

SISTEMES I PROCESSOS

Fenologia, estructura i dinàmica anual del *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*

Neus Villegas i Alba*

Rebut: 26.11.96
Acceptat: 12.05.97

Resum

En el present treball hem estudiat la dinàmica anual de l'associació *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*, que es troba en el domini de la fageda del NE de Catalunya. Aquest falguerar presenta un ritme fenològic similar al d'altres comunitats de l'aliança *Cynosurion cristati*, amb un pic primaveral de producció de fulles i un d'estival per a les fases reproductives, ja que la majoria d'espècies tenen floració i fructificació tardanes i un període vegetatiu molt llarg. Aquest ritme sofreix alguns canvis d'un any a un altre a causa de variacions en els paràmetres ambientals (sobretot la pluviositat i la temperatura) i en les característiques i intensitat de la pastura. Aquests factors també influeixen fortament en la diversitat i tenen menys incidència en l'estructura vertical, que segueix un patró més constant, amb el màxim situat als mesos d'estiu. Pel que fa a la distribució de les freqüències, la dominància l'exerceixen almenys quatre espècies, però la densitat i la diversitat són menors que en altres prats de l'aliança.

MOTS CLAU: *Cynosurion cristati*, falguerar, fenologia, dinàmica, estructura, diversitat, dominància, pastura, NE de Catalunya.

Abstract

Phenology, structure and annual dynamics of the *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*

In this paper we report our studies about the annual dynamics of the *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*, a community of the climax area of beech woods on the NE of Catalonia. This fernshaw shows a phenological rhythm similar to those of other communities of the alliance *Cynosurion cristati*, with a vernal peak of foliage production and a summer peak of the reproductive phases, since the majority of the species show late flowering and fruiting and a very long vegetative period. This rhythm undergoes some annual changes due to variations in the environmental conditions (mainly rainfall and temperature) and in the grazing regime. This factors also influence diversity and, to a lesser extent, vertical structure, which shows a more regular pattern and its maximum is attained in summer. Concerning the distribution of frequencies we must remark that dominance is performed by a minimum of four species, but density and diversity are lower than in other meadows of the alliance.

KEYWORDS: *Cynosurion cristati*, fernshaw, phenology, dynamics, structure, diversity, dominance, grazing, NE of Catalonia.

SISTEMES I PROCESSOS

Resumen

Fenología, estructura y dinámica anual del *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*

En este trabajo hemos estudiado la dinámica anual de la asociación *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris*, situada en el territorio de los hayedos del NE de Cataluña. Este helechal presenta un ritmo fenológico similar al de otras comunidades de la alianza *Cynosurion cristati*, con un pico primaveral de producción de hojas y otro estival para las fases reproductivas, ya que la mayoría de especies presentan floración y fructificación tardías y un período vegetativo muy largo. Este ritmo sufre algunos cambios de un año a otro debido a variaciones en los parámetros ambientales (sobre todo la pluviosidad y la temperatura) y en las características e intensidad del pastoreo. Estos factores también influyen en la diversidad y tienen menos incidencia en la estructura vertical, la cual sigue un patrón más constante, con el máximo situado en los meses de verano. Por lo que concierne a la distribución de las frecuencias, la dominancia la ejercen más de cuatro especies, pero la densidad y también la diversidad son menores que en otros prados de la alianza.

PALABRAS CLAVE: *Cynosurion cristati*, helechal, fenología, dinámica, estructura, diversidad, dominancia, pastoreo, NE de Cataluña.

1. Introducció

Els falguerars de l'associació *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris* (Villegas, 1997) constitueixen comunitats denses generalment aprofitades per a la pastura. Es troben a la muntanya mitjana del NE de Catalunya, en el domini de la fageda.

Els falguerars del *Carici-Agrostidetum capillaris*, com també la resta dels prats de la muntanya mitjana, es consideren comunitats secundàries sotmeses a canvis florístics i estructurals poc marcats d'un any a un

altre. Això és així mentre es manté el tipus d'aprofitament i els factors ambientals no sofreixen cap variació important. Al llarg de l'any, els canvis més marcats són els fenològics, l'estudi dels quals és bàsic per a comprendre el funcionament de la comunitat. Aquest coneixement és del tot necessari per a una bona gestió de les pastures.

En el present treball descrivim el ritme fenològic de la comunitat, la fenologia de les espècies que la integren i la dinàmica de l'estructura horitzontal i vertical al llarg de l'any.

2. Metodologia

El treball de camp s'ha dut a terme a les muntanyes del Puigsacalm (Serralada Transversal, NE de Catalunya). Hem aixecat sèries d'inventaris segons la metodologia sigmatista i també hem dut a terme mostres lineals a la localitat de l'inventari tipus de l'associació (pla de les Escampades, 1.320 m, UTM 31T DG 46). Les anàlisis lineals s'han realitzat adaptant les pautes bàsiques de Gounot (1969), tal com han fet diversos autors (Masalles, 1981; Sans & Masalles, 1988; Guàrdia & Ninot, 1991). Els nostres mostres s'han realitzat al llarg d'un període de setze mesos a la mateixa parcel·la. La periodicitat de les anàlisis ha estat mensual i eventualment quinzenal per a les dades de fenologia. La llargada de la línia és de 10 m, dividida en 25 segments en els quals s'han recollit les dades següents: nombre de contactes de cada espècie, recobriment, presència de fragments de sòl nu, estats fenològics i alçada dels individus. La línia mostrejada ha estat sempre la mateixa i la parcel·la no ha estat exclosa de pastura.

De tots els factors ecològics observats, hem tingut en compte sobretot la pluviositat

*C/ Rubén Darío, 56 - 5è 3a. E-08030 Barcelona.

i la temperatura enregistrades en els observatoris propers durant els mesos del treball de camp (fig. 1), com també els paràmetres edàfics que hem analitzat amb periodicitat mensual: el pH i la humitat higroscòpica. Les mostres de sòl s'han pres amb un cilindre de 150 cm³ a una profunditat de 5 a 10 cm. Per a l'anàlisi del pH en aigua, hem seguit el mètode descrit a C.M.A. (1973). El càlcul de la humitat higroscòpica s'ha fet a partir del pes de la mostra assecada a l'aire i el pes obtingut després d'assecar-la a l'estufa (105 °C) fins a pes constant (Keddy & Ellis, 1984, C.M.A., 1973).

Els estats fenològics observats s'han establert seguint les directrius de Le Floch (1969) amb modificacions pròpies: inici de creixement, que inclou la germinació, plàntula, adolescència i l'inici de foliació (A₁); plena renovació foliar (A₂); renovació foliar posterior al període reproductiu (A₃); inici de decrepitud (M₁); decrepitud i mort de les tiges aèries o de tota la planta (M). Aquests estats conformen el període vegetatiu (A). Dins el període reproductiu (F) distingim tres estats: inici de floració (F₁); plena floració (F₂); floració i fructificació, amb aquesta darrera predominant (F₃). Dins el període de repòs (R) distingim: temps de vida alentida, sense creixement (R₁); repòs total (R).

S'han anotat tots els estats fenològics observats per a cada espècie i, a l'hora dels comptatges, s'ha assignat un valor doble a l'estat majoritari i un valor simple a l'estat observat en un 10 i un 50 % dels individus. D'aquesta manera l'inici de cada estat es pot consignar amb més precisió.

Per a l'estructura vertical, en cada fragment del mostratge hem assignat a cada espècie una classe d'alçada: estrat 1, fins a 5 cm; estrat 2, de 6 a 25 cm; estrat 3, de 26 a 50 cm; estrat 4, de 50 a 75 cm; estrat 5, de 75 a 100 cm; estrat 6, de més de 100 cm.

L'estructura horitzontal s'ha estudiat mitjançant la distribució de les freqüències lineals (Gounot, 1969). Per a cadascun dels mostratges realitzats hem calculat la diversitat mitjançant l'índex de Shannon-Weaver (Margalef, 1974; Daget, 1976) i la densitat a partir del nombre de contactes per unitat de longitud. Hem estimat l'homogeneïtat mitjançant els índexs de similitud (Jaccard) entre segments lineals adjacents. Les comparacions amb els altres prats de *Cynosurion* s'han fet amb dades pròpies, i la significació ens l'ha donat el test F (Sokal & Rohlf, 1995).

3. Resultats i discussió

3.1. Ritme fenològic de la comunitat

Igual com a la resta de prats de *Cynosurion* (Villegas, 1993), el creixement vegetatiu s'inicia després dels mesos d'hivern, amb el màxim situat a la primavera, abans del màxim reproductiu, que se situa a l'estiu (fig. 2).

Al prat estudiat, com succeeix en tots els que contenen moltes espècies altament competitives (Grime, 1979), els pics de producció de fulles són ben definits i el període vegetatiu és més o menys continu al llarg de l'any, només interromput per una curta aturada hivernal. La biomassa augmenta molt marcadament entre els mesos de juny i agost, malgrat que en aquests mesos no s'observa el pic del període vegetatiu, perquè la coincidència amb l'òptim del període reproductiu fa que al gràfic s'observi una disminució de les plantes en període vegetatiu. El màxim secundari del període vegetatiu que s'observa a l'agost del primer any de mostratges pot ser la resposta a la pastura intensiva que el prat de la parcel·la va sofrir durant el mes de juliol.

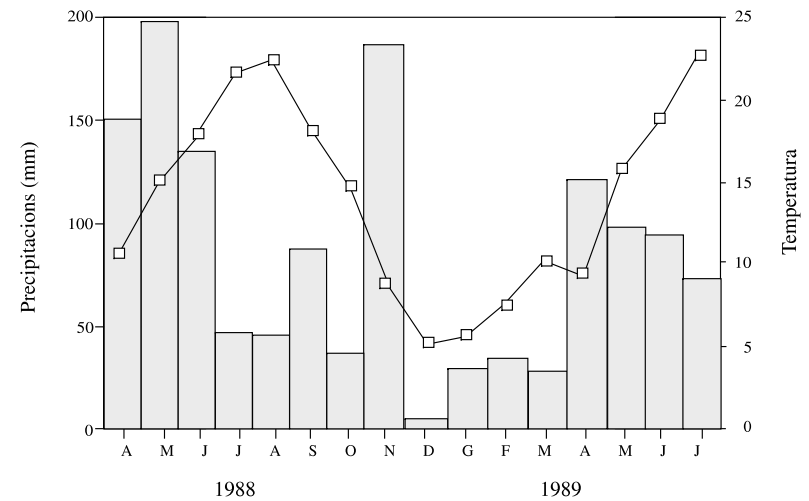


FIGURA 1. Pluviositat mensual (histograma) i temperatures mitjanes (línia contínua) enregistrades durant el període d'estudi a l'estació meteorològica de la Vall d'En Bas, a 475 m d'altitud.

Monthly rainfall (histogram) and mean temperatures (continuous line) registered at the meteorological station of la Vall d'En Bas, at 475 m of altitude, during the experimental period.

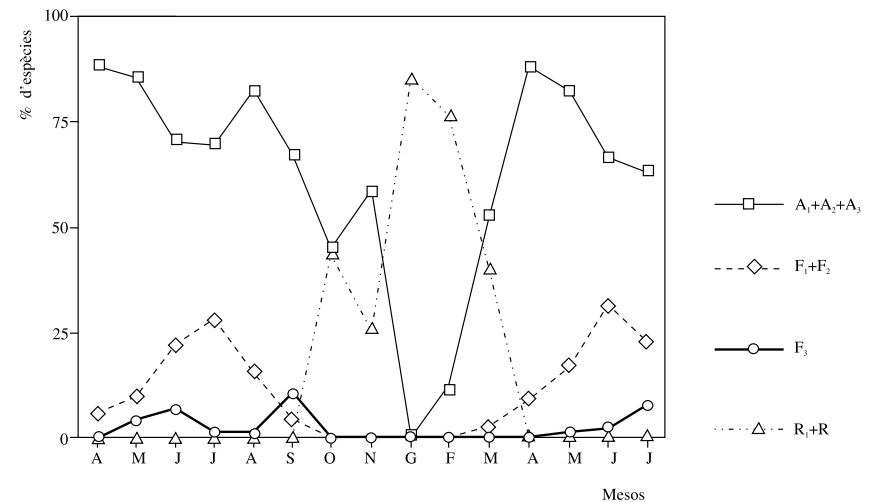


FIGURA 2. Ritme fenològic de la comunitat. Llegend: A₁ + A₂ + A₃: % d'espècies en període vegetatiu
F₁ + F₂: % d'espècies en floració
F₃: % d'espècies en floració i fructificació, amb aquesta predominant
R₁+R: % d'espècies en període de repòs.

Phenological rhythm of the community. Legend: A₁ + A₂ + A₃: % of species in vegetative period
F₁ + F₂: % of species in flower
F₃: % of species in flower and fruit, predominating the fruiting phase.
R₁+R: % of species in the resting period.

Les nostres dades confirmen que el règim de pastura introdueix modificacions en el ritme de creixement i fenologia de les espècies (Bastrenta *et al.*, 1995). Quan aquesta no és uniforme, sinó que té lloc únicament o molt més intensament a l'inici del màxim reproductiu, llavors el pic de fructificació estival és més baix o de vegades inexistent (com al primer any dels nostres mostratges) i el pic de tardor, que hauria de ser secundari, es fa més important.

Els canvis en la temperatura i la pluviositat també són causa de distorsions, sobretot pel que fa a la floració. En anys més càlids, el pic de floració es troba avançat, com en el segon any dels nostres mostratges, en què les temperatures mitjanes de febrer i març són més elevades que les mitjanes de l'any anterior (fig. 1). El pic de fructificació sofreix un desfasament en el segon any d'estudi, però en aquest cas hi incideixen sobretot la pastura irregular i una pluviositat estival més elevada que la mitjana.

Malgrat les variacions que poden introduir els factors ambientals i el règim de pastura, els falguerars que hem estudiat segueixen el model de creixement descrit per Sebastià (1992) per als prats mesohigròfils, amb un màxim de desenvolupament a l'estiu.

3.2. Fenologia de les espècies

Totes les espècies integrants del falguerar han estat objecte de seguiment fenològic, i les hem agrupades segons els diferents tipus de comportament. Per a fer els grups hem tingut en compte bàsicament la durada dels diferents períodes i l'època i durada relativa de cadascuna de les fases que hi hem distingit.

Grup 1: Espècies de floració i fructificació plenament estivals, amb un període de repòs curt a l'hivern i totes les fases de

foliació llargues. Tant en nombre d'espècies com en recobriment, és el grup més nombrós al falguerar, com també en els altres prats de *Cynosurion* (Villegas, 1993).

Grup 2: Són espècies amb els períodes reproductiu i vegetatiu llargs, com les del grup 1, però amb l'inici de floració més primerenc (maig-juny) i un període de repòs més llarg, durant quasi tot l'hivern i de vegades també part de l'estiu, amb una fase A_3 poc important o nul·la. En aquest grup, a més d'algunes espècies anuals o biennals, tenim també espècies perennes, sobretot gramínies de creixement més lent que les del grup anterior, com *Poa pratensis*, *Briza media*, *Anthoxanthum odoratum*.

Grup 3: Espècies d'inici de floració més primerenc que les dels grups 1 i 2 (març-abril), amb el període reproductiu molt llarg, que pot ser més o menys continu o bé poden florir en qualsevol moment de l'any si les condicions són adequades.

Grup 4: Són espècies que inicien el període reproductiu a finals d'hivern o a la primavera (febrer-maig), de vegades coincidint amb algunes de les del grup 2, però tenen un període de repòs més llarg que les dels grups 1 i 2, el qual comprèn part de l'estiu. La majoria són només primaverals i algunes poden allargar la floració i fructificació fins ben entrat l'estiu, però solen perdre vigor i a més tenen una fase A_3 nul·la, és a dir, que encara que es mantinguin no mostren pràcticament foliació després del període reproductiu. És un grup heterogeni del qual hem fet tres subgrups: en el 4a tenim els teròfits, que germinen a finals de tardor i a l'hivern, encara que a la primavera poden produir més plàntules; en el 4b hem col·locat els geòfits, els quals tenen en general un període reproductiu més curt i un repòs més llarg; i en el tercer subgrup (4c) tenim alguns hemicriptòfits i camèfits d'inici

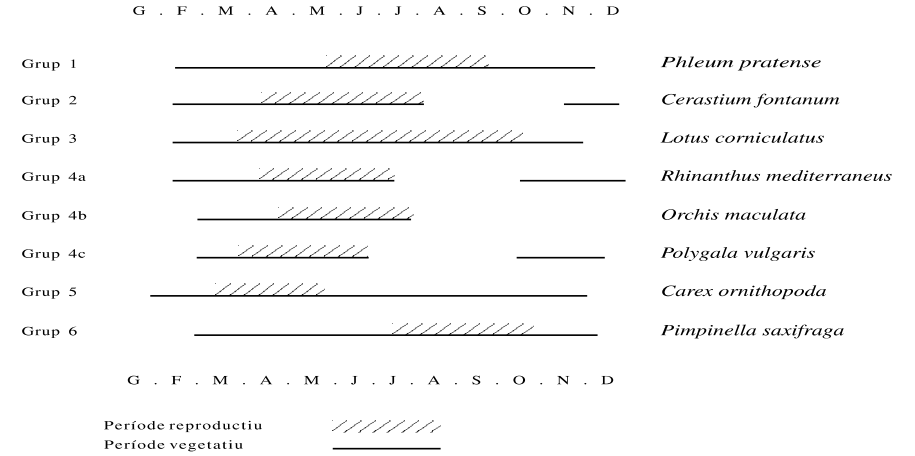


FIGURA 3. Diagrames fenològics simplificats. Cadascun correspon a una espècie representativa de cada grup de comportament. En aquests diagrames no s'especifiquen les fases fenològiques, sinó els períodes: el reproductiu mitjançant les línies inclinades, el vegetatiu amb la doble línia contínua i el de repòs es representa per l'absència d'ambdós símbols.

Simplified phenological diagrams. Each one refers to a representative species of each behaviour group. Phenological phases are not represented but only the periods: oblique short lines represent the reproductive period, the double continuous line is the vegetative period, and the resting period is expressed by the absence of this line.

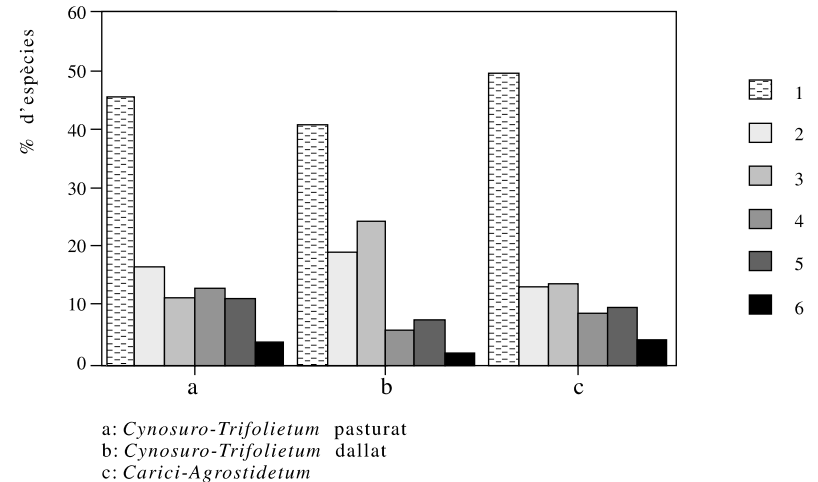


FIGURA 4. Tant per cent d'espècies de cada grup de comportament fenològic al *Carici-Agrostidetum* comparat amb dos prats de *Cynosuro-Trifolietum*, un pasturat i l'altre dallat. Cadascuna de les trames de la llegenda correspon al grup de comportament del nombre que s'indica (vegeu el text i la fig. 3).

Percentage of species in each phenological behaviour group in the *Carici-Agrostidetum*, contrasting with two communities of *Cynosuro-Trifolietum*, a pasture and a hay-meadow. The numbers of the legend refer to the phenological groups (see text and figure 3).

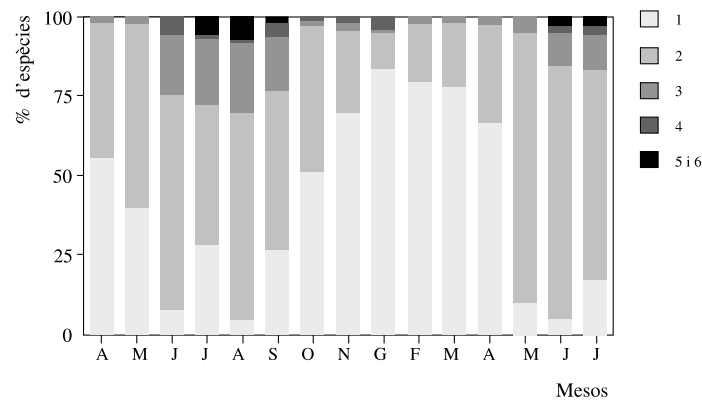


FIGURA 5. Dinàmica de l'estructura vertical al llarg de l'any al *Carici-Agrostidetum* (segons tant per cent d'espècies). Les trames representen les diferents classes d'alçada: (1: 0-5 cm; 2: 6-25 cm; 3: 26-50 cm; 4: 51-75 cm; 5: 76-100 cm; 6: > 100 cm).

Annual dynamics of the vertical structure in the *Carici-Agrostidetum* (in species percentages). The legend refers to the height classes (1: 0-5 cm; 2: 6-25 cm; 3: 26-50 cm; 4: 51-75 cm; 5: 76-100 cm; 6: > 100 cm).

de floració més primerenc que els dels grups 1 i 2 i un repòs també més llarg.

Grup 5: Espècies de floració primaveral, com el grup anterior, però amb un període de repòs curt, que se situa a l'hivern.

Grup 6: Espècies amb floració i fructificació a finals d'estiu i tardor i un període de repòs curt.

El diagrama fenològic simplificat (figura 3) ens permet de comparar els diferents grups d'una manera més global pel que fa a la localització i duració dels períodes. Cal destacar sobretot la llarga durada del període vegetatiu. Pel que fa al període reproductiu creiem important el fet que aquest sigui majoritàriament estival, amb alguns grups d'espècies vernal que confereixen al prat una fàcies característica.

La distribució del nombre d'espècies de cada grup de comportament també confirma un màxim reproductiu estival, ja que el grup 1 és el majoritari, seguit dels grups 2 i 3 (fig. 4).

El comportament fenològic diferencia clarament els prats de *Cynosurion* d'altres comunitats de caràcter més xeròfil (Sans & Masalles, 1988; Guàrdia & Ninot, 1991), sobretot per la situació i llargada del període vegetatiu.

3.3. Estructura vertical i horitzontal

L'estructura vertical depèn en gran mesura de la composició específica i de l'abundància relativa de les diferents espècies, sent la competència un agent important determinant de l'estructura. La falguera aquilina és l'espècie que té una influència més decisiva en l'estructuració de la comunitat (Villegas, 1997) i en la seva dinàmica anual.

La gestió dels prats incideix en la seva estructura vertical quan varien alguns paràmetres ambientals importants, com els edàfics (Villegas, 1993). En els prats de *Cynosuro-Trifolietum* no adobats, l'estrat 2 (de 6 a 25 cm) és el dominant durant els mesos de juny, juliol i agost. En els falguerars del

TAULA 1. Resum dels paràmetres principals que reflecteixen la dinàmica de l'estructura horitzontal al llarg de l'any: a) nombre total d'espècies (presentes al llarg de la línia de 10 m mostrejada); b) densitat (mitjana del nombre de contactes per cm); c) tant per cent d'espais de sòl nu; d) diversitat (en bits per individu, calculada mitjançant l'índex de Shannon-Weaver).

Summary of the main parameters which reflect the annual dynamics of the horizontal structure: a) species richness (total number of species recorded in the linear analysis of 10 m); b) density (average number of contacts per cm); c) percentage of bare ground; d) diversity (in bits per individual, calculated by means of the Shannon-Weaver index).

	A	M	J	J	A	S	O	N	G	F	M	A	M	J	J	Mitjana	Desviació estàndard	Coef.de variació
N. d'espècies	30	32	34	32	35	31	30	31	29	29	31	34	34	37	33	32	2,32	0,07
Densitat	0,24	0,28	0,30	0,25	0,29	0,26	0,28	0,25	0,20	0,18	0,23	0,26	0,30	0,36	0,32	0,27	0,04	0,14
% sòl nu	12,5	10,0	10,0	0,0	7,5	12,0	7,5	7,5	5,0	5,0	5,0	7,5	0,0	0,0	0,0	5,97	4,36	0,73
Diversitat	4,02	4,16	4,34	4,23	4,30	4,04	4,13	4,01	3,83	3,75	4,02	4,24	4,40	4,50	4,40	4,16	0,21	0,05

Carici-Agrostidetum (generalment no adobats) aquest estrat és dominant des del mes de maig fins al setembre (fig. 4); és a dir que, a causa del cycle vital de la falguera, l'estructura només s'assembla a la dels prats de *Cynosuro-Trifolietum* durant l'època de màxima producció. Al setembre i octubre, quan la falguera es marceix, moltes espècies del prat augmenten la seva producció i se situen a l'estrat 2 i algunes a l'estrat 3 (de 26 a 50 cm). El *Carici-Agrostidetum* no té l'aspecte de prat curt tampoc a l'hivern, a causa de les restes de les falgueres marcides i de l'inici de creixement d'algunes espècies de floració primaveral, com *Carex caryophylla*, *Carex ornithopoda*, *Luzula campestris*.

Pel que fa a l'estructura horitzontal, la dinàmica anual no mostra canvis tan marcats, ja que es tracta de prats densos on la majoria d'espècies són perennes. La densitat és màxima al mes de juny i mínima al febrer (taula 1). Al *Cynosuro-Trifolietum*, la densitat mitjana és més elevada (0,51 cont./cm ± 0,15) i és màxima al juliol.

Els canvis en la distribució de les espècies i la diversitat estan relacionats amb el

tipus d'aprofitament (Parish *et al.*, 1989), com també amb les característiques físiques i químiques del sòl (Tyler, 1996; Keddy & Ellis, 1984). Pel que fa al pH i la humitat higroscòpica hem observat que en els falguerars la variació d'aquests factors edàfics és més acusada en l'espai que no pas al llarg de l'any (taula 2). En prats més xeròfils la humitat varia més acusadament d'un mes a un altre, amb un coeficient de variació superior a 0,2 (Villegas, 1993).

La variació dels factors edàfics en l'espai es correlaciona amb la diversitat i l'homogeneïtat (Tyler, 1996). Als falguerars la diversitat (taula 1) és lleugerament inferior a la dels prats de *Cynosuro-Trifolietum*. En aquests, el màxim de diversitat té lloc al mes de juliol (5,05 bits/ind.), excepte en els que són dallats, en els quals el màxim s'assoleix al mes de juny (Villegas, 1993).

Els valors de diversitat estan molt relacionats no solament amb el nombre d'espècies, sinó sobretot amb la freqüència de cadascuna d'elles. En general, quan la diversitat és baixa hi ha dominància d'una o dues espècies. En el nostre cas, tenim cinc o sis

TAULA 2. Valors de pH i humitat higroscòpica del sòl (%) durant el període d'estudi.

Values of pH and soil moisture (%) during the study period.

	A	M	J	J	A	S	O	N	G	F	M	A	M	J	J	Mitjana	Desviació estàndard	Coef. de variació
pH	5.53	5.74	5.65	5.23	5.87	5.88	5.05	5.44	5.77	5.86	5.16	5.19	5.67	5.93	5.89	5.58	0.29	0.05
Humitat	5.54	6.10	5.54	5.54	4.43	5.26	5.82	6.38	5.26	4.98	5.26	4.71	5.82	5.26		5.43	0.49	0.09

espècies dominants durant el primer any de mostratges i entre quatre i set espècies durant el segon. Considerem espècies dominants aquelles que tenen una freqüència superior al 40 % (Del Moral, 1985).

En el segon any dels nostres mostratges, l'augment del nombre d'espècies dominants, de la diversitat i de la densitat específica, cal atribuir-lo a una millor regulació de la pastura més que no pas a un augment de la pluviositat, ja que el total de pluja anual no s'aparta gaire de la mitjana en els dos anys d'estudi.

Pel que fa a l'homogeneïtat, aquesta ha augmentat significativament respecte de l'any anterior, tal com ens indica el coeficient de variació de la similitud entre segments. Mentre que en el primer any observem una heterogeneïtat més acusada que al *Cynosuro-Trifolietum*, en el segon no trobem diferències significatives entre el falguerar i les altres pastures de l'aliança.

4. Conclusions

Els nostres estudis corroboren els d'altres autors (Bastrenta *et al.*, 1995) en el sentit que la fenologia i el creixement de les plantes es veuen afectats alhora per la pastura i la variació en els paràmetres ambientals.

El comportament fenològic de les espècies del falguerar es caracteritza per la llargada del període vegetatiu i per la situació del màxim reproductiu a l'estiu. La dinàmica de l'estructura horitzontal es veu afectada sobretot pel tipus d'aprofitament i pels paràmetres edàfics. Tot i que la diversitat és inferior a la comptabilitzada en altres prats de l'aliança, la densitat i l'homogeneïtat són molt similars mentre el falguerar es manté regularment pasturat.

Agraïments

Ens cal donar les gràcies al Dr. Oriol de Bolòs per les seves orientacions i la revisió del manuscrit. Volem agrair també als revisors d'aquest article els seus valuosos suggeriments.

Bibliografia

- BASTRENTA, B.; LEBRETON, J-D. & THOMPSON, J. D. 1995. Predicting demographic change in response to herbivory: a model of the effects of grazing and annual variation on the population of *Anthyllis vulneraria*. *Journal of Ecology*, 83: 603-611.
- C. M. A. 1973. Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. 1- PH, materia orgánica y nitrógeno. *Anales Edaf. Agrob.* XXXII, 11-12, p. 153-1172.
- DAGET, P. 1979. *Les modèles mathématiques en écologie*. Collection d'écologie, 8. Mason. Paris.

- DEL MORAL, R. 1985. Competitive effects on the structure of subalpine meadow communities. *Can. J. Bot.*, 63: 1444-1452.
- GOUNOT, M. 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Mason. Paris.
- GRIME, J. P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons. Chichester.
- GUÀRDIA, R. & NINOT, J. M. 1991. Models de comportament fenològic als prats secs i a les brolles de l'àrea meridional de La Noguera. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 59 (Sec. Bot., 8): 117-127.
- KEDDY, P. A. & ELLIS, T. H. 1984. Seedling recruitment of 11 wetland plant species along a water level gradient: shared or distinct responses?. *Can. J. Bot.*, 63: 1876-1879.
- LE FLOC'H, E. 1969. *Caractérisation morphologique des stades et phases phenologiques dans les communautés végétales*. Doc. 45 C.N.R.S. Centre d'études phytosociologiques et écologiques. Montpellier.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecologia*. Omega. Barcelona.
- MASALLES, R. M. 1981. *Estudis sobre la flora i la vegetació a la Conca de Barberà*. Resum de la tesi doctoral. Universitat de Barcelona. 35 p.
- PARISH, R.; TURKINGTON, R. & KLEIN, E. 1989. The influence of mowing, fertilization and plant

- removal on the botanical composition of an artificial sward. *Can. J. Bot.*, 68: 1080-1085.
- SANS, F. X. & MASALLES, R. M. 1988. Fenologia de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la comarca de les Garrigues (Cataluña interior). *Lazaroa*, 10: 169-179.
- SANS, F. X. & MASALLES, R. M. 1992. Incidence of tillage on an olive grove weed community. *Fol. Bot. Misc.*, 8: 215-229.
- SEBASTIÀ, M. T. 1992. Dinàmica estacional de l'herba als prats montans de Sant Jaume de Frontanyà (Pirineus orientals). *Fol. Bot. Misc.*, 8: 189-197.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, J. 1995. *Biometry*. Principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman & Company. New York.
- TYLER, G. 1996. Cover distributions of vascular plants in relation to soil chemistry and soil depth in a granite rock ecosystem. *Vegetatio*, 127: 215-223.
- VILLEGAS, N. 1993. Flora i vegetació de les muntanyes del Puigsacalm - Serra de Milany. Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona.
- VILLEGAS, N. 1997. *Carici ornithopodae-Agrostidetum capillaris* ass. nova, un tipus de falguerar de la muntanya mitjana humida. Estudi fitosociològic. *Bull. Ins. Cat. Hist. Nat.*, 65: 31-42.