Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali

Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali

Band: 88 (2000)

Artikel: Il contributo della fenologia alla discussione sul clima : potenzialità e limiti presentati all'esempio del Sud delle Alpi della Svizzera

Autor: Defila, Claudio / Conedera, Marco

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1003218

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Il contributo della fenologia alla discussione sul clima: potenzialità e limiti presentati all'esempio del Sud delle Alpi della Svizzera

Claudio Defila[1] e Marco Conedera[2]

[1] MeteoSvizzera, Krähbühlstr. 58, CH-8044 Zürich
[2] WSL Sottostazione Sud delle Alpi, via Belsoggiorno 22, CH-6504 Bellinzona

Riassunto – Serie pluriannuali di osservazioni fenologiche rappresentano validi indicatori di sintesi dell'andamento climatico, soprattutto a livello locale. In Svizzera, la rete sistematica di monitoraggio fenologico è stata creata nel 1951 e in seguito ampliata progressivamente. In questo studio sono presentati i dati riferiti a 11 stazioni del Sud delle Alpi per il periodo 1971-1995. I risultati ribadiscono la forte variabilità annuale dei dati fenologici, soprattutto in riferimento alle fenofasi primaverili. La caratterizzazione e la distinzione delle annate in anni fenologicamente precoci o tardivi permette di individuare nel decennio 1975-1986 un periodo tendenzialmente a fenologia tardiva e nel periodo 1989-1995 un periodo precoce. Queste osservazioni sono in buon accordo con quanto generalmente osservato a livello climatologico. Tra le fenofasi che hanno evidenziato una tendenza evolutiva significativa durante il periodo di studio è stata notata una preponderanza di fenofasi autunnali con tendenza verso un posticipo della fine del periodo vegetativo.

Abstract: Pluriannual series of phenological observations represent a valid synthetic indicator of climatic trends, especially at local scale. In Switzerland, the systematic net of phenologic monitoring was created in 1951 and then progressively extended. In this study data of 11 stations of southern Switzerland for the period 1971-1995 are presented. The results confirm the strong annual variability of the phenological data, and of the spring phenologic phases in particular. The classification of the years in phenologically early and phenologically late allows to distinguish in the decade 1975-1986 a phenologically late period and an early period between 1989 and 1995. These results are in good coincidence with the climatologic state of the art. Among the phenophases that showed a significant evolutionary trend in the study period an overbalance of autumn phenophases with the trend towards a postposition of the end of the vegetation period was registered.

INTRODUZIONE

Le discussioni sui possibili mutamenti climatici si svolgono essenzialmente a due livelli: da una parte la modellizzazione degli scenari climatici futuri su scala planetaria, dall'altra lo studio sulle possibili conseguenze di queste evoluzioni su scala regionale. In questo ambito risultano particolarmente preziose le serie storiche di dati riferiti al clima o a fenomeni a esso connessi e disponibili a livello locale. Le osservazioni fenologiche, e la fenologia vegetale in particolare, rappresentano tipici esempi di sottodiscipline della bioclimatologia in grado di fornire dati su scala regionale che possono avere valore di indicatori indiretti dell'andamento climatico.

La fenologia vegetale è infatti la scienza che studia i rapporti che intercorrono tra i fattori climatici connessi con il succedersi delle stagioni e il ciclo delle specie vegetali. I cicli stagionali e periodici delle piante (fogliazione, fioritura, maturazione dei frutti, colorazione delle foglie, caduta delle foglie) sono definite fasi fenologiche o fenofasi. La serie di dati continua più antica e ininterrotta esistente è quella riferita alla fioritura del ciliegio in Giappone, con le osservazioni iniziate nell'anno 812 e tuttora in corso. Anche in Svizzera esistono informazioni di tipo fenologico risalenti al Medio Evo. I dati sono però riferiti per lo più alle attività contadine (per esempio il carico tardivo degli alpeggi, la fioritura tardiva o la doppia fioritura degli alberi da frutto, ecc.), raccolti in maniera poco sistematica e reperibili solo attraverso ricerche attive in archivi storici (PFISTER 1988).

Le serie svizzere di osservazioni fenologiche sistematiche più antiche risalgono al 1808 e sono riferite alla germogliazione del castagno d'India (*Aesculus hippocastanum* L.) a Ginevra e alla fioritura del ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) a Liestal (DEFILA 1996). Tra il 1869 e il 1882, il Servizio Forestale del Canton Berna ha gestito una rete di osservazioni fenologiche in bosco (VASSELLA 1997). Le osservazioni sistematiche in tutte le regioni del Paese e a diverse quote iniziarono solo nel 1951 (PRIMAULT 1955). Una rete fenologica basata inizialmente su 70 stazioni e progressivamente ampliata alle attuali 160. Il protocollo originale delle osservazioni era costituito da 70 fenofasi riferite a 37 differenti specie. Sulla base di un'analisi dettagliata dei dati raccolti durante i primi 37 anni di osservazione (1951-1986), il protocollo dei rilievi è stato modificato nel 1996, portando il numero delle fenofasi a 69 e il numero di specie di riferimento a 26 (DEFILA 1991). Dal 1986 è stato integrato nella rete fenologica di base un programma di notifica immediata applicato a 40 stazioni distribuite a diverse quote e rappresentative per tutta la

Svizzera. In queste stazioni si procede a una notifica immediata dell'inizio della fienagione e di 16 fenofasi del normale programma di osservazione. Le informazioni servono all'elaborazione settimanale di un bollettino fenologico a uso della popolazione e degli organi di informazione.

In questo articolo vengono presentati e discussi all'esempio del versante sudalpino svizzero le potenzialità e i limiti della fenologia, mettendo in particolare evidenza il possibile contributo di questa disciplina alla discussione sull'evoluzione del clima.

MATERIALI E METODI

La rete svizzera di osservazioni fenologiche è stata realizzata a tappe. Non per tutte le stazioni e non per tutti i periodi esistono quindi dati sufficientemente omogenei e confrontabili tra loro. Come mostrato dalla tabella 1, fra tutte le stazioni messe in esercizio al Sud delle Alpi, 11 sono state ritenute idonee agli scopi di questo studio. Il periodo considerato è generalmente limitato agli anni 1971-1995. Prima del 1971 i dati non sono totalmente confrontabili, mentre a partire dal 1996 è entrato in vigore il nuovo protocollo di rilievo dei dati fenologici. Per alcune analisi particolari (per es. il calendario fenologico o l'analisi delle tendenze fenologiche) sono stati utilizzati anche dati riferiti ad anni successivi.

Le fenofasi presentate in questo articolo costituiscono una scelta effettuata in funzione della durata e della consistenza delle osservazioni (fasi con almeno 20 anni di osservazioni), della distribuzione temporale (rappresentazione la più equilibrata possibile tra fasi primaverili, estive e autunnali) e della distribuzione geografica (fasi osservate nella maggior parte delle stazioni scelte). La tabella 2 offre una visione d'assieme delle 20 specie e delle 26 fenofasi considerate in questo studio, nonché delle stazioni di osservazione corrispondenti. Nella tabella 3, le fenofasi sono invece raggruppate in funzione della stagione di appartenenza (primavera, estate, autunno). I dati riferiti alle fenofasi delle piante o degli alberi coltivati (per es. piena fioritura della vite, del melo, del pero e del ciliegio), nonché i dati della vendemmia e dell'inizio della fienagione, non sono stati utilizzati nelle analisi statistiche, ma sono riportati a titolo illustrativo negli esempi di calendari fenologici (figg. 2a-b).

Tutte le stazioni della rete di osservazione sono gestite da operatori non professionisti, anche se fra di essi si annoverano molti forestali. Ogni operatore dispone di una guida alle osservazioni fenologiche, dove sono illustrate le diverse fenofasi delle specie contemplate nel protocollo di osservazione. Alcune fasi fenologiche possono essere determinate riferendosi anche a un solo individuo (per es. le fenofasi del tiglio), in altri casi l'osservazione viene effettuata su interi popolamenti (per es. le fenofasi del faggio o del dente di leone). Alfine di garantire la confrontabilità dei dati, le osservazioni vengono ripetute ogni anno sugli stessi individui o popolamenti. Le date di ogni fase feno-

stazione	quota m s.l.m.	anno di inizio	anno di sospensione	programma di notifica immediata
Stazioni considerate in questo studio				
San Bernardino	1625	1956		•
Vergeletto	1135	1956		•
Casaccia	1460	1970		
Stampa	1000	1970		•
Bondo	825	1970		
Brusio	800	1956		•
Prato Sornico	750	1957		dal 2000
Menzonio	725	1953	1996	fino al 1996
Cavergno	430	1966		•
Aurigeno	315	1956		•
Locarno	250	1966		
Stazioni ancora in esercizio, ma non considerate nella presente ricerca				
Locarno/Cardada	1650	1993		
Sagno	670	1987		
Arogno	660	1992		
Comprovasco	500	1989		
Locarno/Monti	370	1991		
Vira/Gambarogno	210	1975		
Stazioni non più in esercizio				
Prato/Leventina	1850	1956	1960	
Airolo	1170	1956	1969	
Olivone	900	1978	1987	
Fescoggia	840	1956	1978	
Bignasco	440	1955	1960	
Pregassona	300	1953	1959	
Losone	250	1951	1965	

Tab. 1 - Rete di osservazioni fenologiche al Sud delle Alpi della Svizzera.

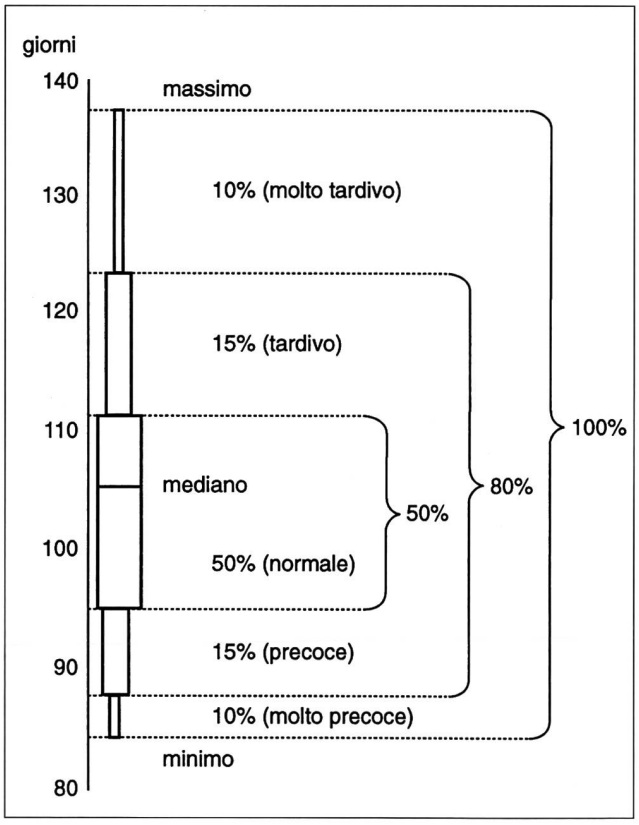

Fig. 1 - Rappresentazione grafica della distribuzione statistica delle osservazioni fenologiche.

logica vengono annotate in un apposito formulario. Alla fine di ogni periodo vegetativo, i dati sono inviati all'Ufficio federale di meteorologia e climatologia a Zurigo, dove vengono controllati in relazione alla loro completezza e plausibilità prima di essere inseriti nella banca dati centrale.

È importante notare come la determinazione delle date di inizio delle fenofasi sia un procedimento alquanto soggettivo. I dati fenologici devono quindi essere interpretati più come stime che come misurazioni. L'esperienza ha comunque dimostrato come gli operatori con una certa esperienza arrivino a stimare l'inizio delle fenofasi con una precisione di 2 o 3 giorni (DEFILA 1991). Le fasi più problematiche da questo punto di vista sono rappresentate dalla maturazione dei frutti e dalla colorazione autunnale delle foglie.

specie	**fogliazione**	**piena fioritura**	**maturazione frutti**	**colorazione foglie**	**caduta foglie**
castagno d'India (*Aesculus hippocastanum* L.)	St, Bo, Br, PS, Me, Cv, Au, Lo	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo
faggio (*Fagus sylvatica* L.)	Ve, PS, Me, Cv, Au, Lo			Ve, PS, Me, Cv, Au, Lo	Ve, PS, Me, Cv, Au, Lo
pioppo tremolo (*Populus tremula* L.)	Ca, St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo				
tiglio nostrano (*Tilia platyphyllos* Scop.)		Au, Lo			
tiglio selvatico (*Tilia cordata* Mill.)		Bo, Cv, Au, Lo			
frassino comune (*Fraxinus excelsior* L.)					Bo, PS, Me, Au, Lo
larice comune (*Larix europea* L.)	SB, Ve, Ca, St, Bo, Br, PS, Me, Cv, Au, Lo				
abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst.)	Ve, Ca, St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo				
nocciolo comune (*Corylus avellana* L.)	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo	St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo			
lillà (*Syringa vulgaris* L.)		St, Bo			
pruno selvatico (*Prunus spinosa* L.)		Bo, Au			
sambuco nero (*Sambucus nigra* L.)		St, Bo, Me, Au, Lo			
sambuco rosso (*Sambucus racemosa* L.)		SB, Ca, St, Bo			
tossilaggine comune (*Tussilago farfara* L.)		Ca, St, Bo			
anemone bianca (*Anemone nemorosa* L.)		PS, Me, Au			
dente di leone (*Taraxacum officinale* Weber)		SB, Ca, St, Bo, Br, PS, Me, Au, Lo			
billeri dei prati (*Cardamine pratensis* L.)		Ca, Au			
margherita (*Leucanthemum vulgare* Lam.)		SB, Ca, St, Bo, PS, Me, Cv, Au, Lo			
colchico d'autunno (*Colchicum autunnale* L.)		Ca, St, Bo			

Legenda: SB = San Bernardino, Ve = Vergeletto, Ca = Casaccia, St = Stampa, Bo = Bondo, Br = Brusio, PS = Prato Sornico, Me = Menzonio, Cv = Cavergno, Au = Aurigeno, Lo = Locarno.
Nomi italiani dei vegetali secondo PIGNATTI (1982).

Tab. 2 - Fenofasi considerate nel presente studio e relative stazioni di riferimento.

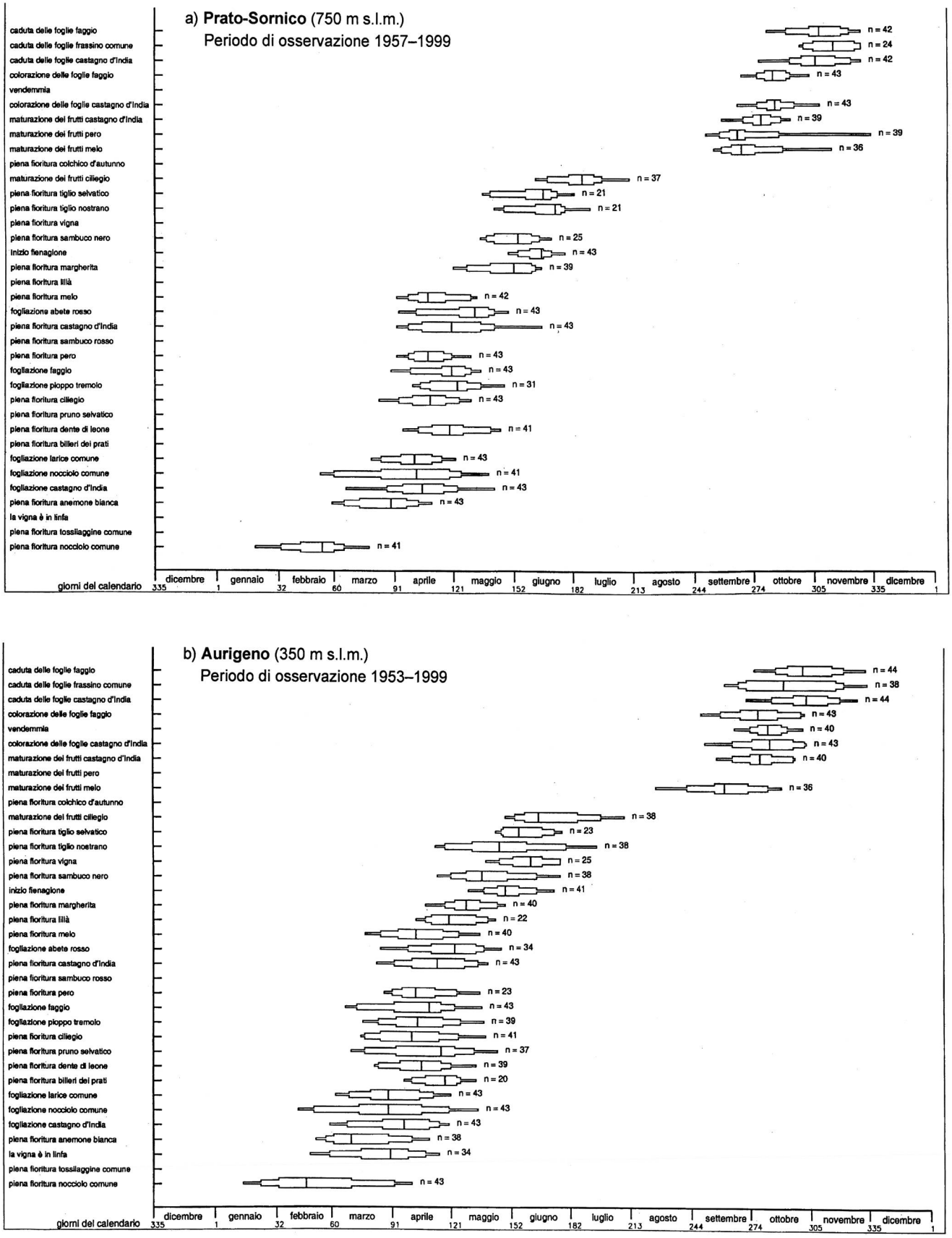

Fig. 2 - Esempi di calendari fenologici per stazioni scelte del Sud delle Alpi:
(a) Prato Sornico; (b) Aurigeno.

fenofase	specie
fenofasi primaverili	
fogliazione	castagno d'India
fogliazione	faggio
fogliazione	pioppo tremolo
fogliazione	larice comune
fogliazione	abete rosso
fogliazione	nocciolo comune
piena fioritura	castagno d'India
piena fioritura	nocciolo comune
piena fioritura	lillà
piena fioritura	pruno selvatico
piena fioritura	sambuco nero
piena fioritura	sambuco rosso
piena fioritura	tossillagine comune
piena fioritura	anemone bianca
piena fioritura	cardamine dei prati
piena fioritura	margherita
piena fioritura	dente di leone
fenofasi estive	
piena fioritura	tiglio nostrano
piena fioritura	tiglio selvatico
fenofasi autunnali	
maturazione frutti	castagno d'India
colorazione foglie	castagno d'India
caduta foglie	castagno d'India
colorazione foglie	faggio
caduta foglie	faggio
caduta foglie	frassino comune
piena fioritura	colchico autunnale

Suddivisione ripresa da una proposta del Servizio Meteorologico Tedesco.

Tab. 3 - Suddivisione delle fenofasi considerate in funzione della stagione

RISULTATI

Variabilità all'interno delle fenofasi

Le date di inizio di una fenofase sono estremamente variabili negli anni, anche all'interno di una stessa stazione. Per questo motivo, le serie di osservazioni fenologiche vengono normalmente rappresentate sotto forma di distribuzione statistica, secondo il modello proposto in figura 1. Questo tipo di rappresentazione esemplifica in modo chiaro la variabilità esistente all'interno delle serie di osservazioni fenologiche, come mostrato dalle figure 2a-b sull'esempio del calendario fenologico di due stazioni scelte.

In generale, comunque, la varianza e la sfasatura tra le date di inizio estreme risultano minori all'interno delle fenofasi riferite alla colorazione e alla caduta delle foglie. Questo aspetto risulta particolarmente evidente se si confrontano le fenofasi di tutte le stazioni considerate (fig. 3a-c). La fenofase con la minore variabilità temporale in assoluto durante il periodo di studio è risultata, con 21 giorni, la caduta delle foglie del faggio alla stazione di Prato-Sornico (fig. 2a e 3c). La variabilità all'interno delle fenofasi primaverili ed estive (fogliazione, inizio e piena fioritura, ecc.) risulta per contro molto più ampia (figg. 2a-b e 3a-c). Il valore massimo al Sud delle Alpi è raggiunto dalla piena fioritura del dente di leone alla stazione di Locarno, con 89 giorni di differenza tra la data più precoce e quella più tardiva (vedi fig. 3b).

La stazione di Locarno si contraddistingue in generale per la grande variabilità annuale delle fenofasi, mentre quella di Casaccia risalta soprattutto per la tardività delle fenofasi primaverili. Una tardività probabilmente riconducibile alla particolare posizione della stazione, situata alle pendici del Maloja, in una valle discosta e ombrosa. Un effetto simile, anche se meno marcato, è pure riscontrabile da un confronto della stazione di Bondo con quella vicina di Stampa. Pur essendo situata a una quota leggermente superiore rispetto a Bondo, Stampa denota infatti fenofasi primaverili tendenzialmente più precoci (fig. 3a).

L'influsso delle condizioni locali riesce a mascherare in parte anche l'effetto della quota. In generale comunque, il gradiente altimetrico è visibile solo nelle fenofasi primaverili (figg. 3a e 3b). Le fenofasi autunnali, al contrario, oltre alla ridotta variabilità nel tempo denotano anche una certa indipendenza dal fattore altitudine (fig. 3c). Per le fasi prettamente estive (piena fioritura del tiglio nostrano e del tiglio selvatico, fig. 3b) il numero di osservazioni è insufficiente per trarre conclusioni.

Annate fenologiche particolari

La caratterizzazione degli anni da un punto di vista fenologico può avvenire attraverso diverse tecniche di analisi. Una prima possibilità è per esempio rappresentata dal calcolo della frequenza annuale dei valori estremi (precoci o tardivi) di tutte le fenofasi e di tutte le stazioni (vedi fig. 4a-b).

Un approccio più complesso è costituito dall'analisi, effettuata anno per anno, della proporzione esistente tra le fenofasi catalogabili nelle classi precoce/molto precoce e quelle catalogabili nelle classi tardivo/molto tardivo (per la definizione della ripartizione statistica delle serie fenologiche si veda in figura 1). Il calcolo è stato eseguito secondo la formula empirica:

$$DPT = [(2N_{mp} + N_p) - (N_t + 2N_{mt})] / [\,|(2N_{mp} + N_p) - (N_t + 2N_{mt})| + N_n] * 100$$

dove
DPT = Indice che esprime la prevalenza di fasi precoci o tardive;
N = numero di fenofasi;
n = normale;
p = precoce;
mp = molto precoce;
t = tardivo;
mt = molto tardivo.

La figura 5 riporta il risultato di una tale analisi effettuata sulle fenofasi primaverili delle stazioni del Sud delle Alpi per il periodo 1971-1995. I valori positivi corrispondono agli anni con preponderanza di fasi precoci, quelli negativi agli anni con una prevalenza di fasi tardive.

In base a soglie di significatività fissate arbitrariamente a una valore di $N > 4$ per quanto riguarda la statistica della

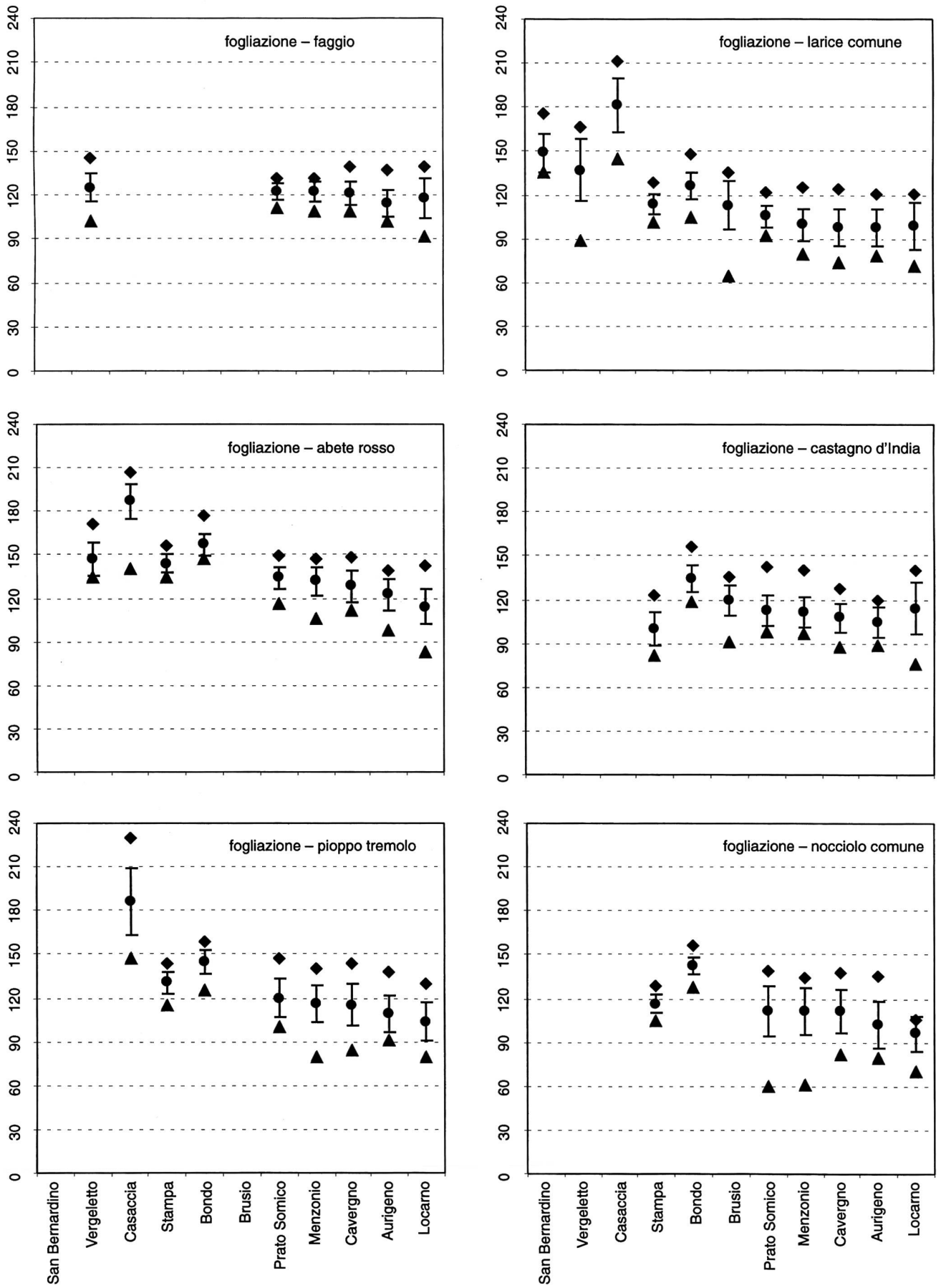

Fig. 3 - Valore medio (●), varianza (I) e valori estremi minimi (▲) e massimi (♦) di alcune fenofasi scelte.
a) fogliazione

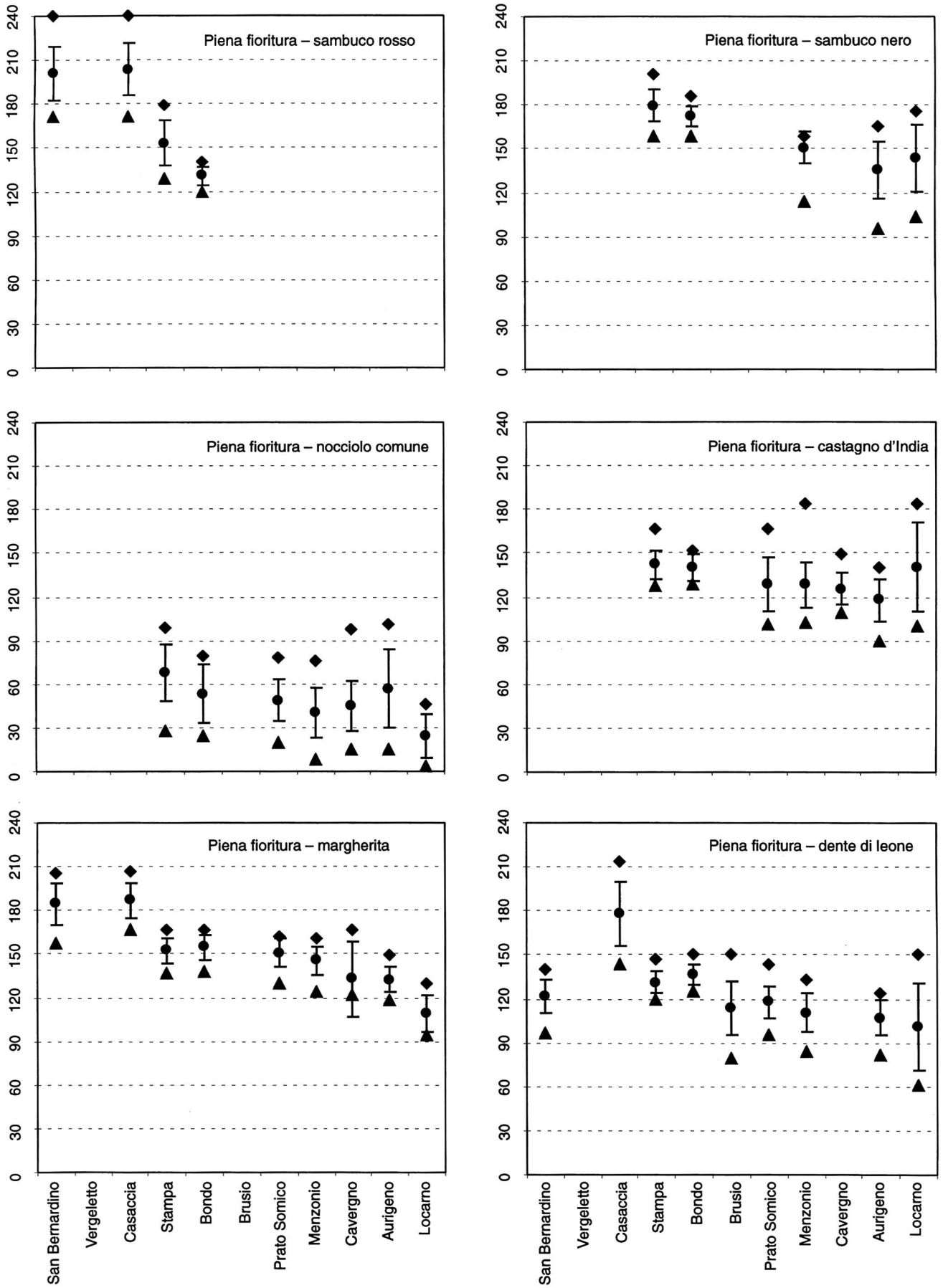

Fig. 3 - Valore medio (●), varianza (I) e valori estremi minimi (▲) e massimi (♦) di alcune fenofasi scelte.
b) piena fioritura

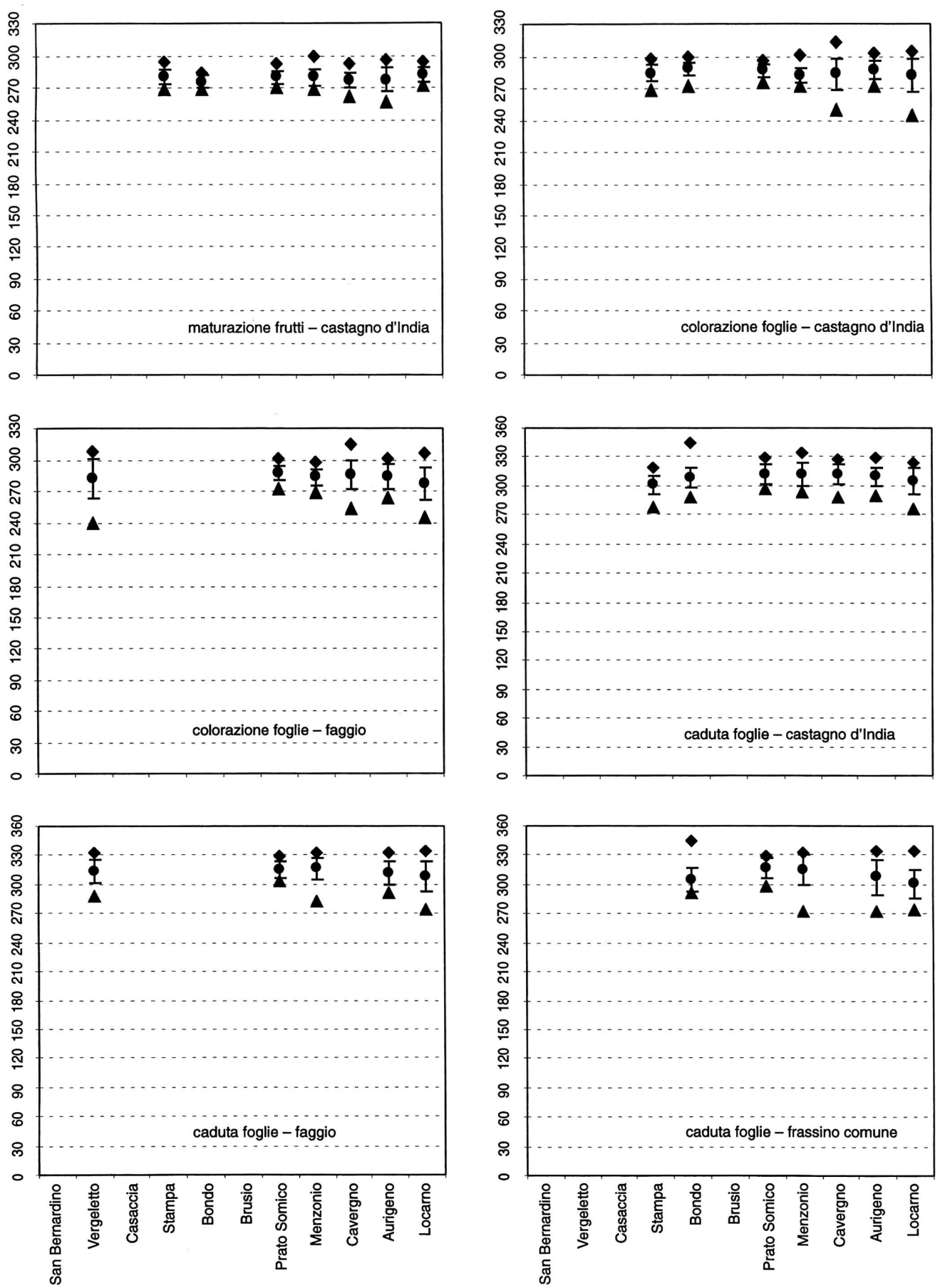

Fig. 3 - Valore medio (●), varianza (I) e valori estremi minimi (▲) e massimi (♦) di alcune fenofasi scelte.
c) maturazione frutti, colorazione e caduta foglie

tipo di andamento	tipo di analisi	figura di riferimento	anni particolari								
precoce	valori estremi	4a	1972	1976	1981	1989	1990	1992		1994	1995
	prevalenza fasi	5				1989	1990	1992	1993	1994	1995
tardivo	valori estremi	4a	1971	1974	1975	1978	1979	1980	1984	1986	
	prevalenza fasi	5			1975	1978	1979	1980	1984	1986	

Tab. 4 - Anni con andamento primaverile anomalo

tipo di andamento	tipo di analisi	figura di riferimento	anni particolari			
precoce	valori estremi	4b	1971	1972	1976	1995
tardivo	valori estremi	4b	1984	1985	1986	1991

Tab. 5 - Anni con andamento autunnale anomalo

tipologia di fenofase	tendenza positiva		tendenza negativa		totale	
	N	%	N	%	N	%
fasi primaverili	17	55	14	45	31	100
fasi estive	5	46	6	54	11	100
fasi autunnali	9	69	4	31	13	100
totale	31	56	24	44	55	100

Tab. 6 - Fenofasi con tendenze significative

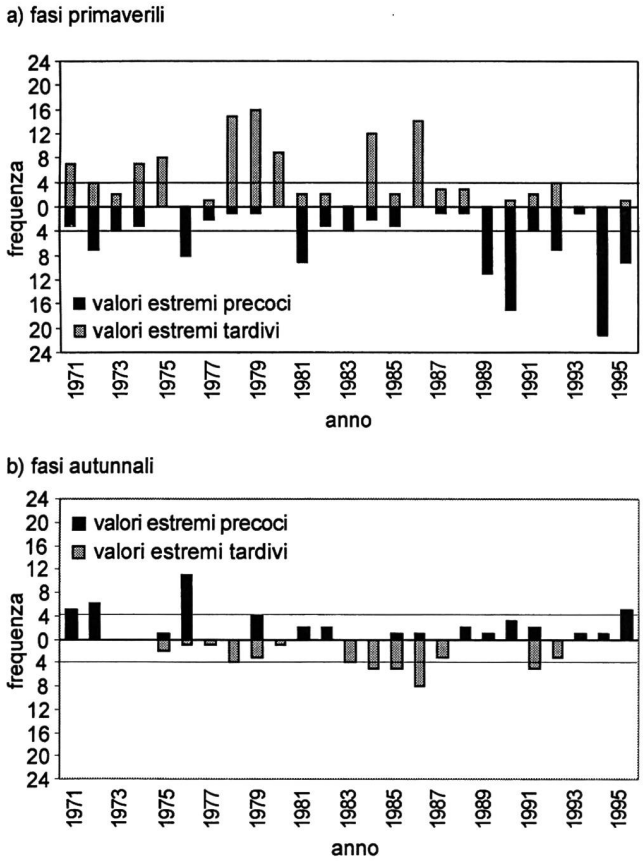

Fig. 4 - Frequenza annuale delle fenofasi estreme.

frequenza dei valori estremi (fig. 4a-b) e di DPT > 30 per quanto riguarda la statistica della prevalenza delle fasi precoci o tardive (fig. 5) si possono suddividere gli anni in fenologicamente precoci o tardive, come riportato nella tabella 4 (per l'andamento primaverile) e nella tabella 5 (per l'andamento autunnale).

Tendenze all'interno delle serie fenologiche

La verifica statistica dell'esistenza o meno di eventuali tendenze a uno spostamento sistematico delle date di inizio delle fasi durante il periodo 1951-1998 è stata effettuata su 121 fenofasi osservate in cinque differenti stazioni (San Bernardino, Brusio, Prato-Sornico, Menzonio, Aurigeno). L'analisi della significatività statistica mediante il test dell'F ($P < 0.05$) ha dato un esito positivo in 55 casi su 121 (46%). Un'ulteriore suddivisione in fasi primaverili, estive e autunnali delle serie fenologiche con una tendenza significativa (vedi tab. 6) permette di evidenziare come nelle fasi primaverili ed estive il numero di tendenze significative positive e negative siano più o meno uguali. Nel caso delle fenofasi autunnali, invece, si ha una prevalenza di tendenze positive: in autunno le fenofasi tendono quindi a verificarsi sempre più tardi durante l'anno. Nelle figure 6a-b sono riportati due esempi di fenofasi che fanno registrare tendenze significative: una tendenza negativa (piena fioritura dell'anemone bianca a Prato-Sornico) e una positiva (caduta delle foglie del faggio ad Aurigeno).

In media, per le tendenze significative, l'anticipo, risp. il posticipo, di una determinata fase corrisponde a uno sfasamento di circa 26 giorni.

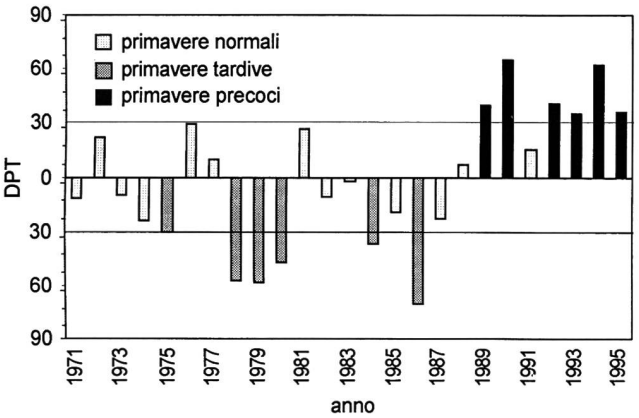

Fig. 5 - Differenza tra fasi precoci e fasi tardive nelle fenofasi primaverili.

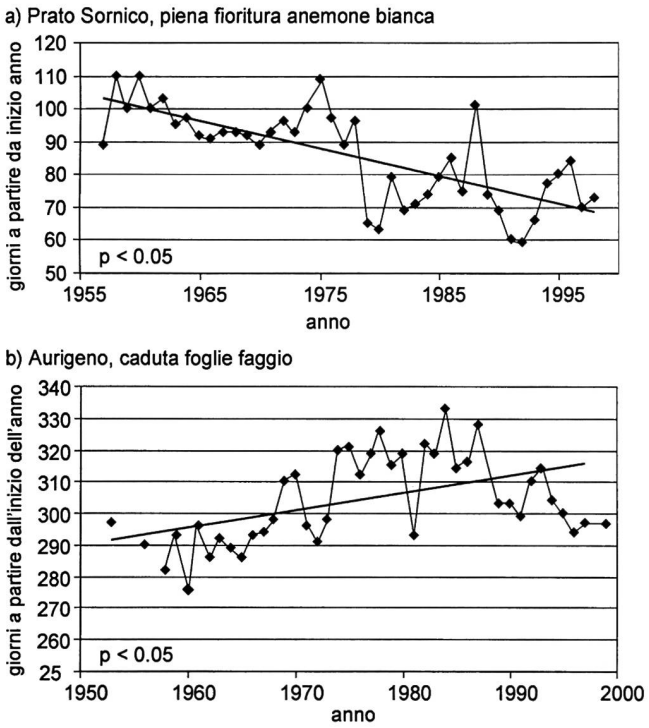

Fig. 6 - Tendenze evolutive delle serie fenologiche.
a) piena fioritura dell'anemone bianca, Prato Sornico.
b) caduta foglie del faggio; Aurigeno.

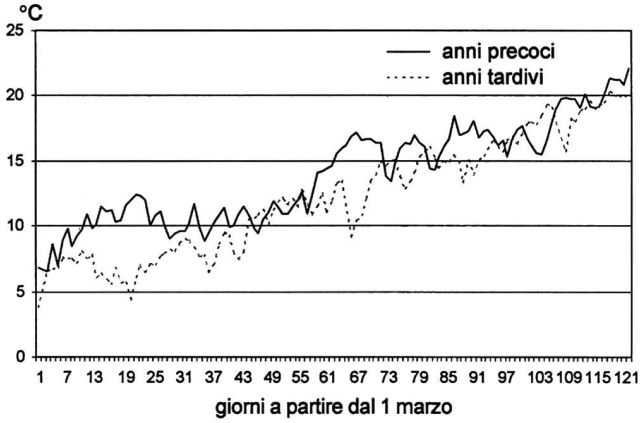

Fig. 7 - Andamento primaverile della temperatura media a Locarno Monti.
Anni precoci: 1989, 1990, 1992, 1993, 1994, 1995.
Anni tardivi: 1975, 1978, 1979, 1980, 1984, 1986.

DISCUSSIONE

Pur essendo costituite da osservazioni empiriche e soggettive, serie più che ventennali di dati fenologici ben si prestano ad analisi di tipo statistico e sono quindi in grado di fornire risultati significativi.

La variabilità annuale all'interno delle fenofasi è estremamente grande. Come già dimostrato da DEFILA (1991) per tutta la Svizzera, per le fenofasi primaverili queste variazioni dipendono essenzialmente dall'andamento della temperatura, per le fenofasi estive dall'azione combinata della temperatura dell'aria e delle ore di sole, per le fenofasi autunnali dalla temperatura e da eventuali periodi siccitosi durante la stagione vegetativa. Il ruolo del fotoperiodo giornaliero non è ancora del tutto chiaro, anche se è ipotizzabile un suo influsso sulle fenofasi primaverili e su quelle autunnali. Evidente è invece la relazione tra precocità, risp. tardività, delle fenofasi primaverili e andamento della temperatura dell'aria, come illustrato dalla figura 7. La temperatura media degli anni con primavere precoci raggiunge valori quasi costantemente superiori rispetto a quella degli anni con primavere tardive. Un aspetto che ribadisce quanto già evidenziato da DEFILA (1991) per l'insieme della Svizzera con il metodo delle correlazioni multiple. Il Sud delle Alpi si allinea al resto della Svizzera anche per quanto riguarda la tendenza delle fenofasi autunnali a una maggiore omogeneità rispetto a quelle primaverili e a una minore dipendenza dal fattore altitudine (DEFILA 1991, DEFILA 1992).

La caratterizzazione degli anni in funzione della loro precocità, risp. tardività, fenologica ha dato risultati abbastanza consistenti, malgrado l'utilizzo di due metodi di analisi sostanzialmente differenti. I risultati indicano una concentrazione di anni con primavere fenologicamente tardive tra il 1975 e il 1986 e di anni con primavere relativamente precoci a partire dal 1989, come osservato in generale anche a livello climatologico (BADER e KUNZ 1998). I dati riferiti al periodo autunnale presentano invece tendenze meno marcate.

L'analisi delle tendenze evolutive all'interno delle serie fenologiche ha evidenziato come per le fasi primaverili ed estive esista un sostanziale equilibrio tra le tendenze significative che indicano un anticipo del periodo di vegetazione e quelle di segno opposto. Per quanto riguarda le fasi primaverili, questo risultato è in disaccordo con quanto constatato in altre regioni (MENZEL 1997). Diverso è invece il discorso per le fenofasi autunnali, dove dominano in maniera abbastanza netta (69%, vedi tab. 6) le tendenze significative verso un posticipo delle fasi e quindi anche della fine del periodo vegetativo. A risultati analoghi giungono pure gli studi effettuati sui dati rilevati nei giardini della rete fenologica europea, costituita da piantagioni di individui appositamente clonati (MENZEL e FABIAN 1999).

CONCLUSIONI

Le fenofasi rappresentano una risposta sintetica della vegetazione all'andamento meteorologico. Come tale, le serie di osservazioni fenologiche costituiscono un valido strumento di monitoraggio ambientale che, senza ricorrere ad apparecchiature sofisticate, è in grado di riprodurre in maniera assai consistente alcuni tratti essenziali dell'andamento climatologico di una determinata regione. I risultati presentati in questo studio e riferiti a 11 stazioni appartenenti a una stessa regione climatica dimostrano in maniera esemplare il ruolo integrativo che la fenologia può rappresentare per la climatologia, soprattutto a livello locale.

Ringraziamenti
I nostri ringraziamenti vanno alle operatrici e agli operatori che per anni, se non addirittura per decenni, hanno eseguito le osservazioni fenologiche con competenza e dedizione. Le loro osservazioni costituiscono la base della rete fenologica e di studi come il presente. Un ringraziamento particolare ai colleghi Gianni Boris Pezzatti, per l'aiuto nell'analisi e nella visualizzazione dei dati, e Fosco Spinedi per la rilettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

BADER S., KUNZ P., 1998: Klimarisiken - Herausforderung für die Schweiz. Wissenschaftlicher Schlussbericht NFP 31. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. 276 p.

DEFILA C., 1991: Pflanzenphänologie der Schweiz. Veröffentlichungen der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Nr. 50, 235 p.

DEFILA C., 1992: Pflanzenphänologische Kalender ausgewählter Stationen in der Schweiz, 1951-1990. Klimatologie der Schweiz 30L, Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, 233 p.

DEFILA C., 1996: 45 years phytophenological observations in Switzerland. Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology, 1-8 Sept. 1996, Ljubljana, Slovenia. Biometeorology 14, 2:175-183.

MENZEL A., 1997: Phänologie von Waldbäumen unter sich ändernden Klimabedingungen – Auswertungen der Beobachtungen in den internationalen phänologischen Garten und Möglichkeit der Modellierung von Phänodaten. Forstliche Forschungsberichte, München, 186, 145 p.

MENZEL A., FABIAN P., 1999: Growing season extended in Europe. Nature, 397:659.

PFISTER C., 1988: Klimageschichte der Schweiz 1525 bis 1860 – Das Klima der Schweiz 1525 bis 1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft; Vol. 1, Haupt, Bern, 163 p.

PIGNATTI S., 1982: Flora d'Italia. Vol. I-III. Edagricole, Bologna. 2304 p.

PRIMAULT B., 1955: Cinq ans d'observation phénologiques systématiques en Suisse. Annalen der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, 92: 7/4-7/5.

VASSELLA A., 1997: Phänologische Beobachtungen des Bernischen Forstdienstes von 1869 bis 1882: Witterungseinflüsse und Vergleich mit heutigen Beobachtungen. Phänologie von Waldbäumen. Buwal, Bern, Umwelt-Materialien 73, 9-75.