

---

# Biologia de la conservació de tres espècies endèmiques del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac

---

**Joan Simón  
Marta Estrada  
Cèsar Blanché  
Julià Molero**

*Laboratori de Botànica  
Facultat de Farmàcia  
Universitat de Barcelona*

*De pocs anys ençà, hom ha constatat una preocupació més gran per la conservació del nostre patrimoni biològic i, més concretament, d'aquelles espècies rares i/o endèmiques que potencialment estan amenaçades. En aquest marc, hom ha estudiat, dins l'àmbit geogràfic del Parc de Sant Llorenç i l'Obac, tres espècies vegetals que podem considerar en bona part endèmiques d'aquest indret: el peu de colom (*Erodium glandulosum* subsp. foetidum), la corona de reina (*Saxifraga callosa* subsp. catalaunica) i la campaneta gran (*Campanula speciosa* subsp. affinis). L'estudi s'ha concentrat especialment en aquells aspectes biològics que es podrien relacionar amb l'efecte causal de la seva raresa alhora que aquests mateixos paràmetres permetrien postular hipòtesis sobre l'estat de conservació de les poblacions en particular i de l'espècie en general. En aquest sentit hem fet una primera aproximació a la funcionalitat floral, viabilitat pol·línica, reproducció vegetativa, germinació, cicle biològic, dispersió de les granes, biologia de la pol·linització, sistemes reproductius i citogenètica. Partint d'aquests resultats hom ha pogut determinar que, aparentment, no sembla que existeixin limitacions reproductives o anomalies cromosòmiques que condicionin de manera absoluta una major expansió d'aquests tàxons. El caràcter rar i endèmic d'aquestes espècies sembla atribuïble principalment a requeriments ecològics de substrat i/o hàbitat, de manera que la seva especialització ecològica els ha abocat a sobreviure en veritables illes ecològiques discontinües espacialment.*

*S'aporta un seguit de propostes conservacionistes desglossades en dos grans apartats segons si aquestes es poden dur a terme in situ en les seves poblacions naturals (mesures legislatives, millora dels coneixements, seguiment, etc.) o ex situ (conservació de duplicats a jardins botànics i emmagatzemament de granes en bancs de germoplasma).*

---

## Introducció

---

La Serralada Prelitoral Catalana constitueix una de les àrees amb major riquesa florística en el marc de la flora dels Països Catalans. Aquesta diversitat vegetal es deu, en bona part, a l'heterogeneïtat ambiental d'aquestes muntanyes, així com també al fet que aquestes han actuat com ponts entre les grans serralades dels Pirineus i el Sistema Ibèric (Bolòs, 1951).

En els darrers anys, la forta degradació que estan patint tots els espais naturals per causa de la inevitable activitat humana ha encaminat els investigadors botànics a concentrar els seus esforços en aquelles comunitats vegetals o espècies més amenaçades o que ens són més pròpies. Dins aquestes últimes, l'element endèmic és el que suscita actualment una preocupació més gran, tant pel que fa al seu caràcter únic com per la fragilitat de les seves àrees de distribució, molt sovint de petitíssima extensió (Bolòs *et al.*, 1988).

En la nostra àrea d'estudi trobem un nombre d'endemismes gens menyspreable atesa la petitesa del territori (fins al moment tres), alguns dels quals són d'àrea molt reduïda. La major part d'aquests endemismes catalanídics estan fortament lligats a hàbitats rupícoles (parets) o hàbitats saxícoles, tal com ho són les codines (Gómez-Campo *et al.*, 1984). Aquesta particularitat es comparteix amb la flora de nombroses àrees de la conca mediterrània (Quezel, 1950; Favarger, 1974; Walters, 1976). En aquests mateixos hàbitats, també es fa notar la presència de tàxons relictuals com l'orella d'ós (*Ramonda myconi* L. Reichenb.) considerada avui en dia com un veritable fòssil vivent a causa del seu aïllament sistemàtic i del fet de pertànyer a una família (*Gesneriaceae*) actualment de distribució, pràcticament, pantropical. Tot això ens fa pensar que aquestes muntanyes han actuat com nínxols per a un bon nombre d'espècies força arcaïques que arribaren amb les últimes glaciacions (Rivas-Martínez, 1969). En l'actualitat, aquests biòtops rocallosos duen a terme un paper transcendental per a la futura supervivència d'espècies sovint fràgils i incapaces de sobreviure i prosperar en ambients fortament competitiu com els forestals o ruderals (Baskin & Baskin, 1988), fet que converteix aquests ambients en veritables museus naturals d'una flora extremadament especialitzada i delicada.

En un marc de creixent preocupació per tot el que fa referència a la biodiversitat, la conservació de la nostra flora endèmica, que molt sovint esdevé rara o amenaçada, ha merescut una mica d'atenció tant per part dels investigadors com dels gestors del territori. En aquest marc, els estudis sobre biologia de la reproducció han anat adquirint un paper cada vegada més destacat ateses les seves implicacions conservacionistes (Synge, 1981; Falk i Holsinger, 1991). Hom creu que aquest tipus d'estudis són la base per conèixer l'èxit reproductiu i la «salut» actual de plantes endèmiques i/o amenaçades. Així, l'estudi de la relació planta-insecte ens permet conèixer dades sobre l'efectivitat de la pol·linització, l'estructura genètica de la població, el flux gènic, la selecció sexual, l'ecologia de la comunitat, la dinàmica poblacional, els problemes de veïnatge i les possibles causes de la seva raresa; totes aquestes són qüestions essencials a l'hora de voler establir l'estatus actual d'una planta (Brown *et al.*, 1990).

Així doncs, en aquest treball ens proposem descriure i analitzar la biologia reproductiva i la citogenètica dels en-

demismes més notables del massís de Sant Llorenç del Munt. Les espècies que hem considerat endèmiques (mai de manera exclusiva) dins aquesta àrea són: *Erodium foetidum* (L. et Nath.) L'Hér. subsp. *glandulosum* (Cav. in Lam.) O. Bolòs et J. Vigo, *Saxifraga callosa* Sm. in Dickson subsp. *catalaunica* (Boiss.) D. A. Webb. i *Campanula speciosa* Pourr. subsp. *affinis* (Schultes in Roem. et Schultes) Font Quer.

### Marc geogràfic i espècies objecte d'estudi

Al bell mig del sector central de la Serralada Prelitoral Catalana, entre les comarques del Vallès Occidental i el Bages, s'alcen els massissos de Sant Llorenç del Munt i de la serra de l'Obac. Ambdós conjunts orogràfics són delimitats pel riu Llobregat a ponent i pel Ripoll a la banda de llevant, i són vertebrats per unes carenes orientades paral·lament i connectades entre si pel coll d'Estenalles. Aquests massissos presenten un relleu característic, resultat de la pròpia natura geològica i dels processos erosius a què s'han vist sotmesos i que han donat lloc a una formació abrupta amb diferents nivells de cingles i rocams. El principal constituent responsable de la seva peculiar morfologia que trobem en aquests massissos és els conglomerats, d'origen recent (Eocè i Oligocè) i que ens recorden en gran part el massís de Montserrat atès que tenen un origen comú, puix que tots dos provenen de materials acumulats a la zona que hi ha entre la conca terciària de l'Ebre i l'antic massís Catalanobaleà (Orta *et al.*, 1992). Els processos erosius patits posteriorment van ser els que li van conferir aquesta sofisticada i peculiar morfologia rica en mondlits i esquerpes i tallades cingleres que és capaç d'acollir una gran riquesa florística.

Des del 1972, en què fou aprovat el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, al qual es troba inclòs una gran part d'aquest territori, aquesta riquesa, pel que fa a flora (hi ha més de mil espècies de plantes superiors diferents) i fauna, gaudeix d'una protecció davant de les constants amenaces pròpies de llocs molt humanitzats (Miralles i Bros, 1985). Així, la flora que trobem en aquestes contrades és bàsicament mediterrània amb comunitats típiques, com són els alzinars, les garrigues, etc. però, alhora, veiem que en les zones més humides (avencs, canals, etc.) són freqüents espècies eurosiberianes que s'hi van anar introduint en temps remots. És clar, doncs, que el tipus de vegetació fa palesa l'existència d'aquesta lluita d'influències climàtiques i tectòniques.

El criteri taxonòmic adoptat a l'hora d'anomenar els diversos tàxons ha estat el de la *Flora manual dels Països Catalans* (Bolòs i Vigo, 1990). Si hom observa les diverses flors a l'ús, fàcilment ens podem adonar de la dificultat taxonòmica que és inherent a aquests tàxons i que es tradueix en una rica sinonímia i un rang taxonòmic francament incert. A tall d'exemple, ens serveix el recent volum V de *Flora ibérica* (Vargas, 1997), on s'inclouen les *Saxifragaceae* i on, a la corona de reina, se li ha donat categoria d'espècie (*Saxifraga catalaunica* Boiss. & Reut.).

Les plantes considerades són:

– *Erodium foetidum* (L. et Nath.) L'Hér. subsp. *glandulosum* (Cav. in Lam.) Bolòs i Vigo. Planta perenne endèmica de les muntanyes de la Mediterrània occidental que creix a les codines, però també en relleixos i esclerxes de les roques calcàries. Coneguda amb el nom de peu de co-

lom, aquesta és una planta glandulosa, d'aspecte pulvinar, de fulles grisenques pinnatisectes i caracteritzada pels seus curiosos pètals amb venacions de color porpra i dues grans taques en els dos pètals superiors. Antigament, les preteses i mai demostrades virtuts medicinals dels seus rizomes, la van posar al límit de l'extinció a la Serralada Prelitoral en fer-se una recol·lecció desmesurada d'aquesta planta (vegeu fig. 1).

– *Saxifraga callosa* Sm. in Dickson subsp. *catalaunica* (Boiss.) D. A. Webb. Planta perenne calcícola, fissurícola i endèmica de les parets ombrejades de Montserrat i Sant Llorenç del Munt. Les fulles linears, espatulades i carnoses són ribetejades per unes petites dents blanques que són excés d'excrecions de carbonat càlcic. De la densa roseta basal de fulles sobresurt, només l'últim any de la seva vida, una tija florífera recoberta de flors blanques molt vistoses i aromàtiques. L'espectacularitat i bellesa d'aquesta planta li han atorgat el nom de corona de reina, pel qual se la coneix popularment. Aquesta joia florística ha estat recol·lectada, tant per les seves propietats avortives, com per formar part d'objectes decoratius (vegeu fig. 1).

– *Campanula speciosa* Pourr. subsp. *affinis* (Schultes) Font Quer. Planta biennal endèmica de les muntanyes calcàries catalanes que creix en relleixos i fissures del rocà, en racons poc assolats i en sòls calcíns pedregosos. Té les fulles força estretes i fa una tija florífera de prop de mig metre d'alçada coberta d'un gran nombre de flors d'un blau pàl·lid en forma de campaneta. Coneguda popularment com campaneta gran, aquesta espècie és molt vistosa, ja que fa les flors molt grans. Per aquest motiu es veu especialment amenaçada en tots aquells indrets de pas de vianants que la cullen sense cap mirament atrets per la visibilitat i formositat de les seves flors (vegeu fig. 1).

---

## Metodologia

---

### Biologia de la pol·linització

En totes tres espècies s'han efectuat censos d'observació d'uns 15-20 minuts, repetits diversos cops al llarg del dia, tot anotant el comportament quantitatiu i qualitatiu dels pol·linitzadors, però també dels robadors de nèctar o d'altres insectes que són visitants accidentals o senzillament depredadors. Per tal de poder fer una posterior identificació d'aquests insectes, n'hem capturat alguns exemplars (se n'ha intentat obtenir com a mínim un de cada espècie) amb l'ajut d'un caçapapallones. Els insectes capturats, un cop morts, són muntats amb agulles entomològiques i etiquetats seguint els consells de Bosch (1996). La identificació, l'han dut a terme científics del Departament d'Invertebrats de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

### Sistemes reproductius

Tant en les experiències al camp com en les de l'hivernacle, es va procedir a emascular quinze flors (eliminant o inutilitzant els estams) tot seccionant els filaments amb unes pinces ben netes abans de la dehiscència de les anteres. El fet de treballar amb flors relativament grans i proteràndriques ens va facilitar una tasca sovint molt delicada. Posteriorment, es va embossar amb tul molt lleuger la flor (o la inflorescència, segons el cas) i es va observar si hi havia producció de granes (partenogènesi). Per tal d'observar



*Erodium foetidum*  
subsp. *glandulosum*



*Saxifraga callosa*  
subsp. *catalaunica*



*Campanula speciosa*  
subsp. *affinis*



**Figura 1.** Distribució geogràfica i iconografia dels tàxons estudiats.

si és possible l'autogàmia passiva (o autofecundació), cal embossar les flors una per una sense haver-les emasculat prèviament. Així s'aconsegueix que l'únic pol·len disponible per fecundar el pistil sigui el de la pròpia flor. Per a l'estudi de la geitonogàmia passiva (encreuaments entre flors d'una mateixa inflorescència) el tractament és idèntic, però en aquest cas s'embossa tota la tija florífera quan encara les flors no s'han obert. L'embossament es realitza mitjançant bossetes de tul molt lleugeres i de llum molt petita. D'aquesta manera, s'evita el pas dels insectes, però es deixa passar l'aire. Les bossetes han de ser de color blanc per evitar l'absorció de la llum que podria incrementar notablement la temperatura a l'interior de la bosseta i afectar negativament el desenvolupament normal de la flor. Sovint és menester apuntalar aquestes tiges floríferes mitjançant una canya o un tutor rígid perquè els raïms (*Campanula*) o les panícules (*Saxifraga*) no es torcin o s'inclinin en excés pel pes de les bossetes.

### Relació pol·len/òvuls (P/O)

L'anomenada relació P/O, que representa la proporció entre el nombre de grans de pol·len d'una flor (P) i el nombre de primordis seminals o òvuls d'aquesta (O), és un paràmetre indirecte, però força representatiu, del sistema de reproducció de l'espècie observada, tal com va demostrar Cruden (1976, 1977). Valors elevats d'aquesta relació corresponen a plantes al·lògames, mentre que valors de P/O baixos equivalen a plantes que exerceixen la clistogàmia o l'autogàmia (on les pèrdues són molt inferiors o quasi bé nul·les).

Per dur a terme l'estudi de la relació P/O ens hem ajustat a les pautes establertes per Dafni (1992). S'escullen i es recol·lecten deu poncelles provinents de deu individus diferents (per tal d'aconseguir una mostra més homogènia i significativa) de cadascuna de les espècies estudiades. Els estams cal que estiguin ben desenvolupats, però sense que s'hagi produït la dehiscència pol·línica, perquè, si així fos, les possibles pèrdues durien a resultats erronis. Un cop anotada la quantitat, procedirem a comptar el nombre de grans de pol·len per antera, però, com que sovint es tracta d'un nombre força elevat, hem optat per fer una dilució amb aigua destil·lada i una gota de detergent per evitar que el pol·len s'adhereixi a les parets del recipient. Per obtenir uns resultats el màxim de fiables i representatius hom procedeix a fer tres mesures de cada antera i a calcular-ne la mitjana. El resultat obtingut haurà de ser multiplicat pel factor de dilució corresponent, i obtindrem, així, el nombre de grans de pol·len per antera, el qual, multiplicat pel nombre d'estams, ens dona la producció pol·línica total de la flor. Per fer el càlcul dels òvuls o primordis seminals i així poder completar el quocient P/O, agafem tots els carpels de cadascuna de les poncelles de les quals hem comptat la producció pol·línica. Comptem el contingut de primordis a cada carpel i, en cas d'haver-n'hi més d'un, en sumarem els valors.

### Citogenètica

De plantes trasplantades de les seves poblacions s'obtenen meristemes radicals. Hem estimulat la producció d'arrelletes mitjançant condicions d'estrès hídric. La fixació es duu a terme tallant àpexs meristemàtics d'uns 4-5 cm per tal de facilitar-ne la manipulació posterior. De tots els espècimens estudiats cariològicament, en conservem els corres-

ponents plecs testimoni a l'herbari BCF. Sempre que ha estat possible, hem guardat un testimoni gràfic fotogràfic dels recomptes, i, en el seu defecte, els dibuixos originals de les projeccions a la cambra clara. Per als aspectes metodològics de la fixació, tinció i muntatge hem seguit les pautes descrites a Simon (1993).

Pel que fa a l'observació i paràmetres mesurats, hem estudiat les preparacions amb un microscopi òptic Zeiss Axioscope a 1.000 augments, tot cercant plaques mitòtiques susceptibles de recompte cromosòmic. Les fotografies s'han pres amb una càmera fotogràfica M-35S acoblada al mateix microscopi i amb pel·lícula Kodak de 22 ASA de sensibilitat. Les millors plaques, que permetien un alt grau de fiabilitat quant a la seva interpretació, han estat dibuixades amb l'ajut d'una càmera Meopta a 3.000 augments, acoblada a un microscopi òptic Nikon model 68752. En cadascun d'aquests dibuixos s'ha anotat el nombre de cromosomes, l'aparellament, les mesures de cada braç i la presència o absència de satèl·lits, constriccions secundàries i cromosomes supernumeraris. Seguint les indicacions donades per Favarger (1978), un cop obtingudes un mínim de cinc plaques mitòtiques de bona qualitat d'una mateixa població, hem confeccionat els corresponents cariogrames, seguint els consells de Bentzer *et al.* (1971) i Löve i Löve (1975). Per a cada cromosoma, hem calculat la longitud total i la posició del centròmer. Per precisar aquesta darrera dada, hem utilitzat la fórmula recollida per Levan *et al.* (1964). Finalment les dades s'han entrat en el programa informàtic Cario perquè l'ordinador fes tots els càlculs i confeccionés l'idiograma haploide.

---

## Resultats i discussió

---

### Aspectes generals de la biologia de la reproducció

Les tres espècies estudiades són entomòfiles, hermafrodites i presenten patrons de morfologia floral similars pel que fa a la seva adaptació a l'activitat dels insectes antòfils. Els mecanismes florals més utilitzats en totes les espècies per afavorir la reproducció encreuada són la proteràndria (vegeu fig. 5) i l'hercogàmia, i es destaca *Campanula* amb un complex mecanisme de descàrrega de pol·len mitjançant una pilositat molt especialitzada.

L'èxit reproductiu és molt variable entre els diversos tàxons estudiats amb fructificacions que van del 10% per a *Erodium foetidum* subsp. *glandulosum* fins a superiors al 90% per a *Campanula speciosa* subsp. *affinis*.

Exceptuant *Campanula*, la resta de tàxons presenta unes taxes de creixement vegetatiu notables, la qual cosa indica que aquestes plantes han optat, davant de condicions reproductives a vegades difícils, pels dos sistemes de multiplicació: vegetativa i sexual.

Tots els tàxons presenten percentatges de germinació molt baixos (0-24%) amb períodes germinatius que podem considerar llargs. Els factors que determinen aquest comportament poden ser la dormància, la no maduresa de l'embrió i les condicions de germinació molt específiques.

Cada gènere presenta patrons de floració i fructificació molt heterogenis. En *Erodium* les corbes de floració i fructificació són molt llargues (fins a 7 mesos) i depenen molt directament de les condicions climatològiques; en *Saxifraga* la floració es dona bruscament, intentant atreure l'atenció dels pol·linitzadors voladors amb la seva vistositat i,

Taula 1. Visitants i pol·linitzadors potencials.

<i>Erodium foetidum</i> subsp. <i>glandulosum</i>			<i>Saxifraga callosa</i> subsp. <i>catalaunica</i>			<i>Campanula speciosa</i> subsp. <i>affinis</i>		
TAXA	%	comportament	TAXA	%	comportament	TAXA	%	comportament
<b>COLEÒPTERA:</b>			<b>COLEÒPTERA:</b>			<b>COLEÒPTERA:</b>		
Oedemeridae: <i>Oedemera</i> sp.	12,3	L (P)	Oedemeridae: <i>Oedemera</i> sp.	5,0	L (P)	Oedemeridae: <i>Oedemera</i> sp.	10,0	L (P)
Chrysomelidae: <i>Clytra</i> sp.	8,7	A	Staphylinidae: [no identificat]	4,0	A	Curculionidae: <i>Miarus campanulae</i>	8,7	D
Curculionidae: <i>Miarus</i> sp.	14,5	D				Cerambycidae: <i>Brachyleptura cordigera</i>	7,0	A
<b>HIMENÒPTERA:</b>			<b>HIMENÒPTERA:</b>			<b>HIMENÒPTERA:</b>		
Sphecidae: <i>Stigmus</i> sp.	23,1	R (N)	Halictidae:			Apidae:		
Halictidae: <i>Lassioglossum</i> sp.	19,5	R (P, N)	<i>Lassioglossum</i> sp.	22,9	R (P, N)	<i>Bombus terrestris</i>	18,6	L (P, N)
Formicidae: <i>Formica</i> sp.	11,0	A (N)	<i>Halictus</i> sp.	20,1	R (P, N)	<i>Bombus cognatum</i>	15,3	L (P, N)
<b>HETERÒPTERA:</b>			Adrenidae: [no identificat]	2,0	A	Ichneumonoidae: [no identificat]	4,0	A
Miridae: <i>Amirida</i> sp.	5,9	A	Formicidae: <i>Formica</i> sp.	14,8	A (N)	Megachilidae: [no identificat]	2,9	L (P, N)
<b>DÍPTERA:</b>			Tenthredinidae: <i>Allanctus cinctus</i>	4,2	R (N)	Sphecidae:		
Syrphidae: <i>Paragus</i> sp.	5,0	R (P, N)	Apidae: <i>Bombus</i> sp.	17,3	L (P, N)	<i>Stigmus</i> sp.	16,4	R (N)
Comportament sobre la flor:			<b>DÍPTERA:</b>			<i>Ammophila</i> sp.	3,1	R (N)
legal (L)			Syrphidae:			Formicidae: <i>Formica</i> sp.	7,0	A (N)
robador (R)			<i>Paragus</i> sp.	2,7	L (P, N)	<b>HETERÒPTERA:</b>		
accidental (A)			<i>Eristalis tenax</i>	7,0	L (P, N)	Pentatomidae: [no identificat]	3,8	D
depredador (D)			Entre parèntesi, el tipus de recompensa que cerca:			<b>DÍPTERA:</b>		
						Syrphidae: <i>Eristalis tenax</i>	3,2	L (P, N)
Entre parèntesi, el tipus de recompensa que cerca:								
pol·len (P)								
nèctar (N)								

per últim, *Campanula* floreix força de cop però perllonga aquest període durant 2-3 mesos.

Els mecanismes de dispersió de les granes són molt diversos (dehiscència explosiva, anemocòria, bolecòria, etc.) però en tots els casos, complexos i molt efectius. L'autosoterrament de les granes d'*Erodium* o el postcarpotropisme dels fruits i el caràcter lleument mixògen d'alguna de les granes de *Saxifraga*, semblen indicar una molt bona adaptació tant morfològica com funcional d'aquests tàxons a l'hàbitat on viuen.

### Biologia de la pol·linització

En la taula 1 es pot veure la relació de freqüències dels visitants florals (considerats com a pol·linitzadors potencials) i llur comportament sobre la flor de cada espècie.

#### *Erodium*

Coherentment amb la gran disponibilitat de les recompenses (amb nectaris gens amagats i anteres molt a l'abast) que ofereixen les flors del gènere *Erodium*, els insectes que les visiten són més aviat discrets. No és comú, doncs, trobar-hi antòfils amb els òrgans xucladors especialment desenvolupats, ni veure-hi estratègies de vol gaire peculiars, sinó que més aviat la freqüenten espècies que suggereixen poca activitat pol·linitzadora. Es tracta, però, d'una gran varietat de visitants florals que, en conjunt, no acostumen a fer nombroses visites i la freqüència d'aquestes varia molt dependent del dia, fet que hem pogut constatar en les diferents sortides de camp. Així, doncs, trobem coleòpters (escarbats, corcs), himenòpters (abelles, vespes i formigues) i dípters (mosques i mosquits), cadascun amb els seus «particulars interessos» que els porten a fer aquestes visites (vegeu fig. 2), però la majoria són lliures d'actuar com a ve-



Figura 2. Sirfid damunt una flor d'*Erodium*.



Figura 3. Formiga damunt *Saxifraga*.

ritables pol·linitzadors. Cercant a la bibliografia, hom pot trobar llistes d'antòfils lligats al gènere *Erodium* en **Ro-nertson** (1889) i **Proctor i Yeo** (1973), entre d'altres, on es fa palès, igualment, aquest ventall d'espècies pol·linitzadores, de mides i comportament ben diferents.

El nombre de visites pot tenir relació amb el veïnatge floral de la població estudiada, ja que, curiosament, són molt més visitades aquelles flors que gaudeixen de la companyia d'altres, que no pas aquelles plantes que floreixen isolades sense cap altra amb la qual competir. Podríem, doncs, proposar la hipòtesi que algunes siguin visitades «no intencionadament», sinó més aviat «de rebot» per insectes visitants d'altres plantes veïnes florides. Aquesta poca especificitat i constància pel que fa a les visites la trobem constatada en estudis preliminars de les càrregues de pol·len dels pol·linitzadors capturats. Ocasionalment s'hi han trobat formigues que recorren la planta en la seva totalitat (però principalment cercant nèctar a la flor), sent doncs quasi bé nul·la la probabilitat que actuïn com a pol·linitzadors.

Podem concloure, doncs, dient que l'estratègia d'aquestes espècies, de diferenciar en el temps la maduresa de la fase masculina i la femenina per tal d'evitar l'autopol·linit-

zació i donar el màxim d'oportunitats a la pollinització encreuada, no funciona totalment, ja que veient la baixa pollinització que es preveu que duen a terme els insectes, hi ha d'haver una part d'autopollinització que no ens permet parlar de plantes obligatòriament al·lògames. Una possible explicació a aquest fet seria pensar que com que l'estadi sexual és independent per a cadascuna de les flors de la mateixa planta, la proteràndria només podria evitar els encreuaments intraflorals (autogàmia), sent del tot probables, però, els intraindividuals (geitonogàmia).

### *Saxifraga*

Un gran nombre d'insectes diferents són potencialment pollinitzadors d'aquesta espècie. Petites mosques, especialment de les famílies *Empididae* i *Syrphidae* han estat, juntament amb abelletes (*Halictidae*, *Adrenidae* i *Tenthredinidae*) els visitants més corrents. També cal citar, però, alguns abellots (*Bombus* sp.), formigues (*Formica* sp.) i petits coleòpters (*Staphylinidae*). Així doncs, les flors de *Saxifraga callosa* subsp. *catalaunica* reben la visita d'una àmplia gamma d'insectes, tot i que només un petit nombre s'ha de considerar important des del punt de vista de la pollinització. Aquesta poca especificitat pel que fa als insectes pollinitzadors coincideix amb altres treballs fets anteriorment sobre biologia de la pollinització en *Saxifraga* (Warncke *et al.*, 1993; Hansen i Molau, 1994). Les espècies *Lassioglossum* sp. i *Halictus* sp. s'han de considerar com els pollinitzadors més importants. Si tenim en compte el temps que actuen damunt una flor, un dels insectes més perseverants és *Eristalis* sp. (*Syrphidae*). Si partim de la premissa que l'efectivitat de la pollinització està directament relacionada amb la quantitat de pol·len que transporten i la conespecificitat d'aquest, trobaríem que *Bombus* sp. és un bon vector pollinitzador. Hem de destacar també el paper de les formigues (*Formica* sp.) ja que en alguns períodes vam constatar que va ser l'insecte amb una major freqüència de visites (vegeu fig. 3). Creiem que en algun cas aquestes formigues sí poden actuar com a visitants legítims malgrat la idea general que les formigues només actuen com a pollinitzadors accidentals. Cada vegada més autors destaquen el paper important com a pollinitzadors de les formigues, sobretot en ecosistemes més tancats (Hickman, 1974; Gómez i Zamora, 1992; Gómez *et al.*). L'absència de papallones en el còmput de visites a les flors d'aquesta espècie podria trobar justificació en l'hàbitat que ocupen, que no sembla gens adient a les característiques fisiològiques pròpies de les papallones i afins, que necessiten de llocs assolellats i càlids.

### *Campanula*

Els censos duts a terme a les poblacions de *Campanula speciosa* subsp. *affinis* de Sant Llorenç del Munt han estat els més exitosos pel que fa a la quantitat d'insectes. Són visitants habituals els *Bombus* sp. (d'entre els quals el que s'ha vist amb més freqüència és *B. terrestris*), recol·lectant nèctar i pol·len en grans quantitats i sent un dels principals pollinitzadors (vegeu fig. 4). El comportament d'aquests abellots és bàsicament politròfic, és a dir, s'alimenten de nèctar i/o pol·len de moltes plantes amb flor diferents (Pesson i Louveaux, 1984). D'aquests pollinitzadors, que ja han estat prèviament força citats, Heinrich (1976) descriu, però, que tenen una capacitat inherent que els permet

discriminar entre les flors de les diferents espècies. Bell *et al.* (1984) també van descriure en aquests robadors de nèctar la facilitat que tenien per diferenciar les flors que tenien una variació en la seva fase sexual, de les que no. Posteriorment, Creswell i Robertson (1994) demostraren, mitjançant uns estudis duts a terme amb espècies de *Campanula rotundifolia*, que els abellots recol·lectors de pol·len també podien exercir similars preferències; deien que espècies com *B. wurflenii* i *B. sichelii* (recol·lectors de pol·len i nèctar de plantes com campànules) mostraven un comportament caracteritzat perquè el primer dia denotaven preferència per les flors en fase de reproducció femenina, però al dia següent es decantaven per la fase masculina. Això pot ser entès amb una senzilla interpretació econòmica: inicialment prefereixen la fase femenina en la qual en moltes plantes ja coincideix amb l'oferiment de pol·len i nèctar, però sent el pol·len menys abundant en aquesta fase, llavors els abellots opten per cercar plantes riques en pol·len (flors en fase masculina). D'aquest comportament és deduïble que el pol·len és la millor recompensa per a aquests antòfils (Creswell i Robertson, 1994). A part dels abellots, però, hem trobat abundants coleòpters (*Oedemera* sp., *Miarus* sp., *Brachyleptura* sp.) i larves d'aquests, cosa que ens fa pensar que hi troben un lloc idoni per al seu desenvolupament, més que no pas que duguin a terme un gran paper en la pollinització. Concretament el gènere *Miarus* (*Curculionidae*), el trobarem, per desgràcia, en un percentatge molt elevat de flors, i és el principal culpable de la hipertròfia de l'ovari i ocupa un lloc important en la preda. Pel que fa als himenòpters, hem pogut constatar les abundants visites que fa una vespeta petita negra, *Stigmus* sp. (*Sphecidae*), que va a les flors per tal d'agafar nèctar (no pol·len). També s'ha trobat alguna abelleta de les famílies *Megachilidae* i *Ichneumonidae*.

### Sistemes reproductius

S'han assajat els diferents tractaments en un total de quinze flors a l'hivernacle i quinze flors al camp. En totes les espècies assajades mai no hem detectat que es produeixin fenòmens de partenogènesi o de producció de granes sense la intervenció del pol·len (agamospèrmia). Per tant, la reproducció asexual d'aquests tàxons es redueix exclusivament a la multiplicació vegetativa que té, en el nostre cas, una gran transcendència com a mecanisme alternatiu a la reproducció sexual per tal d'assegurar la perpetuació de l'espècie. En aquelles espècies que posseeixin flors amb proteràndria molt pronunciada i perllongada (*Saxifraga* i *Campanula*), s'haurà de considerar que serà difícil l'auto-



Figura 4. *Bombus* pollinitzant *Campanula*.



Fase masculina en *Erodium foetidum* subsp. *glandulosum*.



Fase femenina en *Erodium foetidum* subsp. *glandulosum*.



Fase masculina en *Campanula speciosa* subsp. *affinis*.



Fase femenina en *Campanula speciosa* subsp. *affinis*.

Figura 5. Mecanismes de proteràndria en *Erodium* i *Campanula*.

fecundació natural. Una disminució en el grau de proteràndria, amb l'acostament i superposició de la fase masculina amb la femenina (algunes vegades en el cas dels *Erodium*), trencarà aquest tipus de barrera natural i permetrà que puguin produir-se autopollinitzacions accidentals causades per insectes o altres pertorbacions ambientals.

### Relació pol·len/òvuls (P/O)

En les taules 2 i 3 hi ha els resultats per al càlcul de la relació P/O dels tàxons estudiats.

#### *Erodium*

La mitjana de grans de pol·len per antera és de 878,6 per a *E. foetidum* subsp. *glandulosum* i dóna una ràtio de 516,8 com a relació P/O. El nombre d'òvuls és sempre de 10 (2 per carpel) per flor, tot i que sempre n'avorta 1 en cada carpel i, per tant, només 5 llavors arriben a desenvolupar-se.

Es pot considerar que aquests resultats es troben a la frontera d'«autògames facultatives» i «al·logames facultatives». Aquesta apreciació s'adiu perfectament amb les observacions experimentals que hem dut a terme, tant al camp com a l'hivernacle.

#### *Saxifraga*

La relació P/O, així com també d'altres característiques, mostren que aquesta espècie pot comportar-se com autògama facultativa, malgrat que el límit en el qual es troba aquest valor, juntament amb l'hercogàmia i la dicogàmia que mostra aquesta planta, ens porta a pensar que l'al·logàmia és, sens dubte, el sistema reproductiu més utilitzat per aquest tàxon. En condicions naturals, l'èxit de la reproducció sexual no sembla estar limitat per l'aportació de pol·len dels antòfils, sinó més aviat per factors d'origen abiòtic, com són les condicions atmosfèriques existents en el moment de la floració. S'ha demostrat (Hansen i Molau, 1994) que les condicions meteorològiques poden augmentar o disminuir el nombre d'òvuls per càpsula i, consegüentment, modificar notablement les relacions P/O.

#### *Campanula*

La producció de primordis seminals i de pol·len s'ha mostrat molt variable. Hom creu que en aquest gènere el nombre de pol·lens i òvuls pot ser força variable dins el mateix tàxon i, fins i tot, entre flors de la mateixa planta, la qual cosa desdiiu la constància que alguns autors han volgut veure en aquests dos paràmetres. Aquesta espècie mostra uns valors de P/O més elevats que les dues espècies anteriors, fet que és provocat, en bona part, per un major nombre de pol·len en les immenses anteres de què disposa aquesta estirp. Tot i així, els valors obtinguts s'acosten tant o més a l'al·logàmia fa-

cultativa que a l'al·logàmia obligada, la qual cosa creiem que s'adiu amb la realitat reproductiva d'aquest tàxon.

I una breu reflexió sobre la bondat de la relació P/O. Pensem, com Queller (1984), que aquesta relació pot ser molt sovint insuficient per validar hipòtesis sobre la reproducció de les plantes, ja que poden influir-hi molts factors que difícilment podem tenir en compte. Així, la compatibilitat pol·len-pistil, la sincronia de l'antesi i la receptivitat de l'estigma, el grau de proximitat entre les anteres i l'estigma (hercogàmia) i de separació temporal d'ambdós (dicogàmia) són alguns dels factors que més poden fer variar la relació P/O (Queller, 1984). Malgrat tot això, aquest és un paràmetre relativament fàcil d'obtenir i que ens pot acostar –a l'engròs– al sistema reproductiu que prevaleix, i que ens permetrà examinar alternatives que podran ser provades posteriorment, a partir de dades més vàlides. Així, Preston (1986) esmenta que aquesta relació pot ser usada en estudis reproductius, sempre que coneguem i tinguem en compte les seves limitacions.

### Citogenètica

S'han estudiat el nombre cromosòmic i el cariotip de dos tàxons: *Erodium foetidum* subsp. *glandulosum* i *Saxifraga callosa* subsp. *catalaunica*. Els resultats dels recomptes, obtinguts, tots, a partir de l'anàlisi de plaques mitòtiques, s'indiquen a les taules 4 i 5. En aquestes mateixes taules hom pot observar també l'idiograma, la fórmula cromosòmica i la resta de paràmetres i índexs considerats.

#### *Erodium foetidum* subsp. *glandulosum*

Hs: Barcelona, Montcau, codines sobre el coll d'Estenalles; 411 40' 21" N, 21 3' 15" E, 950 m, 10-V-1996, M. Estrada & J. Simon, (BCF 41592).

Taula 2. Producció de pol·len i òvuls per flor.

Tàxon	pol·len/estam	estams	pol·len/flor	òvuls/flor
<i>E. foetidum</i> subsp. <i>glandulosum</i>	878,6±56,3	5	4.393,0±1.199,6	8,5±2,2
<i>S. callosa</i> subsp. <i>catalaunica</i>	1.129,3±197,5	10	11.293,0±1.974,7	47,2±7,3
<i>C. speciosa</i> subsp. <i>affinis</i>	28.793,5±127,6	5	143.967,5±638,2	117,6±19,3

Mitjana ± desviació estàndard.

Taula 3. Estudi de la relació pol·len/òvuls.

Tàxon	Relació P/O	Tipus de sistema reproductiu
<i>E. foetidum</i> subsp. <i>glandulosum</i>	516,8	al·logàmia facultativa
<i>S. callosa</i> subsp. <i>catalaunica</i>	239,3	autogàmia-al·logàmia facultativa
<i>C. speciosa</i> subsp. <i>affinis</i>	1.224,2	al·logàmia

El nombre cromosòmic d'aquest tàxon es correspon amb el ja conegut anteriorment (Gauger, 1937; Guittoneau, 1966; Castroviejo, 1984) de  $2n = 20$ . De l'estudi del cariotip es pot deduir una mida aparent dels cromosomes que varia entre 2,24 i 3,27  $\mu\text{m}$  amb una longitud mitjana de  $2,78 \pm 0,11 \mu\text{m}$ . D'acord amb aquests resultats (vegeu taula 4), el cariotip és predominantment simètric. Els cromosomes poden ser organitzats en 1 metacèntric-submetacèntric (m-sm en la parella III) i la resta com a cromosomes metacèntrics. El tipus de simetria de Stebbins establerta és 2A i els coeficients d'asimetria de Romero-Zarco són  $A_1 = 0,19$  i  $A_2 = 0,11$ .

#### *Saxifraga callosa* subsp. *catalaunica*

Hs: Barcelona, Montcau, fissures de roca calcària sota el coll d'Estenalles; 411 40' 28" N, 21 1' 4" E, 900 m, 18-VI-1996, M. Estrada & J. Simon, (BCF 41593).

Aquesta espècie rupícola, estudiada per primer cop en aquest treball, presenta un nombre cromosòmic de  $2n = 28$ . Pel que fa al cariotip, la longitud cromosòmica aparent es troba entre l'interval de valors 1,45 i 3,06  $\mu\text{m}$ , amb una longitud mitjana de  $2,16 \pm 0,12 \mu\text{m}$  (vegeu taula 5). L'idiograma que hem realitzat mostra que és molt simètric i consta de 13 parelles de cromosomes metacèntrics i 1 parella de submetacèntrics (parell II). El tipus de simetria de Stebbins és 2A i els coeficients d'asimetria de Romero-Zarco són  $A_1 = 0,25$  i  $A_2 = 0,20$ .

En aquest estudi citogenètic no s'han detectat anomalies cromosòmiques ni alteracions del cariotip que puguin comprometre la supervivència d'aquests endemismes. Amb la finalitat d'esbrinar les particularitats d'aquests dos tàxons endèmics hem assajat, en la mesura de les nostres possibilitats, d'incloure cadascun d'aquests dins una de les categories clàssicament reconegudes d'endemismes segons el cariotip (Favarger i Contandriopoulos, 1961; Favarger i Siljak-Yakovlev, 1986).

Per al gènere *Erodium* sembla que únicament existeixen 2 nombres de base  $x = 9$  i  $x = 10$  (Guittoneau, 1972); sent, aquest últim, de llarg, el més freqüent (Warburg, 1938). Sobre la base d'aquest fet, a la facilitat d'hibridacions interespecífiques i amb l'evidència addicional del baix percentatge de poliploidia en el gènere (de l'ordre d'un 25 %), Warburg (1938) va concloure en un estudi cariològic del gènere que aquest tenia un origen ben recent. El grup d'*Erodium foetidum* s.l. té, provisionalment, un únic nombre cromosòmic ( $x = 20$ ) i no es coneix, de moment, cap nombre poliploide ni dispoloide. Els nostres resultats cromosòmics per a ambdós tàxons coincideixen amb aquesta apreciació, fet que decanta la nostra elecció del tipus d'endemisme cap a un esquizoendemisme amb una soca comuna, concordant plenament amb la categorització que va donar Guittoneau (1972) per als mateixos tàxons. Els encreuaments experimentals efectuats per Guittoneau (1972) demostren que el grup d'*Erodium foetidum* és el que està sexualment menys aïllat de tots els *Erodium* de la Mediterrània occidental. La major part d'hibridacions han donat uns resultats positius amb primeres generacions filials fèrtils que, a la vegada, han originat generacions ulteriors ( $F_2$ ,  $F_3$ , etc.) amb segregació i recombinació aleatòria dels caràcters amb tota una sèrie de formes intermèdies respecte als parentals. Aquests resultats sem-

blen indicar un baix índex d'incompatibilitat genètica, la qual cosa atorga més pes a un possible origen per aïllament geogràfic i posterior deriva genètica. El fet que actualment tots aquests tàxons formen poblacions de petites dimensions que ocupen àrees geogràfiques molt estretes i aïllades les unes de les altres, dona encara més pes a aquesta hipòtesi evolutiva. Aquest fet és, de confirmar-se, de vital importància des del punt de vista conservacionista, ja que per mantenir la identitat genètica de cadascun dels tàxons, caldrà estar a l'aguait de possibles introgressions per solapament d'àrees de repartició.

Des del punt de vista citològic, el gènere *Saxifraga* és encara força desconegut. A les conegudes dificultats tècniques relacionades amb la fixació del material i amb la separació dels cromosomes (Vargas i Nieto, 1995), s'hi ha d'afegir el fet de la poca constància cromosòmica fins i tot a nivell intraespecífic. Ambdós factors han provocat que els investigadors es desesperin força treballant amb aquest difícil gènere i que, a més, aquestes dificultats s'hagin traduït en incorreccions o imprecisions que necessiten d'una posterior confirmació (Küpper i Rais, 1993). En aquestes circumstàncies, hom ja pot pensar en un garbuix de nombres de base que difícilment permet extreure'n alguna cosa més que pures conjetures. Únicament podem posar de manifest que, contràriament al que hem dit fins ara, la secció *Lingulatae*, on es troba inclosa la nostra espècie, té un nombre cromosòmic de  $2n = 28$  per a totes les espècies estudiades. Tot i ser conscients de la poca magnitud de les dades disponibles (un sol recompte per a *Saxifraga callosa* subsp. *callosa*), podem aventurar-nos a proposar també un model esquizoendèmic per a la nostra estirp en virtut d'altres dades biogeogràfiques i ecològiques, molt semblant fins a cert punt a l'espècie precedent.

---

#### Propostes de conservació

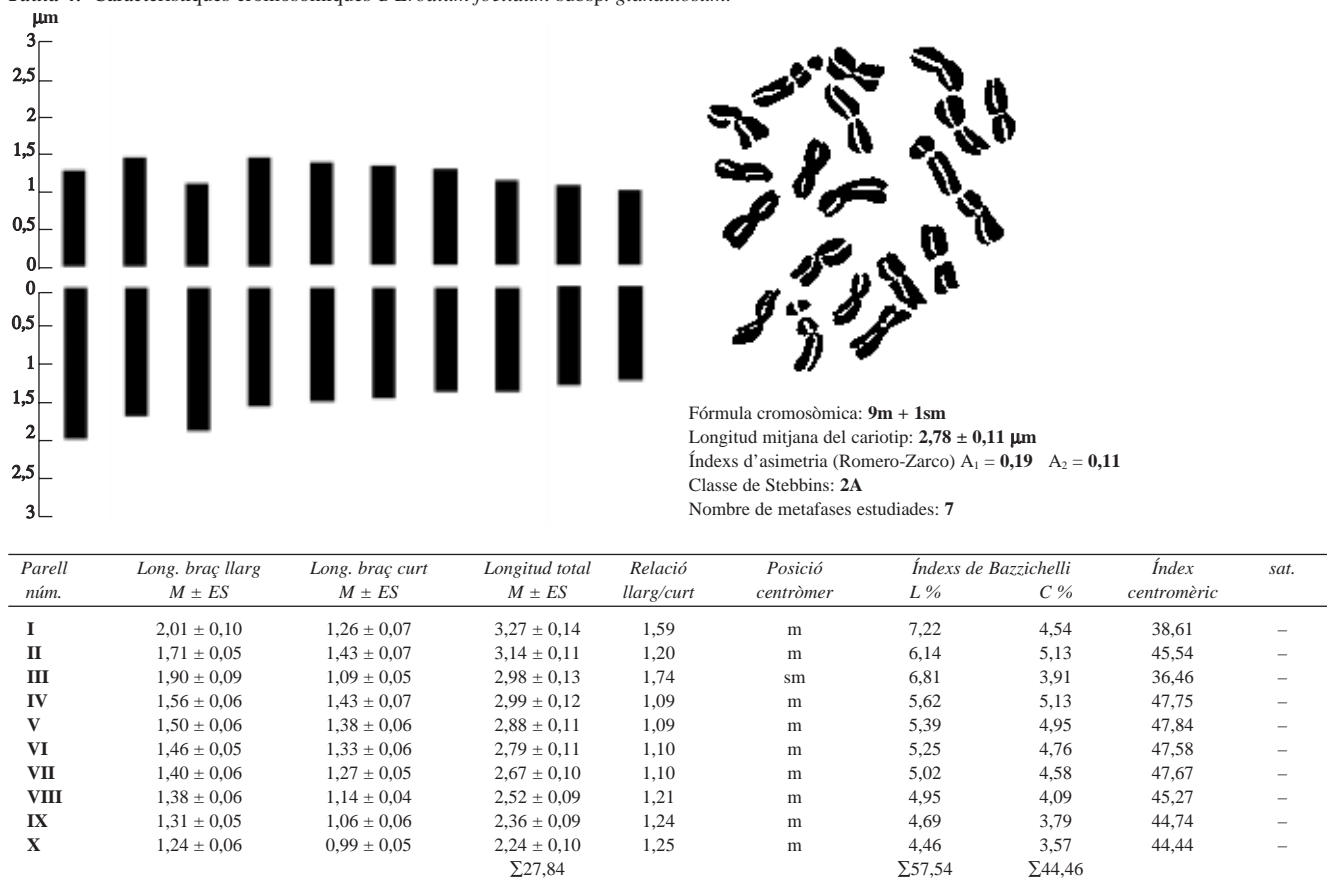
---

El recull bibliogràfic dels coneixements ja existents, juntament amb els nostres resultats, ens han menat a valorar que no apreciem greus perills que amenacin directament la supervivència d'aquestes tres plantes. Hem d'insistir, però, en dos tipus d'amenaques particulars: una, d'origen antròpic, que afectaria el conjunt de les espècies estudiades i que, paradoxalment, podria deure's a un millor coneixement florístic per part del públic visitant de la zona, i, una altra, d'origen biòtic, que afecta només *Campanula*. Així, hem detectat que les càpsules d'aquesta *Campanula* constitueixen el niu on posen els seus ous diversos coleòpters de la família dels *Curculionidae*, entre els quals destaca *Miarus campanulae*. Aquests insectes malmeten la càpsula gairebé en la seva totalitat i consegüentment provoquen una minva notable del nombre de granes produïdes per aquesta planta.

Per tal d'indicar un grau d'amenaça objectiu i àmpliament acceptat al qual estan sotmeses les espècies (vegetals i animals), la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (1994) utilitza una sèrie de categories. Aquestes categories forneixen un mètode objectiu, fàcil i entenedor per ressaltar aquelles espècies amb un risc d'extinció més gran i per centrar l'atenció en les mesures de conservació dissenyades per protegir-les. La catalogació dels tàxons estu-

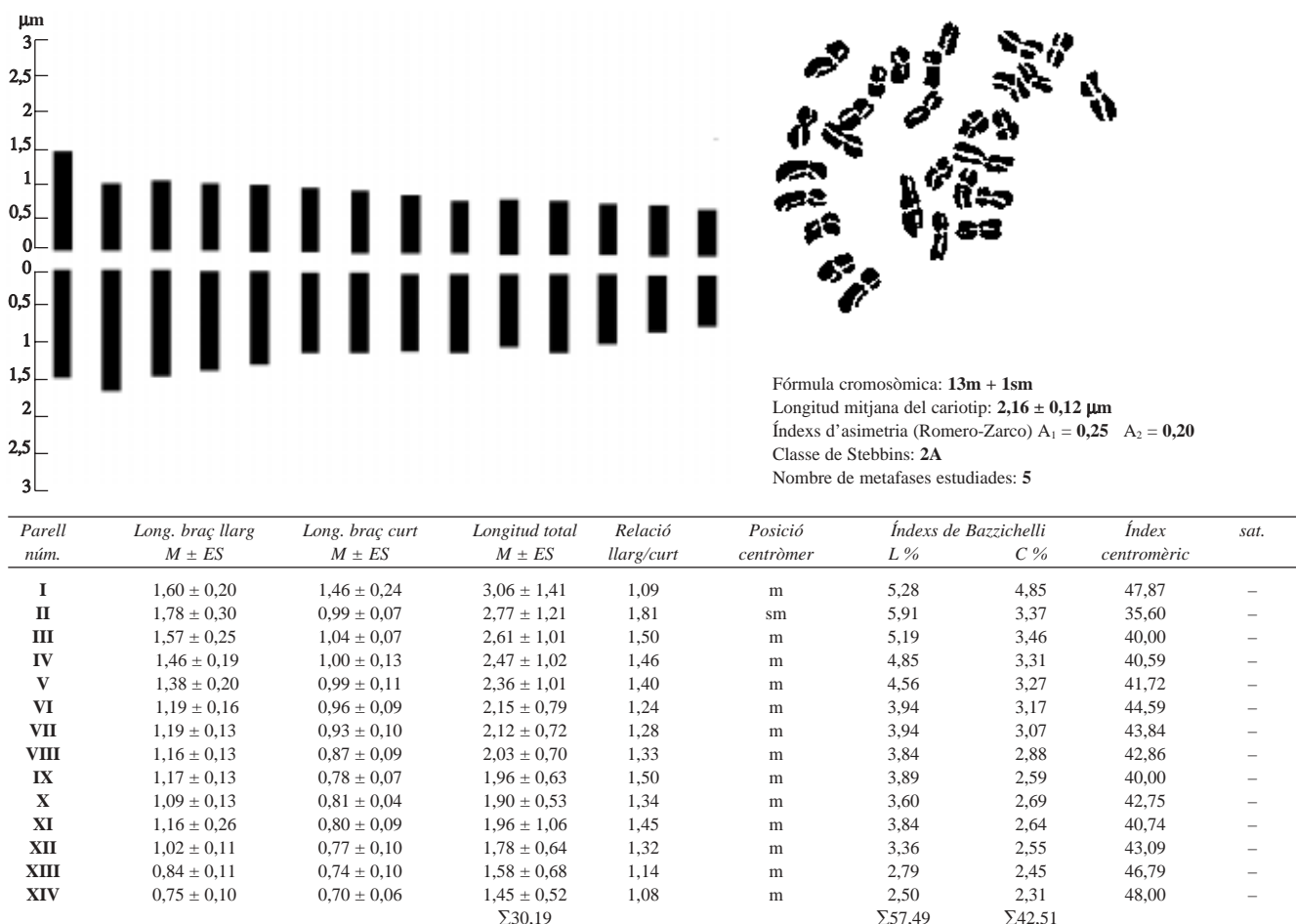


Taula 4. Característiques cromosòmiques d'*Erodium foetidum* subsp. *glandulosum*.



Les mesures de les longituds vénen donades en µm.

Taula 5. Característiques cromosòmiques de *Saxifraga callosa* subsp. *catalaunica*.



Les mesures de les longituds vénen donades en µm.

diats segons aquests criteris de la UICN ens ha portat a considerar-los en conjunt dins la catalogació «menor risc». El fet que totes les poblacions per nosaltres estudiades estiguin emparades dins el marc legislatiu d'un parc natural ha estat un altre element per poder-les emmarcar en aquesta categoria malgrat que, potser, encara és massa aviat per entreveure si aquestes mesures legislatives són suficientment efectives per a la seva protecció real.

S'ha aportat un conjunt de propostes conservacionistes desglossades en dos grans apartats segons si aquestes es podien dur a terme en les seves poblacions naturals, o *in situ*, o si s'hi han de desenvolupar fora (conservació *ex situ*).

### Propostes de conservació *in situ*

Les mesures bàsiques o *de xoc* sempre han d'ésser de tipus legislatiu ja que, d'alguna manera, validen i donen solidesa a qualsevol altre tipus de mesura adoptada posteriorment. En aquest sentit ja hem dit que cadascuna de les nostres espècies és protegida pel Decret 328/1992 del PEIN (si n'exceptuem *Campanula speciosa* subsp. *affinis* a Sant Llorenç), però creiem que el marc legal en el cas de les espècies endèmiques, rares o amenaçades no pot anar unit només a un entorn protegit com ho és un parc natural. Urgeix, doncs, al nostre entendre, dotar d'una protecció legal les espècies com a tals, independentment d'on es trobi situada una determinada població.

Creiem que cal cartografiar, en el seu conjunt, però especialment dins els límits del Parc, cadascuna de les espècies vegetals endèmiques i/o amenaçades. Igualment és important censar periòdicament la constitució de la població. Tan sols amb aquestes dues dades simples, encara que laborioses, hom ja pot escometre amb relativa facilitat la difícil tasca d'identificar la tipologia de les amenaces més greus i decidir les mesures necessàries per mitigar-les o fer-les desaparèixer. No cal dir que aquest primer nivell d'estudi (protecció bàsica) no exclou la millora del coneixement científic de la planta, per tal d'identificar aquelles amenaces més insidioses (fenòmens de consanguinitat, absència de reproducció, etc.) que, generalment, són de difícil detecció.

### Propostes de conservació *ex situ*

Creiem convenient resguardar les plantes mitjançant el que s'ha anomenat *còpies de salvament*. És molt important que aquest material tingui una procedència de totes les diverses poblacions naturals de les espècies rares o amenaçades, incloent-hi tota la diversitat representativa de la població original. Aquest material salvaguardat sota diferents formes (llavors, pol·len d'individus complets, meristemes, etc.) també ha de ser suficientment significatiu i ha d'esdevenir un veritable estoc de la variabilitat genètica de la població. Aquest seria el material de base disponible per fer front a possibles accions futures de reforçament, reintroducció o introducció de nous individus en les poblacions originals o en d'altres on l'hàbitat faci viable la seva subsistència.

En aquest sentit ja fa temps que col·laborem amb el projecte *Artemis* de bancs de germoplasma que està funcionant des de 1973 a l'Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid i que s'ha especialitzat en l'emmagatzematge de granes de plantes endèmiques de la península Ibèrica, les illes Balears i la regió macaronèsica. Ja s'han enviat, doncs, lots de llavors de totes les plantes endèmiques estudiades. Per altre costat, es mantenen ac-

tualment col·leccions de plantes vives de les espècies estudiades dins els nostres hivernacles, però seria del nostre grat dipositar-les, finalment, en qualsevol dels dos grans jardins botànics que hi ha a Catalunya: el Jardí Botànic de Barcelona i el Jardí Botànic Marimurtra (Blanes).

---

### Conclusió final

---

El caràcter endèmic de tots tres tàxons sembla atribuïble principalment a requeriments ecològics de substrat i/o d'hàbitat, de manera que la seva especialització ecològica els ha abocat a sobreviure en veritables «illes ecològiques» discontinües espacialment. Aquesta idea es reforça pel fet que els tàxons no presenten, aparentment, limitacions reproductives o cromosòmiques que en condicionin l'expansió. El fet que les poblacions continguin habitualment nombrosos individus amb una reproducció vegetativa notable, juntament amb una reproducció sexual complexa (sobretot pel que fa a la dispersió i germinació de les granes), ens fa preveure un bon manteniment futur en aquests hàbitats, colonitzats segurament en èpoques ancestrals, sempre que no tinguin lloc fenòmens de canvi d'ús del sòl i s'asseguri la preservació de llurs hàbitats.

---

### Agraïments

---

Aquest treball ha estat finançat per una beca de recerca de la Fundació Caixa de Manresa.

---

### Bibliografia

---

- Baskin, J. M.; Baskin, C.C. (1984): «The ecological life cycle of *Campanula americana* in northcentral Kentucky», dins *Bull. Torrey Bot. Club*, núm. 111(3); pàg. 329-337.
- Bell, G.; Lefebvre, L.; Gerald deae, L.; Weary, D. (1984): «Partial preference of insects for the male flowers of an annual herb», dins *Oecol. (Berlin)*, núm. 64; pàg. 287-294.
- Bentzer, B.R.; Bothmer, V.; Engstrand, L.; Gustafsson, M.; Snogerup, S. (1971): «Some sources of error in the determination of arm ratios of chromosomes», dins *Bot. Not.*, núm. 124; pàg. 65-74.
- Bolòs, O. (1951): «El elemento fitogeográfico eurosiberiano en las sierras litorales catalanas», dins *Collect. Bot. (Barcelona)*, núm. 3(1); pàg. 1-42.
- Bolòs, O.; Folch, R.; Miralles, J.; Real, J. (1988): «Sant Llorenç de Munt i Serra de l'Obac i Montserrat». R. Folch (ed.), *Natura, ús o abús. Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans* (2a edició). Barcelona: Barcino.
- Bolòs, O.; Vigo, J. (1990): *Flora dels Països Catalans*. Vol. II. Barcelona: Barcino.
- Bosch, M. (1996): *Estudis sobre la biologia de la reproducció de la tribu Delphineae Warming (Ranunculaceae) a la Mediterrània occidental*. Tesi doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Brown, A.H.D.; Clegg, M.T.; Khaler, A.L.; Weir, B.S. (ed.) (1990): *Plant population genetics, breeding and genetic resources*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Castroviejo, S. (1984): «Números cromosómicos de

- plantas occidentales». *Anales Jard. Bot. Madrid*: núm. 40(2); pàg. 280-289.
- Cresswell, J.E.; Robertson, A.W. (1994): «Discrimination by pollen-collecting bumblebees among differentially rewarding flowers of an alpine wildflower, *Campanula rotundifolia* (Campanulaceae)». *Oikos*, núm. 69(2); pàg. 304-308.
- Cruden, R.W. (1976): «Intraspecific variation in pollen-ovule ratio and nectary secretion». *Ann. Missouri Bot. Gard.*, núm. 63; pàg. 277-289.
- Cruden, R.W. (1977): «Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants». *Evolution*, núm. 31; pàg. 3246.
- Dafni, A. (1992): *Pollination Ecology. A practical approach*. Nova York: Oxford University Press.
- Falk, D.A.; Holsinger, K.E. (ed.) (1991): *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford: Oxford University Press.
- Favarger, C. (1974): «Progrès récents dans l'étude de l'endémisme végétal en Europe». *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.*, núm. 4; pàg. 5-29.
- Favarger, C. (1978): «Philosophie des comptages de chromosomes», dins *Taxon*, núm. 27(5); pàg. 441-448.
- Favarger, C.; Contandriopoulos, J. (1961): «Essai sur l'endémisme», dins *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, núm. 71; pàg. 384-408.
- Favarger, C.; Siljak-Yakovlev, S. (1986): «A propos de la classification des taxons endémiques basée sur la cytotaxonomie et la cytogénétique». *Colloque International de Botanique Pyrénéenne*. La Cabanasse; pàg. 1-20.
- Gauger, W. (1937): «Ergebnisse einer zytologischen Untersuchung der Familie der Geraniaceae I». *Planta*, núm. 26(4); pàg. 529-531.
- Gómez-Campo, C.; Bermúdez, L.; Gagiga, M. J.; Sánchez, M.D. (1984): «Endemism in the Iberian Peninsula and Balearic Islands». *Webbia*, núm. 38; pàg. 709-714.
- Gómez, J.M.; Zamora, R. (1992): «Pollination by ants: consequences of the quantitative effects on a mutualistic system». *Oecol. (Berlin)*, núm. 91; pàg. 410-418.
- Gómez, J.M.; Zamora, R.; Hodar, J.A.; García, D. (1996): «Experimental study of pollination by ants in Mediterranean high mountain and arid habitats». *Oecol. (Berlin)*, núm. 105; pàg. 236-242.
- Guittonneau, G. (1966): «Contribution à l'étude Caryosystématique du genre *Erodium* L'Hér.-III». *Bull. Soc. Bot. France*, núm. 113; pàg. 3-11.
- Guittonneau, G. (1972): «Contribution à l'étude biosystématique du genre *Erodium* L'Hér. dans le Bassin Méditerranéen occidental». *Boissiera*, núm. 20; pàg. 1-154.
- Hansen, J.E.; Molau, U. (1994): «Pollination biology, mating system, and seed set in a danish population of *Saxifraga granulata*». *Nord. J. Bot.*, núm. 44(3); pàg. 257-268.
- Heinrich, B. (1976): «The foraging specializations of individual bumblebees». *Ecol. Monogr.*, núm. 46; pàg. 105-128.
- Hickman, J.C. (1974): «Pollination by ants: a low-energy system». *Science*, núm. 184; pàg. 1290-1292.
- Küpfer, P.; Rais, J.R. (1993): «Index des nombres chromosomiques des Spermatophytes de la Suisse. I. *Saxifragaceae*». *Bot. Helv.*, núm. 93; pàg. 11-25.
- Levan, A.; Fredga, K.; Sandberg, A. (1964): «Nomenclature for centromeric position on chromosomes». *Hereditas*, núm. 52; pàg. 201-220.
- Löve, A.; Löve, D. (1975): *Plant Chromosomes*. Vaduz: Cramer.
- Miralles, J.; Bros, V. (1985): *Les plantes silvestres del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac*. «Guies de descoberta», 3. Barcelona: Diputació de Barcelona, Serveis de Parcs Naturals. Esplugues.
- Orta, J.; Camprodon, J.; Curcó, A.; Dejaifve, P.A.; Domínguez, M.; Laguna, E.; Nebot, J.R.; Mayol, J.; Sansano, S. (eds.) (1992): *Història natural dels Països Catalans. XV. Espais naturals*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.
- Pesson, P.; Louveaux, J. (1984): *Pollinisation et productions végétales*. París: INRA.
- Preston, R.E. (1986): «Pollen-ovule ratios in the *Cruciferae*». *Amer. J. Bot.*, núm. 73(12); pàg. 1732-1740.
- Proctor, M.; Yeo, P. (1973): *The pollination of flowers*. Glasgow: Collins.
- Queller, D.C. (1984): «Pollen-ovule ratios and hermaphroditic sexual allocation strategies». *Evolution*, núm. 38(5); pàg. 1148-1151.
- Quézel, P. (1950): «Les groupements rupicoles et calcicoles dans les Alpes-Maritimes. Leur signification biogéographique». *Bull. Soc. Bot. France*, núm. 97; pàg. 181-192.
- Rivas-Martínez, S. (1969): «La vegetación de la alta montaña española». *V Simposio de Flora Europea*, Universidad Hispalense; pàg. 53-80.
- Robertson, C. (1889): «Flowers and insects III». *Bot. Gaz.*, núm. 14; pàg. 297-304.
- Simon, J. (1993): *Estudis biosistemàtics en Euphorbia L. subsect. Galarrhaei (Boiss.) Pax (grup d'E. flavicoma i espècies afins) a la Mediterrània occidental*. Tesi doctoral. Barcelona: Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona.
- Syngé, H. (ed.) (1981): *The biological aspects of rare plant conservation*. Chichester: John Wiley & Sons.
- UNIÓ INTERNACIONAL PER A LA CONSERVACIÓ DE LA NATURA (1994): *Categorías de las listas rojas de la UICN*. Gland: Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.
- Vargas, P.; Nieto, G. (1995): «Cytotaxonomical study of *Saxifraga* series *Ceratophyllae* s.l. (*Saxifragaceae*)». *Pl. Syst. Evol.*, núm. 197; pàg. 209-223.
- Vargas, P. (1997): «*Saxifraga*» dins S. Castroviejo, C. Aedo, M. Lainz, R. Morales, F. Muñoz Garmendia, G. Nieto Feliner i J. Paiva (ed.). *Flora ibérica, vol. V (Ebenaceae-Saxifragaceae)*. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Walters, S.M. (1976): «The conservation of threatened vascular plants in Europe». *Biol. Conserv.*, núm. 10; pàg. 31-41.
- Warburg, E.F. (1938): «Taxonomy and relationships in the Geraniales in the light of their cytology». *New Phytol.*, núm. 37; pàg. 130-159.
- Warncke, E.; Terndrup, U.; Michelsen, V.; Erhardt, A. (1993): «Flower visitors to *Saxifraga hirculus* in Switzerland and Denmark, a comparative study». *Bot. Helv.*, núm. 103(2); pàg. 141-147.