

MODELS DE COMPORTAMENT FENOLÒGIC ALS PRATS SECS I A LES BROLLES DE L'ÀREA MERIDIONAL DE LA NOGUERA

R. Guàrdia* & J.M. Ninot*

Rebut: setembre de 1990

SUMMARY

Phenological patterns in xerophytic pastures and scrubs of the Noguera country (Catalonia, Spain).

The results of a phenological study on the xerophytic pastures and scrubs in the southern part of the Noguera country (W Catalonia) are presented. Phenological rhythms of such communities have been analyzed from a sequential record of events in the species constituting them. Three phenological periods including six phases have been taken in account: a) vegetative period (phase of seedling and young plant; leaf renewal and growing phase; resting phase); b) reproductive period (flowering phase; fruiting phase), and c) senescence and death period. The 84 studied taxa have been distributed into 5 groups according to their phenological pattern.

Most of the species start their active vegetative period in autumn, when the seasonal rains bring about the necessary soil moisture. Some others, however, avoid low temperatures delaying this phenological period until the end of winter. A prevailing bloom happens in spring, and fruiting and dispersal phases take place before summer. The water stress in this season forces most of the species to a resting phase. Only a few plants flower in summer, and such species display a longer blooming phase than those flowering in spring. For a few taxa, a quite different sequence between the two years of study has been observed, this fact being clearly related to the amount of early-autumnal rainfall.

The phenological sequence of the studied communities is clearly connected to the marked seasonality of the Mediterranean climate. In the therophytic pastures a pronounced synchronization of events occurs, and in summer the vast majority of species are under the form of seeds. In the scrubs, where perennial evergreen plants make the most important part of the communities, there are not very pronounced physiognomic changes along the year. Moreover, each phenological phase lasts longer, overlapping one beyond the other, and in summer the resting period is not complete, thought dominant. Thus, two clearly different strategies can be envisaged in the two community types:

– a prevailing opportunist behaviour in the therophytic pastures, where generally the plants complete all their biological cycle in the most favourable season, and

* Departament de Biologia Vegetal (Botànica). Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

– the acquisition of some independence from the marked Mediterranean seasonality in the open scrubs, through the pervivence, at least in part, of their vegetative structures all round the year.

RESUM

Es presenten els resultats d'un estudi fenològic de les brolles i dels prats secs de l'àrea meridional de la Noguera. S'analitzen els ritmes fenològics d'aquestes comunitats a partir del seguiment de les espècies que les componen. Els 84 tàxons estudiats s'han classificat en 5 grups segons el seu model de comportament fenològic.

La major part de les espècies inicien el seu període vegetatiu actiu a la tardor, quan les pluges que caracteritzen aquesta estació aporten la humitat necessària al sòl. Algunes espècies, però, menys resistents al fred, no entren en aquest període fins a finals d'hivern. La floració es produeix majoritàriament a la primavera i la fructificació i dispersió de diàspores es completa abans que arribi l'estiu. L'estrès hídric que es produeix en aquesta estació fa que gairebé totes les espècies entrin en fase de repòs. Només un grup molt reduït de plantes es troben en flor a l'estiu i, en aquest cas, la durada de la floració és més gran que a les plantes que floreixen a la primavera.

El ritme fenològic de les comunitats estudiades reflecteix la forta estacionalitat del clima mediterrani. Als prats secs hi ha una marcada sincronització entre les espècies, que ve determinada principalment per les condicions desfavorables que es donen a l'estiu; en aquesta estació la pràctica totalitat de la comunitat es troba en fase de repòs. A les brolles, constituïdes principalment per plantes perennes, les diferents fases fenològiques tenen una amplitud més gran i a l'estiu no es produeix una fase de repòs absolut, encara que sí dominant.

KEY WORDS: Phenology, Mediterranean xerophytic vegetation, scrubs, therophytic pastures.
MOTS CLAU: fenologia, vegetació xerofítica mediterrània, brolles, pastures terofítiques.

INTRODUCCIO

La fenologia estudia la periodicitat dels fenòmens morfològics i fisiològics de les plantes i les seves causes en relació amb els factors abiòtics i biòtics. La resposta dels organismes a aquests factors, quan tenen una periodicitat poc o molt accentuada, es manifesta en un comportament rítmic, en una sincronització de les seves activitats amb els canvis externs. La forma en què els diferents períodes es reflecteixen en l'activitat dels organismes es relaciona amb la durada de la vida dels individus i, per tant, varia d'espècie a espècie. Si la vida individual és curta en relació amb els canvis imposats per l'ambient, la seva influència es manifesta en forma de fluctuacions de la població. Si la vida és més llarga, els seus efectes es reflecteixen en el cicle biològic dels organismes en forma de canvis d'activitat (MARGALEF, 1974).

Els factors externs que determinen la fenologia d'una espècie són diversos (llum, temperatura, disponibilitat d'aigua, presència d'agents pol·linitzadors i dispersors de diàspores, etc.) i difícilment es pot esbrinar quins són els més determinants, ja que actuen de manera conjunta (PRIMACK, 1984). A més, s'ha de tenir en compte que els individus d'una espècie vegetal conviuen amb els d'altres espècies que formen una determinada comunitat. Les interaccions dins d'aquest marc per tal d'optimitzar el repartiment de recursos disponibles influeixen també en el comportament fenològic de les plantes, de manera que els respectius ritmes fenològics es combinen per formar el de tota la comunitat, complementat-se o potenciant-se en les diferents fases al llarg de l'any.

En aquest treball s'analitzen els ritmes fenològics de diferents comunitats de prats

secs i de brolles a partir del seguiment fenològic de les espècies que les componen.

MATERIAL I MÈTODES

Àrea d'estudi

El present treball s'ha realitzat a la part més meridional de la comarca de la Noguera, més concretament a la zona compresa entre els municipis de Balaguer i de la Sentiu. El clima hi és mediterrani xerotèric de baixa altitud (BOLÒS & VIGO, 1984) amb una temperatura mitjana anual de 14.4 °C. La pluviositat anual és de 434 mm amb màxims a la primavera i a la tardor i comporta un marcat eixut estival. La zona pertany al domini climàtic del carrascar continental (*Quercetum rotundifoliae*). La intensa humanització que ha sofert la zona, però, ha impedit la pervivència dels carrascars i actualment hi dominen els conreus de secà interromputs, a les serres i als turons, per un mosaic de brolles i prats secs, comunitats lligades a la pastura extensiva secular.

Dades climàtiques del període d'estudi

A la figura 1 s'han representat les temperatures mensuals mitjanes, màximes i mínimes dels dos anys d'estudi, corresponents a l'observatori de Balaguer. La temperatura mitjana anual de 1985 fou de 14.1 °C i la de

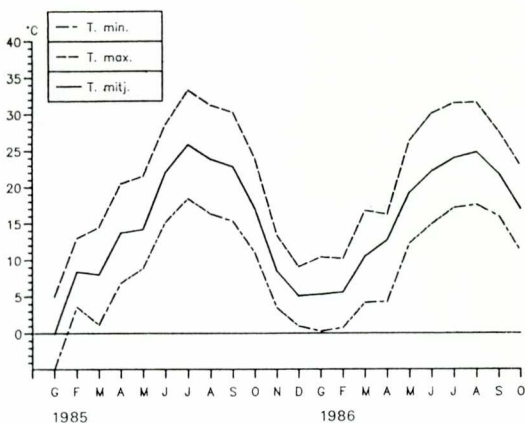


FIG. 1. Temperatures mitjanes mensuals dels dos anys d'estudi, corresponents a l'observatori de Balaguer. Mean monthly temperature for 1985-86 at Balaguer observatory.

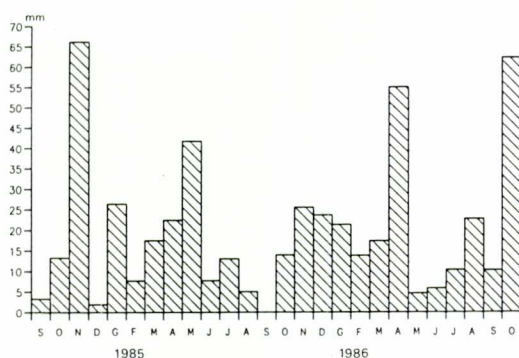


FIG. 2. Precipitació mensual dels 2 anys d'estudi, enregistrada a l'observatori de Balaguer. Monthly rainfall for 1985-86 at Balaguer observatory.

1986 de 14.8 °C; això no obstant, s'han donat diferències termomètriques considerables entre aquests dos anys. Cal destacar les temperatures força altes que es van enregistrar el mes de maig de 1985, amb una mitjana mensual de 19.2 °C (per al mateix mes, l'any anterior la mitjana mensual fou de 14.2 °C).

La pluviositat també presentà diferències importants entre un any i l'altre (Fig. 2). En primer lloc, la precipitació anual va ser molt baixa el 1985 (204.4 mm); la tardor va ser especialment seca, sense cap dia de pluja el mes de setembre i amb pluges escasses els dos mesos següents. La pluviositat anual de 1986 fou de 368 mm, amb un mes de maig molt eixut (4.6 mm), coincidint amb les temperatures anormalment altes que es van donar.

Mètodes

L'estudi s'ha centrat en els diferents tipus de brolles i prats secs, formacions que actualment són les més esteses a la zona. Els prats secs corresponen a dues associacions de l'aliança *Thero-Brachypodium* (*Ruto-Brachypodium retusi* i *Clypeolo-Psiluretum incurvi*) i a una de l'aliança *Agropyro-Lygeion* (*Agropyro-Lygeion*). Les comunitats de brolles s'inclouen, d'una banda, a l'aliança *Rosmarino-Ericion* (*Rosmarino-Linetum suffruticosi*) i, de l'altra, al *Gypsophilion* (*Ononidetum tridentatae* i *Helianthemum squamati*) (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957; GUÀRDIA, 1988; CASAS *et al.*, 1989). Fisiognòmicament l'*Agropyro-Lygeion* i el *Ruto-Brachypodium* són força comparables; són constituïts per un estrat herbaci alt for-

mat gairebé únicament per una espècie graminoida fasciculada (*Lygeum spartum*) o bé cespitosa (*Brachypodium retusum*), per sota de la qual es desenvolupa un estrat inferior de teròfits. En el *Clypeolo-Psiluretum*, en canvi, els teròfits esdevenen els principals constituents de la comunitat. Pel que fa a les brolles, el *Rosmarino-Linetum* és una comunitat formada principalment per nanofaneròfits d'1 a 1.5 m d'alçada d'entre els quals *Rosmarinus officinalis* és l'espècie dominant. L'*Ononidetum tridentatae* és una brolla d'alçada similar bé que relativament més esclarissada que l'anterior, en la qual *Ononis tridentata* i, menys regularment, *Gypsophila hispanica*, són les espècies més abundants. L'*Helianthemum squamati* és una timoneda formada bàsicament per camèfits que no solen sobrepassar els 0.5 m d'alçada i que es disposen deixant amplis espais lliures entre ells. En la nomenclatura dels sintaxons se segueix generalment BOLÒS & VIGO (1984), i en la dels tàxons TUITIN *et al.* (1964-80).

Per a cadascuna d'aquestes comunitats se seleccionà una parcel·la de mostreig, en la qual s'instal·là un transecte lineal permanent de 16 m de longitud per a les brolles i de 8 m per als prats secs. Hom va procurar que les parcel·les fossin properes entre elles, per tal de minimitzar diferències climàtiques generals. Les corresponents a prats secs foren anomenades VN-3 (*Agropyro-Lygeetum*), SJ (*Clypeolo-Psiluretum*) i CA (*Ruto-Brachypodietum*), i les representatives de brolles, CT-1 (*Rosmarino-Linetum*), SC-3 (*Ononidetum tridentatae*) i LE-3 (*Helianthemum squamatae*). Es visitaren periòdicament les parcel·les i s'enregistrà l'estadi fenològic de totes les espècies presents en la línia de mostreig. Un determinat estadi o fase sol tenir una extensió més gran per a l'espècie en conjunt que per a cada individu, ja que la majoria d'espècies mostren una considerable variació individual dins d'una població; per això, s'anotà per a cada espècie la fase fenològica majoritària; només s'enregistraren dos estadis quan es donava un trànsit entre dos de consecutius sense que cap fos dominant. Per a aquelles espècies que quedaven poc representades en la línia, s'amplià el mostreig a una banda de mig metre a cada costat del transecte lineal (banda d'esmoreïment).

El procés de desenvolupament d'una espècie vegetal es va considerar dividit en 3 períodes, cadascun dels quals comprèn diferents fases (LE FLOCH, 1969):

- Període vegetatiu: inclou dues fases actives, **germinació i adolescència** (a) i **renovació foliar i creixement** (b), i una fase de **repòs** (c). Aquesta última només s'ha pogut considerar per a les espècies perennes, ja que en els teròfits no és constatable perquè es troben en forma de llavor.

- Període reproductiu: comprèn les fases de **floració** (d) i de **fructificació** (e).

- Període de **decrepitud i mort** (f).

D'acord amb aquest esquema es dugué a terme el seguiment fenològic mensual des de l'abril de 1985 a l'octubre de 1986; durant els mesos d'abril, maig i juny, quan els canvis es produeixen amb més rapidesa, el registre fou quinzenal.

A partir del registre obtingut per a cada espècie i tenint en compte la composició florística de cada comunitat s'elaboraren els gràfics dels ritmes fenològics per a cadascuna d'elles. Entre els mesos de setembre de 1985 i de 1986 es realitzà mensualment a cada parcel·la una anàlisi lineal per punts (GOUNOT, 1969; GUÀRDIA, 1988), a fi d'obtenir el nombre d'espècies i les seves freqüències per a cada comunitat. A les parcel·les CA i SJ el mostreig s'inicià el gener de 1986.

RESULTATS

Fenologia de les espècies

S'ha obtingut el registre fenològic de 84 tàxons els quals s'han classificat en 5 grups segons el seu model de comportament fenològic. Per a la definició d'aquests grups s'ha considerat la durada i la localització temporal al llarg de l'any del període vegetatiu actiu i de la fase de floració. Les espècies que s'han inclòs en cada grup s'indiquen a la Taula I i també el % que representen respecte del total d'espècies estudiades; a la figura 3 s'han representat els fenogrames d'algunes de les espècies més significatives de cada model de comportament, en nombre més o menys gran segons la variabilitat dins de cada grup.

GRUP 1: Les espècies que formen part d'aquest grup són petits teròfits que es caracteritzen per un període de floració molt curt que té lloc a principis de primavera; la seva germinació es produeix a la tardor, després que les pluges que caracteritzen aquesta estació aportin la humitat necessària al sòl. Durant l'hivern, quan ben just han des-

TAULA I. Composició específica dels cinc grups de comportament fenològic.
Specific composition of the five phenological groups.

GRUP 1 (5 % d'espècies):

Arenaria leptoclados
Clypeola jonthlaspi
Erophila verna
Hornungia petraea

GRUP 2 (42 %):

Allium moschatum
Allium sphaerocephalon
Asphodelus fistulosus
Asphodelus ramosus
Asterolinon linum-stellatum
Bombycilaena erecta
Brachypodium distachyon
Brachypodium retusum
Bromus rubens
Campanula fastigiata
Cerastium pumilum
Convolvulus lineatus
Crepis capillaris
Crupina vulgaris
Dipcadi serotinum
Euphorbia falcata
Euphorbia helioscopia
Euphorbia sulcata
Fumana ericoides
Galium parisiense
Helianthemum marifolium
Helianthemum salicifolium
Hippocrepis ciliata
Hippocrepis comosa
Koeleria vallesiana
Medicago minima
Plantago albicans
Poa bulbosa
Reseda stricta
Scabiosa monspeliensis
Sherardia arvensis
Thymelaea pubescens
Trigonella monspeliaca
Vulpia unilateralis
Xeranthemum inapertum

GRUP 3 (35 %):

Agropyron cristatum
Aphyllanthes monspeliensis
Avellinia micheli

Avenula bromoides
Bupleurum semicompositum
Centaurea melitensis
Chaenorhinum rubrifolium
Crucianella angustifolia
Desmazeria rigida
Euphorbia isatidifolia
Filago pyramidata
Helianthemum lavandulifolium
Helianthemum squamatum
Herniaria fruticosa
Launaea pumila
Linum strictum
Linum suffruticosum ssp. suffruticosum
Lygeum spartum
Malva stipulacea
Neatostema apulum
Ononis reclinata
Polygala monspeliaca
Ranunculus gramineus
Senecio auricula
Stipa iberica ssp. iberica
Stipa offneri
Stipa parviflora
Teucrium polium ssp. capitatum
Valerianella discoidea

GRUP 4 (15 %):

Asperula cynanchica
Bupleurum frutescens
Coris monspeliensis
Dichantium ischaemum
Eryngium campestre
Gypsophila hispanica
Limonium catalaunicum
Odontites longiflora
Odontites lutea
Ononis tridentata
Sedum sediforme
Thesium divaricatum
Thymelaea passerina

GRUP 5 (3 %):

Lithodora fruticosa
Rosmarinus officinalis
Thymus vulgaris

envolupat alguna fulla adulta i generalment encara mantenen els cotilèdons, passen per una fase poc activa; a finals de febrer o al març, quan les temperatures comencen a ésser més favorables, reinicien el seu creixement i després d'un període pre-reproductiu molt curt entren a la fase de flo-

ració. La fructificació i el posterior dessecament complet de la planta es produeix cap a finals de maig.

GRUP 2: És el grup que comprèn un nombre d'espècies més alt. Inclou majoritàriament plantes anuals i gairebé tots els geòfits

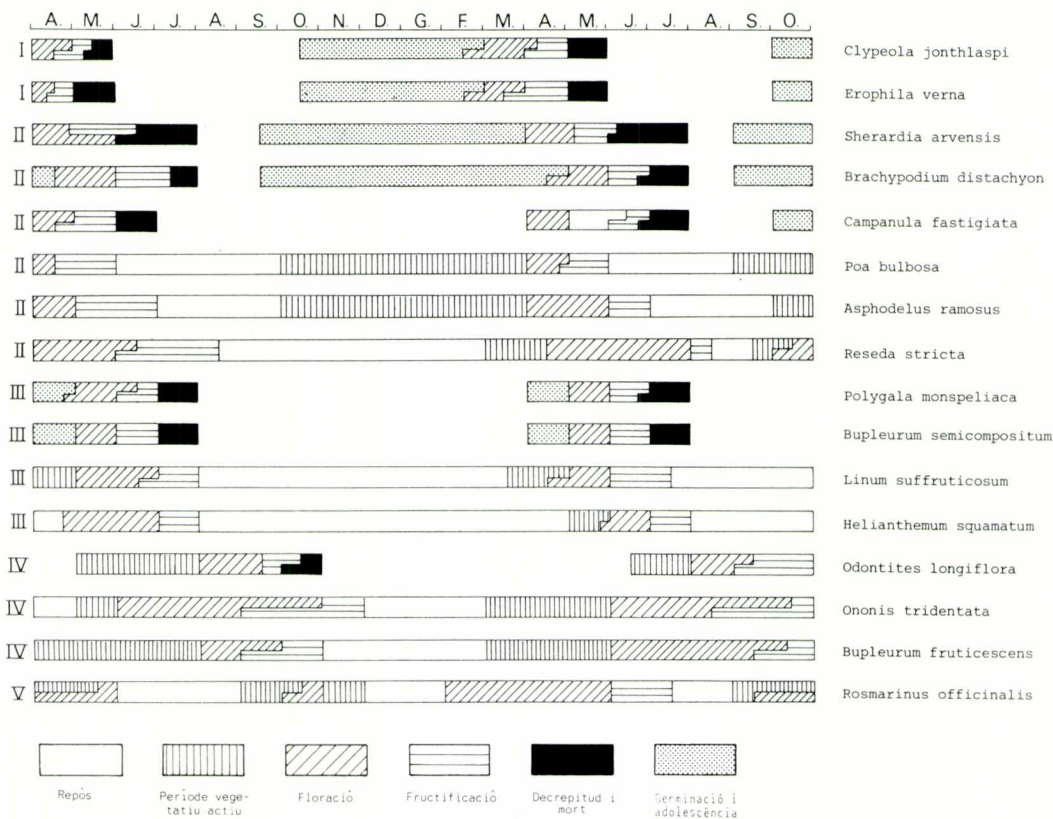


FIG. 3. Diagrama fenològic d'algunes de les espècies representatives de cada grup de comportament. Phenological diagram for some species representing each phenological pattern.

estudiats; la resta de formes vitals hi són poc representades. Es caracteritzen per una fase de floració primaveral i per un període vegetatiu actiu relativament llarg. La germinació, en el cas dels teròfits, o bé la renovació foliar i el creixement, per a les plantes perennes, té lloc a la tardor; la floració es produeix principalment durant el mes d'abril o de maig, i la maduració dels fruits i la dispersió de les diàspores té lloc sempre abans que es produeixin les temperatures altes que caracteritzen l'estiu.

GRUP 3: Aquest grup inclou espècies que tenen un període actiu sensiblement més curt que el de les anteriors. Comprèn plantes per a les quals l'estiu i bona part de l'hivern, si no tot, representen una època desfavorable. L'inici del període vegetatiu actiu es dona a principis de primavera. Les fases de floració i fructificació es produeixen se-

gons la mateixa pauta que en el grup anterior. Les espècies teròfitiques són també les més abundants en aquest grup, juntament amb un bon nombre d'hemicriptòfits graminoides com, per exemple, *Avenula bromoides*, *Agropyron cristatum*, *Stipa* sp. pl., *Lygeum spartum*, etc.

GRUP 4: Les espècies d'aquest grup es caracteritzen bàsicament per presentar una floració estival que s'estén des de finals de maig o des del juny fins al setembre. Són majoritàriament espècies perennes, camèfits i nanofaneròfits, que després de la maduració dels fruits i de la dispersió de les diàspores, la qual es produeix a la tardor, entren en fase de repòs durant l'hivern i reinicien la seva activitat a la primavera.

GRUP 5: El model de comportament d'aquest grup es caracteritza per un període

vegetatiu actiu que s'estén gairebé al llarg de tot l'any i que comprèn més d'una fase de floració anual, generalment dues. Les poques espècies que integren aquest grup són espècies perennes, nanofaneròfits i camèfits, amb fulles verdes tot l'any. Presenten una fase de floració força primerenca a finals d'hivern, després que s'hagi produït una certa renovació foliar a la tardor. A l'agost solen manifestar una fase de repòs que dura fins al setembre, quan s'inicia un nou cicle. La segona fase de floració té lloc generalment a partir de l'octubre.

Ritme fenològic de les comunitats

S'ha representat el percentatge d'espècies en cadascun dels estadis fenològics considerats per a les parcel·les corresponents als diferents tipus de prats secs (Fig. 4) i de brolles (Fig. 5). Les fases de germinació i adolescència de les espècies anuals i de renovació foliar i creixement de les perennes s'han comptabilitzat juntes com a període vegetatiu actiu a fi de fer comparables els resultats. El període de repòs correspon només a les plantes perennes, ja que per a les espècies anuals no es pot comptabilitzar. A més, d'entre les perennes, els geòfits presenten el mateix inconvenient i, per tant, tampoc no queden inclosos en el compte general. Això influeix directament en la forma de la corba corresponent a la fase de repòs, de manera que aquesta fase queda infravalorada, especialment en el cas dels prats secs. Per pal·liar aquest efecte a l'hora de calcular les proporcions s'ha considerat com a nombre total d'espècies el nombre màxim que s'ha obtingut en una mateixa parcel·la en les anàlisis lineals al llarg de l'any.

El ritme fenològic de les tres comunitats de prats secs és força similar i ve determinat principalment pel cicle biològic dels teròfits. A la parcel·la SJ (*Clypeolo-Psiluretum incurvi*) la majoria de les espècies inicien el seu període vegetatiu actiu (principalment germinació, en aquest cas) a la tardor, de manera que aquest període és l'estadi fenològic majoritari durant aquesta estació. Fins a finals d'hivern la comunitat es presenta com un estrat verd continu d'1 o 2 cm d'alçada constituït per plàntules. A les altres dues comunitats el període actiu s'inicia també a la tardor, si bé el percentatge màxim d'espècies en aquesta fase no es

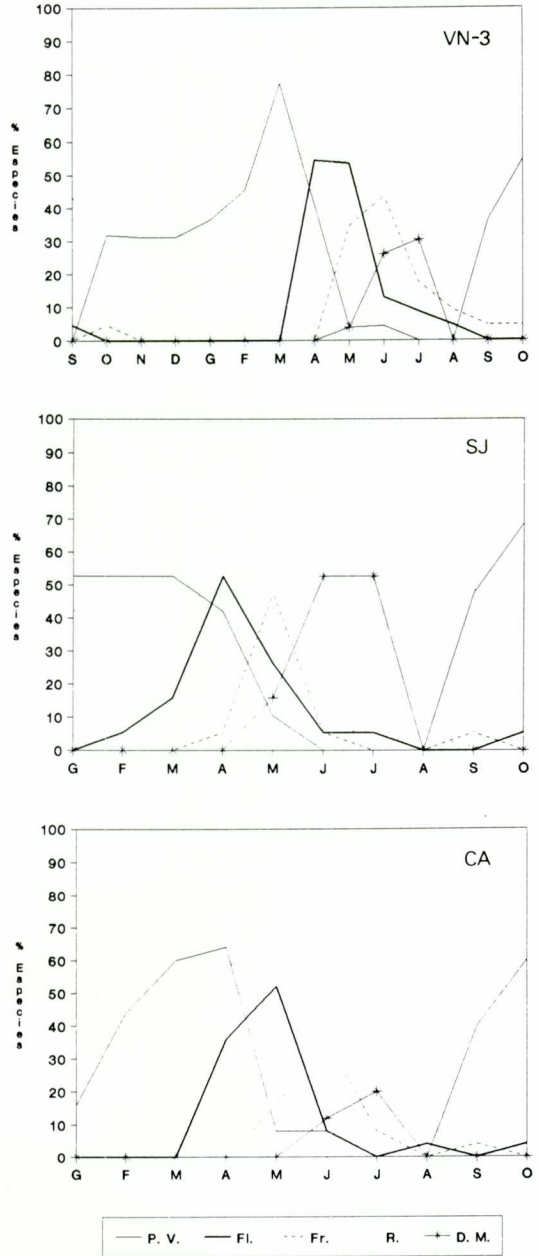


FIG. 4. Ritmes fenològics de les parcel·les SJ (*Clypeolo-Psiluretum*), CA (*Ruto-Brachypodietum*) i VN-3 (*Agropyro-Lygeetum*). P.V., període vegetatiu actiu; Fl., floració; Fr. fructificació; R., repòs; D.M., decrepitud i mort.

Phenological sequence in the plots SJ (*Clypeolo-Psiluretum*), CA (*Ruto-Brachypodietum*) and VN-3 (*Agropyro-Lygeetum*). P.V., active vegetative period; Fl., flowering; Fr., fruiting; R., rest phase; D.M., senescence and death.

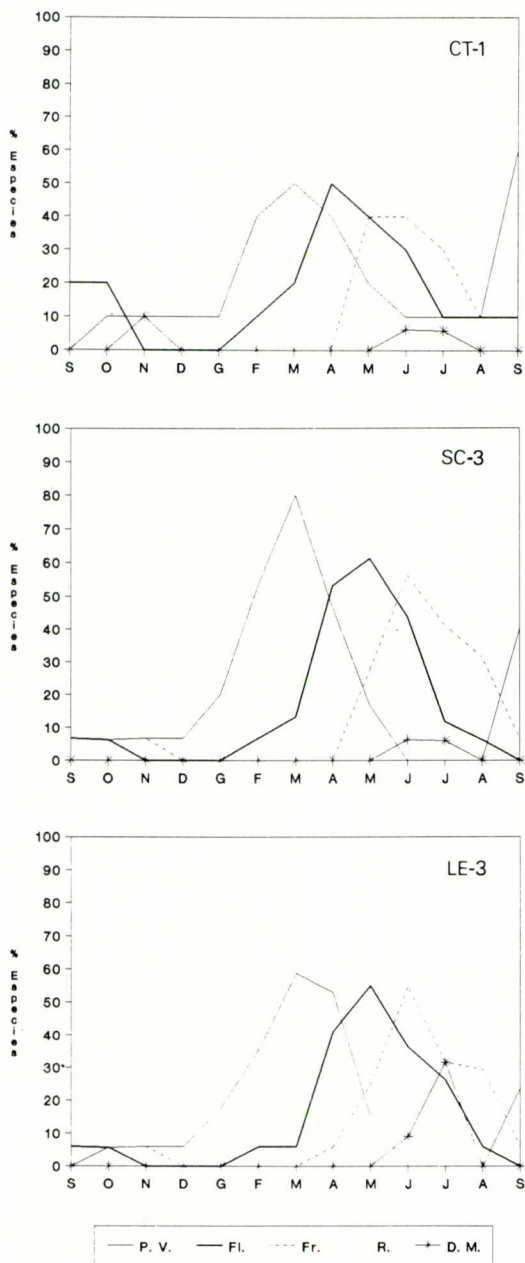


FIG. 5. Ritmes fenològics de les parcel·les CT-1 (*Rosmarino-Linetum*), SC-3 (*Ononidetum tridentatae*) i LE-3 (*Helianthemum squamati*) P.V., període vegetatiu actiu; Fl., floració; Fr. fructificació; R. repòs; D.M., decrepitud i mort.
Phenological sequence in the plots CT-1 (*Rosmarino-Linetum*), SC-3 (*Ononidetum tridentatae*) i LE-3 (*Helianthemum squamati*). P.V., active vegetative period; Fl. flowering; Fr., fruiting; R., rest phase; D.M., senescence and death.

dóna fins el mes de març (parcel·la VN-3, *Agropyro-Lygeetum*) o d'abril (parcel·la CA, *Ruto-Brachypodietum*); aquesta diferència s'explica per una proporció més gran d'espècies del grup 3 respecte al prat anterior. Aquestes dues comunitats presenten una fisiognomia hivernal similar: enmig d'un estrat herbaci superior més aviat sec destaca arran de terra la verdor dels petits claps de les plàntules de teròfits que ja han germinat.

A les tres parcel·les es produeix un únic pic de floració, però el moment en què es dona i la durada d'aquesta fase és variable en cada cas. A la parcel·la SJ un 8 % d'espècies ja es troba en flor el mes de febrer, mentre que a les altres dues no és fins el mes d'abril que es constata per primera vegada aquesta fase. El màxim de floració es produeix a l'abril a la parcel·la SJ, amb un pic ben marcat, i pel maig a les altres dues. El nombre més alt d'espècies pre-vernals (Grup 1) a la primera parcel·la explica aquest avanç respecte a les altres.

La fase de fructificació, consegüentment, presenta les mateixes diferències entre els 3 tipus de prats: es produeix el màxim d'aquesta fase pel maig al *Clypeolo-Psiluretum* (SJ) i un mes més tard al *Ruto-Brachypodietum* (CA) i a l'*Agropyro-Lygeetum* (VN-3).

A la parcel·la SJ, després del màxim de fructificació la majoria d'espècies entren a la fase de decrepitud i mort durant els mesos de juny i juliol, de manera que el mes d'agost gairebé totes les espècies es troben en fase de llavor; la comunitat pràcticament desapareix i només queden algunes restes d'individus secs com a testimoni de la seva existència. A les altres dues parcel·les el juliol es produeix un màxim d'espècies en fase de decrepitud i mort, i a l'agost, les poques espècies que es mantenen, estan pràcticament totes en fase de repòs.

Els mesos de setembre i octubre es produeix a totes tres parcel·les la germinació, més o menys intensa, d'algunes de les espècies anuals i algunes de perennes inicien una certa renovació foliar, de manera que la corba corresponent al període vegetatiu actiu presenta un nou màxim.

La fenologia dels tres tipus de brolles estudiades s'ha representat a la figura 5. Si bé el ritme fenològic de les tres comunitats segueix les mateixes pautes generals es poden constatar certes diferències entre elles que vénen donades fonamentalment per diferències en la seva composició florística. En

comparació amb els prats secs les fases fenològiques tenen, en general, una amplitud més gran, de manera que els canvis fisiognòmics al llarg de l'any no són tan acusats.

A les tres parcel·les el màxim nombre d'espècies en període vegetatiu actiu es dona el mes de març, quan la majoria de plantes han iniciat l'allargament de les tiges i la renovació foliar. El setembre es produeix un nou període actiu que ve donat bàsicament per una certa renovació foliar d'algunes espècies perennes, com per exemple *Rosmarinus officinalis*, *Koeleria vallesiana*, *Brachypodium retusum*, etc.

Gairebé al llarg de tot l'any pot observar-se alguna espècie en fase de floració. A les tres parcel·les s'inicia aquesta fase pel mes de febrer quan, com a mínim *Rosmarinus officinalis*, espècie comuna a totes elles, es troba florit. El màxim de floració es produeix el mes d'abril a la parcel·la CT-1 (*Rosmarino-Linetum*) i el mes de maig a les altres dues (SC-3, *Ononidetum tridentatae* i LE-3 *Helianthemum squamati*). A l'agost, entre un 8 % i un 14 % de les espècies de cada parcel·la es troba en flor, si bé l'abundància d'individus que ho són en cada cas és prou diferent. A la parcel·la SC-3 és precisament l'espècie dominant, *Ononis tridentata*, una de les que es troba en fase de floració, mentre que a les altres dues parcel·les es tracta d'espècies poc freqüents. La fase de fructificació es produeix també bastant espaiada al llarg de l'any, amb un màxim per a totes tres comunitats el mes de juny.

La fase de repòs presenta una corba bimodal, amb un màxim a l'hivern i un altre el mes d'agost. La fase de decrepitud i mort només té una certa importància a la parcel·la LE-3, en la qual les espècies terofítiques són més freqüents que a les altres dues.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

El període vegetatiu actiu de les espècies estudiades s'inicia majoritàriament a la tardor (grups 1, 2 i 5), quan les pluges que caracteritzen aquesta estació aporten l'aigua necessària al sòl. Algunes espècies, però, menys resistents a les baixes temperatures, no entren en aquest període fins a final d'hivern (grups 3 i 4). La floració es produeix principalment a la primavera, tant a les espècies que presenten un sol període reproductiu anual (grups 1, 2 i 3) com a les que en

presenten més d'un (grup 5). Només un nombre reduït de tàxons floreixen a l'estiu (grup 4), durant un lapse de temps generalment més llarg que en el cas de les plantes de floració primaveral. La fructificació i la dispersió de les diàspores tenen lloc majoritàriament el juny o el juliol i, a les espècies de floració estival, a la tardor.

Gairebé per a totes les espècies els mesos d'estiu representen una estació desfavorable en la qual entren en fase de repòs (grups 1, 2, 3 i 5). La manca gairebé absoluta de precipitacions i les temperatures elevades que es donen en aquesta estació creen un estrès hídric que dificulta qualsevol activitat a les plantes. Altres estudis fenològics realitzats en àrees de clima mediterrani han posat de manifest que l'eixut estival ha estat el factor selectiu més determinant en les estratègies de desenvolupament de les plantes que viuen sota aquest règim climàtic (JACKSON & ROY, 1986; ORSHAN, 1989).

Només un percentatge molt baix dels tàxons estudiats tenen la capacitat de mantenir-se actius durant l'estiu. Així, les espècies del quart grup presenten un període de floració, i per tant d'activitat, que s'estén des de final de maig fins al setembre. L'extensió de la fase de floració en aquestes plantes és més gran que en les de qualsevol altre grup. HERRERA (1986), en els seus estudis sobre la biologia reproductiva del matollar de Doñana, troba una relació inversa entre l'amplitud de floració d'una espècie i el nombre d'altres espècies que són en flor al mateix moment. En les plantes de floració estival o hivernal (quan el nombre d'espècies en flor és baix) les amplituds de floració són grans, i a l'inrevés, a la primavera (quan moltes espècies són en flor) les floracions són més curtes. Alguns autors han relacionat aquest fet amb les interaccions amb els pol·linitzadors; una manera de compensar nivells insuficients de pol·linització (per l'escassetat de vectors) seria allargar el període de floració. Segons HERRERA (1986) aquest no seria l'únic factor a tenir en compte, ja que la localització de la floració en una època de l'any no favorable pot venir donada per factors de selecció que han actuat per optimitzar altres fases fenològiques.

Respecte a la constància del model fenològic de les espècies entre els 2 anys d'estudi, s'han observat certes diferències. En el cas d'alguns teròfits del segon i del tercer grup s'ha constatat variabilitat en l'extensió del seu període vegetatiu actiu i, per tant, la

seva inclusió en un o altre grup resulta poc clara. Així, per exemple, la germinació de *Campanula fastigiata* el primer any no es produí fins l'abril, mentre que en el cicle següent s'observà l'aparició de plàntules a l'octubre. Aquest comportament diferent pel que fa al moment de germinació coincidí amb el fet que la tardor del primer any va ésser especialment seca, sense cap dia de pluja el mes de setembre i amb poques precipitacions els mesos següents, quan les temperatures eren ja massa baixes per permetre a les plantes alguna activitat. Aquesta variabilitat en el comportament fenològic ha estat indicada també per altres autors (BEATLEY, 1974; MONTEGUT 1975; SYMONIDES, 1978). Segons BEATLEY (1974) la germinació dels teròfits en ambients desèrtics depèn bàsicament del grau d'humitat del sòl i, per tant, indirectament de la intensitat i de la durada de les pluges. A l'àrea d'estudi; de clima mediterrani subàrid, les pluges de tardor tindrien una incidència similar. Independentment del moment d'inici del cicle anual, la floració d'aquestes espècies es produeix a la primavera, per tal de poder dispersar les llavors abans que arribi l'estació seca.

S'han constatat també certes diferències en la periodicitat de floració entre el primer i el segon any d'estudi en algunes de les espècies del segon grup. Així, per exemple, *Dipcadi serotinum*, *Reseda stricta* i *Helianthemum marifolium*, espècies que normalment floreixen cap al final de la primavera, presentaren una segona fase de floració a l'octubre del segon any d'estudi, encara que no de manera general en la població. BALLESTEROS (1984) constata el mateix fenomen en *Dipcadi serotinum* i altres espècies de l'associació *Scillo-Ophioglossetum lusitanici*, i ho relaciona amb les oscil·lacions de la humitat del sòl.

El ritme fenològic de les comunitats estudiades respon de manera general al mateix model descrit en altres zones de clima mediterrani (SANS, 1988; CARDONA, 1980; RITA, 1988; HERRERA, 1985, SPECHT, 1969, etc.).

Als prats secs la corba corresponent al període vegetatiu actiu té un màxim el març (parcel·la SJ, *Clypeolo-Psiluretum*) o a l'abril (parcel·les CA, *Ruto-Brachypodietum*, i VN-3, *Agropyro-Lygeetum*). La fase de floració té una amplitud més petita, amb un pic el mes d'abril o de maig, respectivament. La corba corresponent a la fructificació segueix un perfil similar a l'anterior amb un

mes de retard. El juny gairebé totes les plantes han dispersat les diàspores, de manera que durant l'estiu la pràctica totalitat de la comunitat es troba en fase de repòs.

Les tres comunitats de brolles estudiades tenen un comportament similar que es diferencia del dels prats secs per una extensió més gran de les fases fenològiques al llarg de l'any. El fet que la majoria de les plantes que les componen són espècies perennes de fulla persistent fa que l'estat vegetatiu de la comunitat, considerada globalment, no sofreixi grans alteracions durant l'any. A diferència dels prats secs, no es produeix una fase de repòs absolut a l'estiu, encara que aquest és l'estadi dominant. La floració es dona molt més repartida al llarg de l'any i, en general, les corbes corresponents a la resta de fases fenològiques tenen un perfil més suau.

La taxa de renovació més baixa de les plantes perennes, components principals de les brolles, facilita l'establiment de ritmes endògens en aquestes espècies, la qual cosa els confereix una independència més gran enfront de les variacions de les condicions ambientals. Les espècies que constitueixen els prats secs, en canvi, actuen com a plantes oportunistes que aprofiten l'època de l'any en què les condicions els són favorables per completar tot el seu cicle biològic. En aquestes comunitats la sincronització entre espècies és més gran, la qual cosa queda reflectida en el seu cicle biològic en una estacionalitat més marcada.

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, E. 1984. Sobre l'estructura i la dinàmica de les comunitats terofítiques humides (Classe *Isoeto-Nanojuncetea*) i els pradells amb *Ophioglossum lusitanicum* L. del massís de Cadiretes (la Selva). *Collect. Bot.*, 15: 39-57.
- BEATLEY, J.L. 1974. Phenological events and their environmental triggers in Mojave desert ecosystems. *Ecology*, 55: 856-863.
- BOLÒS, O & VIGO, J. 1984. *Flora dels Països Catalans*. 1. Barçino. Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J. & BOLÒS, O. 1957. Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *An. Est. Exp. Aula Dei*, 5 (1-4): 1-266.
- CARDONA, M.A. 1980. Funcionalisme i ecologia d'algunes comunitats vegetals barcelonines. *Àrx. Sec. Ciènc.*, LIX: 1-348. I.E.C. Barcelona.
- CASAS, C., GUÀRDIA, R. & NINOT, J.M., 1989. Dues noves comunitats de *Thero-Brachypodion* a les terres catalanes. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 57 (Sec. Bot., 7): 95-103.

- GOUNOT, M. 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson. Paris.
- GUÀRDIA, R. 1988. *Estructura i funcionalisme dels prats secs i brolles de l'àrea meridional de la Noguera*. Tesis de Llicenciatura. Universitat de Barcelona.
- HERRERA, J. 1985. *Biología reproductiva del matorral de Doñana*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- HERRERA, J. 1986. Flower and fruit phenology in the coastal shrubland of Doñana, South Spain. *Vegetatio*, 68: 91-98.
- JACKSON, L.E. & ROY, J. 1986. Growth patterns of Mediterranean annual and perennial grasses under simulated rainfall regimes of Southern France and California. *Oecol. Plant.*, (7) 21 (2): 191-212.
- LE FLOCH, E., 1969. Caractérisation morphologique des stades et phases phénologiques dans les communautés végétales. *Doc.* 45, C.E.P.E./C.N.R.S. Montpellier.
- MONTEGUT, J. 1975. Ecologie de la germination des mauvaises herbes. In: *La germination de semences*: (R. CHAUSAT & LE DEUNFF, eds.) 191-217. Gauthier-Villars. Paris.
- ORSHAN, G. (ed.) 1989. *Plant Pheno-morphological studies in Mediterranean Type Ecosystems*. Kluwer. Dordrecht.
- RITA, J. 1988. *Estructura y ecología de los pastizales terofíticos de Baleares; el medio y la vegetación de la Marina de Lluçmajor*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- SANS, F.X. & MASALLES, R. 1988. Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la comarca de «les Garrigues» (Catalunya Interior). *Lazaroo*, 10: 169-179.
- SPETCH, R.L. 1969. A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of Mediterranean type climates in France, California, and Southern Australia. I. Structure, morphology and succession. *Aust. J. Bot.*, 17: 277-292.
- SYMONIDES, E. 1978. Effect of population density on the phenological development of individuals of annual plant species. *Ekol. Pol.*, 26 (2): 273-286.
- TUTIN, T.G. *et al.* (eds.) 1964-1980. *Flora Europaea*. Cambridge University Press. Cambridge.