varietà rifiorenti avviene anche contemporaneamente alla fase di sviluppo e maturazione dei frutti, e comunque in un momento completamente diverso da quanto avviene per le varietà unifere. Tra i fattori riportati come influenzanti l'induzione a fiore, sembrano partecipare in maniera significativa il fotoperiodo e le temperature (Sonsteby *et al.*, 2006). Per le varietà rifiorenti premessa allo sviluppo di fiori non soggetti al passaggio attraverso le fasi di blocco e sblocco della dormienza è la situazione di fotoperiodo lungo, ma per l'aspetto quantitativo sembra essere maggiormente determinante la temperatura massima diurna.

Si è quindi verificata la presenza di correlazione fra questi fenomeni, al fine di poter impostare sperimentazioni in tal senso. Si sono verificati i dati di temperatura massima diurna e di produzione raccolta, mediati in intervalli equivalenti di 2.000 GDH, verificando una non sovrapponibilità dei valori per entrambi i parametri (fig. 3 e 4). I due parametri son poi stati messi a confronto fra loro nelle due annate, ma traslando i dati relativi alle temperature massime rispetto ai dati produttivi di un intervallo empirico di circa 22.000 GDH. Il risultato che ne deriva è l'impressione di una forte correlazione fra i due parametri, almeno fino alla data di cambiamento del fotoperiodo da giorni lunghi a giorni corti (figg. 5 e 6).

Conclusioni

L'impiego di selezioni unifere nella coltivazione di fragolina permette di utilizzare il programma di previsione delle produzioni con i parametri e le procedure standardizzate su fragola. Conseguentemente è ipotizzabile l'applicazione di tali parametri anche nella programmazione delle produzioni. In entrambi i casi andranno comunque implementati i cicli di sviluppo, intesi come ritmo di crescita, lunghezza della fase vegetativa e curva percentuale di maturazione delle varie tipologie di piante.

Per quanto riguarda le selezioni rifiorenti, non si è riscontrata la possibilità di utilizzare il programma di previsione delle produzioni secondo i criteri standard, e conseguentemente non è ipotizzabile, almeno nell'immediato, l'utilizzo di varietà rifiorenti per produzioni programmate.

I risultati ottenuti dalle analisi effettuate e dalla ricerca bibliografica permettono di formulare l'ipotesi di una correlazione fra induzione a fiore e parametri climatici, in particolare le temperature massime nel periodo di fotoperiodo longidiurno, ipotesi che andrà testata e quantificata. Anche la diversa correlazione fra i due parametri nel periodo di fotoperiodo brevidiurno trova plausibilità nell'interferenza che l'induzione a fiore della fase unifera, che si viene ad instaurare anche nelle varietà rifiorenti in questo periodo, determina sulla maturazione dei frutti. Tale fenomeno è stato riscontrato e verificato nelle analisi ai fini della previsione di produzione su fragola.

Successivamente, sulle selezioni rifiorenti, potrebbe essere valutato un sistema di previsione delle produzioni dinamico, correlato ai parametri climatici, al fine di ipotizzare la produzione a partire dalla verifica dell'avvenuta induzione a fiore, verificando inoltre l'eventuale possibilità di influire su tali parametri ed eventualmente modificandoli.

Bibliografia

Anderson J.L., Richardson E.A., And Kesner C.D., 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for "montmorency" sour cherry. Acta hort., 184: 71-78.

Caruso, T., Motisi A., Marra F.P., And Barone E., 1992. The use of phenoclimatic models to characterize environments for chilling and heat requirements of deciduous fruit trees: methodological approaches and initial results. Adv. Hort. Sci., 6: 65-73.

Darrow G.,Waldo M., G.F., 1934. Responses of strawberry varieties and species to duration of the daily light period. USDA tech. Bull. 453, 1–31.

Giongo L., Grisenti M., Eccher M., Martinatti P., Giacomelli M., 2005. Fragaria Vesca: introduced germplasm and management for improved productivity in soiless condition Convegno: Fragola e Piccoli Frutti, analisi e prospettive del mercato fresco" – Palalevico di Levico Terme_Trento.

Savini G., Neri D., Martinatti P., 2006. Strawberry architecture model of tray plants (cv Elsanta) in different nursery condition. International Meeting: "Berry plant quality and sustainable production, Cost 863 – University of Zagreb_Faculty of Agricolture_ Zagreb_HR.

Sønsteby A., Heide O. M., 2006. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. Scientia horticulturae 110 57–67.

Sønsteby A., Heide O. M., 2008. Temperarure responses, flowering and fruit yeld of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. Scientia horticulturae 119 49-54.

Tukey, L. D., 1956. Some effects of night temperatures on the growth of McIntosh apples, I. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 68: 32^*3.

Tukey, L. D., 1960. Some effects of night temperatures on the growth of McIntosh apples, II. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 75: 39-46.

Il progetto è stato parzialmente svolto all'interno del progetto Proplan, cofinanziato da Sant'Orsola società cooperativa agricola, nelle annate 2007 e 2008.

Tab. 1 - Confronto fra produzione prevista (con potenziale produttivo ipotizzato) e prodotto conferito reale della sel. 01.162.4.

GDH (Growth Degree Hours)	Produzione prevista (q.li)	Prodotto conferito (q.li)
14500	0,6	
16500	15,1	31,9
18500	39,5	52,8
20500	49,4	75,1
22500	50,3	76,9
24500	47,7	58,4
26500	23,7	53,6
28500	1,4	6,7
30500	0	5,9

Tab. 2 - Confronto fra produzione prevista (con potenziale produttivo corretto) e prodotto conferito reale della sel. 01.162.4.

GDH (Growth Degree Houes)	Produzione prevista (q.li)	Prodotto conferito (q.li)
14500	1,0	
16500	24,0	31,9
18500	62,7	52,8
20500	78,4	75,1
22500	79,8	76,9
24500	75,7	58,4
26500	37,6	53,6
28500	2,2	6,7
30500	0,0	5,9

Fig. 1 - Confronto fra previsione di produzione (con potenziale produttivo ipotizzato) e conferimento reale sulla sel. 01.162.4.

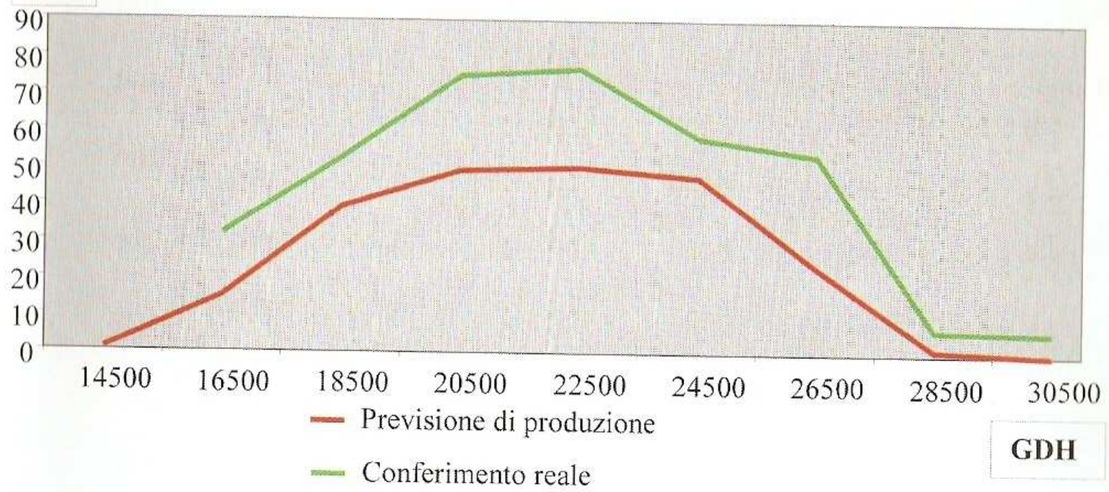

Fig. 2 - Confronto fra previsione di produzione (con potenziale produttivo corretto) e conferimento reale sulla sel. 01.162.4.

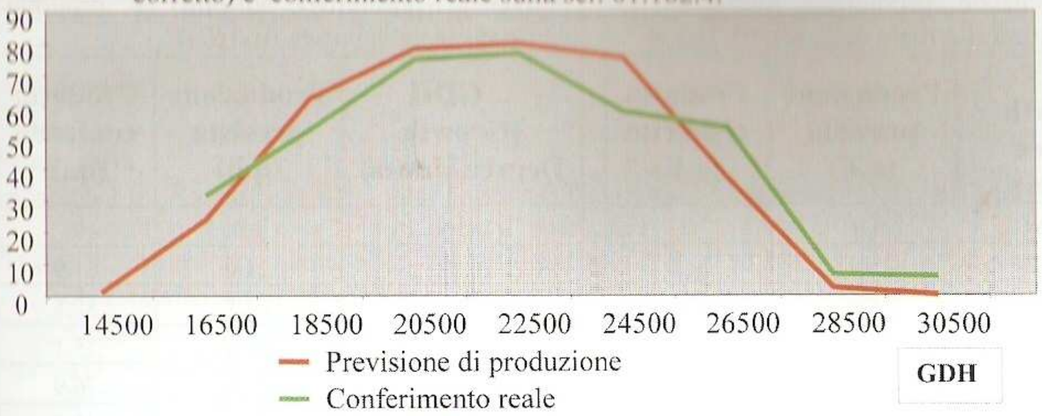

Fig. 3 - Confronto fra l'andamento della produzione raccolta di fragolina rifiorente durante la stagione produttiva nelle due annate di riferimento 2006 e 2007.

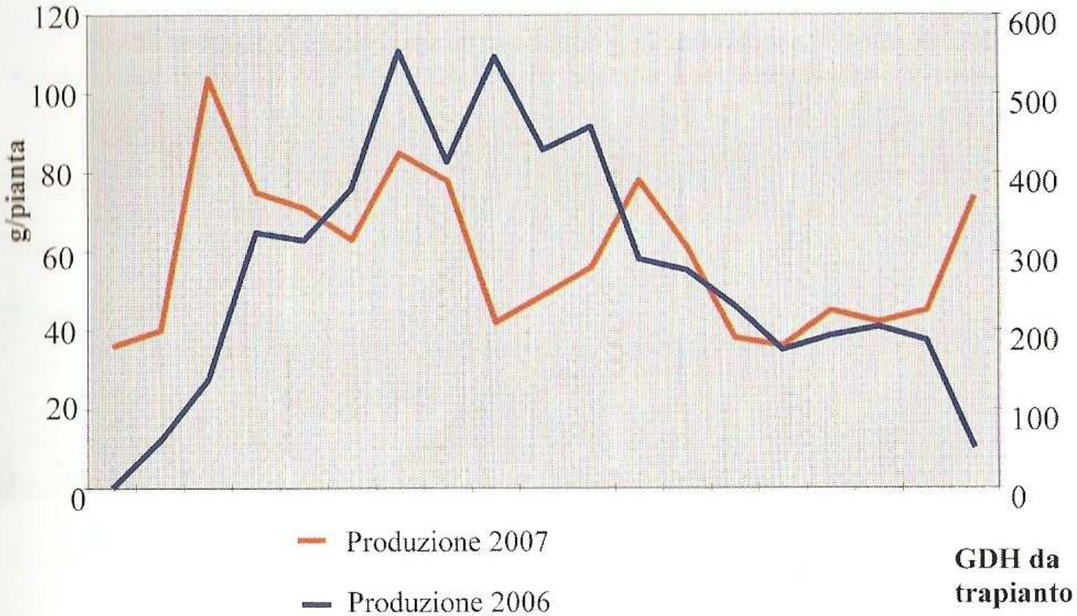

Fig. 4 - Confronto fra l'andamento della media delle temperature massime traslate durante la stagione produttiva nelle annate di riferimento 2006 e 2007.

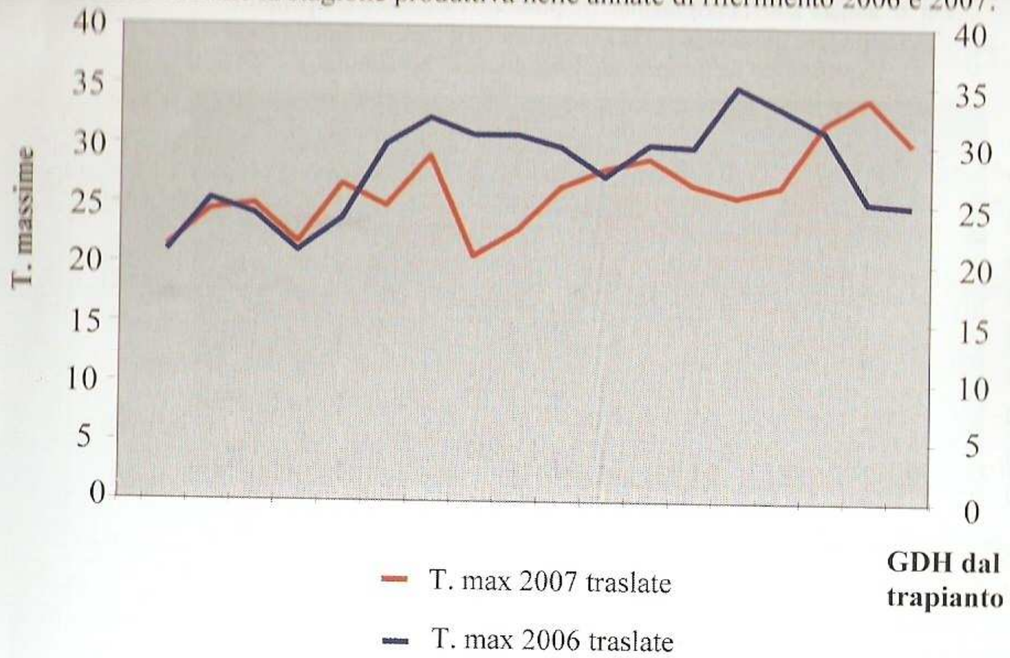

Fig. 5: annata 2006, correlazione fra prodotto raccolto e temperature massime nella fase di induzione (la freccia indica il momento della stagione di passaggio da fotoperiodo longidiurno a brevidiurno)

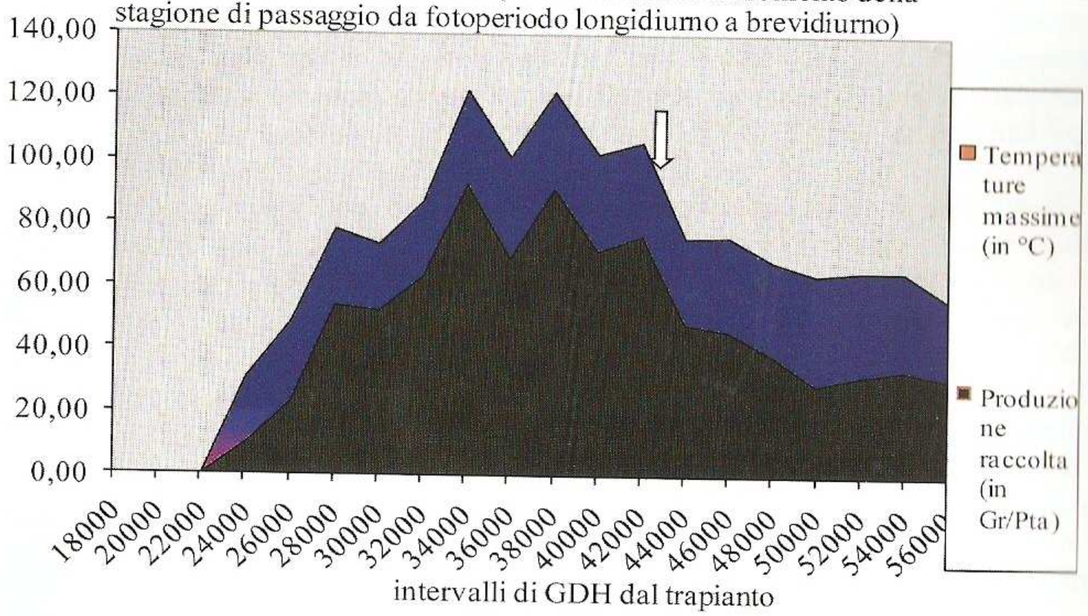
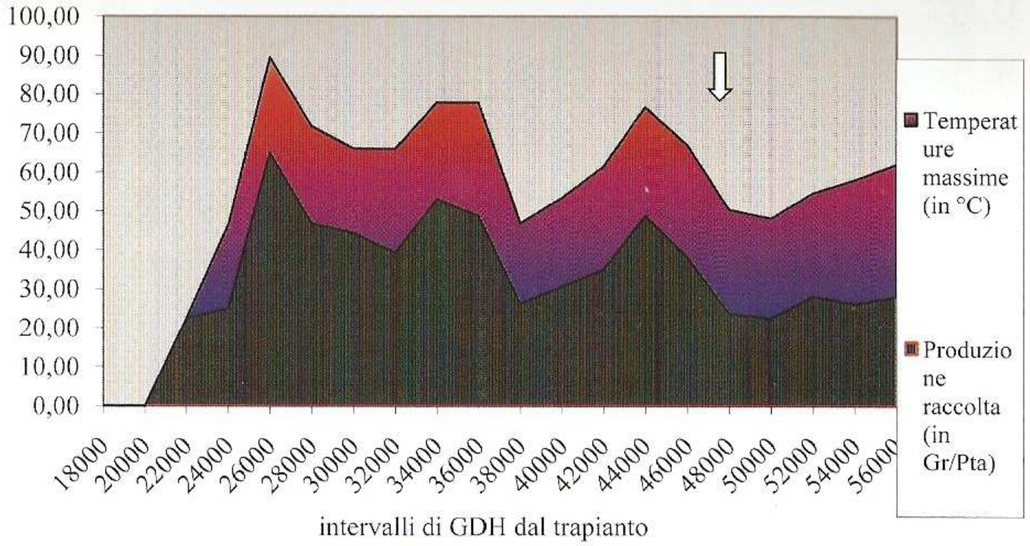
Fig. 6: annata 2007, correlazione fra prodotto raccolto e temperature massime nella fase di induzione (la freccia indica il momento della stagione di passaggio da fotoperiodo longidiurno a brevidiurno)