GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	21 (1999)	87-118	Udine, 30.XI.1999	ISSN: 0391-5859

C. GENZO

CINQUE ANNI DI OSSERVAZIONI ANTESICHE (1993-97) SUL CARSO ISONTINO E TRIESTINO (NE ITALIA)

FIVE YEARS OF FLOWERING OBSERVATIONS (1993-97) IN THE ISONTINE AND TRIESTINE KARST (NE ITALY)

Riassunto breve - Viene illustrato il compendio di rilevazioni antesiche di oltre un centinaio di specie vegetali effettuate con frequenza decadale per un quinquennio (1993-97) sul Carso isontino e triestino (NE - Italia).

In relazione ai settori corologici di provenienza, si nota nell'aggregato di specie Illirico-Mediterranee la prevalenza di fioriture precoci e, soprattutto, tardive e nell'aggregato di specie Pontiche la prevalenza di fioriture tardo-primaverili ed estive, che sembrano riflettere arcaici adattamenti alle condizioni climatiche dei territori originari di diffusione di queste specie. In questi aggregati si nota anche una prevalenza di specie con antesi di durata lunga, mentre nell'aggregato delle specie Eurasiatiche le durate delle fioriture risultano brevi. In relazione alle forme biologiche, Geofite ed anche Fanerofite risultano prevalentemente a fioritura precoce. L'adattamento biologico a diversi biotopi si manifesta anche nell'evidente dualismo tra specie nemorali, con fioritura generalmente precoce e di breve durata, e specie di prateria, con fioriture più tardive e di lunga durata. Nel caso di specie di orlo, è possibile forse individuare il loro habitat primario nell'ambiente ove queste specie fioriscono più precocemente ed hanno una durata di fioritura più lunga.

Le fioriture sono notevolmente influenzate dai parametri meteorici nelle situazioni-limite. La temperatura più elevata svolge un ruolo positivo nelle fioriture nei mesi compresi tra ottobre e marzo, quando le isoterme mensili risultano inferiori in media ai 10°C. Così, gli anni con primavere più miti anticipano la fioritura delle specie, i versanti NE delle doline anticipano le fioriture rispetto ai versanti meridionali, le fioriture di molte specie hanno inizio nelle stazioni più miti del Carso isontino e, come un'onda, si espandono successivamente sul più continentale Carso triestino, con ritardi fino a 10 - 20 giorni e anche più. L'evaporazione più elevata svolge un ruolo negativo sulle fioriture durante i mesi estivi, nei quali la quantità di acqua presente nel suolo può essere ridotta, più accentuato nella landa che non negli ambienti boschivi. Il culmine delle fioriture viene raggiunto a maggio, seguito da giugno e da aprile. Esso è anticipato negli ambienti boschivi e ritardato nelle praterie, in conseguenza del comportamento dualistico precedentemente descritto.

Parole chiave: Antesi, Fioritura, Carso.

Abstract - *Results of flowering times of above hundred vegetable species during the years 1993-97 in the Karst of Trieste (NE Italy) are here described and discussed.*

Illyric-Mediterranean species bloom prevalently at the beginning of spring and in autumn, Pontic species at the end of springtime and at the beginning of summertime: they seem to show arcaic

adaptation on climate of earliest countries of growth of these species. They flower for long time also; on the contrary Eurasian species flower for short times. With regard to biological forms, Geophytes and Phanerophytes bloom generally precociously. Woody-species are prevalently vernal and short flowering, grassland-species later and long flowering, as adaptation to particular enviroments. Probably, it is possible to recognize the primary habitat of a species, for a single country, where it flowers in first and longer time.

Meteorological elements have a considerable influence on flowering during difficult conditions. Higher temperature favour flowering from October to March, when montly isotherms are in the plateau of Karst under 10°C. Warmer springs, sunny slopes of dolinas, milder microclimate a.s.o. favours flowering, with anticipations till 20 days, and other. Higher evaporation is adverse to flowering in July and August, particulary in stony grasslands. Heighest point of flowering is situaded in May; June and April come after.

Key words: *Anthesis, Flowering, Karst.*

1. Premessa

Questo lavoro è il compendio di oltre 2200 rilevazioni delle antesi di più di un centinaio di specie vegetali presenti in diversi ambienti del Carso isontino e triestino, effettuate in varie località nel corso del quinquennio 1993-97. Esso è stato svolto con lo scopo di esaminare il comportamento complessivo di un cospicuo campione della flora carsica durante questa importante fase fisiologica in relazione a diversi parametri relativi alle specie e all'ambiente. Non risulta che su detto territorio siano state precedentemente svolte indagini sistematiche su tale argomento per un così lungo periodo e su così ampia scala territoriale. Pospichal (1897), ad esempio, indica nella sua "Flora des österreichischen Küstenlands" solo i mesi di fioritura delle singole specie presenti nel territorio carsico, anche se ad essi vengono talora aggiunte precisazioni riguardanti il momento iniziale o finale nei vari mesi,

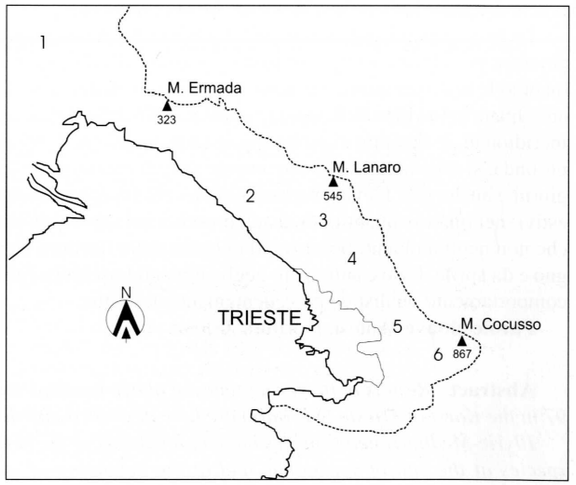

Fig. 1 - Ubicazione delle stazioni di rilevamento. 1. Doberdò del Lago, 2. Santa Croce, 3. Prosecco, 4. Percedol, 5. Basovizza W, 6. Basovizza E.
- *Localization of six stations of observations. 1. Doberdò del Lago, 2. Santa Croce, 3. Prosecco, 4. Percedol, 5. Basovizza W, 6. Basovizza E.*

mentre Marchesetti (1897), nella "Flora di Trieste e de' suoi dintorni", oltre alle indicazioni dei mesi di fioritura delle singole specie, illustra nell'introduzione alla predetta opera in una tabella il numero delle specie carsiche normalmente in fase di fioritura per ciascun mese dell'anno, con interessanti considerazioni generali riguardanti l'aspetto cromatico delle fioriture nelle varie stagioni. In tempi molto più recenti, Poldini (1989) ha pubblicato lavori riguardanti i ritmi di antesi delle specie presenti in alcuni biotopi carsici, come le doline e altri, con particolare riferimento all'analisi quantitativa delle varie componenti cromatiche delle fioriture.

2. Metodi di indagine e stazioni di rilevazione

Per lo sviluppo della presente indagine, sono state scelte sei località geografiche del Carso isontino e triestino, scaglionate secondo la direttrice NW - SE, differenziate soprattutto per altitudine (fig. 1). In ciascuna di queste località sono stati individuati tre ambienti diversi (boscaglia illirica = B, dolina = D, landa = L) su ciascuno dei quali sono state effettuate le rilevazioni [1]. Queste consistevano nella segnalazione di quelle specie in antesi indicate in un elenco stabilito a priori[2] secondo un ritmo di osservazioni periodiche cadenzate sui 10 giorni, interne alle 3 decadi di ogni mese, da effettuarsi nel corso di tutto l'anno. Tale attività si è prolungata senza interruzioni per tutto il quinquennio 1993-1997 [3]. Alcune stazioni (n. 1, 2, 5 e 6) hanno rilevato solo le specie vegetali presenti nella lista di "specie-indicatrici" già predisposta a priori, altre (stazioni n. 3 e 4) hanno segnalato la globalità delle specie presenti in fase di antesi. Alla fine dell'anno 1996 la stazione n. 2 ha cessato di operare, mentre la n. 5 aveva già cessato la sua attività nel 1994. Nell'anno 1997 anche le stazioni n. 1 e 6 hanno registrato tutte le specie in antesi presenti. Di tutto ciò si è tenuto conto nell'elaborazione delle tabelle di sintesi, in modo da ottenere risultati sufficientemente omogenei.

Le rilevazioni sono avvenute secondo le seguenti modalità. Ogni rilevatore percorreva, durante ogni visita allo stesso ambiente, il medesimo percorso, annotando le specie in fase di fioritura e, con una valutazione appresso indicata, il livello dell'entità della fioritura medesima per ciascuna specie. Sono stati considerati tre gradi: livello 1°, corrispondente

1) In questa analisi, per gli scopi che ci eravamo prefissi, non si è voluto fare esplicito riferimento alle associazioni vegetali presenti in tali ambienti, anche se la boscaglia illirica corrisponde fondamentalmente all'*Ostryo - Quercetum pubescentis*, la dolina all'*Asaro - Carpinetum betuli* e la landa al *Carici humilis - Centauretum rupestris*. I nomi delle specie sono stati desunti dalla Flora d'Italia di Pignatti, e dall'atlante corologico di Poldini (1991), che a sua volta prende la nomenclatura prevalentemente da Ehrendorfer. Per motivi di spazio, essi sono indicati in modo completo solo nella tab. II.
2) Da questo elenco sono state escluse di proposito specie a fiore apetalo, o rare, o appartenenti a gruppi di delicata determinazione. Anche le specie sinantropiche non sono state di norma prese in considerazione.
3) In alcuni anni mancano le rilevazioni relative ai mesi di dicembre e/o gennaio, ed anche di qualche singola decade estiva.

all'inizio della fioritura (o alla sua fine, o a fioriture sporadiche di singoli individui), quando nel corso complessivo della perlustrazione non si riscontravano di norma più di 5 individui in fiore; livello 2° quando gli individui in fiore variavano da 6 a 20; livello 3° quando gli individui fioriti superavano questo valore. Per le specie a struttura arbustivo-arborea, o comunque recanti su ciascun individuo numerosi fiori, la valutazione del livello è stata eseguita sulla base totale dei fiori presenti su ciascun individuo[4].

Non si è ritenuto di arrivare a una graduazione con scala più articolata perché, dato un certo margine di soggettività della rilevazione, l'aumento complessivo nel livello di precisione sarebbe risultato in tal caso soltanto apparente. Oltretutto, questa scala si accordava bene a preesistenti e consolidate simbologie di registrazione, in uso in Italia ed all'estero (MARCELLO, 1954). Nella nostra simbologia il livello 3 corrisponde bene a +++ di Marcello, il livello 2 a ++0 e a 0++, ed il livello 1 a +00 ed a 00+ [5]. Temporalmente, come decadi si sono considerati sempre i 3 periodi in cui è stato suddiviso il mese, con questa corrispondenza: I decade: giorni 1° - 10° del mese, II decade: giorni 11° - 20° del mese, III decade: giorno 21° - ultimo giorno del mese. Vengono ora brevemente descritte le localizzazioni delle 6 stazioni di rilevazione.

Stazione n. 1 - Doberdò del Lago

Dalla località di Doberdò del Lago (chiesa) si prende per circa 800 metri la strada asfaltata diretta a NE verso la SS n. 55. Da qui si diparte, verso occidente, una carrareccia che conduce subito, a destra, a una dolina, assai prossima alla strada asfaltata. Essa rivela antichi segni di antropizzazione, con muretti a secco che sostengono il suo versante meridionale e un discreto contingente di specie sinantropiche. Profondità della dolina: m 15 circa. Proseguendo per circa 350 metri sulla carrareccia, si raggiunge un territorio a boscaglia giovane. Quota della stazione: m 100 s.m. Per raggiungere la landa, si percorre invece dal centro dell'abitato la strada asfaltata diretta a SW verso Ronchi per circa 2,6 km, fino alla località Gmaina. I rilievi sono stati effettuati ad occidente di detta strada, in un tratto di landa ancora molto aperto e in fase di iniziale cespugliazione. Quota: m 70 s.m.

Stazione n. 2 - S. Croce

Da S. Croce si prende la strada asfaltata diretta verso Bristie. Dopo ca. 1 km, scavalcata l'autostrada e prima del sottopasso ferroviario sulla linea Aurisina - Lubiana, si trova verso S una carrareccia che conduce a una notevole dolina profonda circa 35 metri. Quota fondo dolina: m 156 (I.G.M.). Ai suoi orli occidentali alcuni tratti a landa, in fase di rapido

4) Queste indicazioni vanno prese orientativamente.
5) In quest'ultimo caso la corrispondenza potrebbe essere non perfetta, considerandosi nelle rilevazioni solo i fiori già aperti. Ma, in pratica, si è notato che quando la maggioranza dei fiori era in boccio, risultava sempre qualche singolo esemplare più precoce col fiore già aperto.

cespugliamento. La zona a boscaglia è situata lungo una carrareccia, che si diparte a nord del bivio precedentemente descritto. Quota: m 195.

Stazione n. 3 - Prosecco

Da Borgo Grotta Gigante (bivio a quota 268 I.G.M.) si prende la strada asfaltata diretta verso Rupinpiccolo. Dopo circa 1 km dal centro si trova ad occidente una carrareccia che conduce verso la stazione ferroviaria di Prosecco. La landa, ancora molto aperta e libera da cespugli, si trova all'inizio di detto bivio. La zona a boscaglia e la dolina si trovano presso una carrareccia che inizia circa 300 metri più avanti, ed è diretta verso oriente. La boscaglia è notevolmente sviluppata. Profondità della dolina: circa m 15. Quota delle stazioni: m 280 (I.G.M.).

Stazione n. 4 - Percedol

Corrisponde alla conca di Percedol, che è una delle maggiori del Carso triestino. Sul suo fondo meridionale è presente uno stagno. Profondità della dolina: m 44. Quota del fondo: m 274 (I.G.M.). A sud della conca si estende il tratto a boscaglia, notevolmente sviluppata, compresa tra la strada Opicina-Monrupino e il tratto di ferrovia corrispondente. Quota della zona a boscaglia: m 316 (I.G.M.). Per raggiungere la landa si percorre invece la strada secondaria asfaltata a senso unico che dal bivio di Zolla (quota m 366 I.G.M.) riconduce sulla strada provinciale a sud di Monrupino (quota m 328 I.G.M.). Essa attraversa le falde meridionali del rilievo quotato m 404 (I.G.M.). Ai lati della strada la stazione di rilevamento, costituita da una landa ancora aperta e libera da cespugli. Quota della landa: m 335.

Stazione n. 5 - Basovizza W

Sulla strada che da Basovizza porta a Padriciano si prende la deviazione diretta a Gropada. Dopo circa 200 metri dal bivio, si dirama una carrareccia diretta verso NE, ai cui lati si trovano tratti di landa, in fase di iniziale cespugliamento. La boscaglia, abbastanza fitta e adulta, è situata circa 300 metri più innanzi a sud della strada asfaltata diretta a Gropada, mentre la dolina si trova all'incirca nella stessa posizione, immediatamente a nord della strada stessa. Sul suo fondo si apre la Grotta Plutone (VG 23). Profondità della dolina: m 15 circa (escluso il baratro e l'imbocco della grotta). Quota della stazione: m 380.

Stazione n. 6 - Basovizza E

Presso la casa cantoniera sulla SS n. 14, tra il km 164 e il km 165, si prende la strada che conduce all'Osservatorio Astronomico. Dopo circa 150 metri dal bivio, a nord della stessa è situata una dolina, in buone condizioni, priva di evidenti interventi antropici recenti. Profondità della dolina: 15 m. Più avanti, presso un cippo commemorativo, ad occidente della strada, tratti a landa, in fase di cespugliamento, e boscaglia. Quota: m 400.

3. Tabelle di sintesi delle rilevazioni

Le tabelle di sintesi delle rilevazioni, che per economia di spazio non vengono riportate integralmente, sono state suddivise nei tre ambienti di boscaglia, dolina e landa [6]. A titolo d'esempio viene illustrata nella tab. I la rilevazione del fenomeno antesico relativa a due sole specie. Dal complesso delle tabelle derivano le elaborazioni statistiche qui presentate. Questi dati sintetici sono stati ottenuti a loro volta da altre tabulazioni di base riguardanti ciascuna stazione, e rappresentano i valori massimi riscontrati nell'insieme delle sei località in ciascuna decade nell'arco del quinquennio. Ogni riga rappresenta i dati della rispettiva annata, con la prima riga che riporta i dati dell'anno 1993 ecc., fino alla quinta coi dati del 1997. Le terne di numeri presenti in ciascun mese rappresentano i livelli delle rispettive decadi, mentre il simbolo "0" rappresenta l'assenza di antesi.

Per una lettura più agevole delle tabelle sono state omesse tutte le terne "000", cioè quelle in cui non si riscontrava nessuna fioritura della specie nell'ambito del rispettivo mese. Oltre ai numeri 1, 2 e 3, rappresentanti i livelli di fioritura, in queste tabelle sono talvolta stati utilizzati anche altri due simboli, che necessitano di una spiegazione. Il simbolo "-" significa l'omissione della rilevazione nella rispettiva decade, il che potrebbe significare che in quel determinato periodo la specie poteva essere in fioritura oppure no, mentre il simbolo "+" significa che in quella decade la specie risultava in fioritura ma che il rilevatore ha omesso il livello della stessa.

Nelle tabelle di sintesi sono state considerate tutte le specie che apparivano di fioritura costante per almeno 3 anni, mentre sono state omesse le specie a fioritura episodica o molto incostanti, o derivanti da singole segnalazioni, oltre a quelle di dubbia determinazione. In alcuni casi particolari, alcune specie affini sono state inglobate con specie più frequenti, ma in tutte queste situazioni è stata posta una nota esplicativa a seguito delle tabelle.

Le specie presenti nelle precedenti tabelle di sintesi sono state quindi aggregate nella tab. II secondo particolari parametri che qui vengono illustrati.

a) Ambiente di fioritura

È costituito dalla boscaglia (B), dalla dolina (D) o dalla landa (L), come indicato nel paragrafo precedente.

b) Inizio delle antesi

In relazione al mese dell'inizio della fioritura [7], le varie specie sono state suddivise in fasce, che corrispondono bene alle stagioni fenantesiche descritte da Füllekrug (1967; 1969). Le specie a fioritura precoce vengono anche dette "vernali", quelle a fioritura tardi-

6) L'ordine che si è seguito nella presentazione delle specie è basato sul periodo iniziale di fioritura.
7) Si è considerata inizio di fioritura di una specie il mese in cui essa fioriva almeno in un anno per più di una stazione, trascurando quindi le eccezionali fioriture anomale (ad es. nel nov. 1998 mi è stata segnalata per il Carso una fioritura di un singolo esemplare di *Dictamnus albus*, ecc.).

SPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Helianthemum ovatum					123	322	011		112	232	210	
				001	223	233		101	112	201	121	
				023	333	323	223		011	112	110	
				002	333	122	333	132	111	222	110	
				011	023	321	231	332	022	211		
Petrorhagia saxifraga						012	+10		-22	12-	01-	
						111	200	003	322	2-0		
						122	212	+01	023	321	100	
						023	333	022	223	210		
						023	333	322	233	311		

Tab. I - Tabella di sintesi della fioritura di *Helianthemum ovatum* e di *Petrorhagia saxifraga*.
- *Synthetic table of flowering of* Helianthemum ovatum *and* Petrorhagia saxifraga.

SPECIE	Amb	I.A.	Bar.	F.B.	D.D.	D.A.	F.B.	Corologia	I. L.	A.G.
Ajuga reptans L.	B	C	128	D	8	MB	H	Europeo	34	B
Allium montanum Schmidt	L	F	262	G	10	MB	G	Eurosibir.	43	P
Allium sphaerocephalon L.	L	E	195	F	6	MB	G	Eurimedit.	43	P
Alyssum montanum L.	L	C	127	D	7	MB	CH	Pontico	42	A
Anemone nemorosa L.	D	B	106	C	6	MB	G	Circumbor	24	B
Anemone ranunculoides L.	D	B	108	C	6	MB	G	Europeo	24	B
Anthericum ramosum L.	B	E	230	F	18	L	G	Medit.Atl.	35	P
Id.	L	E	248	F	13	L	G	Medit.Atl.	35	
Anthyllis gr. vulneraria L.	L	C	175	E	20	L	H	Pontico	43	P
Asarum europeum L.	D	C	134	D	7	MB	H	Eurosibir.	24	B
Asperula cynanchica L.	L	F	251	G	15	ML	H	Eurimedit.	54	P
Betonica officinalis L. ssp. *serotina* Murb.	B	F	253	G	17	ML	H	Europeo	33	P
Id.	L	F	257	G	16	ML	H	Europeo	33	
Bupleurum veronense Turra	L	E	206	F	8	MB	T	Eurimedit.	52	P
Campanula pyramidalis L.	B*	F	249	F	11	MB	H	S – Illirico	51	A
Campanula trachelium L.	B	F	267	G	12	ML	H	Paleotemp.	24	B
Centaurea cristata Bartl.	L	E	237	F	15	ML	H	Endemico	52	P
Centaurea rupestris L.	L	E	191	F	6	MB	H	Europeo	52	P
Centaurea triumfettii All.	B*	D	166	E	14	L	H	Europeo	34	P
Id.	L	D	163	E	8	L	H	Europeo	34	
Centaurea weldeniana Rchb.	L	F	263	G	16	ML	H	S – Illirico	43	P
Chamaecytisus hirsutus Lk.	B	C	144	D	13	L	CH	Eurosibir.	32	P
Clinopodium vulgare L.	B	E	202	F	7	MB	H	Circumbor.	44	B*
Cnidium silaifolium (Jacq.) Simk.	B	E	204	F	11	MB	H	Europeo	33	A
Colchicum autumnale L.	L	F	260	G	9	MB	G	Europeo	35	P*
Convallaria majalis L.	B	D	133	D	4	B	G	Circumbor.	34	B*
Id	D	D	144	D	6	B	G	Circumbor.	34	
Convolvulus cantabrica L.	L	C	206	F	23	L	H	Eurimedit.	43	P*
Cornus mas L.	B	A	76	B	6	MB	P	Pontico	34	B*
Id	D	A	77	B	12	MB	P	Pontico	34	
Cornus sanguinea L.	B	D	141	D	5	B	P	Eurasiatico	34	A
Id.	D	D	144	D	6	B	P	Eurasiatico	34	
Coronilla emerus L. ssp. *emeroides* Hayek	B	C	144	D	10	L	NP	Medit.-Pont.	33	A
Id	D	C	141	D	8	L	NP	Medit.-Pont.	33	
Coronilla varia L.	B	E	182	E	6	B	H	Europeo	33	A
Corylus avellana L.	B	A	40	B	9	MB	P	Europeo	33	B
Id	D	A	49	B	10	MB	P	Europeo	33	
Cotinus coggygria Scop.	B	C	145	D	6	MB	NP	Medit.-Pont.	42	A
Craetegus monogyna Jacq.	B	C	137	D	6	MB	P	Paleotemper.	44	A
Id	D	C	139	D	7	MB	P	Paleotemper.	44	

SPECIE	Amb	I.A.	Bar.	F.B.	D.D.	D.A.	F.B.	Corologia	I. L.	A.G.
Crocus reticulatus Stev.	L	A	61	A	8	MB	G	SE – Europ.	52	P
Cyclamen purpurascens Mill.	B	E	229	F	17	ML	G	Medit.-mont.	23	B
Id	D	E	235	F	17	ML	G	Medit.-mont.	23	
Cytisus pseudo-procumbens Markgr.	L	B	128	D	9	MB	CH	S – Illirico	52	P
Dentaria enneaphyllos L.	D	A	92	C	10	MB	G	SE – Europ.	34	B
Dianthus sylvestris Wulf. ssp. *tergestinus* Hayek	L	E	188	F	6	MB	H	N – Illirico	52	P
Dictamnus albus L.	B	D	156	D	11	MB	CH	Eurosibir.	33	A
Dorycnium germanicum (Gremli) Rikli	B	D	174	E	7	L	H	Pontico	43	P
Id	L	D	186	E	19	L	H	Pontico	43	
Eryngium amethistinum L.	L	F	242	F	15	ML	H	SE – Europ.	42	P
Erytronium dens-canis L.	D	A	77	B	8	MB	G	Eurosibir.	24	B
Euphorbia cyparissias L.	B	B	121	C	7	MB	H	Europeo	44	P
Id	L	B	142	C	10	MB	H	Europeo	44	
Euphorbia nicaeensis All.	L	D	206	F	17	ML	G	Eurimedit.	52	P
Filipendula vulgaris Moench.	B	D	158	E	5	B	H	Eurosibir.	45	P*
Fraxinus ornus L.	B	B	124	D	7	MB	P	Medit.-Pont.	33	B*
Id	D	B	132	D	9	MB	P	Medit.-Pont.	33	
Galanthus nivalis L.	D	A	71	B	12	ML	G	SE – Europ.	34	B
Genista tinctoria L.	B	D	157	E	8	MB	CH	Eurasiatico	45	A
Id	L	D	157	E	7	MB	CH	Eurasiatico	45	
Globularia punctata Lapeyr.	L	B	147	D	19	L	H	Medit.-mont.	43	P
Helianthemum ovatum Dunal	L	C	203	F	23	L	CH	Europeo	43	P
Helleborus odorus W e K. var. *istriacus* Schiffn. (1)	B	A	57	B	14	L	G	S – Illirico	33	B
Id	D	A	52	B	18	L	G	S- Illirico	33	
Hepatica nobilis Mill.	B	A	87	B	10	MB	G	Circumbor.	23	B
Hieracium racemosum W. e K.	B	F	294	G	7	MB	H	Europeo	34	A
Hieracium sabaudum L.	B	F	271	G	10	MB	H	Europeo	34	B
Hippocrepis comosa L.	L	C	146	D	21	L	H	Europeo	43	P
Isopyrum thalictroides L.	D	A	91	C	9	MB	G	Eurasiatico	24	B
Jurinea mollis (L.) Rchb.	L	D	156	E	5	B	H	SE – Europ.	52	P
Knautia drymeia (Beck) ssp. *tergestina* Ehrend.	D	E	178	E	6	B	H	Endemico	23	B
Lamium orvala L.	D	C	128	D	8	MB	H	N – Illirico	24	B
Lathyrus vernus (L.) Bernh.	D	B	133	D	11	ML	G	Eurasiatico	24	B
Ligustrum vulgare L.	B	D	157	E	3	MB	NP	Europeo	34	A
Id	D	D	162	E	6	MB	NP	Europeo	34	
Lonicera caprifolium L.	D	C	139	D	7	MB	P	Pontico	34	B
Lotus corniculatus L.	L	B	179	E	22	L	H	Paleotemp.	44	P*
Medicago prostrata Jacq.	L	D	201	F	19	L	H	Pontico	43	P
Melittis melissophyllum L.	B	C	150	D	12	MB	H	Europeo	33	B*
Id	D	C	149	D	12	MB	H	Europeo	33	
Mercurialis ovata Stern. e Hoppe	B	B	108	C	6	MB	G	Pontico	34	B*
Id	D	B	99	C	8	MB	G	Pontico	34	
Moehringia muscosa L.	B	D	141	D	4	B	H	Medit.-mont.	32	A
Muscari botryoides (L.) Mill.	L	B	104	C	8	MB	G	Eurimedit.	44	P
Orchis morio L.	L	C	125	D	4	B	G	Europeo	44	P
Ornithogalum kochii Parl.	L	C	139	D	8	MB	G	S – Illirico	44	P
Ostrya carpinifolia Scop.	B	B	98	C	5	MB	P	Medit.-Pont.	24	B*
Paeonia officinalis L.	B	D	135	D	3	B	G	Europeo	33	B
Petrorhagia saxifraga (L.) Lk.	L	E	228	F	17	ML	H	Eurimedit.	43	P
Peucedanum schottii Bess ex DC.	B	F	257	G	16	ML	H	S- Illirico	34	A
Polygala gr. nicaeensis Risso ex Koch	L	B	159	D	21	L	H	Stenomedit.	52	P
Polygonatum multiflorum (L.) All.	D	C	129	D	5	B	G	Eurasiatico	24	B
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	B	C	132	D	5	MB	G	Circumbor.	33	A
Id	D	C	134	D	5	MB	G	Circumbor.	33	
Potentilla tommasiniana Schultz	L	A	101	C	11	L	H	Pontico	52	P
Primula vulgaris Huds	B	A	78	B	10	MB	H	Europeo	34	B
Id	D	A	76	B	12	MB	H	Europeo	34	
Prunella laciniata (L.) L.	L	E	181	E	5	B	H	Eurimedit.	43	P
Prunella vulgaris L.	B*	E	229	F	14	ML	H	Circumbor.	44	P*
Prunus mahaleb L.	B	C	114	C	6	B	P	Pontico	44	A
Prunus spinosa L.	B	B	91	C	6	B	P	Europeo	43	A
Id	D	B	93	C	7	B	P	Europeo	43	
Pulmonaria officinalis L. (2)	B	B	99	C	6	MB	H	Europeo	24	B
Id	D	B	123	C	11	MB	H	Europeo	24	

SPECIE	Amb	I.A.	Bar.	F.B.	D.D.	D.A.	F.B.	Corologia	I. L.	A.G.
Pulsatilla montana (Hoppe) Rchb.	L	B	102	C	6	MB	H	Pontico	33	P
Ranunculus ficaria L. ssp. *bulbifer* Lawalree	D	B	114	B	4	MB	G	Eurasiatico	34	A
Id ssp. nudicaulis (Kern.) Hegi	L	B	82	B	7	MB	G	SE –Europ.	42	P
Salvia glutinosa L.	D	F	257	G	9	MB	H	Eurasiatico	24	B
Salvia pratensis L. (aggr.)	L	C	173	E	15	ML	H	Eurimedit.	44	P
Satureja montana L. ssp.*variegata* (Host) Ball.	B	E	259	G	13	ML	CH	Medit.-mont.	43	P
Satureja subspicata Bartl.	L	F	259	G	8	MB	CH	S- Illirico	52	P
Id	L	E	264	G	16	ML	CH	Medit.-mont.	43	
Scabiosa gramuntia L. (3)	D	F	259	G	17	ML	H	Eurasiatico	43	P
Scilla bifolia L.	D	A	85	B	7	MB	G	Europeo	34	B
Sedum sexangulare L.	L	E	178	E	5	B	CH	Europeo	52	A
Senecio jacobaea L.	L	E	204	F	8	MB	H	Paleotemp.	44	P
Serratula tinctoria L.	B	F	268	G	10	MB	H	Eurosibir.	45	B
Id	D	F	254	G	7	MB	H	Eurosibir.	45	
Sesleria autumnalis (Scop.) Schultz	B	F	263	G	14	ML	H	SE – Europ.	23	B
Solidago virga-aurea L.	B	F	273	G	5	B	H	Circumbor.	24	B
Symphytum tuberosum L.	D	B	121	C	7	MB	G	Pontico	24	B
Tanacetum corymbosum (L.) Schultz	B	E	196	F	11	ML	H	Eurimedit.	34	B
Id	D	E	190	F	13	ML	H	Eurimedit.	34	
Teucrium chamaedrys L.	B	E	184	F	7	MB	CH	Eurimedit.	33	P
Id	L	E	187	F	11	MB	CH	Eurimedit.	33	
Teucrium montanum L.	L	D	175	E	19	ML	CH	Medit.-mont.	4-	P
Thlaspi praecox Wulf.	L	B	102	C	9	MB	H	Medit.-mont.	33	P
Veronica barellieri Schott ex Roem e Schultz (4)	L	F	256	G	14	ML	H	SE – Europ.	42	P
Veronica chamaedrys L.	B	C	127	C	5	L	H	Eurosibir.	34	A
Veronica jacquinii Baumg.	B	D	131	D	3	B	H	SE – Europ.	32	A
Vincetoxicum hirundinaria Med.	B	C	158	E	13	ML	H	Eurasiatico	3-	A
Id	L	C	148	E	14	ML	H	Eurasiatico	3-	
Viola hirta L.	B	B	99	C	6	MB	H	Europeo	33	A
Viola reichenbachiana Jord. (5)	B	B	103	C	6	MB	H	Eurosibir.	24	B

Tab. II - Indicazioni antesiche, corologiche e sulla forma biologica delle specie. Amb. = ambiente di fioritura (B = boscaglia; D = dolina; L = landa) *) in zona marginale; I.A. = fascia di inizio della fioritura; Bar. = baricentro antesi (numero di giorni a partire dal 1° gennaio); F.B. = fascia di baricentro di antesi; D.D. = durata dell'antesi (espressa in numero di decadi); D.A. = fascia di durata totale (in mesi) di antesi; F.B. = forma biologica (CH = camefite; G = geofite; H = emicriptofite; P = fanerofite; T = terofite); I.L. = Indici di Landolt (nell'ordine: luminosità: L; granulometria: D); A.G. = ambiente di gravitazione (B = bosco submesofilo; B* = bosco termofilo; P = pascolo sassoso; P* = prato; A = altri) (per ulteriori spiegazioni e simbologia vedi testo). 1) Sinonimo di *Helleborus multifidus* Vis., 2) Compresa *Pulmonaria visianii (Pulmonaria australis* Sauer), 3) Comprende probabilm. anche altre specie del gruppo di *Scabiosa columbaria*, 4) Sinonimo di *Pseudolysimachion barellieri* (Schott) Holub, 5) Compresa *Viola riviniana* Rchb.

- *Flowering, chorological and biological forms of species . Amb. = environment of flowering (B = woods and brushwoods; D = dolina; L = grasslands) *) marginal zone; I.A. = times of beginning of flowering; Bar. = centre of flowering (days from 1st January); F.B. = times of centre of flowering; D.D. = lenght of time of flowering (numbers of decades); D.A. = lenght of time of flowering (total months); F.B. = biological forms (CH = camephytes; G = geophytes; H = hemicryptophytes; P = phanerophytes; T = therophytes); I.L. = Landolt's indexes (in order: L = luminosity; D = soil-granulation); A.G. = environment of gravity of species (B = wood of tempered climate; B* = wood of mediterranean climate; P = stony grassland; P* = meadow; A = other) (for other explanations and symbols see the text). 1) Synonim of* Helleborus multifidus *Vis., 2)* Pulmonaria visianii (Pulmonaria australis *Sauer) included, 3) Other species of group of* Scabiosa columbaria *are probably included, 4) Synonim of* Pseudolysimachion barellieri *(Schott) Holub, 5)* Viola riviniana *Rchb. included.*

va *serotine*. Nella simbologia utilizzata in questa e nelle successive colonne si ha quindi fondamentalmente la seguente corrispondenza [8]:

Mesi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Simbolo	A	A	B	C	D	E	F	F	G	H	H	A(*)
Stagioni antesiche(**)	I	II	II	III	IV	V	VI	VI	VII	VIII	VIII	I

*) specie precoci con inizio di fioritura in dicembre [9]
**) secondo FÜLLEKRUG

c) Baricentro dell'antesi

È stato calcolato, secondo il metodo descritto da PIGNATTI (1972; 1995), come media aritmetica ponderata dei prodotti dei giorni centrali di ciascuna decade (considerati contando i giorni dall'inizio dell'anno) per il totale quinquennale delle frequenze della specie nella rispettiva decade (ottenuto sommando i valori dei livelli di ciascun anno) [10].

Il numero che appare nella colonna corrisponde quindi al giorno dell'anno contato a partire dal 1° gennaio [11].

d) Fasce baricentriche dell'antesi

Le specie sono state raggruppate con i medesimi criteri convenzionali descritti al punto (b), sulla base dei periodi mensili di massima fioritura.

e) Durata complessiva dell'antesi

È stata determinata sul totale delle decadi in cui la specie risultava in fioritura almeno per un anno in almeno due stazioni, escludendo perciò fioriture anomale di un singolo individuo ed eccezionali.

f) Fasce di durata mensile delle antesi

Tutte le specie sono state raggruppate in quattro sezioni, in base alla durata complessiva (contando i mesi a partire dall'inizio della fioritura fino a quello delle sue fasi finali, interruzioni di fioriture comprese) secondo la seguente simbologia: B = breve fioritura (1-2 mesi); MB = medio-breve (3-4 mesi); ML = medio-lunga (5-6 mesi); L = lunga (7-8 mesi).

8) Le cesure tra le stagioni antesiche di Füllekrug non corrispondono in verità sempre esattamente con l'inizio dei singoli mesi: riferendoci qui ai mesi per comodità di calcolo, la corrispondenza è talvolta solo approssimata.
9) In specie vernali (ad es. *Helleborus odorus* var. *istriacus*) è anche possibile una debole fioritura nel tardo autunno o all'inizio dell'inverno, un periodo di interruzione nei mesi più freddi e una seconda fioritura, ben più consistente, alla fine dell'inverno e all'inizio di primavera.
10) In tutti questi calcoli si è trascurato che l'anno 1996 risultava bisestile. Nei calcoli matematici i simboli "+" delle tabelle di sintesi sono sempre stati convenzionalmente sostituiti con il numero 1, ed i simboli "-" con il numero 0.
11) Si è effettuato anche un ordinamento delle famiglie qui rappresentate in base al baricentro di fioritura, senza ottenere risultati apprezzabili, probabilmente perché il numero di specie presenti all'interno di ogni famiglia risultava statisticamente troppo esiguo. Da dati di letteratura (PIGNATTI, 1982) sono invece riuscito a verificare, per la globalità delle specie presenti sul territorio carsico, una parziale corrispondenza tra l'ordinamento del baricentro antesico e l'ordine filogenetico, in particolare per ciò che riguarda le Dicotiledoni. Le ragioni di questa corrispondenza sono ancora tutte da studiare.

g) Forme biologiche

Le forme biologiche relative ad ogni specie sono desunte dall'Atlante corologico di POLDINI (1991), relativo alla flora del Friuli-Venezia Giulia. Si è utilizzata la seguente simbologia: CH = Camefite, G = Geofite, H = Emicriptofite, P = Fanerofite e T = Terofite.

h) Corologia

Anche le indicazioni di appartenenza di ogni specie ad un determinato settore corografico sono tratte da POLDINI (1991).

i) Indici ecologici di Landolt

La coppia di numeri rappresenta, nell'ordine, gli indici di Landolt, modificati per la flora regionale da POLDINI (1991), relativi rispettivamente alla luminosità (L) e alla granulometria (D). Il significato degli indici è riprodotto nella seguente tabella:

Indice	Luminosità (L)	Granulometria (D)
1	specie molto sciafile	roccia compatta
2	specie mediam. sciafile	> 2 mm
3	specie subeliofile	2 - 0,05 mm
4	specie eliofile	0,05 - 0,002 mm
5	specie molto eliofile	< 0,002 mm

l) Ambiente di gravitazione

Le specie sono suddivise in ambienti di gravitazione, secondo le denominazioni desunte da PIGNATTI (1980) e riportate da POLDINI (1991). In questo lavoro (tab. II) si è utilizzata la seguente simbologia: B = boschi submesofili, B* = boschi termofili, P = pascoli sassosi, P* = prati, A = altri (vegetaz. sinantropica, ambienti umidi, ecc.).

4. Confronti degli inizi di fioriture nella medesima specie in stazioni diverse

In questa sezione si è considerato il comportamento della medesima specie in rapporto alle diverse stazioni di rilevazione. Attribuendo per ciascun anno un punteggio convenzionale massimo per la specie che fioriva per prima in una determinata stazione, e un altro minimo alla medesima specie nella stazione ove essa fioriva per ultima, si è potuto constatare che nella maggioranza dei casi la stessa specie ha avuto la fioritura più precoce nella stazione n. 1 e quella più tardiva nella stazione n. 6 (fig. 2) [12]. L'ordine di fioritura corrisponde in modo molto preciso alla numerazione delle stazioni, e siccome queste sono scaglionate in ordine di altitudine crescente, si può dedurre che le fioriture delle varie specie iniziano generalmente

12) In questo computo non si è considerata la stazione n. 5, che ha funzionato per un solo anno.

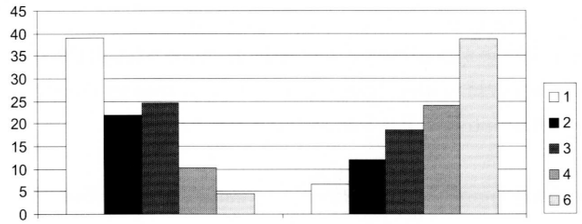

Fig. 2 - Confronti tra inizio (a sinistra) e termine (a destra) delle antesi nelle diverse stazioni (i numeri indicano le stazioni).
- *Beginning (left) and end (right) of flowering in different stations (the numbers indicate stations).*

alle quote più basse del Carso isontino (Doberdò del Lago), propagandosi, similmente ad una grande ondata, in direzione SE, fino alla parte orientale del territorio di Basovizza, che è quella più continentale del Carso triestino (Polli, 1987).

Il ritardo di fase tra la prima e l'ultima stazione si aggira generalmente intorno a 1-2 decadi, ma in casi eccezionali può anche raggiungere il mese. In generale, si riscontrano sfasamenti più accentuati nella landa che non nella boscaglia. Date le modeste differenze di dislivello tra le stazioni estreme, queste osservazioni confermano che il gradiente termico è particolarmente accentuato sul Carso per la struttura ad altopiano priva di valli capaci di apportare influssi mitigatori marittimi e per la presenza di una soglia di rilievi antistanti alla scarpata rivolta al mare, che accentua maggiormente nel Carso più orientale le condizioni di continentalità e di riscaldamento primaverile più lento (Polli, 1982; 1984; 1987). Questo è anche in buon accordo con la delimitazione floristica di Poldini (1989) tra "Carso supramediterraneo inferiore" e "Carso supramediterraneo superiore", con una zona di transizione corrispondente grosso modo al retroterra dell'abitato di Santa Croce. Nella tab. III vengono rappresentate le antesi di alcune specie della landa distinte per stazione, nelle quali l'inizio dell'onda di fioritura risulta particolarmente evidente. In questa tabella la prima riga rappresenta le rilevazioni della stazione n. 1, la seconda riga quelle della stazione n. 3, la terza quella della stazione n. 4 e la quarta quella della stazione n. 6. Nelle figg. 3, 4 e 5 si ha una visualizzazione grafica dei predetti fenomeni, per altre specie viventi nella landa, in dolina e in boscaglia.

5. Correlazioni tra livelli di fioriture ed elementi meteorologici in annate diverse

Le registrazioni delle fioriture attuate per un quinquennio hanno consentito interessanti confronti tra i periodi delle fioriture nelle singole annate e i rispettivi andamenti dei fenomeni meteorologici. In questa sezione sono stati calcolati i coefficienti di correlazione, per ciascun mese[13], tra le fioriture di tutte le specie ed alcuni elementi climatici particolarmente

13) I coefficienti di correlazione tra periodi decadali di fioritura e corrispondenti periodi degli elementi meteorici confermano, in linea di massima, tali andamenti, portando però a un livello solo illusorio di maggiore precisione, e non ad indicazioni più evidenti del trend, in conseguenza dei metodi di rilevamento adottati.

SPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Salvia pratensis				001	232	111	110					
					122	310						
					123	331						
					022	320						
Dorycnium germanicum					122	332	221	111	010			
					001	233	300	001				
					001	233	321					
						130	300					
Anthyllis gr. *vulneraria*					232	101	010					
					123	332	001	010				
					013	322	110					
					001	332	100	010				
Lotus corniculatus			001	223	233	212	312	111	131	111		
					122	220	001					
					123	322	220	212	012	100		
					020	322	200	010				

Tab. III - Confronti tra inizio di fioriture in stazioni diverse: anno 1997.
- *Beginning of flowering in different stations: 1997.*

significativi. Le fioriture sono state desunte dalle tabelle di sintesi, mentre, quali elementi meteorici, sono stati considerati i rispettivi dati mensili di temperature e precipitazioni del quinquennio 1993-97 pubblicati dalla stazione meteorologica di Borgo Grotta Gigante, (coordinate geografiche: lat. 45°42'31,6" N e long. 13°45'53,8" E; quota: 275 m s.m.) che trovandosi in posizione mediana rispetto alle stazioni di rilevamento antesico, bene può rappresentare le condizioni climatiche medie dell'ambiente carsico.

Si è fatta un'eccezione solo per l'ambiente di dolina e la sua correlazione con la temperatura, in quanto le doline costituiscono un microclima assai particolare con gradiente termico molto elevato. Siccome le doline prese in esame avevano profondità diverse, variabili dai 15-20 ai 44 metri, la correlazione è stata effettuata solo tra i dati della stazione n. 4 (dolina di Percedol)[14] e i valori di temperatura mensili, ottenuti dai dati di Borgo Grotta, diminuiti del valore specifico mensile individuato da Polli (1984) per il fondo di questa dolina.

Per altri dati meteorologici considerati importanti nella fisiologia dei vegetali (soleggiamento, evaporazione) si è invece dovuto ricorrere alla stazione meteorologica collocata presso l'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste (coord. geogr.: lat. 45°38'37" N; long.

14) Nella dolina di Percedol sono state considerate nel calcolo le rilevazioni relative alle seguenti specie, dimoranti sul fondo o nella parte inferiore del versante meridionale: *Anemone nemorosa, Asarum europaeum, Bidens frondosa, Circaea lutetiana, Echinocloa crus-gallii, Galanthus nivalis, Helleborus odorus* var. *istriacus, Hepatica nobilis, Isopyrum thalictroides, Lamium orvala, Lathyrus vernus, Nymphea alba, Polygonum mite, Primula vulgaris, Prunus spinosa, Ranunculus ficaria, Salvia glutinosa, Senecio erraticus, Tanacetum corymbosum.*

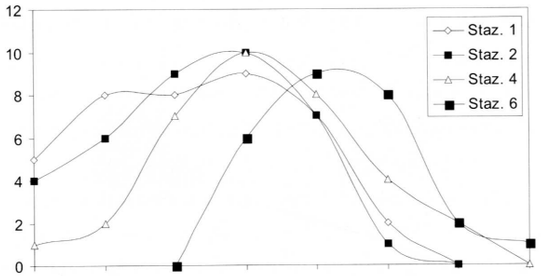

Fig. 3 - Fioritura della specie *Crocus reticulatus* L. per il periodo 1993-97 in 4 stazioni del Carso (landa) dall'inizio di febbraio alla seconda decade di aprile.
- *Flowering of* Crocus reticulatus *L. during 1993-97 in 4 stations of grassland on decades of February, March and April.*

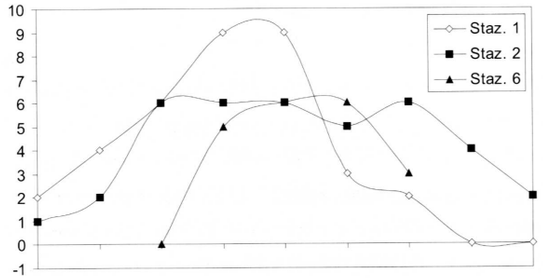

Fig. 4 - Fioritura della specie *Galanthus nivalis* L. negli anni 1995-96 in 3 stazioni del Carso (dolina) nelle decadi di febbraio-aprile.
- *Flowering of* Galanthus nivalis *L. during 1995-96 in 3 stations of dolinas on decades of February, March and April.*

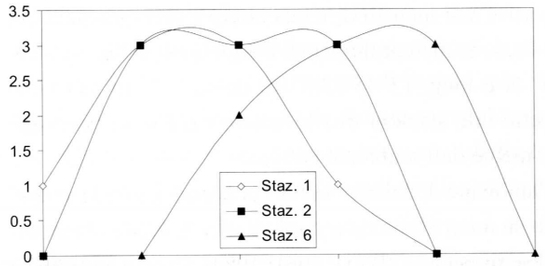

Fig. 5 - Fioritura della specie *Cornus mas* L. nell'anno 1996 in 3 stazioni del Carso (boscaglia) nelle decadi tra marzo e aprile.
- *Flowering of* Cornus mas *L. in 1996 in 3 stations of brushwood on decades of March and April.*

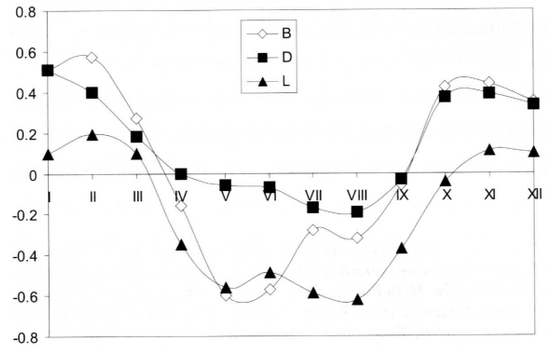

Fig. 6 - Coefficienti di correlazione R antesi/temperature.
- *Correlation index R flowering / temperature.*

13°45'09" E), in quanto quella più prossima di Borgo Grotta non registra tali elementi meteorologici. Per quanto riguarda il soleggiamento, si ritiene che non esistano differenze sostanziali tra l'altipiano e la città di Trieste. Di proposito, non sono state eseguite correlazioni tra antesi di specie di dolina e soleggiamento, in quanto il microclima di questo ambiente particolare risulta notevolmente differenziato, e lo stesso si è fatto coi dati dell'evaporazione.

I coefficienti di correlazione mensili sono stati ottenuti mediante la formula di Bravais-Pearson, e per una loro più agevole lettura nel grafico si è effettuata una perequazione della curva sulla base della terna di coefficienti $a_1 = 1/4$, $a_0 = 1/2$, $a_1 = 1/4$ (VERCELLI, 1940) per una individuazione più evidente del trend.

5.1 Correlazioni antesi/temperature

Per quanto riguarda la boscaglia esiste una notevole correlazione positiva tra temperatura e fioritura nei mesi freddi, probabilmente perché una bassa temperatura risulta un fattore limitante per l'inizio della fase antesica (fig. 6). Infatti, il coefficiente di correlazione raggiunge i massimi valori positivi nel primo trimestre, quando le temperature risultano minori, ed un secondo picco meno accentuato nel periodo tardo-autunnale, quando le temperature medie risultano descrescenti. Il coefficiente di correlazione risulta invece costantemente negativo nella stagione estiva, da aprile a settembre. La temperatura in questo semestre non svolge alcun ruolo limitante: le temperature più alte potrebbero invece aumentare l'evaporazione dell'acqua contenuta nel suolo, esercitando un'azione deprimente nei confronti dell'antesi.

Le correlazioni antesi/temperatura per l'ambiente di dolina ricalcano assai fedelmente quelle della boscaglia nel semestre freddo, mentre nel semestre caldo la correlazione non risulta in questo caso negativa, ma prossima a 0. L'indipendenza delle fioriture della dolina nei mesi estivi dalla temperatura[15] è facilmente collegabile con il microclima particolare della dolina, che risulta molto più fresco ed umido anche in questo periodo (POLLI, 1961; 1984). Questo andrebbe a corroborare l'ipotesi precedentemente formulata sulle possibili cause (evaporazione, umidità, ecc.) della correlazione negativa tra temperature e fioriture in boscaglia nei mesi estivi.

Sulla landa le correlazioni antesi/temperature sono poco positive nei mesi freddi, ma notevolmente negative in quelli caldi. È necessario ricordare che le temperature a Borgo Grotta vengono raccolte in condizioni standard, ma che il microclima della landa è verosimilmente abbastanza diverso rispetto a quello della boscaglia. La landa gode di molta luce in tutte le stagioni dell'anno, il che verosimilmente accentua il riscaldamento diurno di questo ambiente rispetto all'ambiente boschivo. Ciò si riflette probabilmente in senso positivo nei mesi freddi, limitando l'effetto ritardante delle basse temperature, ma sicuramente con effet-

15) Per Percedol si tratta in buona misura di specie di ambiente fresco ed umido, oppure acquatico.

ti negativi nell'estate, in particolare a luglio ed agosto, accentuando ancor più l'evaporazione dell'acqua contenuta nel terreno, con l'aridità ad esso connessa. Appare difatti significativo che la correlazione negativa sia maggiore per il trimestre luglio-settembre nella landa che non nella boscaglia. Le alte temperature svolgono quindi complessivamente un effetto negativo sulle fioriture della landa.

5.2 Correlazioni antesi/precipitazioni

I coefficienti di correlazione antesi/precipitazioni risultano in genere meno marcati, rivelando la minore importanza di questo elemento per la fase di fioritura (fig. 7). È tuttavia notevole che in tutti i tre ambienti esaminati vi sia una certa correlazione positiva tra fioriture e piogge nel primo semestre. Riteniamo che questa correlazione sia in buona parte indiretta e collegata con le corrispondenti temperature mediamente più elevate della stagione invernale e primo-primaverile. Infatti, alle precipitazioni risultano normalmente associati i venti caldi dei quadranti meridionali, mentre temperature più basse sono in questo territorio e in queste stagioni connesse a periodi asciutti, collegati ai venti secchi e freddi di bora.

Il coefficiente di correlazione risulta in genere negativo in tutti e tre gli ambienti nella seconda parte dell'anno, a partire dalla tarda estate, in misura trascurabile nella dolina, più elevata nella boscaglia e massima nella landa. I picchi negativi massimi si rilevano nel tardo autunno, tra ottobre e novembre. Sembrerebbe quindi che in questo caso la scarsità di precipitazioni, e quindi il maggiore soleggiamento, favoriscano le fioriture, in particolare della landa. Questo potrebbe essere collegato a sua volta a livelli di temperature più elevate, in particolare nei mesi già freddi del periodo tardo autunnale[16] (GENZO, 1992).

In generale, non vi è da stupirsi se le precipitazioni svolgano sul Carso un ruolo meno importante delle temperature. Le precipitazioni annue sono piuttosto abbondanti (valore normale di precipitazioni a Borgo Grotta per il periodo 1967-87: 1355,1 mm/anno), per cui solo localmente e in particolari biotopi possono svolgere un effetto limitante (confronta anche i climatogrammi in POLDINI, 1989). Solo nei mesi di luglio e agosto la quantità d'acqua disponibile potrebbe essere alquanto scarsa, ma non tale da impedire alle specie a struttura particolare del fiore (*Sedum sexangulare, Euphorbia nicaeensis, Eryngium amethistinum,* ecc.) di superare indenni anche queste fasi critiche, con fioriture centrate in questo periodo.

5.3 Correlazioni antesi/soleggiamento

L'esame dei coefficienti di correlazione tra antesi e soleggiamento (fig. 8) nell'ambiente di boscaglia consente di individuare una discreta correlazione positiva nei mesi autunnali; la correlazione è invece negativa nel periodo situato tra la tarda primavera e l'inizio dell'autunno. Le antesi in ambiente di landa ricalcano le correlazioni positive con il soleggiamento per i mesi autunnali, mentre si rileva un altro picco positivo, anche se meno accentuato, nei mesi primaverili; più intensa è invece la correlazione negativa nei mesi estivi.

Questi andamenti ricalcano in buona misura le correlazioni antesi / temperatura, in quanto un maggiore soleggiamento fornisce al suolo una maggiore quantità di energia termica. Significativamente, le specie di landa appaiono più sensibili al passaggio allo stadio antesico quando le temperature sono più basse, mentre reagiscono negativamente durante la stagione estiva, presumibilmente per un certo stato di sofferenza idrica e per la mancanza dell'effetto schermante al suolo di uno strato fogliare arboreo.

16) La correlazione temperatura / precipitazioni è, in effetti, molto debole; tuttavia fino ad aprile i coefficienti risultano debolmente positivi, quasi costantemente negativi da maggio ad ottobre, con punte più accentuate nella stagione tardo-primaverile ed estiva (GENZO, 1992).

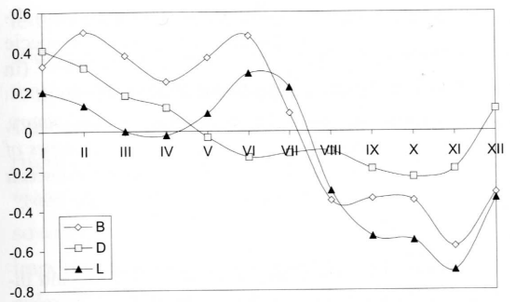

Fig. 7 - Coefficienti di correlazione R antesi/precipitazione.
- *Correlation index R flowering/ precipitations.*

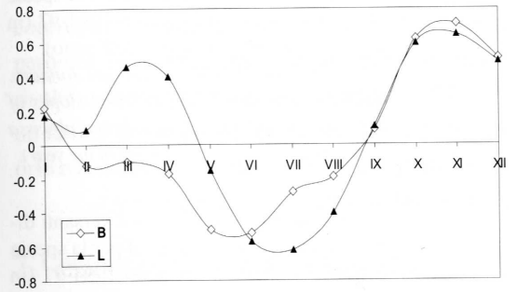

Fig. 8 - Coefficienti di correlazione R antesi/soleggiamento.
- *Correlation index R flowering/ sunny-period.*

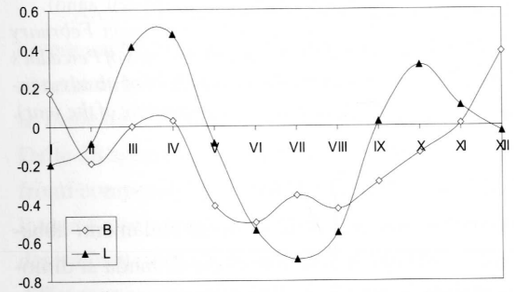

Fig. 9 - Coefficienti di correlazione R antesi/evaporazione.
- *Correlation index R flowering/ evaporation.*

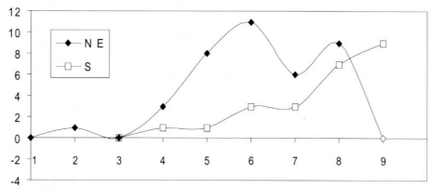

Fig. 10 - Confronto inizio fioriture su 2 versanti diversi della dolina di Percedol per la specie *Primula vulgaris* nel periodo 1994-97 (in ascissa le decadi dall'inizio dell'anno).
- *Flowering of* Primula vulgaris *on January, February and March in 2 different slopes of Percedol's dolina (1994-97) (numbers of abscissa indicate decades from beginning of the year).*

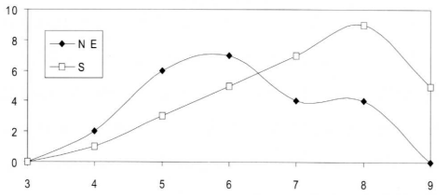

Fig. 11 - Confronto inizio fioriture su 2 versanti diversi per la dolina di Percedol per la specie *Galanthus nivalis* nel periodo 1994-97 (in ascissa le decadi dall'inizio dell'anno).
- *Flowering of* Galanthus nivalis *on January, February and March in 2 different slopes of Percedol's dolina (1994-97)(numbers of abscissa indicate decades from beginning of the year).*

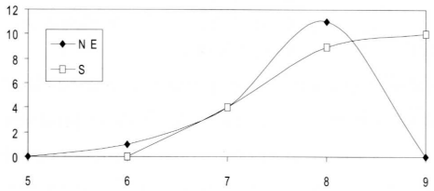

Fig. 12 - Confronto inizio fioriture su 2 versanti diversi della dolina di Percedol per la specie *Hepatica nobilis* nel periodo 1994-97 (in ascissa le decadi dall'inizio dell'anno).
- *Flowering of* Hepatica nobilis *on February and March in 2 different slopes of Percedol's dolina (1994-97) (numbers of abscissa indicate decades from beginning of the year).*

5.4 Correlazioni antesi/evaporazione

L'esame dei coefficienti di correlazione (fig. 9) porta a riconoscere andamenti abbastanza simili a quelli già riscontrati tra antesi / soleggiamento. Le specie di landa si dimostrano notevolmente più sensibili al ruolo esercitato dall'evaporazione, che svolge un'azione positiva (indiretta?) nei confronti dell'antesi nel periodo primaverile ed autunnale, ed un'accentuata azione depressiva durante i mesi estivi, quando le risorse idriche sono limitate a causa dell'intenso riscaldamento. Tale azione negativa durante il semestre estivo risulta notevolmente meno accentuata per le specie nemorali, protette dall'eccessiva traspirazione dall'azione schermante delle sovrastanti chiome arbustivo-arboree.

6. Confronto dell'inizio delle fioriture su versanti diversi di una dolina

Questo confronto è stato fatto solo sui versanti meridionale e nord est della dolina di Percedol (stazione n. 4), nel periodo 1994-97, e solo per alcune specie vernali a fioritura più precoce. Le figg. 10, 11 e 12 rappresentano i risultati delle rilevazioni effettuate in con-

temporanea per alcune specie su entrambi i versanti della dolina: i numeri in ascissa indicano le decadi a partire dal mese di gennaio, le ordinate le somme dei livelli delle rilevazioni effettuate nel corso del quadriennio. Dal loro esame risulta evidente l'anticipo della fioritura fino a 1-2 decadi per ciascuna delle specie presenti sul versante NE rispetto a quello S. Lo stesso si riscontra in generale anche per la frequenza della fioritura delle stesse, e per il periodo in cui viene raggiunto l'acme. Questo differente comportamento è evidentemente collegato al diverso soleggiamento goduto dai due versanti opposti. Siccome il fattore temperatura risulta molto importante per l'anticipo dell'antesi specialmente nei mesi freddi (vedi paragrafi preced.) è chiaro il vantaggio per gli individui situati sul versante disposto a NE. Sarebbe interessante un confronto anche tra le specie ad inizio di fioritura meno precoce o anche tardiva. È da ritenersi però che in tali circostanze le differenze del momento iniziale di fioritura tra i vari versanti risultino molto meno marcate sia perché nelle altre stagioni la temperatura non costituisce più un fattore limitante, sia anche per il diminuito valore del gradiente termico che si verifica tra orlo e fondo della dolina nella stagione tardo primaverile ed estiva (Polli, 1984).

7. Confronti dell'inizio delle fioriture in ambienti diversi

Alcune specie non dimorano esclusivamente in un determinato ambiente, ma possono vivere anche in ambienti diversi o nelle fasce di contatto tra un ambiente e l'altro oppure in zone marginali degli stessi. In questi casi, è stato possibile effettuare confronti sincronici tra le medesime specie, rilevando in quali ambienti esse risultavano a fioritura più precoce. Delle 28 specie che nelle tabelle di sintesi apparivano in due ambienti, sono stati fatti confronti comparati sugli inizi delle fioriture. Mediante assegnazione di punteggi convenzionali, con l'attribuzione di 1 punto ad ogni specie che si piazzava prima per ogni annata in un determinato ambiente, si è riscontrato (tab. IV) che in circa 2/3 delle specie (gruppo U) le differenze negli inizi delle fioriture risultavano trascurabili (differenze di punteggi tra i 2 ambienti < 2), mentre nel restante terzo (gruppo M) risultavano notevoli (differenze di punteggi > 3). Nel caso di specie a fioritura sincronica (gruppo U) la maggior parte (84,2%) era

Specie (tipo)	%	Ambiente (confronti)	%
		B/L	66,6
M	32,1	D/L	11,1
		B/D	22,2
		B/L	15,8
U	67,9	D/L	-
		B/D	84,2

Tab. IV - Confronto di inizio di fioriture di specie in ambienti diversi. M = specie con notevoli differenze di tempo di fioritura (punteggi > 2); U = specie con trascurabili differenze di tempo di fioritura (punteggi < 3).
- *Beginning of flowering of species who live in different enviroments. M = species with remarkable differences of beginning of flowering (marking >2); U = species with negligible differences of beginning of flowering (marking < 3).*

situata nella boscaglia e dolina, il che starebbe ad indicare una maggiore affinità delle strutture vegetazionali di questi due ambienti (cfr. paragrafo 5), mentre solo il 15,8% era censito sia nella boscaglia che nella landa, generalmente nella fascia di contatto tra di esse.

Più interessanti le analisi riguardanti il gruppo M. In questo caso si è riscontrato che il 66,6% delle specie risultavano censite sia nella boscaglia che nella landa, il 22,2% sia nella boscaglia che nella dolina, e appena il 11,1% sia nella dolina che nella landa. In questi casi le specie a fioritura più precoce in un determinato ambiente risultavano essere anche più segnalate (62,3% dei casi) e più frequenti (67% dei casi) nel medesimo ambiente, parametri che conferivano indubbiamente a quell'ambiente le caratteristiche di habitat primario per la specie in questione. Anche la durata della fioritura risultava correlata positivamente all'inizio più precoce della stessa. È stato perciò calcolato il rapporto percentuale per ciascuna di queste specie rispetto al totale delle decadi di fioritura nel quinquennio nei due diversi ambienti in cui le specie risultavano presenti (tab. V). Queste analisi antesiche consentono di suggerire un criterio discriminante di individuazione oggettiva dell'habitat primario di una specie, almeno per un determinato territorio, in quanto fioriture di durata più ampia ed anche più precoce sono requisiti indispensabili nella riproduzione e propagazione della medesima. Dato tuttavia il numero relativamente esiguo di specie considerate, prima di enunciare definitivamente tale criterio saranno necessarie ulteriori conferme derivate da più ampie ed approfondite indagini.

Resta ancora da ricordare che nei casi di sfasamento notevole delle fioriture (gruppo M) esso corrisponde normalmente a 1-2 decadi, e solo in casi eccezionali a valori più elevati. Un caso particolare è dato da *Ranunculus ficaria,* che fiorisce sulla landa fin dalla prima decade di marzo ed anche in febbraio, mentre nella dolina la fioritura ha inizio appena in aprile. Qui siamo però in presenza di due sottospecie diverse, la prima (ssp. *nudicaulis*)

SPECIE	B	D	L	Ambiente primario
Anthericum ramosum	65,1		34,9	B
Centaurea triumfettii	67,9		32,0	B
Dorycnium germanicum	29,5		70,5	L
Euphorbia cyparissias	41,0		59,0	L
Mercurialis ovata	39,0	61,0		D
Primula vulgaris	45,2	54,8		D
Ranunculus ficaria (*)		52,2	47,8	L*
Satureja montana ssp. *variegata*	34,4		65,6	L
Teucrium chamaedrys	31,3		68,8	L

Tab. V - Ambiente primario di specie con periodo distinto di inizio e di durata della fioritura. (i numeri indicano in % le durate antesiche nei due ambienti diversi). (*) Sulla landa generalmente la ssp. *nudicaulis*, in dolina la ssp. *bulbifer*.
- *Primary habitat of species with different beginning and lenght of time of flowering (% indicates period of flowering in different habitats). (*) In the stony grassland generally ssp.* nudicaulis, *in dolina ssp.* bulbifer.

dimora generalmente sulla landa, la seconda (ssp. *bulbifer*) in dolina. In questo caso, significativamente, non si riscontrano differenze notevoli nella durata dell'antesi.

8. Confronti delle antesi in relazione alle forme biologiche e alla corologia

Prima di procedere ai confronti tra comportamento antesico delle specie in relazione alle loro forme biologiche e al settore corologico di provenienza, è necessario rilevare che il centinaio di specie prese in esame risulta notevolmente frammentato quando viene suddiviso in tali categorie e, contemporaneamente, in fasi antesiche distinte per mese.

Ciò può portare a gruppi poco numerosi, e non sempre statisticamente significativi, per cui frequentemente si è ricorsi all'accorpamento nelle provenienze corologiche (cfr. POLDINI, 1989) e, talora, anche al raggruppamento per periodi antesici contigui. Inoltre, in conseguenza dei criteri di scelta delle specie di rilevazione antesica stabiliti a priori (vedi nota 2), il gruppo qui esaminato non sempre riflette con adeguata rappresentatività la totalità della

Gruppo	Spettro biol.	Ripart. % forme biol.
H	42	51,4
G	16	25,2
CH	5	11,2
P (+NP)	11	11,2
T	22	0,9
Altre	4	-

Tab. VI - Spettri biologici del Carso isontino e triestino (POLDINI, 1989) e ripartizione percentuale delle specie rilevate in questo lavoro (per la simbologia vedi tab. prec.)
- *Biological spectra of Isontine and Triestine Karst (*POLDINI, *1989) and distribution of species in this work.*

Settore	Spettro corol.	Ripart. % corol.
Paleotemperato	7	1,9
Circumborale	6	6,7
Eurosibirico	7	8,6
Eurasiatico	12	8,6
Europeo	13	22,9
N-Illirico	8	1,5
S-Illirico		5,7
S E-Europeo		8,6
Pontico	6	10,5
Mediterr.-Pontico		3,8
Eurimediterraneo	17	10,5
Stenomediterraneo	3	0,9
Mediterr.-montano	4	5,7
Mediterr.-Atlantico	2	0,9
Endemico	1	1,9
Altre	14	-

Tab. VII- Spettri corologici del Carso isontino e triestino (POLDINI, 1989) e ripartizione percentuale delle specie rilevate in questo lavoro.
- *Chorological spectra of Isontine and Triestine Karst (*POLDINI, *1989) and distribution of species in this work.*

flora carsica (vedi tab. VI e VII). Pertanto, quand'anche le considerazioni che qui verranno svolte rappresentino con una certa verosimiglianza alcune linee di tendenza, esse non possono automaticamente ed acriticamente essere estese, senza ulteriori indagini, fino a rappresentare il complesso della flora carsica.

8.1 Confronti degli inizi delle fioriture in relazione a forme biologiche e corologia

Un'analisi delle specie complessivamente considerate rispetto alle forme biologiche indica nelle Geofite le specie a fioritura più precoce, la cui componente, nei primi mesi, supera abbondantemente tutte le altre messe assieme (fig. 13).

Successivamente, anche le altre componenti risultano più rappresentate e, tra fine estate ed autunno, è la componente delle emicriptofite a raggiungere la maggioranza assoluta. Questa tendenza è in relazione con il meccanismo biologico adottato dalle varie specie per superare la stagione avversa: le geofite possono sviluppare rapidamente gli organi riproduttivi, anche in assenza di processi fotosintetici, disponendo già all'interno di bulbi e rizomi di sostanze nutritive di riserva. Nel restante periodo dell'anno si afferma maggiormente la presenza delle emicriptofite, che d'altronde rappresentano nello spettro biologico regionale circa la metà delle specie presenti. Mancano Fanerofite a fioriture tardive.

Suddividendo le specie per settori corologici e per fasce di inizio di fioriture, si ottiene una struttura molto articolata. Per una comprensione più evidente del fenomeno, sono stati

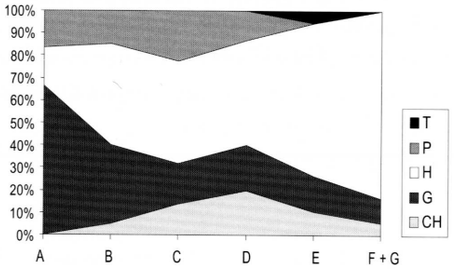

Fig. 13 - Forma biologica ed inizio della fioritura.
- *Biological forms and beginning of flowering.*

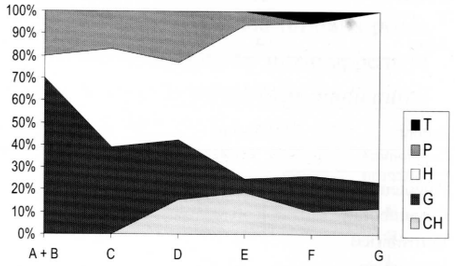

Fig. 14 - Forma biologica e baricentro della fioritura.
- *Biological forms and centre of flowering.*

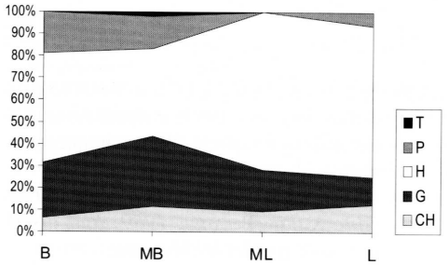

Fig. 15 - Forma biologica e durata della fioritura.
- *Biological forms and lenght of time of flowering.*

Legenda: CH = camefite; G = geofite; H = emicriptofite; P = fanerofite; T = terofite
CH = camephytes; G = geophytes; H = hemicryptophytes; P = phanerophytes; T = therophytes

aggregati i vari settori di provenienza in 4 gruppi principali (confronta POLDINI, 1989, pag. 183 e segg.). Al gruppo delle Eurasiatiche vengono ascritte le specie provenienti dal settore delle Europee, Eurasiatiche, Eurosibiriche e Circumboreali; al gruppo delle Illirico-Mediterranee le specie Sud-Illiriche, le Sud-Est Mediterranee e le Eurimediterranee; al gruppo delle Pontiche le Pontiche e le Pontico-Mediterranee, mentre le Mediterraneo-montane costituiscono un gruppo separato.

In ogni fascia di fioritura prevale il gruppo Eurasiatico, che del resto è anche il più rappresentato nella flora regionale (fig. 16). Le specie Illirico-mediterranee sono abbastanza ben rappresentate nelle fioriture più precoci e soprattutto in quelle tardo estive, mentre il contingente delle specie Pontiche è prevalente nelle fioriture primaverili e tardo primaverili. In tutte le fasce la presenza del gruppo Mediterraneo-montano risulta modesta.

8.2 Confronti dei baricentri delle fioriture in relazione alle forme biologiche e alla corologia

Similmente a quanto osservato nei periodi iniziali di fioritura, anche i baricentri di fioritura delle specie più precoci sono costituiti in prevalenza da Geofite (fig. 14). Il grafico complessivo delle fasce mensili di massima fioritura ricalca molto bene quello dell'inizio delle fioriture. Anche le fioriture delle Fanerofite sono relativamente precoci. Nelle fasi finali dell'anno diventa importante soprattutto la componente delle Emicriptofite anche se qui, a differenza degli inizi delle antesi, le Camefite mantengono una qualche importanza.

L'aggregazione delle specie per settori corologici affini (fig. 17) porta, sostanzialmente, a una situazione simile a quella del grafico corologico precedente (confronta fig. 16). Il contingente Eurasiatico è molto ben rappresentato nelle fioriture in ogni stagione, le specie Illirico-Mediterranee sono cospicuamente presenti nelle fioriture precoci e soprattutto in quelle tardive, mentre le specie Pontiche prevalgono in quelle tardo-primaverili e all'inizio dell'estate, e le Mediterraneo-montane, peraltro in quantità modesta, in quelle estive, mentre sono del tutto assenti nelle fioriture tardive.

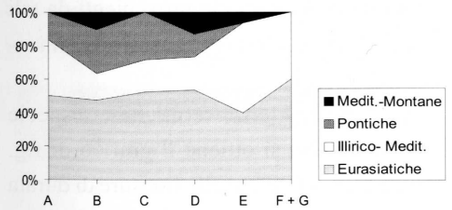

Fig. 16 - Ripartizione corologica in relazione al periodo iniziale di fioritura.
- *Chorological distribution with regard to beginning of flowering.*

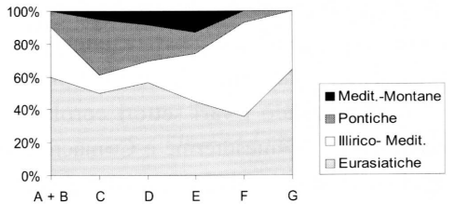

Fig. 17 - Ripartizione corologica in relazione al baricentro di fioritura.
- *Chorological distribution with regard to centre of flowering.*

8.3 Confronti delle specie per durata delle fioriture in relazione a forme biologiche e corologia

Il periodo di durata delle fioriture è molto variabile a seconda delle specie. Alcune esauriscono la fase antesica in un arco di tempo inferiore al mese, o anche a 1-2 decadi (es. *Convallaria majalis, Prunus spinosa, Veronica jacquinii*, ecc.), altre protraggono la loro fioritura per oltre un semestre, con fioriture continuate (specie a fioritura continua, es. *Anthericum ramosum, Convolvulus cantabrica, Hippocrepis comosa, Lotus corniculatus*, ecc.), e in questo caso le intensità delle fioriture sono ovviamente fluttuanti da un mese all'altro, oppure con due picchi separati da un periodo di quiescenza (specie a fioritura interrotta, es. *Chamaecytisus hirsutus, Coronilla emeroides, Globularia punctata*, ecc.). Questo periodo coincide in genere con la fase più arida della stagione estiva (luglio-agosto), ma può essere presente anche in alcune specie a fioritura molto precoce, che ha inizio già d'inverno. In quest'ultimo caso l'interruzione è generalmente determinata da ondate più acute di freddo. Nei casi delle specie a fioritura interrotta, per quelle a fioritura estiva la prima fioritura risulta in genere più abbondante rispetto alla seconda (ad es. *Chamaecytisus hirsutus, Coronilla emeroides*, ecc.), mentre in quelle a fioritura invernale è in genere più abbondante la seconda (ad es. *Helleborus odorus* var. *istriacus*, ecc.).

In relazione alla durata della fioritura, tra le specie da noi considerate, la metà sono costituite da piante a fioritura medio-breve, mentre le altre si ripartiscono in modo quasi equivalente nelle restanti tre categorie: breve (15,1%), medio-lunga (19,8%) e lunga (15,1%) (confronta paragrafo 3f).

In rapporto alle forme biologiche Geofite e Fanerofite sono più rappresentate nelle specie a fioriture brevi (B) o medio-brevi (MB), mentre le Emicriptofite prevalgono nelle specie a fioriture lunghe (L) e medio-lunghe (ML) (fig. 15).

La suddivisione secondo i gruppi corologici precedentemente descritti porta a una evidente massiccia presenza del contingente Eurasiatico nelle fioriture di durata breve e medio - breve, mentre nelle antesi di durata lunga o medio-lunga prevalgono le specie dei gruppi Illirico-Mediterraneo e Pontico, con raddoppio percentuale del loro complesso (fig. 18). Questo potrebbe essere messo in relazione con l'attitudine delle specie provenienti da tali ambienti geografici a sopportare lunghi periodi di siccità estive, con conseguenti adattamenti a fioriture concentrate sia nei mesi primaverili che autunnali.

Aggregando i vari settori corologici in base alle preferenze termiche (F=specie microterme, M=mesoterme e C=macroterme) (Poldini,1991) si ottiene il grafico di fig. 19. Esso evidenzia una tendenza delle specie mesoterme e microterme alle fioriture di durata breve o medio-breve; le macroterme sono più rappresentate invece nelle specie a fioritura lunga o medio-lunga. Questo fatto va probabilmente collegato all'origine geografica dei gruppi Pontico, e Illirico-Mediterraneo, in genere costituiti da specie termofile e meglio adattate ad ambienti xerici.

9. Confronti delle specie per inizio, baricentro, durata di fioritura con gli indici di Landolt

Anche per questi confronti valgono le premesse discusse all'inizio del precedente paragrafo. Per una più agevole lettura dei diagrammi, in tutte le figure gli indici di Landolt 1 e 2, e 4 e 5 (modif. Poldini, 1991) sono stati accorpati, e così pure i periodi contigui di fioritura.

a) Luminosità (L)

Le specie sciafile e subeliofile sono prevalentemente a fioritura precoce e breve; quelle eliofile a fioritura tardiva e di lunga durata (figg. 20, 21 e 22).

b) Granulometria (D)

Le specie che vivono su suoli a granulometria fine sono in prevalenza a fioritura breve e precoce, mentre quelle che vivono su terreni con granulometria medio-grossa sono a fioritura tardiva e lunga (figg. 23, 24 e 25).

Risultati simili, di cui non si riportano per brevità i diagrammi, si ottengono anche da confronti con altri indici di Landolt.

In particolare:

c) Humus (Hm)

Le specie che vivono in suoli più ricchi di humus sono più frequenti nelle fioriture precoci e brevi; quelle con suoli poveri di humus hanno invece fioriture più tardive e lunghe.

d) Indice nutrienti (N)

Le specie dei suoli meso-eutrofici sono generalmente a fioritura precoce e breve, quelle dei suoli oligotrofici a fioritura tardiva e lunga.

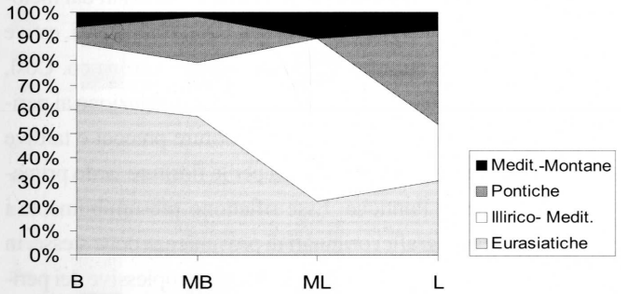

Fig. 18 - Ripartizione corologica in relazione alla durata delle fioriture.
- *Chorological distribution with regard to length of time of flowering.*

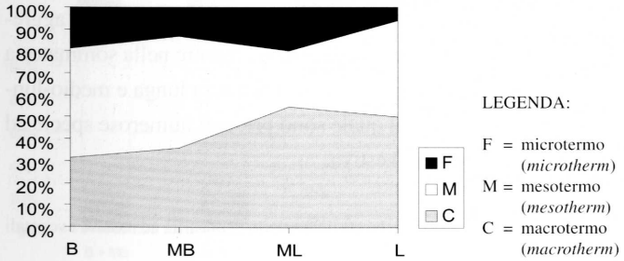

Fig. 19 - Percentuale settori corologici rispetto alla durata della fioritura.
- *Chorological sectors with regard to lenght of time of flowering.*

e) Umidità (H)

Le specie adattate a condizioni di umidità media sono in genere a fioriture precoci e brevi, quelle adattate a suoli aridi a fioriture tardive e lunghe.

Queste comparazioni fanno emergere un sostanziale dualismo tra specie a fioriture precoce e brevi, in biotopi con scarsa luminosità, granulometria più fine, alta umidità, percentuale elevata di humus e di nutrienti del suolo, e specie a fioritura tardiva e prolungata, dimoranti in ambienti con caratteristiche opposte. Difatti, separando le specie in due contingenti, gravitanti rispettivamente in ambiente nemorale e in ambiente di prateria, appare evidente la preferenza di specie a fioriture precoci e brevi a dimorare nel primo ambiente, e quella di specie a fioritura tardiva e di lunga durata a dimorare nel secondo (figg. 26, 27 e 28) Interpretiamo queste differenze come adattamenti ecologici a biotipi diversi, soprattutto per condizioni fisiche e microclimatiche. Pertanto, eccetto che per la luminosità, che riveste un ruolo fondamentale nel fenomeno antesico[17] riteniamo che tutti gli altri fattori rappresentati dagli indici di Landolt siano piuttosto espressione indiretta delle diversità edafiche degli ambienti rispettivamente nemorali e di prateria, che non di azione di stimolo diretto sulle fioriture.

10. Considerazioni finali

I periodi di fioritura di ogni specie sono geneticamente prefissati, collegati indubbiamente al fotoperiodismo, che probabilmente deve essere interpretato come un adattamento arcaico delle specie alle variazioni giornaliere del ritmo oscurità/illuminazione conseguenti alle alternanze stagionali della fascia temperata. Accanto a questo appaiono, pur nei limiti evidenziati dal metodo d'indagine, particolari linee di tendenza di specie a fioriture precoci, tardo primaverili, estive o tardive, in conseguenza della loro appartenenza ad un determinato settore corologico. Così, accanto a una sostanziale stazionarietà dell'aggregato di specie Eurasiatiche in relazione ai periodi iniziali e ai baricentri antesici, si assiste a una preferenza per le fioriture precoci e tardive nell'aggregato delle specie Illirico-Mediterranee, e a una prevalenza per le fioriture tardo primaverili e inizio estive per l'aggregato delle specie Pontiche. Esse riflettono presumibilmente i periodi ottimali di antesi delle specie nei nuclei geografici originari di provenienza delle stesse, in relazione con le rispettive caratteristiche climatiche locali. Anche le durate complessive dei periodi di fioritura appaiono collegate al gruppo corologico di appartenenza: nelle specie dell'aggregato Eurasiatico prevalgono le fioriture di durata breve e medio-breve, mentre nella sommatoria degli aggregati Illirico-Mediterraneo e Pontico prevalgono specie a fioritura lunga e medio-lunga, tendenza facilmente comprensibile in un blocco nel quale sono presenti numerose specie ad antesi bimodale e pausa (o attenuazione del fenomeno) estiva.

17) Secondo recenti indagini in senso negativo: sarebbe piuttosto la durata del periodo di oscurità ad indurre i vegetali alla fioritura.

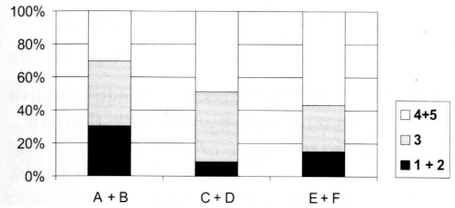

Fig. 20 - Inizio antesi e indice di Landolt L (Luminosità) (vedi sezione 3.i).
- *Beginning of flowering and Landolt's luminosity-index (see section 3.i).*

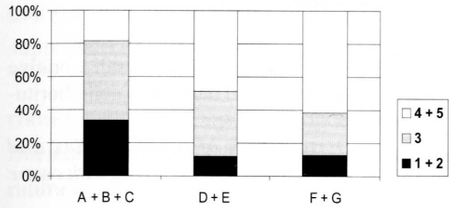

Fig. 21 - Baricentro antesi e indice di Landolt L (Luminosità).
- *Centre of flowering and Landolt's luminosity-index.*

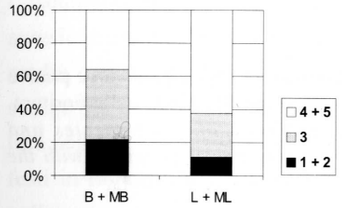

Fig. 22 - Durata antesi e indice di Landolt (Luminosità).
- *Length of time of flowering and Landolt's luminosity-index.*

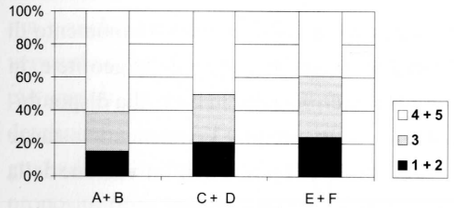

Fig. 23 - Inizio antesi e indice di Landolt D (Granulometria) (vedi sezione 3.i).
- *Beginning of flowering and Landolt's D-index (see section 3.i).*

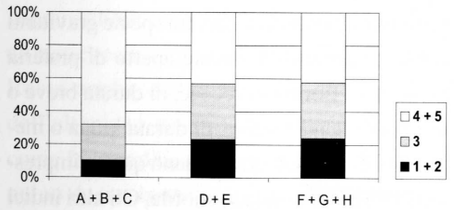

Fig. 24 - Baricentro antesi e indice di Landolt (Granulometria).
- *Centre of flowering and Landolt's D-index.*

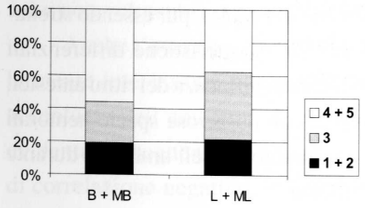

Fig. 25 - Durata antesi e indice di Landolt D (Granulometria).
- *Lenght of time of flowering and Landolt's D-index.*

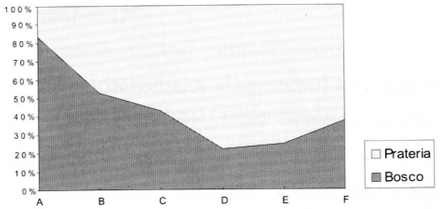

Fig. 26- Ripartizioni specie nemorali e prative in relazione all'inizio della fioritura.
- *Distribution of wood-species and grassland-species at regard with beginning of flowering.*

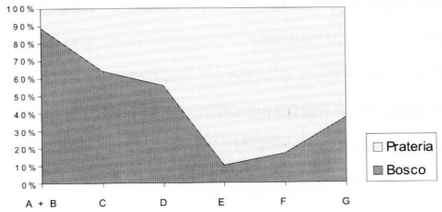

Fig. 27- Ripartizioni specie nemorali e prative in relazione al baricentro della fioritura.
- *Distribution of wood-species and grassland species at regard with centre of flowering.*

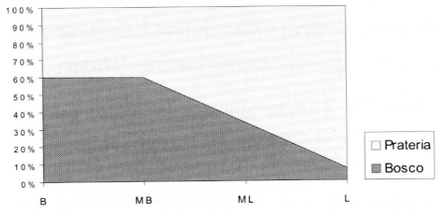

Fig. 28- Ripartizione specie nemorali e prative in relazione alla durata della fioritura.
- *Distribution of wood-species and grassland-species at regard with the length of time of flowering.*

Anche più marcato si rivela, nelle specie esaminate, il collegamento tra momento di fioritura e forma biologica, con prevalenza delle specie vernali al gruppo delle geofite e, in misura più limitata, delle fanerofite. Esso è facilmente interpretabile in base alla disponibilità da parte di queste specie di organi (bulbi, tuberi, rizomi, gemme) contenenti sostanze nutritizie, in grado di sviluppare rapidamente organi riproduttivi prima dell'attivazione della fotosintesi e rappresenta un adattamento strutturale di notevole importanza.

Molto evidente risulta anche il dualismo, nel comportamento antesico, tra specie gravitanti in ambiente nemorale (boschi submesofili e termofili) e specie di ambiente aperto di prateria (pascoli sassosi e prati). Le prime risultano in larga misura a fioritura precoce, di durata breve o medio-breve, mentre le seconde sono a fioritura prevalentemente tardiva, di durata lunga o medio-lunga. I collegamenti statistici effettuati con gli indici di Landolt confermano questa impressione: nella prima categoria prevalgono le specie sciafile, nella seconda le eliofile. Gli altri indici collegati (umidità, quantità di humus e di nutrienti, granulometria del suolo), pur essendo strettamente e logicamente connessi, sembrano piuttosto esprimere le caratteristiche differenziali microclimatiche ed edafiche dei due ambienti che non fattori diretti di influenza dei ritmi antesici. Tale dualismo è l'espressione di adattamenti a biotopi diversi, con numerose specie nemorali indotte, in generale, a fioriture anticipate e brevi per sfruttare la luminosità dell'ambiente durante periodi precedenti la fogliazione delle specie arbustive ed arboree.

I dati raccolti hanno consentito anche indagini sulle differenze di comportamento antesico per le specie che trovano dimora in ambienti diversi. Solo per una frazione di tutte le specie esaminate sono state riscontrate differenze accentuate. In questi casi, l'inizio precoce della fioritura risultava sempre associato a una durata più lunga e a una maggiore intensità della stessa. Queste maggiori opportunità riproduttive potrebbero essere considerate un criterio valido, almeno per un determinato territorio, per l'individuazione dell'habitat primario di una specie di orlo, oppure gravitante in ambienti diversi, anche se esso dovrà essere supportato da più ampie e approfondite indagini.

I dati quinquennali bene evidenziano le influenze dei vari elementi meteorologici sui ritmi fenantesici. Dopo il fotoperiodismo, è probabilmente la temperatura a svolgere l'influenza più importante. Essa si esplica sul territorio carsico in particolare quando la temperatura è relativamente bassa e svolge quindi un ruolo limitante per l'avvio delle fioriture. L'isoterma di 10°C svolge un ruolo importante a questo riguardo. La correlazione tra ritmi antesici e temperatura risulta sempre notevolmente positiva nei periodi in cui le temperature medie mensili sono al di sotto di questo valore. Sopra questo livello la temperatura non svolge più un ruolo limitante, per cui le correlazioni diventano poco significative o addirittura negative. È abbastanza significativo che l'influenza positiva della temperatura si manifesti in tutte quelle situazioni in cui essa supera la soglia-limite: temporalmente, quindi, nelle annate col primo trimestre particolarmente mite e con temperature superiori alla norma, e anche durante i periodi tardo-autunnali con caratteristiche analoghe; spazialmente, sui versanti solatii delle doline, ed inoltre nelle stazioni del Carso isontino, più miti e con una più accentuata influenza marittima. In quest'ultimo caso si può spesso notare come, per una determinata specie, l'onda di fioritura inizi nel Carso monfalconese propagandosi quindi gradualmente verso il Carso di Basovizza, più elevato, più continentale, più freddo. A questo proposito resta indubbia la validità della distinzione floristica operata da Poldini tra Carso supramediterraneo inferiore e Carso supramediterraneo superiore, in quanto alle variazioni climatiche conseguono evidenti differenze di distribuzione territoriale di parecchie specie. Resta anche confermato da queste "ondate di fioritura" l'elevato gradiente termico dell'altopiano descritto nei lavori meteorologici da Polli. È pure abbastanza significativo come le correlazioni negative tra fioriture e temperature tipiche del semestre estivo si attenuino decisamente nel particolare ambiente microclimatico delle doline, dove l'umidità risulta notevolmente superiore al resto dell'altopiano.

Anche l'evaporazione svolge probabilmente un ruolo di notevole importanza. Particolarmente interessante appare l'effetto negativo che essa svolge durante i mesi estivi, più accentuato nell'ambiente di prateria che non in quello boschivo. Tale diversa incidenza è evidente conseguenza delle diverse condizioni microclimatiche, ma il notevole coefficiente di correlazione negativo, in particolare nei pascoli sassosi, farebbe presupporre una condi-

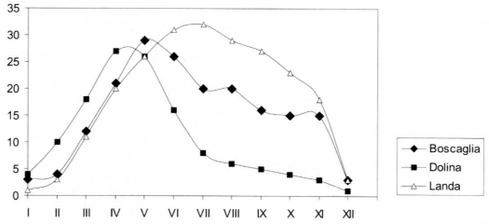

Fig. 29 - Fioriture complessive mensili nei 3 ambienti (per numero di specie).
- *Monthly global flowering in brushwood, dolina and grassland (number of species).*

zione di disagio idrico nei vegetali in questo periodo dell'anno, sebbene questo non appaia dal climogramma della stazione di Borgo Grotta. Andrebbero studiati in modo particolareggiato i microclimi dei diversi biotopi, e il grado di percolabilità dei suoli, che nei terreni carsici dovrebbe essere presumibilmente piuttosto elevato.

Meno importanti appaiono le influenze dirette delle precipitazioni sulle fioriture, anche se vi è una certa correlazione positiva nel primo semestre e negativa nel secondo. Sembra che le precipitazioni svolgano piuttosto un ruolo indiretto, in quanto il maggior numero di piogge porterebbe a un rialzo termico nella stagione invernale, ma ad un abbassamento di temperatura nel semestre estivo-autunnale. Le fioriture complessive mensili indicano nelle specie presenti in dolina quelle a fioritura più precoce, sia per il numero di specie che per il livello di intensità antesica (baricentro antesico nel 131° giorno dell'anno); ad esse segue la boscaglia (baricentro antesico nel 165° giorno) e per ultima la landa (baricentro antesico nel 182° giorno) (fig. 29). Questo è in accordo con il dualismo ambiente nemorale/prateria precedentemente descritto. Tra i vari ambienti, la landa si segnala per il maggior numero di specie fiorite e per la maggiore abbondanza delle stesse. Riguardo ai mesi, quello con un maggior numero di specie in fioritura è maggio, seguito da giugno e da aprile; ultimi dicembre e gennaio. Osservazioni prolungate per cinque anni dimostrano che il ritmo decadale di rilevazione è sufficiente per un'adeguata registrazione del fenomeno antesico. Chi scrive ha tuttavia osservato, in più di qualche occasione, alcune specie a fioritura fugace, come ad esempio *Prunus spinosa*, con individui non ancora fioriti durante una rilevazione e già sfioriti quasi del tutto e in fase di fogliazione nella rilevazione successiva, distante appena una decina di giorni. Il quinquennio è invece un periodo breve per l'osservazione dei dinamismi vegetazionali. Ciò non pertanto, non può non impressionare la presenza, ad esempio nella landa della stazione n. 2, di *Jurinea mollis* solo nel primo anno[18], e quella di *Dictamus albus* solo in quelli successivi, indice di un rapido processo di cespugliamento della medesima.

Manoscritto pervenuto il 20.VI.1999.

18) Nella landa della stazione n. 3 *Jurinea mollis* è stata segnalata solo nel primo triennio, poi è scomparsa.

Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente il prof. Livio Poldini, docente ordinario presso il Dipartimento di biologia dell'Università degli Studi di Trieste, per i consigli forniti durante i lavori e la stesura del manoscritto. Si ringrazia anche il dott. Fabrizio Martini, del medesimo Dipartimento, per l'aiuto fornito nella determinazione di alcune specie. Questo lavoro non avrebbe potuto essere svolto senza la cura e l'assidua diligenza di tutti i rilevatori delle varie stazioni: essi sono la dott. Licia Biasi, la dott. Mafalda Crasnich, il sig. Giorgio Cusma, il sig. Carlo Zanini, il sig. Roberto Crevatin , la dott. Marisa Bacci, e la sig. Anastasia Puric, a cui va il mio più sentito ringraziamento. In particolare, Licia Biasi, Mafalda Crasnich e Roberto Crevatin hanno anche collaborato nel lungo lavoro di stesura di alcune tabelle fenantesiche. Ringrazio infine la sig. Amanda Franzutti, che mi ha aiutato nella ricerca delle relazioni tra baricentri antesici e ordine filogenetico delle famiglie.

ZUSAMMENFASSUNG - Die Ergebnisse der Beobachtungen der Blütezeiten von mehr als hundert Pflanzenarten auf dem Triester Karst, die in den Jahren 1993-97 durchgeführt wurden, werden hier illustriert. Illyrische-mediterrane Arten blühen besonders im Vorfrühling und im Herbst, pontische Arten besonders im Spätfrühling und im Vorsommer, was wahrscheinlich auf frühzeitige Adaptationen der Arten an das ursprüngliche Standortklima zurückzuführen ist. Sie blühen auch für einen längeren Zeitraum als euroasiatische Arten, die gewöhnlich eine kürzere Blütezeit aufweisen. Hinsichtlich der biologischen Formen, blühen Phanerophyten und besonders Geophyten frühzeitig. Waldarten blühen vorwiegend früh und für eine kurze Zeit, Trockenwiesenarten später und für einen längeren Zeitraum, was vermutlich auf biologische Anpassungen an die Umweltbedingungen zurückgeführt werden kann. Im fall von Randarten ist es vielleicht auch möglich, das Haupthabitat anhand der Regionen, in denen diese früher und für einen längeren Zeitraum blühen, zu erkennen. Besonders von Oktober bis März, wenn die monatlichen Isotherme auf dem Triester Karst unter 10°C liegen, haben meteorologische Parameter einen wichtigen Einfluss auf die Blütezeit. Wärmere Frühlinge, sonnige Dolinenhänge, mildere Mikroklimate an besonderen Orten, u.s.w. begünstigen das frühzeitige Einsetzen der Blütezeit, mit bis zu 20 Tagen und auch mehr im voraus. Intensive Evaporationen sind ungünstig für die Blüte in July und August, besonders in der Heide. Der Höhepunkt der Blüte wird im Mai erreicht, gefolgt von Juni und April.

Bibliografia

CRISCIANI F., MASELLI M., FERRARO S. & CATERINI E., 1993 e succ. - Dati meteorologici di Trieste. *C.N.R. Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste*. R.F. 27 e succ.

FÜLLEKRUG E., 1967 - Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum. *Mitt. Flor. Soziolog. Arbeitsgemeinschaft*, 11/12: 142-158.

FÜLLEKRUG E., 1969 - Phänologische Diagramme von Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen. *Mitt. Flor. Soziolog. Arbeitsgemeinschaft*, 14: 255-273.

GENZO C., 1990 - I muschi quali indicatori del nord: una verifica. *Le Scienze*, 27 (1): 44-50.

GENZO C., 1992 - Correlazioni tra elementi meteorologici. *Nuova Secondaria*, 10 (4): 81-82.

GENZO C., 1993 - Asimmetrie nella crescita radiale del fusto del Pino austriaco (*Pinus nigra* Arn.) sul Carso triestino. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 45: 41-53.

GENZO C., 1993 - Indagini sulla crescita verticale in fase giovanile del Pino austriaco (*Pinus nigra* Arn.) nel Carso triestino. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 45: 179-191.

GENZO C., 1995 - La trasmissione termica nel sistema aria - suolo sul Carso triestino. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 46: 173-178.

GENZO C., 1996 - Correlazioni tra le crescite annuali radiali ed assiali del Pino austriaco (*Pinus nigra* Arn.) sul Carso triestino ed influenze degli elementi climatici. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 47: 159-172.

LAUSI D. & PIGNATTI S., 1972 - Die Phänologie der europischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlage. *Phytocoenologia,* 1: 1-63.

LORENZONI G.G., 1988 - Cento anni di fenologia in Italia. In: AA.VV. - 100 Anni di ricerche botaniche in Italia. *Soc. Bot. Ital.*: 809-820, Firenze.

MARCELLO A., 1954 - Atlante fenologico. *Accad. Ital. Sci. Forest.*, pp. 266.

MARCHESETTI C., 1897 - Flora di Trieste e de' suoi dintorni. Trieste.

MINIO M., 1905 - Erborazioni nel bacino medio del Natisone. *N. Giorn. Bot. Ital.*, 12 (1): 5-52, Firenze.

PIGNATTI S., 1980 - Raccolta e trattamento dei dati sulla flora e vegetazione per la costituzione di una Banca Dati. In: La Banca Dati sulla flora e vegetazione d'Italia e sue applicazioni ai problemi del territorio. *Quaderni C.N.R.*, AC/5/10-16: 7-23.

PIGNATTI S., 1982 - Flora d'Italia. *Edagricole*, 1,2,3, Bologna.

PIGNATTI S., 1995 - Ecologia vegetale. *UTET*, Torino.

POSPICHAL E., 1897 - Flora des oesterreichisches Künstenland. Leipzig und Wien.

POLDINI L., 1989 - La vegetazione del Carso isontino e triestino. *Lint*, Trieste.

POLDINI L., 1991 - Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. *Reg. Aut. Friuli-Ven. Giulia*, Udine.

POLLI S., 1961 - Il clima delle doline del Carso triestino. *Atti XVIII Congr. Geogr. Ital.*, Trieste.

POLLI S., 1982 - Aspetti climatici dell'Area di Ricerca scientifica sul Carso di Trieste tra Padriciano e Banne. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 34 (2, 3): 49-54.

POLLI S., 1984 - Aspetti climatici del Carso di Gorizia. In: AA.VV., Il Carso isontino. *Lint*, Trieste.

POLLI S., 1984 - Il clima. In: AA.VV. - Guida naturalistica alla conca di Percedol (Carso triestino) *Ed. Villaggio del Fanciullo,* Trieste.

POLLI S., 1985 - Ambiente climatico degli stagni della Provincia di Trieste. Primo contributo. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 37 (2): 217-233.

POLLI S., 1987 - Temperature sul Monte Cocusso (Carso di Trieste). *Alpi Giulie. Soc. Alp. Giulie, C.A.I.*, 81/1: 93-113, Trieste.

POLLI S., TOMMASINI T., GASPARO F., ZORZENON R. & COLUCCI R., 1967 e succ. - Osservazioni meteorologiche eseguite a Borgo Grotta Gigante (Opicina). *Atti e Mem. C. G. "Boegan"*, S.A.G., Trieste.

VERCELLI F., 1940 - Guida per l'analisi delle periodicità nei diagrammi oscillanti. *R. com. Talass. Ital. Mem.*, 285, Roma.

ZANGHERI P., 1976 - Flora italica, *CEDAM*, Padova.

Indirizzo dell'autore - Author's address:
- dott. Carlo GENZO
Via Ghirlandaio 22/1, I-34138 TRIESTE