REIAL ACADÈMIA DE FARMÀCIA DE CATALUNYA

DISCURS

llegit en l'acte d'ingrés de l'Acadèmic Corresponent
Il·ltre. Dr. Cèsar Blanché i Vergés
celebrat el dia 12 de març de 2007

PRESENTACIÓ

a càrrec de l'Acadèmic Numerari
Molt Il·ltre. Dr. Josep Boatella i Riera

BIODIVERSITAT I SALUT
LA SALUT DE LA BIODIVERSITAT

DISCURS
Llegit en l'acte d'ingrés de l'Acadèmic Corresponent

Il·ltre. Dr. Cèsar Blanché i Vergés

Celebrat el dia 12 de març de 2007

PRESENTACIÓ
A càrrec de l'Acadèmic Numerari

Molt Il·ltre. Dr. Josep Boatella i Riera

Barcelona
2007

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

Dipòsit legal: B. 13.066-2007
ROMARGRAF, SA – Joventut, 55 - L'Hospitalet de Ll.

PARAULES DE PRESENTACIÓ DE L'ACADÈMIC NUMERARI MOLT IL·LTRE DR. JOSEP BOATELLA I RIERA

Excel·lentísim Senyor President,
Senyores i Senyors Acadèmics,
Senyores i Senyors,

En l'entrada número 6787 de la "*Colectanea*", l'obra enciclopèdica del nostre estimat company Dr. Ramon Jordi i González hi figura el següent text: "*Vergés Torrens, Ignacio: Farmacéutico establecido en Torelló el 13.4.1900. Con título expedido el 30.5.1877*". Aquesta es la referència més llunyana que vincula al Dr. Cèsar Blanché, per via materna, amb el món de la Farmàcia i al que avui, tinc l'honor i la gran satisfacció de presentar davant de tots vostès.

A banda d'un aparent caire purament protocol·lari i de tràmit que podria donar-se a aquesta presentació i, atès que vaig ser el primer signant de la proposta, em pertoca justificar el per què de la mateixa. Explicar les raons que ens varen moure, a la Dra. Carmen de la Torre, al Dr. Jordi de Bolós, i a mi mateix, a pensar en la idoneïtat i mèrits del Dr. Blanché per ingressar en aquesta Corporació com a nou acadèmic corresponent, i sotmetre la seva candidatura, un cop acceptada, a la corresponent votació. Aquest és doncs el veritable sentit de la tasca que em disposo a realitzar.

La saga iniciada pel seu besavi Ignasi, va tenir continuïtat amb Francesc i Agustí Vergés i Codinach, aquest darrer, avi del Dr.

Blanché i amb oficina de farmàcia, primer a Torelló, a Sant Martí Sarroca després, i finalment a Barcelona. Atzars de la vida, que finalment sempre expliquen moltes coses, varen impedir que no pogués fer-se càrrec de la farmàcia de l'avi i així, es va constituir en un nou element de la saga, però ara amb una altra activitat, la docència i la recerca en l'àmbit de les Ciències Farmacèutiques en general, i de la Botànica en particular.

En una ocasió, vaig preguntar-li quins motius l'havien impulsat a cursar els estudis de Farmàcia. Recordo perfectament, la immediatesa i rotunditat de la seva resposta: l'olor! Es referia, sens dubte, a l'"ambient farmacèutic" que va viure a casa seva, degut no tan sols a les vivències i preocupacions quotidianes de l'avi, sinó també a les conseqüències de la preparació casolana de diferents especialitats. Vaig entendre perfectament el que em volia dir. Els records d'aquell ambient, de quan ell era jove, es concreten encara avui, en una sensació. Aquesta anècdota, penso que permet apropar-nos a la manera de ser del Dr. Blanché i sobretot, a la gran sensibilitat que el caracteritza.

El Dr. Blanché, m'ha confessat també que, ja finalitzant els estudis de llicenciatura, el neguit d'aprendre el va moure a buscar algun laboratori de la Facultat que l'acollís per tal de poder ampliar i aprofundir en els coneixements adquirits. I novament va actuar l'atzar i va voler que fos precisament el de Botànica. En aquest Departament, dirigit aleshores pel Dr. Juan Antonio Seoane Camba, va iniciar els seus treballs de recerca amb l'ajut de Joan Pujadas i Julià Molero, si bé cal dir que la seva carrera professional té un destacat component de tipus autodidàctic. Aquesta circumstància, juntament amb la seva vocació i dedicació, són l'origen de la considerable producció científica i l'explicació de la seva trajectòria dins el món acadèmic.

Aquests són a grans trets els orígens del nou acadèmic. Des d'un punt de vista personal, el terreny estava preparat i les llavors, va trobar-les amb facilitat ja que els seus orígens, em referixo ara als de tipus científic que, al igual que ha succeït amb la gran majoria de botànics actuals del nostre país, cal buscar-los dins l'escola iniciada per Pius Font i Quer i de la que n'han format part tant il·lustres personatges com Josep Cuatrecasas Arumí, Pere Montserrat Recoder, Oriol de Bolós Capdevila, etc., molts d'ells lligats amb el món de la Farmàcia i amb la nostra Facultat i d'altres molt relacionats, a més, amb la nostra institució, com es el cas dels acadèmics que han ostentat la medalla nº 19 d'aquesta Reial Acadèmia, el Dr. Antoni de Bolós Vayreda i la Dra. Creu Casas Sicart. Encara que tan sols sigui amb el record, penso que val la pena aprofitar aquesta oportunitat per retre'ls-hi, una vegada més, l'homenatge que tots ells mereixen. No voldria oblidar en aquesta relació al Dr. Taurino Mariano Losa España, també il·lustre botànic, i autor d'un llibre de text amb el que penso que vàrem estudiar moltes generacions de farmacèutics, que fou President i Vocal de la *Junta de Gobierno de la Sección de Barcelona de la Real Academia de Farmacia de Madrid* poc abans de la conversió d'aquella en Real Academia de Farmacia de Barcelona, un cop aconseguida "*la autonomía e independencia de esta Sección*", l'any 1956.

El Dr. Blanché, va rebre doncs la saba d'aquesta escola i d'una tradició botànica, farmacèutica i catalana, de gran qualitat. Dins d'aquest món, ha viscut molt de prop una transició que des de l'època naturalista ha desembocat en una disciplina moderna i amb un fort component científic i transversal. Així, va iniciar una primera línia de treball relacionada amb l'àmbit de la Botànica Sistemàtica, seguint sens dubte, i segurament de forma inconscient, la recomanació d'un altre il·lustre botànic i metge català del segle XVIII, Miguel Barnades Mainader en afirmar que "*solo merece llamarse botánico el que sabe reconocer las plantas con discernimiento y nombrarlas con propiedad, pues éste solo es capaz de dar razón de ellas con seguridad y certeza*", malgrat que aquesta vessant naturalista, va obrir-se en l'època del Dr. Blanché, a un àmbit amb caràcter més experimental sota la denominació de Biosistemàtica. Posteriorment, ha treballat en línies de tanta

actualitat com són la Biodiversitat vegetal, la Biologia de la Conservació o l'Etnobotànica, àmbits que requereixen de l'aplicació de bases de genètica, fisiologia, ecologia, etc. i de modernes tècniques d'anàlisi.

Precisament, el discurs que avui llegirà el nou acadèmic, tracta un tema relacionat amb la integració de tots aquests aspectes, que van des de la catalogació de la biodiversitat, fins a l'interès en l'àmbit sanitari, passant per l'anàlisi dels sistemes d'explotació.

Tota aquesta activitat, ha transcendit l'àmbit de la Facultat, i el Dr. Blanché, penso que per vocació, però també per sentiments, col·labora de forma activa amb la Institució Catalana d'Història Natural i amb el propi Institut d'Estudis Catalans, del que precisament va rebre el Premi Pius Font i Quer de Botànica, l'any 1986, i en el que actualment participa amb el projecte "Llibre vermell de la Flora amenaçada de Catalunya". Així mateix és membre de diferents comitès i grups de treball, tant de caire estatal, com internacional.

De ben segur, vaig donar alguna classe al Dr. Blanché, mentre cursava els estudis de llicenciatura. No el recordo d'aquella època. No va ser fins anys més tard, quan el vaig conèixer més a fons, gràcies a l'afinitat i empatia que va sorgir entre nosaltres, en coincidir en tasques de gestió de la Facultat. Primer, durant el deganat del Dr. Jordi de Bolós i posteriorment, com a secretari, vice-degà i adjunt al deganat durant l'època en que jo vaig tenir la responsabilitat de dirigir el centre. Durant aquest període, a banda de forjar una amistat sincera i ferma, vàrem descobrir la importància del treball en equip i fonamentat en la confiança mútua, i d'enfocar els temes sempre des d'una visió amplia i global. Eren anys en els que es veien a venir canvis molt profunds a la universitat. Amb ell, juntament amb els altres companys de l'equip, varem elaborar un *Llibre Blanc* de la Facultat, en el qual es fixaren unes bases de futur, moltes de les quals, són avui una magnífica realitat. Haig de dir que el Dr. Blanché va demostrar una gran vàlua en aquest tipus d'activitats i fou aleshores, quan vaig adonar-me que sap perfectament el que és la lleialtat ben entesa, la sinceritat i la bonhomia.

En analitzar el seu currículum s'observa un altre aspecte destacable, com és el de la transferència de coneixements, a la que avui s'atorga tanta importància. Potser de forma equivocada i per al profà, podria semblar difícil en l'àmbit de la Botànica, però la seva activitat en aquest vessant ha estat molt intensa des de l'any 1987, i en ella, destaca la seva participació en nombrosos contractes de recerca amb la Unió Europea, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya o amb empreses i altres institucions privades.

Finalment, voldria fer esment d'una faceta del Dr. Blanché, potser la més important de tot professor universitari però a la que lamentablement i de forma sorprenent, durant molts anys i per causes molt diverses, no se l'hi ha atorgat la deguda importància. Em refereixo a la docència. També el concepte de qualitat s'ha d'aplicar a aquest vessant i, avui, els processos de formació i de transmissió de coneixements, s'han modificat de forma notable. Les relacions entre el professor i l'alumne formen un sistema molt més complex que requereix també, molta vocació, dedicació i innovació. I em consta que tots els membres de la unitat de Botànica de la nostra Facultat s'han convertit en referents d'aquesta qüestió, pot ser que també per la influència del Dr. Font i Quer que tant es va destacar en aquest àmbit.

Aquesta és la presentació que volia fer del nou acadèmic. Sembla però que en un acte d'aquest tipus, l'ortodòxia obliga a fer referència als elements mes destacats del seu currículum científic. Doncs bé, el Dr. Blanché es va llicenciar en Farmàcia l'any 1981 a la Universitat de Barcelona, va obtenir el grau de doctor el 1985, i des d'una plaça de recol·lector de plantes ha superat totes les etapes necessàries per arribar a catedràtic, l'any 2003. És au-

tor de més d'un centenar d'articles i capítols de llibre i ha dirigit set tesis doctorals i nombrosos treballs de fi de carrera. Ha ocupat diferents càrrecs de gestió, d'entre els que cal destacar, a banda d'altres als que ja he fet esment, la direcció del Departament de Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia de la nostra Facultat, que ostenta en l'actualitat.

La brevetat d'aquest resum, especialment volguda, no vol desmerèixer res del que conté i representa, sinó que he preferit destacar altres qüestions que no figuren en el currículum, però que per a mi, i penso que també per l'Acadèmia, també tenen molt valor.

Cèsar, per la meva pròpia experiència, estic convençut que aquest és un dia que sempre recordaràs. És un acte de reconeixement a una trajectòria i aquest, només que aquest, és el sentit que cal donar a l'acte que avui ens reuneix. Però també el recordaran la teva esposa Rut, molt lligada per vincles familiars i laborals al món de la Farmàcia, i els teus fills Martí i Jaume. Potser ells també un dia es recordaran d'una determinada olor, però, de ben segur, que tots plegats ho faran amb l'orgull de saber que l'esforç i la dedicació, que ells coneixen molt millor que tots nosaltres, han estat tinguts en compte.

En breus moments, el President de la Reial Acadèmia t'imposarà la medalla. L'honor ja el tindràs però, ara, l'Acadèmia et demana a canvi, compromís, dedicació i les teves aportacions. Aquesta saba de cadascun de nosaltres, i la seva constant renovació, és la que dona sentit a la Institució a la que des d'ara entraràs a formar part. L'enhorabona!.

AGRAÏMENTS

Excel·lentíssim senyor President de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya
Molt Il·lustres Srs. Acadèmics,
Autoritats, Senyores i Senyors

Primer de tot, permetin-me agrair a la Reial Acadèmia de Farmàcia que hagi pensat en la meva persona com a membre corresponent d'aquesta corporació i que hagi acceptat la proposta dels Drs. de la Torre, Bolòs, i Boatella, als quals vull expressar, sincerament, la meva gratitud. Tots tres han estat professors meus durant la llicenciatura i han deixat una forta empremta en la meva formació. Més tard, he tingut l'oportunitat de col·laborar, amb el Dr. Bolòs i el Dr. Boatella, en les tasques del deganat de la Facultat de Farmàcia i d'ells he après el valor de la dedicació al servei del funcionament d'una institució que, des d'ara, intentaré també aportar a l'Acadèmia. I, especialment, he d'agrair, amb emoció, les immerescudes paraules de presentació del Dr. Josep Boatella.

Voldria també tenir ara un petit record per a les diverses generacions de la nissaga de farmacèutics de la meva família, dels apotecaris de can Vergés, de Torelló, especialment ara que té lloc el centenari de l'adopció de l'"Emulsió Vergés" pel Dispensari Antituberculós de Catalunya, el març de 1907 i, en especial per la figura del meu avi, Agustí Vergés i Codinach, que begué d'aquells orígens torellonencs per obrir una oficina de farmàcia, primer a

Sant Martí Sarroca i després a Barcelona. Aquells diumenges a la tarda, quan es preparava a casa, en una cassola de terrissa, el medicament-estrella familiar, el Cafeïnol, amarant el menjador dels aromes de l'alcohol, mentre es remenava amb una cullera de fusta, van acabar despertant en qui us parla una vocació farmacèutica per la via olfactiva, que acabà consolidada amb allò que en diem "olor de farmàcia", a l'oficina del carrer València, anys després.

Un cop a la Facultat, a segon curs de carrera, he d'agrair a dues persones que m'haguéssin obert la possibilitat, l'any 1976, de començar a col.laborar amb el Laboratori de Botànica de la Facultat de Farmàcia, on he continuat fins a l'actualitat. Són el Sr. Joan Pujadas –aleshores investigant en la flora de la serra del Boumort- i el director dels meus primers treballs, el Professor Julià Molero, avui Catedràtic de Botànica de la Facultat. El despertar de la vocació per a la ciència de les plantes en la meva persona va coincidir feliçment amb aquestes dues persones entusiastes, obertes, competents i engrescadores i amb l'entorn natural que embolcalla i enriqueix aquestes relacions humanes: les primeres excursions botàniques als Pre-Pirineus i a Múrcia i Almeria. Definitivament atrapat per la Botànica, vaig integrar-me a l'equip del Prof. Molero i he desenvolupat la meva activitat al Laboratori de Botànica, primer amb la tesi doctoral, codirigida també pel Prof. Juan A. Seoane, i després en les tasques de recerca i de docència amb els amics i amb els companys del Departament, amb els que he crescut científicament i personalment durant molts anys.

En aquests moments he de manifestar el meu record per als farmacèutics del nostre país que han excel·lit en l'estudi de la Botànica, des de temps remots i, més recentment, personificats en les figures de nivell internacional del Doctor Pius Font i Quer i del Dr. Josep Cuatrecasas i Arumí, i també dels acadèmics d'aquesta corporació, Sr. Antoni de Bolòs i Vayreda i Dra. Creu Casas i Sicart, i donar testimoni que en els nostres dies persisteix a Catalunya un nucli de botànics farmacèutics que manté viva la flama d'una de les mes antigues disciplines de les Ciències Farmacèutiques.

I un darrer esment, encara familiar, per a la meva esposa, la Dra. Rut Ferrer i Roig, professora de Fisiologia a la Facultat de Farmàcia, amb qui he compartit moltes coses, i també les professionals, i espero compartir-ne moltes més, i per als nostres fills, Martí i Jaume amb els quals ja comparteixo fins i tot taula d'ordinador. Gràcies per ser avui aquí i gràcies als amics, a la meva família i als meus pares, que ja no hi són, però que també hi són.

El tema que desenvoluparé es refereix a l'esplèndid pont que uneix dos àmbits de conceptes, el de la biodiversitat amb el de la salut, pont que té diverses arcades i em referiré a la primera de les arcades d'aquest pont, la que s'ocupa de l'estudi i la preservació de la diversitat biològica orientada a les ciències farmacèutiques; un aspecte que, a més d'interessar els botànics i els farmacèutics, té un interès especial per a les pròpies plantes, i duu per títol "Biodiversitat i Salut. La Salut de la Biodiversitat".

ÍNDEX

I. Biodiversitat i Salut 15

1. Biodiversitat i Salut 17
2. L' estudi i el coneixement de la Biodiversitat 20
2.1. Concepte de Biodiversitat 20
2.2. L'estudi de la diversitat vegetal 21
2.2.1. Sistemàtica vegetal 21
2.2.2. Catalogació de la Diversitat Vegetal 22
2.3. Diversitat genètica 24

II. La Salut de la Biodiversitat 31

1. La crisi de biodiversitat 33
2. Biologia de la Conservació 35
2.1. El procés de la pèrdua de biodiversitat 36
2.2. Impactes genèrics 37
2.2.1. Impactes a Catalunya 37
2.2.2. Competència d'espècies invasores 40
2.3. Impactes específics 42

III. Conservació de les Plantes Medicinals i Aromàtiques (PMA) 43

1. Pressió i amenaça sobre plantes medicinals silvestres 45
1.1. Quantes plantes medicinals són usades al món? . . . 46
1.2. Quantes PMA són objecte de comerç? 47
1.3. Quantes espècies de PMA són amenaçades? 48
2. Mesures de conservació aplicables a les PMA 53
2.1. Regulació legal de l'explotació: normativa general sobre conservació de la flora silvestre 53
2.2. Legislació específica sobre conservació de PMA . . 57

2.3. Aplicació del Conveni per a Diversitat Biològica (CBD) 60
3. Biologia de la Conservació de les PMA 62
4. Remarques finals 63
4.1. Impuls al coneixement general de la biodiversitat vegetal 64
4.2. Impuls a la recerca en Biologia de la Conservació 64
4.3. Impuls a la conservació efectiva de les espècies amenaçades 66
4.4. Impuls a la conservació de PMA . Nous reptes . . . 67

I. Biodiversitat i Salut

1. BIODIVERSITAT I SALUT

Biodiversitat i Salut són dos conceptes que alguns han volgut dissociats i que avui, més que mai, es troben intrínsecament relacionats, com l'actualitat tossuda s'encarrega de demostrar-nos. I no només des de les dues perspectives clàssiques, la de components de la diversitat biològica (paràsits de diversos grups de protists o d'animals, virus, bacteris, fongs) que actuen com a agents patògens o la inversa, de l'ús de components de la biodiversitat o els seus productes (per exemple, les plantes medicinals) en la lluita contra les malalties.

D'altres relacions, potser més subtils, són igualment certes. Segons demostren els documents de les Nacions Unides (CBD, 2006) els recents episodis d'intrusions catastròfiques d'aigües marines al medi terrestre a conseqüència del tsunami asiàtic o dels huracans de Florida durant l'any passat, han demostrat com la degradació dels ecosistemes litorals amb funció de barrera s'ha traduït en un agreujament importantíssim de les conseqüències d'aquests fenòmens, fatalment quantificable en vides humanes, expansió d'epidèmies i destrucció d'infrastructures i de recursos econòmics i socials. L'extensió del virus de la grip aviària, enguany, ens recorda, encara, la complexa xarxa d'organismes biològics transmissors, de rutes migratòries d'aus i de possibilitats de mutacions de genomes vírics de petites dimensions, que es resisteixen als controls de les administracions sanitàries: el conjunt del procés es troba subjecte a una dinàmica que es pot comprendre amb certa consistència des del punt de vista de la diversitat biològica i ecològica. I, encara, darrerament, hem conegut com un altre component de la diversitat biològica, l'anís

estrellat, *Illicium verum*, una de les 42 espècies del gènere *Illicium* (*Illiciaceae*) és a l'origen de l'extracció més rendible d'àcid xiquímic, precursor de l'Oseltamivir (Tamiflu®) en fase d'assaig d'una possible aplicació en la lluita contra la grip aviària. I, com a darrer exemple, a casa nostra, durant el mes de juny de 2006 va tenir lloc la primera Jornada de Paisatge i Salut, organitzada per la Conselleria de Salut de la Generalitat de Catalunya, que remarcà el necessari treball interdisciplinari entre estudiosos dels ecosistemes i de la salut, anunciant la incorporació del departament a l'Observatori del Paisatge i certificant així, l'indestriable xarxa de vastíssimes relacions entre biodiversitat i salut. No és pas per casualitat, doncs, que la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura acaba d'adoptar aquest tema, "Biodiversitat i Salut", com a *life-motif* per al Congrés Mundial de Conservació que tindrà lloc a Barcelona el proper any 2008.

I, a l'altre plat de la balança, la diversitat biològica i el funcionament dels ecosistemes segueix essent el proveïdor de sempre de serveis essencials per a la supervivència de la humanitat i, d'acord amb la hipòtesi Gaia (Lovelock & Margulis, 1996), la pròpia condició de planeta habitable de la Terra, ha estat creació de la mateixa Biosfera (dels mateixos organismes biològics) a través de la producció d'una atmosfera rica en oxigen, resultat de molts mil·lenis de fotosíntesi. D'alguna manera, doncs, nosaltres, els humans, no tenim altra opció que tornar a aprendre a conviure junts amb la diversitat biològica sobre aquest planeta, atorgant a la diversitat d'espècies un valor intrínsec, com a constituents d'un tot del que, no ho hem d'oblidar mai, també nosaltres formem part indissociable.

Alguns autors s'estimen més destacar els aspectes utilitaris dels serveis fornits per la Biosfera (aigua, aliment, energia, materials de construcció, fàrmacs, cultura o lleure i fins i tot la mateixa mitigació dels efectes del canvi climàtic) en el passat, en el present i en el futur. Segons les Nacions Unides (CBD 2006b), els serveis oferts per ecosistemes sans i biodiversos, constitueixen el fonament del benestar humà. Tanmateix, dels 24 serveis dels ecosistemes avaluats per les Nacions Unides (UNEP, 2006, a través del *Millenium Ecosystems Assessment),* 15 estan decreixent, incloent-hi la provisió d'aigua potable, la producció de pesca marina, el nombre i la qualitat de llocs de valor espiritual i religiós, la suficiència de l'atmosfera per a l'auto-depuració de contaminants, la regulació dels perills naturals, la pol·linització i la capacitat dels agrosistemes per oferir un control de plagues. La relació estretíssima entre una biodiversitat en bon estat de salut i la salut dels humans es troba tant en l'ús directe de les plantes i llurs productes (en alimentació, en farmàcia, en cosmètica, etc.) com en la xarxa més obscura i menys evident dels serveis de biodepuració d'aigües i aire, de detoxificació de sòls per plantes (fitoremediació), de la inspiració de síntesis químiques a partir de productes del metabolisme secundari de plantes i tants altres dels que he esmentat i dels que esmentaré més endavant. En relació al Canvi Global, és evident el paper fonamental de la coberta verda de la biosfera com la primera resposta al canvi ambiental, que ja està actuant, per l'increment de diòxid de carboni atmosfèric, i les comunicacions presentades al darrer Congrés Internacional de Botànica (disponibles al web www.ibc2005.ac.at) van demostrar com els processos dels ecosistemes poden mediar en la majoria dels intercanvis entre la biosfera terrestre i l'atmosfera i com són, doncs, vitals per a sostenir l'habitabilitat i la salut humana a la Terra.

Fins i tot, en el vessant oposat del problema, la pròpia recerca científica en biodiversitat sobre nous organismes va, sovint, estretament lligada –com ja ho era als segles XVIII i XIX– a la investigació en salut, com ara la recerca de noves fonts naturals de medicaments. Les salinosporamides, en fase d'assaigs clínics avançats com a inhibidors de la proliferació cel·lular (Jensen *et al.,* 2005), s'han obtingut del gènere *Salinospora*, un gènere d'actinomicets ni tan sols descrit fa només deu anys i descobert arran de l'exploració de sediments marins a molts centenars de metres de fondària.

Resta, doncs, em sembla, prou establert que existeixen múltiples connexions evidents entre Diversitat Biològica i Salut que discorren, en ambdues direccions, per aquest pont virtual que els esmentava.

2. L'ESTUDI I EL CONEIXEMENT DE LA BIODIVERSITAT

2.1. Concepte de Biodiversitat

La concepció de la diversitat biològica (entesa com va ser definida per la CBD (1992) i reconeguda darrerament sota el neologisme, que ha fet fortuna, com a *Biodiversitat*) – inclou els nivells de diversitat següents:

- Diversitat Ecològica
- Diversitat Taxonòmica
- Diversitat Genètica

És a dir que, a més del nivell d'organisme (diversitat taxonòmica, que respon a la pregunta: quantes espècies hi ha?), existeix un nivell superior de diversitat (integració en diversos ecosistemes i biomes, o diversitat ecològica; en aquest cas la pregunta és: com es distribueixen en el temps i en l'espai i com s'agrupen i es relacionen les espècies i aquestes amb el medi?) i un nivell inferior (diversitat genètica), per sota (o a l'interior) de l'espècie (en referència a: poblacions diferenciades, genotips o diversitat química, per exemple). Si ens centrem en la diversitat química dels vegetals (*cf.* Harborne, 2000), els considerables avenços en tècniques analítiques, cromatogràfiques, espectromètriques, etc., han permès caracteritzar milers de molècules resultants del metabolisme de les plantes, moltes més que entre els animals. Aquest vastíssim territori, encara deficientment explorat, el dels metabòlits bioactius, demostra la importància de la variació infraespecífica com a integrant del propi concepte de diversitat i com a font de continuades noves aportacions a l'arsenal terapèutic de la humanitat, tant si són emprats directament com si inspiren la síntesi de molècules que acabaran constituint els principis actius d'una part substancial dels medicaments d'avui i del futur.

2.2. L'estudi de la diversitat vegetal

Ultra els progressos en l'estudi de l'ecologia de les plantes, el seu funcionalisme, la seva estructura i desenvolupament, un dels reptes principals de la Botànica en l'actualitat segueix essent la comprensió de la diversitat en sí mateixa, com a patró d'organització dels organismes vegetals.

2.2.1. Sistemàtica vegetal

Els avenços dels darrers 50 anys en evolució vegetal han influït de manera profunda en les concepcions de la Sistemàtica de les plantes (vegeu-ne una molt documentada revisió als excel·lents volums commemoratius de la revista *Taxon*, (*49* (1-4), 2000 i *50* (1-4), 2001). Cal destacar, de manera rellevant, l'aportació de les tècniques de Biologia molecular en l'establiment dels sistemes de classificació, tant des del punt de vista filogenètic com des del punt de vista del concepte biològic d'espècie i, que fins i tot, han permès establir esquemes taxonòmics concrets, com a producte més visible per als usuaris de la Botànica no-especialistes en sistemàtica. En aquest darrer aspecte, convé remarcar l'avenç que ha significat la publicació, l'any 1998, del primer sistema general de les Angiospermes basat en les seqüències de 545 espècies pertanyents a 460 famílies, per a tres gens (*rbcL, atpB* i *18SrDNA*), publicat per l'equip APG (*Angiosperm Phylogeny Group*, 1998)

Tot i que coincidia aproximadament en un 60% amb els sistemes basats en caràcters morfològics tradicionals, la nova proposta ha significat una notable revolució en els ambients botànics. Les reticències inicials s'han anat esvaint, després de la confirmació en una segona edició de la proposta (coneguda com a "APG II", APG, 2003) i de les posicions de síntesi, com ara la crítica de

Stace (2005) o la presentada pel Prof. Tod Stuessy, de la Universitat de Viena, en una recent visita al CERBIV de la UB (novembre de 2005), que propugnen el necessari consens entre la sistemàtica tradicional i la basada en caràcters moleculars.

En la mateixa línia, cal prestar atenció als avenços de les propostes de rangs taxonòmics elevats (regnes, divisions), fonamentalment per part del grup que treballa en l'establiment d'un nou "Arbre de la Vida" (http://tolweb.org/tree/phylogeny.html [accés 20.III.2006]).

2.2.2. Catalogació de la Diversitat Vegetal

Els esforços de la sistemàtica per oferir models globals que permetin comprendre la diversitat de les plantes es complementen amb els projectes de catalogació i coneixement de la flora, imprescindibles per a establir estratègies correctes de gestió i d'explotació racional de les plantes. Els volums de diversitat de cada grup taxonòmic, en els nostres dies, són encara només aproximacions –indicació de la magnitud de la tasca a realitzar– i les apreciacions dels diversos autors, en ocasions, força divergents. A més, la distribució geogràfica de les espècies és força irregular: al costat de l'enorme diversitat florística coneguda de Brasil o de Colòmbia, xifrada en desenes de milers d'espècies, a l'Antàrtida es coneixen només dues espècies de plantes vasculars (*Deschampsia antarctica*, una petita gramínia i *Colobanthus quitensis*, un parent llunyà dels clavells, de flors gairebé invisibles, *cf.* García Sancho, 2004).

Recentment, Prance (2001) va revisar, els ritmes d'increment de les col·leccions d'herbari, del nombre d'espècies de plantes noves per a la ciència que es descriuen anyalment (unes 2.000 / any de mitjana!), així com les previsions d'altres autors sobre plantes sense flors, principalment Groombridge (1992), per arribar a proposar l'estimació següent (Taula 1) de taxes de diversitat, que pot prendre's com a orientativa de l'estat de coneixements actual.

Taula 1.- Nombre estimat d'espècies en diversos grups de plantes i fongs (segons Prance, 2001).

Grup	Nombre d' espècies descrites	Nombre total d' espècies (estimat)	Font
Algues	40.000	350.000	Andersen, 1992 Groombridge, 1992
Molses i hepàtiques	14.000	23.000	Groombridge, 1992
Pteridòfits i grups relacionats	13.000	¿	Michel (ined) Groombridge, 1992
Gimnospermes	600	~600	Groombridge, 1992
Angiospermes	286.000	320.000	Prance et al., 2000
Fongs	70.000	1.600.000	Hawksworth , 1991 Groombridge, 1992

Les més actuals de les estimacions, pel que fa a les Angiospermes, atenyen ja la xifra de més de 400.000 espècies (Bramwell, 2002) i segons Pearce (2002), s'ultrapassarien les 420.000. Aquests volums són avui ja àmpliament acceptats (*cf.* també Heywood & Dulloo, 2006) i, per tant, ens resten per descobrir, encara, com a mínim, unes 50.000 espècies més d'Angiospermes.

Aquest estat de la qüestió demostra, malgrat tot, el relatiu bon nivell de coneixements de les plantes amb flors, si el comparem amb altres grups com les algues o els fongs (*cf.* Taula 1), on encara podem esperar la descoberta de més d'un milió d'espècies més. Precisament, els descobriments recents, per exemple, sobre sistemes enzimàtics diferents i originals en organismes marins (com es va constatar en una recent sessió d'aquesta Reial Acadèmia) o l'innegable paper de fongs en processos de gènesi de malalties o llur ús biotecnològic, pemeten preveure un increment més que notable de l'interès pels organismes que es descobriran (i, per tant, de les biomolècules que forniran), per ara totalment inimaginables.

El progrés en el coneixement de la diversitat vegetal no és equivalent entre grups taxonòmics, però tampoc entre els diversos països del món. Podem dir, essent fidels a la veritat, que també ha avançat notablement al nostre país. En territoris mediterranis com ara Grècia o la península Ibèrica, es descobreixen cada any unes 15-20 espècies noves de flora (A. Strid, *com. pers.)* En relació a la flora vascular, la progressió de l'obra col·lectiva *Flora Iberica*, projecte en el qual participen diversos botànics farmacèutics catalans, i que des de 1986 ha vist aparèixer ja 12 dels 21 volums previstos (Castroviejo *et al.*, 1986-2005), ha estat considerada com un dels millors treballs florístics del món i estima en uns 9.000 els tàxons de la flora vascular ibèrica. La recent aparició de la darrera edició de la Flora Manual dels Països Catalans (Bolòs *et al.*, 2005) ha establert la riquesa florística d'aquest territori en un total de 4.602 tàxons (espècies i subspècies) de plantes vasculars, dels quals 279 (un sis per cent del total) són endèmics del territori. Destaquen especialment, per la seva diversitat, els territoris de les Illes Balears, la regió diànica del País Valencià i els Pirineus, que formen part d'algun dels anomenats *hot-spots* o punts calents de biodiversitat del planeta, tal com van proposar l'any 2000 els professors francesos Médail i Quézel. També s'ha iniciat, dedicada als fongs, la publicació de *Flora Mycologica Iberica* (vols. 1-4) i, a les algues, de la *Flora Algologica Iberica* i és a punt d'aparèixer la *Flora Briologica Iberica*, completada per l'equip que dirigeix l'Acadèmica emèrita d'aquesta corporació, Dra. Creu Casas i Sicart.. En resum, doncs, comencem a disposar d'un notable bagatge sobre la catalogació de la diversitat, a nivell d'organismes, del país.

2.3. Diversitat genètica

El tercer nivell de diversitat reconegut a la Cimera de la Terra de les Nacions Unides de Rio de Janeiro el 1992 és el de la diversitat genètica o infraspecifica, i la seva consideració obre tot un nou horitzó conceptual en l'estudi i l'ús de la diversitat biològica, particularment rellevant, com hem indicat abans, en el camp de les plantes medicinals, on la selecció de quimiotips i races amb composició química específica (quantitativa i qualitativa) parteix de la identificació, preservació, millora i producció dels genotips concrets.

En aquests moments, hom disposa de recopilacions molt exhaustives sobre els nivells de diversitat genètica al nivell més senzill (nombre cromosòmic) en diversos països del món (Europa, EEUU) (*cf.* IPCN, 2006) mentre que a d'altres zones del planeta no s'ha arribat, ni de lluny, a un grau raonable de coneixement de la flora ni tan sols a aquest nivell. El nostre país, en una situació intermèdia, disposa del seu catàleg de diversitat cromosòmica consultable a les bases de dades accessibles via Internet com ara Anthos (2006) o Biocat (2006).

Les estimacions de diversitat genètica basades en dades moleculars, a nivell d'individu i de població, han sofert un increment espectacular. Les tècniques d'electroforesi d'isoenzims, desenvolupades per a plantes a mitjans dels anys 80, han generat ja més de 25.000 articles recollits a la *ISI Web of Knowledge* (http://www.isiwebofknowledge.com/) i són d'aplicació a la millora vegetal, a la biogeografia, a la biologia de poblacions i a la biologia de la conservació. Més darrerament, d'altres marcadors basats en el DNA (RAPD: *Random Amplified Polymorphic DNA;* AFLP's: *Amplified Fragment Length Polymorphism*, ISSR *Inter-simple sequence repeat* o microsatèl·lits) s'han incorporat també als estudis de diversitat genètica, mentre que la seqüenciació de regions específiques del genoma, nuclear o no, adequades per a la sistemàtica (per exemple ITS: *Internal Transcribed Spacer*, $_{cp}$DNA, $_{mt}$DNA) han sofert també una enorme expansió en treballs de filogènia i sistemàtica a tots els nivells, des de l'escala d'espècie a la filogènia dels grans grups i han ajudat a desplegar el coneixement de la diversitat a escala genètica (*cf.* Galbany, 2005; del Hoyo, 2006).

Tanmateix, un dels salts qualitatius més rellevants en l'estudi de la diversitat genètica i que capta l'atenció en els nostres dies

és la seqüenciació completa del genoma de les espècies vegetals. Els genomes desxifrats totalment o parcialment atenyen, en el moment de redactar aquest treball (juny de 2006), un total de 77 eucariotes, 286 bacteris i 26 arqueobacteris, en progrés creixent: 1995: 2, 1996: 2, 1997: 8, 1998: 7, 1999: 6, 2000: 18, 2001: 28, 2002: 38, 2003: 46; 2004:67, 2005:90 i en els tres primers mesos de 2006:17 (KUBC, 2006).

A més de l'arròs, la seqüenciació del qual va finalitzar pràcticament el 2002, l'espècie més ben coneguda és *Arabidopsis thaliana*, la primera planta de la qual es va conèixer el genoma, que compta amb 117.431.442 nucleòtids, 27.329 gens proteics, 660 gens de RNA i un contingut en G+C del 36,0%. Els registres dels organismes vegetals seqüenciats es recollien a *Electronic Plant Gene Register Staswick* (2000) fins al 2000 i, a l'actualitat, són disponibles des de diversos accessos, com ara el *Kyoto University Bioinformatics Center* (KUBC, 2006) i són resumits a la Taula 2.

Encara més darrerament, s'ha impulsat el Consorci BOL (*Barcode of Life*), liderat per la prestigiosa Smithsonian Institution, on tants anys va treballar el Dr. Josep Cuatrecasas i amb seu a Washington, que promou la cerca d'una regió de DNA que permeti identificar inequívocament cadascuna de les espècies (http://barcoding.si.edu/index_detail.htm), és a dir, literalment, un codi de barres de DNA (*DNA barcode*) específic. A principis de 2006 es trobaven ja enregistrats un total de 49.255 codis per a 9.431 espècies. Naturalment, una de les dificultats a superar és determinar el fragment de DNA amb la taxa de variabilitat i, alhora, de fixació, adequades per a cada tàxon i, de moment, per a les plantes, s'ha estès l'ús del gen ***cox1*** del $_{mt}$DNA, corresponent a la subunitat 1 de la citocromoxidasa (*cf.* Tautz *et al.*, 2003 i una bona revisió a Chase *et al.*, 2005). Les perspectives d'identificació inequívoca per a les espècies a través d'aquest sistema suposen una esperança d'aplicació pràctica llargament esperada i que ja comença a tenir resultats tangibles, com ara la gestió d'exemplars de jardins botànics (J. Caujapé, *com. pers.*) o la incorporació dels fragments

Taula 2.- Organismes vegetals (plantes, fongs i algues blaves) amb genoma seqüenciat, disponibles a la KEGG *(Kyoto Encyclopaedia of Genes and Genomes,* http://www.genome.ad.jp/, actualitzat a 1 d'abril de 2006).

Grup taxonòmic	**Organisme**	**Codi KEGG**	**Complet**
PLANTAE			
Spermatophyta			
Angiospermae			
Magnoliopsida			
Brassicaceae	*Arabidopsis thaliana*	ath	2000
	Arabidopsis thaliana	eath	
	Brassica napus	ebna	
Rutaceae	*Citrus sinensis*	ecsi	
Malvaceae	*Gossypium arboreum*	egar	
	Gossypium raimondii	egra	
Leguminosae	*Gycine max*	egma	
	Lotus corniculatus	elco	
	Medicago truncatula	emtr	
Salicaceae	*Populus tremula*	eptp	
	Populus balsamifera	epba	
Asteraceae	*Helianthus annuus*	ehan	
	Lactuca sativa	elsa	
Solanaceae	*Lycopersion sculentum*	eles	
	Solanum tuberosum	estu	
Vitaceae	*Vitis vinifera*	evvi	
Liliopsida			
Gramineae	*Oryza sativa* var. *japonica*	osa	
	Oryza sativa	eosa	
	Hordeum vulgare	ehvu	
	Triticum aestivum	etae	
	Zea mays	ezma	
	Saccharum officinale	esof	
	Sorghum bicolor	esbi	
Gimnospermae			
Pinaceae	*Pinus taeda*	epta	
	Picea glauca	epgl	
Briophyta			
Musci	*Physcomitrella patens*	eppa	
	Physcomitrella patens subsp. *patens*	eppp	

Rodophyta	*Cyanidioschyzon merolae*	cme	2004
FUNGI			
Ascomycetes			
Saccharomycetes	*Saccharomyces cerevisiae*	sce	1997
	Saccharomyces paradoxus	dspd	
	Saccharomyces mikatae	dsmi	
	Saccharomyces bayanus	dsba	
	Ashbya gossypii (=Eremotheciumm gossypii)	ago	2004
	Kluyveromyces lactis	dkla	
	Kluyveromyces waltii	dkwa	
	Debaryomyces hansenii	ddha	
	Candida albicans	cal	2004
	Candida glabrata	dcgr	
	Yarrowia lipolytica	dyli	
Schizosaccharomy-cetes	*Schizosaccharomyces pombe*	spo	2002
Sordariomycetes	*Neurospora crassa*	dncr	
	Magnaporthe grisea	dmgr	
Basidiomycetes			
	Cryptococcus neoformans JEC21	cne	2005
	Cryptococcus neoformans B-3501A	dcnb	
CYANOBACTERIA			
	Synechocystis sp. PCC6803	syn	1996
	Synechococcus sp. WH8102	syw	2003
	Synechococcus sp. PCC6301	syc	2004
	Synechococcus sp. PCC7942	syf	2005
	Synechococcus sp. CC9605	syd	2005
	Synechococcus sp. CC9902	sye	2005
	Thermosynechococcus elongatus	tel	2002
	Gloeobacter violaceus	gvi	2003
	Anabaena sp. PCC7120	ana	2001
	Anabaena variabilis	ava	2005
	Prochlorococcus marinus SS120	pma	2003
	Prochlorococcus marinus MED4	pmm	2003
	Prochlorococcus marinus MIT9313	pmt	2003
	Prochlorococcus marinus NATL2A	pmn	2005
	Prochlorococcus marinus MIT9312	pmi	2005
	Cyanobacteria Yellowstone A-Prime	cya	2006
	Cyanobacteria Yellowstone B-Prime	cyb	2006

a microxips de DNA per a identificació de plantes tòxiques en mescles vegetals (Carles *et al.*, 2005), entre d'altres.

Malgrat tot aquest allau d'informació disponible, tot just comencem a intuir l'abast del contingut de la diversitat vegetal en el seu conjunt (als tres nivells: ecològic, taxonòmic i genètic) i, encara, de manera molt desigual al conjunt del planeta i als diversos grups taxonòmics. Segueix essent cert que, mentre d'algunes espècies en tenim un coneixement molt aprofundit (fins i tot el genoma sencer), d'altres són tan sols conegudes per un plec d'herbari recollit una única vegada en una única localitat i una succinta descripció morfològica. I segueix essent cert que hom considera que un bon grapat d'espècies s'han extingit sense haver estat ni tan sols identificades i descrites.

La tasca de catalogació de la biodiversitat vegetal, doncs, ha atès un volum ingent de feina realitzada pels botànics, però encara resta molt lluny de completar del tot la tasca que va iniciar Linné, al s. XVIII, d'inventariació de les espècies de les plantes (*Species Plantarum*, 1753), ara que celebrem, el 2007, el tricentenari del seu naixement.

II. La Salut de la Biodiversitat

1. LA CRISI DE BIODIVERSITAT

La corba ascendent (encara que lentament) dels coneixements sobre la diversitat vegetal i la seva catalogació s'entrecreua, però, amb la corba descendent de la pèrdua de diversitat i de la desaparició d'hàbitats i d'espècies, fenomen que ja es coneix com a "crisi de la biodiversitat".

De manera repetitiva, les convencions de les parts signatàries del Conveni sobre Diversitat Biològica de les Nacions Unides (*cf.* www.biodiv.org) (entre elles el govern espanyol) reconeixen aquesta pèrdua de diversitat i alerten sobre els perills d'extinció massiva d'espècies com a conseqüència de les activitats humanes (canvi d'ús del territori, canvi climàtic i sobreexplotació d'espècies i d'ecosistemes). No cal dir que aquestes declaracions de l'àmbit polític troben suport en tota mena d'informes i de documents provinents de les institucions científiques, que aporten indicadors de contundència, com ara, a tall d'exemple, que "la deforestació continua a un ritme de pèrdua alarmant: la pèrdua de boscos verges des de l'any 2000 s'estima en 6 milions d'hectàrees per any" (CBD, 2006b). En el camp de la Botànica, la veu més rellevant a escala mundial és el Congrés Internacional de Botànica, que té lloc cada sis anys, la darrera edició del qual va tenir lloc a Viena el 2005, amb presència de més de 3.800 participants de 97 països. D'entre les resolucions finals (disponibles al web www.ibc2005.ac.at) voldria destacar la següent:

> Refermar la resolució de l'anterior Congrés Internacional (St. Louis, Missouri, EEUU, 1999) notificant que dos terços de les espècies de plantes del món es troben en perill d'extinció en el de-

curs del segle XXI, si no s'atura l'actual transformació humana del planeta i reclamar l'acció urgent de les Nacions Unides, atesa la dependència que els éssers humans tenen de les plantes, en pràcticament cada aspecte de llurs vides, i l'expectativa d'usar-les per a bastir unes vides més sostenibles, saludables i millors en un futur. Igualment, urgir tota mena d'instàncies governamentals, nacionals i internacionals, a implementar estratègies específiques per a la conservació de les plantes.

És important en aquest moment, puntualitzar que l'extinció d'espècies pot ser un fenomen natural, atès que més del 99% de les espècies que s'estima que han habitat la Terra han desaparegut (Bañares, 2002) i aquest és un argument emprat habitualment per relativitzar l'actual pèrdua de diversitat. De fet, qualsevol espècie actual existeix gràcies a l'evolució biològica, és a dir a l'aparició de nous organismes que ha comportat l'extinció d'altres incapaços de sobreviure als canvis del medi, substituïts pels nous. I, en el passat geològic, hi ha hagut diversos episodis d'extincions massives d'espècies, als quals han seguit períodes d'especiació ràpida i de canvi. Hom està d'acord a reconèixer cinc extincions massives, basades en l'anàlisi dels sediments marins, que, per ordre cronològic, són les de l'ordovicià, la del devonià, la del permià, la del triàsic i la del cretàcic, aquesta darrera, fa 65 milions d'anys, la més popularitzada perquè comportà la desaparició dels dinosaures i propicià l'expansió dels mamífers i, en darrer terme, de l'home (*cf.* Bellés, 1994). En general, aquestes extincions foren lentes, amb la desaparició d'espècies al llarg de milers d'anys (i la recuperació consegüent, al llarg d'uns deu milions d'anys cada vegada) i aquesta és precisament la diferència amb el fenomen actual, que alguns autors han batejat com la "sisena crisi de biodiversitat".

Es tracta, doncs, d'una qüestió de ritme, de velocitat. El registre d'extincions documentades d'animals i plantes, des del s. XVII experimenta un increment brusc al s. XIX, coincidint amb la revolució industrial i l'extensió de sistemes de transformació del medi molt més agressius i, més tard, amb l'increment de la població mundial. En els darrers quaranta anys ha estat destruïda més de la meitat de tots els boscos tropicals que havien arribat fins a nosaltres (Bellés, *l.c.*). La pèrdua d'espècies en el darrer segle es produeix a una velocitat molt superior a la dels anteriors, de manera que hom preveu la desaparició d'un 25% de les espècies vegetals en els propers 20 anys (Bañares, *l.c.*) o de dos terços al final del segle XXI, com hem indicat abans (www.ibc2005.ac.at). Així doncs, la projecció és que si persisteix aquest ritme d'extinció promogut per l'activitat humana, acabaran generalitzant-se zones àmpliament deforestades i els sistemes oligoespecífics (constituïts només per unes poques espècies molt agressives i/o d'elevat valor econòmic), quan són ben reconeguts els avantatges d'una elevada biodiversitat i les no tan avantatjoses conseqüències de la seva alteració (Chapin *et al.*, 2000).

2. BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ

El reconeixement de la gravetat de l'estat de conservació de la diversitat biològica i, encara, de l'accentuació i de l'acceleració de les tendències, en definitiva, de la seva feble salut, va promoure fa uns anys la gènesi d'una nova disciplina científica, anomenada "Biologia de la Conservació" (alguns autors indiquen, com a data de naixement, la publicació del primer volum de la primera revista científica específica, *Conservation Biology*, el maig de 1987, *cf.* Meffe *et al.*, 2006; mentre que d'altres suggereixen com a origen l'aparició del llibre de M.E. Soulé, 1986, *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*).

Aquesta nova branca de les Ciències de la Vida, de caràcter netament aplicat i reconeguda com a "disciplina de crisi", té per objectiu específic la supervivència de les espècies pel seu valor intrínsec i duu aparellada la implicació d'investigadors provinents de diversos àmbits científics per encarar un compromís interdisciplinari que produeixi bases científiques per a la supervivència de

les espècies. Mai abans havia calgut un compromís amb aquesta intensitat, i la puixança de les publicacions, els fons públics que s'hi dediquen i les prioritats de recerca (Programa Marc de la UE, Plan Nacional del MEC) i formatives (Màsters europeus de les diverses Universitats) il·lustren, per sí mateixes, la gravetat del problema.

La Biologia de la Conservació no es limita a documentar els processos de declinació demogràfica de les poblacions, llur erosió genètica o llur bloqueig reproductiu, sinó també a intervenir en la promoció de maneres de gestionar els recursos naturals de manera sostenible a través de diverses iniciatives integrades (legislatives, comercials/econòmiques, científiques, tecnològiques, culturals, etc.). Amb tot, després de 20 anys de vida, la Biologia de la Conservació, malgrat els avenços científics aconseguits, només ocasionalment ha tingut impactes positius de manera significativa a l'hora de deturar la pèrdua de biodiversitat i la seva influència col·lectiva sobre les condicions globals, polítiques i qualitat de vida per als éssers humans i no humans ha estat modesta (Meffe *et al.*, 2006).

2.1. El procés de la pèrdua de biodiversitat.

Hi ha causes generals que expliquen el procés de pèrdua de diversitat i d'altres causes, específiques, que són diferents per a cada espècie. En un primer moment, esmentarem breument els **impactes genèrics** que cal tenir en consideració.

Globalment les espècies vegetals són afectades per les activitats humanes, tan directament com indirectament. Són impactes ubicus derivats d'activitats humanes, des del canvi global (canvi climàtic + canvi en l'ús del territori) fins a la fragmentació de poblacions i fins a la mateixa gestió dels recursos vegetals (Cruse-Sanders & Hamrick, 2004) que són factors independents de la biologia de cada espècie, i que en cada cas poden tenir una profunda implicació evolutiva per a les plantes: a nivell de població, la fragmentació de l'hàbitat i la degradació ambiental, pressionen sobre les poblacions silvestres resultant en la declinació de densitat i abundància, la disminució de la capacitat d'adaptació (*fitness*) i l'increment de l'aïllament entre poblacions amb reducció del flux gènic: en conjunt conduint a una pèrdua de diversitat genètica que, finalment, reduiex el potencial evolutiu d'una espècie per a respondre a canvis ambientals (Ellstrand & Elam, 1993) i l'aboca cap a l'extinció. Aquest és el procés genèric quan es dóna al llarg d'un cert temps; la destrucció física dels hàbitats de les espècies és l'altre mecanisme (en aquest cas, ràpid i irreversible).

2.2. Impactes genèrics

2.2.1. Impactes a Catalunya

Suposant que ens arribin a impactar dades referides als efectes del canvi global (recordem que hom inclou en aquest concepte el canvi climàtic i els canvis d'ús del territori que condueixen a la fragmentació de poblacions), habitualment criden la nostra atenció els efectes catastròfics espectaculars que ocorren en països llunyans: la fusió de masses de gel als pols i a les glaceres dels Alps i dels Himàlaias o la destrucció de la selva amazònica. Però també al nostre entorn més immediat hi ha indicacions claríssimes dels canvis que ja s'estan produint.

Seveixin com a exemples evidències de dades de tipus fenològic i de tipus genètic.

La Fenologia és la disciplina botànica que estudia les manifestacions estacionals (per exemple: germinació, floració, fructificació) així com la seva relació amb els factors climàtics i els altres agents biòtics. Doncs bé, comparant les dades de la dècada de 1950 amb les de l'any 2000, Peñuelas *et al.* (2002) demostren com a la localitat de Cardedeu, com a mitjana, la sortida de la fulla dels arbres s'ha avançat en 16 dies (1-4 setmanes), la caiguda de la fulla s'ha endarrerit en 13 dies (1-2 setmanes) i la floració de

les plantes arriba 6 dies abans. Complementàriament, les papallones apareixen 11 dies abans, però els ocells migratoris arriben 15 dies més tard. Naturalment, aquests canvis comporten alteracions de les sincronitzacions amb els cicles de nivells tròfics (nutrients, aigua) i de les sincronitzacions entre activitats dels components dels ecosistemes (per exemple asincronia entre fenologia de flors i dels seus pol·linitzadors o dels animals dispersadors de llavors), iniciant una xarxa de desacoblaments molt complexa i de conseqüències poc conegudes encara. No es tracta d'un exemple aïllat: en una avaluació de conjunt, T.L. Root (2003) revisa 143 treballs de recerca a escala internacional i conclou que el 80 % de les 1473 espècies que hi són analitzades es troben sota els efectes del canvi climàtic, i són diversos els treballs que documenten els efectes del canvi global tant a Catalunya (www.gencat.net/medamb) com a la Península Ibèrica en conjunt (Alcaraz *et al.*, 2004).

Un altre tipus d'evidència prové de les recerques del nostre grup de treball sobre Biologia de la Conservació d'espècies amenaçades a la conca mediterrània, que demostren com el canvi d'ús del territori i, en particular, la fragmentació dels hàbitats en unitats de mida menor, té conseqüències directes sobre la viabilitat de la reproducció o sobre els nivells de diversitat genètica de les espècies més sensibles. Així, l'abandó de l'activitat agrícola tradicional en punts del Priorat ha promogut la recolonització d'esbarzers (*Rubus ulmifolius*) que competeixen pels serveis dels pol·linitzadors i que provoquen una disminució de la quantitat i de la qualitat de la pol·linització de l'endemisme amenaçat *Delphinium bolosii* (Orellana *et al.*, 2004). Igualment, hem pogut demostrar com la reducció de la mida poblacional, subsegüent a fenòmens de fragmentació de l'hàbitat, d'espècies com *Petrocoptis montsicciana, Seseli farrenyi, Stachys maritima, Erodium rupestre, Thymus loscosii, Delphinium pentagynum, D. montanum* o el mateix *D. bolosii*, endèmiques i/o amenaçades, condueix a canvis en els sistemes reproductius (increment de l'autogàmia), a la disminució de l'eficàcia de la pol·linització i de la producció de llavors o la disminució de nivells de diversitat genètica avaluada per tècniques isoenzimàtiques i la pèrdua d'al·lels rars (que es troben en proporcions inferiors al 5%) (Blanché & Bosch (en premsa); Bosch *et al.* (1998, 2002); López-Pujol *et al.* (2001, 2002, 2003 a,b, 2004, en premsa); Orellana *et al.* (2005, en premsa), Rovira *et al.*, 2004; Simon *et al.*, 2001).

El conjunt de canvis ambientals (climàtics i d'ús del territori), doncs, repercuteix de manera **genèrica** sobre la biodiversitat i, per a algunes espècies d'ambients més sensibles, l'alteració o la desaparició dels seus hàbitats, ha comportat la seva extinció definitiva a Catalunya (Taula 3), de moment, fins a la xifra de 18.

Taula 3.- Tàxons vegetals extingits a Catalunya (Sàez *et al.*, ined.) (Extinció documentada com a "no retrobada durant almenys els darrers 50 anys", segons els criteris internacionals de la UICN, 2001. Qualificació RE: *Regionally extinct*).

Grup taxonòmic	Espècie
PTERIDÒFITS	
	Marsilea quadrifolia
	Pilularia globulifera
ESPERMATÒFITS	
	Calycotome infesta
	Cochlearia glastifolia
	Colchicum triphyllum
	Cressa cretica
	Festuca pauciuspicula
	Linaria pedunculata
	Polygonum robertii
	Ranunculus lingua
	Reseda alba subsp. *hookeri*
	Rorippa amphibia
	Ruppia drepanensis
	Sagittaria sagittifolia
	Suaeda altissima
	Spirodela polyrhiza
	Trapa natans
	Verbena supina

A escala del conjunt de l'estat, el *Llibre Vermell* de la flora amenaçada d'Espanya (Bañares *et al.*, 2004) després del treball d'estudi de més d'un centenar de botànics que van avaluar la flora vascular durant 3 anys, dóna les xifres següents: 479 espècies (un 5,5 % de la flora espanyola) amenaçades en les màximes categories internacionals (EX, EW, RE, CR i EN, *cf.* IUCN, 2001 i Figura 1), 23 de les quals extingides. La màxima concentració d'espècies extingides es troba en hàbitats litorals i ambients humits que han estat dessecats.

2.2.2. Competència d'espècies invasores

Una de les causes d'amenaça sobre el conjunt de la flora és l'extensió d'autèntiques plagues d'espècies invasores que colonitzen els hàbitats autòctons i desplacen les espècies natives, incapaces de competir-hi, atès que, de manera natural, no coexistien en els mateixos ambients o àrees geogràfiques. Les nouvingudes, finalment, hi acaben perdurant sense intervenció humana (Garcia-Serrano *et al.*, 2004). Bellès (1994) ja indicava aquesta com una de les amenaces rellevants, però sobretot per al cas de la fauna. Darrerament, Bañares *et al.* (2004) recullen les espècies al·lòctones de flora introduïdes a Espanya i n'avaluen les conseqüències, que cal adscriure al concepte general de "canvi global".

Una de les conseqüències de la globalització és el trasllat (voluntari o accidental) de diàspores diverses (propàguls, bulbs, rizomes, estolons, granes, etc.), per part de l'home, fora dels seus hàbitats naturals, és a dir, que trenquen les barreres biogeogràfiques naturals. Deixant a part les conseqüències de tipus genètic (contaminació del genoma d'espècies silvestres afins per hibridació no intencionada amb espècies conreades i/o invasores), les conseqüències purament demogràfiques i ecològiques derivades de la competència poden produir danys greus sobre la flora silvestre i, també, sobre els cultius tradicionals.

D'entre els casos més coneguts d'invasions causades per l'home a tota la regió mediterrània, destaca l'extensió de *Carpobrotus edulis*, que, originària de Sudàfrica i introduïda en jardineria per la seva resistència a l'eixut mediterrani, ha escapat a molts hàbitats, principalment costaners, desplaçant la flora local (dunes, penya-segats, etc.) i generant un greu problema demogràfic i, també, reproductiu, en demostrar-se que competeix pels serveis dels pol·linitzadors locals i provoca una disminució de l'eficàcia reproductora d'espècies silvestres endèmiques (Travesset, 2004). La seva erradicació és molt costosa i, en alguns indrets, fa part de programes finançats amb fons europeus (per exemple Projecte Life-Menorca).

En ocasions, són conseqüències sobre l'agrodiversitat i els propis beneficis econòmics humans els que se'n veuen afectats. N'és un cas el bloqueig dels canals i arrossars del Delta de l'Ebre per l'entrada, l'any 1997 de l'espècie aquàtica invasiva *Heteranthera reniformis*, probablement vinguda d'Itàlia i la posterior invasió d'altres espècies afins, com ara *H. limosa* i *H. rotundifolia* (IATE, 2001) que col·lapsen els arrossars, competeixen pels nutrients i l'espai i acaben generant la necessitat d'aplicació de més herbicides que, al seu torn, generen nous problemes ambientals. Anteriorment ja havia calgut iniciar l'erradicació del mateix indret d'una altra invasora d'aiguamolls, *Eichhornia crassipes* (Dana *et al. in* Bañares *et al.*, 2004).

Però probablement el millor exemple d'expansió ràpida d'una espècie invasora en els darrers anys a Catalunya és el de *Senecio inaequidens*, ben estudiat per un equip de la Universitat de Barcelona (Garcia Serrano *et al.*, 2004). D'origen sudafricà, va ser introduïda accidentalment a Europa i ha atès Catalunya des de terres franceses des de fa més de quinze anys, a través de camps de conreu (patates, entre d'altres) i segueix la seva expansió cap al sud, on probablement entrarà en contacte amb l'espècie autòctona *S. malacitanus*. Posteriorment, una altra espècie afí, *S. pteropho-rus*, també d'origen sudafricà, ha estat detectada des de 1995 prop de Barcelona, encara que es manté, per ara, en extensions força reduïdes. En l'actualitat s'han hagut de promoure programes es-

pecífics d'erradicació manual, tant des de zones protegides (Parc Natural del Cadí) com des d'instàncies governamentals (Govern d'Andorra), però l'aprofitament que fa l'espècie dels hàbitats oberts i perturbats i la seva fenologia tardoral (amb pocs competidors) permeten imaginar un conflicte durant força temps.

Per acabar de descriure l'estat de salut general de la diversitat vegetal més enllà del nostre país, podem recuperar ara l'escala global i eixamplar el nostre camp de visió per indicar que les darreres estimacions, publicades per Pitman & Jorgesen a *Science* el 2002, i acceptades ja generalment (*cf* Heywood & Dulloo, 2006), amb les correccions sobre nombre d'espècies endèmiques i superfície territorial de països megadiversos (com ara Equador o Brasil), xifren en més de **100.000** el nombre d'espècies vegetals amenaçades en l'actualitat, en el millor dels casos (és a dir entre un 22 i un 47 % del total de la flora vascular del món). Aquesta és la magnitud del problema.

2.3. Impactes específics

En d'altres casos, però, és la pressió i l'explotació directa sobre **espècies concretes**, la responsable dels seus nivells d'amenaça i del seu risc d'extinció. En aquest grup cal incloure-hi les espècies que s'exploten (es sobreexploten) pel seu ús fustaner, ornamental, alimentari i, també, medicinal. I aquí arribem a un punt crític en el pensament de la Biologia de la Conservació. Hom admet que la biodiversitat té un valor intrínsec, cada espècie té un valor *per se*, pel fet d'existir; i té un valor, però no té un *preu*. No obstant això, les aproximacions economicistes al valor de la biodiversitat (*cf.* Chee, 2004, entre d'altres) poden ser considerades com un instrument útil per tal de fer comprensible l'abast del risc de pèrdua de diversitat per les conseqüències econòmiques que se'n poden derivar. I en el terreny de les plantes amb valor (i preu, si voleu) utilitari, no hi ha dubte que les plantes medicinals i aromàtiques ocupen un lloc remarcable.

III. Conservació de les Plantes Medicinals i Aromàtiques (PMA)

L'oportunitat que em brinda l'Acadèmia d'adreçar-me a tots vostès em permet ara orientar aquest darrer apartat de la meva intervenció cap a un aspecte específic de la nostra activitat com a professionals, que estem implicats en l'explotació de recursos naturals per al sector farmacèutic, activitat que ha d'estar guiada per criteris d'ús sostenible que generin pràctiques ambientalment adequades, fruit de la reflexió sobre la necessitat de conservació de la diversitat biològica, també en el nostre àmbit, i de la necessària aplicació pràctica en les normatives legals que la regulen. Els documents del MPSG (*Medicinal Plant Specialist Group*), de la UICN, de *Traffic International* o el simple recordatori de casos concrets de especies explotades al nostre país (*Saxifraga vayredana, Artemisia granatensis o Gentiana lutea*, per exemple [*cf.* Seoane *et al.*, 1991; Cristóbal, 2006]) proporcionen elements útils per a aquesta reflexió.

1. PRESSIÓ I AMENAÇA SOBRE PLANTES MEDICINALS SILVESTRES

Des de temps immemorials, els pobles han recol·lectat recursos vegetals i animals per satisfer les seves necessitats. Disposem d'exemples de granes seques comestibles, bolets, fruites, espècies, gomes, llenya i materials de construcció, fibres tèxtils i tot tipus de productes vegetals i animals per a usos medicinals, cosmètics o culturals (Shippmann *et al.,* 2002). Fins i tot avui, centenars de milions de persones, principalment als països en vies de desenvolupament, satisfan una part substancial de les seves necessitats de subsistència i d'ingressos a través de productes animals i vegetals directament extrets de la natura (Iqbal, 1993; Walter, 2001). Fins i tot la recol·lecció de productes de valor elevat, com ara fongs (tò-

fones, múrgules, etc.) o plantes medicinals (exemples: gingseng –*Panax quinquefolius*-, cohosh negre –*Cimicifuga racemosa*– o el segell d'or –*Hydrastis canadensis*-, a Nordamèrica) es manté com a significativa en els països desenvolupats, per raons econòmiques i culturals (Jones *et al*, 2002).

Entre aquests usos, les plantes medicinals hi tenen un paper central, no només en el domini de la medicina tradicional mantinguda en moltes cultures, sinó també com a mercaderies que satisfan la demanda de mercats, de vegades, molt distants, en els camps, parcialment superposats, de plantes medicinals, aromàtiques, condimentàries, alimentàries o cosmètiques o, directament com a material de base per a productes extractius amb destí a la indústria farmacèutica.

La demanda d'una àmplia varietat d'espècies silvestres s'incrementa en paral·lel a l'augment de les necessitats humanes i als volums del comerç. Amb la constatació creixent que algunes espècies silvestres estan essent sobre-explotades, un bon nombre d'agències internacionals recomanen que aquestes espècies silvestres passin a ser produïdes per sistemes de cultiu (BAH, 2002; Lambert *et al.*, 1997; WHO, UICN & WWF, 1993). El conreu, tanmateix, pot tenir també impactes en la conservació que requereixen una millor comprensió. La producció de plantes medicinals a través del cultiu, per exemple, pot reduir la quantitat total extreta de les poblacions silvestres, però també pot conduir a la degradació ambiental i a la pèrdua de diversitat genètica, així com a la pèrdua d'incentius per a la conservació de les poblacions naturals (Anònim, 2002b).

Les dades següents ens permeten enfocar adequadament la qüestió i fer-nos una idea del volum del problema:

1.1. Quantes plantes medicinals són usades al món?

El nombre d'espècies que s'usen o han estat usades com a medicinals en algun lloc del món només pot ser, ara per ara, una estimació. A través de diversos càlculs i extrapolacions sobre el total global de 422.000 espècies de plantes en flor (Bramwell, 2002; Govaerts 2001), Shippmann *et al.*, (2002), estimen que el nombre d'espècies de plantes usades com a medicinals és de més de 52.000.

Per descomptat, algunes famílies botàniques presenten proporcions més altes de plantes medicinals que d'altres, com ara les apocinàcies, araliàcies, apiàcies, asclepiadàcies, canellàcies, gutíferes i menispermàcies i, a més, aquestes famílies no es distribueixen pas de manera uniforme a tot el planeta i, per tant, les proporcions d'espècies medicinals difereixen d'un país a l'altre.

1.2. Quantes PMA són objecte de comerç?

Aquestes dades són encara més difícils de calcular, tant a escala nacional com internacional. El gruix més important de material vegetal és exportat des dels països en vies de desenvolupament, mentre que els mercats principals es troben als països desenvolupats. Segons una anàlisi del UNCTAD per a 1981-1998 (Shipmann *et al.*, 2002, taula 2), si sumem els volums dels cinc països europeus de la llista d'importadors (que totalitzen 94 300 tones), en destaca la dominància d'Europa com a regió importadora. Alemanya apareix com el quart país en importació i el tercer exportador, de manera que s'expressa el paper principal d'aquest país en els intercanvis comercials de material vegetal a escala mundial.

Iqbal (1993) estima que "aproximadament 4.000 a 6.000 productes botànics medicinals són d'importància comercial", mentre que d'altres fonts estimen entre 5.000-6.000 els "productes botànics medicinals que entren al mercat mundial" (SCBD, 2001). Un examen acurat del comerç de plantes medicinals a Alemanya, identifica un total de 1543 espècies de PMA com a objecte de comerç a través d'aquest país (Lange & Shippmann, 1997). Una extensió d'aquest treball al conjunt d'Europa ateny la xifra de

2.000 espècies (Lange, 1998). L'estimació final de Shippmann *et al* (2002) és que el nombre total d'espècies de PMA objecte de comerç internacional significatiu és d'unes 2.500 en tot el món.

1.3. Quantes espècies de PMA són amenaçades?

Per tal de satisfer els mercats regionals i internacionals, les fonts de plantes són explotades en volums creixents i, majoritàriament, de poblacions silvestres (Kuipers, 1997, Lange, 1998). Els aprovisionaments de plantes silvestres en general es troben cada cop més limitats a causa de la deforestació per a l'obtenció de fustes i la conversió de zones de vegetació natural en plantacions, pastures i terres agrícoles.

En molts casos, l'impacte a través de l'extracció directa va en paral·lel amb la declinació lligada als canvis en l'ús del territori. Les espècies afavorides en un principi per l'explotació agrícola extensiva, com, per exemple, *Arnica montana* a l'Europa central, es troben ara en regressió d'acord amb els canvis en les pràciques agrícoles amb un més gran aport de nutrients als prats. Això requereix certa gestió de l'hàbitat com un factor clau en la gestió de les poblacions de les espècies (Ellenberger 1999).

L'avaluació del grau d'amenaça de les espècies vegetals s'ha anat realitzant a partir de criteris relativament subjectius fins a la publicació dels criteris establerts per la UICN (IUCN, 2001) que defineixen paràmetres mesurables, que aplicats a cada espècie, permeten reconèixer diversos graus o nivells d'amenaça, acceptats com a estàndards internacionals (Figura 1).

Les diferents categories d'amenaça es defineixen de la següent manera, segons la UICN (IUCN, 2001):

Extingit (EX): Un tàxon està "extingit" quan no resta cap dubte raonable de que l'últim individu existent ha mort, i cal demostrar-ho amb prospeccions exhaustives dels seus hàbitats cone-

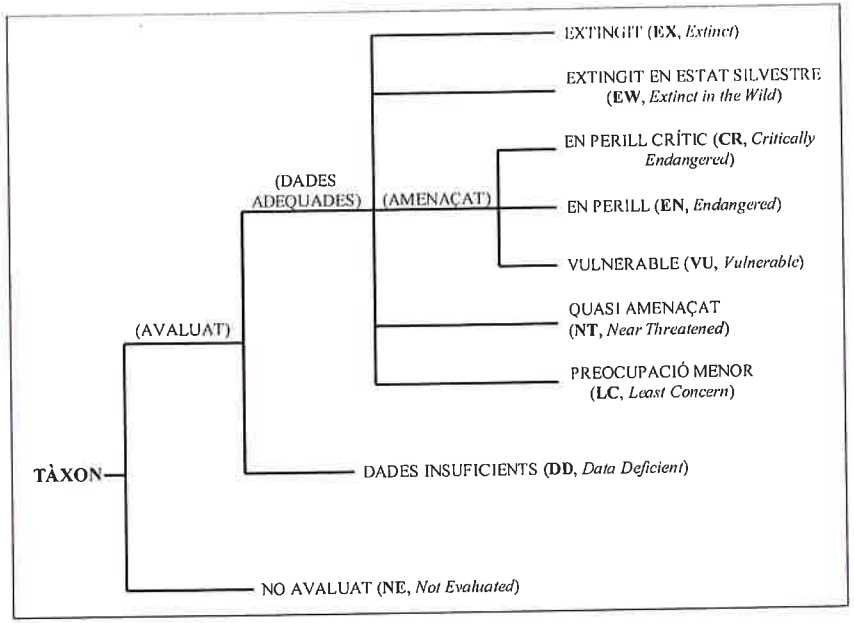

Figura 1. Categories d'amenaça de la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (IUCN, 2001).

guts i potencials, i en els moments adequats i en els períodes de temps apropiats al cicle del vida del tàxon.

Extingit en estat silvestre (EW): Un tàxon està "extingit en estat silvestre" quan només sobreviu en cultiu, en captivitat o en forma de poblacions naturalitzades completament fora de la seva distribució original.

En perill crític (CR): Un tàxon està "en perill crític" quan la millor evidència disponible indica que compleix qualsevol dels criteris A-E (*cf.* definicions a UICN, 2001), i per tant, s'enfronta a un risc extremadament elevat d'extinció en estat silvestre.

En perill (EN): Un tàxon està "en perill" quan la millor evidència disponible indica que compleix qualsevol dels criteris A-E, i per tant, s'enfronta a un risc molt elevat d'extinció en estat silvestre.

Vulnerable (VU): Un tàxon és "vulnerable" quan la millor evidència disponible indica que compleix qualsevol dels criteris A-E, i per tant, s'enfronta a un risc elevat d'extinció en estat silvestre.

Quasi amenaçat (NT): Un tàxon està "quasi amenaçat" quan ha estat avaluat segons els criteris i no satisfà, en el moment present, cap dels criteris per a estar "en perill crític", "en perill" o "vulnerable", però que està prop de satisfer-los o bé podria fer-ho en un futur proper.

Preocupació menor (LC): Un tàxon és de "preoupació menor" quan ha estat avaluat segons els criteris i no satisfà, en el moment present, cap dels criteris per a estar "en perill crític", "en perill", "vulnerable" o "quasi amenaçat". S'inclouen en aquesta categoria els tàxons abundants i d'àmplia distribució.

Dades insuficients (DD): Un tàxon s'inclou en aquesta categoria quan la informació disponible no resulta adequada per avaluar el seu risc d'extinció basant-nos en la distribució i/o condició de la població. Un tàxon inclòs en aquesta categoria pot estar ben estudiat, amb una biologia coneguda, però poden mancar les dades apropiades sobre la seva abundància i/o distribució. No és considera per tant una categoria d'amenaça, sinó que més aviat ens indica que cal més informació, no descartant que en el futur es pugui demostrar que compleix els criteris per pertànyer a alguna de les categories anteriors.

No avaluat (NE): Un tàxon es considera "no avaluat" quan encara no ha estat classificat en relació als criteris anteriorment esmentats.

Pel que fa a les PMA, la informació és centralitzada pel *IUCN Medicinal Plant Specialist Group,* que identifica les espècies de PMA que han esdevingut amenaçades per la seva extracció nosostenible i per d'altres factors. Aquesta és una tasca enorme, que podem il·lustrar amb la següent estimació: D'acord amb Walter & Gillet (1998), 34.000 espècies (o el 8 % de la flora mundial) es troben amenaçades d'extinció. Si apliquem aquest percentatge a l'estimació anterior de 52.000 espècies emprades medicinalment, se'n deriva que 4.160 espècies de PAM es troben amenaçades.

Evidentment, no totes les espècies presenten el mateix risc d'extinció quan són sobrexeplotades a les seves poblacions naturals.

Els mercats amb taxes de demanda amb creixement ràpid sovint tenen efectes sobre les espècies de recol·lecció silvestre. Un esguard més detingut revela que no totes les espècies són afectades de la mateixa manera per les pressions de la seva explotació. Les **set formes de raresa** descrites per Rabinovitz (1981) palesen que una espècie que (i) té una distribució geogràfica restringida, (ii) és hàbitat-específica i (iii) té mides poblacionals petites a tota l'àrea, és més fàcilment sobrecol·lectada que d'altres espècies amb un altre patró de distribució (Taula 4).

Segonament, la **susceptibilitat o resiliència** a la pressió de recol·lecció varia entre les espècies en funció de característiques

Taula 4.- Les set formes de raresa (segons Rabinobitz, 1981).

Distribució geogràfica	Especificitat de l'hàbitat	Mida poblacional local	
Gran	àmplia	gran	Poc compromís
		petita	
	restringida	gran	
		petita	
Restringida	àmplia	gran	
		petita	
	restringida	gran	

biològiques, com ara les diverses taxes de creixement (creixement lent o ràpid), sistemes reproductius (propagació vegetativa o predominantment sexual; taxes de germinació; dormició; apomixi) i formes vitals (herbes anuals o perennes, arbusts, arbres).

Podem distingir força bé les espècies pel que fa a la susceptibilitat a la sobrecol·lecció si hom té en compte conjuntament llur forma vital i les parts de la planta recol·lectades. La recol·lecció de fruits d'un arbre de gran longevitat significa una amenaça molt lluny de la supervivència a llarg termini respecte d'una espècie anual de la qual es recol·lecten les llavors. En el darrer cas, si es perden les llavors, es perd la planta. En alguns casos, els impactes de la recol·lecció són força més complexos; per exemple, amb arbres de creixement lent que es reprodueixen per llavor però només produeixen pocs fruits de mida gran (exemple: *Araucaria araucana* o pi dels araucans). Això incrementa la seva susceptibilitat a la sobrerecol·lecció de "baixa" a "mitjana" o fins i tot "alta". A Cunningham (2001), hom pot trobar un bon resum de predictors de resiliència o vulnerabilitat a la recol·lecció de poblacions silvestres.

En resum, podem establir que les espècies més susceptibles a la sobrerecol·leccio són hàbitat-específiques, de creixement lent i amb extracció destructiva de l'escorça, les arrels o la planta sencera. Aquestes espècies sofreixen més de la recol·lecció i moltes han estat seriosament delmades, per exemple *Prunus africana* a l'Àfrica occidental, *Warburgia salutaris* al sud d'Àfrica i *Saussurea costus* als Himàlaias (Shipmann *et al*, 2002; Fashing, 2004).

A l'estat espanyol, han estat identificades com a espècies amb problemes de conservació en els darrers anys les següents: *Arnica montana, Gentiana lutea, Petasites hybridus, Cetraria islandica, Saxifraga vayredana, Jasonia glutinosa, Ruscus aculeatus, Drosera rotundifolia, Menyanthes trifoliata* i *Valeriana officinalis* (Seoane *et al.*, 1991, Blanco & Breaux 1997), tot i que no

coneixem cap avaluació del grau d'amenaça actual seguint els criteris de la UICN (IUCN, 2001), fora de les recollides per als tàxons més amenaçats que formen part del "Llibre Vermell". En aquesta obra (Moreno *et al. in* Bañares *et al.*, 2004: 970) s'indica que l'abast del col·leccionisme i la recol·lecció tradicional s'estén a més de 425 poblacions, el 19 % del total de les estudiades (que corresponen als tàxons prioritaris més amenaçats).

2. MESURES DE CONSERVACIÓ APLICABLES A LES PMA

La constatació del gruix de la problemàtica descrita (les xifres i els volums de plantes medicinals d'origen silvestre consumides i objecte de comerç són molt grans i amenacen la pròpia supervivència de moltes espècies de PMA), en el marc general de la crisi de biodiversitat que hem enunciat, ha motivat a molts països l'establiment de diverses mesures de conservació, algunes de caràcter general per al conjunt de la flora silvestre i d'altres de manera específica per al cas de les plantes medicinals i aromàtiques que sumen una pressió específica a les causes generals de pèrdua de biodiversitat. Cal dir que, en general, es combinen estratègies de conservació *in situ* (és a dir, als hàbitats naturals, mitjançant la preservació dels espais naturals o dels sistemes d'explotacio tradicionals) amb les de conservació *ex situ* (jardins botànics, bancs de germoplasma, etc., que actuen com a mecanisme de seguretat), avui ja totalment integrades i que es recolzen en disposicions legals que afecten l'activitat comercial i industrial del sector farmacèutic en general i de les PMA, en particular.

2.1. Regulació legal de l'explotació: normativa general sobre conservació de la flora silvestre

Naturalment, les disposicions generals sobre preservació de la flora són aplicables a cada territori d'on s'obtenen plantes medicinals i les diverses partides hauran de complir amb la norma-

tiva d'origen. A Catalunya, són vigents les següents, als diversos rangs:

Internacional

Conveni de Berna. Es tracta d'un text, anterior a la Unió Europea, per a la conservació de la vida silvestre a escala continental. És una norma amb més de 25 anys de vigència (Council of Europe, 1979) i inclou 119 espècies amb més perill d'extinció, una de les quals, (*Valeriana longiflora)* es troba al límit entre Aragó i Catalunya.

Directiva Habitats. Es tracta de la primera iniciativa comunitària de conservació de la diversitat biològica a escala del conjunt d'Europa i té el màxim rang legislatiu (Directiva 92/43/CEE; Transposició per RD 1997/95). La directiva estableix la necessitat de conservar certes espècies i hàbitats significatius per al conjunt de la UE, per a la qual cosa s'establiran reserves naturals, també del màxim rang, que, en el seu conjunt han de contituir la xarxa anomenada "Natura 2000", d'actualitat en els nostres dies. L'Annex I de la directiva inclou un total de 220 hàbitats, dels quals, 130 són presents a l'estat espanyol (i representen un 60 % del total, cosa que indica una representació al territori d'una part molt significativa de la biodiversitat europea). Pel que fa a les espècies, l'Annex II (espècies prioritàries), recull 290 espècies de plantes continentals (98 a Espanya, és a dir un 33 %) i 119 de macaronèsiques (53 a Espanya, és a dir un 45 %).

D'entre les espècies de l'Annex II (prioritàries) amb presència al nostre país, podem destacar *Petrocoptis montsicciana, Jurinea fontqueri, Boleum asperum, Borderea chouardii, Kosteletzkya pentacarpa, Cypripedium calceolus* o *Ranunculus weyleri.* Algunes de les espècies prioritàries no només són endèmiques o rares, sinó que també es troben amenaçades per la pressió de recol·lecció com a medicinals, com ara *Artemisia granatensis* i disposen així dels màxims nivells de protecció. D'altres espècies emprades a

casa nostra com a PMA apareixen a l'Annex IV (protegides), com ara *Saxifraga vayredana* i l'Annex V inclou un llistat d'espècies que "poden" ser objecte de mesures de conservació, i on apareixen un bon nombre de plantes amb ús medicinal (*Lycopodium sp., Arnica montana, Narcissus juncifolius, Gentiana lutea, Ruscus aculeatus*).

Estatal

Malgrat que la major part de competències de conservació de la natura han estat transferides a les Comunitats Autònomes, l'estat espanyol conserva instruments potents de protecció com són:

Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNAE). Creat per RD 439/1990 i actualitzat succesivament (la darrera revisió data del 2004 (OM. MAM/2784/2004) i ara el catàleg conté 596 espècies de flora i fauna amenaçades, 157 de les quals, qualificades com "en perill d'extinció". Per a les espècies vegetals, en prohibeix la tinença, destrucció, sega i alteració de l'hàbitat.

Parques Nacionales. Constitueix la figura legal espanyola que pot conferir un grau de protecció més important a una part del territori i, lògicament, protegeix les espècies que viuen a l'interior del seu perímetre i en regula, si escau, la possible explotació. A Catalunya hi ha un únic parc nacional, el de Sant Maurici-Aigües Tortes (creació el 1955).

Nacional

El conjunt de mesures de protecció de la natura de Catalunya es troba disponible al web del Departament de Medi Ambient i Habitatge (http://www.gencat.net/mediamb/pn/2protnat.htm), sota el portal PROTNAT (Base de dades de Protecció de la Natura). A part de l'aplicació al territori de normativa de tipus general (regulació urbanística, plans especials, declaració d'impacte ambiental, mesures de correcció d'activitats extractives o la regla-

mentació de la limitació circulació motoritzada, llei forestal, entre d'altres) amb incidència sobre la conservació de la flora, existeix legislació catalana sobre la conservació dels espais i de les espècies, que resumim tot seguit.

PEIN (Pla d'Espais d'Interès Natural). El Pla PEIN, establert per Decret 328-1992 de 14 de desembre (DOGC 1.3.93) desenvolupa la Llei d'Espais Naturals (L 12/1985) i identifica un total de 144 espais, que sumats signifiquen el 20,4 % del territori de Catalunya, que han de ser objecte de protecció sota alguna de les categories previstes per la llei (Parc Nacional (llei estatal); Parc Natural (decret); Reserva Natural (ordre); PNIN). A més, el PEIN conté un annex (Annex 3) amb una llista d'espècies estrictament protegides per a cada un dels 144 espais; d'aquestes, diverses espècies vegetals ho són per la pressió local a que es troben sotmeses per causa de la seva recol·lecció com a medicinals (per exemple, *Dictamnus albus* o bé *Polygonatum odoratum* estan protegides als espais del sud de la demarcació de Tarragona pel seu ús tradicional en medicina popular).

L'eficàcia de l'activitat de conservació dels espais del PEIN és, com a mínim, discutible: un recent estudi de la Institució Catalana d'Història Natural (ICHN) demostra que el 72 % dels espais naturals protegits de Catalunya estan afectats per amenaces de certa importància, per factors diversos (Mallarach *et al.,* 2004).

Ordres de protecció d'espècies. A manca d'una autèntica estratègia de conservació conjunta de la flora de Catalunya, existeixen ordres de protecció com ara l'Ordre de protecció de la flora de 1984, on són **regulades** amb autorització prèvia, la recol·lecció de grèvol (*Ilex aquifolium*), genciana (*Gentiana lutea*) i margalló (*Chamerops humilis*) i **protegides** el teix (*Taxus baccata*) i la flor de neu (*Leontopodium alpinum*), l'Ordre del verd nadalenc de 1986 (que reforça la normativa sobre teix i grèvol) i, més darrerament l'Ordre sobre *Posidonia oceanica* i *Caulerpa taxifolia*. Finalment, cal dir que obtenen un cert grau de protecció 230 Arbres

monumentals catalogats i 16 Arbredes monumentals (PROTNAT, 2006). De tota aquesta normativa destaca, en relació a les PMA, la protecció del teix i la regulació de recol·lecció de la genciana. En el moment de finalitzar el text, s'ha obert el termini d'exposició pública d'un nou decret de creació del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya que actualitzarà les disposicions existents.

Privada – Societat civil

La iniciativa privada, al marge de les administracions i seguint l'exemple britànic de fa dècades, ha optat per entrar també en acció en el camp de la conservació. Diverses (unes quaranta) fundacions i grups de Catalunya, Balears i Andorra, coordinats per la Xarxa de Custòdia del Territori, gestionen ja més de 90.000 hectàrees, amb contractes o acords que combinen aprofitaments parcials i tradicionals amb les funcions de conservació d'aquests espais i que aporten una possibilitat de regulació addicional de la recol·lecció de PMA.

2.2. Legislació específica sobre conservació de PMA

El conveni CITES

El principal instrument per al seguiment i la restricció del comerç d'espècies amenaçades per sobrexplotació és el conveni CITES (*Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora),* que va entrar en vigor l'any 1975, conegut també com a conveni de Washington (disponible a www.cites.org). Els 158 estats que tenen signat en l'actualitat el conveni (entre ells, Espanya), estan obligats al seguiment i control del comerç internacional de les plantes i els animals llistats en els dos apèndixs principals de CITES, com a mesura considerada més efectiva que la mera inclusió en una llista d'espècies protegides. Per exemple és, generalment, coneguda la inclusió a CITES de la banya d'ivori dels elefants, de manera que hom ha considerat més

eficaç per a la conservació de l'espècie la regulació del comerç d'ivori que no pas la prohibició de cacera dels elefants.

L'Apèndix I prohibeix el comerç d'espècimens silvestres de les espècies que hi són llistades, excepte per raons com ara la recerca científica, mentre que l'Apèndix II requereix els països signataris a emetre autoritzacions d'exportació que confirmin que la recollecció de les espècies llistades no n'afecta l'estat de conservació i als importadors, a comprovar les autoritzacions dels materials vegetals entrants. Finalment, cada país signatari ha de designar autoritats científiques per a l'estudi de les espècies llistades i les corresponents autoritats de gestió per a emetre autoritzacions i certificats.

Les espècies poden ser afegides, eliminades o transferides entre Apèndixs per mitjà de reunions bienals dels països signataris (anomenades Conferències de les Parts, COPs). Principalement des de la dècada dels 90, s'han afegit fins a 64 espècies vegetals als Apèndixs de la CITES a causa de llur explotació com a plantes medicinals (Taula 5) i, sumant-hi les incloses per d'altres motius, el total d'espècies aromàtiques i medicinals incloses ateny la xifra de 338 en l'actualitat (Taula 6).

A l'estat espanyol, la missió de vigilància i control de CITES és duta a terme pel *Servicio de Protección de la Naturaleza* (SEPRONA) de la Guàrdia Civil. Per a la conservació efectiva de les plantes medicinals, aquest conveni internacional duu a terme tasques de manera força eficaç (Shippmann *et al*, 2002), com ara: (i) el seguiment del comerç a nivell d'espècie; (ii) focalitzar l'atenció sobre espècies d'ús rellevant i d'elevada prioritat amb valor global i (iii) cridar l'atenció internacional sobre espècies medicinals amenaçades. Com a instrument de conservació, tanmateix, CITES té algunes limitacions importants: (i) diversos països són reticents a donar suport a la inclusió d'espècies comercialment importants, tot i que existeixi justificació per al seguiment o la restricció de llur comerç, per por de perdre bescanvis comercials significatius; (ii) no existeix seguiment del comerç interior; (iii)

Taula 5.- Plantes medicinals incloses als apèndixs de la CITES (2005) (www.cites.org).

Espècie	Data d'inclusió a l'Apèndix II		Observacions
Dioscorea deltoidea	1.7.1975	1975	
Panax quinquefolius	1.7.1975		
Saussurea costus	1.7.1975		1.8.1985: → Apèndix I
Podophyllum hexandrum	1.8.1990	1990	
Rauwolfia serpentina	1.8.1990		
Aquilaria malaccensis	16.2.1995	1995	
Prunus africana	16.2.1995		
Pterocarpus santalinus	16.2.1995		
Taxus wallichiana	16.2.1995		
Hydrastis canadensis	18.9.1997	1997 2000 2005	
Nardostachys grandiflora	18.9.1997		
Picrorhiza kurrooa	18.9.1997		
Adonis vernalis	19.7.2000		
Cistanche deserticola	19.7.2000		
Panax ginseng	19.7.2000		
Aquilaria spp.	12.1.2005		>24 espècies
Hoodia spp.	12.1.2005		14 espècies
Gyrinops spp.	12.1.2005		7 espècies
Taxus chinensis, T. fuana T. cuspidata, T. sumatrana	12.1.2005		4 espècies
Nombre total d'espècies			1 espècie Apèndix I 63 espècies Apèndix II

una part substancial del comerç internacional no és objecte de seguiment perquè el material exportat (per exemple extractes o escorces dessecades) és difícil de ser adscrit a una espècie concreta amb precisió i (iv) CITES es concentra en les espècies que ja estan amenaçades, més que no pas en la prevenció de l'amenaça.

L'extensió de les tècniques de la Biologia molecular i la millora de les tècniques analítiques comença a permetre darrerament la certificació de la identitat botànica de mostres molt fragmentades de PMA, o fins i tot, llur origen geogràfic (Carles *et al*, 2005,

Taula 6.- Nombre total d'espècies vegetals medicinals i aromàtiques incloses als apèndixs de la CITES (2005) (www. cites.org).

Família	Tàxon inclòs a CITES	Espècies	Apèndix	EU
Amaryllidaceae	*Galanthus spp.*	2	II	B
Cactaceae	*Cactaceae spp.*	10	II	B
Dicksoniaceae	*Cibotium barometz*	1	II	B
Droseraceae	*Dionaea muscipula*	1	II	B
Euphorbiaceae	*Euphorbia spp.*(només suculents)	9	II	B
Liliaceae (Aloeaceae)	*Aloe spp.*	21	II	B
Nepenthaceae	*Nepenthes khasiana* *Nepenthes distillatoria*	1 1	I II	A B
Orchidaceae	*Orchidaceae spp.*	221	II	B
Primulaceae	*Cyclamen spp.*	2	II	B
Zygophyllaceae	*Guaiacum spp.*	5	II	B
Espècies llistades específicament com a PMA		1 63	I II	A B

Joshi *et al.*, 2005, Ottesen & Ziobra, 2006), de manera que properament es podran superar alguns dels inconvenients apuntats i que són crucials en programes de conservació d'espècies medicinals (Javornik, 2004).

2.3. Aplicació del Conveni per a Diversitat Biològica (CBD)

Finalment, un tercer grup d'activitats de conservació i d'iniciatives sorgeix del desenvolupament del Conveni per a Diversitat Biològica (CBD), establerta el 1992 a la reunió de Nacions Unides que mediàticament es coneix com a Cimera de la Terra de Rio de Janeiro (CBD, 1992; 2006).

A l'abril de 2002, el CBD va adoptar –sorprenentment per a molts botànics– una Estratègia Global per la Conservació de les Plantes (*Global Strategy for Plant Conservation, GSPC*), amb 14 objectius clars i definits per a l'any 2010. L'objectiu a llarg termini de l'estratègia és deturar la pèrdua actual i continuada de diversitat vegetal i, per a les plantes medicinals, proporciona un marc coherent per als reptes de conservació específics de les PAM.

Els detalls d'aquests objectius es poden trobar a Internet (http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/plant/targets.asp) incloent-hi els referits a (i) Coneixement i documentació de la diversitat vegetal (1-3); (ii) Conservació de la Diversitat Vegetal (4-8); (iii) Ús sostenible de la diversitat vegetal (9-11); (iv) Promoció, Educació, Formació i Organització (12-14). Com a conseqüència, Europa ha adoptat, al seu torn, una Estratègia europea pròpia (Council of Europe, 2002) i Espanya, com a signatària, s'ha compromès també a prendre mesures concretes i mesurables, encara per definir, però, en l'actualitat. Aquestes estratègies es defineixen a través d'objectius concrets a aconseguir i inclouen apartats específics destinats a les PMA que, en els propers mesos es traduiran en noves regulacions a diversos països i, també, al nostre. En el camp concret de les PMA destaquen els objectius 2.11 (inventariació i conservació del 80% de diversitat genètica del 30 % de plantes d'interès econòmic i etnobotànic en bancs de germoplasma) i 3.1. (millora de pràctiques sostenibles de plantes medicinals, avaluació de casos-pilot i síntesi de bones pràctiques) (Council of Europe, *l.c.*).

Finalment, un nou concepte emergit del CBD és el dret a l'accés a la informació i els hipotètics drets de propietat i conservació del coneixement tradicional sobre l'ús de PMA. El conflicte entre usuaris locals i forasters ha estat estudiat amb simulacions provinents de la teoria dels jocs (Bhat, 1999) i ha posat sobre la taula nous problemes no plantejats fins ara. Així, surten a la llum conflictes entre drets de propietat intelectual (patents, secrets de comerç) d'indústries i de comunitats indígenes, conflictes de dret i economia ambiental que tenen implicacions en conservació, etc., que, després d'una acurada comparació d'informació biològica i econòmica i, ben identificades les causes del conflicte, acaben demostrant que la millor solució és sempre la cooperació (Bhat, *l.c.*).

3. BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ DE LES PMA

La Biologia de la Conservació pot aportar la base científica per permetre l'ús sostenible de plantes medicinals d'origen silvestre, com a complement tècnic a les regulacions legislatives enunciades més amunt. Per exemple, Cruse-Sanders & Hamrick (2004) han estudiat l'efecte de la recol·lecció sobre *Panax quinquefolius*, el gingseng americà, recol·lectat durant més de 250 anys, sobre les poblacions naturals, i comproven la disminució dels nivells d'heeterozigosi, la fragmentació de les poblacions i la modificacio de les piràmides d'edat, cap a plantes de menys edat que, a més, presenten nivells de diversitat genètica més baixos. El treball conclou prioritzant les poblacions que cal conservar estrictament, la mida mínima viable de les poblacions, i una estratègia de recol·lecció que mantingui taxes mímimes d'adults i determinats percentatges d'extracció, de manera que es permet compatibilitzar recol·lecció i conservació. Altres exemples es troben a les guies de gestió de poblacions explotades, derivades també de la investigació en Biologia de la Conservació, per exemple de *Prunus africana* (Fashing, 2004; Hernández-Bermejo, *com. pers.*), que permeten orientar processos d' explotació sostenible i que il·lustren las enormes possibilitats d'actuació amb el suport científico-tècnic adequat. En aquest entorn, és especialment rellevant la tasca del *Medicinal Plant Specialist Group de la UICN* que documenta científicament les amenaces i proposa accions a governs i organismes internacionals, a través de la revista *Medicinal Plant Conservation.*

Moltes d'aquestes iniciatives tenen lloc també a Europa. Baricevic *et al.* (2004) recullen amb precisió els esforços en conservació de plantes medicinals, d'una gran diversitat, que tenen lloc al nostre continent.

A Catalunya, convé destacar especialment, en aquest àmbit, el treball impulsat pel Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya (CTFC), amb seu a Solsona, que compatibilitza l'estímul al sector productiu català (a través d'ACPPAM, Associació Catalana de Productors de Plantes Aromàtiques i Medicinals, que agrupa uns 120 associats) amb els estudis de base sobre mètodes d'explotació racional i sostenible. La situació actual és descrita a Cristòbal (2006), pel que fa al foment de la producció ecològica i certifica l'activitat de recol·lecció silvestre a Catalunya d'espècies com *Gentiana lutea, Arctostaphyllos uva-ursi, Arnica montana, Urtica dioica, Calluna vulgaris, Tillia platyphyllos, Viscum album, Anemone hepatica, Equisetum arvense, Sambucus nigra, Jasonia glutinosa* o *Crataegus monogyna*, activitat que es concentra a les comarques del Pallars Sobirà, Alt Urgell, Vall d'Aran, Cerdanya i Ripollès. El CTFC ha endegat també propostes de conservació i d'explotació sostenible d'espècies sotmeses a pressió de recolecció, a través d'alternatives de cultiu i de l'estudi de la biologia reproductiva de les plantes (germinació, supervivència), en *Arnica montana* i *Gentiana lutea*, tot i que els productes finals han trobat diversos problemes de comercialització (*cf.* Cristóbal *et al.*, 2004).

De manera anàloga, d'altres comunitats (Aragó, Andalusia, Castella-La Manxa, Extremadura) han endegat també accions pràctiques de conservació, en aquest cas de germoplasma vegetal seleccionat després de programes d'*screening*, tant a través d'universitats i centres de recerca, com de jardins botànics (Sóller, Còrdova, Madrid) (Cristóbal *et al.*, 2004).

4. REMARQUES FINALS

A la vista dels problemes de salut que té la biodiversitat vegetal, s'imposa la necessitat d'emprendre accions concretes de caràcter immediat i, al mateix temps, contribuir al debat per a comprendre la complexitat del fenòmen i crear els instruments necessaris per permetre una coexistència sostenible entre els organismes vius i els humans. Permeteu-me, per acabar, enunciar algunes d'aquestes accions futures o en curs:

4. 1. Impuls al coneixement general de la biodiversitat vegetal

Hem de reconèixer que, malgrat la importància de les plantes com a creadores dels hàbitats per a tots els altres organismes terrestres i malgrat tots els esforços durant anys de treball en investigació taxonòmica, encara no disposem d'un recompte de la flora de tot el planeta i que algunes zones del món no tenen ni tan sols un llistat preliminar. En conseqüència, cal urgir els esforços necessaris de la comunitat científica i dels organismes internacionals i, en especial, d'acord amb la resolució del Congrés Internacional de Botànica de Viena (www.ibc2005.ac.at) de les Nacions Unides, a través de l'Objectiu 1 de l'Estratègia Global per a la Conservació de Plantes, per a produir una llista global utilitzable abans de l'any 2010, al mateix temps que cal encoratjar els autors de flores regionals i dels programes internacionals com ara *Species Plantarum* (SPP) a promoure la cooperació entre equips i a obtenir recursos locals per a la redacció d'aquests catàlegs florístics regionals o locals. Per la seva rellevància aplicada, cal assegurar una dedicació especial a l'estudi i el coneixement de la diversitat infraespecífica o genètica.

4.2. Impuls a la recerca en Biologia de la Conservació

La Biologia de la Conservació ha superat la seva adolescència i, com a disciplina amb 20 anys d'existència (Soulé, 1986) ha vist com, malgrat l'escassa influència sobre les causes que generen la pèrdua de diversitat, s'entreveuen signes de correcció d'alguns processos: s'han identificat els fenòmens de desertificació en certs indrets; l'energia solar prolifera tant en països en desenvolupament com als països industrialitzats; les tècniques de gestió d'espècies i d'ecosistemes amenaçats han millorat i estan essent implementades en alguns casos; la nostra capacitat per restaurar hàbitats aquàtics i terrestres està millorant, amb exemples a tots els continents. Els arguments sòlids, a llarg termini, de com acomplir la conservació no han èstat resolts per complet, però els

més conflictius, han estat dissipats, atès que els especialistes en Biologia de la Conservació han après a acceptar el pluralisme en llurs mètodes. En l'actualitat tenim els mitjans científics i tècnics per aconseguir grans fites en conservació (Meffe *et al.*, 2006). Però, n'hi ha prou?

La Biologia de la Conservació ha atès uns nivells d'influència sobre l'administració pública molt respectables i superiors a la majoria de les disciplines científiques. I, en general, les decisions polítiques en conservació són informades pels resultats de la recerca de la nostra ciència, que es posiciona adequadament per influir en el món i contribuir a sacsejar la ceguesa ambiental, retornar a la realitat i tocar de peus a terra. Però hem de continuar amb el repte que una població humana creixent i una biota progressivament declinant posen per als propers anys. Cada extinció evitada, cada riu recuperat, cada hàbitat marí protegit, cada bosc o pastura restaurat és una mesura del valor real de la Biologia de la Conservació en un món atrafegat. Molt probablement, les coses aniran pitjor a curt termini, però cal esperar que no tant com si no hagués existit aquesta disciplina. Les continuades pèrdues de biodiversitat són inevitables atès el creixement de la poblacio mundial, la competició per als recursos i el miratge d'un creixement econòmic perpetu en un sistema finit. La nostra tasca científica, per ara, és minimitzar les pèrdues i maximitzar els guanys mentre no prevalgui el seny. Refusem merament documentar la declinació de la natura.

Afortunadament, la natura és prou resilient. Deixem de contaminar un riu o un llac, i es recuperarà. Deixem d'aclarir i de tallar un bosc, i probablement tornarà a créixer. Deixem d'escampar contaminants a l'aire o al sòl i els contaminants seran eventualment degradats. La reparació ecològica té els seus límits, naturalment i, en qualsevol cas, alguns dels components originals de l'ecosistema es podrien haver perdut. I, per descomptat, cada llinatge particular, un cop perdut, no podrà ser mai recuperat. La clau és preservar el màxim nombre de peces necessàries per la recuperació.

Per aconseguir aquesta missió, cal fer, ara, dos esforços particulars: a) seguir fent com millor puguem el nostre treball (al laboratori, al camp, a les aules, a l'educació ambiental) i b) desenvolupar noves iniciatives eficaces a l'interfície ciència-societat. En general, aquells que pensen que la botànica, la biologia, l'ecologia o la tècnica seran suficients –que la bona ciència per ella mateixa ens salvarà– estan molt més errats que aquells que sostenen que no hi ha cap crisi ambiental.

4.3. Impuls a la conservació efectiva de les espècies amenaçades

No s'ha acomplert encara –ni de lluny– l'avaluació general de l'estat de conservació de la flora mundial, però sí que disposem ja de diagnòstics prou acurats de grups taxonòmics i territoris significatius, així com d'instruments legals, tècnics i científics per escometre programes de conservació realment efectius. Enfront de la reducció general de biodiversitat, a la banda positiva, i fruit de la consciència mundial, s'ha incrementat en molt el nombre d'àrees protegides i el de les espècies que compten amb protecció legal o amb plans de recuperació. Cal, doncs, insistir en aquesta línia, i dedicar els esforços que calguin a implementar estratègies de conservació i d'ús sostenible per al conjunt de la flora a cada territori. Per aportar un exemple proper de com és possible aquest canvi, deixeu-me citar l'endemisme *Artemisia granatensis*, la preuada "manzanilla de Sierra Nevada", sotmesa a una terrible pressió de recollecció local a les muntanyes de Granada. Es tracta d'una espècie molt amenaçada (categoria UICN: CR, críticament amenaçada), de la qual sobreviuen només un miler d'individus. La consciència de disposar d'una espècie medicinal preuada i en risc ha promogut, primer, una bateria de disposicions legals que la protegeixen (Catálogo Andaluz, CNAE, Directiva Hàbitats), després la seva inclusió al Parc Nacional de Sierra Nevada (de nova creació, 1999) i, posteriorment, l'establiment del corresponent pla de recuperació, la conservació *ex-situ* en bancs de germoplasma i el desenvolupament d'un programa de multiplicació *in vitro* (Bañares *et al.*, 2004).

La combinació, doncs, de conservació d'espècies i d'espais, juntament amb una planificació adequada de la resta del territori no protegit (que era una de les darreres preocupacions del recentment traspassat Professor Ramon Margalef, i que ell formulava com "l'ecologia del paisatge", *cf.* Peñuelas, 2005) resta com a objectiu permanent per al futur.

4.4. Impuls a la conservació de PMA. Nous reptes

Finalment, en el camp específic de la conservació de les PMA, com evolucionaran les tendències de demanda dels mercats en un futur? Els països en vies de desenvolupament depenen encara i seguiran depenent en un futur de les PMA com a recursos per a la cura primària de la salut). L'estimació de l'OMS (Bannermann, 1982) que més del 80% de la població mundial depèn únicament o principalment de la medicina tradicional per a la salut és encara citada amb freqüència (*cf.* Shippmann *et al.*, 2002).

També en els països del primer món, l'ús de PM s'espera que creixi globalment, tant en medicina al·lopàtica (com a principis actius) com en fitoteràpia (WHO, 2002). En general, la renaixença en l'ús de PM als països desenvolupats és deguda a la combinació de factors com els enunciats per Iqbal (1993) i Leaman (2002).

- Increment dels costos institucionals/públics dels productes farmacèutics convencionals.
- Interès dels individus, les comunitats i els governs en una més gran auto-implicació en la pròpia salut dels individus.
- Interès de les comunitats i els governs en el desenvolupament industrial a petita i mitjana escala basat en els recursos de la biodiversitat local/nacional.
- Èxit creixent en la validació de la seguretat i l'eficàcia dels fitofàrmacs.
- Legislació que afavoreix la millora de l'estatus de la indústria de plantes medicinals.

- Interès renovat de la indústria farmacèutica en l'aïllament de compostos químics útils de plantes.
- Cerca de nous fàrmacs i tractaments de malalties serioses i resistents a fàrmacs.
- Estratègies de màrqueting per empreses del sector.

Bona part de les espècies de PMA seguiran essent recollectades silvestres i per tant es farà progressivament més necessària l'implementació de **plans de gestió**, per tal de limitar la recollecció a nivells sostenibles: quotes anuals d'extracció, restriccions temporals o geogràfiques, o de determinades classes de mida o d'estat reproductiu o de parts de planta, tenir en compte la necessària clarificació de l'accés i els drets locals com a informació de base; i un continu seguiment i avaluació dels plans, necessari per adaptar l'estratègia de gestió. En molts casos, caldrà la millora de la tècnica de recol·lecció (especialment quan implica escorça o arrel, que pot dificultar o impedir del tot la recuperació de les poblacions) o, directament, la promoció de sistemes de producció alternatius, com ara el cultiu o més sofisticats (per exemple, de base biotecnològica). I, encara, combinar un control internacional del comerç i el desenvolupament de les comunitats locals.

Per atendre l'establiment un sistema sostenible d'explotació de PMA silvestres (que beneficiï les plantes i els pobles), cal acceptar els reptes i el primer de tots és, que, com en tants altres camps i en paraules de Peters (1994) "l'ingredient més important per aconseguir un sistema realment sostenible d'ús de recursos és la informació". I aquí tornem a l'estratègic paper de la **informació** sobre la biodiversitat: ens cal tenir informació adequada sobre les plantes usades, la seva distribuició, la identitat taxonòmica, la diversitat genètica de poblacions silvestres i espècies relacionades i sobretot, la quantitat que és obtinguda i la que pot ser obtinguda sense danyar les poblacions naturals (Iqbal, 1993). La recerca sobre conservació i ús sostenible és, doncs, també important per a les PMA. Cada espècie, però, té associacions ecològiques, socio-econòmiques, de salut i culturals que han de ser

enteses adequadament. Les aproximacions de recerca –model són possibles, però les de solucions-model, no.

Per a les espècies de PMA amenaçades, el **cultiu és una opció de conservació**, perquè el drenatge constant de material de les seves poblacions és molt més elevat que la collita anual sostenible. Si la demanda d'aquestes plantes pot ser atesa de fonts cultivades, es descarrega la pressió sobre les poblacions silvestres. En aquests casos, la necessitat de conservació estricta per a les poblacions romanents, una seguretat assegurada de germoplasma *ex-situ* i la inversió en programes de selecció i millora és extremadament urgent, com per exemple en el cas del Jaborandi (*Pilocarpus jaborandi*) al Brasil (Pinheiro, 1997).

Tanmateix, entre les espècies que han de ser objecte de mercat a preus prou elevats com per fer el cultiu rendible, només unes poques es troben a les categories superiors d'amenaça. Exemples d'espècies amenaçades però cultivades són *Garcinia afzelii, Panax quinquefolius, Saussurea costus* i *Warburgia salutaris* (Cunningham, 1994). En relació amb la viabilitat econòmica, moltes espècies altament amenaçades de PMA no qualifiquen per al conreu i només entrararan en cultiu amb l'ajuda de programes públics de domesticació. Per a totes les altres PMA col·lectades, la prioritat de conservació és la recol·lecció sostenible de poblacions silvestres, per diverses raons (Leaman *et al.*, 1997; Vantomme *in* Anon. 2002a, Schippmann *et al.*, 2002) i per això, un consorci internacional (German Federal Agency for Nature Conservation, WWF / TRAFFIC International, IUCN Medicinal Plants Specialist Group) promou el desenvolupament d'un sistema d'estàndards de recol·lecció i cultiu sostenibles, sota els auspicis d'organismes internacionals (FAO, OMS entre d'altres).

Però tot just albirant el futur més immediat, trobem, al costat dels sistemes d'explotació tradicionals, els nous mètodes d'explotació industrial del segle XXI que ens imposen, al seu torn, nous reptes de conservació. *Thaumatococcus daniellii* (maran-

tàcies) del que s'obté la proteïna taumatina ens en proporciona un bon exemple il·lustratriu. Aquesta proteïna, d'altíssim poder edulcorant, s'obté de les llavors mitjançant cultius (a Ghana, Sierra Leone, Costa d'Ivori, etc.) i té aplicació a la indústria alimentària i farmacèutica. A causa de la dificultat d'aprovisionament, s'ha assajat (i patentat) un mètode d'aïllament del gen de la taumatina i la seva transferència a diversos organismes habituals en biotecnologia com ara *Saccharomyces, Aspergillus*, etc. (Faus *et al.*, 1998, entre d'altres), la qual cosa ens enfronta novament a la xarxa biodiversitat i salut i a uns nous objectes de conservació: els gens. Poden patentar-se i comprar-se? No es conserven en "bancs" (casualment en diem bancs) de germoplasma? Tècnicament, ja podem transferir el gen de la taumatina al genoma del cacau (*Theobroma cacao*), per tal d'obtenir cacau dolç. Els reptes de gestió i conservació de la diversitat genètica i de les repercusions sobre els sistemes de producció locals, no han fet més que començar.

Análogament, l'obtenció d'agents antitumorals dels teixos ha generat una extraordinària pressió sobre les poblacions naturals de les espècies del gènere *Taxus* que, al seu torn, han requerit, d'una banda, la seva inclusió a CITES (4 espècies des de 1995, *cf.* Taules 5 i 6) i, al mateix temps, el desenvolupament de formes d'obtenció biotecnològica per tal de garantir-ne la conservació i el subministrament (*cf.*, per exemple, Cusidó *et al.*, 2002).

En definitiva, ens trobem davant d'un canvi en els conceptes i pràctiques de l'ús actual i futur de la biodiversitat en les Ciències de la Salut, que són, alhora nous reptes per a la salut de la biodiversitat. Ens en sortirem si tots hi posem el nostre gra de sorra.

Moltes gràcies.

BIBLIOGRAFIA

- Alcaraz, D., Paruelo, J.M., Oyonarte, C., Piquer, M. & Cabello, J. 2004. Tipos funcionales de ecosistemas de la Península Ibérica. Implicaciones para el cambio global y la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas* 2. A: http://www.aeet.org/ecosistemas/042/investigacion1.htm [Accés: 26.VI.2006].
- Anònim, 2002a. *Assessing the impacts of commercial captive breeding and artificial propagation on wild species conservation.* IUCN/SCC Workshop, 7-9.XII.2001, Jacksonville. Draft Workshop report. IUCN/SCC Wildlife Trade Programme. Cambridge.
- Anònim. 2002b. *Conservation impacts of commercial captive breeding workshop.* Briefing notes II. 7=9.XII.2001, Jacksonville. IUCN/SSC Wildlife Trade Programme. Cambridge.
- Anthos. 2006. *Sistema de Información sobre las plantas de España.* Ministerio de Medio Ambiente. Fundación Biodiversidad. Real Jardín Botánico, CSIC. A: http://www.programanthos.org/ [Accés: 20.VI.2006].
- APG-Angiosperm Phylogeny Group. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.
- APG-Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG-II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- BAH. 2002. *Pflanzliche Arzneimittel heute. Wissenschaftliche Erkenntnisse und arzneirechtliche Rahmenbedingungen. Bestandsaufnahme und Perspektiven.* 3era ed. Bundesfachverband der Arzneimittelhersteller. Bonn.
- Bannerman, R.H. 1982.Traditional medicine in modern health care. *World Health Forum* 3(1): 8-13.

- Bañares, A. (coord.) (2002). *Biología de la Conservación de Plantas Amenazadas*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- Bañares, A., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C., & Ortiz, S. (eds.). 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España.Taxones prioritarios* (2ª edición). Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Bari evi , D., J. Bernáth, L. Maggioni & E. Lipman (eds). 2004. *Report of a Working Group on Medicinal and Aromatic Plants*. First meeting, 12-14.IX. 2002, Gozd Martuljek, Slovenia. International Plant Genetic Resources Institute. Roma.
- Bellés, X. (1994). *Sobre paradisos perduts i espècies extingides. La crisi de la Biodiversitat.* Discurs inaugural del curs 1994-1995. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Bhat, M.G. 1999. On biodiversity access, intellectual property rights, and conservation. *Ecological Economics* 29: 391-403.
- Biocat. 2006. *Banc de dades de biodiversitat de Catalunya*. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. A: http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html [Accés: 20.VI.06].
- Blanché, C. & Bosch, M. (en premsa). Conservation issues from research on Pollination Ecology. *Bocconea.*
- Blanco, E. & Breaux, J. 1997. *Results of the study of commercialisation, exploitation and conservation of medicinal and aromatic plants in Spain*. WWF Traffic-Europe. Frankfurt-Londres.
- Bramwell, D. 2002. How many plant species are there? *Plant Talk* 28:32-34.
- Bolòs, O. de, Vigo, J., Masalles, R.M. & Ninot, J.M. 2005. *Flora Manual dels Països Catalans*, 3era. ed.. Pòrtic. Barcelona.
- Bosch, M., Simon, J., Molero, J. & Blanché, C.1998. Reproductive biology, genetic variation and conservation of the rare endemic dysploid *Delphinium bolosii* (Ranunculaceae). *Biological Conservation* 86: 57 -66.
- Bosch, M., Simon, J., Rovira, A., Molero, J. & Blanché, C. 2002. Pollination Ecology of the pre-Pyrenean endemic *Petrocoptis montsicciana* (Caryophyllaceae): effects of population size. *Biological Journal of the Linnean Society* 76: 79 -90.
- Carles, M., Cheung, M.K.L., Moganti, S., Dong, T.T.X., Tsim, K.W., Ip, N.Y. & Sucher, N.J. 2005. A DNA microarray for the authentication of toxic traditional Chinese medicinal plants. *Planta Medica* 71 (6): 580-584.
- Casas, C. 1983. *Alguns aspectes moderns de la Briologia. Discurs llegit per l'adacèmic electe M.I. Sra. Dra. Creu Casas i Sicart a l'acte de recepció el dia 10 de novembre de 1983*. Reial Acadèmia de Farmàcia de Barcelona. Barcelona.
- Castroviejo S. (coord.). 1986-2005. *Flora Iberica* Vols 1-8,10, 14, 21. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CBD (U.N. Convention on Biological Diversity). 1992. *Convention Text.Use of the terms*. A: http://www.biodiv.org/convention/articles.shtml?lg=0&a=cbd-02 [Accés 27.VI.2006].
- CBD (U.N. Convention on Biological Diversity). 2006a. *Report of the Eighth Meeting of the Parties to the Convention on Biological Diversity*. UNEP/CBD/COP/8/31.Curitiba, Brasil, 20-31.VI.2006. A: http://www.biodiv.org/doc/meetings/cop/cop-08/official/cop-08-31-en.doc [Accés 16.VI.2006].
- CBD (U.N. Convention on Biological Diversity). 2006 b. *Summary of the second global biodiversity outlook* .UNEP/CBD/COP/8/12. Curitiba, Brasil, 20-31.VI.2006. A: http://www.biodiv.org/doc/meetings/cop/cop-08/official/cop-08-12-en.doc. [Accés 16.VI.2006].
- Chapin, F.S., Zavaleta, E.S., Eviner, T.V., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Laborel, S., Sala, S.E., Hobbie, M., Mack, C. & Díaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chase, M. W., Salamin, N., Wilkinson, M., Dunwell, J. M., Kesanakurthi, R. P., Haidar, N. & Savolainen, V. 2005. Land plants and DNA barcodes: short-term and long-term goals. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, B 360 (doi:10.1098/rstb.2005.1720.).
- Chee, Y.E. 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 120 (4):549-565.
- Council of Europe.1979. Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Bern, 19.IX.1979. A: http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm [Accés 15.V.2006].
- Council of Europe. 2002. *European Plant Conservation Strategy*. Council of Europe-PlantaEuropa. Londres.
- Cristóbal,R., van Ginkel, A. & Varela, F. 2004. Current status of medicinal and aromatic plants in Spain. In: Baričevič, D., J. Bernáth, L. Maggioni & E. Lipman (eds). *Report of a Working Group on Me-*

dicinal and Aromatic Plants. First meeting, 12-14.IX.2002, Gozd Martuljek, Slovenia: 118-120. International Plant Genetic Resources Institute. Roma.
- Cristòbal, R. 2006. Situació actual de la producció ecològica de plantes aromàtiques i medicinals a Catalunya. *Butlletí ACPPAM* 8: 7-8.
- Cruse-Sanders, J.M. & Hamrick, J.L. 2004.Genetic diversity in harvested and protected populations of wild American ginseng, *Panax quinquefolius* L. (Araliaceae). *American Journal of Botany* 91: 540-548.
- Cunningham, A.B. 1994. Management of medicinal plant resources. In: Seyani, J.H. & Chikuni, A.C. (eds.), *Proceedings of the 13th Plenary Meeting of AETFAT*, Zomba, Malawi, 2=11. IV.1991.Vol. 1.: 173-189. Limbe, Camerún.
- Cunningham, A.B. 2001. *Applied ethnobotany. People, wild plant use and conservation*. Earthscan (People and Plant Conservation Manuals). Londres.
- Cusidó, R.M., Palazón, J., Bonfill, M., Navia, A., Morales, C. & Piñol, M.T., 2002. Improved paclitaxel and baccatin III production in suspension cultures of *Taxus media*. *Biotechnol. Progr. 18* (3): 418-423.
- Ellenberger, A. 1999. Assuming responsibility for a protected plant. Weleda's endeavour to secure the firm's supply of *Arnica montana*. In: TRAFFIC Europe (ed.), *Medicinal plant trade in Europe*. Proceedings of the first symposium on the conservation of medicinal plants in trade in Europe, 22-23.VI.1998.Kew.: 127-130 Traffic-Europe. Brussel.les.
- Ellstrand, N.C. & Elam, D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 217-242.
- Faus, I., del Moral, C., Adroer, N., del Rio, J.L., Patino, C., Sisniega, H., Casas, C., Blade, J., Rubio, V. (1998). Secretion of the sweet-tasting protein thaumatin by recombinant strains of *Aspergillus niger* var. *awamori*. *Appl Microbiol Biotechnol.* 49(4):393-398.
- Fashing, P.J. 2004. Mortality trends in the African cherry (*Prunus africana*) and the implications for Colobus monkeys (*Colobus guereza*) in Kakamega forest (Kenya). *Biological Conservation* 120: 449-459.
- Galbany M. 2005. *Estudis sistemàtics i evolutius del gènere Helichrysum Mill. (Asteraceae, Gnaphalieae) a la Mediterrània i l'Àsia occidental*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona. Barcelona.

- García Sancho, L. 2004. La Antártida. Vida vegetal en un ambiente extremo. *Eidon* 15: 55-59.
- García Serrano, H., Escarré, J. & Sans, X. 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 Bo*tany 82: 1346-1355.
- Greuter,W., Burdet, H.M. & Long, G. 1989. *Med-Checklist*. Vols 1,2 & 4. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève/ Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem. Ginebra i Berlin.
- Groombridge, B., (ed.) 1992. *Global Diversity - Status of the Earth's Living Resources*. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. Chapman & Hall. Londres.
- Govaerts, R. 2001. How many species of seed plants are there? *Taxon* 50: 1085-1090.
- Harborne, J.B. 2000. Arsenal for survival: secondary plant products. *Taxon* 49:435-449.
- Heywood, V. & Dulloo, E. 2006. In situ *Conservation of Wild Plant Species. A Critical Global Review of Good Practices*. IPGRI & FAO. Roma.
- Hoyo, A. del. 2006. *Filogenia y genética poblacional del género Androcymbium (Colchicaceae)*. Tesi Doctoral. Universitat de Girona. Girona
- IATE (Institut Agroambiental de les Terres de l'Ebre). 2001. Control de *Heteranthera reniformis*. *Butlletí Tècnic de l'IATE* 7: 1-2.
- Iqbal, M. 1993. *International trade in non-wood forest products. An overview*. FAO. Roma.
- IPCN 2006. Index to Plant Chromosome Numbers Data Base. Missouri Botanical Garden. A: http://mobot.mobot.org/W3T/Search/ipcn.html [Accés 27-VI-2006].
- IUCN.2001.*IUCN Red List Categories and Criteria*.Version 3.1.International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Species Survival Commission. Gland i Cambridge.
- IUCN.2006. *The IUCN Red List of Threatened Species*.International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.Gland. A: http://www.redlist.org. [accés 11-V-2006].
- Jensen, P.R., Mincer,T.J., Williams, P.G. & Fenical, W. 2005. Marine actinomycete diversity and natural product discovery. *Antonie van Leeuwenhoek* 87: 43-48.

- Javornik, B. 2004. Molecular tools for determining genetic variability. In: Baričevič, D., J. Bernáth, L. Maggioni & E. Lipman (eds). *Report of a Working Group on Medicinal and Aromatic Plants*. First meeting, 12-14.IX. 2002, Gozd Martuljek, Slovenia: 146. International Plant Genetic Resources Institute. Roma.
- Jones, E.T., McLain, R.J. & Weigand, J. 2002. *Nontimber forest products in the United States*. University Press of Kansas. Lawrence, EUA.
- Joshi, V.C., Srinivas, P.V.& Khan, I A. 2005 Rapid and easy identification of *Illicium verum* Hook. f. and its adulterant *Illicium anisatum* L. by fluorescent microscopy and gas chromatography. *Journal of AOAC International* 88 (3): 703-706
- Jury, S.L. (coord). 2006. *Euro+Med Plant Base*. A: http://www.euromed.org.uk/modules.php?name=FAQ&myfaq=yes&id_cat=1&categories=About+The+Euro%2BMed+PlantBase [Accés 29-III-2006].
- Kuipers, S.E. 1997. Trade in medicinal plants. In: Bodeker, G., Bhat, K.K.S., Burley, J. & Vantomme, P. (eds.). *Medicinal plants for forest conservation and health care*: 45-59. FAO (Non-wood Forest Products 11). Roma.
- KUBC-Kyoto University Bioinformatics Center. 2006. *GenomeNet Database Service* . A: http://www.genome.ad.jp/ [Accés: 1.IV.2006].
- Lambert, J., Srivastava, J. & Vietmeyer, N. 1997. *Medicinal plants. Rescuing a global heritage*. World Bank (World Bank Technical Paper 355). Washington DC.
- Lange, D. 1998. *Europe's medicinal and aromatic plants. Their use, trade and conservation*. TRAFFIC International. Cambridge.
- Lange, D. 2002. The role of east and southeast Europe in the medicinal and aromatic plants' trade. *Medicinal Plant Conservation* 8: 14-18.
- Lange, D. & Schippmann, U.1997. *Trade survey of medicinal plants in Germany*. Bundesamt für Naturschutz. Bonn.
- Leaman, D.J., Schippmann, U. & Glowka, L. 1997. Environmental protection concerns of prospecting and producing plant-based drugs. In: Wozniak, D.A., Yuen, S., Garrett, M. & Schuman, T.M. (eds.), *International symposium on herbal medicine. A holistic approach. Documents, proceedings and recommendations*.1-4.VII.1997. Honolulu: 352-378, International Institute Human Resources Development. San Diego.

- López-Pujol, J., Bosch, M., Simon, J. & Blanché, C., 2001. Allozyme diversity of two endemic *Petrocoptis: P. montsicciana* and its close relative *P. pardoi* (Caryophyllaceae). *Canadian Journal of Botany* 79 (12):1379 -1389.
- López-Pujol, J., Bosch, M., Simon, J. & Blanché, C. 2002. Allozyme variation and population structure of the very narrow endemic *Seseli farrenyii* (Apiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 305-314.
- López-Pujol, J., Bosch, M., Simon, J.& Blanché, C. 2003a. Population genetics and conservation priorities for the critically endangered island endemic *Delphinium pentagynum* subsp. *formenteranum* (Ranunculaceae).*Biodiversity and Conservation* 12:1937-1951
- López-Pujol, J., Orellana, M.R., Bosch, M., Simon, J. & Blanché, C. 2003b. Effects of habitat fragmentation on allozyme diversity and conservation status of the coastal sand dunes plant *Stachys maritima* (Lamiaceae) in the Iberian Peninsula. *Plant Biology* 5: 504-512.
- López-Pujol, J., Font, J.& Blanché, C. 2004. Genetic structure and conservation priorities for *Silene sennenii* (Caryophyllaceae), a narrow endemic and critically endangered species of the Iberian Peninsula. *PlantaEuropa IV Conference Proceedings*. A: http://www.nerium.net/plantaeuropa/Download/Procedings/Lopez_et_al.pdf.
- López-Pujol, J., Álvarez, N., Bosch, M. Simon, J. & Blanché, C. (en premsa). Allozyme variation and taxonomical implications of the endemic rocky plant *Erodium rupestre* (Geraniaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*.
- Lovelock, J. & Margulis, L. 1996. The *Gaia* Hypothesis. Mountain Man Graphics Australia. A: http://www.mountainman.com.au/gaia.html [Accés: 30-VI-2006].
- Mallarach, J.M., Vila, J., & Varga, D. (eds). 2004. *El PEIN, deu anys després. Balanç i Perspectives*. Institució Catalana d'Història Natural-Universitat de Girona. Girona.
- Meffe, G.K., Ehrenfeld, D. & Noss, R.F. 2006. Conservation Biology at Twenty. *Conservation Biology* 20 (3), 595-596.
- Orellana, M.R., Rovira, A.M., Blanché,C., Simon,J. & Bosch, M 2004. Effects of local abundance in pollination and reproduction in the endemic *Delphinium bolosii* (Ranunculaceae). *IOPB IXth Meeting Abstracts Book*: 66.València.
- Orellana, M.R., Rovira, A., Blanché, C & Bosch, M. 2005. Pollina

tion and reproductive success in the gynodioecious endemic *Thymus loscosii* (Lamiaceae). *Canadian Journal of Botany* 83: 183-193.
- Orellana, M.R., López-Pujol, J., Blanché, C. & Bosch, M. (en premsa). Relationships between heterozygosity and fitness in the Iberian threatened larkspur *Delphinium bolosii*. *Flora*.
- Ottesen, A. & Ziobro, G. 2006. Use of DNA biocoding to detect adulteration of star anise (*Illicium verum*) by other *Illicium* Species. US Food and Drug Administration / 2006 FDA Science Forum. A: http://www.cfsan.fda.gov/~frf/forum06/C-21.htm [accés 24.V.2006].
- Pearce, F. 2002. World's flowers bloom after recount. *New Scientist* 2349: 11.
- Peters, C.M. 1994. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest. An ecological primer*. Biodiversity Support Program. Washington DC.
- Peñuelas, J. (2005). Afecte i fascinació pel professor Ramon Margalef: el reconeixement de la ICHN, el de les darreres generacions de deixebles i el de força treballs recents d'ecologia terrestre. In: M. Durfort (ed.). *Ramon Margalef. Sessió en Memòria*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona: 75-81.
- Peñuelas, J., Filella, I. & Comas, P. 2002. Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in Mediterranean region. *Global Change Biology* 8: 531-544
- Pinheiro, C.U.B. 1997. Jaborandi (*Pilocarpus* sp., Rutaceae). A wild species and its rapid transformation into a crop. *Economic Botany* 51: 49-58.
- Pitman, N.C.A. & Jörgensen, P.M., 2002. Estimating the Size of the World's Threatened Flora. *Science* 298: 989.
- Prance, G.T. 2001. Discovering the plant world. *Taxon* 50: 345-359
- PROTNAT. 2006. *Base de dades de Protecció de la Natura*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. A: http://www.gencat.net/mediamb/pn/2protnat.htm [accés 21. VI 2006].
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: Synge, H. (ed.): *The biological aspects of rare plant conservation:* 205-217. John Wiley & Sons. Londres.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.

- Rovira, A.M., Bosch, M., Molero,J & Blanché, C., 2004. Pollination ecology, breeding systems and fragmentation effects of the very narrow coastal endemic *Seseli farrenyi* (Apiaceae). *Nordic Journal of Botany* 22: 727 -740.
- Sàez, L. Aymerich, P., Blanché, C. & Font, J. (ined). *Llibre Vermell de les Plantes Vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans – Institució Catalana d'Història Natural. Barcelona. (en preparació).
- Seoane-Camba, J.A., Blanché, C., Vallès, J. & Sala, A. 1991. Récolte de plantes médicinales aux Pays Catalans. Problèmes de conservation et mésures de protection. *Botanika Chronika* 10: 597-602.
- Schippmann, U. 1997. Plant uses and species risk. From horticultural to medicinal plant trade. In: Newton, J. (ed) *Planta Europa. Proceedings of the first European Conference on the conservation of wild plants*. Hyères, France, 2-8. IX.1995:161-165. Plantlife. London.
- Shippmann, U., Leaman, D. & Cunningham, A.B. 2002. *Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues*. In: FAO. Biodiversity and Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Comission on Genetic Ressources for Food and Agriculture. Roma, 12-13.X.2002: 143-167. Inter-Departamental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture, FAO. Roma.
- SCBD 2001. *Sustainable management of non-timber forest resources*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD Technical Series 6). Montréal, Canada.
- Simon, J., Bosch, M., Molero, J.& Blanché, C. 2001. Conservation biology of the Pyrenean larkspur *Delphinium montanum*: A case of conflict of plant *vs*. animal conservation? *Biological Conservation* 98: 305-314.
- Soulé, M.E. 1986. Conservation biology and the real world. In M.E. Soulé (ed.), *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*: 1-12. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Stace, C. 2005. Plant taxonomy and biosystematics: does DNA provide all the answers? *Taxon* 54: 999-1007.
- Staswick, P. (ed.) 2006. *The electronic plant gene register*. A: http://www.tarweed.com/pgr/index.html [Accés: 1.IV.2006]
- Tautz, D., P. Arctander, A. Minelli, R.H. Thomas & A.P. Vogler

2003. A plea for DNA taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 70-74.

- Travesset, A. 2004. *EPIDEMIE-Project report (2001-2004)*. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- Tutin, T.G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M. & Webb D. A., (eds), 1964-1980, 1993. *Flora europaea*. Vols 1-5 & Vol. 1 second edition. Cambridge University Press. Cambridge.
- UNEP (United Nations Environmental Program). 2006. *Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being (Statement of the MA Board)*. A: http://www.maweb.org/en/index.aspx [Accés: 15.VI.2006].
- Walter, S. 2001. *Non-wood forest products in Africa. A regional and national overview. Les produits forestiers non ligneux en Afrique. Un aperçu régional et national*. Forestry Department (Working Paper/Document de Travail FOPW/01/1).FAO. Roma
- Walter, K.S. & Gillett, H.J. 1998. *1997 IUCN Red List of threatened plants*. IUCN. Gland.
- WHO / OMS 2002. *Traditional medicine strategy 2002-2005*. A: www.who.int/medicines/library/trm/trm_strat_eng.pdf [Accés: 20.III.2006].
- WHO, IUCN & WWF 1993. *Guidelines on the conservation of medicinal plants*. IUCN. Gland i Ginebra.