

RARESA BOTÀNICA

PLANTES RARES I AMENAÇADES, PRIORITATS PER
A LA CONSERVACIÓ DE LABIODIVERSITAT EN UN
MÓN CANVIANT. UNA VISIÓ DES DE CATALUNYA

DISCURS

llegit en l'acte d'ingrés de l'Acadèmic Numerari
Molt Il·lustre Sr. Dr. Cèsar Blanché i Vergés
Celebrat el dia 8 d'abril de 2013

DISCURS DE CONTESTACIÓ

a càrrec de l'Acadèmic Numerari
Molt Il·lustre Sr. Dr. Miquel Salgot de Marçay

Barcelona
2013

*L'Acadèmia no es fa solidària de
les opinions que s'exposen en les
publicacions, de les quals és responsable
l'autor.*

Dipòsit legal: B-8791-2013
T.G. VIGOR, S.A.

1. PRESENTACIÓ I AGRAÏMENTS

Excel·lentíssim senyor President de la RAFC,

autoritats, acadèmics i amics.

No voldria començar aquestes paraules sense uns mots d'agraïment. Primer de tot, a l'Acadèmia, per l'honor que m'ha fet elegint-me membre numerari per ocupar la medalla núm. 2, que posseïa el Dr. Tomàs Adzet, i poder mantenir-la en l'àmbit de la ciència de les plantes. Això em permet enllaçar amb la tradició de presència botànica en aquesta corporació, de la qual foren membres anteriorment la Dra. Creu Casas i Sicart i el Sr. Antoni de Bolós i Vayreda; espero modestament poder continuar, en el futur, treballant amb il·lusió en allò que pugui ser útil a l'Acadèmia. I en especial vull manifestar la meva gratitud als senyors Acadèmics que van avalar la meva candidatura, la Dra. M. Àngels Calvo, el Dr. Joan Barceló i el Dr. Miquel Ylla-Català –de la secció segona, de Ciències Biològiques i Biotecnologia– a la qual pertanyo, per haver-me fet confiança i als quals espero no decebre: la meva responsabilitat envers ells és encara més gran, i m'obliguen a reforçar el meu compromís amb l'Acadèmia.

No puc amagar-los un secret, de satisfacció íntima en un acte com el d'avui: no sempre és fàcil la convivència, en els nostres dies, en públic i simultàniament, de la doble condició de farmacèutic i de botànic; la RAFC em permet ara una ocasió única de felicitat acadèmica, que he de reconèixer i agrair de veritat, per a la qual he preparat el preceptiu discurs d'ingrés amb el títol de *Raresa botànica*, amb el subtítol *Plantes rares i amenaçades, prioritats per a la Conservació de la Biodiversitat en un món canviant. Una visió des de Catalunya*. S'inclouen en aquest text alguns resultats del nostre equip de recerca en Biologia de la Conservació de Plantes, el BioC, del Laboratori de Botànica de la Facultat de Farmàcia de Barcelona. Més que uns mots de gratitud envers els seus membres, Julià Molero, Anna Rovira, Joan Simon, Maria Bosch, Jordi López-Pujol, Mane Martinell, Renée Orellana, Sergi Massó –mots que calen igualment, per l'amistat, per la col·laboració i per la fructífera cooperació científica durant molts anys– he de destacar, ara i aquí, que part del contingut del que diré és d'autoria seva –igual com és, també, d'altres investigadors amb qui sóc signant del *Llibre vermell* de la flora endèmica i amenaçada de Catalunya, especialment Llorenç Sàez i Pere Aymerich, així com molts altres investigadors que són citats en el text. En la manera de fer ciència

en el S. XXI és molt difícil atribuir mèrits personals a un sol investigador; és més, és injust. L'avenç en el coneixement és diluït, en paraules del biòleg Ramon Folch, en “processos corals”, amb moltes contribucions personals conjuntes, que sumen –i multipliquen– i, per això, els articles científics tenen cada cop més signants i llistes més llargues d'agraïments, ben justament. Per tant, si l'Acadèmia ha reconegut algun mèrit en la meua persona, ha de ser compartit, en justícia, amb aquests amics i col·laboradors.

Els resultats que es descriuran han estat finançats per ajuts i projectes de recerca de diverses institucions: Ministeri de Ciència i Tecnologia (CGL2007-60475/BOS), Institut d'Estudis Catalans, Fundació Carl Faust, Catalunya Caixa, Departament d'Agricultura de la Generalitat de Catalunya i Govern de les Illes Balears, que també mereixen el meu reconeixement.

Finalment, moltes gràcies de tot cor als companys, amics i familiars que m'heu volgut acompanyar en l'acte d'avui.

2. INTRODUCCIÓ

2.1. L'atracció per la raresa

L'home ha sentit des de sempre una fascinació pels objectes i pels éssers rars.

De fet, el món clàssic era molt sensible a éssers i fets extraordinàriament rars (en el sentit de poc habituals). Els *prodigis* eren esdeveniments meravellous interpretats com a signes de desgràcies imminents (pluja de fang, fets inquietants com ara flames al cel, naixements anòmals, etc.); això sí, extremadament rars (o sigui, estranys i poc freqüents), com ho fou el meteorit de Nadal de 1704 a Catalunya, del qual ens han pervingut testimonis, precisament pel fet de ser rar. La raresa és un concepte ric i complex. Segons el semiòleg de la Universitat de Bolonya Umberto Eco (2007), el concepte de **rar** és oposat a banal, vulgar o abundant i pot pertànyer a l'àmbit de la lletjor o al de la bellesa. Les coses belles també són “rarses” (el mateix Eco, *l.c.*, les relaciona amb adjectius com ara excepcional, fabulós, magnífic, prodigiós, fantàstic, màgic, valuós, espectacular, superb...). Una cosa sembla bella perquè és desitjable (com ara un noi o una noia bonica o un plat apetitós), però davant de la bellesa d'una flor, per exemple, es genera un “plaer sense interès”, en paraules de Kant [*Kritik der Urteilskraft* (‘Crítica del judici’, 1790)], per oposició al plaer amb expectatives de possessió o de consum.

En el fons, tot allò que es desviava del cànon original era designat com a *rare* en els temps antics, també els éssers vius i, així, arrenca del concepte de raresa la pròpia concepció de *monstres* com a éssers desconeguts (dels quals es deia que habitaven a les llunyanes terres d'Àfrica o de l'Àsia, però dels quals es tenien notícies veritablement escasses o imprecises: el desconeixement és, doncs, també, un atribut de la raresa!).

En aquesta concepció, formaven part de l'estol de monstres o rareses:

- a) Els *homuncles*: Éssers propers als humans amb característiques extraordinàries, com ara els blèmies (homes acèfals, amb la cara situada al pit), els esciàpodes (éssers amb un únic peu de grans dimensions que, estirats a terra en posició supina, els feia ombra i els permetia descansar còmodament) o els cíclops (gegants amb un sol ull al mig del front, com Polifem), entre molts d'altres, de taxonomia molt curiosa. Trobem aquestes rareses a les fonts antigues, des d'Homer, Heròdot o els relats meravellosos d'Aristòtil, fins a l'Edat Mitjana (en els relats de Marco Polo) o en Shakespeare mateix (*Othello*). L'efecte, quan eren dibuixats, era definitiu (Figura 1).



Figura 1.- *Un blemmie, un sciapode, et un cyclope.* Cercle del Mestre de Bouicaut (Maître de la Mazarine), il·lustració de *Le Livre des Merveilles* (fol. 29v), de Rustichello da Pisa i Marco Polo, c. 1410-1412, colors al tremp i pa d'or sobre pergamí. Bibliothèque Nationale de France, Paris.

- b) Els *híbrids* del món animal, entesos com a combinacions aberrants de dues espècies diferents (espantosos, perquè violen les lleis de les formes naturals), que són rars però que, al mateix temps, provoquen atracció. En són exemples les sirenes (originalment amb cap o tors de dona i amb cos o cua d'au, no pas de peix), i diversos altres éssers, híbrids o quimeres, com Cerber (amb tres caps), Medusa, l'esfinx, el minotaure, etc., el rastre arcaic dels quals arriba fins a la *Commedia* de Dant i l'art medieval (Figura 2), amb ressò encara en els nostres dies



Figura 2. Esfinx, ésser híbrid amb cap humà i cos de lleó. Pintura sobre taula d'un plafó d'enteixinat, segle XIV, procedent de l'església de Sant Miquel de Montblanc (Museu de la Catedral de Tarragona).

Els bestiaris fantàstics es troben des dels innombrables capitells romànics fins a la recent exposició *Bestiari*, que l'artista Josep Casamartina presentava a la galeria A/34 de Barcelona, sota la idea de “col·leccionar el Paradís”, el passat setembre del 2012.

Les quimeres en plantes, en quant formes rares fixades d'aberracions espontànies degudes a mutacions naturals (o voluntàries, i seleccionades per l'home en processos de domesticació), han esdevingut, en alguns casos, molt apreciades. En són exemples les variants i cultivarietats de *Brassica oleracea* (com ara la col, la col de Brussel·les, el bròquil, la col-flor, la col-i-rave), incapaces de viure en la natura de manera autònoma de l'home, autèntics monstres i veritables rareses, en el sentit biològic, de la mateixa espècie botànica; les del blat de moro (*Zea mays*), amb panotxes d'una enorme diversitat de mides, colors, formes, etc., forçades i seleccionades artificialment per a diversos usos culinaris, simbòlics, religiosos, etc.; i, encara, les de l'arròs (*Oryza sativa*), també de colors,

mides, formes i aromes diferents, o, fins i tot, les pròpies roses estèrils de Sant Jordi: són aberracions rares, seleccionades i perpetuades artificialment per l'home (en ocasions només reproduïbles per via vegetativa), que de cap manera podrien sobreviure per vies naturals.

c) *Animals reals*, però desconeguts en l'univers de referents de la nostra antiguitat mediterrània: les girafes, els hipopòtams, els elefants (*orifant*), el rinoceront (*unicorn*), o malinterpretats des de fonts bíbliques (com ara el cocodrill, transportat a Leviatan, derivat del Llibre de Job, *Job 41 1*).

Tots aquests éssers rars i monstruosos són recopilats en la *Història Natural* de Plini, que és plena de criatures espantoses i extraordinàries, en les quals s'inspirarien molts autors posteriors. Totes tenen en comú que són rares, és a dir, amb els atributs següents: són éssers extraordinaris, desconeguts, llunyans i poc nombrosos (o en nombre reduït).

Aquests monstres, al Renaixement, ja no causen espant ni tenen significat místic, sinó que són objecte de *curiositat científica* o, més precisament, *pre-científica* (Eco, 2007), en quant són descrits o col·leccionats, però no hi haurà interrogació sobre el perquè de llur existència ni proposició d'hipòtesis ni experimentació de cap mena fins molt més endavant. Potser el millor exponent d'aquest període és la *Physica curiosa*, obra monumental del jesuïta Caspar Schott (deixeble d'Athanasius Kircher), de 1.600 pàgines amb gravats, publicada en 1662 i que pretén recopilar totes les monstruositats i rareses naturals.

2.2. El valor de la raresa

De manera inseparable dels atributs d'únic, poc freqüent i extraordinari, s'associa habitualment als objectes i als éssers rars el concepte de cosa valuosa. Són valuoses les coses, les joies, els tresors, les relíquies, en bona part precisament pel fet de ser úniques i rares.

L'elevat preu de les espècies llunyanes era degut, almenys parcialment, a la seva raresa i exclusivitat, com recorda el professor de Yale Paul Freedman, tan lligat a Barcelona, per exemple, en relació al màstic de Quios i les idees medievals sobre el valor i l'escassetat (Freedman, 2008). Precisament, el manteniment –si calia amb sang– de la condició de rara de la nou moscada era la garantia del seu elevat preu durant el domini neerlandès de les illes Moluques per la Companyia de les Índies Orientals (VOC) en els segles XVII i XVIII: si convenia, s'arrabassava el 70% dels

arbres silvestres de la nou moscada, s'inactivava el suposat excés de llavors amb calç viva (per eliminar-ne la capacitat germinativa), es crema-ven els dipòsits dels ports comercials o s'executaven directament els nadius que gosaven comerciar-hi (Lach & Van Kley, 1998). L'espiral progressiva de raresa-valor (més rara – més cara – més explotada – més rara – més cara) hauria estat, precisament, la causa de la primera extinció mundial documentada d'una planta medicinal pel seu sobreconsum, el *Silphium*, o *Silphion*, una umbel·lífera de Cirenaica, durant l'època romana (Parejko, 2003), el darrer exemplar de la qual, el més rar, hauria estat ofert a l'emperador Neró.

Alguns elements naturals són, doncs, simplement cars perquè són rars, com ara els diamants o el cafè de civeta (University of Guelph, 2004), constatació que fa part dels arguments dels autors favorables a posar un preu a la diversitat biològica (cf. Costanza et al., 1997), amb l'objectiu de fer entendre a la nostra societat occidental el que es perd quan es destrueix la natura, malgrat el risc d'equiparar el concepte d'organismes vius que tenen *valor* amb el d'organismes que tenen *preu*, que no és exactament el mateix. Finalment, les mateixes institucions i acords internacionals (com ara les Nacions Unides, el Conveni sobre Diversitat Biològica o els Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni –ODM–) han acabat reconeixent explícitament en el s. XXI que la conservació de la biodiversitat aporta una riquesa que pot contribuir a l'alleujament de la pobresa a escala mundial (vegeu Turner et al., 2012, per a les argumentacions i dades detallades).

Les grans expedicions botàniques del s. XVIII no estan exemptes d'episodis que ens recorden el valor de la raresa (directament la tinença d'exemplars o de llavors rars o, indirectament, el mateix coneixement sobre les rareses). Són prou conegudes les tribulacions en el segle XVIII dels francesos La Condamine i J. de Jussieu amb l'escàs material original de l'arbre de la quina que posseïen, o la desconfiança envers el botànic francès J. Dombey per part dels expedicionaris espanyols H. Ruiz i J. Pavón en tot allò relatiu als materials recol·lectats, a les làmines de dibuixos o als itineraris (Steele, 1982), conseqüència de la convicció de posseir exemplars o coneixement rars, és a dir, en exclusivitat i, per tant, valuosos.

De fet, el concepte popular de raresa també atorga valor als elements naturals molt poc freqüents o extraordinaris, com a mínim un valor simbòlic o identificatiu dels indrets on es troben, com a origen dels topònims. Així, *Es camell*, serveix perfectament per anomenar la zona del Cap de

Creus on hi ha una original roca en forma de camell, perquè només n'hi ha una de sola, sense confusió possible. En el cas de les plantes, una simple consulta a la llegenda dels mapes en línia de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (www.icc.cat) ens permet adonar-nos que un dels fitotopònims més reconeguts a Catalunya (i al conjunt dels Països Catalans) és el dels relacionats amb el teix (*Coll de la Teixeta*, *Barranc del Teix*, *Font del Teix* i moltíssims altres més, en moltes comarques), testimonis de la raresa biològica natural de *Taxus baccata* en temps històrics, que serveix perfectament per a indicar un determinat coll, barranc o font “on hi ha teix”, per comparació amb els que no tenen teix, que són, és clar, la immensa majoria (i, contràriament, no serviria gaire de res dir el coll, barranc o font *del pi* perquè segurament gairebé a tots els colls, barrancs o fonts hi ha pins).

Arribats en aquest punt, no podem deixar d'indicar que per a certes plantes rares –o considerades rares popularment– el valor que se'ls atorga pot veure's potenciat si, a més, la raresa va revestida de secret. Si una planta és rara i, a més, el lloc on viu és conegut per molt pocs, augmenta de valor (o, com a mínim, hom considera de més valor el coneixement que se'n té, com creuen els qui pensen que només ells saben on creix un determinat rodal de rovellons, posem per cas). Els nostres companys que es dediquen a l'Etnobotànica saben la dificultat que representa “entrar en el secret” del coneixement sobre els usos populars de les plantes medicinals, especialment en els nostres dies. Joan Muntané, per exemple, refereix la creença de la Cerdanya –en ple segle XXI– que comunicar a d'altres persones la manera com s'usen plantes com ara *Hyosciamus niger*, és a dir, “violar un secret”, fa perdre “potència curativa” (o sigui valor) a la planta. Igualment, el manteniment del secret d'on viuen plantes com ara l'arnica (*Arnica montana*) permet preservar-ne un hipotètic valor comercial. Però, de vegades, el secret remet a la ubicació gairebé màgica de certes poblacions per a espècies molt valorades popularment (com ara la misteriosa i deliciosa identificació del “jardí del boc” com a indret on hom pot trobar una altra espècie medicinal, la camamilla de Meranges, *Achillea ptarmica*, sobre els llacs del mateix nom, cf. Muntané, 2005), obrint de bat a bat l'entrada de ple en la mitologia popular (com s'esdevé en la fascinant cerca de la “flor romanial” que ens narra una de les *Rondalles mallorquines* aplegades per Antoni M. Alcover sota el pseudònim de Jordi des Racó), en un pas encara més endavant. Aquest fil ens duria a una autèntica psicologia/sociologia del secret, del coneixement iniciàtic i restringit a especialistes (sacerdots, xamans, sanadors), fins al bressol mateix de rituals màgic-religiosos com ara els *Misteris d'Eleusis* (Bottini, 2005), que es troben als orígens històrics de les ciències farmacèutiques en l'antiguitat.

3. LA RARESA EN LA BOTÀNICA ANTIGA

En quant interès científic –o, com dèiem abans, més aviat *precientífic*–, la curiositat i l’admiració pels éssers rars dona pas a l’afany de col·leccionar-los i de catalogar-los, en definitiva, al plaer de posseir-los.

3.1 Els gabinets de curiositats

El lloc on es col·leccionen els éssers rars, a partir del Renaixement són els “Gabinets de curiositats” o “Càmeres de meravelles” (*Cabinets de Curiosités, Wunderkammern*), coincidint amb l’època de les grans exploracions i descobriments, segles XVI i XVII. Es tracta de sales on s’exposen tota mena d’objectes rars (instruments científics, màquines i eines curioses, obres d’art –*artificialia*– i també éssers vius –*naturalia*– i, en particular, plantes i animals exòtics –*exotica*), que són els precursors dels museus actuals. Els corresponents catàlegs d’aquests gabinets de rareses seran, al seu torn, els precursors de les llistes de plantes que constitueixen les flors actuals, i l’especialització de les col·leccions acabaria donant pas als museus d’història natural amb les mostres de rareses que es podien conservar a llarg termini: col·leccions d’insectes, de fòssils i, per a les plantes, de mostres dessecades i premsades (herbaris), així com de fruits, llavors i fustes. Però convé no oblidar que l’impuls primer és l’acumulació de rareses (concepte *precientífic* que ha presidit fins fa poc el criteri museogràfic de l’antic Museu Darder de Banyoles, avui sortosament rectificat).

Alguns gabinets de curiositats van arribar a adquirir un gran renom per tot Europa, com ara el que va iniciar Athanasius Kircher o la *Kunstkammer* de Copenhague, però a Barcelona mateix tenim un molt bon exemple de gabinet que ha pogut conservar-se al llarg de tot el recorregut històric, des d’una antiga col·lecció privada de rareses fins a museu públic modern: el Gabinet d’Història Natural de la família Salvador.

El seu origen es remunta al S. XVII, època en què el col·leccionisme enciclopèdic ateny el seu auge a casa nostra sota l’impuls dels naturalistes renaixentistes com Joan Salvador i Boscà (1598-1681), el primer d’una nissaga d’apotecaris i naturalistes catalans que aniran enriquint aquest gabinet-museu (Camarasa, 2004). Les primeres herbes recol·lectades, els animals dissecats, fòssils de terres llunyanes i llibres suggeridors s’acumulaven a la farmàcia que fou del seu sogre, on ara hi ha l’edifici de Correus, a Barcelona, prop del Portal de Mar. Tres generacions dels Salvadors es van succeir aportant mostres naturals i materials bibliogràfics, fruit de les recol·leccions i dels intercanvis amb científics de renom internacional, com ara Tournefort (Camarasa, l.c.), fins a constituir la valuosíssima

col·lecció (mobiliari inclòs) actual, amb el principal herbari pre-linneà ibèric, preservada avui a l'Institut Botànic de Barcelona (Figura 3), en bona part gràcies a les gestions i esforços, en temps molt crítics, de farmacèutics com ara Pius Font i Quer i Antoni de Bolós, que en va fer motiu del seu discurs d'ingrés en aquesta Acadèmia, l'any 1958 (Bolós, A. de, 1947; 1958)



Figura 3. Biblioteca del Gabinet Salvador d'Història Natural, que conté més d'un miler d'obres datades entre 1485 i el s. XIX, avui conservat a l'Institut Botànic de Barcelona

3.2. Llistes de plantes rares

La passió per incrementar els catàlegs de col·leccions, en forma de llistes interminables dels objectes naturals i rareses que hi són continguts, va ser un gran motor psicològic dels botànics dels s. XVII i XVIII. El vertigen intel·lectual que representa l'extensió *ad infinitum* de les llistes és analitzat per Eco (2009) i ajuda a comprendre, en part, la motivació per les tasques titàniques que empengueren autors com John Ray o el mateix Linné, que acabarien per dreçar el que avui anomenariem catàlegs de biodiversitat vegetal, que, de fet, no eren més que llistes de plantes, com el mateix *Species Plantarum*, de 1753, línia de partença de tota la taxonomia botànica moderna.

I d'entre aquestes llistes, moltíssimes ho són de plantes rares, i així consta en els seus títols, com a *Plantarum rariorum* o expressions similars, al llarg de segles! Segons com, una revisió bibliogràfica estadística dels títols gairebé ens autoritzaria a definir els botànics com a “experts en rareses”. En efecte, no són rares (!), ans al contrari, les obres botàniques que, al llarg dels segles, duen en el títol el binomi *Plantae raras*, indicatiu d'aquella mena de fixació romàntica dels autors per les espècies selectes, originals, desconegudes, dels diversos territoris estudiats, però també del que s'entenia com a objectiu científic de la pròpia disciplina en un moment en què la tasca primordial (per cert, no acabada encara en el s. XXI) era la catalogació de la diversitat de les plantes de la Terra.

No és objectiu d'aquest discurs la recopilació dels centenars de títols botànics de plantes rares, però pot ser il·lustratiu de quatre segles de Botànica (s. XVII - s. XX) recordar-ne alguns dels més rellevants per a nosaltres.

Així, Joan Plaça (1520-1603), titular de la Càtedra d'Herbes de la Universitat de València entre 1567 i 1583 i fundador del primer jardí botànic universitari del nostre país, establí relació amb Clusius (el flamenc Carolus Clusius, o Charles de l'Ecluse, potser el botànic més influent del s. XVI), amb qui mantingué correspondència sobre les troballes de Plaça, que li trametia dibuixos, descripcions i material vegetal. Aquell les inclogué en la reconeguda *Rariorum aliquot stirpium per Hispanias observatarum Historia* (Clusius, 1576), considerada la primera flora (o “protoflora”) ibèrica (Ramon-Laca, 1997) on s'inclouen espècies nostres com ara el “lliri de marines” (*Hemerocallis valentina* = *Pancratium maritimum*) o molts altres tàxons amb l'epítet geogràfic “valentinum”, com *Hippoglossum valentinum* (= *Globularia alypum*), *Linaria valentina* (= *Linaria triphylla*), *Scamonea valentina* (= *Cynanchum actutum*), etc., aleshores rares i noves per a la ciència, que més tard (1601) serien refoses per Clusius mateix en el primer intent de compendi de la flora europea, curiosament també sota el títol de *Rariorum plantarum historia* (Peset, 1999 i http://hicio.uv.es/Expo_medicina/Renacimiento/herbes.html).

Plaça també fou protagonista en l'estudi d'altres plantes extraordinàriament rares, per exemple contribuint a la catalogació d'espècies americanes acabades d'arribar a la península. Així, la primera notícia que es té d'un alvocat (*Persea gratissima* = *P. americana*) aclimatat a Europa és l'exemplar que Plaça mostrà a Clusius en 1563, aleshores una autèntica raresa que estava en plena floració i més tard li trametria detalls del fruit per correspondència. Una cosa similar va ocórrer amb l'atzavara (*Agave*

americana) que “els valencians anomenaven fil y agulla”, per l’extrem agut i punxegut de les fulles, i les fibres que poden ser emprades com a fil de cosir (i amb aquest nom perduraria en obres botàniques durant més d’un segle, com ara en el *Theatrum botanicum* (1623), de Caspar Bahuin, fita de la taxonomia botànica moderna, on per al seu *Aloe americana*, anota com a sinònim “*Fil y agulla, id est, filum et acus, Hispanis*”).

Entre els autors pre-linneans, són habituals en molts casos les obres sobre plantes rares. Citem, com a mostra, dos dels exemples més coneguts:

- El sicilià Paolo Boccone (1633-1704), autor de *Icones & descriptiones rariorum plantarum Siciliae, Melitae, Galliae, & Italiae*, publicat en 1674, on s’il·lustren i descriuen plantes rares de Sicília, Còrsega, Itàlia, el Piemont i Alemanya (Boccone, 1674).
- L’anglès John Martyn, autor de *Historia Plantarum Rariorum* (Londres: 1728-38), i de tots els dibuixos per al *Catalogus Plantarum* (Londres: 1730). *Historia Plantarum Rariorum* il·lustra plantes del reconegut Chelsea Physic Garden i del Cambridge Botanic Garden, que provenien del Cap de Bona Esperança, d’Amèrica del Nord, de les Índies Occidentals i de Mèxic.

El mateix Carl von Linné fou un autèntic especialista en llistes, potser el millor, a les quals havia d’anar afegint nous espècimens en una voràgine vertiginosa d’obsessió pels llistats i els catàlegs ordenats, de plantes i també d’animals, que seria, al capdavant, el seu motiu de viure (“*Deus creavit; Linnaeus disposuit*”, és a dir, “Déu creà, Linné ordenà”) (cf. Blunt, 1982).

Com no podia ser menys, Linné s’ocupà de les plantes rares, com també el seu fill Linné f. (*Decas plantarum rariorum horti upsaliensis*, 1762), però tampoc no va evitar d’interessar-se per rareses animals i fins i tot humanes. Així, Linné afegí una segona espècie al gènere *Homo* en el *Systema Naturae* en base a un dibuix de Jacobus Bontius d’una publicació de 1658: *Homo troglodytes* (“home de les caverne”) i, encara, una tercera en 1771: *Homo lar*. Aquestes noves espècies humanes serien, en realitat, segons Broberg (2006), simis o bé indígenes disfressats amb pells.

A les primeres edicions de *Systema Naturae*, Linné fins i tot hi inclogué criatures llegendàries ben conegudes, com ara el fènix, el drac o els sàtirs, classificats en la categoria *Paradoxa*, segons Broberg (l.c.), per a desmitificar les supersticions que s’hi referien.

D'entre els postlinneans podem citar també un parell d'exemples, d'entre els centenars disponibles:

- J.E. Smith (1759-1828), botànic britànic que aconseguí la compra de l'herbari de Linné, avui a la seu de la Linnean Society de Londres per mediació seva, i que publicà *Icones pictae plantarum rariorum* (Smith 1790-93), amb làmines de James Sowerby.
- C. Gómez Ortega (1741-1818), botànic i farmacèutic espanyol, ben relacionat amb col·legues estrangers, amb influència decisiva en el trasllat del Jardí Botànic de Madrid a la seva ubicació actual, autor de *Novarum aut Rariorum Plantarum Horti Reg. Botan. Matrit. Descriptionum Decades II* de 1797, on descriu noves plantes rares de jardí, d'origen americà, com ara *Datura ceratocaula* (una *Brugmansia*), coneguda com a “torna-loca”, originària de Mèxic i sud dels Estats Units.

En definitiva, segons la tradició que s'anava creant, el nombre de **plantes rares** descrit per cada autor venia a significar un atribut de qualitat i d'èxit de les recol·leccions, de la gosadia en l'exploració de terres remotes amb flora desconeguda o de la perspicàcia a identificar nous tàxons enmig de centenars de plec d'herbari de banalitats o de plantes ja conegudes. Els botànics “bons” eren, doncs, autèntics experts en rareses. El reconeixement públic envers els botànics descobridors o coneixedors de plantes rares ha estat, de vegades, motiu d'inflació de noves espècies descrites que, al cap d'uns anys, han resultat no ser més que formes no mereixedores de valor taxonòmic d'altres espècies prèviament conegudes.

En temps recents i a casa nostra, la cosa no ha estat pas diferent, i així encara hem de reconèixer, per a acabar de completar el quadre històric:

- Joan Cadevall (1846-1921), que seria autor de la primera Flora de Catalunya, amb la col·laboració de Font Quer, publicava *Notas botánicas ó enumeración de algunas plantas nuevas o raras*, coneguda com a “Flora del Vallès”, llegida el 23/11/1893 en una sessió de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i publicada poc més tard (Cadevall, 1897). Aquí, s'hi descriuen i reconeixen novetats per a la ciència com *Helianthemum italicum* Pers. var. *montserratense* Pau, *Viola cadevalli* Pau, *Malva egarensis* Cadevall, *Rhamnus cadevalli* Pau o *Saxifraga tremolsi* Pau, com a rareses de la flora catalana.

- Carlos Pau (1857-1937), el botànic i farmacèutic de Sogorb, mentor de Cadevall, també té les seves plantes **rars**. De fet, el seu primer treball científic ja duu aquest títol: *Plantas raras de Olba* (Pau, 1885), inclòs en una obra editada per F. Loscos, que recollia les notes de Pau publicades l'any abans a la revista «*La Asociación*», de Terol. El concepte i el títol es repetirien sovint en la seva obra.
- Frère Sennen (1861-1937), botànic i religiós occità, incansable recol·lector (més de 85.000 plecs en el seu herbari, i centenars de milers repartits en *exsiccata*), anava igualment a la cerca de plantes rars, que descrivia en grans quantitats com a novetats, en molts casos dels voltants de Barcelona. Qualificat de causant d'una inflació injustificada de noms d'espècies, no obstant això, alguns dels tàxons descrits per Sennen són autèntiques rareses biològiques, com ara *Orobanche arbuti* Sennen in *Bull. Soc. Bot. France* 68: 406 (1921 [1922]) [“Arbuti“, *nom. nud.* dels “alentours de Barcelone” (Tibidabo, Valldaura), que es tracta, en realitat de *Orobanche rapum-genistae* Thuill., *Fl. Env. Paris* ed. 2: 317 (1799).
- Pius Font i Quer (1888-1964), el pare de la Botànica catalana moderna, no seria tampoc una excepció en l'interès per les plantes rars i n'és testimoni, per citar només una obra amb aquest tema en el títol, el treball sobre flora de la serra de Prades: “Plantes **rars** de Prades” (Font Quer, 1934).

Segurament, però, en el cas del Dr. Font, i potser per primera vegada a casa nostra, l'interès científic va més enllà de la mera relació de rareses, en forma de llistats, que no són, en realitat, més que instruments per a l'estudi de la biodiversitat (com ho són, de manera equivalent en els nostres dies, els bancs de dades) i no pas objectius de recerca, pròpiament. Font Quer va decidir sistematitzar tota la informació de les llistes de què disposava en forma de fitxes escrites a màquina, en la confecció de les quals s'esmerçaren una quantitat immensa d'hores, del mateix Font i de molts col·laboradors, també de la Facultat de Farmàcia, on va restar el moble-arxivador amb els calaixos d'aquest fitxer i que molts de vostès encara deuen haver vist, fins fa uns anys, a l'entrada del laboratori de Botànica de la facultat. Aquest fitxer, un autèntic banc de dades *avant la lettre*, contenia l'embrió de la informació per a poder iniciar la reflexió científica autèntica sobre el fenomen biològic de la raresa (més enllà de la mera relació de plantes curioses i rars) que Font orientà cap a la raresa biogeogràfica i el fenomen de l'endemisme, en una disciplina que ell anomenava «Geografia botànica» o «Topografia botànica» (Montserrat,

1988), i que avui inclouríem en el concepte de Biogeografia. L'interès de Font i Quer per la flora "rara" de les muntanyes isolades (no en va havia promogut l'elecció de la serra de Mágina, a Jaén, com a tema de tesi del seu deixeble Josep Cuatrecasas) o per les illes i illots de les Pitiüses, desembocà en la preparació d'un sistema d'anàlisi corològica ben visual, a través d'una sèrie de mapes, una bona mostra dels quals il·lustren el seu ja clàssic *Dioscórides renovado* (Font Quer, 1963).

Progressivament, la sistemàtica de les plantes ha anat seguint el camí traçat per Font i Quer, deixant de banda la subjectivitat de temps anteriors: cada cop s'han anat incorporant més caràcters biosistemàtics, s'han perfeccionat les metodologies d'anàlisi i de comparació i s'han combinat, ara ja de manera ben establerta, caràcters morfològics amb dades moleculars per a l'establiment de la filogènia i la taxonomia dels vegetals. Ara estem en condicions de delimitar molt més acuradament cada unitat evolutiva amb entitat biològica pròpia. En paral·lel, la disponibilitat de la informació acumulada sobre abundància i àrees de distribució de les espècies, fruit de segles d'exploracions botàniques, en combinació amb la difusió d'aquestes dades, a través de bancs de dades i d'altres eines telemàtiques, ha permès depurar amb precisió les àrees de distribució, i conèixer amb detall els censos de cada tàxon, de manera que la raresa pot ser abordada ara com a concepte biològic amb dades empíriques i anàlisi estadística, cosa impossible fins fa relativament pocs anys.

4. LA RARESA EN LA CIÈNCIA BOTÀNICA ACTUAL

En el registre de llenguatge corrent, el terme "rar" té, en llengua catalana, diversos matisos, recollits, des del diccionari Alcover-Moll (1926-1962) fins al DIEC2 (2007), en quatre accepcions: a) mancat de densitat, b) poc freqüent (en petit nombre), c) extraordinari (fora de la norma, en el sentit admiratiu) i d) extravagant, anòmal.

L'aplicació del concepte de raresa en Biologia i, en particular, en l'estudi de la Biodiversitat vegetal requereix, però, força més precisió.

4.1. Concepte de raresa

Raresa geogràfica

Aparentment, una de les maneres més simples d'avaluar el grau de raresa d'una espècie és mesurar si és molt o poc freqüent en un territori, quant

d'espai ocupa, és a dir, quantificar-ne la distribució geogràfica. A efectes pràctics, les dues mesures de raresa aplicades per la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN, 2001), en el context de l'avaluació d'espècies amenaçades, són l'extensió de presència (*extension of occurrence*, EOO, àrea en quilòmetres quadrats del polígon convex mínim que inclou totes les poblacions d'una espècie) i l'àrea d'ocupació (*area of occupancy*, AOO, suma del nombre de quadrats d'una malla o *plots* – normalment quilomètrics, d'1 x 1 km– que contenen efectivament poblacions de l'espècie en qüestió). Aquestes mesures són fàcilment aplicables i no requereixen gaire informació sobre l'espècie i, per això, són pràctiques i adoptades àmpliament en documents tècnics com ara les llistes vermelles o llibres vermells (però no tant: fins i tot en països botànicament ben estudiats com el nostre, per exemple, estem encara lluny de poder respondre amb detall en quins quadrats quilomètrics –1 km²– hi ha, o hi manca, cadascuna una de les c. 3.600 espècies de flora vascular silvestre catalana, cosa que, això sí, coneixem en una escala de la malla UTM de 10 x 10 km a través del Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya, *cf.* Font, 2012). Per als casos d'espècies molt rares i estudiades amb detall, sí que podem aportar aquesta informació: així, per exemple, de *Seseli farrenyi* Molero & Pujadas, que és una umbel·lífera endèmica del territori ruscínic i de distribució mundial molt restringida, limitada exclusivament al litoral del Cap de Creus (Alt Empordà), se'n coneixen únicament tres poblacions, amb un cens màxim de c. 2000 individus, que ocupen una àrea de 0,47 Km² (AOO) a l'interior del perímetre del Parc Natural del Cap de Creus, en un únic quadrat d'1 x 1 km, UTM 31 TEG2685 (Rovira, 2008; López-Pujol et al., 2002, 2010). Es tracta, ben clarament, d'una planta rara, molt rara, en termes absoluts de cens i d'extensió geogràfica.

Tanmateix, aquests paràmetres no tenen en consideració les diverses formes de raresa que existeixen a la natura. Per exemple, segons Broennimann et al. (2005), els criteris UICN (2001) no poden ser emprats per a comparar la raresa de dues endèmiques alpines de Suïssa: *Artemisia nivalis* (una composta que forma poblacions molt petites i restringides a comunitats de *Drabion hoppeanae*, a més de 3000 m) i *Carex baldensis* (una ciperàcia que forma grans colònies en diversos tipus de vegetació). Totes dues espècies tenen aproximadament els mateixos valors de EOO i AOO, però llurs característiques demogràfiques i ecològiques són completament diferents, de manera que *A. nivalis* és molt més rara que *C. baldensis*.

Raresa demogràfica i ecològica. Tipologia de Rabinowitz.

Una consideració més àmplia i més conceptual per a mesurar la raresa va ser proposada per Rabinowitz (1981; Rabinowitz et al, 1986) i, des d'aleshores, el terme "rar" ja és més complex i incorpora tres dimensions ecològiques i demogràfiques. Aquesta autora va definir 7 tipus de raresa basats en (1) l'amplitud geogràfica, (2) l'especificitat d'hàbitat i (3) la mida de les poblacions locals. Així, les espècies són rares si tenen una àrea restringida, si es troben només en un o uns pocs hàbitats i/o si llurs poblacions són sempre petites, amb un baix nombre d'individus. Les espècies que compleixen 2 o tots 3 criteris són especialment rares, i les que no en compleixen cap són considerades comunes (Taula 1). La classificació de Rabinowitz ha estat aplicada a nombrosos tàxons i regions del món (vegeu, per exemple, cites a Broennimann et al., 2005), i en la pràctica se'n deriva que es poden relacionar un(s) tipus de raresa concret(s) al risc d'extinció, de manera força més acurada i amb significat biològic més profund. A més, són tipologies aplicables a diversa escala geogràfica (regional, estatal, mundial, etc.), de manera plàstica a cada nivell, de manera que són útils per a aplicar a territoris de mida variable.

Taula 1.- Tipologia de la raresa segons Rabinowitz. Les categories representen diversos tipus de raresa basats en les combinacions de tres criteris ecogeogràfics dicotòmics segons la definició de Rabinowitz et al. (1986).

Distribució geogràfica		Àmplia		Restringida	
Raresa de l'hàbitat		Inespecífic	Específic	Inespecífic	Específic
Mida de les poblacions locals	De vegades, gran	Comuna	Tipus A	Tipus D	Tipus E
	Sempre petites	Tipus B	Tipus C	Tipus F	Tipus G

Vegem-ne alguns exemples d'aplicació a la flora catalana. Segons els registres del banc de dades de Biodiversitat de Catalunya (Font, 2012), per exemple, *Trifolium pratense*, el trèvol de prat, es pot considerar una espècie **comuna**. Es troba en un interval altitudinal molt ampli (entre 0 i 2.400 m s.m.), ocupa una àrea molt extensa (270 quadrats UTM de Catalunya, d'un total de 390, cf. Sàez et al., 2010) i, pel que fa a l'hàbitat, és molt poc específic i, a més, constitueix poblacions de mida variable, de vegades grans o molt grans: no pot enquadrar-se en cap de les categories de raresa.

Pertany, en canvi, a la raresa de **Tipus D** (poblacions de vegades de mida gran, amb àrea de distribució restringida i hàbitat poc específic), el clavell del Montseny, *Dianthus seguieri* subsp. *requienii*, que és endèmica de Catalunya, i s'estèn des del Ripollès i el Vallespir fins al Vallès Oriental i el Maresme, poc especialitzada d'hàbitat (pastures seques, però també apareix en brolles de bruc, landes de bruguerola i, encara, altres ambients com ara fenassars, boscos clars, etc.), indiferent al substrat i amb poblacions que es troben entre 50 i 1.700 m d'altitud; fa poblacions de vegades força grans, i, tot i ser endèmica de Catalunya (és rara, per tant, geogràficament, a escala ibèrica, europea o mundial), localment pot arribar a ser abundant (Sàez et al., 2010).

Un exemple de raresa de **Tipus C** (poblacions petites, àrea àmplia i hàbitat específic) és el de les sabatetes de la Mare de Déu, *Cypripedium calceolus*, orquídia coneguda i buscada pels afeccionats, relativament escampada per tota la regió eurosiberiana, des d'Escandinàvia fins a les nostres terres, sempre, però, fent grups molt petits, poblacions amb pocs efectius i, encara, genèticament emparentats, amb clonalitat. A Catalunya, aquesta espècie és documentada només de quatre localitats del Berguedà i el Ripollès, en clarianes de boscos de faig esclarissats (Sàez et al., l.c.). És rara, però d'àrea extensa.

I, encara, serien exemples de la raresa de **Tipus G** (poblacions petites, àrea reduïda, hàbitat específic) dues espècies molt restringides, endèmiques (*narrow endemics*), descrites per il·lustres farmacèutics i recollides en el *Llibre vermell* (Sàez et al., l.c.):

- *Aquilegia pauri*, endèmica d'àrea reduïda a la zona culminal dels Ports de Tortosa (c. 3.000 individus en 8 quadrats UTM de 1 x 1 km, només entre 900-1.400 m), descrita per Pius Font i Quer l'any 1920.
- *Seseli farrenyi*, que hem citat abans (menys de 2.000 individus en 2 quadrats de 1 x 1 km als penya-segats litorals del Cap de Creus), descrita per Julià Molero i Joan Pujadas l'any 1979.

Rey Benayas (2009) afegeix una quarta dimensió de la raresa a les 3 enunciades per Rabinowitz, una dimensió més pròpiament ecològica, que és l'**ocupació de l'hàbitat**, que seria una mesura de la capacitat d'una espècie per a ocupar una fracció més gran o més petita del conjunt dels seus hàbitats potencialment favorables. En els darrers temps, la investigació sobre microhàbitats/micronínxols i la capacitat de les espè-

cies per a ocupar-los, la competència interespecífica per aquest recurs, etc., estan essent una de les línies de recerca més innovadores en ecologia d'espècies rares i endèmiques. A escala ibèrica, per exemple, els treballs de l'equip de J.M. Iriondo sobre els microhàbitats del gerani del Paular, *Erodium paularense*, o l'adaptació a microhàbitats en altitud, ja figuren en els llibres de text (cf. Albert et al., 2001; García Camacho et al., 2010) o els referits a la importància de l'heterogeneïtat ambiental en la supervivència d'espècies amb gran especialització ecològica, com ara les del gènere *Pinguicola*, rupícoles i insectívores (Zamora, 2002), aporten dades útils per a l'establiment de programes de conservació de plantes rares; a escala internacional, per exemple, podem destacar els estudis de Yates et al. (2011) sobre la limitada capacitat de colonització de microhàbitats molt estrictes de granes d'endemismes molt rars i les lliçons que se'n deriven per a la correcta gestió dels estocs de llavors rares dels bancs de germoplasma.

4.2 Hipòtesis i contribucions teòriques sobre la raresa biològica

No obstant això, la recerca sobre la raresa com a fenomen biològic, sorprenentment, ha rebut relativament poca atenció, en comparació amb la diversitat mateixa o d'altres temes en biodiversitat. Rey Benayas (2009) ho il·lustra amb una comparació entre el nombre de referències de la *ISI Web of Knowledge* de 2001 a 2008, amb el resultat de 95.547 referències corresponents al mot “diversitat”, 14.149 a “riquesa d'espècies” i només 970 a “rareza d'espècies”.

Teoria i formes de raresa

De què depèn que una espècie sigui més o menys rara? Aquesta qüestió és cabdal en el debat actual al voltant del canvi global i de la necessitat de conservació de les espècies per a entendre els fenòmens biològics de rarificació i d'extinció i poder actuar convenientment de manera eficaç i prioritzada.

De fet, no abunden les **hipòtesis** sobre raresa de les espècies. Algunes es basen en la recerca empírica: així,

- a) la hipòtesi de la biogeografia insular, que declara que el nombre d'espècies en àrees insulars mostra una relació positiva amb la mida de les illes i negativa amb la distància d'aquestes al continent o font de les espècies; per analogia, hom pot considerar els massissos munta-

nyosos aïllats o determinades àrees d'hàbitats o sòls especials com a "illes" ecològiques, a les quals s'aplicaria la mateixa teoria insular, o

- b) l'anomenada regla de Rapoport, que afirma que l'extensió geogràfica de les espècies augmenta amb la latitud, teoria, però, que ha generat molta controvèrsia per la manca de solidesa de la seva demostració (*cf.* Rey, l.c.).

D'altra banda, a partir de la biologia d'organismes, disposem de dues teories que expliquen regularitats macroecològiques, és a dir, la distribució, abundància i diversitat en àrees geogràfiques extenses, la teoria de Brown, i la noció de compromís entre espècies generalistes i especialistes.

- c) Teoria de Brown (coneguda també com a "teoria de l'organisme superior"). La zona central de l'extensió geogràfica total ocupada per una espècie és on aquesta pot explotar una més gran combinació de recursos i, per tant, d'hàbitats, i és on l'espècie presenta una més gran abundància local, mentre que, a mesura que ens allunyem d'aquest centre, cap la perifèria, s'estreny l'especificitat de l'hàbitat, es fan més escasses les condicions i recursos favorables i l'espècie es fa també més escassa: així, en resum, són les espècies amb un nínxol ecològic limitat les que tenen una extensió geogràfica més reduïda.
- d) En el marc teòric de la noció clàssica del compromís entre espècies generalistes i especialistes (un concepte darwinista), també distingim entre nínxols ecològics extensos i reduïts.

Rey (2009) analitza els models que expliquen la freqüència de l'ocupació, que són de dos tipus, els dinàmics, basats en la teoria insular, o models de metapoblacions (les illes vindrien a ser les poblacions de la metapoblació), i els estàtics, basats en l'especialització ecològica, o models de nínxol. Diversos assaigs de modelització acaben conclouent que hi ha un ajust superior amb els models de nínxol, a causa de l'efecte de l'heterogeneïtat ambiental (els de metapoblacions assumeixen hàbitats homogenis, que és una sobresimplificació) i de l'estructura de la biota en mosaic. D'aquesta manera podem intuir un conjunt de processos evolutius i ecològics que afavoreixen l'aparició d'espècies rares: entre els primers (evolutius), podem assenyalar l'especiació en sistemes aïllats i l'especialització en l'exploració de determinats nínxols. Entre els segons (ecològics) es pot destacar la competència entre espècies, que pot traduir-se localment en l'existència d'espècies dominants i d'espècies subordinades.

Causas de raresa

Una part molt substancial de l'estudi de la raresa s'ha dut a terme en el marc de la Biologia de la Conservació, a la qual ha aportat importants fonaments teòrics i pràctics per a desenvolupar programes de conservació, atès que la majoria d'espècies amenaçades o en perill d'extinció són també espècies rares (Gaston, 1994; Schemske et al., 1994). Tanmateix, Esparza-Olguín (2004) adverteix que no cal perdre de vista la importància de l'estudi de la raresa *per se*, quant fenomen natural, que pot ser tant una característica circumstancial com un atribut fonamental de les espècies, és a dir, orientar l'estudi cap al coneixement de les causes de la raresa, d'una banda i, de l'altra, de les conseqüències, tant ecològiques com evolutives, de ser rar.

Per tal de conèixer les causes de la raresa és fonamental destriar els factors que determinen una baixa abundància o una distribució restringida. Per això, cal tenir en compte el següent:

- 1) En condicions naturals i en absència de factors disruptius (per exemple d'origen antròpic), l'abundància i la distribució d'una espècie estan limitades per variables ambientals (abiòtiques i biòtiques), és a dir, de disponibilitat d'hàbitat propici.
- 2) Les poblacions d'espècies rares es veuen influïdes per una gran quantitat de factors determinístics i estocàstics (per exemple: pertorbacions naturals catastròfiques, canvis a l'atzar en les taxes de mortalitat i de natalitat, depressió endogàmica o deriva genètica a causa de la petita mida poblacional, colls d'ampolla genètics deguts a esdeveniments de disseminació a llarga distància, etc.), de manera que podem assumir com a probable que la raresa sigui el resultat de la combinació de diversos factors que poden interactuar entre ells (Rabinowitz et al., 1986; Esparza-Olguín, 2004).

En general, fins als darrers 10-15 anys no hem començat a disposar d'un gruix suficient de dades experimentals que ens permetessin saber com funcionen les poblacions de plantes rares. Per tal de limitar l'abast de la part que segueix, ens centrarem en els aspectes demogràfics i ecològics, d'una banda i, de l'altra, en els de la genètica de poblacions.

Demografia-Ecologia

Els estudis de tipus comparatiu –abordant anàlisis de grups o parells d'espècies rares/comunes emparentades, que difereixen en el grau de raresa– ens ofereixen un “retrat robot” d'espècies rares amb preferència per ambients extrems (elevada sequedat, pertorbacions intenses –com ara incendis– o temperatures extremes) i hàbitats d'extensió restringida. Una altra característica comuna a les plantes rares fóra la baixa competitivitat respecte a espècies comunes emparentades (vegeu exemples d'Amèrica, en Esparza-Olguín, 2004; d'Europa i mediterranis, en Lavergne et al., 2004)

Els estudis monogràfics, monoespecífics, centrats en l'anàlisi de la biologia reproductiva i l'ecologia d'una espècie rara en particular, ens informen des de la restricció a una finestra d'oportunitat ecològica molt reduïda (hàbitat o microhàbitat –o micronínxol– molt específic i reduït), passant per la biologia reproductiva (pol·linització, dispersió de granes, incompatibilitat, etc.), on es poden presentar característiques amb efecte negatiu en la taxa de creixement de la població (com ara elevats percentatges d'aborció, baixos nivells de fecunditat, baixos percentatges de germinació i establiment de plàntules) (Esparza-Olguín, 2004). També ens aporten informació sobre paràmetres demogràfics, sobretot informació sobre el conjunt del cicle, la contribució de fenofases, la identificació de fases crítiques i la modelització i projecció del futur de la població a través de l'AVP o anàlisi de viabilitat poblacional (Schemske 1994; Menges 1990).

Els valors de λ (lambda) –taxa finita de creixement poblacional– de les espècies rares són propers a la unitat i no són pas molt diferents dels que presenten les espècies comunes; els casos analitzats per Esparza-Olguín (2004) indiquen la importància que tenen els canvis temporals en l'ambient en la fluctuació del valor de λ ; els estudis coincideixen també en l'observació que les espècies rares tendeixen a mostrar una reproducció sexual més limitada que el seus congèneres comuns: de fet, en estudis pioners, ja Fiedler (1987) suggereix un possible comportament caòtic de les diverses etapes del procés de reproducció en les espècies rares, i Byer & Meagher (1997) posen de manifest la rellevància de la propagació asexual. Però de vegades es tracta de falles reproductives només aparents, com ara les reportades en *Erodium* o *Borderea*, sense efectes biològics significatius a llarg termini en la persistència de les poblacions, sobretot en el cas d'espècies molt longeves (Albert et al., 2001; Garcia, 2003). Per a perpetuar-se essent rar, doncs, cal disposar de mecanismes de perpetuació d'eficàcia provada en situacions límit (i la longevitat n'és un).

La genètica de poblacions en l'estudi de la raresa

Des dels anys 80 s'han multiplicat els estudis sobre diversitat genètica de poblacions de plantes rares, cada cop amb més i millors marcadors moleculars, més resolutius, més informatius. Bona part d'aquests estudis s'han abordat sota l'impuls principal de la Biologia de la Conservació, en tractar-se de plantes amenaçades en molts casos, entenent que la conservació a llarg termini d'aquestes espècies depèn en gran mesura de la nostra capacitat de comprendre els processos evolutius als quals estan sotmeses. Hamrick & Godt (1996) en van fer una primera síntesi basada en marcadors isoenzimàtics, Esparza-Olguín (2004) hi incorpora noves espècies americanes i dades de RAPDs i, finalment, Gitzendanner & Soltis (2000) publiquen una revisió dels patrons de variació en espècies rares, a través de la estratègia d'abordatge experimental ja esmentat, de comparació de parelles de tàxons emparentats comuns/rars.

Aquests primers estudis de síntesi han permès conèixer els patrons de variabilitat genètica inter- i intrapoblacionals que permeten avaluar el resultat dels processos de dispersió i dels sistemes reproductius en les espècies rares. Aquestes revisions han revelat que, en la seva majoria, les espècies que es distribueixen com a poblacions petites o isolades (és a dir, rares) tenen una baixa diversitat genètica, estimada per qualsevol dels paràmetres habituals de diversitat (P , A , H_e , H_o , etc.). Dos estudis ja clàssics, clau per a entendre les característiques genètiques poblacionals de la raresa, són el d'Oostermeijer et al. (1994) (que caracteritzen, en *Gentiana*, el procés de rarificació, pèrdua de diversitat, amb augment d'endogàmia i disminució d'heterozigosi que conclou en manca d'adaptabilitat –*fitness*–) i el de Lammi et al. (1999) (en *Lychnis*, on es remarca que, malgrat la baixa variabilitat en totes les poblacions, no hi havia diferència en *fitness* entre les centrals i les perifèriques les quals, tot i ser rares, petites i aïllades, contenien diversitat genètica original, diferenciada i valuosa per a assegurar el manteniment a llarg termini del conjunt de l'espècie).

En resum, ara sabem que, en general, les espècies rares, amb poques poblacions, que a més són petites en nombre d'individus, presenten nivells de variació genètica baixa (fins i tot nul·la) a escala tant intra- com interpoblacional, tot i que hi ha, també, dades reportades sobre espècies molt rares amb elevada diversitat (per exemple *Seseli farrenyi*, López-Pujol et al., 2002) i espècies molt comunes amb molt poca diversitat (per exemple, la falguera *Pteridium aquilinum*, Soltis, 1990).

El preu genètic de la raresa: mides poblacionals mínimes

Quin és el límit numèric inferior de la mida d'un tàxon o d'una població, més enllà del qual no es pot sobreviure? O, dit amb altres mots, quin és el preu que paga una planta pel fet de ser rara? Fins on pot arribar? Aquest problema ha estat enfocat per la biologia de poblacions sota el concepte de Mida mínima viable d'una població (*MVP*, *minimum viable population size*), que cerca la mida poblacional mínima requerida per a mantenir una població, sense minva en l'adaptabilitat reproductiva o en el potencial evolutiu, durant milers d'anys (Frankham et al., 2002). Això no vol pas dir que les poblacions amb una mida inferior al MVP no tinguin futur; només que el seu potencial reproductiu i evolutiu es veu compromès i que, per tant, tenen un risc d'extinció incrementat.

Arribar a trobar aquesta mida mínima de supervivència pot ser una de les aproximacions a la definició numèrica objectiva de la raresa, o, en tot cas, dels límits de la raresa extrema d'una espècie o població. Aquesta mida mínima ha d'assegurar, en tot cas, una vitalitat suficient per atènyer a tres objectius crítics:

- Mantenir una eficàcia reproductiva que eviti la depressió genètica per endogàmia (limitar l'excés de consanguinitat).
- Mantenir la capacitat evolutiva per a respondre als canvis ambientals (el que es coneix com a "potencial evolutiu").
- Evitar l'acumulació de noves mutacions deletèries.

Diverses prediccions i models numèrics han mirat de normalitzar i d'estandarditzar aquest paràmetre, i des de les primeres estimacions de Franklin (1980) s'ha aconseguit un cert consens en l'anomenada regla del **50/500** (Allendorf & Luikart, 2007), és a dir, que la supervivència a curt termini requereix una població mínima de **50 individus**, mentre que la supervivència a llarg termini en necessita un **mínim de 500**. En sentit estricte, aquests nombres mínims d'individus són variables per a cada tàxon, en funció de característiques biològiques, genètiques, reproductives, etc., específiques, i han estat força discutides (*cf.* Allendorf & Luikart, l.c. i cites que s'hi recullen), però finalment són, en general, acceptades quan no es disposa d'altres dades. El valor de 500 per a mantenir el potencial evolutiu es considera referit a la mida efectiva de la població (N_e , és a dir, el nombre real d'individus panmíctics que s'encreuen entre si en una generació donada, que és un valor generalment desconegut si no hi ha un

seguiment genètic i reproductiu específic *in situ*, cosa molt poc freqüent), mentre que si es considera el nombre total d'individus (incloent-hi els no reproductors, els juvenils, els senescents, etc.), la xifra s'ha d'estimar fins a **5.000** (atès que les estimacions experimentals mitjanes de la relació N_e/N són de 0,1 segons Frankham et al., 2002).

Aquestes dades genètiques sobre mides mínimes poblacionals es troben dins dels intervals dels valors acceptats de mides mínimes per a fer front a d'altres amenaces: les poblacions petites han de fer front a amenaces estocàstiques addicionals. Els factors estocàstics són factors d'oportunitat que actuen sobre les poblacions petites i difereixen dels factors determinístics en el fet que tenen components d'atzar (amb efectes que varien a l'atzar en direcció i en magnitud). Segons Frankham et al. (2002) hi ha quatre formes d'estocasticitat que són rellevants per al risc d'extinció de poblacions petites en el context d'espècies rares que estem tractant:

- *Estocasticitat demogràfica* – Les taxes de natalitat i de mortalitat i les proporcions de mascles/femelles fluctuen de manera natural i en el temps. En part, són dependents de factors externs (clima, recursos, etc.), però en part en són independents. Com més petita és la població, més probable és que variï a l'atzar en aquests paràmetres i, en poblacions molt petites, de raresa extrema, pot ser la causa final de l'extinció (per exemple, quan els darrers cinc individus, posem per cas, són tots mascles, *cf.* Avise & Nelson, 1989).
- *Estocasticitat ambiental* – Alguns paràmetres demogràfics, com acabem de dir, són sensibles a fluctuacions en les precipitacions, en la temperatura, en la densitat de competidors i de predadors, en la riquesa de nutrients al sòl, etc. Hi ha variacions climàtiques o ambientals cícliques, que poden afectar de manera semblant tots els individus de la població. Quan la població és molt petita, aquesta afectació pot ser crítica.
- *Catàstrofes* – Els esdeveniments catastròfics com ara hiverns severos i glaçades, incendis, inundacions, epidèmies, etc., tenen impactes de primer ordre en moltes espècies i poden conduir a declivis sobtats del nombre d'individus i, fins i tot, a l'extinció. També aquí el nombre d'individus per a fer-hi front és crític. No cal dir que a les catàstrofes naturals, cal afegir les pertorbacions dràstiques de l'hàbitat o la sobreexplotació causades per l'home, sovint molt més destructives (Sàez et al., 2010).

- *Estocasticitat genètica* – Abasta la depressió endogàmica, la pèrdua de variació genètica i l'acumulació de mutacions deletèries. La magnitud de l'estocasticitat genètica depèn del sistema reproductiu, de l'estructura espacial de la població, del nombre d'individus i de la severitat dels efectes ambientals. La depressió endogàmica és un factor estocàstic atès que té lloc en poblacions petites a través d'encreuaments inevitables entre individus emparentats, genèticament molt similars entre si; tanmateix, té impactes deleteris predictibles en la reproducció i la supervivència. Els impactes dels factors genètics són dependents de la mida efectiva de la població (N_e), mentre que l'estocasticitat demogràfica és dependent del cens total (N) de la població.

El vòrtex d'extinció

A més, cal recordar que els factors estocàstics, operant de manera combinada, poden ser molt més letals que la suma de llurs efectes individuals. En una situació típica, les accions humanes d'alteració (o de destrucció) de l'hàbitat d'una espècie acaben conduint a mides poblacionals cada cop més petites. La petita mida poblacional comporta l'increment de l'endogàmia (amb pèrdua de diversitat al·lèlica i d'heterozigosi) i les consegüents reduccions en taxes de germinació, creixement i supervivència. Al seu torn, això causa noves reduccions en la mida de les poblacions, augmenta la inestabilitat demogràfica i inicia un cicle descendent directe cap a l'extinció. Aquesta espiral de retroalimentacions negatives s'ha anomenat "vòrtex d'extinció" i té diverses variants (tipus R, D, F i A, depenent de l'ordre i de la intensitat dels factors que hi actuen, Gilpin & Soulé, 1986). Un cop iniciat el vòrtex, malgrat la correcció de la causa original del declivi (la destrucció de l'hàbitat en aquest cas), pot ser impossible la recuperació de la població (Frankham et al., 2002).

L'estocasticitat demogràfica i ambiental i les catàstrofes fan més sobtades les fluctuacions en la mida poblacional. En conseqüència, quan tenen lloc aquests episodis, hi ha una reducció addicional de la mida poblacional efectiva (N_e) i això fa els impactes de l'endogàmia més severos. Per exemple, una fluctuació amb reducció de la mida poblacional d'un 25% fa que la població esdevingui endogàmica a un ritme quatre vegades més gran que en condicions normals, de manera que l'estocasticitat demogràfica interactua amb la genètica.

AVP (Anàlisi de viabilitat de poblacions)

L'anàlisi de les dades de MVP i, en general, de la demografia poblacional, a través de sistemes matricials, ha fet possible el desenvolupament d'una eina fonamental: l'AVP (en anglès, *PVA*, *Population Viability Analysis*), que permet fer projeccions de futur de la dinàmica demogràfica que faciliten la predicció del destí d'una població. Això ens permet respondre, numèricament, a la pregunta de si una planta rara té o no possibilitats de supervivència en un determinat horitzó de temps, i en quin percentatge, o quines coses cal que passin perquè sobrevisqui o mori.

En el marc del projecte AFA (*Atlas de Flora Amenazada*), patrocinat pel Ministeri espanyol aleshores de Medi Ambient, es va seleccionar un grup modest, però que es volia representatiu, de 37 espècies amenaçades, on un total de 20 grups de recerca van poder definir una metodologia que resta com a referent a escala mediterrània, per a establir parcel·les de seguiment, identificació d'individus, definició de classes vitals, etc. Es van mesurar, durant tres anys, les mides poblacionals en cada fenofase i la productivitat per a cadascuna de les 37 espècies (Iriando et al., 2009). Aquesta informació, degudament analitzada, ha permès establir la dinàmica de les poblacions i la probabilitat d'extinció, aportant, per primera vegada, dades per al criteri "E" de la UICN (2001) per a 8 espècies dels Països Catalans, la meitat de les quals, molt rares i catalogades en la categoria CR ("en perill crític"). Noteu que l'avaluació és feta per a poblacions (les projeccions de futur fruit de les matrius de transició no són pas les mateixes per a cada població, la qual cosa permet racionalitzar i prioritzar els esforços de conservació amb base científica). Aquestes espècies són:

- *Anarrhinum fruticosum*, de la Serra de Crevillent, a Alacant.
- *Arenaria bolosii* i *Euphorbia fontqueriana*, totes dues del Puig de Maçanella (Mallorca).
- *Thymus webbianus*, endemisme diànic (Penyal d'Ifac i Serra Gelada).
- *Delphinium bolosii*, endemisme del Priorat i de la Noguera (Catalunya).
- *Linaria orbensis*, endemisme de la Marina Alta.
- *Limonium geronense*, endemisme del Cap de Creus i de la Serra de l'Albera.
- *Verbascum fontqueri*, endemisme de les comarques centrals valencianes .

Per a donar un exemple del tipus de resultats obtinguts, l'esperó de Bolòs, *Delphinium bolosii*, estudiat pel nostre equip (Bosch et al., 2009), rarísim i conegut aleshores només de dues localitats, va ser estructurat en quatre classes d'edat (vegetatius, reproductors 1 < 110 cm, reproductors 2 > 110 cm, i dorments). L'anàlisi indicava, per a la població d'Ulldemolins (Priorat), una reducció projectada de l'abundància en el termini de 10 anys amb una probabilitat $p=90\%$ del 0,4%. El criteri A3b li confereix la categoria de "Quasi Amenaçat" (NT). La probabilitat d'extinció estimada per a l'interval de 10 i 20 anys és del 0%, mentre que per a l'interval de 100 anys és del 78%. El criteri E li confereix la categoria de "Vulnerable" (VU).

Per a la població de Rubió de Baix (Noguera) s'obtenia una reducció projectada de l'abundància en el termini de 10 anys amb una probabilitat $p=90\%$ del 69%. El criteri A3b li confereix la categoria de "En Perill" (EN). La probabilitat d'extinció estimada per a l'interval de 10 i 20 anys és inferior als límits establerts i a 100 anys, del 100 %. El criteri E li confereix la categoria de "Vulnerable" (VU).

La traducció pràctica d'aquests resultats de l'AVP per a *Delphinium bolosii* equival a dir que, si les condicions no canvien (ni es produeixen noves alteracions en les poblacions ni s'apliquen mesures de conservació), la probabilitat d'extinció per a les dues poblacions d'aquesta espècie rara (amb uns pocs centenars d'individus cadascuna), d'aquí a un segle, és del 78% en un cas i del 100% en l'altre (que no és pas una predicció tranquil·litzadora).

- - -

A continuació desenvolupem, amb una mica més de detall, les més rellevants de les situacions de raresa, incloent-hi, si es coneixen, les causes i les conseqüències biològiques que en deriven.

Endemisme

Un dels tipus de raresa, corresponent a espècies amb extensió en àrees geogràfiques reduïdes, que localment poden ser rares o abundants, és constituït per les espècies endèmiques, és a dir, restringides a territoris molt delimitats i que no es troben en cap altra part del món. Típicament són tàxons que només viuen en un determinat territori, que cal especificar: així hi pot haver endèmiques ibèriques, o endèmiques de Catalunya o, encara, endèmiques d'àrees molt més petites. És a aquestes darreres a

les quals, des del nostre equip de recerca, hem dedicat una més gran atenció: espècies reduïdes a certes illes, com *Euphorbia margalidiana*, que només creix a Ses Margalides, uns illots davant la costa d'Eivissa (Simon & Vicens, 1999), o valls o massissos de muntanya, molt concrets, com ara *Aquilegia paui*, un petit corniol restringit exclusivament a la zona culminal dels Ports de Tortosa (Martinell et al., 2011), o el del sèseli citat abans, *Seseli farrenyi*, limitat a tres rodals del Cap de Creus (López-Pujol et al., 2010).

És evident que les espècies endèmiques representen un tipus de raresa “natural”, resultat de processos evolutius, biogeogràfics, ecològics, etc., que han actuat durant períodes de temps relativament llargs per a configurar organismes capaços de sobreviure essent rars, on les forces de selecció natural han permès l'establiment en un interval de temps, espai i condicions ecològiques, de poblacions o grups de poblacions on l'avantatge adaptatiu és, precisament, ser rar, petit, per oposició a les espècies d'àrea àmplia, capaces de colonitzar grans superfícies en ambients molt diversos i en àrees geogràfiques enormes.

La regió mediterrània, punt calent de biodiversitat (= *biodiversity hotspot*, Myers et al., 2004), concentra una quantitat important d'endemismes, únics al món, i està impulsant diversos grups de recerca a l'estudi global del fenomen de l'endemisme, a partir d'exemples, precisament, mediterranis. Són equips de reconegut prestigi, per exemple, el de Marsella, dirigit per F. Médail (Médail & Verlaque, 1997), o el de Montpeller, sota la coordinació de J. Tomphson i M. Debussche, que van mirar d'establir una mena de “retrat-robot” biològic dels endemismes en quant plantes rares d'àrea reduïda: què tenien en comú, i de diferent, respecte a les espècies comunes, pel que fa a una sèrie de paràmetres, com ara l'hàbitat, la pressió de l'herbivoria i diversos altres trets relacionats amb l'obtenció i la conservació de recursos, la reproducció i la dispersió, és a dir, quines propietats cal tenir per a ser “especialista en ser rar”. L'estudi (Lavergne et al., 2004), que ja és un referent internacional, i que ha tingut força corroboracions posteriors, és enfocat com a comparació entre congèneres mediterranis, per parells d'espècies endèmiques/d'àmplia distribució. Els resultats més rellevants del seu estudi ens mostren el següent:

- Les espècies endèmiques es troben en hàbitats de més pendent, amb més cobertura rocosa i vegetació més oberta que les congenèriques d'àmplia distribució.

- Les espècies endèmiques són més petites de talla general, però no pas en els trets relacionats amb l'obtenció de recursos (àrea foliar, contingut foliar en nitrogen, taxa fotosintètica màxima) o amb la conservació de recursos (contingut foliar en matèria seca).
- En relació amb la mida més petita, les espècies endèmiques produeixen menys flors i aquestes són més petites, amb menys separació antera-estigma i relació P/O (proporcions pol·len/òvul) més petita, i produeixen menys llavors per planta que els congèneres àmpliament distribuïts.
- En canvi, no es van detectar variacions consistents ni significatives en el pes de les llavors, ni en l'estructura dels propàguls, ni en els nivells d'herbivoria soferts.

En resum, doncs, són les característiques ecològiques, i de manera principal, l'ocupació d'hàbitats rocosos, amb baixa competència subterrània, les que podrien haver jugat un paper important en la diferenciació dels endemismes, almenys a la Mediterrània occidental. Els trets morfològics i ecofisiològics d'aquests endemismes indiquen que no són pas més tolerants a l'estrès que els seus congèneres d'àmplia distribució, com s'havia pensat anteriorment. La baixa inversió en transferència de pol·len i producció de llavors suggereix que la persistència local és la característica clau de l'ecologia de les poblacions dels endemismes. El secret, doncs, estaria a poder mantenir-se i perpetuar-se en noves generacions amb poca inversió, sota condicions de mides poblacionals molt reduïdes. Això s'aconsegueix, bé amb taxes elevades de multiplicació vegetativa, bé amb mecanismes que ofereixin la seguretat de la pol·linització. Una de les maneres de superar les limitacions reproductives per a espècies autocompatibles és –davant l'absència o limitació de serveis dels pol·linitzadors en nuclis poblacionals poc densos o amb pocs efectius totals– el recurs a l'autopol·linització (encara que sigui sota el risc de depressió endogàmica, que amb el temps pot permetre la purga d'al·lels deleteris). A Catalunya, hem pogut demostrar (Martinell et al., 2011a) la desviació cap a l'autogàmia del corniol dels Ports (*Aquilegia pauí*), endèmica d'àrea molt reduïda (zona culminal dels Ports de Tortosa), davant l'absència d'insectes pol·linitzadors, en comparació amb el corniol comú (*Aquilegia vulgaris*). Aquesta derivació cap a l'autogàmia pot haver requerit un cert temps fins a establir-se; de fet, en el context d'una metaanàlisi sobre fragmentació de poblacions en unitats cada cop més petites, Aguilar et al. (2008) demostren que existeix una correlació positiva entre el nombre de

generacions transcorregudes des de la reducció de mida del fragment i l'augment de la tendència a l'autogàmia (Fis).

On es concentren les rareses? Endemismes de penya-segats, especialistes de les parets

L'orografia accidentadíssima de molts indrets de la Mediterrània (i, és clar, de casa nostra!) ofereix multitud de racons amb les característiques que acabem d'esmentar: pedregosos, de forta inclinació i de sòls pobres, amb grans oportunitats, doncs, per a les plantes rares.

En particular, a les muntanyes, les parets verticals dels penya-segats constitueixen autèntiques “illes” ecològiques (Garcia et al., 2012) i aquesta mena d'hàbitat es troba entre els més pobres en recursos del món (Larson et al., 2000a,b). A més de la verticalitat, les parets de penya-segats tenen característiques que les fan diferents d'altres tipus d'hàbitats: baixa disponibilitat de nutrients, espai molt limitat per al desenvolupament de les arrels i magres possibilitats de reclutament biòtic. Les espècies que són capaces de viure en aquestes condicions, tanmateix, poden veure's protegides de les fluctuacions climàtiques extremes (per exemple en gorges profundes, extraploms), de la predació per grans herbívors i (almenys fins ara) de la majoria d'efectes causats per l'home. El fet que les plantes de roques siguin sovint petites i longeves, però que constitueixin poblacions molt estables, suggereix que llurs taxes de reclutament i de mortalitat deuen ser molt baixes (Eriksson & Ehrlén, 1992; García, 2003; Lavergne et al. 2004) i justifica que s'hagin pogut mantenir –rarses com són– durant segles i mil·lennis en aquests ambients, autèntics *refugis*, com identifica Médail (2009)

Malgrat tot, encara hi ha aspectes de la història vital d'aquestes plantes raríssimes i escaladores especialistes que són enigmàtics, o que tot just es comencen a conèixer (Garcia et al., 2012), com per exemple com aconseguen les plantes de roca dispersar llurs granes a escaletxes segures, evitant que llurs poblacions, després d'unes quantes generacions, no “llisquin” cingle avall i s'extingixin?

(i) Evitant que caiguin, de manera que els pedicels florals, a través de mecanismes de geotropisme o de postcarpotropisme, un cop fructificats, introdueixen les granes en escaletxes segures.

(ii) Aconseguint que les que es precipiten paret avall siguin capaces de

remuntar en “ascensors d’aire”, essent molt petites (i molt lleugeres), capaces de ser arrossegades pels corrents ascendents d’aire calent, cingle amunt, prop de la paret calenta al migdia.

(iii) Emprant animals com a vectors de dispersió, que recullin les llavors dels fruits i les dipositin a “terra ferma”, com ara les formigues, en actuacions mutualístiques mirmeccòcores.

Endemismes extrems – El màxim exponent de raresa en el cas de les espècies endèmiques són els anomenats endemismes extrems (*ENE*, *extremely narrow endemics*, en anglès), que definim (López-Pujol et al., 2013) com a tàxons amb una única (o molt poques, ≤ 5) poblacions i amb mides poblacionals molt petites (≤ 500 individus, incloent-hi tant individus reproductius com vegetatius).

A les limitacions generals dels endemismes, si a més es tracta d’endemismes insulars, cal afegir-hi, en general (sempre hi ha excepcions i, de vegades, notables), un procés suplementari de depauperació genètica (Crawford et al., 2001; DeJooe and Wendel, 1992; Ito et al., 1998), que és caracteritzat per diversos factors, incloent-hi:

- (i) colls d’ampolla associats a l’efecte fundador;
- (ii) mida petita de les poblacions de les illes, que afavoreix la deriva genètica i la consanguinitat;
- (iii) adaptació als ecosistemes insulars que poden comportar pèrdua de la capacitat de dispersió i una resistència disminuïda a predadors i malalties (Crawford et al., 2001; Frankham, 1998).

Una part important dels tàxons vegetals endèmics a la conca mediterrània (prop del 40%) són endemismes d’àrea reduïda (una serra o un masís de muntanya, per exemple) i una fracció important viu exclusivament en illes (Thompson, 2005).

Al nostre equip de recerca ens hem interessat especialment per endemismes extrems (ENE), dels quals els puc presentar els dos darrers que hem pogut estudiar, de les illes Balears.

Coristospermum huteri (= *Ligusticum huteri*) – És una umbel·lífera inclosa al llibret del TOP50 de les espècies amenaçades de les illes del Mediterrani per la UICN (Montmollin & Strahm 2005). *C. huteri* és un ENE: té una àrea extremadament reduïda, restringida a la zona culminal del

Puig Major (entre 1.300-1.400 m s.m.), a la serra de Tramuntana de Mallorca (Figura 4). És un hemicriptòfit de fins a 150 cm, que produeix nombroses umbel·les de flors blanques. Es tracta d'un diploide de $2n=22$ (Castro & Rosselló, 2007) que viu en esclatxes i petits replans de penya-segats calcaris càrstics, en racons humits i ombrívols. La seva població total és de prop d'un centenar d'individus, dels quals, com a màxim un 10% són madurs (és a dir, reproductors) cada any. En conseqüència, l'espècie ha estat classificada a la màxima categoria de risc de la UICN (CR, 'critically endangered'), tant a escala baleàrica (Sàez & Rosselló, 2001) com estatal (Moreno, 2008), és estrictament protegida a les illes Balears (BOIB, 2005; Viada et al., 2007), i, a més, és objecte d'un pla de recuperació —que inclou l'increment de les poblacions naturals amb individus produïts al Jardí Botànic de Sòller (Viada et al., 2007)— que es desenvolupa des de 1998.

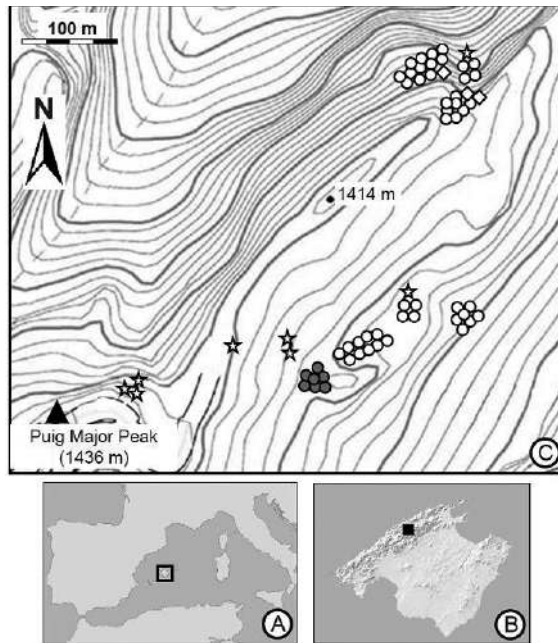


Figura 4. Localització geogràfica de la població i dels individus de *Coristospermum huteri* (a), localització de l'àrea d'estudi a la Mediterrània Occidental; (b) localització de la població estudiada a l'illa de Mallorca; (c) localització detallada dels individus genotipats en l'estudi: cercles, homozigots per a l'al·lel de migració ràpida (*6Pgd-2a*); estrelles, homozigots per a l'al·lel de migració lenta (*6Pgd-2b*); diamants: heterozigots. Cercles grisos: individus introduïts (Reproduït de López-Pujol et al., 2013)

Mitjançant electroforesi d'al·loenzims hem estimat la variabilitat genètica de *Coristospermum huteri* (López-Pujol et al., 2013). El mostratge ha estat molt difícil i perillós, havent aconseguit mostres de 63 individus que, amb l'ajut d'escaladors significa la totalitat dels individus accessibles. D'aquests, 56 eren silvestres i 7 corresponien a individus reintroduïts pel pla de recuperació. S'ha pogut resoldre un total de 12 *loci* al·loenzimàtics.

Tots els *loci* van ser monomòrfics per a tots els individus estudiats, llevat del *6Pgd-2*, que va ser el responsable dels 3 únics genotips multilocus (GML) observats: 8 homozigots per a l'al·lel lent (*6Pgd-2b*), 3 heterozigots i la resta, incloent-hi tots els introduïts, homozigots per a l'al·lel ràpid (*6Pgd-2a*). El baix nombre d'heterozigots (responsable de l'altíssim coeficient d'endogàmia $F_{is} = 0.813$) descriu una de les conseqüències de la raresa extrema: els encreuaments entre individus a l'interior de la població han de ser molt poc freqüents; de fet, només 13 individus (11 de silvestres i 2 de reintroduïts) van florir durant el 2011 (però només 5 el 2010, 12 el 2009, 2 el 2008, i 3 el 2007) i les taxes efectives de pol·linització encreuada són desconegudes. Així, la mida efectiva de la població (N_e) ha de ser extremadament petita.

Com podia esperar-se, la variabilitat és pràcticament nul·la en aquesta espècie ($P = 8.3\%$, $A = 1.08$, $H_e = 0.022$), fet que estaria relacionat amb

- i) l'efecte fundador (un únic esdeveniment colonitzador de les Balears des d'un avantpassat continental, i de fet *C. huteri* té fortes afinitats morfològiques amb *C. lucidum*, del qual ha estat tractat de vegades com a subespècie (Bolòs & Vigo, 1990; Reduron et al., 1997);
- ii) la petita mida poblacional mantinguda al llarg del temps;
- iii) l'efecte local i actual de la predació de flors per sobrecàrrega de cabres. La voladura de la part culminal (el cim) del Puig Major per instal·lar-hi un complex militar a mitjans del s. XX hauria estat un factor addicional de rarificació d'una part de la població, de manera que no sols hauria disminuït el nombre total d'individus, sinó una fracció particular de la població amb un determinat genotip que hauria esdevingut, al seu torn, rar dins la raresa (Figura 4, estrelles).

Agrostis barceloi – És un altre endemisme extrem (ENE), pertanyent a la família de les gramínies i de la mateixa distribució geogràfica, és a dir, extremadament restringit als cims de la zona muntanyosa més elevada de l'illa de Mallorca i amb un nombre molt limitat d'individus que, a més, es

propaguen per via vegetativa. Amb moltes similituds amb el cas anterior, els puc avançar, en primícia, que l'estudi de variabilitat genètica finalitzat fa pocs mesos, i encara inèdit, ha permès resoldre 18 *loci* al·loenzimàtics (el 50% més que en el cas de *C. huteri*), amb el resultat que tots els *loci* són monomòrfics llevat de 2, que tenen heterozigosi fixada. És a dir, en aquest cas, tots els individus de l'espècie responen al mateix GML! La raresa extrema en aquest cas no és únicament demogràfica (pocs individus), sinó també ecològica (un sol hàbitat) i genètica (un únic genotip): la fragilitat és màxima i la capacitat d'adaptació a canvis ambientals és nul·la: no hi ha variabilitat per a prendre opcions per selecció, que és el preu biològic que es paga per la raresa extrema.

La recopilació de casos d'endemismes extrems (Taula 2) ens revela que la norma són aquests baixíssims nivells de diversitat (mitjana de $H_o = 0.057$ per a espècies diploides), amb els quals encaixen bé els resultats de *C. huteri* ($P = 8.3\%$, $A = 1.08$, $H_e = 0.004$; $H_c = 0.022$). La petita mida efectiva poblacional (N_e) seria la raó més important dels baixos nivells de diversitat en ENEs; quan les poblacions són petites, els efectes deleteris de la deriva genètica i de l'endogàmia és més probable que apareguin, la qual cosa condueix a la fixació dels al·lels (Foré & Guttman, 1999). No obstant això, la Taula 2 també conté exemples d'elevats nivells de diversitat en ENEs, la qual cosa indica que altres factors, diferents de la mida poblacional, i propis de cada tàxon, poden influir en la diversitat genètica detectada. Per exemple, la persistència, en espècies longeves, de diversitat genètica antiga, anterior als fenòmens contemporanis de fragmentació explicaria els resultats d'exemples xinesos com ara *Euryodendron excelsum* o *Isoetes yunguiensis*.

Taula 2. - Valors de variabilitat genètica per a una selecció mundial d'endemismes extrems (ENE's), tant per a tàxons continentals (C) com insulars (I). Les citacions *in extenso* es troben a López-Pujol et al. (2013). *P*: percentatge de loci polimòrfics; *A*: nombre mitjà d'al·lels per locus; *H_e*: heterozigosi esperada.

Tàxon	Nbre. de poblacions	Mida poblacional total (n)	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>H_e</i>	Referència bibliogràfica
<i>Abies beshanzuensis</i> var. <i>beshanzuensis</i> (C)	1	3	16.5	-	-	Ai et al. (2005)
<i>Abies nebrodensis</i> (I)	1	29	73.5	-	0.138/0.367 /0.846	Vicario et al. (1995); Conte & Cristofolini (2003)
<i>Bencomia exstipulata</i> (I)	2	73	58.0/91.2	-	0.130	González-Pérez et al. (2009)
<i>Bidens</i> spp.	1-7	19-329	23.8-52.4 (mitjana= 40.0)	1.2-2.2 (mitjana = 1.6)	0.044-0.158 (mitjana = 0.102)	Helenum & Ganders (1985)
<i>Centaurea maculosa</i> subsp. <i>albida</i> (C)	1	120	23.5	1.5	0.071	Fréville et al. (1998)
<i>Centaurodendron dracaenoides</i> (I)	2	135	6.0	-	0.006	Crawford et al. (2001)
<i>Cercocarpus traskiae</i> (I)	1	75	6.9	-	0.024	Rieseberg et al. (1989)
<i>Chenopodium crusoeanum</i> (I)	2	19	0.0	1.0	0.000	Crawford et al. (2001)
<i>Chenopodium sanctae-clarae</i> (I)	1	15	0.0	1.0	0.000	Crawford et al. (2001)
<i>Coristospermum huteri</i> (I)	1	115	8.3	1.1	0.022	López-Pujol et al. (2013)
<i>Delphinium mansanetianum</i> (C)	1	50	6.7	1.2	0.013	Orellana et al. (2007)
<i>Dendroseris</i> spp. (I)	1-4	2-250	0.0-14.0 (mitjana = 7.6)	-	0.000-0.015 (mitjana = 0.006)	Crawford et al. (2001)
<i>Echinopartum algibicum</i> (C)	1	186	63.6	1.7	0.191	Aparicio et al. (2002)
<i>Eucalyptus dolorosa</i> (C)	1	212	-	-	0.160	Rossetto et al. (1999)
<i>Eucalyptus phylacis</i> (C)	1	173	-	-	0.000	Rossetto et al. (1999)
<i>Eurydendron excelsum</i> (C)	1	179	60.9	-	0.199	Wang et al. (2006)
<i>Isoetes yunguiensis</i> (C)	1	-50	62.1	-	0.202	Chen et al. (2007)
<i>Limonium dendroides</i> (I)	8	-70	41.8	1.5	0.195	Suárez-García et al. (2009)
<i>Limonium perplexum</i> (C)	1	-200	0.0/5.6	-	-	Palacios & González-Candelas (1997, 1999)
<i>Malacothamnus fasciculatus</i> var. <i>nesioticus</i> (I)	2	<60	0.0	1.0	0.000	Swensen et al. (1995)
<i>Parolinia glabriuscula</i> (I)	1	239	46.2	1.8	0.204	Fernández-Palacios et al. (2004)
<i>Pinus squamata</i> (C)	1	32	6.5/12.3	-	0.019/0.029	Zhang et al. (2005)
<i>Peperomia margaritifera</i> (I)	1	<50	5.0	-	0.017	Crawford et al. (2001)

Raresa perifèrica

Una altra dimensió de la raresa, que cal considerar, és la variació de la condició de rar en el conjunt de l'àrea geogràfica d'una espècie, és a dir, el fet que certes espècies són rares en certes localitats, però comunes en d'altres. Un cas particular d'aquesta raresa heterogènia és el de les espècies que són rares a la perifèria de la seva distribució geogràfica, mentre que són comunes a la part central. Rabinowitz (1981) refereix aquests

casos com a “pseudo-rarsa” (*pseudo-rarity*) i els exclou del seu sistema de classificació d'espècies rares, i Nathan et al (1996) suggereixen el terme “rarsa perifèrica” (*peripheral rarity*), que correspon al que Shoener (1987) anomenava “rarsa difusiva” (*diffusive rarity*).

Alguns territoris que compten amb síntesis i metaanàlisis de la rarsa de llurs flors s'han interessat per aquesta rarsa perifèrica. Així, per exemple, Nathan et al. (1996) aborden el cas d'Israel, territori florísticament en la cruïlla dels límits de diverses regions biogeogràfiques, entre les quals la mediterrània, i d'extensió una mica menor que Catalunya. En aquest treball, els autors estudien la rarsa de presència (diferent de la rarsa d'abundància) en funció d'un índex de perifèricitat de llur flora, amb valors que van des de 1 (extrem perifèric) fins a 0 (extrem central a la seva àrea). Eliminant els endemismes de l'àrea estudiada (Israel-Síria-Jordània), que aportarien un biaix, detecten, per al conjunt de la flora, una correlació positiva, altament significativa, que estableix que les espècies rares a Israel són més perifèriques a cadascuna de les àrees de distribució i, també, que les espècies més perifèriques de la flora d'Israel tendeixen a ser rares. Finalment, conclouen que 3 de cada 5 espècies rares a Israel són perifèriques i que, per tant, convé una reconsideració de les prioritats de les polítiques de conservació del país: que no es confonguin amenaces reals a les espècies amb el que serien característiques pròpies (naturals) de poblacions en hàbitats marginals, amb escàs contacte genètic amb el nucli de l'àrea, en un sistema font/embornal (Nathan et al., l.c.:563).

Un segon exemple d'anàlisi és el de Mills & Schwartz (2005), en aquest cas, sobre la flora d'Amèrica del Nord, que compta també amb un territori mediterrani, a Califòrnia, com tots vostès saben. Els autors empen una classificació en tres tipus proposada per Fiedler & Ahouse (1992), basada només en dos paràmetres, àrea geogràfica i mida poblacional (respectivament, 1: petita/gran; 2: petita/petita i 3: gran/petita). Les espècies endèmiques (d'un cim, d'una illa o d'una entitat administrativa) poden tenir poblacions grans o petites i, per tant, pertànyer al grup 1 o al 2. Les espècies del grup 3 serien les anomenades “rars difoses” o “rars sufusives” (*suffusively rare species*, Schoener 1987), que es troben en una àrea gran però que són rares en tota la seva distribució (Tipus C de Rabinowitz, 1981) i per a les quals ens val l'exemple que hem donat abans, *Cypripedium calceolus* (Taula 1). Mills & Schwartz (l.c.), comparant espècies rares difoses i espècies endèmiques, troben, entre d'altres coses, que les rares difoses són més abundants al SE i NE dels Estats Units i Canadà, mentre que les endèmiques ho són més al W dels Estats Units. Tots dos tipus (rars difoses i endèmiques) són constituïts principalment per

herbes, però a les rares difoses hi predominen plantes vasculars sense llavor i monocotiledònies, i hi són rares les dicotiledònies, tot al contrari del que passa amb les endèmiques. Finalment, hi ha més rares difoses a les zones humides del que fora esperable, però cap arriba a ser comuna als hàbitats alpins.

Tots dos tipus d'espècies (rares difoses i endèmiques) poden ser considerades, doncs, rares en general, malgrat que tenen trets vitals diferents (o contrastats o, fins i tot, contraris). Ara bé, tot i que tenen risc en tots dos casos, Mills & Schwartz (2005) conclouen que, entre les espècies endèmiques (que es defineixen per l'àrea de distribució restringida) de Nord-amèrica, només el 62,8% són rares realment. L'endemisme és sovint considerat per les administracions públiques com un criteri fonamental (= criteri patrimonial, cf. Olivier et al., 1995) per a la dedicació de fons i esforços (i definició d'àrees protegides) destinats a conservació de la biodiversitat, i com que les rares difoses (*suffusive*) són esteses pertot, solen rebre menys atenció i esforços. Cal no oblidar, però, que les rares difoses es troben igualment en risc per la seva característica petita mida poblacional, de manera que segurament requereixen una aproximació diferent en conservació, atès que tenen l'"inconvenient" que estan distribuïdes de manera exactament oposada a la que s'utilitza per a prioritzar en conservació (per riquesa d'espècies en *hotspots* o per originalitat o pel fet de ser úniques, o sigui, on l'endemisme és alt).

Per això, és ben pertinent l'aplicació de la correcció de Gardenförs et al. (2001) per a les avaluacions regionals de risc d'extinció, que té en compte l'estimació de les possibilitats reals d'entrada a les poblacions actuals del territori avaluat de nous migrants per generació, lluny de cap automatisme, com el denunciat per Mills & Schwartz (l.c.), perquè una espècie rara o poc freqüent en un territori determinat –sobretot si és delimitat amb criteri administratiu/polític i no natural/biogeogràfic– pot ser abundantíssima al territori veí i té la possibilitat d'aportar rescat a la població local que té, per tant, menys risc que si es troba aïllada o és genèticament diferenciada.

Finalment, també podem abordar l'estudi de la raresa perifèrica a escala de les espècies preses individualment, que ens ofereix un punt de vista complementari. Podem prendre l'exemple de *Dichoropetalum schotti* (= *Holandrea schottii* = *Peucedanum schottii*, *Apiaceae*), un cas de raresa perifèrica a Catalunya, que hem tingut ocasió d'estudiar des del nostre equip. És una espècie legalment protegida (Decret 172/2008, Annex 1, en perill), extraordinàriament rara al nostre país: una única població a Catalunya (que també és única a l'Estat, a la Península Ibèrica i a les Ba-

lears), amb una àrea d'ocupació (AOO, en aquest cas = EOO) de només 1926 m² i únicament 155 adults reproductors (Martinell, 2010). Aquesta única població ibèrica, descoberta per J. Molero i A. Rovira l'any 1986 (cf. Molero et al., 2004), es troba a pocs metres del Santuari de la Mare de Déu del Mont, a 1.100 m d'altitud, a la confluència de les comarques de la Garrotxa i de l'Alt Empordà. És una població raríssima, fràgil, i sotmesa a factors de risc, que oscil·len segons els anys, per predació de fruits per part del bestiar (ovelles, cabres), alteració de l'hàbitat per freqüentació humana i pertorbació general (per senglars) (Martinell, 2010; Molero 2012, com. pers. i Oliver 2012, com pers.).

Per tal de valorar adequadament les prioritats de conservació d'aquesta població única, cal conèixer el context biogeogràfic de *D. schottii* que és, precisament, el d'una raresa perifèrica. La població del Mont és l'extrem occidental i meridional, perifèric i excèntric d'una àrea de distribució que va de les muntanyes balcàniques als Alps i la península italiana, amb un nucli segregat i perifèric a l'àrea, als Pirineus. L'àrea de distribució i les poblacions estudiades es poden veure a la Figura 5.

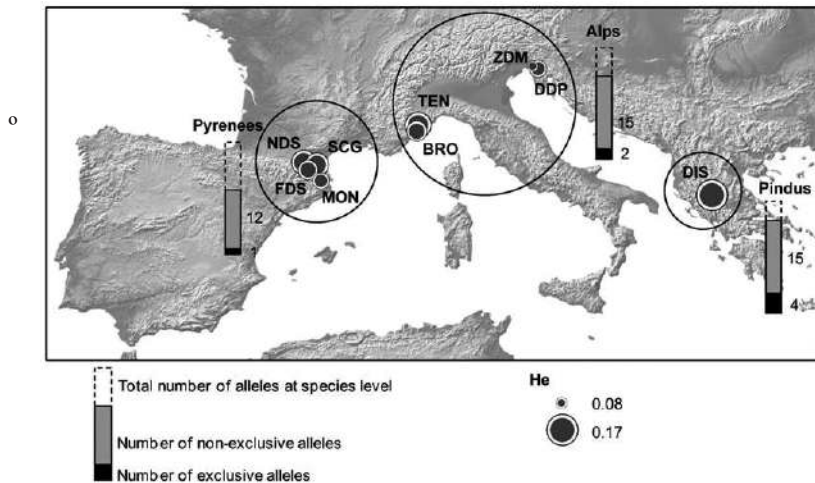


Figura 5.- Localitats estudiades de *Dichoropetalum schottii* i resultats de diversitat genètica avaluada per electroforesi d'al·loenzims. La mida dels cercles és proporcional als nivells de diversitat expressada com a H_e (heterozigosi esperada). Les barres indiquen el nombre d'al·lels detectats a cada població (reproduït de Martinell et al, 2010).

El resultat de l'estudi isoenzimàtic (l'estudi d'haplotips de DNA cloro-plàstic es troba en curs) indica que el grup de poblacions pirinenques presenta menys al·lels totals i menys al·lels privats que els nuclis principals de l'espècie (Alps marítims, serres litorals de Trieste-Eslovènia, Pindus) i, per tant, és relativament més empobrit quantitativament, com correspondria a una situació perifèrica, sense contacte (actual) amb el gruix central de l'àrea de l'espècie (aïllament, però, que permet mantenir un al·lel propi del conjunt de poblacions pirinenques, diferent de la resta). Al seu torn, la població de la Mare de Déu del Mont es veu també relativament empobrida, perifèrica, respecte a la resta de les poblacions pirinenques (Taula 3), encara que els nivells totals de diversitat són moderats.

Taula 3. Nivells de diversitat genètica moderats en *Dichoropetalum schottii*, estimats per electroforesi d'al·loenzims. Població de la Mare de Déu del Mont (MON), comparada amb la resta de poblacions pirinenques (Ariéja, Pirineus orientals). $P_{(99)}$: percentatge de loci polimòrfics (criteri del 99 %); A : nombre mitjà d'al·lels per locus; H_e : heterozigosi esperada. Dades de Martinell et al. (2010).

Població	$P_{(99)}$	A	H_e
MON	25,0	1,37	0,100
Altres Pirineu	37,5 50,0	1,50	0,112 0,134

Les possibilitats teòriques de flux gènic de la nostra població respecte a la resta de pirinenques són molt baixes (es troben a uns 60-70 km en línia recta), tot i que, en la pràctica, els valors obtinguts de flux són $Nm = 2,53$ (i més elevat entre poblacions pirinenques); això ens indicaria una agrupació històrica de les poblacions (i, doncs, una fragmentació de l'àrea antiga), que ha comportat una divergència genètica baixa ($F_{st}=0,090$). L'ús de nous marcadors de cp DNA (resultats de setembre de 2012, Massò & López-Pujol, inèd.) aporta un nou haplotip exclusiu d'aquesta població. En resum, tot i que poc diferenciada, la raríssima població del Mont és genèticament original, única i aïllada funcionalment en l'actualitat, a la perifèria de l'àrea de distribució de l'espècie, candidata, per tant, a merèixer mesures de protecció. Per això, abans d'invertir en conservació, és important conèixer si la població és viable o si es troba tan depauperada que el seu destí és l'extinció.

Així, hem pogut documentar:

- a) una bona funcionalitat dels sistemes de dispersió de pol·len i llavors (Martinell, 2010), i
- b) una estructura genètica en l'espai que actua com a protecció enfront de la consanguinitat per autogàmia biparental (s'hi ha detectat un mínim de 23 GML en proporcions equilibrades, distribuïts a l'atzar sense agrupacions locals esbiaixades, amb diferents patrons d'agregació espacial dels *loci* variables i baixes taxes de clonalitat, de manera que es reproduceix sexualment per llavors, principalment) (Rovira et al., 2009).

Tot i el seu aïllament, doncs, aquesta població, rarsa a la perifèria de l'àrea d'un tàxon d'afinitats mediterràneo-orientals, és una unitat evolutiva independent, amb combinació genètica única i funcionalitat reproductiva que la fa un llinatge autònom, viable i capaç de reproduir-se, per la qual cosa mereix realment l'aplicació de mesures de conservació, que, a més, en aquest cas, són obligatòries per llei (Decret 172/2008).

I encara voldria expressar una darrera idea, per a tancar aquest apartat, sobre la perifèria de la perifèria: convé tenir present que en els nuclis poblacionals perifèrics (més sensibles i fràgils), també hi ha més risc de patir les conseqüències de la fragmentació, ja que es manifesta amb més intensitat l'"efecte vora" de la zona exterior de la població, tant sobre característiques abiòtiques (nutrients, lluminositat, etc.) com biòtiques (competència, plagues...). D'aquesta manera, cal esperar un efecte addicional de la (baixa) qualitat de l'hàbitat de fragments petits i aïllats envoltats per una matriu agrícola hostil o urbanitzada sobre la zona perifèrica d'aquestes poblacions rares perifèriques.

Noves rares i velles rares

La condició de rara, per a una espècie, no és tampoc immutable en el temps, i hi ha una dimensió temporal de la qüestió que cal que no oblidis en aquest discurs. És evident que, a llarg termini, el destí de moltes espècies és, simplement, desaparèixer, per a donar pas a noves combinacions genètiques que les substituiran, cosa que ha passat de manera més o menys continuada durant tota l'evolució i, de manera més intensa, almenys cinc vegades en l'escala de temps geològics, amb ocasió de les grans extincions. No obstant això, durant l'actual crisi de biodiversitat, considerada per molts com la sisena gran extinció (Frankham et al., 2002;

cf. Blanché, 2007), s'ha accelerat en molt la taxa de desaparició global d'espècies per causes humanes, fonamentalment per la destrucció dels hàbitats. Una etapa intermèdia d'aquest procés abans d'arribar a l'extinció ràpida i definitiva és la rarefacció a gran velocitat, de manera que una espècie relativament freqüent o comuna no fa gaire temps ha esdevingut rara en qüestió de pocs anys; és el que anomenem una “nova rara”, en contraposició a les espècies que “sempre” han estat escasses i rares, que són anomenades “velles rares”.

Tot i que els censos de nombre total d'individus o poblacions, o de paràmetres com AOO/EOO podrien ser similars en tots dos casos, la causa d'aquesta “nova” raresa difereix profundament en significat biològic amb l'origen d'una “vella” rara, així com en els mecanismes d'adaptació a la condició de rara i en les conseqüències per a la supervivència a mitjà o a llarg termini, amb expectatives força pitjors per a la “nova rara”.

Velles rares – Podem exemplificar el que és una vella rara amb una espècie que ja ha esdevingut una icona de la conservació de flora ibèrica i europea que, sense ser un tòpic, podem considerar perfectament com un autèntic fòssil vivent, la borderea de Chouard, pertanyent a la família de les dioscoreàcies, una família tropical rica en espècies medicinals i font d'esteroides per a hemisíntesi.

Borderea chouardii – De ben segur, una de les espècies rares més “velles” del nostre país. És una endèmica coneguda només d'un barranc del Prepirineu de la Ribagorça, autèntica relíquia de temps pretèrits, però que ha tingut recursos suficients per a sobreviure fins als nostres dies, en una població de tan sols uns c. 1.500 individus (Goñi & Guzmán, 2004). Viu en penyes verticals calcàries (ja hem vist que és un hàbitat ideal per a rareses botàniques), en un parell de nuclis naturals, diferenciats genèticament, en només uns metres verticals (700-1.100 m) prop de Sopeira, al costat aragonès de la vall de la Noguera Ribagorçana. Allà troba refugi en extraploms i es-cletxes inaccessibles, orientades al nord i protegides de la llum directa, i així ha aconseguit mantenir-se, en un ambient general mediterrani.

Els avantpassats més recents de *B. chouardii* devien desaparèixer de les zones temperades de l'hemisferi N a finals del Terciari, on va restar acantonada mentre que el gruix dels llinatges de dioscoreàcies migrava cap a zones de clima tropical com a conseqüència del refredament causat per les glaciacions del Pliocè i del Pleistocè. Aquesta espècie i el seu congènere *B. pyrenaica* (també endèmica, però d'àrea un xic més extensa) van ser

capaces de resistir els avatars de les glaciacions en certes zones dels prepirineus centrals, que haurien actuat com a refugi (Garcia, 2003; Garcia et al., 2012; Goñi & Guzmán, 2004).

I allà la tenim encara, mantenint-se a les parets de Sopeira, fins i tot després de la construcció de la presa de l'embassament d'Escales (anterior al descobriment de l'espècie), probablement amb individus que van morir sota les aigües quan es va inundar el pantà. Glaciacions, mil·lennis, inundacions, no es resisteixen si no hi ha estratègies vitals que ho permetin. *B. chouardii* és un geòfit dioic, amb un tuberobulb encaixat a les escletxes de la roca i tiges aèries flexibles que duen fulles cordiformes brillants (d'aparició lenta, una per any). Les flors masculines són poc conspicues, amb pocs tèpals, petits i verdosos, agrupades en raïms i les flors femenines són solitàries. El fruit, una càpsula trígona, fa només 6 granes, amb perill de caiguda al precipici! (Goñi & Guzmán, 2004).

Aquestes poc atractives estructures reproductives són executades, en canvi, per sistemes força especialitzats: la pol·linització és mitjançada per formícids (Garcia et al., 2012), a través d'un sistema lent com la vida de la planta sencera (poquíssims aparellaments cada any, molt difícils de seguir al camp, amb els botànics que ho estudien penjats sobre el buit, assegurats amb arnesos i cordes). Malgrat el cens reduït i la dificultat d'aconseguir la fecundació en plantes de gènere diferent (recordem que són dioiques i que hi ha, doncs, mascles i femelles), la producció de fruits i granes és prou exitosa (70-100%, Goñi & Guzmán, 2004); el punt crític és que les granes formades acabin instaurant-se i germinant. Doncs bé, les granes són dispersades per postcarpotropisme (2/3) i amb ajuda també de formigues (1/3). És extraordinari (i raríssim) el doble paper mutualístic dels formícids: les espècies *Lasius grandis* i *L. cinereus* en són els principals pol·linitzadors, mentre que és una altra formiga, *Pheidole pallidula* la que dispersa les granes, conduint-les cap un lloc segur, en un inusual doble mutualisme. No deixa de ser un risc confiar en aquest sistema, però la prova d'èxit és que ens ha pervingut després de milers d'anys. El reclutament és molt baix (fins a 0,12 nous individus per femella reproductora), però, no obstant això, és més que suficient per al ritme lentíssim de l'espècie: de les femelles de mida gran no s'ha detectat cap mort en 115 registres durant 6 anys (Goñi & Guzmán, 2004), amb taxes de creixement (λ) properes a 1. Per tant, la petita proporció de plàntules instaurades i que atenyen la maduresa no és un problema seriós, i es compensa amb la longevitat; a través del recompte de traces de fulles (1/any) s'han identificat individus de més de 300 anys d'edat, de manera que una sola

substitució d'un adult per un jove reproductor cada 300 anys és suficient per a mantenir la població estable (Garcia, 2003; Garcia et al, 2008). És una vella rara, adaptada a ser rara! No es troba particularment amenaçada per causes externes, però sí per l'escalada esportiva i, sobretot, pel risc sostingut del pla d'ampliació de la carretera que passa sobre els cingles, permanentment planificat, i, de moment, deturat per l'existència del pla de recuperació de *B. chouardii*, el primer que es va aprovar a l'Estat espanyol, recentment revisat en una segona edició (BOA, 2010).

Noves rares – Un bon grapat de casos de “noves rares” (que han esdevingut rares de manera recent i sobtada) es troba, per exemple, als hàbitats litorals (sorrals i dunes, aiguamolls, salines, etc.). Són espais que, fins fa pràcticament cinquanta anys, eren indrets amb poca població, poc alterats i, en general gaudien d'un bon estat de conservació. En canvi, avui són gairebé totalment construïts, sobrefreqüentats o fragmentats en petits nuclis discontinus. Molts de vostès deuen recordar les platges de quan eren petits... Un dels exemples estudiats a Catalunya és el de *Achillea maritima* (= *Otanthus maritimus*), que vam donar a conèixer en aquesta mateixa sala fa uns mesos (Blanché, 2011), o també el de *Stachys maritima*, una lamiàcia d'àrea relativament extensa a la regió mediterrània, que havia estat freqüent segons documents històrics, fins i tot a Barcelona mateix (en localitats com ara la desembocadura del Besòs, Can Tunis o el mateix Portal de Mar, en el s. XVII, prop de la farmàcia de Joan Salvador, ara totes sota el ciment) i que en temps actuals es troba en declivi força ràpid (disminució de l'extensió de presència del 80% des de 1975, cf. Barriocanal & Blanché, 2002), que ha arribat darrerament a una situació molt crítica (Blanché et al., 2010).

Parlem, doncs, de plantes rares, no pas des de temps remots, sinó que ho han esdevingut en els darrers 5, 25, 50 o, com a molt, 100 anys.

Encara que, aparentment, les limitacions de ser rar són comunes a tots els casos, les característiques de la història vital, dels sistemes reproductius, de l'estructura genètica, etc., de cada espècie i població, tenen característiques pròpies i diferenciades. En especial, m'interessa ara destacar que l'adaptació a la supervivència en poblacions petites és diferent en el cas de tàxons endèmics (amb raresa natural, antiga, de “vella rara”) respecte als que aquí anomenem “noves rares”, que han sofert processos de reducció d'efectius o de extensió/qualitat de l'hàbitat en temps recents, en general, resultat de fenòmens de fragmentació.

La fragmentació, tal com s'entén contemporàniament, és un procés que comporta, segons Aguilar et al. (2008):

- i) la pèrdua d'hàbitat (en quantitat absoluta);
- ii) la reducció de la mida poblacional, associada a la reducció progressiva de la mida dels fragments, i
- iii) el creixent aïllament espacial dels fragments (hàbitats i poblacions romanents) en el si de la matriu antropogènica que constitueix el paisatge actual.

Doncs bé, una espècie “vella rara” s'organitza en poblacions que han tingut una llarga història de mida petita, que poden presentar elevats nivells de fixació al·lèlica i haver estat purgades d'al·lels severament deleteris (Barrett & Kohn, 1991; Lande & Schemske, 1985). Amb altres mots, que estan adaptades i preparades a per perpetuar-se com a petites i rares; si no, no haurien arribat als nostres dies. En canvi, una nova rara no hauria tingut temps d'adaptar-se a la nova situació de raresa i pot mostrar símptomes, que hem de saber reconèixer, d'aquesta raresa recent. Alguns estudis empírics ja comencen a demostrar que, sorprenentment, la fragmentació d'hàbitats actual pot tenir efectes molt greus en espècies considerades comunes, incloent-hi les que són generalistes i que tenen (o tenien, abans de la fragmentació) elevades taxes de flux gènic interpoblacional (Hensen et al., 2012). La nova situació de raresa sobrevinguda impediria, en aquestes espècies (teòricament fora de perill per la seva abundància), la persistència d'una estructura de metapoblació a llarg termini, si la situació ultrapassa un cert llindar mínim de mida, nombre i distribució espacial dels fragments (Hanski & Ovaskainen, 2002), veient, així, perillar la seva pervivència futura.

La recerca actual en Biologia de la Conservació ha començat a identificar els senyals de raresa recent causada per fragmentació, entre els quals hi ha:

a) La diversitat genètica a l'interior de les poblacions, que és correlacionada positivament amb la mida dels fragments actuals (i no amb la mida dels fragments pre-històrics), senyal que els efectes de la deriva segueixen la fragmentació antropogènica (Vandergast et al., 2007).

b) Els efectes ràpids i immediats també es poden identificar si hi ha, a escala de població, nivells de diversitat genètica significativament menors

en plàntules que en adults (la pèrdua està tenint lloc en el temps present, en el termini d'una generació, i, a més, està relacionada amb la mida poblacional) (Hensen et al. 2012).

c) La comprovació de si hi ha hagut flux gènic interpoblacional fins fa poc, es pot fer identificant individus romanents aïllats que es trobin ubicats físicament entre fragments o bé individus amb ascendència genètica mixta (en el cas que hi hagi al·lels privats de cada població) que demostrin contacte reproductiu persistent recent. Així, compartir al·lels en poblacions allunyades per centenars de km indicaria un antic contacte, formant part d'una antiga població única connectada i fragmentació recent (per exemple, Oliveras et al, 2012). Al mateix temps, les freqüències al·lèliques a escala local poden revelar diferenciació genètica significativa i valors elevats de F entre les poblacions romanents: aquests resultats suggereixen flux gènic restringit i dispersió limitada, probablement degut a la incapacitat de l'espècie de travessar àrees d'hàbitat no hàbil.

En la recerca del nostre grup a la Mediterrània occidental hem pogut trobar casos força clars que ens indiquen fragmentació i raresa recent, que s'hauria produït probablement en els darrers 25-50 (100) anys. En podem donar breument tres exemples:

Silene sennenii – És un colitx endèmic de l'Alt Empordà, de pol·linització nocturna, descrit per l'il·lustre farmacèutic de Sogorb Carlos Pau, fortament amenaçat i legalment protegit (D. 172/2008, Annex 1, "en perill"). Té una àrea de distribució molt reduïda, amb una extensió de presència (EOO) de 14,5 km² (2009) i una àrea d'ocupació (AOO) de només 2,62 km² (2009) (Martinell, 2010). Aquesta àrea actual comprèn 5 poblacions conegudes, que totalitzen 4.308 adults reproductius (2009, darrer cens) (Martinell, 2010).

Tot i que no disposem de dades antigues més que parcialment, la cartografia de les poblacions ens indica clarament un patró d'hàbitat fragmentat per a *S. sennenii*: illes de petits turons entre paisatge agrícola molt transformat, en clarianes de fenassars de *Brachypodium phoenicoides*. L'extensió d'aquest hàbitat es troba en decreixement ràpid (fins i tot després d'haver protegit l'espècie, cf. Martinell, 2010 i Taula 4). Aquest darrer estiu mateix s'ha perdut encara part d'una població a Siurana d'Empordà per activitats agrícoles i arranament de vials. En resum, està tenint lloc un declivi continuat de la mida dels fragments, de la qualitat dels hàbitats

romanents (Martinell et al., 2011) i, potser l'indicador més fàcil de cop-sar, del nombre d'efectius (Taula 4).

Taula 4.- Censos poblacionals de la silene de Sennen (*Silene sennenii*) corresponents als anys 2001 i 2008. Fonts: (1) López-Pujol *et al.*, 2007; (2) Martinell (2010). Abreviatures: CSF (Castell de Sant Ferran, Figueres), BAS (Baseia), FEM (El Far d'Empordà), RMA (Riu Manol), MRE (Mas Renart).

Observacions: a) En (2) s'han inclòs individus de l'interior del recinte del castell que no havien estat detectats en anys anteriors; b) Les poblacions BAS i RMA van sofrir alteracions significatives amb posterioritat al cens, que van suposar la pèrdua d'efectius (*cf.* Notícia al Portal Bioc de 25/11/2009) . FEM: Cens anterior a 2001: 295 (Variació total: -76,61%).

Població	Cens 2001 (1)	Cens 2008 (2)	Variació
CSF	3209	3097	-3,49%
BAS	1084	1011	-6,73%
FEM	49	69	+40,81%
RMA	172	130	-24,41%
MRE	4	1	-75%
TOTAL	4518	4308	-4,64 %

Certament, ens manca perspectiva històrica i estudis a llarg termini (ningú feia censos fa 25, 50 o més anys i no sabem la variació en segles de la superfície total d'hàbitat) i disposem, en aquest cas, d'una sèrie temporal curta, però ben il·lustrativa. Es pot comprovar la disminució del nombre d'efectius proporcional a la mida poblacional (en individus i en superfície), així com la importància del manteniment de MVP (a MRE, una població ha perdut el 75% d'efectius en 7 anys, en resta només un en l'actualitat, totalment inviable i en risc màxim si no hi ha cap actuació), igualment com coneixem extincions de petits nuclis en els darrers anys, que no descrivim ara en detall. Les nostres dades de diversitat genètica estimada per electroforesi d'isoenzims (López-Pujol et al., 2007) ens detecten igualment símptomes de fragmentació.

Així, de 21 *loci* interpretats concloem, per a *S. sennenii*:

- Presenta nivells baixos de diversitat: $P = 20,9$, $A = 1,31$, $H_e = 0,071$, dèficit d'heterozigots (consanguinitat i autogàmia biparental), és a dir, que manifesta erosió genètica (estimada pel nombre d'al·lels amb correlació positiva entre riquesa al·lèlica i mida poblacional).
- Mostra aïllament interpoblacional, amb certa divergència entre po-

blacions ($F_{st}=0,271$) i baixes taxes de flux gènic ($N_m=0,67$), malgrat la poca distància entre poblacions.

L'anàlisi genètica amb nous marcadors moleculars (DNA cloroplàstic, AFLPs i microsatèl·lits) valida les dades isoenzimàtiques i confirma els baixos nivells de diversitat genètica d'aquest tàxon (López-Vinyallonga et al., 2012).

La caracterització de la fragmentació recent en aquesta espècie ens ofereix dades ecològiques que anirien acoblades a les genètiques que acabem d'esmentar, com ara una disrupció incipient del mutualisme de la pol·linització que, com ja hem dit, és un fràgil i especialitzat sistema de coadaptació de la planta amb pol·linitzadors nocturns. Així, a la població del riu Manol (RMA, a Vilatenim), hem pogut observar com augmenta la taxa de pol·linitzadors diürns (no legítims), amb conseqüències com ara una menor transferència de pol·len i, de manera derivada, una més baixa producció de llavors. La del riu Manol és una població petita, amb molt baixa qualitat d'hàbitat, que ha perdut el 25% d'efectius en 7 anys i, també, és la que presenta menor diversitat genètica $H_e=0,041$, dada, almenys en part, atribuïble al col·lapse dels serveis dels pol·linitzadors. No hi seria aliena la contaminació lumínica derivada de la recent instal·lació de fanals per a il·luminar una zona comercial veïna, que afecta el patró de comportament dels insectes nocturns o crepusculars (Martinell 2010; Martinell et al. 2010, 2011; Massó, 2011). I, encara, la qualitat de la progènie en fóra la darrera conseqüència, atès que les granes de la població en qüestió (RMA) presenten taxes més baixes de germinació i menor funcionalitat adaptativa (*fitness*) (Massó, 2011).

Stachys maritima – L'estaquís de mar és un altre exemple de “nova rara”. Tan rara i tan nova, de fet, que pràcticament estem assistint en directe a la seva desaparició al nostre país, malgrat que és una espècie protegida (D. 172/2008, Annex 1, “en perill”) i amb poblacions a l'interior d'espais protegits. És una planta de sorral i dunes litorals, d'àrea mediterrània àmplia, que a la península ibèrica es fa només a Catalunya, d'on és coneguda de 12 poblacions, del golf de Roses, de la badia del Ter i del delta del Llobregat. Actualment, en resten 418 adults reproductors (2010), però clarament les poblacions estan sotmeses a una dinàmica de fragmentació, amb pèrdua de qualitat (o desaparició) de l'hàbitat i a fortíssimes oscil·lacions demogràfiques; les poblacions romanents contenen avui entre 300 i cap individu (Blanché et al., 2010).

Breument, la caracterització de la fragmentació en l'estaquís de mar re-

vela erosió genètica (en riquesa al·lèlica), amb molt baixos nivells de diversitat: té valors de $P = 3,9\%$, $A = 1,0$ i $He = 0,014$ (López Pujol et al., 2004), mentre que els nivells de referència entre espècies amenaçades del Mediterrani Occidental es troben en $P = 23,7\%$, $A = 1,49$ i $He = 0,094$ (cf. López-Pujol et al., 2006). Hi ha aïllament interpoblacional clar, amb un elevat valor mitjà de F_{st} (0,671) i, per tant, només un 33,9 % de la variabilitat es troba dins de les poblacions; el flux gènic és molt limitat, confirmant l'aïllament ($Nm = 0,54$).

Hem pogut documentar l'extinció de poblacions de l'estaquís de mar en diversos punts de Catalunya (López-Pujol et al., 2004; Blanché et al., 2010) i explorar la raresa extrema al S. del Llobregat, on havia estat força freqüent, almenys fins a 1975 i on ja es donava per desaparegut. Se'n va retrobar un únic individu al Prat del Llobregat (maig de 2006), el nucli va arribar a atènyer, com a màxim, 11 individus i 2 genotips multilocus (GML) el maig de 2008 i, des de 2011, malgrat un seguiment trimestral, no ha reaparegut. De moment hem après que la clonalitat i la longevitat aconseguen diferir l'extinció i que el banc de granes o de rizomes subterrani pot passar desapercebut, i això no obstant conté GML que poden emergir en certes condicions, però que, malgrat tot, els valors mínims de MVP són realment lliandars infranquejables, i que poblacions de tan sols un (o d'onze) individus no són viables a mitjà termini.

Seseli farrenyi – El tercer i darrer cas d'aquesta umbel·lífera endèmica, que ja hem esmentat abans, ens exemplifica el doble caràcter, d'una espècie rara natural (antiga, vella) a la qual s'afegeix raresa nova per fragmentació en els darrers 25-30 anys, és a dir una “doble” rara. També es tracta d'una espècie protegida, catalogada en la màxima categoria legal d'amenaça (D. 172/2008, Annex 1, “en perill”) i tota la població creix a l'interior d'un parc natural (Cap de Creus) amb EOO de 1 km² i AOO de 0,47 km², amb 2.066 adults reproductors (en 1999) en tres únics nuclis poblacionals coneguts.

És certament un endemisme d'àrea reduïda (un tipus de raresa), sobre el qual estaria actuant una dinàmica de fragmentació detectada ja en 1979 (en què fou descoberta) i que ha anat seguint fins a l'actualitat (un altre tipus de raresa).

Malgrat l'àrea reduïda, és un endemisme ben adaptat i la diversitat genètica (estimada a través d'al·loenzims) ens mostra un nombre total elevat d'al·lèls (49), dels quals són rars (freqüència < 0.05) 16 (un 32%). Fixem-

nos que la raresa al·lèlica s'estableix per l'indici de freqüència de cada al·lel; és un altre tipus de raresa sobre la qual no ens estenem ara i que es troba discutida amb molt de fonament a la tesi doctoral de J. Caujapé (Caujapé-Castells, 1995). El sèseli de Farreny, a escala d'espècie, té valors molt alts de variabilitat genètica (per als diversos paràmetres: P , A i He). La població petita (SES <100 individus vs >1000 en les grans) sí que mostra nivells més baixos de polimorfisme i dèficit d'heterozigots (indicador de *inbreeding* o de subdivisió de la població) (López-Pujol et al., 2002).

Ens trobaríem, doncs, també, davant d'un cas de fragmentació recent, on resten nivells alts de diversitat, no s'han perdut encara els al·lells en proporcions petites i, a més, els valors elevats de flux genètic ($Nm = 5.85$ migrants / generació) indiquen contactes recents entre els diversos nuclis, amb un possible funcionament metapoblacional d'origen.

Sí que s'hi aprecien senyals que afecten el comportament reproductiu. Així, Rovira et al. (2004), a través de la comparació entre poblacions de diferents mides poblacionals troben dades de declivi a la població més petita (S'Estenedor, SES, $n = 90$, c. 10% del nombre d'efectius de les altres dues): menor deposició de càrregues pol·líniques als estigmes, menor producció de grans, però, en canvi, taxes de visites florals similars a les de les poblacions grans. Vist amb detall l'espectre de visitants, hom pot veure com varia la composició de la fauna de pol·linitzadors, amb un augment de la proporció de formigues a la població petita, insectes que són molt menys eficients en el transport de pol·len (quantitats totals, distàncies aconseguides) que els dípters i coleòpters més freqüents a les poblacions grosses; el fet és interpretat com a declivi de l'atractivitat de nuclis petits en procés de fragmentació (Bosch et al, 2004).

En els darrers anys ha continuat produint-se un declivi demogràfic alarmant en *S. farrenyi* (s'ha perdut > 90% dels efectius totals mundials), atès que, segons López-Pujol et al. (2010), de les poblacions conegudes ja només resta a EBP (gran): 3 fragments aïllats, a ECM (gran): 2 fragments i 1 individu aïllat i a SES (petita): SES1 ha desaparegut del tot i s'ha localitzat un nou nucli, SES2, amb 4 individus només. En aquest darrer cas, el MVP és totalment insuficient i és possible que la situació ja no sigui recuperable. El Parc Natural ha iniciat el 2011 un projecte de seguiment (Martinell, 2011) per prendre mesures correctores, seguiment que ha continuat el 2012, sense indicis de recuperació demogràfica.

Més enllà de casos concrets com els que acabem de relatar, la recent

metaanàlisi d'Aguilar et al. (2008) sobre què és el que ocorre durant aquesta fragmentació recent ens permet afirmar el següent:

- Es demostra que la incidència de la petita mida poblacional sobre un estimador de diversitat ben establert (H_e , heterozigosi esperada) té un efecte més gran sobre espècies comunes/rars recents que sobre rars naturals i més gran sobre al·lògames que sobre autògames.
- L'efecte de la mida poblacional sobre el coeficient d'endogàmia (F_{is}) és més gran a la prògenie que sobre els adults, de manera que les expectatives a llarg termini són més preocupants.

En conclusió, és d'un enorme risc viure en condicions de “nova rara” durant molt de temps, atès que l'efecte negatiu de la raresa (de la mida poblacional petita) s'incrementa amb el temps de fragmentació i amb el nombre de generacions transcorregudes (Aguilar et al., 2008). Si de cas, un dels mecanismes de rescat que pot actuar durant algun temps com a sistema de seguretat és el banc de llavors del sòl, que pot mitigar temporalment l'efecte de la fragmentació, mentre no s'exhaureixi. Segons Honnay et al. (2008), el banc de llavors pot conservar una diversitat genètica de reserva un xic diferent de l'emergida: més diversitat P (*loci* polimòrfics), menys H_o i H_e , més gran F_{is} , més nivells d'endogàmia (selecció contra homozigots en els emergits), més al·lels rars, però no sempre més al·lels totals.

Raresa “latent” – Deute d'extinció

El deute d'extinció té lloc a causa de l'interval de temps (endarreriment) transcorregut entre l'impacte sobre una espècie (destrucció de l'hàbitat per exemple) i la seva darrera desaparició. Quan té lloc una resposta retardada (depenent de la longevitat, de les taxes de clonalitat, de la variació interpoblacional, del banc de granes emmagatzemat al sòl,..), parlem d'“extinció diferida”, d'“extinció latent” o de “deute d'extinció”. Un bon exemple en són els arbres, arbusts i mates de gran longevitat, que poden sobreviure molts anys, fins i tot després que el darrer esdeveniment de reproducció hagi tingut lloc i, per tant, han d'estar condemnats a l'extinció. Tot i que originalment era un terme referit al nombre d'espècies que s'espera que puguin desaparèixer en un territori determinat, més que d'una espècie en concret, s'accepta genèricament *deute d'extinció* com a terme per a qualsevol extinció retardada (Hanski & Ovaskainen, 2002; Anderson et al., 2011). Segurament tenim moltes espècies en aquestes

condicions de raresa “latent” o “críptica”, és a dir, que una part de les espècies de la nostra flora són a punt d’esdevenir rares però encara no ho manifesten, és a dir, que es troben en un estat d’adaptació temporal a condicions properes al llindar de l’extinció, a la qual estan abocades indefectiblement.

A més de les conseqüències de l’extinció diferida per a una determinada espècie botànica, cal no oblidar el component ecològic del problema, és a dir l’aproximació multiespecífica a les conseqüències de la raresa (diferencial) en els diversos components de xarxes de mutualismes interdependents (com ara els sistemes de pol·linització o de dispersió de fruits i granes). Els diversos organismes participants en una relació de mutualisme es veuen afectats a distinta escala en funció del nivell tròfic que ocupen i del seu caràcter d’especialista. La rarificació, o el més gran risc d’extinció, de certes espècies clau en un fragment petit poden repercutir en la funcionalitat de la xarxa mutualística i donar lloc a un col·lapse no previst, i que pot aparèixer també de manera retardada, no esperable si només s’examina una única espècie-diana. A Nova Zelanda, per exemple, s’ha documentat la pèrdua de diverses espècies d’ocells pol·linitzadors fa més d’un segle (l’any 1870) que ha causat una reducció a llarg termini de la reproducció d’un arbust, *Rhabdothamnus solandri*, que requereix ocells per a produir llavors. Tanmateix, com que la planta és de creixement lent i longeva, encara persisteixen les poblacions, tot i que ja no hi hagi serveis de pol·linitzadors en l’actualitat (Anderson et al. 2011). És una extinció diferida, però segura.

Cal parar atenció, doncs, al manteniment dels mutualismes multiespecífics, com a mínim per a garantir-nos com a humans els serveis i recursos fruit d’aquests processos. Per a donar dues xifres, a l’Estat espanyol, el benefici de la pol·linització que realitzen les abelles mel·líferes s’estima que supera els 3.000 milions d’euros anuals només al sector agrari, sense comptar els serveis a la reproducció de la biodiversitat vegetal natural (DARM, 2012); a escala mundial, la producció d’un terç dels aliments del món, incloent 87 dels 113 cultius alimentaris més importants, depèn de la pol·linització realitzada per insectes, ratpenats i aus. Aquest servei de pol·linització dels ecosistemes té, més enllà d’un valor natural, un d’econòmic gens negligible: 200.000 milions de dòlars a l’any. D’entre els molts exemples de plantes d’interès en ciències farmacèutiques que depenen d’aquests serveis, podem esmentar *Thaumatococcus daniellii*, marantàcia de l’Àfrica occidental productora de l’edulcorant proteic taumatina (E-957), obtingut de les llavors d’aquesta planta (Higginbot-

ham, 1994), a partir de cultius locals que necessiten, doncs, la pol·linització *in situ*, que és mitjançada per ocells (*Nectariniidae*, Ley & Classen-Bockhoff, 2010), tot i que existeixen alternatives de producció biotecnològica.

En la pràctica, la consideració del deute d'extinció per a una espècie pot referir-se a tota l'àrea de distribució o només a una població o grup de poblacions, i pot ser irreversible, si les conseqüències ja s'han disparat, encara que cessi la causa (p. ex, que es restauri l'hàbitat degradat): podria ser, perfectament, que les actuals reserves i espais naturals protegits fossin incapaços de mantenir algunes de les espècies rares que hi viuen, mentre nosaltres restem confiats que s'hi mantindran. També és cert, però, que en molts casos, les restauracions ecològiques podrien ser capaces de revertir la situació i alguns casos recents al nostre país permeten demostrar que aquesta via és possible (com ara la restauració de l'antic Club Mediterrannée, al Cap de Creus); això sí, fent-hi les inversions necessàries, ni que sigui en la situació actual de crisi econòmica (o, precisament, per això).

Algunes anàlisis econòmiques han demostrat que, incloent el risc d'extinció en els processos de presa de decisions, es modificarien les decisions resultants, com ara la decisió de destruir hàbitats canvia el valor de la conservació tant ara com en el futur. Així, per exemple, s'estima que a Costa Rica, el deute d'extinció en curs ja costarà entre 88 i 467 milions de dolars en el futur (Leroux et al., 2009).

Aquesta idea, d'una raresa "encapsulada i retardada" que una hora o altra es manifestarà en una espècie determinada, quan és situada a escala d'ecosistema, o del conjunt de la biosfera, pren una dimensió molt rellevant.

Aquest mateix estiu del 2012 es va publicar dins *Nature* un article, signat per una vintena d'investigadors europeus i nord-americans (Barnosky et al., 2012), entre els quals hi ha Jordi Bascompte (Estación Biológica de Doñana), que alerta sobre la proximitat que es produeixi un canvi irreversible en la funcionalitat de la biosfera que podria manifestar-se en un termini de deu anys. L'article projecta un canvi d'estat abrupte del conjunt de la biosfera terrestre, per analogia als canvis d'estat d'ecosistemes localitzats en superar un determinat llindar en base, entre altres, a l'evolució dels canvis d'ús del territori. La seva difusió ha provocat ja l'aparició de notícies i alarmes en la premsa generalista, amb titulars com ara "La Terra pot arribar a col·lapsar-se d'aquí a deu anys".

En vista de l'impacte de l'article als mitjans de comunicació, J. Bascompte va concedir algunes entrevistes (per exemple enllaç a Vilaweb, 7/6/2012) on explicava, de manera gràfica, que *“som en un moment comparable al de tenir una tassa al caire de la taula; l'hem anat empenyent sobre la superfície d'aquesta taula, i tot ha anat més o menys bé, fins que hem arribat al final, al final de la taula. Arribats en aquest punt, ara no hi ha una relació de causalitat proporcional entre un efecte i la conseqüència, perquè si empenyem la tassa, per minúscul que sigui el gest, passarà a un estat totalment diferent: en comptes de ser a un metre i mig de terra, com ara, serà a terra, i feta miques”*. Preguntat si hi som a prop, Bascompte respon que *“sembla que sí, tenint en compte un seguit de proves: els canvis molt ràpids i molt sobtats, d'una magnitud enorme, que hi hagut a la Terra amb el registre fòssil; la prova a petita escala d'experiments, i una teoria matemàtica que explica bé el funcionament dels ecosistemes”*, però que *“és molt probable que siguem a prop del caire de la taula. Si és així, és fàcil també que ens en puguem allunyar, empenyent la tassa en la direcció contrària. Si no, és probable que en unes poques dècades arribem a aquesta situació”*. I, finalment, afegeix: *“Si ara pot semblar que és car intentar protegir la biodiversitat, un cop la tassa s'haurà trencat serà moltíssim més car, més complicat i costarà molts més anys. La disjuntiva no és si tenim un problema o no; és si l'ataquem ara o quan serà massa tard.”*

4.3 Variació del coneixement sobre plantes rares al llarg del temps

Des d'un altre punt de vista hem de reconèixer que la composició del catàleg de plantes rares de Catalunya va variant en el temps:

- i) Perquè algunes deixen de ser rares (s'expandeixen de manera natural o fruit de programes de conservació o se'n coneixen més localitats a través de nous estudis de prospecció botànica).
- ii) Perquè d'altres desapareixen (s'extingeixen).
- iii) Perquè unes altres, encara, no hi eren i són noves al territori: es descobren noves localitats catalanes, o són espècies noves per a la ciència o són espècies al·lòctones arribades d'altres territoris.

Avenços en el coneixement – Tot i que sembli difícil en un país que és botànicament ben estudiat i explorat com el nostre, hi ha plantes tan rares de les quals ni tan sols coneixem l'existència i que van sortint a la llum, en la mesura que els treballs de sistemàtica i de prospecció es poden continuar desenvolupant (malgrat l'escàs suport econòmic que reben en com-

paració amb altres àmbits de les ciències). Així, cada any són descrites noves espècies de la flora dels Països Catalans, novetats absolutes de la diversitat mundial; sense anar més lluny, fa uns pocs de mesos (juliol del 2012) acaba de descriure's *Orobanche rumseiana* A. Pujadas & P. Fraga, endèmica de Mallorca i Menorca (Pujadas & Fraga, 2012).

Si ens centrem en la Catalunya autònoma, s'hi segueixen descobrint diverses espècies noves endèmiques absolutes, com ara, d'entre les recents: *Thesium catalaunicum* Pedrol & M. Laínz in *Anales Jard. Bot. Madrid* 53: 147 (1995), de pastures prepirinenques, coneguda ara del Pallars al Ripollès; *Saxifraga genesiana* P. Vargas in *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(1): 192 (1997), pròpia de llocs pedregosos silícics d'altitud al Montseny-Guilleries o *Limonium vigoii* L. Sáez, Curcó & Rosselló in *Anales Jard. Bot. Madrid* 56(2): 270 (1999) que viu en sorres i talussos litorals del Baix Camp i Delta de l'Ebre o, encara, *Centaurea tripontina* López-Alvarado et al., descrita del congost de Tres Ponts, prop d'Organyà, l'any passat (López-Alvarado et al., 2011). O, fruit del reestudi de grups complexos amb tècniques modernes, cal incloure com a novetats a la flora catalana dues gramínies noves del gènere *Brachypodium*, descrites l'any passat (Catalán et al., 2012), *B. stacei* Catalán et al. i *B. hybridum* Catalán et al., presents a la flora dels Països Catalans, territori per al qual són, doncs, novetat (la primera és descrita de material tipus provinent de Formentera) i, enguany mateix, *Centaurea antennata* subsp. *caballeroi* a les serres del sud de Tarragona (Crespo et al., 2012).

Però també augmentem el nombre de plantes rares conegudes per la localització de poblacions de plantes noves per al nostre territori, algunes de notable significació biogeogràfica, com pot ser el cas de l'endemisme íbero-magribí *Atropa baetica*, que té al Parc Natural dels Ports de Tortosa les seves poblacions més septentrionals, descobertes tot just en 2004 o, a l'altre extrem del país, una sabina, *Juniperus thurifera* (un arbre!), que havia passat desapercebut a Catalunya (la seva població, al Pallars, ha estat estimada entre 3.000-4.000 individus que ocupen 357 ha., a la Vall Ferrera), d'on va ser donat a conèixer en 2007 (Sàez et al., 2010). L'exemple més recent (setembre de 2012) ha estat el retrobament de l'esperó de Bolós (*Delphinium bolosii*) a Sant Llorenç del Munt, exactament 100 anys després del seu descobriment per Joan Cadevall: es tracta d'una espècie tan rara que, malgrat haver estat repetidament prospectada, estar situada a l'interior d'un parc natural, ben a prop de ciutats importants i d'estar legalment protegida, no s'hi havia pogut retrobar fins ara (Bosch et al., 2006): un sol individu!

Tan rares... que desapareixen – Com hem dit més amunt, la raresa per sota d'un llindar determinat no pot persistir i el manteniment per sota d'una mida poblacional mínima (MVP) i/o la destrucció continuada de l'hàbitat d'un tàxon fins a l'exhauriment, comporten indefectiblement el final del procés de rarificació i que s'atenyi l'estadi d'extinció. La UICN (2001) indica que cal assegurar, durant un temps de caució de 50 anys, que l'espècie no reapareix abans de donar-la tècnicament per extingida del tot, a tot el món (categoria EX, *extinct*), en una regió determinada (RE, *regionally extinct*) o a les poblacions naturals, però mantinguda *ex situ* en jardins botànics o reserves similars (categoria EW, *extinct in the wild*).

L'anàlisi de la flora vascular catalana que vam finalitzar ara fa dos anys (Sàez et al., 2010) va permetre identificar 17 espècies que es donaven per extingides de Catalunya, que s'indiquen a la Taula 5 (algunes de les quals, afortunadament, han estat retrobades enguany mateix).

Espècies invasores – Finalment, una altra variació en el temps de la qualitat de rara d'una espècie té a veure amb l'arribada massiva d'espècies foranes no natives, és a dir, al·lòctones, que poden mantenir-se de manera temporal en algun indret del nostre país, on són ocasionals, molt rares durant un temps, i que després moren per manca d'adaptació a l'ambient o per incapacitat de reproduir-se. Algunes altres, però, són capaces de completar el cicle biològic, d'instaurar-se al nostre territori i fins i tot de començar a expandir-se de manera ràpida, competint pels recursos (espai, nutrients) amb les espècies autòctones, que poden arribar a ser desplaçades, amenaçades, o fins i tot, extingides a causa d'aquestes nouvingudes que reben, aleshores, el qualificatiu d'espècies invasores.

A Catalunya, aquestes espècies estranyes invasores són detectades en quantitats creixents. Pino et al (2005) van comptabilitzar 264 al·lòctones neòfites (arribades a partir del s. XV), que es concentren amb més densitat prop de la costa i al nord del país. Alguns punts són extraordinaris pel nombre de rareses botàniques que ingressen a la nostra flora. Així, a determinats talussos de la riera d'Alforja, al tram entre Vinyols i Montbrí, al Baix Camp, Sanz-Elorza et al. (2004) van localitzar d'un sol cop vuit espècies de cactàcies al·lòctones naturalitzades: tres de noves per a Europa, dues de noves per a l'Estat i una de nova per a les comarques de Tarragona. Aquest fragment de la riera d'Alforja representa el punt de més gran diversitat de cactàcies citades de Catalunya... i d'Europa, totes elles raríssimes, provinents d'individus escapats de jardineria.

La majoria d'espècies al·lòctones (*aliens*, en anglès) que es troben a casa nostra tenen un origen principalment tropical o subtropical (rar, per tant, en el nostre context biogeogràfic mediterrani) i s'introdueixen sobretot a través de zones humanitzades i pertorbades. Com hem dit, hi són inicialment rares, però poden acabar escampant-se força i deixar de ser-ho: n'és un exemple *Senecio inaequidens*, espècie ben estudiada per l'equip de la UB del Prof. Xavier Sans i d'origen sud-africà, que va ser introduïda accidentalment a Europa i que ha atès Catalunya des de terres occitanes des de fa una vintena d'anys, a través de camps de conreu, i que continua la seva expansió cap al sud, on probablement entrarà en contacte amb l'espècie autòctona *S. malacitanus* (Garcia Serrano et al., 2004).

Segons Pino et al. (2005), el conjunt d'al·lòctones representava l'any 2005 un 7% de la flora catalana, percentatge que ha augmentat de ben segur en els darrers anys, però que, a més, deixarà de ser aviat una raresa, camí com anem dels percentatges d'al·lòctones de la flora de Txèquia (25%), Polònia (36%) o el Regne Unit (> 47%), per a referir només casos europeus. Aquesta tendència a la banalització i a l'homogeneïtzació de la flora, era denominada, en paraules de G.L. Lövei, com la "macdonaldització de la biosfera" (Lövei, 1997). Ja aleshores, fa més de quinze anys, s'identificava com una conseqüència del canvi global, com l'efecte del trencament de les barreres biogeogràfiques naturals, que afavoreix l'expansió d'espècies introduïdes de nou i l'eliminació de l'aïllament biològic i de l'especialització de les autòctones, que són, justament, les fonts principals de biodiversitat. Alguns territoris, de natural aïllats estrictament, com ara les illes Hawaii, estan rebent en l'actualitat espècies al·lòctones a una taxa 2 milions de vegades més ràpida que la natural! (CBD, 2012).

Justament en el moment de revisar la darrera versió d'aquest text, la Generalitat de Catalunya acaba de donar a conèixer el resultat del programa EXOCAT (Andreu et al., 2012), amb la relació actualitzada de les espècies de flora exòtiques de Catalunya a data d'avui: la llista ateny ja el valor del 16 % de la flora, amb **588** espècies exòtiques de flora, de les quals se'n reconeixen 63 (un 11%) com a invasores. L'anàlisi dels orígens d'aquestes espècies identifica la jardineria com a font numèricament més important, i Amèrica com a regió de procedència més nombrosa.

4.4. Conservació de la raresa

Mesura pràctica de la raresa: criteris UICN i risc d'extinció

L'afirmació de Darwin (1859) que “la raresa és el precursor de l'extinció” ha estat àmpliament confirmada (Fiedler & Ahouse, 1992) i, com hem dit, ens trobem en plena crisi de biodiversitat. Els (pocs) recursos que s'esmercen en la conservació de la diversitat biològica es dirigeixen cap a la protecció de les espècies rares, en la creença/convicció que són les espècies que es troben en més risc d'extinció (Gaston, 1994). Pocs argumentarien en contra d'aquesta premissa general, però ja hem vist que té els seus matisos i la seva implementació eficaç (traduïda en polítiques i accions de conservació concretes) bé mereix una definició explícita de raresa i la manera com la raresa és relacionada amb el risc d'extinció (Hartley & Kunin, 2003).

Aquest objectiu, molt important, però gairebé inabastable, de definir el risc d'extinció relatiu d'una espècie rara, ha estat afrontat per la UICN en el seu desenvolupament de regles a per assignar les espècies a diverses categories d'amenaça dels anomenats *llibres vermells* (UICN 1994, 2001). En absència d'anàlisis detallades de viabilitat poblacional (disponibles només per a unes poques espècies, com ja hem vist, cf. Iriondo et al., 2009), els indicadors principals per a l'avaluació del risc d'extinció són la raresa demogràfica (nombre d'individus), les taxes de declivi i el grau de fragmentació de les poblacions. Encara que els criteris revisats de la UICN (1994, 2001) són basats en mesures més quantitatives i regles de decisió més objectives que les disponibles en el passat, les consideracions derivades de l'escala espacial no han estat resoltes del tot, fins i tot tenint en compte les correccions de Gardenförs et al. (2001).

La base per al desenvolupament de categories de llibres vermells i llistes vermelles basades en criteris de raresa, taxes de declivi i fragmentació és que es tracta de propietats mesurables que tenen bona correlació amb el risc d'extinció. Tanmateix, igual com hi ha diverses maneres de quantificar aquestes propietats, també hi ha molts processos que poden contribuir a fer que una espècie es trobi en risc d'extinció, com ara estocasticitat ambiental, endogàmia i pèrdua de diversitat genètica, dinàmica de metapoblacions, pèrdua d'hàbitat, malalties i parasitismes, nous predadors, nous competidors, hibridacions, catàstrofes ambientals o canvi climàtic (Shafer, 2001 i cites a dins). Lògicament, per a cada procés d'extinció en particular, les diverses mesures o indicadors variaran en funció de la seva

utilitat per a predir el risc d'extinció. A més, fixat un nombre determinat d'individus, les distribucions poden minimitzar el risc d'un factor mentre que poden incrementar el d'un altre (per exemple: la fragmentació és una mala cosa per a la dinàmica de metapoblacions, però pot ser una cosa bona contra l'extensió d'una malaltia vegetal).

Aquesta disjuntiva pot ser llegida com que una determinada distribució en l'espai (rarsa) no comporta el mateix risc per a totes les espècies. Això és així perquè hi ha moltes característiques de la biologia de les espècies que modifiquen llur vulnerabilitat a una amenaça concreta. Un exemple obvi pot ser la manera com un model de fragmentació es trasllada en "aïllament funcional" entre subpoblacions, perquè això depèn de la capacitat de dispersió de l'espècie i de la resposta de comportament que presenti a les característiques del paisatge. De manera similar, les implicacions reproductives de poblacions locals petites o de poca densitat depenen críticament del tipus de pol·linització i de sistemes reproductius. Per això, és de crucial importància el que es deriva dels estudis sobre endèmiques, com el de Lavergne et al (2004): hi ha espècies (o poblacions), adaptades a la rarsa, especialistes de la migradesa de recursos, del ritme lent i de la supervivència de les mides petites (segons com, una lliçó que la natura ens ofereix gratuïtament com a estratègia alternativa per als nostres dies). Les rares endèmiques estan perfectament preparades i, com hem vist, fins i tot poden arribar a ser localment abundants: són les especialistes de la rarsa i això no comporta pas un risc d'extinció particular.

A hores d'ara molts de vostès ja tenen feta una idea pròpia sobre què constitueix una espècie rara. Una altra cosa és que sigui una definició i una mesura universalment acceptades de rarsa, que ja hem dit que no és cosa senzilla. En la pràctica, d'entre les molt diverses possibles mesures que han estat utilitzades i que inclouen l'amplitud o mida de l'àrea geogràfica, el grau d'especificitat de l'hàbitat, la freqüència local, l'endemisme, l'efimeralitat (rara en el temps), l'abundància relativa (en comparació amb d'altres), l'àrea de presència o el nombre absolut d'individus (cens), les tres mesures més emprades (i específicament obligades per la UICN, 2001) són aquestes:

- EOO (*extent of occurrence*, extensió de presència)
- AOO (*area of occupancy*, àrea d'ocupació)
- N = nombre d'individus

El nombre d'individus és el paràmetre de raresa més clar, combinat amb la superfície objectiva que ocupen aquests individus (àrea d'ocupació = AOO). Els valors llindar i categoria de risc que dona la UICN pel que fa al nombre d'individus adults madurs (criteri "D") són aquests:

- < 50 adults reproductors (CR, "En perill crític")
- < 250 adults reproductors (EN, "En perill")
- < 1000 adults reproductors (VU, "Vulnerable")

Si la petita mida poblacional va associada a declivi demostrat del nombre d'individus, a fortes oscil·lacions demogràfiques o a altres amenaces, els valors dels llindars s'incrementen (criteri "C") i són aquests:

- < 250 adults reproductors (CR, "En perill crític")
- < 2.500 adults reproductors (EN, "En perill")
- < 10.000 adults reproductors (VU "Vulnerable")

Finalment, la correlació de l'AOO amb el risc d'extinció que estableix la UICN (2001) en el territori analitzat es basa en un criteri (B2) de superfície ocupada juntament amb declivi demogràfic o fragmentació demostrades, que determina les espècies així:

- $AOO < 10 \text{ km}^2$ (CR, "En perill crític")
- $10 \text{ km}^2 < AOO < 500 \text{ km}^2$ (EN, "En perill")
- $500 \text{ km}^2 < AOO < 20.000 \text{ km}^2$ (VU "Vulnerable")

Per a aquesta mesura d'AOO es compta el nombre de cel·les amb presència de l'espècie en una malla cartogràfica superposada. Si es basa en una malla de xarxa fixa de quadrats, amb unitats situades arbitràriament, la localització de les poblacions, a un costat o altre dels límits dels quadrats, pot fer alterar molt l'avaluació. Hi ha solucions metodològiques proposades (com ara variar amb programes informàtics de cartografia les posicions dels quadrats de referència a l'atzar, o bé generar una xarxa de quadrats per a cada cas, que minimitzi el nombre de quadrats), les quals, de moment, només s'apliquen de manera experimental.

5. LA FLORA RARA CATALANA

L'estudi de les plantes rares de Catalunya ha tingut contribucions d'abast divers al llarg dels anys, però, sorprenentment, en ben poques ocasions ha estat abordat de manera global. Recentment, en ocasió de la preparació del *Llibre vermell de plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya* (Sàez et al., 2010), juntament amb Llorenç Sàez i Pere Aymerich (i la col·laboració d'un centenar d'experts) hem intentat una primera aproximació sintètica a aquesta qüestió, els resultats més rellevants de la qual destacaré a continuació, de manera resumida, en aquesta part final, organitzada en dos blocs: un de referit a les plantes rares que ho són de manera natural, d'àrea petita i restringides a Catalunya (els endemismes), i l'altre referit a les espècies que són rares pel declivi que pateixen a causa de les activitats humanes i que es troben en el camí de l'extinció.

5.1. La flora endèmica de Catalunya

Atès que no disposàvem de cap relació anterior –tot i que pugui semblar increïble– dels tàxons (espècies i subespècies) endèmics, exclusius de Catalunya per a, simplement, conèixer-ne el nombre o la llista, la primera tasca va haver de ser de recopilació, catalogació i definició de criteris.

Potser el punt més crític del procés ha estat la delimitació precisa de què s'entén com a endemisme. Pel que fa al territori, la definició (amb criteris pràctics, atès que el *Llibre vermell* té vocació de base científica per a les polítiques de conservació de flora de l'administració catalana) és la de la superfície administrada actualment per la Generalitat de Catalunya, és a dir 32.114 km² i 390 quadrícules UTM de 10 km de costat, totes les quals dins la zona de designació 31T (Sàez et al., l.c.). D'aquesta manera hi ha certes discrepàncies en l'abast del territori denominat “Catalunya” amb altres treballs, que no es correspon ni amb àrees biogeogràfiques naturals ni amb la Catalunya històrica o Principat de Catalunya, utilitzada com a referent per a moltes de les obres botàniques bàsiques del nostre territori (i que solen incloure Andorra, la Franja de Ponent i les comarques de la Catalunya del Nord, *cf.*, per exemple, Bolòs & Vigo, 1984).

L'altre punt crític era l'aplicació del concepte d'endemisme i de subendemisme. Si bé és clar que una espècie exclusiva de l'àmbit considerat n'és endèmica, quan algunes poblacions se situen fora de l'àmbit d'estudi però una part substancial de l'àrea segueix essent exclusiva del territori (el que s'anomena *subendemisme*), on posem el límit? En Sàez et al. (2010) hi trobareu la discussió que finalment ens fa adoptar el criteri de > 50%, és a dir, considerar aquells tàxons que tenen a l'interior del territori de Catalu-

nya el 50% o més dels seus individus o de la seva àrea de distribució (a partir del millor coneixement possible disponible en l'actualitat).

Amb aquests criteris, podem concloure que a Catalunya hi ha 179 tàxons endèmics del territori, entre endemismes estrictes i subendemismes. Si acceptem un volum de la flora catalana de 3.600 plantes vasculares (seguint Bolòs et al., 2005, i incloent en aquesta xifra espècies i subespècies), aquesta xifra representa un 4,97 % del total, que correspondria a la raresa endèmica exclusiva. Naturalment, hi ha endemismes, que poden ser tant o més rars, presents a Catalunya, d'àrees compartides o més grans (endemismes catalanídics, pirinencs, ibèrics, catalano-provençals, íbero-magribins, íbero-balearics, mediterranis occidentals, etc.) que farien augmentar molt el catàleg de rars però que no tractem ara aquí.

Distribució de les espècies endèmiques a Catalunya – Com hem vist abans, la distribució en l'espai de la raresa respon a múltiples causes i, per a cada espècie, caldria cercar-ne els patrons i les raons, objectius que van molt més enllà d'aquest discurs. Però sí que podem obtenir una imatge general de com es distribueixen en el territori les plantes exclusives de Catalunya, a través del mapa d'endemismes per quadrat UTM de la Figura 6

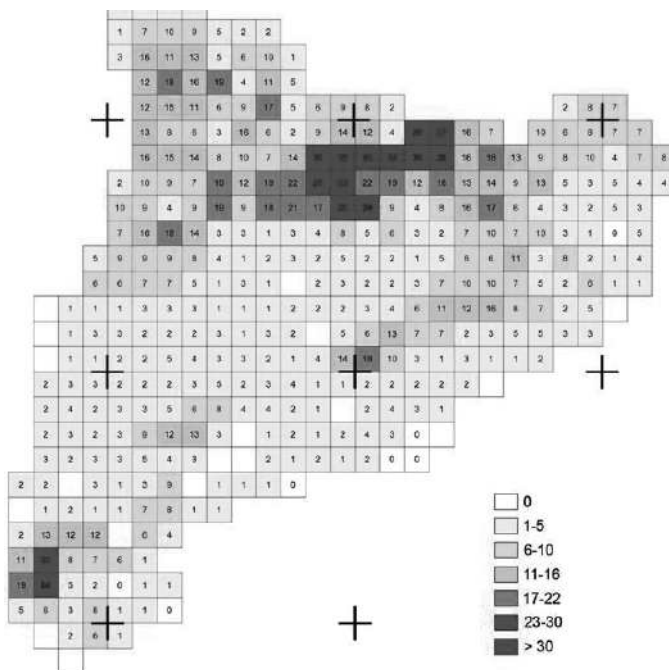


Figura 6- Distribució del nombre de tàxons amenaçats per a cada quadrat UTM de 10 × 10 km de Catalunya (Font: Sàez et al., 2010)

Del total de quadrats UTM de 10×10 km del territori, 360 (el 93,5 %) contenen algun tàxon endèmic o subendèmic. La densitat de tàxons endèmics o subendèmics per quadrat UTM de 10×10 km es mostra també a la Figura 6. La zona en la qual s'assoleixen les concentracions més elevades d'endemismes es troba als Pirineus orientals, essent els màxims valors per al sector serra de Moixeró - Tosa d'Alp [fins a 45 tàxons al quadrat DG08] i, secundàriament, a les capçaleres del Ter i el Freser [37 tàxons al quadrat DG39].

Ja fora dels Pirineus, és molt destacable el nombre d'endemismes que es registra al massís del Port, amb uns màxims de 24 i 23 tàxons endèmics als quadrats BF71 i BF72, respectivament. De fet, aquest nombre és prou més alt que el que es registra no sols als principals massissos de les Muntanyes Catalàniques (Prades, Montserrat, Sant Llorenç del Munt i Montseny), sinó també a diverses zones dels Pirineus centrals, on hi ha un gradient altitudinal molt més alt i una més gran diversitat de substrats litològics que l'existent al massís del Port. De fet, aquest massís pot ser considerat un extrem dels contraforts del Sistema Ibèric, el qual és considerat un dels principals centres de diversitat de plantes a la península Ibèrica (Davis et al., 1994).

Les zones amb un nombre de tàxons endèmics més baix corresponen a terrenys no muntanyosos, com ara la depressió de l'Ebre, la depressió prelitoral i algunes serralades baixes properes al litoral de l'extrem oriental del territori.

Hàbitat de les espècies endèmiques de Catalunya – La distribució per altituds i hàbitats de la nostra flora endèmica tampoc no és a l'atzar ni homogènia, sinó que segueix alguns paràmetres.

Així, pel que fa a l'altitud, els estatges de la muntanya mitjana de caràcter extramediterrani (submediterrani o eurosiberià) són els que tenen més elements endèmics, amb prop de la meitat del total (45,5 %). Segueixen les zones de baixa altitud amb ambients mediterranis (30,9 %) i, en darrer terme, però amb una representació important, l'alta muntanya alpina i subalpina (23,6 %).

Pel que fa a la repartició dels tàxons endèmics segons grans tipus d'hàbitats, l'hàbitat principal de la flora endèmica són els **ambients rocallosos** en sentit ampli, que és on es troba prop de la meitat (49,21 %) dels tàxons. En aquesta categoria englobem tots aquells hàbitats caracteritzats

per un predomini estructural de les roques i pels sòls molt poc desenvolupats (cingles, tarteres, pedrusques, codines...), amb l'excepció dels penya-segats litorals, en els quals la salinitat és un factor ambiental determinant. S'han inclòs també en aquesta categoria les plantes dels ambients rocallosos d'alta muntanya, ja que en aquest cas el substrat sol ser un factor ecològic més important que l'altitud. No és gens sorprenent aquest predomini dels ambients rocallosos com a hàbitat dels endemismes catalans, ja que el vincle entre aquests ambients i la flora d'àrea restringida és un fenomen força general, si més no a nivell de la regió mediterrània i d'Europa, com hem esmentat abans. S'han assenyalat diversos motius pels quals la flora endèmica d'àrea restringida està tan ben representada als hàbitats rocallosos, que sovint estan interrelacionats: l'estabilitat d'aquests hàbitats, tant a nivell de la successió vegetal com per les limitades pertorbacions antròpiques i la menor pressió per part d'herbívors (Lavergne et al., 2005; Thompson et al., 2005), la competència interespecífica relativament baixa que hi ha (afavoreix la persistència de plantes amb baixa *fitness* en hàbitats més productius), el seu caràcter «ecològicament conservador» en el sentit d'experimentar canvis a llarg termini menys pronunciats que el seu entorn (que, juntament amb la baixa competència, deu haver afavorit la supervivència d'alguns tàxons considerats relíctics), etc.

El segon grup en importància per a la flora endèmica –amb un 20,31 % del total– són els **ambients oberts** enclavats en entorns que potencialment són forestals i que no presenten condicionants edàfics especials (salinitat, hidromorfia, sòls esquelètics...).

La resta de grups d'hàbitats tenen percentatges molt menors de la flora endèmica. El grup més nombrós és el de plantes dels **prats d'alta muntanya**, que és la vegetació potencial de bona part de les zones més altes per damunt del límit natural del bosc, tot i que la pressió de pastura n'ha afavorit una expansió històrica cap a altituds inferiors. Aquests ambients herbacis són l'hàbitat d'un 13,28 % de la flora endèmica, i es tracta gairebé sempre d'endemismes pirenaico-orientals d'àrea més o menys petita. Els **bosc**s són l'hàbitat principal de només 5 tàxons endèmics, tots els quals són més característics de clarianes i vorades forestals que no pas de boscos densos, com *Melampyrum nemorosum* subsp. *catalaunicum* o *The-sium catalaunicum*

La salinitat dels sòls sol ser un condicionant ecològic que afavoreix la generació de plantes d'àrea restringida, ja que els **hàbitats salins** solen pre-

sentar una distribució fragmentada i requereixen una especialització biològica. Aquest és el factor que més caracteritza l'hàbitat d'un 6,26 % de la flora endèmica de l'àmbit administratiu considerat en el *Llibre vermell*, bàsicament espècies del gènere *Limonium* tant d'ambients litorals com de salines continentals. El darrer grup d'hàbitats de la flora endèmica és format sobretot per **molleres i aigües corrents**, amb un 6,25 % dels tàxons. En són exemples *Ranunculus angustifolius*, *Juncus pyrenaicus* o *Cardamine crassifolia*.

Mecanismes d'origen dels endemismes de Catalunya

Sorprenentment, la recerca amb tècniques modernes sobre filogeografia, biologia reproductiva, diversitat genètica etc. dels endemismes catalans és relativament poc extensa i, en tot cas, recent o en curs i, encara, abastant només un grup reduït de tàxons (una part dels quals, a càrrec del nostre equip, vegeu www.bioc.cat i detalls sobre els grups revisats en Sàez et al., 2010: 722-ss). A partir de les dades disponibles, elaborades per al *Llibre vermell*, en podem fer la síntesi següent sobre la base del coneixement específic d'alguns dels endemismes actuals, per mirar d'establir quins haurien estat alguns dels principals processos d'especiació que podrien haver donat com a resultat la diferenciació dels elements endèmics.

a) Hibridació associada a perpetuació vegetativa

Entre els gèneres que compten amb un major nombre d'espècies endèmiques al territori català destaca *Limonium*. Com altres gèneres que inclouen espècies amb mecanismes de reproducció apomíctics, sembla que els processos d'hibridació i de poliploidia, juntament amb la mateixa apomixi, haurien tingut un paper destacable en la seva diversificació a la regió mediterrània, tot i que no es pot deixar de banda la possible incidència de mutacions somàtiques i reordenacions cromosòmiques, així com mecanismes d'especiació aneuploide. Alguns poliploides endèmics o subendèmics del gènere, triploides (*L. gibertii*, *L. tremolsii*, entre d'altres) o tetraploides (*L. vigoii*, *L. geronense*), podrien haver-se originat, d'acord amb el model proposat per Erben (1979), mitjançant hibridació.

Hieracium és el segon gènere en nombre d'espècies endèmiques a Catalunya i presenta una gran dificultat d'estudi, essent habitualment poc comprès i passat pel damunt en molts tractaments florístics. Els processos d'hibridació en *Hieracium* semblen ser, si més no en bona part, responsables de la diversificació del gènere (Mráz et al., 2005). També la complexitat dels sistemes reproductius de les plantes d'aquest gènere, i en especial l'apomixi, la qual sembla ser freqüent, podria determinar la perpetuació d'algunes plantes d'origen híbrid.

Per al gènere *Saxifraga*, ben representat al territori i amb set espècies endèmiques o subendèmiques, diverses evidències moleculars, citològiques i morfològiques (Vargas, 2000) indiquen que la hibridació també hauria tingut un paper important en la diversificació de les espècies incloses a la sect. *Saxifraga*, entre les quals trobem endemismes com ara *S. genesiana*, *S. geranioides* o *S. vayredana*.

Altres exemples d'hibridació i introgressió es trobarien a l'origen d'endemismes de diverses famílies, com ara dels gèneres *Armeria*, *Pinguicula*, *Ophrys*, *Centaurea*, o *Antirrhinum*, on la hibridació estaria actuant encara en l'actualitat sobre *Antirrhinum molle* o *A. pertegasii*, en un model mixt d'hibridació ancestral i d'hibridació recent, ambdues combinades.

b) Mutacions cromosòmiques

A part dels casos mixtos ja esmentats en (a), les mutacions cromosòmiques són també a l'origen de tàxons endèmics, amb exemples a Catalunya. Així, *Delphinium bolosii* s'hauria originat a conseqüència de fenòmens de displòidia ascendent ($2n = 18$ vs. $2n = 16$) a partir d'una soca comuna d'afinitats orientals (*D. fissum* s.l.), que ha comportat canvis estructurals de reorganització del cariòtip i de les taxes de diversitat genètica (Orellana et al., 2007; Rosselló, del Hoyo, Bosch & Blanché, inèd.).

c) Conservació-refugi d'elements relictuals

Els endemismes de presumpte caràcter relict (que en alguns casos han estat intepretats com a paleoendemismes) serien relativament escassos al territori, i entre ells hi ha elements endèmics notables que en general no han estat objecte d'intepretacions taxonòmiques discordants pel que fa al rang taxonòmic, com seria el cas de *Polygala vayredae*, *Ramonda myconi* i *Xatardia scabra*. Es tractaria de nuclis poblacionals relacionats amb elements florístics tropicals, que haurien atès el nostre país en èpoques antigues i on s'haurien perpetuat com a llinatges aïllats i independents. La persistència de les poblacions s'hauria vist afavorida per una dinàmica poblacional de longevitat (elevada supervivència d'individus reproductius), a desgrat de baixes taxes de nous reclutaments (vegeu Picó & Riba, 2002 per a *R. myconi*), de manera similar a la persistència d'altres endemismes relictics immediatament propers. Així, *Borderea chouardii*, de la qual ja hem parlat, un altre endemisme d'afinitats tropicals refugiat al vessant aragonès de la Ribagorça, presenta idèntica estratègia demogràfica, on García (2003) ha identificat individus de més de 300 anys.

d) Aïllament geogràfic

Els estudis que aporten dades mínimament consistents i que indicarien que alguns dels elements del territori podrien haver tingut un origen per aïllament geogràfic són molt escassos. En un estudi del complex de *Saxifraga pentadactylis* realitzat en un context filogenètic, Vargas (2001) estableix que la divergència en el si de *S. pentadactylis* seria conseqüència de l'aïllament geogràfic. Aquest autor posa de manifest la relació existent entre *S. vayredana* i altres espècies del sistema ibèric (*S. moncayensis*) o dels Pirineus occidentals (*S. losae*). *Erodium* sect. *Petraea* inclou un grup monofilètic (Fiz et al., 2006) de tàxons endèmics de la regió mediterrània occidental (des dels Alps Marítims fins a l'Alt Atlas). A Catalunya existeixen cinc tàxons d'aquest grup, alguns dels quals són subendèmics; tots els tàxons d'aquesta secció són diploides amb el mateix nombre cromosòmic.

En aquest grup d'endemismes que tindrien el seu origen per aïllament geogràfic es podrien probablement incloure tàxons com *Linaria bubanii*, *L. aeruginea* subsp. *cardonica*, *Guenthera repanda* subsp. *dertosensis*, *Pedicularis comosa* subsp. *asparagoides* o *Euphorbia nevadensis* subsp. *bolosii*, entre altres, tot i que, ara per ara, no existeixen estudis que corroborin aquesta hipòtesi.

Les àrees disjunctes d'alguns endemismes (subendèmics vicariants), com ara *Allium pyrenaicum* o *Endressia pyrenaica*, en relació amb *E. castellana* Coincy, podrien ser explicades sobre la base de la hipòtesi que presentaven una àrea més o menys contínua abans de les glaciacions, i també serviria com a model per al cas de *Cardamine amporitana*. *Delphinium montanum*, endèmic dels Pirineus orientals, és un bon exemple de vicariància amb els seus homòlegs *D. dubium* i *D. oxysepalum*, endèmics dels Alps i dels Cárpat, respectivament, que podria haver-se originat per fragmentació postglacial de l'àrea contínua d'una estirp comuna tetraploide ($2n = 32$) (Blanché, 1991). Al seu torn, dins l'àrea de distribució de l'espècie a casa nostra haurien tingut lloc processos de diferenciació a petita escala per aïllament dels diversos nuclis, que han donat lloc a grups de poblacions amb identitat genètica particular, estimada per electroforesi isoenzimàtica (López-Pujol et al., 2007).

e) Aïllament ecològic

Les possibilitats d'aïllament derivades de l'explotació d'hàbitats i de xar-

xes ecològiques diferenciats *in situ* pot considerar-se una altra font de generació d'endemismes, en un primer estadi en forma de races cromosòmiques o d'ecotips particulars i, més enllà, com a espècies o subespècies definitivament diferenciades. Així, *Aquilegia pau* Font Quer podria haver-se originat com una estirp especialitzada de zones ventoses i elevades de muntanya mediterrània (massís del Port), a partir de l'estoc genètic d'*Aquilegia vulgaris* o d'un avantpassat proper, de zones periforestals (marges de bosc i herbassars) o d'estatges de menor altitud, i ha pogut mantenir-se gràcies al canvi de sistemes reproductius (canvi d'estratègia en la pol·linització) que han perpetuat l'isolament genètic (Martinell et al., 2011a) i el manteniment de la identitat com a espècie diferenciada. Un altre tàxon del Port que també podria ajustar-se a aquest tipus de diferenciació fóra *Arenaria conimbricensis* subsp. *viridis*. I, encara, un altre endemisme que podria ser inclòs, de manera provisional, en aquest grup fóra *Seseli farrenyi*, que pot interpretar-se com a una especialització ecològica litoral (crassifoli, tolerant a la salinitat i a règims eòlics intensos), esdevinguda *in situ* al Cap de Creus, a partir d'un tronc comú (*Seseli elatum* s.l.) (López-Pujol, 2005). Patrons similars (parells d'espècies relacionades, una d'àmplia distribució i l'altra endèmica, amb especialització ecològica) són esmentats com a relativament abundants a la regió mediterrània per Thompson et al. (2005) i, en particular, al Languadoc i al Rosselló (Lavergne et al., 2004).

f) Origen desconegut

Finalment, existeix un conjunt de tàxons endèmics quantitativament important, l'origen dels quals no ha pogut ser encara establert ni tan sols de forma aproximada, bé per manca d'estudi, bé per la dificultat d'identificar-ne els avantpassats o els tàxons relacionats; entre ells, alguns endemismes *sensu stricto* com ara *Silene senneni* (pertanyent, en sentit ampli, als grups de *S. ramosissima*-*S. italica*), constatació que la recerca sobre la flora endèmica del nord-est de la península Ibèrica requereix encara estudis complementaris que permetin fer-ne una síntesi menys provisional.

5.2. La flora amenaçada de Catalunya

Com hem dit més amunt, però, el fet que una espècie sigui rara, en el sentit de poc freqüent (com ara les endèmiques), no vol pas dir que es trobi amenaçada, ni parlant de manera genèrica ni, encara menys, amenaçada tècnicament, és a dir, segons els criteris i categories de risc de la UICN (2001), que són els estàndards internacionalment acceptats per a avaluar

el risc d'extinció. Per això, la segona part d'aquesta avaluació de la flora catalana correspon als tàxons que són rars perquè es troben amenaçats i que constitueixen la *Llista vermella* de la flora catalana, després d'una extensa i detallada anàlisi que es troba en Sàez et al. (2010). Aquí en donem a conèixer els principals resultats, que dibuixen quin és l'estat de conservació del conjunt de la flora vascular del nostre país.

El nombre de tàxons (espècies i subespècies) amenaçats a Catalunya és de **199**, que equival a dir que –sobre la base d'un total de 3.600 per al conjunt de la flora vascular (Bolòs et al., 2005)– el **5,5%** de les plantes catalanes es troben en risc d'extinció (és a dir, pertanyents a les categories EX, EW, RE, CR, EN i VU, com a resultat de l'avaluació seguint els criteris UICN 2001 vigents).

D'aquest nombre de 199 tàxons que estan extingits o amenaçats, 22 (poc més de l'11%) són endemismes o subendemismes i 177 (gairebé el 89% restant) corresponen a plantes no endèmiques. Aquestes dades ens confirmen que existeix una rarificació relativament recent d'espècies que no són rares naturalment, deguda principalment a causes antròpiques.

Del total de tàxons amenaçats, que consten al *Llibre vermell*, 19 (9,5 %) són pteridòfits (falgueres, licopodis, cues de cavall i afins), 2 (1 %) corresponen a gimnospermes i 179 (89,5 %) són angiospermes (44 monocotiledònies i 135 dicotiledònies).

Els 199 tàxons amenaçats compleixen els criteris per a ser inclosos en alguna de les categories de risc UICN (2001) i són el resultat d'una avaluació ajustada al màxim. Així, s'ha verificat el compliment estricte dels paràmetres i les recomanacions d'aplicació dels criteris, la disminució del grau d'amenaça derivada de la presència de poblacions amb possibilitat de reclutament de nous migrants característica de les avaluacions regionals (Gardenförs et al., 2001) i s'ha dut a terme un esforç especial en la reducció dels volum de tàxons «DD» (amb dades insuficients), sobretot els mancats de resolució taxonòmica (que no poden considerar-se amenaçats *per se*). Vull dir amb això, que, comparativament amb les avaluacions de les flors d'altres territoris veïns, el nombre d'espècies amenaçades és lluny de ser inflat i, en tot cas, és descriptiu de manera neutral i objectiva de l'estat de conservació de la nostra flora.

Distribució per categories d'amenaça

El perfil detallat de la distribució d'aquests 199 tàxons, segons les diverses categories, es mostra a la Figura 7 (recordem que el significat de les principals categories de risc és **CR**: s'enfronta a un risc extremadament elevat d'extinció en estat silvestre; **EN**: s'enfronta a un risc molt alt d'extinció en estat silvestre; **VU**: s'enfronta a un alt risc d'extinció en estat silvestre, UICN, 2001).

Categoria	Nombre de tàxons	Percentatge sobre el total de tàxons amenaçats
EX	1	0,50
EW	1	0,50
RE	15	7,54
CR	37	18,60
EN	52	26,13
VU	93	46,73
TOTAL	199	100,00

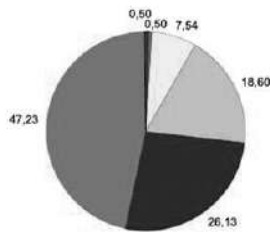


Figura 7.- Distribució per categories UICN de la flora amenaçada de Catalunya, en % (segons Sàez et al., 2010).

Tàxons extingits de Catalunya

L'extinció documentada d'un tàxon en un determinat territori és el darrer estadi d'una declinació continuada, rarament causada per un únic esdeveniment catastròfic. En aplicació dels criteris IUCN (2001) hem identificat en el *Llibre vermell* un total de 17 tàxons que havien tingut presència documentada a Catalunya i que en l'actualitat s'han de considerar extingits del territori (inclosos a les categories EX, EW i RE), la llista dels quals es presenta a la Taula 5. Globalment, representen el 8,54 % de la flora vascular amenaçada.

Tàxon	Categoria UICN (2001)
<i>Festruca paucispicula</i>	EX
<i>Marsilea quadrifolia</i>	EW
<i>Cochlearia glastifolia</i>	RE
<i>Colchicum triphyllum</i>	RE
<i>Cressa cretica</i>	RE
<i>Hypericum elodes</i>	RE
<i>Linaria oligantha</i> subsp. <i>oligantha</i>	RE
<i>Linaria pedunculata</i>	RE
<i>Pilularia globulifera</i>	RE
<i>Ranunculus lingua</i>	RE
<i>Reseda hookeri</i>	RE
<i>Rorippa amphibia</i>	RE
<i>Ruppia drepanensis</i>	RE
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	RE
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	RE
<i>Trapa natans</i>	RE
<i>Verbena supina</i>	RE

Taula 5.- Relació de tàxons amb extinció documentada a Catalunya (EX+EW+RE), segons Sàez et al. (2010)

És destacable que la major part de les extincions de flora al nostre país s'han produït en espècies d'ambients aquàtics (maresmes, aiguamolls, salines, herbassars higròfils, etc.) com a resultat de l'alteració o la destrucció dels hàbitats propiciada per activitats humanes (dessecacions, obres d'infraestructura, contaminació) o, fins i tot, per l'erradicació voluntària (*Trapa natans*). També cal remarcar que la majoria de les extincions reportades s'hauria produït, probablement, a partir de la segona meitat del segle XX (vegeu el detall en les fitxes corresponents a cada tàxon en Sàez et al., 2010) i que han afectat globalment tot el territori: des de les comarques de Tarragona (*Cochlearia glastifolia*) o les terres de l'Ebre (*Marsilea quadrifolia*) fins a la plana de Lleida (*Colchicum triphyllum*, *Linaria oligantha* subsp. *oligantha*), els voltants de Barcelona (Montjuïc, *Linaria pedunculata*), les comarques litorals de la Selva i el Maresme (*Hypericum elodes*, *Reseda hookeri*), i, amb particular intensitat, les zones humides gironines i empordaneses (*Ranunculus lingua*, *Pilularia globulifera*, *Rorippa amphibia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Spirodela polyrrhiza*, etc.).

Després d'intenses recerques per part de diversos equips de botànics catalans s'ha aconseguit retrobar alguna d'aquestes espècies aquest mateix 2012 (com ara *Spirodela polyrrhiza*).

Tàxons en risc d'extinció

S'han identificat 37 tàxons (18,6 % de les plantes amenaçades) que compleixen amb els criteris per a qualificar en la categoria **CR** («en perill crític»), el màxim nivell d'amenaça per a un tàxon que s'enfronta a un risc extremadament elevat d'extinció en estat silvestre. Es consideren de la màxima prioritat per a la planificació d'accions de conservació, tant *in situ* (amb actuacions de reforçament poblacional, de protecció enfront de la predació per herbívors, de conservació i gestió de l'hàbitat, etc.) com *ex situ* (conservació de llavors en bancs de germoplasma o en jardins botànics, preparació de protocols de propagació, etc.). En aquesta categoria de màxim risc es troben principalment espècies que podrien haver estat més abundants i que probablement haurien sofert una fortíssima regressió en el nombre d'efectius i de poblacions (en molts casos, només en roman una), com ara les lligades a hàbitats d'extrema fragilitat i sotmesos a profunda alteració.

Són exemples del risc extrem, de la categoria **CR** (“en perill crític”) diverses espècies de zones humides (*Ceratophyllum submersum*, *Elatine alsinastrum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna trisulca*, *Rumex hydro-laphatum*, o *Jacobea aquatica*), però també tàxons de territoris continentals (*Limonium catalaunicum*, *Sternbergia colchiciflora*, *Vella aspera*), plantes pròpies de comunitats de litoral (*Silene ramosissima*), o fins i tot d'aigües marines (la fanerògama aquàtica *Zostera marina*). Un altre grup de tàxons críticament amenaçats inclou pteridòfits raríssims (*Asplenium trichomanes* subsp. *inexpectans*, *Botrychium matricariifolium*, *Dryopteris remota* o *Woodsia pulchella*), que representen poblacions marginals extremes situades a la perifèria de llur àrea de distribució; algunes fanerògames també fan part d'aquesta mateixa problemàtica, com *Orchis spit-zelii*, *Atropa baetica* (espècie íbero-nord-africana que ateny, amb una única petita població el massís del Port) o *Dichoropetalum schottii* (d'afinitats orientals, que té l'única població ibèrica a la Garrotxa). La vulnerabilitat d'aquests nuclis poblacionals, amb poques desenes d'individus, és màxima davant qualsevol tipus d'amenaça.

La categoria **EN** («en perill») identifica els tàxons que s'enfronten a un risc molt alt d'extinció en estat silvestre. A Catalunya, són 52 (el 26,13 % del total dels tàxons amenaçats) i, tot i que en un nivell inferior d'alerta que en el cas de les CR, inclou un espectre de situacions semblant. D'una banda, espècies que han vist molt reduïda la seva àrea, l'estat de conservació i el nombre d'efectius, en ambients humits (com *Butomus umbe-*

llatus, *Euphorbia palustris* o *Luronium natans*) i que, de seguir les tendències actuals, poden passar aviat a la categoria CR o simplement desaparèixer (com ara *Nymphaea alba*, que ja ha desaparegut de les Illes Balears, cf. Sáez & Rosselló, 2001), però també en zones continentals, més o menys halòfiles (*Sonchus crassifolius*, *Limonium costae*) o, al litoral, en sorrells marítims molt alterats (*Achillea maritima*, *Stachys maritima*, *Phleum arenarium*). Un segon grup inclou tàxons relativament més rars de manera natural, amb vulnerabilitat davant de fenòmens estocàstics i sotmesos a diverses pressions reals actuals i a amenaces potencials: diverses falgueres (*Thelypteris palustris*, *Asplenium marinum*, *Asplenium sagittatum*, *Pellaea calomelanos*) o plantes de muntanya (*Vaccinium vitis-idaea*, *Viola parvula*, *Daphne alpina*, *Dracocephalum austriacum* o *Gentiana angustifolia*). D'entre les espècies en perill (EN) destaquen sis tàxons endèmics o subendèmics de màxima prioritat dins la categoria, que són *Aquilegia pau*, *Centaurea loscosii*, *Delphinium bolosii*, *Hieracium vinyasianum*, *Seseli farrenyii*, *Silene sennenii* i *Spiraea crenata* subsp. *parvifolia*.

Un total de 93 tàxons (més del 46,73 % dels amenaçats) pertanyen a la categoria VU («vulnerable»), la més abundant entre les espècies amenaçades. Les espècies vulnerables es troben disperses per tot el territori. Així, n'hi ha des de l'alta muntanya (*Alchemilla pentaphyllea*, *Draba fladnizensis*) fins a la terra baixa mediterrània (*Erodium sanguis-christi*) i des de les terres sicòriques interiors (*Ferula loscosii*) fins als contraforts litorals del Garraf (*Succowia balearica*). Igualment, en trobem en tot tipus d'hàbitats, des dels més especialitzats, com ara mulleres (*Drosera longifolia*) o microambients salins (*Salicornia emerici*), fins a brolles mediterrànies (*Cistus populifolius*) o comunitats aquàtiques (*Potamogeton polygonifolius*). També s'hi troben representats tots els grups taxonòmics, des de falgueres (*Asplenium obovatum*, *Dryopteris mindshelkensis*, *Ophioglossum azoricum*) o gimnospermes (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* o *Juniperus thurifera*, descoberta recentment a Catalunya) fins a una gran diversitat d'angiospermes: arbres o arbusts (*Prunus lusitanica*, *P. prostrata*), herbes poc vistoses com diversos càrexs (*Carex brachystachys*, *C. brevicollis*, *C. elata* subsp. *elata*, *C. lachenalii*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*) o espectaculars orquídiades (*Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza insularis*). Cal destacar que 11 dels tàxons vulnerables són endèmics o subendèmics i que inclouen espècies dels principals nuclis de diversitat d'endemismes, com ara les muntanyes pirinenques *s.l.* (*Delphinium montanum*), les muntanyes meridionals (*Salix tarraconensis*, *Pinguicula dertosensis*) o els penyasegats litorals amb saladines endèmiques (*Limonium geronense*, *L. gibertii*, *L. revolutum*).

Distribució geogràfica de les plantes vasculares amenaçades

El nombre d'espècies amenaçades en relació a la superfície és un paràmetre de densitat que permet apreciar globalment el grau d'amenaça de la flora d'un territori. A Catalunya, aquesta xifra és de 0,51 tàxons amenaçats / 100 km². La distribució territorial del nombre de tàxons amenaçats per a cada quadrat UTM de 10 × 10 km (= 100 km²) es presenta en la Figura 8.

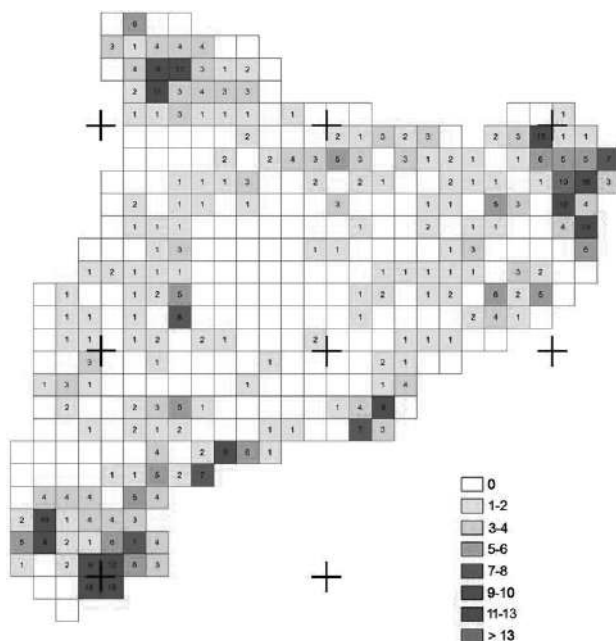


Figura 8- Distribució del nombre de tàxons amenaçats per a cada quadrat UTM de 10 × 10 km de Catalunya (Font: Sàez et al., 2010)

Del total de quadrats UTM de 10 × 10 km, 195 (el 50,65 %) contenen alguna espècie o subespècie amenaçada. La freqüència de tàxons amenaçats per quadrat que es mostra a la Figura 6 ens revela que la distribució d'espècies amenaçades no és en absolut homogènia, ni tampoc coincident amb la de les espècies endèmiques (*cf.* Figura 6). Així, poc menys de la meitat dels quadrats (48,83 %) no tenen cap tàxon amenaçat, mentre que els quadrats amb un nombre baix (1-2) de tàxons amenaçats representen el 29,61 %. El 5,45 % dels quadrats en concentren una quantitat molt notable (>7-8 tàxons amenaçats), essent el màxim valor (19 tàxons) per al

quadrat EG07 (Aiguamolls de l'Empordà), tot i que bona part d'aquests tàxons estan extingits a nivell regional, seguit pel quadrat EG15 (Montgrí - baix Ter) i altres zones de l'Alt Empordà i del delta de l'Ebre.

Entre les àrees muntanyoses destaquen zones dels Pirineus centrals (Vall de Boí, part de l'alt Aran i part del massís de Beret) i el massís del Port. Per sobre de 7-8 tàxons destaca el quadrat UTM CG31 on existeixen destacables vestigis, però d'exigua superfície, de vegetació halòfila o guixenca de tendència continental i també la zona litoral propera al cap de Salou. També a l'àrea del delta del Llobregat es concentren fins a 8 tàxons amenaçats (incloent-hi els extingits).

Distribució altitudinal

La major part dels tàxons de la *Llista vermella* de la flora de Catalunya, concretament un 66,5 % del total, viuen o vivien en hàbitats de terra baixa (cf. Sàez et al., 2010: Figura 6.11). Aquests ambients no són únicament de tipus mediterrani, com correspondria al nivell altitudinal, sinó que també hi tenen una representació molt important els hàbitats azonals (aiguamolls, saladars i platges). Les zones de muntanya mitjana i l'alta muntanya acullen percentatges menors de flora amenaçada, respectivament un 18,8 i un 14,7 %.

Tot i que la diversitat florística més gran de les terres baixes pot tenir alguna influència en aquesta distribució altitudinal de la flora amenaçada, la causa principal és, sens dubte, el diferent grau de pressió antròpica sobre el territori. La seva concentració a la terra baixa s'explica sobretot per la transformació profunda que han experimentat molts dels hàbitats originals, tant en temps passats (conversió dels boscos de plana en conreus, dessecació de zones humides...) com més recents (urbanització del litoral, expansió del regadiu a les planes interiors...), que ha conduït a la pràctica extinció d'alguns hàbitats (com els aiguamolls dolços no eutròfics) i a la rarefacció extrema d'altres (com els ambients de litoral sorrenc, les depressions endorreiques continentals, els boscos de plana o molts altres tipus d'ambients aigualosos). Aproximadament, aquesta distribució altitudinal correspon també a la que es mostra a la Figura 8. A la muntanya mitjana i a l'alta muntanya, la transformació del territori ha estat menys marcada.

Distribució per hàbitats

Les plantes amenaçades estan vinculades a una gran diversitat d'hàbitats concrets, en funció dels requeriments particulars de cada espècie, de manera que qualsevol simplificació d'aquests hàbitats en categories resulta poc o molt artificiosa. Tot i això, una classificació per grans tipologies d'hàbitats (com la que s'exposa en la Figura 6.12 de Sàez et al., 2010) permet focalitzar prou bé quins són, al nostre territori, els ambients més problemàtics per a la conservació de la flora autòctona.

El grup d'hàbitats que acull més tàxons de la *Llista vermella* són els **ambients aigualosos** caracteritzats per l'aigua dolça estancada o de corrent lent, dels quals depèn més d'una quarta part de la flora amenaçada (27 %). Formen aquest grup hàbitats notablement diversos: comunitats lacustres de plantes submergides i flotants, vegetació helofítica i herbassars higròfils dels aiguamolls de baixa altitud, vegetació associada a canals i rierols, molleres i torberes de muntanya, etc. La gran representació de les plantes d'ambients aigualosos entre les plantes amenaçades –tot i ser un grup de flora no gaire nombrós a Catalunya– s'explica tant per la raresa natural d'alguns dels hàbitats com per la rarefacció antròpica d'altres. Més de la meitat d'aquestes plantes (un 53,7 % del grup, i un 14,7 % del total de la flora amenaçada) estan lligades a aiguamolls i estanys d'aigua dolça de terra baixa, hàbitats que en temps passats no havien estat particularment rars en alguns sectors del país –en especial a les planes situades al nord del Llobregat–, però que han experimentat una regressió històrica molt intensa com a conseqüència de la dessecació, fins al punt que actualment només en queden retalls fragmentaris i molt sovint de qualitat baixa per causes diverses (eutrofització, introducció d'espècies al·lòctones...). La destrucció general d'aquests hàbitats ha conduït a una rarefacció progressiva de les espècies que hi vivien, que concentren la major part de les plantes amenaçades.

El segon bloc d'hàbitats amb més espècies amenaçades són dos altres grups d'ambients de baixa altitud: els hàbitats salins litorals i els erms i saladars continentals. Els **hàbitats salins litorals** acullen el 14 % de la flora amenaçada, una representació del tot desproporcionada en relació amb el pes d'aquestes plantes en el conjunt de la flora catalana. La principal raó per la qual moltes d'aquestes plantes han passat a formar part de la *Llista vermella* és, òbviament, la destrucció generalitzada de la franja litoral en el darrer mig segle com a conseqüència del seu ús turístic. No és gens casual que la gran majoria (un 83,3 %) de les plantes litorals amenaçades si-

guin pròpies d'hàbitats del litoral sorrenc (platges i zones humides salines), ja que aquests han patit l'impacte turístic de forma molt més intensa que el litoral rocós. La rarefacció antròpica de les plantes dels **erms i saladars continentals** ha estat gairebé tan forta com la de la flora del litoral sorrenc, i en tots dos casos ha afectat tant els tàxons actualment amenaçats com altres que encara mantenen poblacions en estat de conservació acceptable. Les causes de regressió dels hàbitats, però, han estat ben diferents: en el cas d'aquests ambients continentals, la regressió és deguda sobretot a la conversió en regadiu de grans zones de secà, que es va iniciar en el segle XIX, es va generalitzar des de mitjan segle XX i encara continua. Pel que fa al percentatge de tàxons amenaçats que viuen en aquests ambients continentals, un 8 %, no és especialment alt, però concentra una part notable de les plantes en situació més precària de la nostra flora.

Al conjunt dels hàbitats que ocupen la major part de la superfície de Catalunya no cultivada ni urbanitzada i d'altitud baixa o mitjana (boscos, matollars i prats) hi viu el 28 % de la flora amenaçada.

5.3. Causes de rarefacció. Tipologia de les amenaces sobre la flora vascular de Catalunya

Probablement, una de les anàlisis de més utilitat a partir de les dades obtingudes és arribar a saber les causes de rarefacció, quin tipus de fenòmens han convertit aquestes espècies en rares i amenaçades. És l'única manera de saber contra què ens enfrontem i, si cal, prendre alguna mesura de conservació, que ha d'anar ben adreçada a contrarestar les causes precises d'amenaça, si volem que sigui eficaç.

A cadascuna de les fitxes dels 199 tàxons amenaçats del *Llibre vermell* s'hi consignen les amenaces específiques que afecten cada espècie i, si escau, cada població o grup de poblacions. Per tal de poder-nos fer una idea de conjunt sobre el pes relatiu de cada factor de risc a escala de tot el país, hem agrupat les amenaces detectades per a cada cas en 10 grans categories, que es mostren en la Taula 6, agrupades en factors de risc antròpics, biòtics i abiòtics (accidents potencials). Les dades provenen de l'atribució de percentatges a cada factor per a cadascun dels tàxons analitzats, atès que en molts casos no existeix un únic factor d'amenaça per a cada tàxon.

Tipus	Amenaces	Impacte relatiu sobre el conjunt de la flora amenaçada (%)
Antròpics	Urbanització	10,2
	Obres de desenvolupament (construcció d'infraestructures de comunicació, de pistes, captació d'aigües, estacions d'esquí, canvis us del sòl, dessecació de zones humides, etc.)	37,3
	Freqüentació (trepig, esports, escalada, abocament de residus, recol.lecció, etc.)	22,4
	Treballs forestals (explotació i plantació; neteja de vegetació de vores de camins)	5,7
Biòtics	Herbívors (consum/nitrificació)	9,1
	Tancament del bosc (embosquament, abandonament del camp, etc.)	8,6
	Flora al·lòctona	2,4
	Hibridació	0,1
Accidents potencials	Allaus, incendis recurrents, etc.	4,20

Taula 6.- Principals factors de risc de caràcter extrínsec sobre les espècies avaluades (en %). Font: Sáez et al., 2010

De les 199 espècies amenaçades, 24 (un 12,06 %) no s'enfronten a factors de risc dels avaluats en la Taula 6. Es tracta d'amenaçes derivades de la petita mida poblacional o de l'escàs nombre de poblacions, és a dir, de factors intrínsecs de cada tàxon, no atribuïbles a cap mena d'impacte extern sobre les poblacions naturals. Encara que no existeixi cap motiu d'amenaça extrínseca a la població, les derivades demogràfiques de la raresa (entre uns intervals determinats) són considerades entre els factors de risc dels criteris UICN (2001) aplicats.

Sobre els 175 tàxons restants (87,9 % dels amenaçats) s'han identificat amenaces extrínseques a la condició natural de les poblacions, que, per al conjunt, s'han d'atribuir en un 75,6 % a factors de risc antròpics, en un 20,2 % a factors biòtics i en un 4,2 % a accidents potencials. Aquests resultats permeten focalitzar clarament quina és l'amenaça real per al conjunt de la flora i quins són els riscos als quals s'enfronta (i, també, sobre els quals cal actuar per a eliminar-ne o corregir-ne l'impacte), que són, per a Catalunya, majoritàriament, els causats per les activitats humanes.

Amenaces d'origen antròpic

Tres de cada quatre tàxons amenaçats per causes extrínseques ho són per accions humanes sobre els hàbitats (a la flora vascular catalana actual hi ha ben pocs casos d'afectació directa o voluntària sobre una espècie determinada, com ara la recol·lecció o la destrucció deliberada, com seria el cas, ja esmentat abans, de *Trapa natans*). Aquestes activitats antròpiques causen la degradació dels hàbitats (reducció o manca de qualitat, de diversitat ecològica o taxonòmica, de connectivitat), la reducció de llurs dimensions (fragmentació) o, directament, llur total transformació o desaparició, en general, en un procés progressiu. De vegades hi ha processos iniciats amb pràctiques emprades de fa més d'un segle, però cada cop més hi ha riscos que es materialitzen en poc de temps a causa de les possibilitats d'actuació ràpides, intenses i extenses que ofereix el progrés tecnològic.

El factor de risc majoritari (el 37,3 % del total) sobre la nostra flora amenaçada són el que podem anomenar, genèricament, obres de desenvolupament (construcció de pistes, camins i carreteres, grans infraestructures, obres de captació d'aigües, construcció i ampliació d'estacions d'esquí, canvis d'ús del sòl, dessecació de zones humides, etc.). La transformació general que ha sofert el territori català en el darrer segle és a l'origen de totes aquestes activitats (tot i que hi ha alteracions de poblacions i fins i tot extincions de tàxons que daten de més de 100 anys, però les afectacions remotes en el temps —que deuen haver existit— no poden ésser documentades habitualment per manca de dades florístiques i de testimonis d'herbari antics) i, en general, podríem dir que és comuna a tots els països desenvolupats. Son nombrosíssimes les poblacions que es veuen afectades per aquesta mena d'amenaces (vegeu les fitxes de cada espècie en Sàez et al., *l.c.*). Els canvis esdeinguts com a conseqüència de la modernització de les explotacions agràries ha deixat també el seu impacte al territori, mitjançant els canvis de sistemes de reg, de drenatge, de construcció de canals i de petits embassaments, de concentració parcel·lària o d'altres, en força casos promogudes des de la mateixa administració.

El 10,2 % de les amenaces atribuïdes a fenòmens d'urbanització (Taula 6) s'hauria de sumar encara a les anteriors, atès que moltes vegades el desenvolupament urbà i el de segones residències va lligat a les activitats descrites en el paràgraf anterior, tot i que, en el cas de Catalunya, el creixement de la població i les promocions d'habitatge han estat particularment accentuats en el darrer mig segle. La situació —i les conseqüències

sobre la flora– han estat similars en altres territoris mediterranis, especialment a la resta dels Països Catalans (País Valencià i Illes Balears, Sàez & Rosselló, 2001), on l'extensió de les trames urbanes i, sobretot, de les urbanitzacions de segona residència lligades al *boom* turístic han alterat enormes superfícies, en ocasions d'un valor natural elevat i que contenen poblacions de tàxons rars que han passat a trobar-se en risc d'extinció (o que són totalment extingits a Catalunya). Òbviament, una de les zones més afectades ha estat la línia litoral, on les activitats de construcció derivades de les infraestructures turístiques i de la freqüentació i destrucció dels hàbitats litorals han conduït a la rarefacció extrema de les poblacions de tàxons com ara *Stachys maritima*, *Achillea maritima*, *Phleum arenarium*, *Maresia nana*, *Orobancha foetida*, *Polygonum robertii*, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* o *Halimium halimifolium*, que han quedat en situació de risc d'extinció greu, però també de moltes altres espècies, les quals, sense atènyer la categoria d'amenaçades, han sofert reduccions importants de l'àrea d'ocupació i de la qualitat dels hàbitats dels sorrals costaners on viuen. Tanmateix, en els darrers anys l'expansió urbanística relacionada amb segones residències o interessos turístics no s'ha vist limitada a les zones litorals, sinó que es produeix, també, al cor dels Pirineus axials (especialment a l'Aran), on la destrucció d'hàbitats d'alta muntanya, com a conseqüència de la construcció, s'ha incrementat notablement. No és pas un consol, però la situació és ben equiparable a altres territoris mediterranis fortament urbanitzats, les zones desenvolupades del Nord d'Àfrica (Primack & Ros, 2002) o també a Califòrnia, on Vandergast et al. (2007) identifiquen la pèrdua d'hàbitat i la fragmentació causada per la urbanització com l'amenaça principal a la biodiversitat.

La suma dels dos factors esmentats (obres de desenvolupament i urbanització) representa el 47,5 %, és a dir, prop de la meitat de tots els efectes negatius sobre la flora amenaçada i les mesures de prevenció i de correcció d'aquests impactes s'entreveuen com el factor clau de les activitats de conservació que cal emprendre des d'ara. La major part dels tàxons extingits de Catalunya haurien desaparegut també per aquestes causes.

En proporció menor, hi ha un altre factor d'amenaça que està directament relacionat amb la facilitat i freqüència de l'accés de persones, cada cop més intens i extens, al medi natural, que podem conceptuar com a sobre-freqüentació. En aquest bloc s'hi inclouria el trepig (sovint inconscient) indiscriminat, tant de persones com de vehicles; aquesta darrera activitat presenta un increment important. També les activitats d'esport «de na-

tura» poden ser impactants en alguns casos (descens de barranc, adequació de llocs aptes per a les sortides d'ales de pendent, fins i tot algunes curses de muntanya, etc.) i, en particular, la pràctica de l'escalada esportiva (que permet l'accés a hàbitats-refugi per a moltes espècies rares i endèmiques, preservades en indrets inaccessibles que en poc temps s'han convertit en freqüentats o molt freqüentats). També pot tenir certa incidència l'abocament descontrolat de tota mena de residus (plàstics, restes de runa, etc.), moltes vegades en racons «presumptament amagats» on habiten espècies de flora molt fràgils i, també, les activitats de recol·lecció. Es troben en situació de risc per aquest darrer motiu algunes poblacions de plantes rares segurament massa herboritzades per botànics i per col·leccionistes, com ara *Orchis spitzelii* i *Dracocephalum austriacum*. El cas de *Cypripedium calceolus* és, a més, objecte d'interès entre els afeccionats a la fotografia naturalista, que és un dels factors de risc principals per a aquesta orquídia (manipulació de plantes, arrabassament, trepig i alteració de l'hàbitat). Finalment, i malgrat que el percentatge de població i d'activitat econòmica adreçada a tasques forestals s'ha anat reduint progressivament, hi ha un 5,7 % de les amenaces que considerem atribuïdes a la pràctica de treballs al bosc, directament (explotació i plantació) o indirectament (neteja de vegetació de vores de camins, etc.). Al llarg del treball, no vam detectar cap cas actual d'espècie silvestre amenaçada actualment per sobrercol·lecció amb finalitats medicinals, a la vista de la disminució en picat d'aquesta activitat tradicional, tot i que es pot documentar que això ha ocorregut en el passat (Blanché, 2011).

Amenaces d'origen biòtic

Representen aproximadament una cinquena part (el 20,2 %) dels factors de risc dels tàxons amenaçats de flora vascular catalana i són, doncs, el segon gran apartat d'amenaces que cal afrontar. Inclouen factors de competència interespecífica amb altres elements de la biota (amb altres espècies de flora o de fauna silvestre o d'animals domèstics) o de modificació de les xarxes de mutualismes (animals pol·linitzadors o dispersadors). Les necessàries mesures de gestió o de correcció, en aquest cas, hauran de ser de característiques tècniques diferents de les necessàries per a contrarestar els efectes de les activitats antròpiques de desenvolupament. No obstant això, també en alguns casos, els factors de risc d'origen biòtic deriven, primàriament, de modificacions sobre el medi originades per accions humanes de construcció o de desenvolupament.

En aquest apartat atribuïm un 8,6 % de les causes d'amenaça a les alteracions sobre l'estructura i la composició dels ecosistemes derivades de

canvis en l'ús i explotació dels sistemes naturals (abandonament d'explotacions forestals que condueixen al tancament del bosc o l'embosquiment d'àrees anteriorment obertes o l'abandonament del camp). Un volum de factors de risc del mateix ordre quantitatiu (un 9,1 %) està directament relacionat amb l'activitat d'animals herbívors, tant domèstics com silvestres (sobrepastura), que actuen sobre les mateixes plantes (consum d'òrgans vegetatius i reproductors, disminució de la producció de flors i de fruits) o sobre el medi (pertorbació física, nitrificació, etc.) Són molt nombroses les espècies amenaçades que suporten una pressió per herbivoria (conills, cabres).

Un dels aspectes de risc sobre la flora que en els darrers temps ha atret una més gran atenció és el de la competència d'espècies de flora al·lòctones sobre la flora nativa (i també han anat en aquest sentit algunes de les primeres accions de conservació dutes a terme a Catalunya). Aquesta afectació actua nítidament sobre el medi, quan es tracta d'espècies més competitives que les autòctones, competint pels recursos, saturant els hàbitats i desplaçant –i fins fent desaparèixer– les poblacions de tàxons nadius i, de manera menys evident, però igualment impactant, sobre la xarxa de mutualismes de serveis a les espècies amenaçades. No obstant això, el percentatge d'amenaçes documentades atribuïbles a l'efecte de la flora al·lòctona sobre els tàxons amenaçats és notablement més baix (el 2,4 %). Finalment, i tot i que en percentatge també baix (un 0,1% de les amenaces), cal esmentar el risc que suposen els fenòmens d'hibridació, el darrer dels factors considerat entre les amenaces biòtiques. El risc d'hibridació ha estat identificat, entre altres, en *Cistus populifolius*, i en diverses espècies de *Limonium*. Així, *L. catalaunicum* presenta risc d'hibridació amb *L. hibericum*, i *L. densissimum*, amb *L. virgatum* o *L. latebracteatum*. També *Rhinantus angustifolius* es podria veure amenaçat per hibridació amb *Rh. pumilus*. En el cas de *Sarcocornia alpini* s'ha pogut documentar l'existència d'híbrids amb *S. fruticosa* que tenen una baixa viabilitat (al Delta de l'Ebre i al baix Ter) i *Sonchus crassifolius* es veu amenaçat a les terres de Lleida, per *S. maritimus* subsp. *maritimus*, de la hibridació dels quals s'originaria *S. x novocastellanus*. Al massís del Port s'han localitzat alguns individus d'*Aquilegia pawi* amb traces de possible contaminació genètica a diversos *loci* (isoenzims, microsatèl·lits) d'*A. vulgaris* (Martinell et al., 2007).

Probablement, el risc d'hibridació és un factor subestimat en la nostra anàlisi, per manca de dades i, encara, cal considerar que la gènesi de noves combinacions genètiques pot ser, a la vegada, causa d'amenaça i font de

nova diversitat. La reflexió sobre la raresa (i riquesa) al·lèlica mereixeria tot un altre discurs sencer, de caire genètic, paral·lel a aquest sobre raresa (i riquesa) de les espècies, i que, com hem dit, ja ha estat abordat per Juli Caujapé (Caujapé-Castells, 1995) en la seva tesi doctoral.

Accidents potencials

Acabant la revisió de les causes d'amenaça detectades hem d'esmentar que un 4,2 % del risc sobre els tàxons amenaçats de Catalunya s'atribueix a accidents potencials de diversa mena (allaus, inundacions catastròfiques, esllavissaments, etc.), de difícil gestió (però possible, tant pal·liativa com preventiva). En aquest grup de causes cal incloure els incendis. Cal dir, d'entrada, que el foc és un factor que sovint resulta afavoridor (manteniment d'hàbitats oberts amb baixa competència), atès que se suposa l'adaptació de les plantes als règims naturals d'incendi, tot i que localment també pot ser un factor de risc per a flora amenaçada, en especial en situacions d'incendis recurrents causats per les activitats humanes (accidentals o voluntàries). En general, però, disposem de molt poques avaluacions, basades en dades, sobre l'efecte dels focs forestals sobre la flora amenaçada.

6. CONSIDERACIÓ FINAL: CONSERVACIÓ DE LA RARESA BOTÀNICA

Hem vist que, com a generació, hem perdut pel camí (o estem perdent) una part del llegat de rareses botàniques que havíem rebut, com a resultat de les transformacions dels hàbitats (de vegades inútils i tot: mirem la quantitat d'urbanitzacions, promocions d'habitatges o de polígons industrials inacabats, abandonats o construïts només en una petita proporció que ens estan quedant). Fins i tot si ara mateix ens afanyem a rectificar les situacions, pot ben ser que arribem massa tard, potser perquè estem al límit del coneixement de com actuar, potser perquè hem ultrapassat el límit de no retorn. Recordem que, un cop iniciat el vòrtex d'extinció, malgrat la correcció de la causa original del declivi, pot ser impossible la recuperació de la població (Frankham et al., 2002). No sempre hi ha marxa enrere possible.

De territoris mediterranis d'Austràlia, Krauss et al. (2002) descriuen el fracàs de l'intent de rescat per translocació de *Grevillea scapigera*, una proteàcia que figura entre les espècies més rares del món, de la qual actualment es coneixen només 5 plantes silvestres. Els intents de recupera-

ció iniciats en 1995, quan encara se'n coneixien 47 individus, a través de la creació de noves poblacions en llocs segurs per sembra de granes que havien d'actuar com a fundadores dels nous nuclis, es van saldar en un fracàs (de les granes produïdes pels 266 nous individus no en va germinar cap de manera natural, i, entre les germinades *ex situ*, s'havia produït un declivi genètic molt ràpid: en una generació s'havien perdut 8 dels 10 genotips inicials), atribuïble a una mida poblacional efectiva *Ne* massa petita. Al nostre país s'ha intentat diverses vegades reintroduir al camp una espècie endèmica de Menorca, *Lysimachia minoricensis*, extingida en estat silvestre, sense èxit, per manca de diversitat genètica de partida o per desconeixement de la seva reproducció (detalls subministrats per Sàez et al., 2010). Són només dos exemples (Godefroid et al., 2011 en fan un recull extens) per a subratllar el següent:

- a) que encara no tenim coneixement científic-tècnic suficient per a gestionar amb solvència els casos extrems de raresa (llavors recalitrants, germinació *in vitro* de silvestres, restauració de nivells de diversitat si hi ha severa depressió genètica per endogàmia, etc.), i
- b) que ni que tinguéssim aquests coneixements, amb el vòrtex d'extinció iniciat i superats determinats llandars, la situació pot ser biològicament irreversible.

Abans d'arribar a aquests extrems ens cal, per tant, incrementar els esforços per a conservar aquests elements més rars, juntament amb el conjunt de la diversitat biològica. Ens hi ha d'empènyer:

- (i) el reconeixement de llur dret a existir com a organismes del planeta, tant just com el nostre propi,
- (ii) la constatació que aquestes espècies, sobretot les més rares, tenen acumulada la història de la vida (són el resultat de migracions, de mutualismes, de processos evolutius, de fenòmens climàtics, etc.) que no podem eliminar d'un sol cop per ignorància o,
- (iii) com a mínim, el nostre egoïsmes com a espècie, de voler retenir els serveis que la biodiversitat subministra a la humanitat en forma d'aliments, combustibles, material de construcció, medicaments, depuració d'aigües, de l'atmosfera i dels sòls, i també font d'inspiració artística, de bellesa i harmonia de paisatges i de valor en facetes immaterials de la humanitat.

Afortunadament, la conservació de la diversitat de la vida a la Terra ha esdevingut molt més que un interès col·lateral d'uns quants científics i na-

turalistes i, en l'actualitat, és part destacada de la principal activitat internacional, fonamentalment a través del Conveni per a la Diversitat Biològica de les Nacions Unides (CBD), que data de 1992. El CBD té tres objectius: 1) la conservació de la diversitat biològica, 2) l'ús sostenible dels components d'aquesta diversitat i 3) la compartició justa i equitativa dels beneficis derivats de la utilització dels recursos genètics (CBD, 1992). Segons que argumenta Knapp (2011), però, abans de l'ús sostenible i equitatiu de la riquesa natural, cal que aquesta existeixi i sigui preservada i, per tant, la conservació de la biodiversitat ha de figurar com a element essencial per a obtenir els serveis que els ecosistemes forneixen a la humanitat, tal com estableix clarament l'avaluació del Mil·lenni (MEA, 2005).

Ens cal dir, doncs, ben clar, que la biodiversitat es troba en un risc real en l'actualitat: és àmpliament reconegut que estem entrant en un esdeveniment d'extinció d'una escala similar a la de les extincions en massa que s'observen al registre fòssil. I, encara, que les taxes d'extinció actuals s'estima que són molt més grans, de diversos ordres de magnitud superiors, que les taxes que coneixíem i que es preveu que segueixin creixent si les tendències actuals continuen (Davies et al., 2011).

I, per tant, és urgent l'adopció de mesures de protecció (legals, tècniques, etc., o el reforçament de les que s'han iniciat tímidament) que deturin aquesta pèrdua de diversitat i que permetin llegar a les generacions futures el patrimoni natural de què hem fruit, incloent-hi les rareses.

El valor de la raresa no és altre que el valor de la diversitat mateixa, entre els organismes vius i també en la nostra societat. És el valor del dret a existir en la diferència, en la identitat pròpia i en la llibertat, malgrat ser pocs i petits. La preservació de la raresa és la garantia del manteniment de la diversitat i, per tant, l'antídote contra la homogeneïtzació, la banalització, la macdonaldització, social i cultural. És la salvaguarda del nostre tresor valuós, preuat, amagat, secret. De la nostra història, de la nostra tradició, dels nostres homes i dones. Potser rars, però som nosaltres mateixos.

Les rareses biològiques que ens han pervingut són fruit de la diversitat de processos que les han generat, de la diversitat de temps transcorreguts, de la diversitat d'hàbitats, de la diversitat d'interaccions entre organismes, són combinacions genètiques i adaptacions úniques, irrepetibles, amb dret a existir. La pèrdua de les rareses és un preludi de la pèrdua a gran escala de diversitat biològica i és també un símbol del preludi de la

pèrdua de diversitat cultural, social, lingüística, política, nacional. El patrimoni que hem de deixar a les noves generacions és tant el patrimoni natural com el patrimoni cultural, social i nacional de Catalunya, indestruïbles, i que hem de preservar i mantenir conjuntament i simultàniament, de manera urgent, per a nosaltres i per als nostres fills i néts. Som als darrers minuts per a evitar que la tassa caigui a terra, però podem: només cal enretirar-la cap al centre de la taula.

Moltes gràcies.

7. BIBLIOGRAFIA

Aguilar, R., M. Quesada, L. Ashworth, Y. Herrerías Diego & J. Lobo (2008). Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. *Molecular Ecology* 17: 5177-5188.

Allendorf, F.W. & G. Luikart (2007). *Conservation and the Genetics of Populations*. Blackwell Publishing, Oxford.

Albert, M.J., A. Escudero & J.M. Iriondo (2001). Female reproductive success of the narrow endemic *Erodium paularense* (Geraniaceae) in contrasting microhabitats. *Ecology* 82:1734-1747.

Anderson, S. H., D. Kelly, J.J. Ladley, S. Molloy & J. Terry (2011). Cascading Effects of Bird Functional Extinction Reduce Pollination and Plant Density. *Science* 331 (6020): 1068–1071.

Andreu, J., J. Pino, C. Basnou, M. Guardiola & J. L. Ordóñez (2012). *Les espècies exòtiques de Catalunya. Resum del projecte EXOCAT 2012*. CREAF i Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Barcelona.

Avise, J.C. & W.S. Nelson (1989). Molecular genetic relationships of the extinct Dusky Seaside Sparrow. *Science* 243:646-648.

Barriocanal, C. & C. Blanché (2002). Estat de conservació i propostes de gestió per a *Stachys maritima* Gouan (Labiatae) a la Península Ibèrica. *Orsis* 17: 7-20.

Barnosky, A.D., E.A. Hadly, J. Bascompte, E. L. Berlow, J. H. Brown, M. Fortelius, W. M. Getz, J. Harte, A. Hastings, P. A. Marquet, N. D. Martinez, A. Mooers, P. Roopnarine, G. Vermeij, J. W. Williams, R. Gillespie, J. Kitzes, C. Marshall, N. Matzke, D. P. Mindell, E. Revilla & A. B. Smith (2012). Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature* 486: 52–58.

Barrett, S.C.H. & J. Kohn (1991). The genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. In: D. Falk & K.E. Holsinger [eds.], *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford University Press, Oxford: 3-30.

Blanché, C. (1991). *Revisió biosistemàtica del gènere Delphinium L. a la Península Ibèrica i a les Illes Balears*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.

Blanché, C. (2007). *Biodiversitat i Salut. La salut de la biodiversitat. Discurs llegit en l'acte d'ingrés a la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya*. Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya, Barcelona: 9-80.

Blanché, C. (2011). Els herbaris com a font d'informació per a l'estudi de flora medicinal amenaçada: el cas de l'herba de Bona (*Achillea maritima*). *X Jornades d'Història de la Farmàcia*. Barcelona (18 i 19 de novembre de 2011).

Blanché, C., C. Barriocanal, M.C. Martinell, S. Massó & J. López-Pujol (2010). Deu anys de seguiment demogràfic i genètic d'*Stachys maritima* a Catalunya (2001-2010). Implicacions per a un pla de recuperació. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 29 : 59-78.

Blunt, W. (1982). *El naturalista. Vida, obra y viajes de Carl von Linné (1707-1778)*. Ed. del Serbal, Barcelona.

BOA- Boletín Oficial de Aragón (2010). Decreto 166/2010, de 7 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un régimen de protección para *Borderea chopardii*, y se revisa su Plan de Recuperación. *Boletín Oficial de Aragón* 184 (20/09/2010): 21768 - 21791

Boccone, P. (1674). *Icones & descriptiones rariorum plantarum Siciliae, Melitae, Galliae, & Italiae. Quarum unaquaque proprio caractere signata, ab aliis eusdem classis facile distinguitur*. Oxford: Theatro Sheldoniano, Oxford / Robert Scott, Londres.

BOIB - Butlletí Oficial de les Illes Balears (2005). Decret 75/2005, de 8 de juliol, pel qual es crea el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades i d'Especial Protecció, les Àrees Biològiques Crítiques i el Consell Assessor de Fauna i Flora de les Illes Balears. *Butlletí Oficial de les Illes Balears* 106 (2005): 5–8.

Bolós i Vayreda, A. de (1947). El Herbario Salvador. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 1 (1): 1 – 8. Barcelona.

Bolós i Vayreda, A. de (1958). Nuevos datos para la historia de la familia Salvador. *Discurso de recepción. Real Academia de Farmacia de Barcelona* 3: 5 – 50. Barcelona.

Bolòs, O. de & J. Vigo (1984). *Flora dels Països Catalans*, vol. 1. Barcino, Barcelona.

- Bolòs, O. de & J. Vigo** (1990). *Flora dels Països Catalans*, vol. 2. Barcino, Barcelona.
- Bosch, M., J. Simon, A. M. Rovira, J. Molero, J. López-Pujol & C. Blanché** (2004). Fragmentation effects on pollination ecology and genetic diversity on endemic Mediterranean species. *Boccone* 16 (1): 147-164.
- Bosch, M., J. Molero, A. Rovira, J. Simon, J. López-Pujol, M. R. Orellana & C. Blanché** (2006). Recovery plans for *Delphinium bolosii* and *Thymus loscosii*: Results from three-year studies and conclusions. *Boccone* 19: 89-101.
- Bosch, M., R. Orellana, J. López-Pujol, A. Rovira, M.C. Martinell, C. Blanché, F. Domínguez & M. J. Albert** (2009). “*Delphinium bolosii* C. Blanché & Molero”. In: Iriondo, J. M., M. J. Albert, L. Jiménez-Benavides, F. Domínguez-Lozano & A. Escudero [eds.], *Poblacions en Peligro: Viabilitat Demogràfica de la Flora Vascular Amenazada de Espanya*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Madrid: 145-147.
- Broennimann, O., P. Vittoz, D. Moser & A. Guisan** (2005). Rarity types among plant species with high conservation priority in Switzerland. *Botanica Helvetica* 115: 95-108.
- Bottini, A.** [ed.] (2005). *Il rito segreto. Misteri in Grecia e a Roma*. Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Roma / Mondadori-Electa, Milà.
- Broberg, G.** (2006). *Carl Linnaeus*. Swedish Institute, Estocolm.
- Brummit, N., S.P. Bachmann & J. Moat** (2008). Applications of the IUCN Red List: towards a global barometer for plant diversity. *Endangered Species Research* 6: 127-135.
- Burne H.M., C.J. Yates & P.G. Ladd** (2003). Comparative population structure and reproductive biology of the critically endangered shrub *Grevillea althoferorum* and two closely related more common congeners. **Biological Conservation**: 53–65.
- Byers, D.L. & T. R. Meagher** (1997). A comparison of demographic characteristics in a rare and a common species of *Eupatorium*. *Ecological Applications* 7 (2): 519-530.
- Camarasa, J.M.** (2004). De col·lecció privada a museu públic. El gabinet Salvador de l'Institut Botànic de Barcelona. *Afers: fulls de recerca i pensament* 19 (49): 721-727.
- Castro, M. & J.A. Rosselló** (2007). Karyological observations on plant taxa endemic to the Balearic Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 153: 463–476.
- Catalán, P., J. Müller, R. Hasterok, G. Jenkins, L. A. J. Mur, T. Langdon, A. Betekhtin, D. Siwinska, M. Pimentel & D. López-Alvarez** (2012). Evolution and taxonomic split of the model grass *Brachypodium distachyon*. *Annals of Botany* 109 (2): 385-405.
- Caujapé-Castells, J.** (1995). *Aplicació dels conceptes d'ubiqüitat i rarsa al·lèlica a sis espècies del gènere Androcymbium* (Colchicaceae). Tesi doctoral (inèd.). Universitat de Barcelona, Barcelona.
- CBD- Secretariat of the Convention on Biological Diversity** (1992). *Convention on Biological Diversity*. En línia a: <http://www.cbd.int/convention/text> [Accés 2/9/2012]

CBD – Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Invasive Alien Species*. En línia a: <http://www.cbd.int/island/invasive.shtml> . CBD Secretariat /United Nations Environment Programme [Accés 1/8/2012]

Clusius, C. (1576). *Rariorum aliquot stirpium per Hispanias observatarum Historia*. Antverpiae, Ex officina Christophori Plantini, Anvers.

Costanza R. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.

Crawford D.J., E. Ruiz, T.F. Stuessy et al. (2001). Allozyme diversity in the endemic flowering plant species of the Juan Fernandez Archipelago, Chile: ecological and historical factors with implications for conservation. *American Journal of Botany* 88: 2195–2203.

Crespo, M.B., J. López Alvarado, L. Sáez & G. Mateo (2012) Sobre la circunscripción y posición taxonómica de *Centaurea caballeroi* (Compositae). *Flora Montiberica* 52: 72-77

DARM - Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural Generalitat de Catalunya (2012). *Producció Agroalimentària Ecològica*. En línia a: <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR/menuitem.a74a6687483d92edc9877a10b0c0e1a0/?vgnextoid=c03cd5b95a9e7110VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=c03cd5b95a9e7110VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=detail&contentid=f03e50effc665310VgnVCM2000009b0c1e0aRCRD> [Accés, 19/2/2012].

Darwin, C. (1859). *The origin of species by means of natural selection*. John Murray, Londres.

Davies, T.J., G.F. Smith, D.U. Bellstedt, J.S. Boatwright, B. Bytebier et al. (2011). Extinction risk and diversification are linked in a plant biodiversity hotspot. *PLoS Biology* 9 (5): e1000620 doi:10.1371/journal.pbio.1000620

Davis, S.D., V.H. Heywood & A.C. Hamilton (1994). *Centres of plant diversity*. Oxford.

DeJode D.R. & J.F. Wendel (1992). Genetic diversity and origin of the Hawaiian island cotton, *Gossypium tomentosum*. *American Journal of Botany* 79: 1311–1319.

Eco, U. (2007). *Historia de la Fealdad*. Lumen, Barcelona.

Eco, U. (2009). *El vértigo de las listas*. Lumen, Barcelona.

Eriksson O. & J. Ehrlén (1992). Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia* 91: 360–364.

Erben, M. (1979). Karyotype differentiation and its consequences in Mediterranean *Limonium*. *Webbia* 34: 409-417.

Esparza-Olguín, L.G. (2004). ¿Qué sabemos de la rareza en especies vegetales? Un enfoque genético-demográfico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 17-32

- Evans, M.E.K., E.S. Menges & D.R. Gordon** (2004). Mating systems and limits to seed production in two *Dicerandra* mints endemic to Florida scrub. *Biodiversity and Conservation* 13:1819-1832.
- Fiedler, P.L.** (1987). Life history and population dynamics of rare and common mariposa lilies (*Calochortus*: Liliaceae). *Journal of Ecology*. 75: 977-995.
- Fiedler, P.L. & J.J. Ahouse** (1992). Hierarchies of cause: toward an understanding of rarity on vascular plant species. In: P.L. Fiedler & S.K. Jain [eds.], *Conservation Biology: the Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*. Chapman & Hall, Londres: 23-47.
- Fiz, O., P. Vargas, M.L. Alarcón & J.J. Aldasoro** (2006). Phylogenetic Relationships and Evolution in *Erodium* (Geraniaceae) based on *trnL-trnF* Sequences. *Systematic Botany* 31: 739-763.
- Font, X.** [coord.] (2012). *Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. En línia a: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>. [Accés 19/8/2012]
- Font Quer, P.** (1934). Observacions botàniques XII : Plantes rares de Prades. *Bulletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 34: 1-5.
- Font Quer, P.** (1963). *Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado*. Ed. Labor, Barcelona.
- Foré S.A. & S.I. Guttman** (1999). Genetic structure of *Helianthus occidentalis* (Asteraceae) in a preserve with fragmented habitat. *American Journal of Botany* 86: 988–995.
- Frankham, R.** (1998). Inbreeding and extinction: island populations. *Conservation Biology* 12: 665–675.
- Frankham, R., J.D. Ballou & D.A. Briscoe** (2002). *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Franklin, I.R.** (1980). Evolutionary changes in small populations. In: M.E. Soulé & B.A. Wilcox [eds], *Conservation Biology: an Evolutionary-Ecological Perspective*. Sinauer, Sunderland : 135-149.
- Freedman, P.** (2008). *Out of the East: Spices and the Medieval Imagination*. Yale University Press, Yale.
- García, M.B.** (2003). Demographic viability of a relict population of the critically endangered plant *Borderea chouardii*. *Conservation Biology* 17: 1672–1680.
- García, M.B.** (2008). Life history and population size variability in a relict plant. Different routes towards long-term persistence. *Diversity and Distributions* 14:106-113.
- García M.B., X. Espadaler & J.M. Olesen** (2012). Extreme Reproduction and Survival of a True Cliffhanger: The Endangered Plant *Borderea chouardii* (Dioscoreaceae). En línia: *PLoS ONE* 7(9): e44657. doi:10.1371/journal.pone.0044657

García Camacho, R., J.M. Iriondo & A. Escudero (2010). Seedling dynamics at elevation limits: complex interactions beyond seed and microsite limitation. *American Journal of Botany* 97(11): 1791–1797.

García-Serrano, H., J. Escarré & F.X. Sans (2004). Factors that limit the emergence and establishment of the related aliens *Senecio inaequidens* and *Senecio pterophorus* and the native *Senecio malacitanus* in Mediterranean climate. *Canadian Journal of Botany* 82: 1346–1355.

Gardenförs, U., C. Hilton-Taylor, G. M. Mace & J. P. Rodriguez (2001). The Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels. *Conservation Biology* 15 (5): 1206-1212.

Gaston, K. J. (1994). *Rarity*. Chapman and Hall, Nova York.

Gilpin M.E., & M.E. Soulé (1986). Minimum Viable Populations: Processes of Species Extinction. In : M. E. Soulé [ed.], *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer, Sunderland: 9–34.

Gitzendanner, M. A. & P. S. Soltis (2000). Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany* 87: 777-786.

Godefroid, S., C. Piazza, G. Rossi et al. (2011). How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation* 144 (2): 672-682.

Goñi, D. & D. Guzmán (2004). *Borderea chouardii*. In: *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid:150-151.

Görenflo, L. J., S. Romaine, R. A. Mittermeier & K. Walker-Painemilla (2012). Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. En línea: *PNAS On Line*. doi: 10.1073/pnas.1117511109 [Accés: 1/3/2013].

Hamrick, J. L. & M. J. W. Godt. 1996. Conservation genetics of endemic plant species. In: *Avise, J. C. & J. L. Hamrick [eds], Conservation Genetics*. Chapman and Hall, Nova York : 281-304.

Hanski, I. & O. Ovaskainen (2002). Extinction Debt at Extinction Threshold. *Conservation Biology* 16 (3): 666–673.

Hartley, S. & W.E. Kunin (2003). Scale Dependence of Rarity, Extinction Risk and Conservation Priority. *Conservation Biology* 17 (6): 1559-1570.

Hensen, I., A. Cierjacks, H. Hirsch, M. Kessler, K. Romoleroux, D. Renison & K. Wesche (2012). Historic and recent fragmentation coupled with altitude affect the genetic population structure of one of the world's highest tropical tree line species. *Global Ecology and Biogeography* 21 (4): 455–464.

Higginbotham J. & M. Witty (1994). *Thaumatococcus*. CRC Press, Boca Raton.

Honnay, O., B. Bossuyt, H. Jacquemyn, A. Shimono & K. Uchiyama (2008). Can the seed-bank maintain the genetic variation in the above ground plant population? *Oikos* 117: 1-5.

Iriondo, J.M., M.J. Albert, L. Giménez Benavides, F. Domínguez Lozano & A. Escudero [eds.] (2009). *Poblaciones en peligro: viabilidad demográfica de la flora vascular amenazada de España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Madrid.

Ito, M., A. Soejima & M. Ono (1998). Genetic diversity of the endemic plants of the Bonin (Ogasawara) Islands. In: T.F. Stuessy & M. Ono [eds.], *Evolution and speciation of island plants*. Cambridge University Press, Nova York :141–154.

IUCN-International Union for Nature Conservation (2012)- *The IUCN Red List of Threatened Species* vers. 2012.1. En línia a: <http://www.iucnredlist.org/> [Accés 28/8/2012]

Knapp, S. (2011). Rarity, Species Richness, and the Threat of Extinction – Are Plants the Same as Animals? En línia a *PLoS Biology* 9 (5): 1-3

Krauss, S. L., B. Dixon, and K. W. Dixon (2002). Rapid genetic decline in a translocated population of the endangered plant *Grevillea scapigera*. *Conservation Biology* 16:986–994.

Lach, D.F. & E. J. Van Kley (1998). *Asia in the Making of Europe, Vol III: A Century of Advance. Book 3: Southeast Asia*. University of Chicago Press, Chicago.

Lammi, A., P. Siikamäki & K. Mustajärvi (1999). Genetic Diversity, Population Size, and Fitness in Central and Peripheral Populations of a Rare Plant *Lychnis viscaria*. *Conservation Biology* 13: 1069–1078.

Lande, R. & D.W. Schemske (1985). The evolution of self-fertilization and inbreeding depression in plants. I. Genetic models. *Evolution* 39(1): 24-40.

Larson, D.W., U. Matthes & P.E. Kelly (2000a). *Cliff ecology. Pattern and process in cliff ecosystems*. Cambridge University Press, Nova York.

Larson, D.W., U. Matthes, J.A. Gerrath, N.W.K. Larson, J.M. Gerrath et al. (2000b). Evidence for the widespread occurrence of ancient forests on cliffs. *Journal of Biogeography* 27: 319–331

Lavergne, S., J.D. Thompson, E. Garnier & M. Debussche (2004). The biology and ecology of narrow endemic and widespread plants: a comparative study of trait variation in 20 congeneric pairs. *Oikos* 107: 505-518.

Lavergne, S., M. Debussche & J.D. Thompson (2005). Limitations on reproductive success in endemic *Aquilegia viscosa* (Ranunculaceae) relative to its widespread congener *Aquilegia vulgaris*: the interplay of herbivory and pollination. *Oecologia* 142: 212-220.

Leroux, A.D., V.L. Martin & T.Goeschl (2009). Optimal conservation, extinction debt, and the augmented quasi-option value. *Journal of Environmental Economics and Management* 58: 43-47.

Ley, A. & R. Classen-Bockhoff (2010). Parallel evolution in plant-pollinator interaction in African Marantaceae. In: *Systematics and conservation of African plants*. Proceedings of the 18th AETFAT Congress, Yaoundé, Cameroun, 26/2-2/3/2007: 847-854.

López-Alvarado, J. L. Sáez, R. Filigheddu, M. Guardiola & A. Susanna (2011). *Centaurea tripontina* (Compositae), a new species from the Pre-pyrenean mountains. *Plant Biosystems* 146 (1): 273-275.

López-Pujol, J. (2005). *Estudis de diversitat genètica d'espècies endèmiques i/o amenaçades de la Mediterrània Occidental*. Tesi Doctoral, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona.

Lopez-Pujol, J., M. Bosch, J. Simon & C. Blanche (2002). Allozyme diversity and population structure of the very narrow endemic *Seseli farrenyi* (Apiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 305-314.

López-Pujol, J., M. R. Orellana, M. Bosch, J. Simon & C. Blanché (2004). Effects of habitat fragmentation on allozyme diversity and conservation status of the coastal sand dunes plant *Stachys matitima* (Lamiaceae) in the Iberian Peninsula. *Plant Biology* 5: 504-512.

López-Pujol, J., M. Bosch, J. Simon & C. Blanché (2006). Diversitat isoenzimàtica de la flora vascular silvestre dels Països Catalans. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 74: 5-28

López-Pujol, J., J. Font Garcia, J. Simon & C. Blanché (2007). Can the preservation of historical relicts permit the conservation of endangered plant species? The case of *Silene sennenii* (Caryophyllaceae), a narrow endemic and threatened species of the Iberian peninsula. *Conservation Genetics* 8 (4): 903-912.

López-Pujol, J., R. Orellana, M. Bosch, J. Simon & C. Blanché (2007). Low genetic diversity and allozymic evidence for autopolyploidy in the tetraploid Pyrenean endemic larkspur *Delphinium montanum* (Ranunculaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 155: 211-222.

López-Pujol, J., M. C. Martinell, S. Massó, C. Blanché, J. Molero (2010). *Seseli farrenyi*: un endemisme empordanès en vies d'extinció? *Collectanea Botanica (Barcelona)* 29: 51-58.

López-Pujol, J., M. C. Martinell, S. Massó, C. Blanché & L. Sáez (2013). The 'paradigm of extremes': Extremely low genetic diversity in a extremely narrow endemic species, *Coristospermum huteri* (Umbelliferae). *Plant Systematics and Evolution* 299 (2): 439-446.

López-Vinyallonga, S., J. López-Pujol, M. C. Martinell, S. Massó & C. Blanché (2012). Genetic diversity in *Silene sennenii* Pau (Caryophyllaceae) assayed through DNA-based techniques. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 31: 7-18.

Lövei, G.L. (1997). Biodiversity: Global change through invasion. *Nature* 388: 627-628.

Martinell, M.C. (2010). *Biología de la conservación de especies amenazadas de distribución restringida en Cataluña*. Tesi doctoral (inèdita) Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona.

Martinell, M.C. (2011). *Projecte d'avaluació, seguiment, estudi demogràfic i propostes de gestió de Seseli farrenyi, espècie amenaçada, endèmica del Cap de Creus i protegida legalment. Parc Natural del Cap de Creus - Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Generalitat de Catalunya. (Document tècnic intern) 123 pp.*

Martinell, M.C., J. López-Pujol, M.R. Orellana, J. Molero, L. Sàez, M. Bosch & C. Blanché (2007). Diversidad isoenzimática en *Aquilegia pawi* (Ranunculaceae), una especie endémica extrema de "Els Ports de Tortosa" (Tarragona). *III Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*. Puerto la Cruz (Tenerife).

Martinell, M.C., S. Dötterl, C. Blanché, A. Rovira, S. Massó & M. Bosch (2010a). Nocturnal pollination of the endemic *Silene sennenii* (Caryophyllaceae): an endangered mutualism? *Plant Ecology* 211 : 203- 208.

Martinell, M. C., J. López-Pujol, M. Soto, A. Rovira, J. Simon, M. Bosch & C. Blanché (2010b). Anàlisi de la diversitat genètica de la població alt-garrotxina de *Dichoropetalum schottii*. Significació biogeogràfica. *Annals de la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural*, 4: 53-60.

Martinell, M.C., A. Rovira, C. Blanché & M. Bosch (2011a). Shift towards autogamy in the extremely narrow endemic *Aquilegia pawi* and comparison with its widespread close relative *A. vulgaris* (Ranunculaceae). *Plant Systematics and Evolution* 295 (1-4): 73-82.

Martinell, M. C., Massó, S., López-Pujol, J., M. Bosch & Blanché, C. (2011b). *Silene sennenii*, un endemisme empordanès en perill d'extinció. *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos* 42: 193-203.

Martinell, M.C., J. López-Pujol, C. Blanché, J. Molero & L. Sàez (2011c). Conservation assessment of *Aquilegia pawi* Font Quer (Ranunculaceae): a case study of an extremely narrow endemic. *Oryx* 45 (2): 187-190.

Massó, S. (2011). Estudis de biologia de la reproducció i conservació *ex situ* de l'endemisme empordanès *Silene sennenii*. Màster experimental en Ciències farmacèutiques. Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona. En línia a: <http://hdl.handle.net/2445/23622> [Accés 7/7/2012].

MEA (2005). *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis report*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Nova York.

Médail F. & R. Verlaque (1997). Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 80: 269–281.

Médail, F. (2009) Los *hotspots* de biodiversidad, una herramienta para la conservación de la flora mediterránea. *Conservación Vegetal* 13: 23 -25.

- Mills, M.H & M.W. Schwartz** (2005). Rare plants at the extremes of distribution: broadly and narrowly distributed rare species. *Biodiversity and Conservation* 6:1401-1420.
- Molero, J., A.M. Rovira, M. Bosch, J. López-Pujol, J. Simon & C. Blanché** (2003). *Peucedanum schotii* Besser ex DC. In: A. Bañares, G. Blanca, J. Güemes, J. C. Moreno & S. Ortiz [eds.], *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid : 438-439.
- Montmollin, B. de & W. Strahm** [eds.] (2005). *The Top 50 Mediterranean island plants: Wild plants at the brink of extinction, and what is needed to save them*. IUCN/SSC Mediterranean Islands Plant Specialist Group, IUCN, Gland / Cambridge.
- Montserrat, P.** (1988). Dimensió humana i científica del Dr. Pius Font i Quer. In: J.M. Camarasa [coord.], *Miscel·lània. Homenatge al Dr. Pius Font i Quer*. Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida: 65-86.
- Moreno, J.C.** [coord.] (2008). *Lista Roja 2008 de la flora vascular espanyola*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal / Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid.
- Mráz, P., J. Chrtek, J. Ferher & I. Placková** (2005). Rare recent natural hybridization in *Hieracium s. str.* – evidence from morphology, allozymes and chloroplast DNA. *Plant Systematics and Evolution* 255: 177-192.
- Muntané, J.** (2005). *Etnobotànica, etnofarmàcia i tradicions populars de la Catalunya septentrional*. Tesi Doctoral (inèd.). Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca & J. Kent** (2004). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nathan, R., A. Shmida & O. Fragman** (1996). Peripherality and regional rarity are positively correlated: quantitative evidence from the Upper Galilee flora (North Israel). In: Y. Steinberger [ed.], *Preservation of Our World in the wake of Change*, vol. VI A/B. ISEEQS Pub. Jerusalem : 561- 564.
- Oliveras de Ita, A., K. Oyama, T. Smith, R. Wayne & B. Milá** (2012). Genetic evidence for recent range fragmentation and severely restricted dispersal in the critically endangered Sierra Madre Sparrow, *Xenospiza baileyi*. *Conservation Genetics* 13 (1): 283 - 291.
- Olivier, L., J.P. Galland & H. Maurin** [eds.] (1995). *Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires*. Collection Patrimoines Naturels (Série Patrimoine Génétique). n°20. SPN-IEGB /MNHN, DNP/Ministère Environnement, Conservatoire Botanique Nationale de Porquerolles, Paris.
- Oostermeijer, J.G.B., M.W. van Eijck & J. C. M. den Nijs** (1994). Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). *Oecologia* 97:289-296.

- Orellana, M.R., J. López-Pujol, C. Blanché & M. Bosch** (2007). Genetic diversity in the endangered dysploid larkspur *Delphinium bolosii* and its close diploid relatives of Series *Fissa* in the Western Mediterranean area. *Biological Journal of the Linnean Society* 92: 773-784.
- Parejko, K.** (2003). Pliny the Elder's Silphium: First Recorded Species Extinction. *Conservation Biology* 17: 925-927.
- Pau, C.** (1885). IV. Plantas raras de Olba. In: F. Loscos [ed.], *Tratado de plantas de Aragón. Suplemento 7.º*. Establecimiento Tipográfico del Hospicio, Madrid: 66-70
- Peset, M.** (1999). *Historia de la Universidad de Valencia, vol. 1. El Estudio General*. Publicacions de la Universitat de València, València.
- Picó, F.X. & M. Riba** (2002). Regional dynamics of *Ramonda myconi*: Remnant population dynamics in a preglacial relict species. *Plant Ecology* 161: 1-13.
- Pino, J., X. Font, J. Carbó, M. Jové & L. Pallarès** (2005). Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biological Conservation* 122: 339-350.
- Pohlman, C.L., A.B. Nicotra & B.R. Murray** (2005). Geographic range size, seedling ecophysiology and phenotypic plasticity in Australian *Acacia* species. *Journal of Biogeography* 32 (2): 341-351.
- Primack, G. & J.D. Ros** (2002). *Introducción a la Biología de la Conservación*. Ariel, Barcelona.
- Pujadas-Salvà, A. J. & P. Fraga i Arguimbau** (2012). *Orobanche rumseiana* A. Pujadas & P. Fraga (Orobanchaceae), a new species from the Balearic Islands. *Candollea* 67: 65-74.
- Rabinowitz D.** (1981). Seven forms of rarity. In: H. Synge [ed.], *The biological aspects of rare plant conservation*. E. Wiley, NovaYork.
- Rabinowitz, D., S. Cairns & T. Dillon** (1986). Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In: M.E. Soulé [ed.], *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland: 182-204.
- Ramón-Laca Menéndez de Luearca, L.** (1997). Las plantas vasculares de la Península Ibérica en la obra de Clusio: envíos de semillas de Sevilla a Leiden. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 55(2): 419-427.
- Rey Benayas, J.M.** (2009). La rareza de las especies. *Investigación y Ciencia* (mayo 2009): 62-69.
- Reduron J.P., A. Charpin & M. Pimenov** (1997). Contribution à la nomenclature générique des Apiaceae (Ombellifères). *Journal Botanique de la Société botanique de France* 1: 91-104.

Rovira, A. M. (2008). *Planta del Mes núm. 5: Seseli farrenyi*. Portal de Biologia de la Conservació de plantes. Laboratori de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona. URI: <http://hdl.handle.net/2445/27726> [Accés 5/7/2012].

Rovira, A. M., J. Molero, M. Bosch, J. López-Pujol, J. Simon & C. Blanché (2003). *Seseli farrenyi* Molero & J. Pujadas. In: A. Bañares, G. Blanca, J. Güemes, J. C. Moreno & S. Ortiz [eds.], *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid : 846-847.

Rovira, A. M., M. Bosch, J. Molero & C. Blanché (2004). Pollination ecology and breeding system of the very narrow coastal endemic *Seseli farrenyi* (Apiaceae). Effects of population fragmentation. *Nordic Journal of Botany* 22(6): 727-740.

Rovira, A., M.C. Martinell, M. Soto, J. López-Pujol & M. Bosch (2009). Primeros datos de diversidad genética de la única población ibérica de *Holandrea schottii*. *IV Congreso de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas* (Almería, 15-18 de setembre de 2009)

Sáez, L., P. Aymerich & C. Blanché (2010). *Llibre vermell de les plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Argania editio, Barcelona.

Sáez, L. & J.A. Rosselló (2001). *Llibre Vermell de la flora amenaçada de les Illes Balears*. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears, Palma.

Sanz-Elorza, M., E.D. Dana Sánchez & E. Sobrino Vesperinas (2004). Sobre la presencia de cactáceas naturalizadas en la costa meridional de Cataluña. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(1): 27-33.

Schemske D.W., B.C. Husban, M.H. Ruckelshaus, C. Goodwillie, I.M. Parker & J Bishop (1994). Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* 75: 584-606.

Shaffer, C.L. (2001). Inter-reserve distance. *Biological Conservation* 100: 215-227

Simon, J. & J. Vicens (1999). Estudis biosistemàtics en *Euphorbia* L. a la Mediterrània Occidental. *Arxius de les Seccions de Ciències*, 122. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.

Smith, J.E. (1790-1793). *Icones pictae plantarum rariorum descriptionibus et observationibus illustratae*, Fasc. 1-3., Londres.

Soltis, D.E. [ed.] (1990). *Isozymes in Plant Biology*. Chapman & Hall, Londres.

Steele, R. (1982). *Flores para el Rey. La expedición de Ruiz y Pavón y la Flora del Perú (1777-1788)*. Ediciones del Serbal, Barcelona.

Thompson, J.D. (2005). *Plant evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press, Nova York.

- Thompson, J.D., S. Lavergne, L. Affre, M. Gaudeul & M. Debussche** (2005). Ecological differentiation of Mediterranean endemic plants. *Taxon* 54: 967-976.
- Turner, W.R., K. Brandon, T. M. Brooks, C. Gascon, H. K. Gibbs, K. S. Lawrence, R. A. Mittermeier & E. R. Selig** (2012). Global Biodiversity Conservation and the Alleviation of Poverty. *BioScience* 62: 85–92.
- UICN-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza** (2001). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1.*, 1era ed. UICN, Gland.
- University of Guelph** (2004) *New research explains structure, taste of Kopi Luwak coffee*. En línea a: <http://www.uoguelph.ca/news/archives/005780.html> [Accés 3/8/2012].
- Vandergast A.G., A.J. Bohonak, D.B. Weissman & R.N.Fisher** (2007). Understanding the genetic effects of recent habitat fragmentation in the context of evolutionary history: phylogeography and landscape genetics of a southern California endemic Jerusalem cricket (Orthoptera: Stenopelmatae: *Stenopelmatus*). *Molecular Ecology* 16(5): 977-992.
- Vargas, P.** (2000). A phylogenetic study of *Saxifraga* sect. *Saxifraga* (Saxifragaceae) based on nr DNA ITS sequences. *Plant Systematics and Evolution* 223: 59-70.
- Vargas, P.** (2001). Phylogenetic and evolutionary insights into the *Saxifraga pentadactylis* complex (Saxifragaceae): variation in nrITS sequences. *Nordic Journal of Botany* 21: 75-82.
- Viada, C., J. Mayol, J. Muntaner, I. Ramos, J.A. Oliver & C.M. Álvarez** (2006). *Llibre blanc de protecció d'espècies*. Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears, Palma.
- Yates, C. J. & L.M. Broadhurst** (2002). Assessing limitations on population growth in two critically endangered *Acacia* taxa. *Biological Conservation* 108 (1): 13-26.
- Yates, C. J. & P.G. Ladd** (2004). Breeding system, pollination and demography in the rare granite endemic shrub *Verticordia staminosa* ssp. *staminosa* in south-west Western Australia. *Austral Ecology* 29: 189–200.
- Yates C. J., N. Gibson, N.E. Pettit, R. Dillon & R. Palmer** (2011). The ecological relationships and demography of restricted ironstone endemic plant species: implications for conservation. *Australian Journal of Botany* 59: 692–700.
- Zamora, R.** (2002). Importancia de la heterogeneidad ambiental en la ecología de plantas carnívoras mediterráneas: implicaciones para la conservación. *Revista chilena de Historia Natural* 75 (1) Santiago . En línea a: doi: 10.4067/S0716-078X2002000100003 [Accés 17/8/2012].

DISCURS DE CONTESTACIÓ
a càrrec de l'Acadèmic Numerari

Molt Il·lustre Sr. Dr. Miquel Salgot de Marçay

Digníssimes autoritats
M.I. Senyors Acadèmics
Senyores i senyors

Responent als mandats reglamentaris i estatutaris de la casa em pertoca fer la contestació del discurs d'entrada del professor Cèsar Blanché. No és simple cortesia dir que és un plaer, ja que des que el vaig tenir com a alumne vaig apreciar la seva vàlua, fins i tot intentant que comencés a treballar amb el meu equip. Per a fortuna seva i dissort meva, la Botànica l'havia seduït i em va dir que ja estava compromès. Posteriorment i durant molts anys hem coincidit en el mateix departament de la Facultat i fins i tot he pogut treballar amb ell en una tasca prou engrescadora, el projecte de regeneració d'una pedrera. Haig de dir que la meua impressió inicial, que seria un científic excel·lent i un gran professor, s'ha vist corroborada amb escreix.

Vull iniciar la contestació dient una cosa molt simple: el Dr. César Blanché recupera per a l'Acadèmia, en profunditat, la Botànica. Dit així, és un comentari que pot semblar obvi, o potser simplista, o fins i tot rar. Res més lluny de la realitat. Els he dit recuperar per a l'Acadèmia perquè estic convençut que la Botànica mai no ens hauria d'haver deixat tan

abandonats en aquesta casa. Benvingut sigui, Dr. Blanché, com a acadèmic numerari, encara que només fos per aquest motiu, però n'hi ha més, de motius.

La Botànica ha estat i continua sent, malgrat algunes veus discordants, una de les peces clau en el saber del farmacèutic; podríem dir que una de les claus de volta que van fer engegar la professió, si volem recordar que molts dels primers remeis, que els apotecaris i els seus antecessors durant mil·lennis van facilitar a la societat, provenien de les plantes. Això ha estat cert durant molts segles i ho continua sent. Ho podem corroborar tan sols veient la farmàcia que ens acompanya, al costat d'aquesta sala d'actes. El nombre de caixes, capsos i pots de tota mena que encara s'hi troben ens ho confirma. També cal pensar que els orígens de molts dels medicaments que actualment servim a la societat tenen el seu origen en les plantes, amb més o menys transformacions. Potser els rars són aquí els remeis no relacionats amb les plantes. Amb motiu dels actes que es van celebrar arran del cinquantenari de l'Acadèmia, no fa tants anys, i en l'acte que rememorava la preparació *secundum artem* de la Triaga Magna, ho vam comprovar, precisament amb l'ajut del Dr. Blanché, que ens va aportar alguns simples potser no tan rars com exòtics; això sí, amb algun element addicional ben estrany, com l'escurçó.

No obstant això, i seguint l'argument, el fet de recuperar una ciència tan propera als farmacèutics potser ens hauria de fer pensar en la necessitat que la nostra casa fos més sensible a aquestes pèrdues temporals i ens donés més biodiversitat, incloent les espècies rares i no tant en l'*ars* farmacèutica. Ens els darrers anys hem pecat aquí per excés en algunes branques de la professió i per defecte en d'altres.

Retornem, però, a la contestació que ens ocupa i a les rareses del Dr. Blanché: s'ha dedicat a molts aspectes de la Botànica, entre els quals voldria destacar la preparació i implantació de noves eines docents i, a més, una visió del paper real que les ciències antigues en el temps, ço és la Botànica, poden jugar en el nostre país.

En el seu discurs ens trobem amb una aproximació prou curiosa al món botànic de les espècies rares. Sé que no han llegit el discurs, però en examinar-lo en detall, i els ho aconsello, trobaran que, cada cop més, totes les ciències es van re-aproximant després d'uns anys en què ha semblat que la súper-especialització (una altra raresa) era necessària per a ser un científic brillant. Òbviament hi ha dues maneres de fer créixer la ciència: en

equip o individualment. Sembla que en l'actualitat el treball en equip és necessari per al bon desenvolupament científic i això ens torna a fer pensar en termes botànics: els conjunts d'iguals asseguren la supervivència i l'individu aïllat o rar té poques possibilitats d'èxit reproductiu.

Quina és però la capacitat d'una sèrie d'individus més o menys iguals per a conquerir territori? Potser depèn del que vulguin aquests individus; i aquí ens comencen a aparèixer altres ciències, com l'economia. Què és més bo en termes de cost-benefici? Ser un individu dins una comunitat rara o ser un individu rar entre molts en una comunitat no rara. Potser depèn del tipus de raresa? Les plantes saben d'economia?

El que de ben segur saben és de fer servir d'altres espècies per a explotar-les; des de l'home que les fa anar per tot el món pel seu suposat valor estètic o les canvia genèticament perquè siguin una mica més rares, fins als pol·linitzadors que es pensen que les exploten i en realitat els fan un servei; també en aquesta pol·linització trobem coses estranyes. Som en certa manera uns devots servidors de les plantes i contribuïm a la dispersió de les seves llavors: els millors tomàquets –rars– són els que creixen en els fangs de les depuradores d'aigua residual. I recordem que el *jitomate* nadiu del que ara és Mèxic va travessar l'Atlàntic portat per l'home i va fer arrels de catalanitat juntament amb el blat.

En el discurs del Dr. Blanché trobem altres temes fascinants; tal com diu ell, l'home ha sentit des de sempre una fascinació pels objectes i pels éssers rars, rars per la lletjor o rars per la bellesa o per l'escassetat. De fet, tot allò que es desviava del cànon original era designat com a rar. Però, molt curiosament, també ens diu que les quimeres vegetals són prou apreciades, com les roses de Sant Jordi o la col-i-flor; ambdues expressions les fan servir alguns enamorats per adreçar-se afectuosament a les seves parelles. ¿Vol dir això que se senten rars, com a diferents, o bé que estan passant una etapa rara? Els qui han estat enamorats o s'enamoren sovint potser ens podrien dir si la raresa és molt o poc habitual.

Si vostès han visitat el centre de recerca del blat de moro, tornant a Mèxic, trobaran mils de varietats de grans de panís de tots colors i mides. Vol dir que són rares les varietats que s'aparten del cànon? O bé és la norma la rara? Qui no ha considerat estranys alguns éssers humans d'altres races o bé albins que ha vist per primera vegada. És a dir, són rars perquè són pocs, com els Maserati o els Bugatti. Els Porsche i els Ferrari ja han deixat de ser tan rars.

No hem deixat de parlar de rareses en el món farmacèutic. Ara mateix són notícia les malalties rares per a les quals se cerquen nous medicaments. Fa no gaire temps en vam tenir notícia i no es va dir que potser el remei per a les malalties rares es podria trobar en les plantes rares. Aquestes malalties són rares per a nosaltres, però segurament ho són molt poc per als qui les pateixen; és a dir, plantes i malalties rares són molt comunes per als patidors i per a les plantes mateixes.

I si anem més enllà seguint aquesta línia? Els senyors acadèmics són rars dins l'espècie dels apotecaris? És a dir, senyors rars que treballen amb coses rares, com l'ungüent de serp o la Triaga, però que ho troben tot molt normal. Si fem un càlcul aproximat hi ha, a tot estirar, cent acadèmics entre una població d'algunes desenes de milers o dins set milions d'habitants de Catalunya. Com han arribat vostès a ser rars? Fent servir un mecanisme poc comú com és la co-optació. Val a dir que els rars s'agrupen per a tenir més possibilitats de supervivència?

Però hi ha més coses associades a la raresa: hi ha qui fa ostentació de tenir coses rares (com els jardins botànics) o qui les amaga perquè ningú més que ell en gaudeixi, com certs col·leccionistes de coses rares, o qui compra plantes rares per tenir-les al seu jardí, o bé qui en fa col·lecció i les guarda gelosament en un herbari. Recordo que un altre botànic, d'abans del Dr. Blanché, es va quedar una planta del meu herbari perquè era rara, i després de més de quaranta anys encara recordo la seva cara de plaer per la troballa.

Bé, és tot un plaer reflexionar sobre la raresa i veure fins on es pot arribar, però potser pagaria la pena aconsellar al Dr. Blanché que no es deixi tornar rar pel vent de Palafrugell, que no s'atramuntani gens ni mica. De família de farmacèutics (el seu avi, Agustí Vergés Codinach era farmacèutic a Torelló) va canviar el camí de l'oficina pel de la Botànica, quan era ser poc comú fer aquestes coses; potser ara s'està més segur a la Facultat que a l'oficina, cosa que també ens sona una mica estrany.

Tornant a aspectes més terrenals, també és costum dir, i és veritat, que el Dr. Blanché té una família que li ha donat suport; la Rut Ferrer, també farmacèutica i catedràtica de Fisiologia de la Facultat, i els seus dos fills, en Martí i en Jaume. A tots ells els vull fer arribar la meva felicitació ja que el seu espòs i pare ja és part de la confraria dels rars entre els farmacèutics. I això els ho diu algú que encara és més exòtic en aquest món, un farmacèutic edafòleg, que a més sempre ha treballat amb aigües.

Pel que fa a la seva trajectòria professional, els haig de dir que ha estat vinculada a la Facultat, tot seguint la petja del Dr. Font i Quer, que és considerat el pare de l'escola botànica catalana contemporània. I aquí els vull esmentar una altra cosa estranya. Tota una colla de botànics van decidir un bon dia que calia tenir un record del Dr. Font i Quer a la Facultat, i es van conjurar per trasplantar-hi un descendent d'un margalló que ell havia portat al Jardí Botànic. El trobaran força eixerit al costat de l'arc que marca la porta d'entrada de la Facultat. Tan bé s'hi troba que podem trobar margallonets en totes les esclètxes de l'asfalt i del terra a cent metres a la rodona de la Facultat. I semblava rar! També cal dir que hi ha molta gent que diu que sovint havia vist el Dr. Blanché mirant detingudament a terra, en companyia del Dr. Molero, per allà baix, a les terres de l'Ebre, tots suposem que buscant herbetes rares. No hi ha millor troballa per a un botànic que descriure una nova localització d'una planta on no s'havia descrit: hi deu haver arribat sola o portada perquè la hi trobin? Sovint m'ho he preguntat. Ha aconseguit, també, crear un equip amb qui treballa de fa temps en conservació de plantes, rares i no tan.

Amb tot això és obligat dir que es va llicenciar en 1981, va llegir la tesi doctoral en 1985, és professor titular des de 1987 i catedràtic des del 2003. Ha dirigit 8 tesis doctorals, té 166 publicacions, ha liderat 10 projectes de recerca i ha tingut 32 contractes, a part de presentar 128 comunicacions i donar 27 conferències en diversos actes científics.

Tan sols em queda per dir-los que, com ja deuen haver constatat, el Dr. Blanché ha comès la raresa d'assistir a força actes de l'Acadèmia, tot i no ser numerari, que ens ha donat suport en moltes activitats, i que per això i per la seva provada trajectòria científica els puc assegurar que les seves contribucions a la institució seran rellevants; tot això els ho dic preguntant al M.I. senyor President que li lliuri la medalla i el diploma que l'acrediten com a acadèmic numerari.

Taula de Continguts

DISCURS d'ingrés de l'Acadèmic Numerari
Molt Il·lustre Dr. Cèsar Blanché i Vergés

1. PRESENTACIÓ I AGRAÏMENTS	5
2. INTRODUCCIÓ	6
2.1. L'atracció per la raresa	6
2.2. El valor de la raresa	9
3. LA RARESA EN LA BOTÀNICA ANTIGA	12
3.1 Els gabinets de curiositats	12
3.2. Llistes de plantes rares	13
4. LA RARESA EN LA CIÈNCIA BOTÀNICA ACTUAL	18
4.1. Concepte de raresa	18
4.2. Hipòtesis i contribucions teòriques sobre la raresa biològica	22
4.3. Variació del coneixement sobre plantes rares al llarg del temps	57
4.4. Conservació de la raresa	61
5. LA FLORA RARA CATALANA	64
5.1. La flora endèmica de Catalunya	64
5.2. La flora amenaçada de Catalunya	71
5.3. Causes de rarefacció. Tipologia de les amenaces sobre la flora vascular de Catalunya	80
6. CONSIDERACIÓ FINAL: CONSERVACIÓ DE LA RARESA BOTÀNICA	86
7. BIBLIOGRAFIA	89
DISCURS DE CONTESTACIÓ. A càrrec de l'Acadèmic Numerari Molt Il·lustre Dr. Miquel Salgot de Marçay	103

