

LA BIOSISTEMÀTICA, AMB ESPECIAL ATENCIÓ A LA CITOTAXONOMIA, ALS PAÏSOS CATALANS

M. Àngels Cardona,* Mercè Bernal,** Cèsar Blanché,***
Marta Llauradó* i Joan Vallès***

Rebut: gener 1984

RÉSUMÉ

La biosystématique, avec spéciale attention sur la cytotaxonomie, aux Pays Catalans

Dans le présent travail on essaye de faire connaître l'état actuel de la biosystématique dans les Pays Catalans (Catalogne, Valence et Baléares).

La biosystématique est une science relativement moderne le bout de laquelle c'est de resoudre des problèmes concernant la systématique végétale. On utilise toute une série de techniques que nous commentons dans ce travail (morphologie, anatomie, chimiotaxonomie, sérologie, taxonomie numérique, cytotaxonomie et dosage d'ADN). De ces techniques, la plus développée aux Pays Catalans depuis quelques années c'est la cytotaxonomie. Très récemment on a commencé à faire des études biosystématiques.

Nous indiquons les centres où actuellement on travaille à la biosystématique ou à la cytotaxonomie, ainsi que les genres végétaux qui sont en train d'être étudiés.

INTRODUCCIÓ

La Biosistemàtica sorgeix a principis de segle com a conseqüència del canvi en la concepció de l'espècie. L'espècie deixa de considerar-se com una unitat sistemàtica fixa, definida a partir de criteris morfològics, i passa a ésser entesa com una unitat dinàmica, sotmesa constantment a canvis ambientals i a alteracions en la seva constitució genètica.

L'objectiu dels primers taxònoms era descriure morfològicament, anomenar i ordenar dins d'un sistema jeràrquic el conjunt de les formes vegetals. Durant les darreres dècades i sota la influència de la teoria de l'evolució, les finalitats, extensament acceptades, de la taxonomia moderna són: *a)* oferir un mètode convenient d'identificació dels tàxons; *b)* establir una classificació que reflecteixi les relacions naturals entre els organismes; *c)* esbrinar

* Departament de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).

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

*** Departament de Botànica. Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, s/n. 08028 Barcelona.

les tendències i els processos evolutius dels tàxons. Per assolir aquestes finalitats s'ha fet necessària una diversificació força important de la metodologia emprada; aquesta diversificació constitueix el tret principal de la Biosistemàtica moderna. Cal dir que els estudis biosistemàtics actuals comporten, pràcticament sempre, l'estudi citotaxonòmic dels tàxons en qüestió a més del morfològic. De vegades, i aleshores parlem de citotaxonomia, aquest doble estudi és suficient per a establir la categoria sistemàtica i les relacions filogenètiques d'un tàxon concret. D'altres vegades, però, la informació adquirida és insuficient i cal recórrer, a més, a d'altres tècniques; posem per cas la importància de l'estudi del pol·len a la secció *Acrolophus* del gènere *Centaurea* (GEORGIADIS, 1976) i dels flavonoides a les diverses races d'*Anthyllis vulneraria* L. (COUDERC, 1975).

1. MORFOLOGIA EXTERNA

És, potser, la part més òbvia, més evident, de la taxonomia vegetal. El sistema de classificació que seguim, de tipus artificial, es basa principalment en caràcters morfològics. Però no perquè sigui l'observació morfològica la tècnica més clàssica de la sistemàtica vegetal, se li ha d'atorgar menys importància. Hem de reconèixer que és l'eina bàsica per a la determinació de les espècies vegetals i que, usualment, les estructures morfològiques es repeteixen en tàxons pròxims (fulles compostes a les Papilionàcies, per exemple), malgrat que es donin casos de convergència morfològica en determinats òrgans de tàxons prou separats des del punt de vista sistemàtic (fulles de *Rosmarinus officinalis* L., de les Labiades, i de *Cistus clusii* Dunal, de les Cistàcies).

1.1. Micromorfologia

Les tècniques de micromorfologia o morfologia microscòpica es basen en l'observació microscòpica òptica i, més recentment, electrònica de rastreig, que permeten un nivell més fi d'observació dels vegetals.

L'estudi micromorfològic de les granes, de l'epidermis foliar (nombre d'estomes per unitat de superfície, per exemple), de les formacions epidèrmiques i del pol·len

proporciona dades d'interès taxonòmic que permeten de confirmar o bé de reconsiderar la posició i categoria sistemàtica dels tàxons en estudi.

Pel que fa a la palinologia, s'ha demostrat a bastament el seu interès taxonòmic a nivell específic i, fins i tot, infraspecífic en determinats gèneres. Les dades que s'utilitzen són, sobretot, les dimensions, la forma i l'ornamentació dels grans de pol·len. D'altra banda, la palinologia s'empra en altres camps de la recerca: paleontologia, allergologia, etc.

2. ANATOMIA

L'estudi de les estructures anatòmiques dels vegetals s'utilitza des de ben antic en sistemàtica, per bé que les tècniques microscòpiques modernes han revolucionat prou aquest camp.

Per establir curosament la identitat d'un tàxon s'ha demostrat útil i fins, de vegades, necessari disposar de preparacions microscòpiques o de microfotografies de diverses estructures anatòmiques.

Les tècniques clàssiques i modernes de la histologia, de les quals no és ara qüestió de parlar amb detall, tenen una doble importància sistemàtica: a) hom pot establir les relacions entre diversos vegetals a partir de l'observació d'homologies entre les estructures anatòmiques d'aquests; b) hom pot reconèixer estructures típiques de tàxons concrets que permeten d'establir l'autenticitat de certs productes vegetals utilitzats en la indústria farmacèutica i d'altres, els quals sovint es presenten en forma fragmentada o bé polvoritzada; així és possible de detectar frauds (adulteracions, substitucions, etc.).

Remarquem, d'altra banda, el gran servei que la microscòpia electrònica, tant de rastreig com de transmissió ha aportat i aporta a la histologia.

3. QUIMIOTAXONOMIA

Coneguda també amb els noms de quimiosistemàtica i fitoquímica comparada, aquesta disciplina s'ocupa de l'aplicació de les diverses dades sobre la constitució química de les plantes a la taxonomia vegetal.

L'estudi químic dels vegetals s'inicià fa molt temps, sobretot de cara a la seva aplicació farmacèutica. Si les plantes tenen

proprietats curatives és a causa dels components químics peculiars que contenen. Per una altra part, qualsevol detall relatiu al gust, a l'olor o al color de les plantes utilitzat en sistemàtica és, de fet, un caràcter químic; són les substàncies que té la planta les que proporcionen aquestes qualitats. Però els estudis quimiotaixonòmics tenen un origen més recent. Val a dir que alguns caràcters químics han servit de complement dels estudis morfològics en l'establiment de determinats grups sistemàtics; per exemple, les Labiades són totes elles plantes essencials, totes les Umbelíferes tenen poder carminatiu gràcies a unes certes substàncies contingudes en els seus fruits, a totes les Pinàcies trobem resines semblants, etc.

Els compostos actualment utilitzats en quimiotaixonomia que aporten dades força valuoses són els següents:

a) Metabòlits primaris; són constituents bàsics de totes les plantes (proteïnes, àcids nucleics, clorofil·les, etc.). Molts són comuns als microorganismes i als animals, la qual cosa dóna suport a la idea de la unitat de la matèria viva i a la teoria de l'evolució. En aquest camp, les investigacions s'han adreçat sobretot als àcids nucleics i als pigments. En el primer cas s'han realitzat hibridacions entre ADN i ARN en lleguminoses, així com en gramínies; això ha permès de postular que l'existència de gens comuns en gèneres diferents és una orientació vàlida per a les seves relacions evolutives o de parentiu (BENDICH & BOLTON, 1967). Pel que fa als pigments, han estat usats també amb profit en quimiotaixonomia d'algues; algunes d'aquestes substàncies són ja, però, productes del metabolisme secundari.

b) Metabòlits secundaris; substàncies usualment de baix pes molecular i sense funció metabòlica definida. Se sintetitzen a la planta a partir de substàncies primàries i no són uniformement repartits en tot el regne vegetal. Aquesta darrera característica fa que siguin d'un gran interès en taxonomia. En sistemàtica s'ha prestat força atenció als olis essencials i als flavonoides. Aquests, compleixen bé el requisit d'ésser un caràcter químic útil en fitotaxonomia (HARBORNE, 1967): complexitat química i variabilitat estructural, estabilitat fisiològica, àmplia distribució i fàcil i ràpida identificació. A tall d'exemple citarem el cas de l'hibrid entre *Pinus banksiana* i *P. contorta*, el qual conté a

parts iguals els pinens de l'essència de trementina de cadascun dels genitors (SMITH, 1976).

La quimiotaixonomia basa els seus estudis en els cada cop més sensibles mètodes de separació, purificació i identificació de les substàncies: diverses tècniques cromatogràfiques, electroforètiques i espectrogràfiques.

Finalment, apuntem l'interès dels mètodes químics en la identificació dels quimiotipus d'un tàxon i, particularment, en la taxonomia dels cultivars o races mantingudes per cultiu.

4. SEROLOGIA

És un capítol de la bioquímica moderna d'àmplies possibilitats, basat en les reaccions antigen-anticòs i d'altres propietats de les proteïnes.

Un nombre important de treballs ha demostrat que els components proteïnics del pol·len, espores d'algues i falgueres, granes i tubercles forneixen caràcters taxonòmics atenent a tres postulats: a) la disminució de la correspondència serològica es relaciona amb una disminució de les relacions sistemàtiques; b) entre tàxons de proximitat genètica coneguda, s'han demostrat elevades correspondències serològiques; c) una correspondència serològica obtinguda amb material antigènic provinent de tàxons diferents, pot permetre d'establir-hi relacions sistemàtiques.

L'aplicació de la serologia a la taxonomia vegetal data del primer terç del segle xx (Escola Serològica de Berlín i Universitat de Königsberg a Europa; Chester, als EUA) i no cal esmentar les conegudes recerques de Cronquist i Takhtajan.

Les característiques serològiques de les proteïnes són lligades a l'estructura primària de la molècula. La reacció afecta certs punts de la molècula anomenats determinants, constituïts per 10 o 20 aminoàcids, capaços d'iniciar la producció d'immunoglobulines en algunes cèl·lules animals.

Els darrers anys, la tècnica més utilitzada és la de separació electroforètica mitjançant la qual s'obtenen arcs o bandes de proteïnes que són característics de cada tàxon. De llur comparació se'n deriven, evidentment, conseqüències de caire sistemàtic. Aquesta tècnica, molt utilitzada en extractes d'albumen de granes, troba

una limitació important en la quantitat mínima de material requerit, no sempre fàcilment disponible. Les expectatives de futur, encara molt més esperançadores, deixen intuir l'aplicació a la taxonomia vegetal de noves tècniques analítiques, com per exemple, la separació i la determinació automàtica d'aminoàcids, les seves seqüències —transcripció directa de la informació genètica— que, per la seva complexitat, necessiten de l'ús d'ordinadors.

5. TAXONOMIA NUMÈRICA

La taxonomia numèrica consisteix en l'adscripció dels tàxons en categories sistemàtiques concretes mitjançant mètodes numèrics i basant-se en la comparació dels seus caràcters. Normalment, inclou la confecció de dendrogrames d'inferències filogenètiques a partir de dades tractades estadísticament o bé per d'altres mètodes matemàtics.

Les classificacions que en resulten es basen en les semblances fenètiques. Cal que la informació proporcionada sobre un tàxon per tal d'incloure'l en una categoria sistemàtica concreta, es basi en el major nombre de caràcters possible —normalment entre 30 i 50—. A priori, cada caràcter té un mateix valor taxonòmic. Tota similitud entre dos tàxons és funció de les semblances individuals entre cadascun dels caràcters considerats. La taxonomia numèrica permet de reconèixer i diferenciar tàxons quan les correlacions de caràcters difereixen suficientment dins del grup taxonòmic en estudi.

La taxonomia numèrica exigeix un estricta compliment de la següent seqüència: *a*) s'elegeixen i s'enregistren els organismes i els caràcters a considerar; *b*) es calculen les semblances entre els organismes; *c*) els tàxons establerts es basen en aquestes semblances; *d*) les generalitzacions es fan sobre els tàxons, així com les inferències filogenètiques i l'elecció dels caràcters discriminants.

L'estimació de les semblances és el pas fonamental en taxonomia numèrica. L'elecció dels caràcters pot fer-se a partir d'una informació bibliogràfica prèvia o *de novo*, però sempre és desitjable que siguin de tot tipus: morfològics, ecològics, cariològics, corològics, etc.

Tots els caràcters tenen la mateixa importància; aquest és un punt de conflicte

directe amb la pràctica tradicional de la taxonomia. Tanmateix, la taxonomia numèrica, per a la identificació dels tàxons, no discuteix l'ús d'uns certs caràcters que surten a les claus de determinació, sinó la seva valoració *a priori*. Tampoc no es discuteix el valor dels complexos de caràcters, com ara de flors i de fulles, però cal fragmentar-los en caràcters unitaris, els quals prendran el seu valor simplement per la informació que contenen. Tots aquests problemes resten simplificats quan hom pren en consideració un nombre adequat de caràcters.

Ultra el propi interès dels càlculs numèrics, aquest mètode permet l'ordenació i relació de dades, fins i tot de les provinents d'altres tècniques.

Al nostre país, cal destacar la tesi de LLORENS (1979) sobre la taxonomia numèrica del gènere *Limonium* Miller.

6. CITOTAXONOMIA

A principis del segle actual la citologia, com moltes altres ciències, rep un gran impuls. En aquesta època té lloc el descobriment dels cromosomes i, posteriorment, la identificació d'aquests com a portadors del material genètic. Ràpidament es reconeix la importància taxonòmica que poden tenir els estudis cariològics i els treballs sobre citotaxonomia cada cop es fan més nombrosos.

6.1. El cariotipus

El cariotipus és constituït pel complement cromosòmic d'una espècie; es caracteritza pel nombre, la forma i la mida dels cromosomes, així com per la possible presència de satèl·lits i/o de constriccions secundàries.

La gran diversitat de nombres cromosòmics presents a les Angiospermes, la constància que generalment presenta aquest caràcter a nivell de població i d'espècie, la freqüent correlació amb altres tipus de caràcters i la seva, relativament, fàcil determinació, fan que el nombre cromosòmic sigui la característica del cariotipus més utilitzada en taxonomia.

Les modificacions més freqüents del nombre cromosòmic es deuen a la poliploidia o bé a l'aneuploidia. Aproximadament un 74 % de les espècies d'Angiosper-

mes tenen un origen poliploide (GRANT, 1963). La poliploidia juga un paper molt important en l'evolució de les espècies vegetals; és el mètode més ràpid que es coneix pel qual es produeixen genotipus radicalment diferents.

Una altra dada útil en taxonomia és el nombre de base. Molt sovint el nombre de base és comú per a tot un gènere. En general, l'estudi del nombre de base resulta útil en treballs de sistemàtica a nivell supraspecífic. En altres casos, dins d'un grup taxonòmic donat, hi pot haver dos o més nombres de base.

6.2. Utilització del cariotipus en estudis taxonòmics

L'estudi del cariotipus ens proporciona informació sobre dos aspectes fonamentals de la taxonomia moderna: a) D'una banda, quan hom estudia el fenotipus dels tàxons, el cariotipus pot considerar-se com un caràcter més a tenir en compte, ja que, en general, reforça els resultats obtinguts mitjançant altres tècniques d'observació. L'avantatge que presenta l'estudi del cariotipus respecte a la utilització d'altres caràcters és la constància que manté dins d'un grup taxonòmic donat. b) D'altra banda, el seu estudi també es revela d'una gran importància a l'hora d'establir relacions filogenètiques entre els tàxons. Els canvis en els cromosomes, com a portadors que són dels factors hereditaris, tenen una relació directa amb els canvis evolutius de les espècies.

A l'hora d'establir filogènes mitjançant l'estudi del cariotipus, solen considerar-se les seves tendències evolutives següents: 1) els tàxons poliploides deriven dels diploides; 2) els cariotipus constituïts per cromosomes petits, freqüentment deriven d'un tàxon amb cromosomes de mida superior, i 3) els cariotipus constituïts per cromosomes metacèntrics i de mida uniforme es poden considerar més primitius que els cariotipus amb cromosomes acrocèntrics i telocèntrics i de mida desigual. Però cal tenir present que, en les dues darreres tendències esmentades, existeixen casos en què l'evolució es dona en sentit invers a l'indicat.

6.2.1. EL CARIOTIPUS I LA JERARQUIA TAXONÒMICA

El cariotipus s'ha utilitzat i s'utilitza en

els estudis taxonòmics a diversos nivells jeràrquics, tant supraspecífics com infraspécífics. Val a dir que existeixen, però, pocs exemples d'utilització del cariotipus en la delimitació de famílies. Un d'ells és el degut a DARLINGTON (1963), el qual elaborà un diagrama que il·lustra l'ús potencial dels nombres de base en l'establiment de les relacions existents entre algunes famílies primitives d'Angiospermes. La validesa taxonòmica dels estudis cariològics fets en aquest nivell és en discussió i, en tot cas, sempre depèn del grup amb què es treballa.

En un treball sobre la família de les Annonàcies (RAVEN & KYHOS, 1965) es troben moltes afinitats entre el cariotipus d'aquesta família i el de les Magnoliàcies i Degeneriàcies; totes tres famílies són fortament relacionades des del punt de vista morfològic i d'altres. D'altra banda, el cariotipus de les Annonàcies també és molt afí al de les Esquisandràcies i de les Illiciàcies, famílies amb les quals no hi ha altres relacions evidents.

A nivell intragenèric i, sobretot, infragenèric la informació fornida per la cariólogia és de més importància taxonòmica que en els estudis macroevolutius. És, fins i tot, un complement de vegades imprescindible, per a establir les relacions filogenètiques i sistemàtiques dels tàxons. En aquests graus d'estudi la informació cariològica és més fiable, com és lògic de suposar, perquè els tàxons considerats són, en general, el resultat d'un procés evolutiu més curt.

Com a exemple de la sistemàtica i de l'evolució d'un gènere en el qual l'estudi del cariotipus és cabdal, citarem el treball, clàssic i modèlic, de BABCOCK (1947) sobre el gènere *Crepis*, on se separa aquest d'altres gèneres afins i s'estableixen les relacions filogenètiques entre les espècies que comprèn.

L'estudi del cariotipus a nivell específic, moltes vegades, reforça els límits entre tàxons; en d'altres casos, és un indicatiu de la necessitat de modificar la sistemàtica establerta; però també pot ésser que no aporti cap dada d'interès taxonòmic. En aquest sentit, cal tenir present que les diferències cariològiques poden no anar acompanyades de diferències a altres nivells d'observació. Així, la variabilitat del cariotipus pot excedir la variabilitat morfològica; per exemple, a *Cardamine pratensis*, LÖVKVIST (1956) ha comptat una mul-

titud de nombres cromosòmics diferents sobre poblacions pràcticament iguals per la seva morfologia. Encara hi ha casos més complexos, com ara *Rubia peregrina* L. s.l. (CARDONA & SIERRA, 1981; CARDONA, 1984), on la variabilitat morfològica és tan gran que tot i haver-hi sis nivells de ploïdia diferents, només un d'ells, $2n=44$, correspon a una sola unitat taxonòmica ben caracteritzada des del punt de vista morfològic: *R. peregrina* L. subsp. *longifolia* (Poiret) O. Bolòs. Per contra, els tàxons diploides, hexaploides i octaploides són molt semblants i corresponen a *R. peregrina* L. subsp. *peregrina*. I, encara, *R. peregrina* L. subsp. *requientii* (Duby) M. A. Cardona & Sierra-Ràfols, clarament diferent de *R. peregrina* subsp. *peregrina*, també és hexaploide.

Tot això permet de creure que *R. peregrina* i *C. pratensis* són tàxons en plena evolució, la variabilitat genètica dels quals encara no es manifesta fenotípicament fora de casos més aviat excepcionals. Per aquesta raó, la variabilitat del cariotipus dels tàxons esmentats, i d'altres, té poca utilitat taxonòmica, però permet d'entendre les possibilitats de diversificació i d'evolució de moltes espècies.

6.3. Citobiogeografia

La citobiogeografia consisteix en l'estudi i la interpretació de l'àrea de distribució dels tàxons en funció de les dades citotaxonomiques. Aquesta disciplina té com a propòsit fonamental esbrinar l'origen i l'evolució de les flors i les seves interrelacions. Per tal d'assolir aquest fi, la citotaxonomia tracta d'analitzar els aspectes següents: a) Reestructuracions cromosòmiques per canvi en la dotació genòmica (poliploïdia i aneuploïdia, dispoloïdia i recombinacions genètiques) o per canvi de la morfologia dels cromosomes (translocacions, delecions, etc., de vegades considerable en poblacions on tenen força importància la deriva gènica i/o la radiació adaptativa). El seu efecte sobre l'evolució dels vegetals ha estat àmpliament demostrat; els treballs de CONTANDRIOPOULOS (1982) i de CONTANDRIOPOULOS & CARDONA (1984) en forneixen nombrosos exemples. b) Endemisme; la quantitat i, particularment, la tipologia de les plantes endèmiques ens donen una idea de l'antiguitat d'una flora i dels canvis que aquesta

ha sofert al llarg del temps. La classificació de les estirps endèmiques en paleo-, patro-, esquizo- i apoendèmiques (FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS, 1961) s'ha demostrat força útil i són molts els investigadors que actualment la segueixen. Les paleo-, patro- i esquizoendèmiques antigues representen l'element endèmic passiu d'una flora; l'evolució d'aquestes plantes és, pràcticament, acabada si no sorgeix un fenomen capaç de provocar la seva reacció evolutiva. Per contra, les esquizoendèmiques de formació recent i les apoendèmiques constitueixen l'element endèmic actiu, innovador de la flora i, moltes vegades, es troben encara en plena evolució. Evidentment, la informació fornida per l'estudi citotaxonòmic de les endèmiques ha d'anar acompanyada i relacionada amb la història paleogeogràfica, l'ecologia, la climatologia i el grau d'isolament del territori en qüestió, així com amb l'àrea de distribució dels tàxons endèmics i dels seus parents pròxims.

Creiem que val la pena d'esmentar els treballs de FAVARGER (1975) sobre les relacions entre la flora oròfila alpina i la d'altres muntanyes d'Europa, el de KÜPFER (1974) sobre les relacions entre la flora dels Pirineus i la dels Alps, els de CARDONA & CONTANDRIOPOULOS (1977, 1979) sobre l'endemisme i l'origen de les flors de les illes mediterrànies i el de CONTANDRIOPOULOS & CARDONA (1984) sobre el caràcter original de l'endemisme a les illes Balears.

7. QUANTIFICACIÓ DE L'ADN

Des que es va demostrar, fa quasi una trentena d'anys, que l'ADN és la molècula que conté la informació genètica, els científics han treballat cercant mètodes de quantificar-lo. Actualment existeixen dues metodologies diferents: a) les basades en l'extracció bioquímica de l'ADN seguida d'una purificació; això permet aconseguir una quantificació per espectrofotometria, i b) les tècniques de citofotometria, efectuades directament sobre el nucli mitjançant mesures colorimètriques després d'efectuada la tinció de Feulgen. A més de la quantitat total d'ADN intranuclear es pot mesurar la quantitat d'ADN per cromosoma, la d'ADN heterocromàtic, etc. La segona de les tècniques esmentades és la més utilitzada, fins ara, en biosistemàtica, pro-

blement perquè és d'aplicació més senzilla.

La quantitat d'ADN pot variar en funció del grau de poliploidia, del nombre de base, del tipus biològic i, com és de suposar, dels tàxons en els quals s'estudia. És sobre tots aquests aspectes que la quantificació de l'ADN ens pot proporcionar informació.

A títol d'exemple, cal fer referència a la revisió cariosistemàtica del gènere *Bupleurum* (Tourn.) L., deguda a CAUWET (1979) on, a més d'altres tècniques, s'utilitza la quantificació de l'ADN per arribar a establir resultats sistemàtics.

ESTAT ACTUAL DELS ESTUDIS BIOSISTEMÀTICS I CITOTAXONÒMICS ALS PAÏSOS CATALANS. PERSPECTIVES EN EL FUTUR

Totes les tècniques que hem esmentat han enriquit força la sistemàtica tradicional i han permès de filar més prim pel que fa a molts aspectes de la classificació dels vegetals.

Aquestes metodologies de treball, relativament recents, s'iniciaren en molts indrets des de fa ja una colla d'anys i, a casa nostra, si bé en aspectes concrets les realitzacions són ja notables, no han assolit encara el nivell global desitjable. Creiem que, a tall d'exemple d'un estudi global reeixit i modelic, val la pena d'esmentar l'«Étude biosystématique et phylogénétique des Dipsacacées» (VERLAQUE, 1983). L'autora analitza aquesta família en profunditat des del punt de vista morfològic, anatòmic, cariològic, pollínic i bioquímic.

Als Països Catalans, els estudis citotaxonòmics en plantes silvestres s'iniciaren l'any 1973, any en què un de nosaltres (M. A. C.) publicà la seva primera contribució a l'estudi citotaxonòmic de la flora de les illes Balears. Particularment, es dedicà a l'estudi dels tàxons endèmics amb el propòsit d'esbrinar l'origen de la flora d'aquestes illes i la seva relació amb la d'altres territoris.

Paral·lelament a aquests estudis, aquesta autora i el doctor Eugeni Sierra Ràfols, de l'Institut Botànic de Barcelona, iniciaren l'estudi biosistemàtic del gènere *Rubia* a la Mediterrània Occidental i a la Macaronèsia.

Aquests fets han contribuït a fer avançar els estudis citotaxonòmics, primer, i

biosistemàtics, més recentment, al nostre país. Actualment es treballa en aquestes línies a les facultats de Biologia i de Farmàcia de la Universitat de Barcelona, a la facultat de Ciències, secció de Biològiques, de la Universitat Autònoma de Barcelona, a l'Institut Botànic de Barcelona i a la facultat de Biologia de la Universitat de València.

Els gèneres de fanerògames que s'han estudiat de manera més o menys àmplia són els següents: *Arenaria* —estudi fet per a un grup d'espècies pròximes i conflictives—; espècies dels gèneres *Eleusine*, *Hyparrhenia* i *Paspalum* que es fan als Països Catalans —estudi morfològic, anatòmic, cariològic, ecològic i corològic—; *Phlomis* —estudi morfològic i citotaxonòmic—; *Delphinium*, *Dorycnium*, *Eryngium*, *Anthyllis* i *Rubia*— publicacions i investigacions en curs.

Els gèneres que s'estudien actualment des d'un punt de vista biosistemàtic força global són: *Aconitum*, *Anthemis*, *Artemisia*, *Consolida*, *Dianthus*, i *Puccinellia* pel que fa a les fanerògames, i *Cystoseira* i *Gelidium* pel que fa a les algues.

Els següents gèneres s'han estudiat o bé s'estudien actualment des d'un punt de vista concret: *Thymus*, *Cannabis*, *Euphorbia*, *Melissa* i *Salvia* —publicacions i estudis en curs—, tots ells fonamentalment quimiotaxonòmics. *Arnica* —estudi histològic—, *Campanula* —estudis morfològics i corològics—, *Lavandula* —estudis palinològics— i *Parietaria* —estudi morfològic, palinològic, cariològic i corològic de les espècies que es troben a Catalunya, en relació amb la seva producció de pol·len allergogen.

Si, a tot el que acabem d'esmentar, afegim que s'han publicat diverses llistes de recomptes cromosòmics i que a la facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona s'han començat a fer, amb èxit, recomptes cromosòmics en Briòfits i que aviat es volen començar a fer sobre determinats gèneres de fongs, creiem que podem afirmar que el panorama que ofereixen actualment la biosistemàtica i la citotaxonomia als Països Catalans és força prometedora i, fins i tot, engrescador.

BIBLIOGRAFIA

- BABCOCK, E. B. 1947. *The genus Crepis*. I, II. Univ. Calif. Pubs. Bot., 21 & 22.

- BENDICH, A. J. & BOLTON, E. T. 1967. Relatedness

- among plants as mesured by the DNA-agar technique. *Plant Physiol.*, 32: 76-84.
- CARDONA, M. A. 1984. Caryosystématique et différenciation évolutive de quelques *Rubia* méditerranéennes. *Webbia*, 38 (*Acti IV Congresso OPTIMA*): 513-529.
- CARDONA, M. A. & CONTANDRIOPOULOS, J. 1977. L'endémisme dans les flores insulaires méditerranéennes. *Mediterranea*, 2: 49-77.
- CARDONA, M. A. & CONTANDRIOPOULOS, J. 1979. Endemism and Evolution in the Islands of the Western Mediterranean. In: *Plants and Islands* (D. Bramwell, Ed.). Academic Press. London.
- CARDONA, M. A. & SIERRA-RAFOLS, E. 1981. Contribución al estudio del género *Rubia*. I. Táxones mediterráneo-occidentales y macaronésicos. *Actas III Congr. OPTIMA. Anales Jard. Bot. Madrid*, 37 (2): 557-575.
- CAUWET-MARC, A. M. 1979. Etude cytophotométrique de l'ADN nucléaire chez quelques espèces du genre *Bupleurum* L. (Umbelliferae). *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris* 4, 1 (B, 1): 53-63.
- CONTANDRIOPOULOS, J. 1982. La spéciation. *Bot. Chron.*, 2 (1): 5-17.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & CARDONA, M. A. 1984. Caractère originale de la flore endémique des Baléares. *Botanica Helvetica*, 94 (1): 101-132.
- COUDERC, H. 1975. *Etude biosystématique des espèces françaises du genre Anthyllis L. et notamment de l'A. vulneraria L.* Thèse. Université Paris Sud. Orsay.
- DARLINGTON, C. D. 1965. *Chromosome Botany and the Origin of Cultivated Plants*. Allen and Unwin. London.
- FAVARGER, C. 1975. Cytotaxonomie et histoire de la flore orophile des Alpes et de quelques autres massifs montagneux d'Europe. *Lejeunia*, n. s., 77: 1-45.
- FAVARGER, C. & CONTANDRIOPOULOS, J. 1961. Essai sur l'endémisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse*, 71: 384-408.
- GEORGIADIS, Th. 1976. Contribution à l'étude cytologique du genre *Centaurea* L. (Sectio *Acrolophus* (Cass) DC) en Grèce. *Biol. Ecol. Médit.* 3 (1): 13-20.
- GRANT, V. 1963. *The Origin of Adaptations*. Columbia University Press. London, etc.
- HARBORNE, J. B. 1967. *Comparative biochemistry of the flavonoids*. Academic Press. London.
- KÜPPFER, Ph. 1974. Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera*, 23: 1-322.
- LÖVKVIST, B. 1956. The *Cardamine pratensis* complex. Outlines of its cytogenetics and taxonomy. *Symb. bot. Upsal.*, 14 (2): 1-131.
- LLORENS, Ll. 1979. *Estudios sobre la flora litoral. Introducción a la Taxonomía del género Limonium. Los Limonium de la isla de Mallorca*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- RAVEN, P. H. & KYHOS, D. W. 1965. New evidence concerning the original basic chromosome number in Angiosperms. *Evolution*, 19 (2): 244-248.
- SMITH, P. M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold. London.
- VERLAQUE, R. 1983. *Etude biosystématique et phyllogénétique des Dipsacacées*. Thèse. Université de Provence-Marseille.