

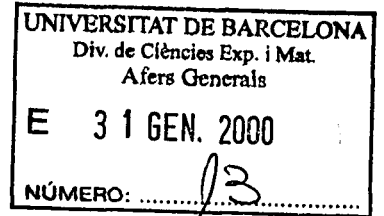
Estudi biosistemàtic del gènere *Dianthus* L. al NE de la Península Ibèrica

Mercè Bernal Cid

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



Universitat de Barcelona
Facultat de Biologia
Departament de Biologia Vegetal
Unitat de Botànica

Estudi biosistemàtic del gènere *Dianthus* L. al NE de la península Ibèrica

Mercè Bernal i Cid

(Tesi Doctoral)

Memòria presentada per Mercè Bernal i Cid
per a optar al grau de Doctor en Biologia.
Dirigida pel Dr. Josep Vigo i Bonada (com a
continuador de la Dra. M. Àngels Cardona
i Florit †), del Departament de Biologia
Vegetal, Facultat de Biologia, Universitat de
Barcelona

Barcelona, desembre de 1999

8.3. RESULTATS

Per tal d'obtenir una visió global de les dades palinològiques, hem elaborat diverses taules i representacions gràfiques. Les mitjanes dels paràmetres P, E i P/E per a cada taxon figuren a la taula 8.1, amb indicació de l'interval de variació, la desviació estàndard (s) i l'interval de confiança de la mitjana al 5% (I.C.). També hem confeccionat, per als paràmetres P i E, els tests de Simpson & Roe (PLUYM & HIDEUX, 1977) que representem a les figures 8.2 i 8.3. A la figura 8.4 donem els valors de E en comparació amb els de P. Finalment, les figures 8.5 a 8.9 recullen imatges del pol·len dels diferents tàxons del gènere *Dianthus* estudiats al MER.

8.3.1. Microscopi òptic

Forma, polaritat i simetria

Les observacions amb MO, tant en secció òptica equatorial com meridiana, posen de manifest una forma aproximadament esferoïdal del pol·len a totes les poblacions estudiades. Aquestes observacions, però, són sovint imprecises i per això recorrem a definir la forma a partir de la relació P/E (diàmetre polar/diàmetre equatorial). En el conjunt de mostres estudiades, la relació P/E varia entre 0,981 per a *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus* i 1,039 per a *D. pungens* subsp. *ruscinonensis* i, per tant, la forma varia entre oblato-esferoïdal i prolato-esferoïdal (vegeu la taula 8.1). També hem trobat grans de forma més o menys poligonal, a causa de que les obertures estan lleugerament enfonsades (vegeu les figures 8.5 d i g, 8.6 a i g i 8.7 a i d, entre d'altres); cal tenir en compte, però, que tots dos tipus morfològics (esferoïdal i poligonal) poden trobar-se en una mateixa mostra, motiu pel qual aquest caràcter no té cap mena de rellevància en l'aspecte taxonòmic. Així mateix, és possible trobar grans anòmals, de forma més o menys fortament irregular, especialment en poblacions d'origen híbrid (vegeu la figura 8.8. c i d). Pel que fa a la polaritat i a la simetria, en totes les poblacions estudiades el gra de pol·len és isopolar i de simetria radial.

Dimensions

Els resultats obtinguts per a la mida dels grans poden veure's a la taula 8.1; oscil·len entre 42,2 µm per a *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* i 66,6 µm per a *D. multiceps* subsp. *multiceps* pel que fa al diàmetre polar (P), i entre 41,6 µm per a *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* i 66,9 µm per a *D. multiceps* subsp. *multiceps* per al diàmetre equatorial (E) (vegeu la taula 8.1 i les figures 8.2 i 8.3). Tanmateix, les mitjanes poblacionals presenten un recorregut un xic menys ampli. Més de la meitat dels grans mesurats corresponen, doncs, a una mida mitjana (25-50 µm segons la classificació d'ERDTMAN, 1966). La resta són de mida gran (50-100 µm, segons la mateixa classificació). Els resultats obtinguts per nosaltres no coincideixen amb els obtinguts per CANDAU (1980), autora que considera que les dimensions pol·líniques de la subfamília *Silenoideae* oscil·len entre 20 i 52 µm de diàmetre, mentre que 9 dels tàxons estudiats per nosaltres superen el valor màxim. En el cas de tàxons concrets estudiats per l'esmentat autor i per nosaltres, les divergències són especialment notables, entre d'altres, en el cas de *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, tàxon al qual CANDAU atribueix un diàmetre de 33 µm, i nosaltres hem obtingut un valor de 56,6 µm. Les diferències en els resultats poden ser atribuïdes a la manipulació de les mostres o bé a que existeixen diferències reals entre les poblacions estudiades. Tenint en compte la diversitat de tractaments taxonòmics que els diversos autors han donat a aquest tàxon (vegeu el capítol 11, "Taxonomia i Sistemàtica), motivats sens dubte per la gran variabilitat que el caracteritza i l'abundància de formes intermediàries amb *D. hispanicus*, i la llunyania geogràfica

entre les poblacions estudiades per CANDAU i les nostres, ens inclinen a pensar que les diferències detectades entre ambdues poblacions són reals.

Obertures

En totes les mostres estudiades les obertures corresponen a porus, que es presenten en nombre variable (de 12 a 16) inclús dins d'una mateixa espècie. El nombre d'obertures està clarament correlacionat amb les dimensions del gra de pol·len. El diàmetre de les obertures oscil·la entre 3,1 i 5,6 μm i la distància interporal pot moure's, aproximadament, entre 10 i 12 μm . Les obertures presenten, en tots els casos, opercles sobre els quals s'aprecien elements esculturals més o menys soldats i desenvolupats. El tipus de pol·len és, quant a les obertures, pantoporat al conjunt del gènere.

Exina

L'estructura de l'exina és la mateixa per a totes les espècies estudiades. Les seccions òptiques posen de manifest que el gruix de l'exina pot variar entre 1,8 i 3,7 μm segons les espècies. L'ectexina, tectada en tots els casos, és més gruixuda que l'endexina o aproximadament igual. L'ectexina presenta bàculs simples o ramificats, i l'endexina bàculs simples. El tèctum, ben desenvolupat, presenta un gruix al voltant d'1 μm , amb una ornamentació contínua consistent, observada al MO, en fines granulacions de densitat variable.

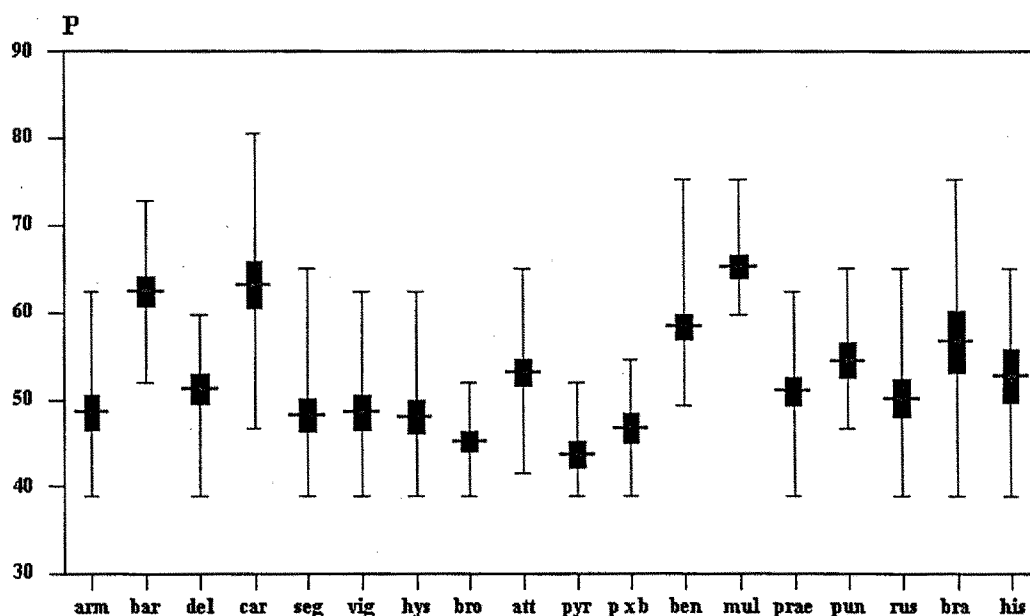


Figura 8.2. Test de Simpson & Roe per al diàmetre polar (P) del pol·len de *Dianthus*, en μm . arm - *D. armeria*, bar - *D. barbatus*, del - *D. deltoides*, car - *D. carthusianorum*, seg - *D. seguieri*, vig - *D. vigoii*, hys - *D. hyssopifolius*, bro - *D. broteri*, pyr - *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, att - *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, pxb - *D. pyrenaicus* x *D. benearnensis*, ben - *D. benearnensis*, mul - *D. multiceps* subsp. *multiceps*, prae - *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, pun - *D. pungens* subsp. *pungens*, rus - *D. pungens* subsp. *ruscinnensis*, bra - *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, his - *D. pungens* subsp. *hispanicus*.

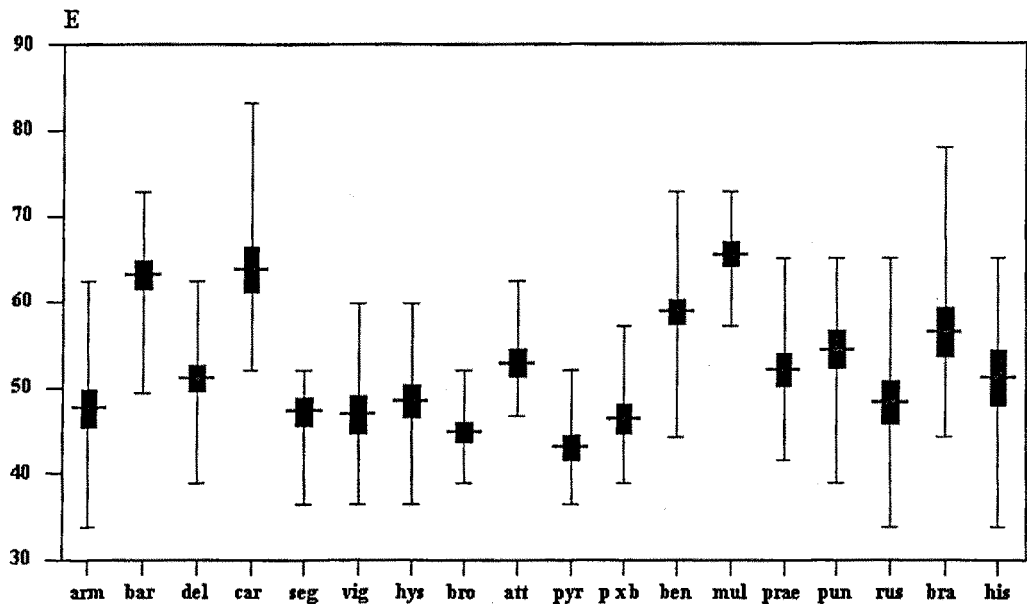


Figura 8.3. Test de Simpson & Roe per al diàmetre equatorial (E) del pol·len de *Dianthus*, en µm. arm - *D. armeria*, bar - *D. barbatus*, del - *D. deltoides*, car - *D. carthusianorum*, seg - *D. seguieri*, vig - *D. vigoii*, hys - *D. hyssopifolius*, bro - *D. broteri*, pyr - *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, att - *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, pxb - *D. pyrenaicus* x *D. benearnensis*, ben - *D. benearnensis*, mul - *D. multiceps* subsp. *multiceps*, prae - *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, pun - *D. pungens* subsp. *pungens*, rus - *D. pungens* subsp. *rusciniensis*, bra - *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, his - *D. pungens* subsp. *hispanicus*.

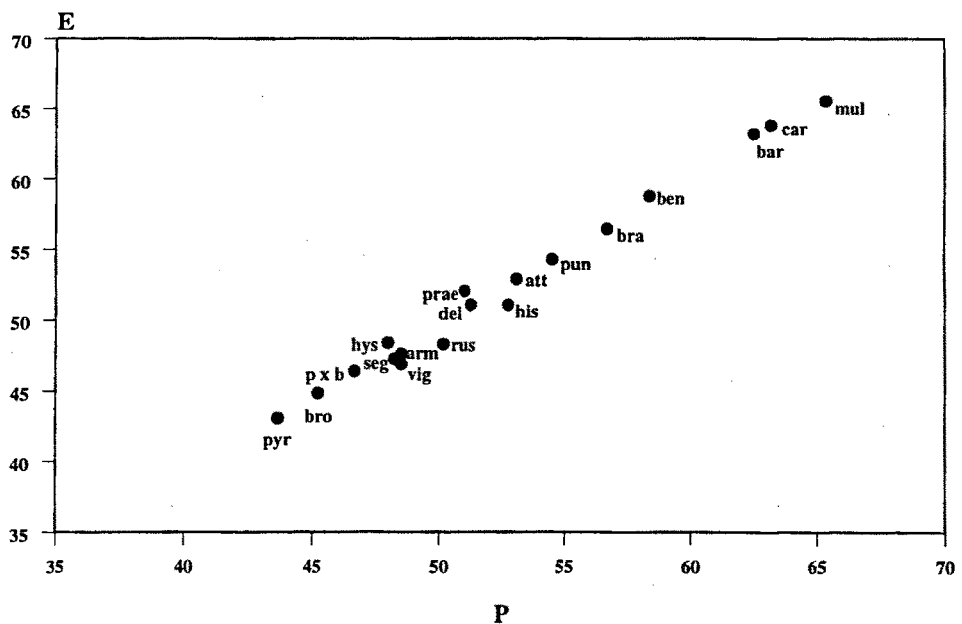


Figura 8.4. Representació gràfica de les mitjanes de P i E del pol·len de *Dianthus*, en µm. arm - *D. armeria*, bar - *D. barbatus*, del - *D. deltoides*, car - *D. carthusianorum*, seg - *D. seguieri*, vig - *D. vigoii*, hys - *D. hyssopifolius*, bro - *D. broteri*, pyr - *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, att - *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, pxb - *D. pyrenaicus* x *D. benearnensis*, ben - *D. benearnensis*, mul - *D. multiceps* subsp. *multiceps*, prae - *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, pun - *D. pungens* subsp. *pungens*, rus - *D. pungens* subsp. *rusciniensis*, bra - *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, his - *D. pungens* subsp. *hispanicus*.

8.3.2. Microscopi electrònic de rastreig

Ornamentació de l'exina: Observada al MER, l'exina apareix equinulada, és a dir, ornamentada amb elements de contorn punxegut, segons la terminologia de FAEGRI & IVERSEN (1964). Els esmentats elements esculturals corresponen a nanopínules de dimensions que oscil·len entre 1 i 1,6 μm (vegeu la taula 8.2) i, per tant, segons la mateixa terminologia (FAEGRI & IVERSEN, 1964), el pol·len és escabre (amb ornamentacions de mida inferior a 3 μm).

La densitat amb què es disposen els elements esculturals, mesurada sobre les fotografies, oscil·la entre 14 i 20 nanopínules/10 μm^2 (vegeu la taula 8.2). Les nanopínules van acompanyades, en tots els casos, de microperforacions de contorn arrodonit, disposades de manera més o menys regular per tota l'exina. En aquest aspecte, estem en desacord amb els resultats obtinguts per CANDAU (1980), segons els quals alguns tàxons com *D. pungens* subsp. *brachyanthus* no presentarien les esmentades microperforacions. Atribuïm els resultats obtinguts per CANDAU al fet que les microperforacions no sempre són visibles; no són apreciables, per exemple, en pol·len fresc a causa de les substàncies lipídiques que recobreixen la superfície del gra. Les microperforacions únicament són observables en grans acetolitzats o sotmesos a una seriació alcohòlica. Fins i tot en aquests casos, si l'acetòlisi és imperfecta o incompleta les microperforacions poden quedar difuminades com pot apreciar-se en algunes de les fotografies realitzades al MER per nosaltres mateixos (vegeu les figures 8.6 j i 8.9 b i d).

| Tàxon | Elements esculturals | Dimensions (\bar{x} , μm) | Densitat / 10 μm^2 | Microperforacions |
|-----------------------------|----------------------|--|-------------------------------|-------------------|
| <i>D. armeria</i> | nanopínules | 1,3 | 14 | + |
| <i>D. barbatus</i> | " | 1,1 | 14 | + |
| <i>D. deltoides</i> | " | 1,3 | 15 | + |
| <i>D. carthusianorum</i> | " | 1,09 | 15 | + |
| <i>D. seguieri</i> | " | 1,07 | 16 | + |
| <i>D. vigoii</i> | " | 1 | 17 | + |
| <i>D. hyssopifolius</i> | " | 1,56 | 15 | + |
| <i>D. broteri</i> | " | 1,51 | 14 | + |
| <i>D. attenuatus</i> | " | 1,4 | 16 | + |
| <i>D. pyrenaicus</i> | " | 1,32 | 17 | + |
| <i>D. pyr. × D. benear.</i> | " | 1,13 | 15 | + |
| <i>D. benearnensis</i> | " | 1,01 | 16 | + |
| <i>D. multiceps</i> | " | 1,3 | 15 | + |
| <i>D. praepyrenaicus</i> | " | 1,4 | 17 | + |
| <i>D. pungens</i> | " | 1,26 | 15 | + |
| <i>D. ruscinonensis</i> | " | 1,02 | 20 | + |
| <i>D. brachyanthus</i> | " | 1 | 20 | + |
| <i>D. hispanicus</i> | " | 1,1 | 18 | + |

Taula 8.2. Observacions al MER del pol·len de *Dianthus* L.

8.4. DISCUSSIÓ

L'estudi pal·linològic de *Dianthus* posa de manifest l'homogeneïtat del gènere en aquest aspecte. Els diversos caràcters quantitius analitzats (vegeu la taula 8.1) tenen un baix poder discriminant a l'hora d'identificar els diferents tàxons. L'estudi de la dispersió i la distribució de les mesures de P i E, realitzat mitjançant el test gràfic de Simpson & Roe (VAN DER PLUYM & HIDEUX, 1977), dóna com a resultat un grau de significació i de coherència entre els diversos tàxons relativament baix, d'acord amb el caràcter estenopol·línic de *Dianthus* (vegeu les figures 8.2 i 8.3); és a dir, no es possible afirmar que les dimensions dels grans de pol·len del gènere permetin una clara segregació de les espècies amb una significació estadística del 95%. Ara bé, en determinats casos sí que les dimensions pol·líniques permeten la discriminació entre tàxons, com passa, per exemple, entre *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* i *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*. Tal com es pot veure a les figures 8.2 i 8.3, les diferències entre aquests dos tàxons pel que fa als valors de P i E són estadísticament significatives, i una cosa anàloga passa en el cas de *D. multiceps* subsp. *multiceps* i *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*. En el grup de *D. pungens*, les dimensions pol·líniques permeten la discriminació de la subespècie *ruscinonensis* en esguard de les subespècies *pungens* i *brachyanthus*, tàxons amb els quals es pot confondre atenent a caràcters exclusivament morfològics.

Els resultats obtinguts per nosaltres contrasten amb els publicats per CANDAU (1980), segons els quals fóra possible identificar diferents tàxons del gènere *Dianthus* tenint en compte llurs característiques pol·líniques. CANDAU (1980) estableix quatre grups pol·línics dins del gènere basant-se en les dimensions del gra, el nombre d'obertures i les dimensions d'aquestes; i dins de cada grup estableix les diferències entre tàxons basant-se en altres característiques dels grans, com poden ésser detalls de l'ultraestructura i de l'ornamentació de l'exina. En el seu treball CANDAU únicament estudia 8 tàxons del gènere. Nosaltres hem trobat que en augmentar el nombre de tàxons analitzats, els grups establerts per CANDAU deixen de ser funcionals.

La tendència entre alguns palinòlegs d'elaborar claus d'identificació partint d'un nombre reduït de mostres o bé de mostres poc representatives del conjunt de la variabilitat pròpia del grup ha estat ja criticada per KÖNIGSSON (1971), autor que ha insistit en la necessitat d'utilitzar mostres que incloguin tot el ventall de variació biològica del col·lectiu estudiat. En *Caryophyllaceae* concretament, existeixen casos en què els suposats caràcters diagnòstics han deixat de ser-ho en augmentar el nombre de mostres o de tàxons analitzats (KÖNIGSSON, 1971).

Així doncs, tot i que, com hem dit, no es poden treure conclusions absolutes de les mesures de P i E, això no exclou la possibilitat d'intentar agrupar les espècies per tal d'observar-hi tendències. Així, i entenent els fenòmens biològics d'acord amb els patrons naturals de variació (JEANMONOD & BOCQUET, 1983), hem construït un diagrama de dispersió per a les mesures dels diàmetres axials, representant E en ordenades i P en abscisses (vegeu la figura 8.4). L'anàlisi de l'esmentat diagrama ens permet deduir que aquests dos paràmetres es relacionen de forma lineal segons una recta de regressió, i que no s'observa, en canvi, cap agrupació entre tàxons presumptament relacionats.

La comparació entre les dades referents a les dimensions pol·líniques i les referents al nombre cromosòmic dels diferents tàxons (vegeu el capítol IX) no posa de relleu cap mena de correlació entre unes i altres. Tal com es pot veure a la figura 8.4, *D. barbatus* i *D. carthusianorum* són dos dels tàxons que presenten el pol·len de dimensions més grans i, en canvi, la seva dotació cromosòmica és diploide ($2n = 30$). A l'altre extrem del mateix gràfic se situa *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* com a tàxon que té un pol·len de dimensions més petites i amb una dotació cromosòmica igualment diploide. La resta de tàxons diploides com, per exemple, *D. armeria*, *D. deltoides*, *D. hyssopifolius*, *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, *D. pungens* subsp. *ruscinonensis*, *D. pungens* subsp. *brachyanthus* i *D. pungens*

subsp. *hispanicus* se situen en el gràfic en posicions intermèdies respecte a les que acabem de comentar. Ara bé, si centrem la nostra atenció en grups de tàxons relacionats, com per exemple *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus* i *D. benearnensis*, aleshores sí que és possible afirmar que els tàxons diploides (*D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* i *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*) presenten pol·len de dimensions més petites que els tetraploides relacionats (*D. benearnensis*). En el cas del grup constituït per *D. seguieri* i *D. vigoi*, tots dos tetraploides, el pol·len és de les mateixes dimensions. No és aquest el cas del grup constituït per *D. multiceps* subsp. *multiceps* i *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, tàxons tetraploides amb pol·len de dimensions significativament diferents. En canvi en els grups constituïts per *D. hyssopifolius* (2n) i *D. broteri* (4n), per una banda, i *D. pungens* subsp. *pungens* (4n), *D. pungens* subsp. *ruscinonensis* (2n), *D. pungens* subsp. *brachyanthus* (2n) i *D. pungens* subsp. *hispanicus* (2n), per l'altra, no es veuen diferències significatives entre les dimensions dels grans del tàxon diploide i les dels tetraploides relacionats. La causa que no existeixi una clara correlació lineal a nivell genèric entre el nombre cromosòmic i les dimensions dels grans de pol·len és, molt probablement, que els diferents tàxons diploides considerats per nosaltres constitueixen la base de diferents línies evolutives.

Pel que fa a la forma dels grans, el tipus d'obertures i l'ornamentació de l'exina, són caràcters que presenten una gran uniformitat en el conjunt del gènere i que, per consegüent, no permeten la discriminació dels tàxons.

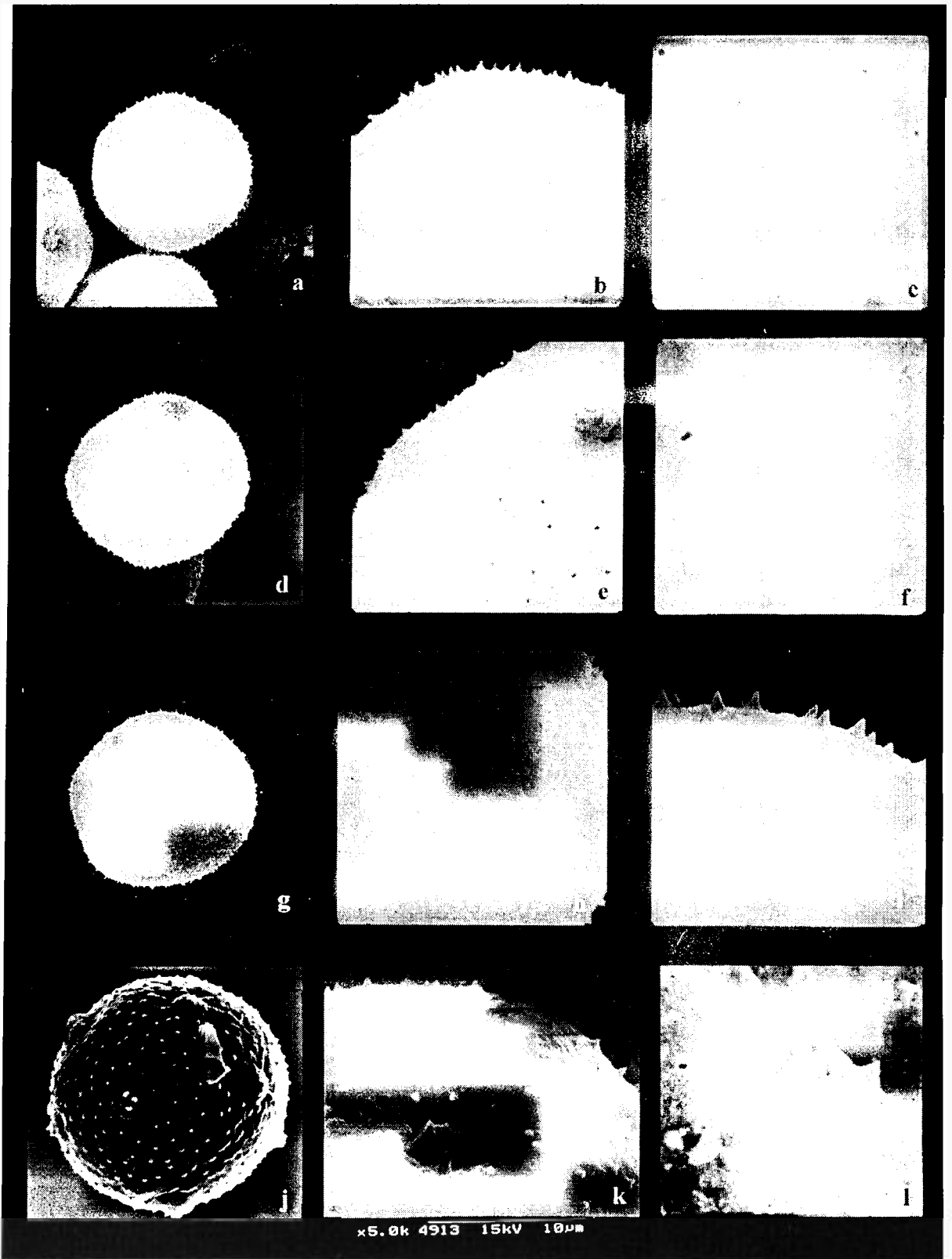


Figura 8.5. Morfologia pol·línica de *Dianthus* al MER (grans acetolitzats). **a-c)** *D. armeria*, $\times 2000$, $\times 5000$ i $\times 10000$, respectivament. **d-f)** *D. barbatus*, $\times 1900$, $\times 4750$ i $\times 9500$, respectivament. **g-i)** *D. deltoides*, $\times 1950$, $\times 4950$ i $\times 9500$, respectivament. **j-l)** *D. carthusianorum*, $\times 1900$, $\times 5000$ i $\times 10000$, respectivament.

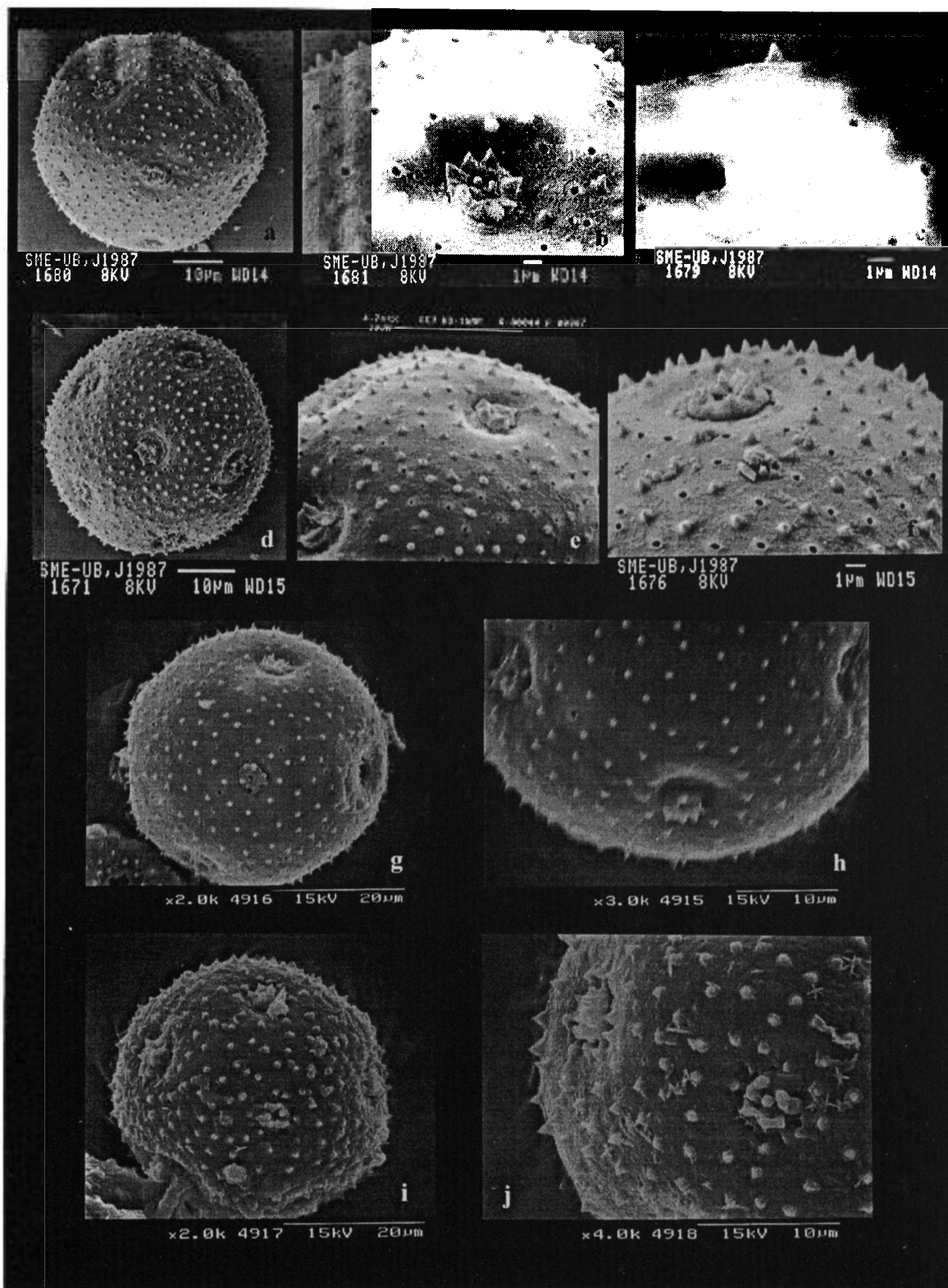


Figura 8.6. Morfologia pol·línica de *Dianthus* al MER (grans acetolitzats). **a-c)** *D. seguieri*, $\times 1700$, $\times 5500$ i $\times 8500$, respectivament. **d-f)** *D. vigoi*, $\times 1700$, $\times 4740$ i $\times 6000$, respectivament. **g-h)** *D. hyssopifolius*, $\times 2000$ i $\times 3000$, respectivament. **i-j)** *D. broteri*, $\times 2000$ i $\times 4000$, respectivament.

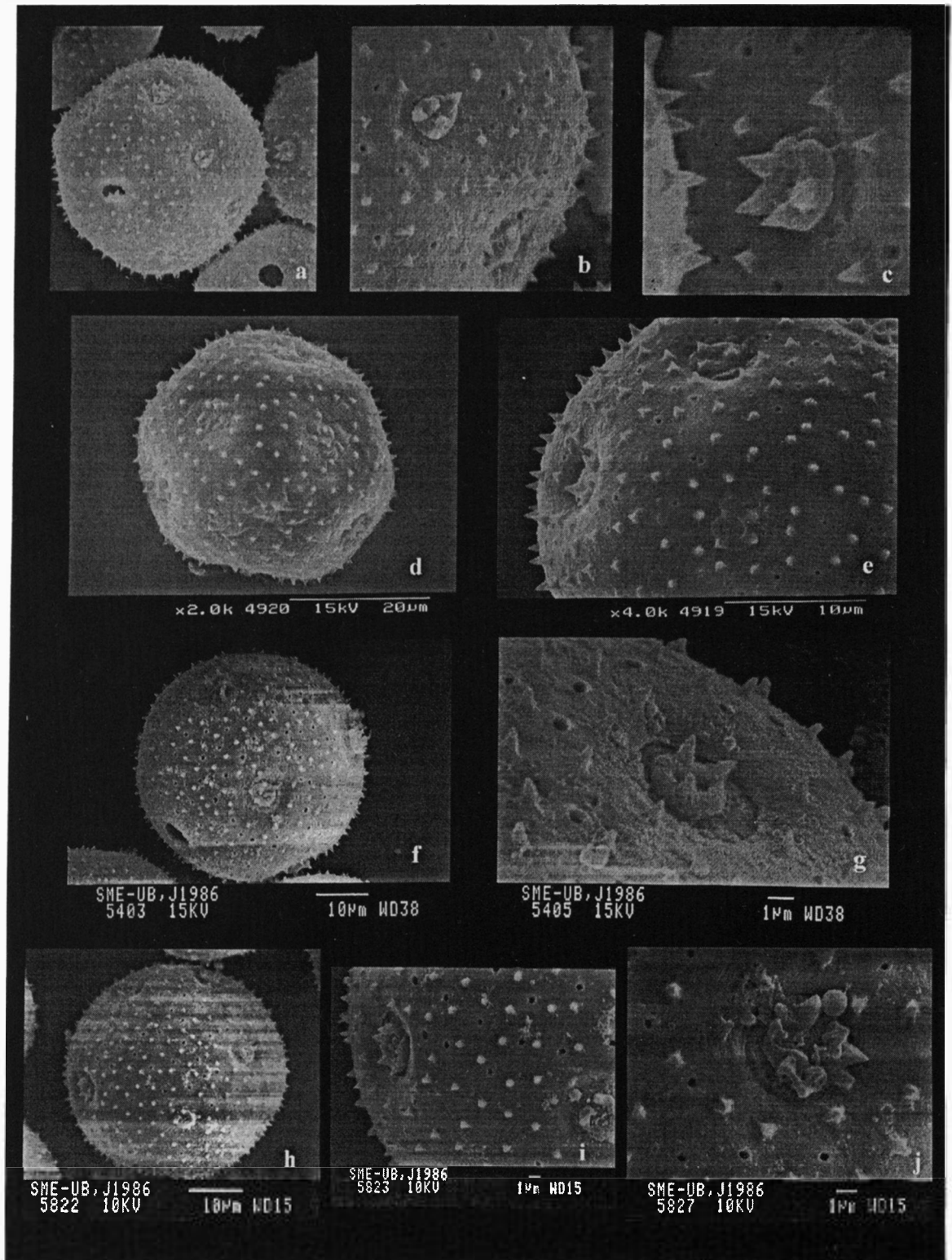


Figura 8.7. Morfologia pol·línica de *Dianthus* al MER (grans acetolitzats). **a-c)** *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, $\times 1900$, $\times 4750$ i $\times 9500$, respectivament. **d-e)** *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, $\times 2000$ i $\times 4000$, respectivament. **f-g)** *D. benearnensis* (Añiscló), $\times 1600$ i $\times 7500$, respectivament. **h-j)** *D. benearnensis* (Estòs), $\times 1700$, $\times 4500$ i $\times 7000$, respectivament.

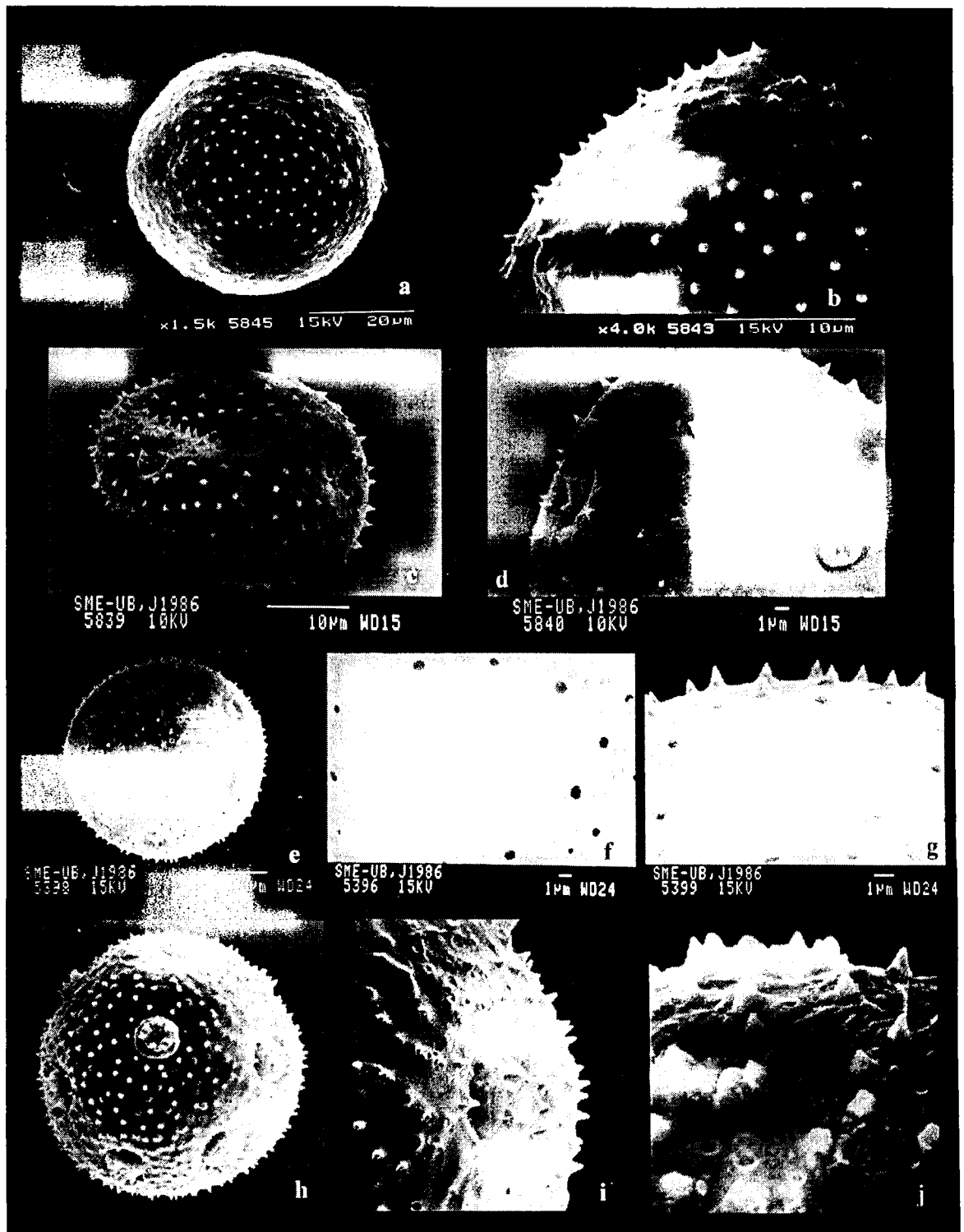


Figura 8.8. Morfologia pol·línica de *Dianthus* al MER (grans acetolitzats). **a-b)** *D. pyrenaicus* x *D. benearnensis*, $\times 1500$ i $\times 4000$, respectivament. **c-d)** *D. benearnensis* x *D. hyssopifolius*, $\times 2500$ i $\times 4000$, respectivament. **e-g)** *D. multiceps* subsp. *multiceps*, $\times 1500$, $\times 4500$ i $\times 7000$, respectivament. **h-j)** *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, $\times 1800$, $\times 4600$ i $\times 9500$, respectivament.

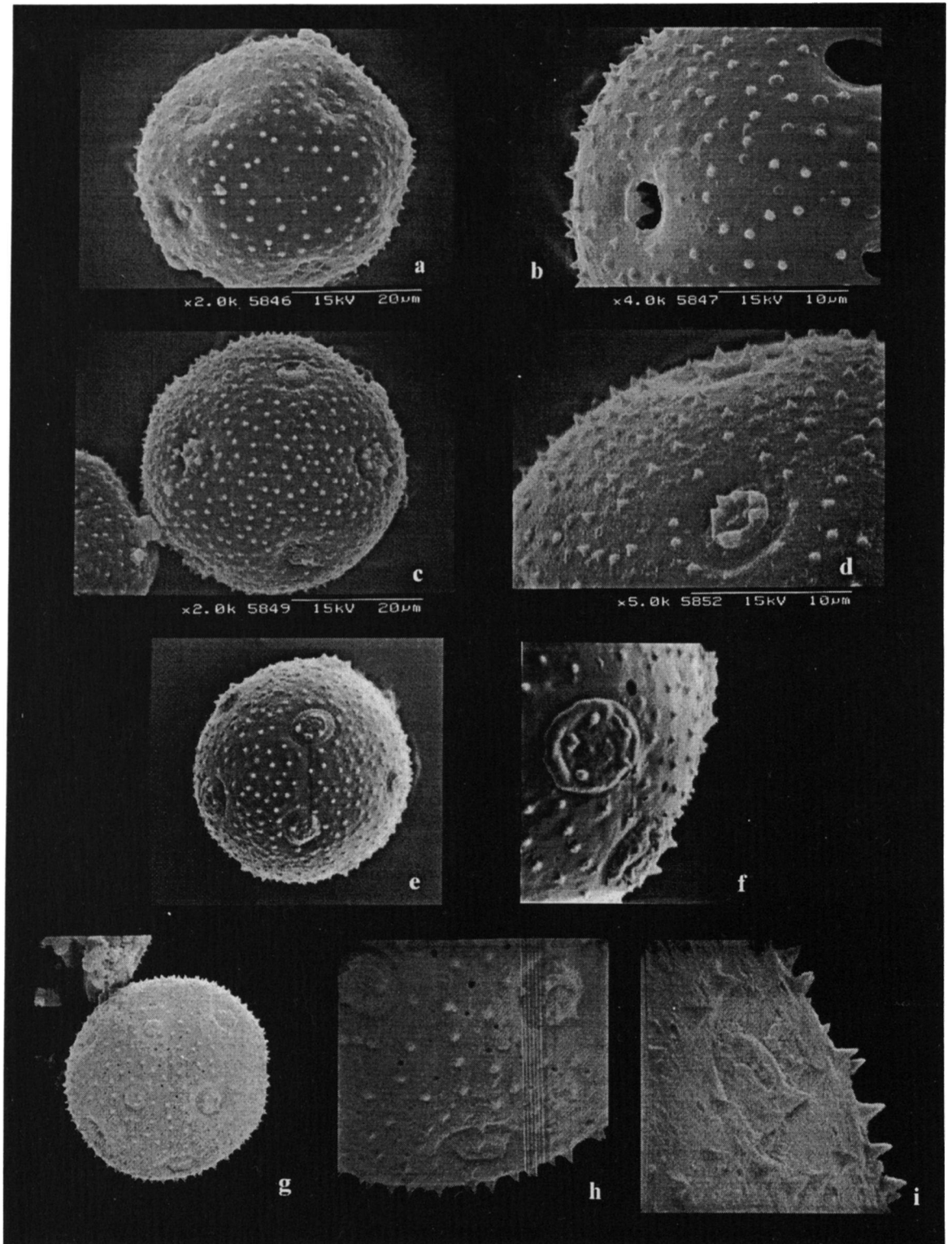


Figura 8.9. Morfologia pol·línica de *Dianthus* al MER (grans acetolitzats). **a-b)** *D. pungens* subsp. *pungens*, $\times 2000$ i $\times 4000$, respectivament. **c-d)** *D. pungens* subsp. *ruscinoensis*, $\times 2000$ i $\times 5000$, respectivament. **e-f)** *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, $\times 1900$ i $\times 4800$, respectivament. **g-i)** *D. pungens* subsp. *hispanicus*, $\times 1900$, $\times 4750$ i $\times 9500$, respectivament.

9. CARIOLOGIA

9. CARIOLOGIA

9.1. INTRODUCCIÓ

Les dades cromosòmiques poden ser valorades desde dos punts de vista diferents a l'hora d'èsser utilitzades com a caràcters taxonòmics. Alguns autors consideren que les diferències cromosòmiques representen únicament un caràcter morfològic més —el nombre cromosòmic és tan important com el nombre de carpels, i la seva morfologia pot considerar-se de la mateixa manera que la morfologia de les fulles o els pètals— i, per tant, no requereixen cap tractament especial. Si els caràcters son considerats exclusivament com el mitjà que permet situar els individus en una jerarquia taxonòmica donada i identificar-los d'acord amb la posició que ocupen en l'esmentada jerarquia, aquest punt de vista està plenament justificat. Altres autors, en canvi, consideren que els cromosomes constitueixen una font especial d'informació a causa de la seva relació directa amb el material genètic —el nombre cromosòmic i la seva homologia condicionen el seu comportament durant l'aparellament a la meiosi, el qual determina, en part, el grau de fertilitat dels híbrids i també, el comportament reproductor i el model de variació de les poblacions—. Si la finalitat perseguida per un taxònom no és la classificació dels organismes per ella mateixa, sinó que considera la sistemàtica com a un mitjà per arribar a entendre les relacions existents entre les espècies, els processos que han tingut lloc durant la diversificació evolutiva i les direccions que aquesta evolució ha pres, llavors les diferències cromosòmiques han de tenir un significat totalment distint al de les diferències morfològiques, ecològiques o bioquímiques. Tots dos punts de vista són vàlids, i cal tenir-los molt presents a l'hora d'interpretar les dades cromosòmiques. De qualsevol manera, no existeix cap justificació que permeti considerar els caràcters cromosòmics especials o més importants que la resta pel fet que els cromosomes siguin els portadors dels gens. Dit amb unes altres paraules, hi ha poques evidències que els arguments aplicables a les seqüències d'ADN com indicadors taxonòmics siguin aplicables a nivell cromosòmic. Per altra banda, cal tenir en compte que tot i que els cromosomes poden condicionar alguns dels processos implicats en els canvis evolutius o bé actuar com a marcadors d'aquests canvis, no ho fan de la mateixa manera en tots els grups taxonòmics o en totes les situacions.

En contra de l'antiga creença que el component cromosòmic d'una espècie romanía immutable, actualment resulta evident que els canvis, no únicament són possibles, sinó que alguns resulten relativament freqüents. Els tipus de variacions que presenten els cromosomes poden afectar la seva morfologia, les seves dimensions (absolutes i relatives) i el seu nombre. Pel que fa a les variacions en el nombre, poden ser de dues menes: les variacions per aneuploïdia i les variacions per poliploïdia. Concretament, la poliploïdia ha estat considerada per diversos autors com a un mecanisme d'especiació vegetal molt important, de manera general (STEBBINS, G. L., 1971; GOLDBLATT, 1980; LEWIS, W. H., 1980; GRANT, V., 1989), i més en particular pel que fa a les *Caryophyllaceae* (ROHWEDER, 1939; BLACKBURN & MORTON, 1957; FERNANDES & LEITAO, 1971; FAVARGER & HUYNH, 1980).

A partir de finals dels anys seixanta, té lloc un augment molt important del nombre de dades cromosòmiques publicades (MOORE, D. M. 1976). Aquest fet ha comportat la creixent utilització d'aquests coneixements per a la delimitació dels tàxons i l'estudi dels mecanismes citogenètics bàsics implicats en l'evolució. Els estudis citotaxonòmics han presidit en bona part les recerques biosistemàtiques en els diferents grups vegetals, de manera que ja FAVARGER (1978) considerà que els comptatges cromosòmics havien esdevingut un "travail de routine". Amb tot, aquestes dades no són

conegudes d'una manera equivalent per als diversos tàxons. Tal com MOORE, D. M. (1978) posa de manifest, es coneix el nombre cromosòmic de prop d'un 40% de les espècies de compostes (SÖLBRIG, 1977) i només d'un 5% de les euforbiàcies (HANS, 1973).

Pel que fa a les cariofil·làcies, es poden considerar com a una família relativament ben coneguda des del punt de vista del nombre cromosòmic de les espècies, particularment a certes àrees geogràfiques. Per exemple, de les 131 espècies de *Caryophyllaceae* existents a Portugal (TUTIN & al., 1964) se'n coneix el nombre cromosòmic de 93 (BLACKBURN & MORTON, 1957; FERNANDES & LEITAO, 1971); això vol dir que un 70,9% de les cariofil·làcies portugueses han estat objecte d'estudis cariològics.

Son diversos els autors que han dut a terme estudis de caire citotaxonòmic sobre la família *Caryophyllaceae* en general. Entre els esmentats treballs citarem, per la seva importància, els deguts a ROHWEDER (1939), BLACKBURN & MORTON (1957), FERNANDES & LEITAO (1971), FAVARGER & HUYNH (1980) i FAVARGER (1981). Els resultats trobats pel conjunt d'aquests autors posen de manifest una important diversitat pel que fa als nombres cromosòmics de base de la família. FERNANDES & LEITAO (1971) proposen una hipòtesi sobre la probable evolució dels nombres cromosòmics a la família de les Cariofil·làcies, segons la qual consideren $x = 9$ com a nombre de base més primitiu a partir del qual s'han originat tots els altres (vegeu figura 9.1). Segons l'esmentada hipòtesi, la subfamília *Silenoideae*, amb $x = 12$, i dins d'aquesta la tribu *Diantheae*, a la qual pertany el gènere *Dianthus*, amb $x = 15$ i $x = 17$, constitueixen els grups de Cariofil·làcies més evolucionats.

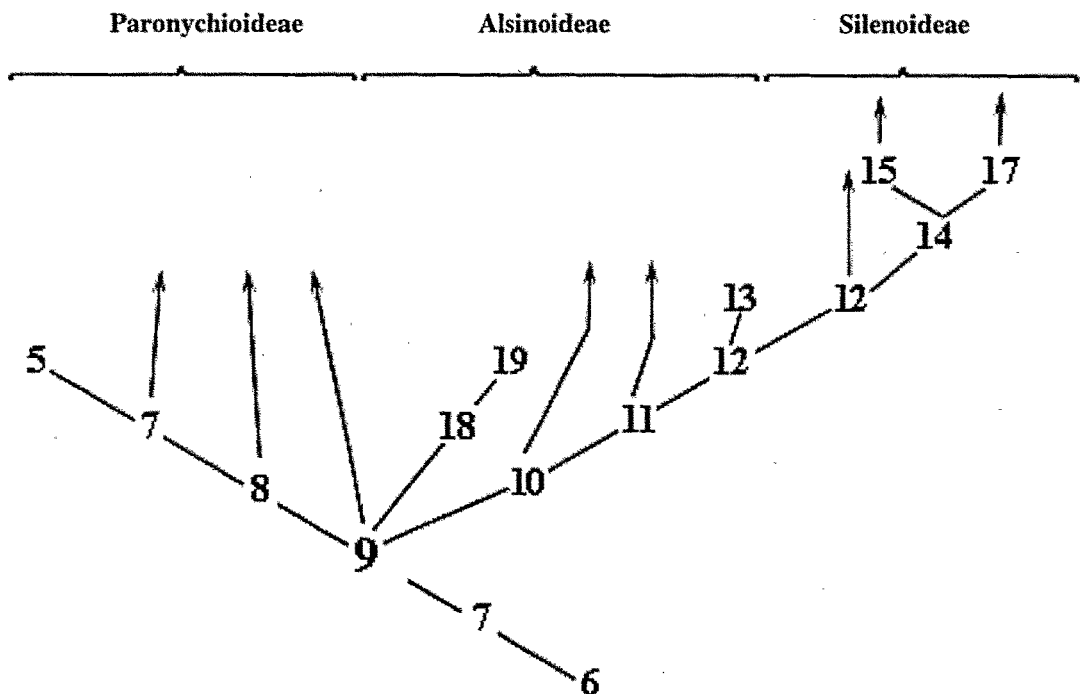


Figura 9.1. Hipòtesi sobre la probable evolució dels nombres cromosòmics a les *Caryophyllaceae* (nombres haploïdes). Les fletxes indiquen les sèries poliploides (segons FERNANDES & LEITAO, 1971).

La hipòtesi de FERNANDES & LEITAO (1971) es basa en la variació gradual i progressiva del nombre cromosòmic a partir del nombre de base més primitiu, $x = 9$, hauria donat lloc als diversos tàxons que integren la família. Segons això, un gènere amb $n = 18$ podria ser considerat més primitiu que un altre amb $n = 19$. FAVARGER & HUYNH (1980) i FAVARGER (1981) accepten l'esquema de

FERNANDES & LEITAO (1971) com a punt de partida, però consideren que en el període inicial d'evolució de la família, hi ha una fase d'inestabilitat cromosòmica que té com a conseqüència la multiplicació dels nombres de base. Si això és cert, no es possible afirmar que un gènere amb $n = 18$ sigui més primitiu que un altre amb $n = 19$, ja que poden haver-se originat de manera simultània.

Respecte dels estudis cariològics del gènere *Dianthus* en concret, existeixen diverses contribucions molt importants, algunes d'elles molt antigues. El primer treball de ROHWEDER apareix el 1929, però la seva aportació més important és del 1934, i hi estableix el nombre cromosòmic de 71 tàxons. ISHII (1930) fa l'estudi cariològic de 24 tàxons del gènere *Dianthus*. El 1931, ANDERSSON-KOTTO & GARDNER, en el seu estudi sobre creuaments interespecífics, analitzen el complement cromosòmic de 34 tàxons. El 1937 apareix la tesi doctoral de GENTSCHKEFF, autor que fa una aportació de 115 recomptes cromosòmics més; el problema d'aquest treball és que no dona dades concretes sobre l'origen geogràfic del material estudiat. Finalment, citarem el treball de CAROLIN (1957), amb 108 recomptes més, alguns dels quals van ser fets en poblacions peninsulars, malgrat que la procedència del material estudiat resulti poc concreta. En conjunt, de les aproximadament 300 espècies que integren el gènere (CRONQUIST, 1981), segons les fonts bibliogràfiques consultades (FEDOROV, 1974; MOORE, R. J. 1973, 1974, 1977; MOORE, D. M. 1982; GOLDBLATT, 1981, 1984, 1985, 1988; GOLDBLATT & JOHNSON, 1991, 1994, 1996; CASTROVIEJO & VALDÉS BERMEJO (Ed.), 1991; PASTOR DIAZ, 1992) es coneix el nombre cromosòmic d'unes 190, és a dir, del 63,3% aproximadament. Val a dir, a més, que molts dels tàxons endèmics de la península Ibèrica no pertanyen al grup d'espècies de les quals es coneix el nombre cromosòmic.

En l'aspecte cariològic, el gènere *Dianthus* pot considerar-se com a força estable, ja que el seu nombre de base, $x = 15$, resta invariable per al conjunt del gènere, i les úniques variacions trobades fins al moment responen a tres nivells diferents de ploïdia, $2n$, $4n$ i $6n$, de tal manera que el nombre cromosòmic dels tàxons que hi pertanyen pot ser $2n = 30$, $2n = 60$ i $2n = 90$. Cal dir que, a nivell específic, l'estabilitat cromosòmica ja no és tant remarcable, car existeixen tàxons que poden presentar tots tres nivells de ploïdia (*D. hyssopifolius*) mentre que d'altres, en canvi, resten invariables (*D. deltooides*).

Dels 38 tàxons (de nivell específic i infraespecífic) pertanyents al gènere *Dianthus* presents a la península segons Flora Ibèrica, 13 poden presentar el nivell diploide ($2n = 30$), xifra que correspon a un 54% del total; 17 poden presentar el nivell tetraploide ($2n = 60$), un 71% del total, i 3 poden presentar el nivell hexaploide ($2n = 90$), que correspon a un 12,5% del total. Amb aquests valors es fa evident que, malgrat l'estabilitat del nombre cromosòmic a nivell de gènere, la situació a nivell específic es força diferent, i existeixen determinats tàxons que presenten tots els nivells de ploïdia possibles dins del gènere.

Malgrat la relativament abundosa informació disponible, per tal que aquesta sigui útil a l'hora d'establir les relacions evolutives entre els tàxons cal partir d'un estudi comparatiu del component cromosòmic dels diferents tàxons pertanyents a un determinat grup. Fer això resulta extremadament difícil en el cas del gènere *Dianthus*, ja que els grups d'espècies relacionades -subgèneres, seccions, etc.- no estan delimitats de manera satisfactòria a causa que el seu patró de diferenciació morfològica és extraordinàriament reticulat i, per tant, qualsevol ordenació lineal dels tàxons específics resulta molt més artificial que en qualsevol altre gènere i, en conseqüència, la subdivisió en subgèneres i seccions té poc valor pràctic.

Pel que fa al conjunt de la informació cariològica sobre el gènere *Dianthus* recollida a la bibliografia, cal fer esment de dos aspectes negatius; primerament, que aquests tipus de dades apareixen de manera molt dispersa, cosa que ens ha obligat a fer un buidat sistemàtic, no sols dels índexs generals, sinó també de revistes de diferents àmbits; segonament, i més important, que molt

sovint no fa referència a l'autoria de l'espècie estudiada o a l'origen geogràfic del material utilitzat, especialment en els recomptes publicats abans dels anys 60, i això relativitza en gran mesura la informació que aporten. El fet de no indicar l'autoria de l'espècie és un problema particularment important en el cas del gènere *Dianthus*, en el qual la sinonímia i els problemes nomenclaturals són tan complexos. Altres aspectes a tenir en consideració són la dificultat intrínseca que suposa l'anàlisi del cariotipus dels tàxons del gènere, a causa de les reduïdes dimensions de llurs cromosomes, que oscil·len entre 0,4 i 2,5 μ , així com la dificultat de trobar bones plaques meiótiques, la qual cosa es tradueix en l'escassetesa de dades haploides a la bibliografia consultada.

9.2. MATERIAL I MÈTODES

9.2.1. Material

9.2.1.1. El material vegetal

El material que hem utilitzat per als estudis cariològics ha estat obtingut, en la seva totalitat, de poblacions naturals. Les recol·leccions han estat realitzades per nosaltres mateixos en el transcurs de diverses campanyes efectuades durant el període 1982-1987.

Per a cadascun dels recomptes efectuats, es conserven els plecs testimoni, dipositats a l'Herbari BCC, i també els dibuixos originals de les projeccions a la cambra clara. La llista de localitats estudiades queda recollida al capítol 11 amb la indicació C (cariologia).

Pel que fa a les localitats escollides, hem intentat, sempre que ha estat possible, que corresponguessin, tant a localitats "típiques" dels diferents tàxons estudiats com a zones de trànsit entre diferents tàxons i àrees corresponents a límits de les respectives àrees de distribució.

Els estudis cariològics han estat efectuats sempre sobre poncelles. Això ens ha permès l'observació de mitosis, principalment en les parets de l'ovari i en els filaments estaminals, i també, en alguns casos de meiosis, en les cèl·lules mares dels grans de pol·len. Inicialment, va caldre fer diversos assaigs per tal de determinar quin era l'estat de desenvolupament òptim de les poncelles per trobar-hi les divisions desitjades. Aquest estat varia segons les espècies, i en general oscil·la entre els 4 mm i els 6 mm de longitud de la poncella.

9.2.1.2. Material òptic.

- Estereoscopi binocular NIKON 102.
- Microscopi òptic Wild M-20 equipat amb cambra clara OPL i amb càmera fotogràfica Wild 10473.

9.2.2. Metodologia

Fixació

Les fixacions han estat fetes directament al camp i hem utilitzat com a fixador una variant del reactiu de Farmer (etanol absolut-àcid acètic glacial en proporcions 4:1) modificat, segons les indicacions de M^a Angels Cardona (comunicació oral), substituint l'àcid acètic per àcid acètic ferrocarmí, que té acció mordent. La mescla es prepara al camp directament en el moment de la fixació. Al cap de 24 a 48 hores després de la fixació, mantingudes les mostres a temperatura ambiental, se substitueix el líquid per una mescla feta de nou. Posteriorment, les mostres poden conservar-se al congelador a -18°C indefinidament, sense perill que es produeixi cap alteració del material.

Tinció

El colorant utilitzat per a la tinció de les poncelles ha estat el carmí acètic. El material era tenyit per ebullició moderada durant 2 minuts en 10 ml de carmí acètic, al qual s'afegien unes gotes d'acetat fèrric, que actua com a mordent. Finalitzada aquesta operació, hom cobreix la càpsula que conté les poncelles tenyides amb un vidre de rellotge i es deixa refredar tot plegat, fins a atènyer la temperatura ambiental, i es manté en maceració durant un període de 3 a 24 hores.

Obtenció de preparacions

Per a l'observació de les mostres, finalitzats els processos de fixació i tinció, es procedeix a fer les preparacions. Per fer això, s'obren, sota l'estereoscopi binocular, les poncelles tenyides i se'n separen els estams, per una banda, i el gineceu per l'altra. Amb aquests elements es fan les preparacions mitjançant el procediment d'aixafament. Com a medi de muntatge hom utilitza àcid acètic al 45%, o bé àcid acètic al 45% barrejat amb glicerol (9:1) que clarifica el contingut cel·lular (KAWANO, 1965).

Observació

L'observació de les preparacions s'ha dut a terme amb un microscopi òptic per tal de cercar cèl·lules en divisió meiótica o mitòtica, susceptibles de permetre el recompte cromosòmic. En els casos en que les plaques mitòtiques o meiótiques eren interpretables, aquestes eren projectades mitjançant la càmbra clara a c. 2500x. Quan el nombre de plaques disponibles de bona qualitat ens ho ha permès (cinc o més) hem establert, a més del nombre cromosòmic, el cariograma corresponent, seguint les precaucions especificades per LÖVE & LÖVE (1975), la fórmula cromosòmica (LEVAN *et al.*, 1964), l'índex centromèric (SHINDO & KAMEMOTO, 1963) i l'índex d'asimetria (ROMERO ZARCO, 1986); durant tot el procés hem tingut en compte els principis postulats per FAVARGER (1978) en el seu treball "Philosophie des comptages de chromosomes". A causa de les petites dimensions dels cromosomes dels tàxons del gènere *Dianthus* (entre 0,4 i 2,5 µ), l'anàlisi detallada del cariotipus resulta extremament difícil i no sempre hem obtingut bons resultats.

Per a l'establiment dels cariogrames hem seguit el procés següent:

1 - Observació minuciosa de plaques del mateix individu (en nombre variable en funció de la qualitat de la preparació)

2 - Repetició de l'operació amb material procedent d'altres individus del mateix tàxon, en un nombre que oscil·la entre 5 i 10.

3 - Elaboració de diversos cariogrames per individu i per tàxon.

4 - Comparació dels cariogrames i elaboració de l'idiograma mitjà del tàxon.

Per a cadascun dels tàxons no hem representat tots els cariogrames, sinó únicament el més proper a l'idiograma.

Per a la confecció dels idiogrames hem seguit les normes següents:

1 - alineament dels cromosomes a partir dels centròmers

2 - classificació dels cromosomes per dimensions decreixents

3 - orientació dels cromosomes amb el braç més curt a la part superior del dibuix

La terminologia utilitzada per a l'establiment de la fórmula cromosòmica ha estat la proposada per LEVAN *et al.* (1964), autors que agrupen els cromosomes en classes segons la relació R de la llargada del braç llarg respecte del braç curt:

| Posició del centròmer | Símbol | Relació entre la longitud dels braços |
|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Medial | M | $1,00 \leq R < 1,05$ |
| Regió medial | m | $1,05 \leq R < 1,70$ |
| Submedial | sm | $1,70 \leq R < 3,00$ |
| Subterminal | st | $3,00 \leq R < 7,00$ |
| Regió terminal | t | $7,00 \leq R < 39$ |
| Terminal | T | $39 \leq R < \infty$ |

Per tal de facilitar la comparació de les nostres dades, hem calculat també l'índex centromèric, IC (SHINDO & KAMEMOTO, 1963) segons la fórmula:

$$IC = \frac{100 c}{l + c}$$

on l correspon a la longitud del braç llarg, i c, a la del curt.

El grau de simetria del cariotip ha estat determinat, a partir dels idiogrames, aplicant els índexs d'asimetria de ROMERO ZARCO (1986). L'índex d'asimetria intracromosòmica és expressat per l'equació:

$$A_1 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i}{B_i}}{n}$$

on b_i representa la mitjana de la longitud dels braços curts de cada parell, i B_i la mitjana de la dels llargs.

També hem calculat l'índex d'asimetria intercromosòmica, altrament anomenat coeficient de dispersió de Pearson, expressat per:

$$A_2 = \frac{s}{x}$$

on x representa la mitjana de les longituds dels cromosomes, i s la seva desviació estàndard.

L'interès d'aquests dos índexs combinats és doble: en primer lloc, permet una representació gràfica de diversos cariotipus en un sistema de coordenades (A_1 i A_2) per tal de poder-los comparar i, en segon lloc, proporciona molta més informació i discrimina més bé que el mètode de STEBBINS (1971). De fet, però, les classes definides per STEBBINS són de més utilitat tal com ell les emprà, és a dir, comparant asimetries de gèneres de diverses famílies (BLANCHÉ, 1991).

De les observacions mitòtiques i meitòtiques (unes 5 plaques per població per terme mitjà) s'han representat les millors i les que més s'acostaven al cariotipus mitjà del tàxon estudiat.

9.3. RESULTATS

D. armeria L.

$2n = 30$

GIRONA: Alt Empordà, Cantallops, Requesens, 31TDG99, 26-VI-82, *M. Bernal*.

Tàxon del qual existeixen nombrosos recomptes anteriors (ISHII, 1930; ANDERSON KOTTÖ & GAIRDNER 1931; ROHWEDER, 1934; TISCHLER, 1934; GENTSCHKEFF, 1937; FAVARGER, 1946; BLACKBURN & MORTON, 1957; CAROLIN, 1957; MAJOVSKY & AL., 1970a i 1970b; PETROVA, 1975; FERNÁNDEZ CASAS, 1977; VAN LOON & JONG, 1978; SÜNTER, 1978, 1979; MAGULAEV, 1979; KOVANDA 1984; BUTTLER & al, 1989; JOACHIMIAK, 1991) a partir de material de procedències geogràfiques molt diverses i, a vegades, poc precises o gens (Illes Britàniques, Eslovàquia, Bulgària, Jugoslàvia, Turquia, Balcans, Jardins Botànics, etc). Únicament dos dels molts recomptes existents han estat fets a partir de material peninsular de les províncies d'Àlaba i Osca (FERNÁNDEZ CASAS, 1977). El nostre resultat coincideix amb l'obtingut pels autors precedents, cosa que demostra l'estabilitat del tàxon a nivell cariològic.

D. armeria és un tàxon biennal de distribució eurosiberiana que pertany al Subgènere *Armeriastrum* secció *Armerium* (SCHISCHKIN, 1936; vegeu el capítol 2 Antecedents Històrics) caracteritzat per l'estabilitat del nombre cromosòmic dels tàxons que hi pertanyen, tots ells amb $2n = 30$. Pel que fa a les mides dels cromosomes, sempre petits en aquest gènere, *D. armeria* és un dels tàxons que els presenten més petits; la seva longitud oscil·la al voltant de $0,9 \mu$ (vegeu la figura 9.2) i constitueixen un dels cariotipus més simètrics pel que fa a la homogeneïtat de la seva longitud.

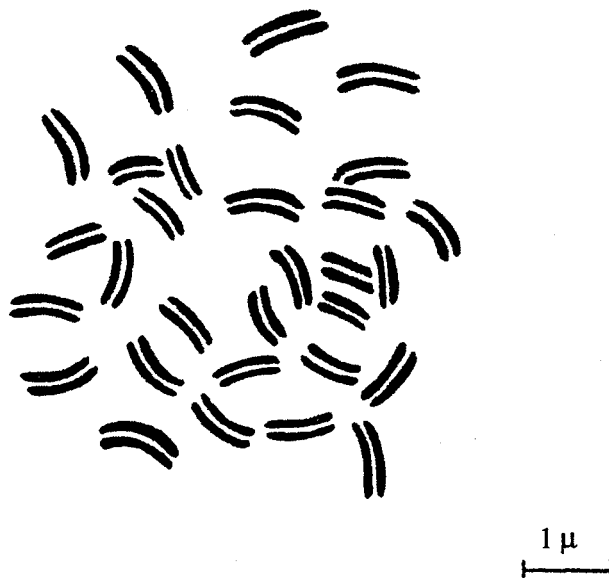
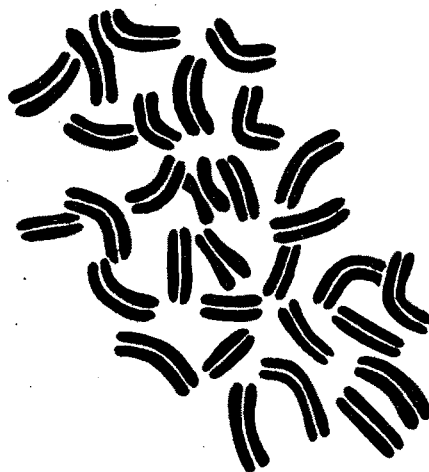


Figura 9.2. *D. armeria* L. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.

D. barbatus L. subsp. *barbatus* $2n = 30$ LLEIDA: Vall d'Aran, Canejan, 31TCH14, 16-VIII-82, *M. Bernal*

Estirp de la que existeixen nombrosos recomptes anteriors (ROHWEDER, 1929, 1934; ISHII, 1930; GENTSCHKEFF, 1937; FAVARGER, 1946; BLACKBURN & MORTON, 1957; CAROLIN, 1957; FERNANDES & LEITAO, 1971; KÜPFER, 1971; PROBATOVA & SOKOLOVSKAYA, 1981; ZHANG, 1992; MURÍN, 1993), coincidents tots amb el nostre propi. No ens és possible assegurar si, a més del nostre, algun dels recomptes existents s'ha fet a partir de material originari de la península Ibèrica, ja que el material utilitzat per FERNANDES & LEITAO (1971) procedia del Jardí Botànic de Oporto, i el recompte de KÜPFER (1971) fou establert a partir de material originari dels Pirineus, però no ens ha estat possible precisar de quina dels dos vessants procedia.

Les dimensions dels cromosomes d'aquest oròfit centroeuropeu són de les més grans del gènere i oscil·len entre 1,8 i 2,1 μ (vegeu la figura 9.3).



1 μ


Figura 9.3. *D. barbatus* L. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.

D. carthusianorum L. subsp. *carthusianorum*

2n = 30

GIRONA: Ripollès, Campelles, 31TDG28, *Mesobromion*, 20-VII-84, M. Bernal.

Tàxon de distribució eurosiberiana sobre el qual s'han efectuat diversos recomptes a partir de material de procedències també diverses (ISHII, 1930; ANDERSON KOTTÖ & GAIRDNER 1931; ROHWEDER, 1934; TISCHLER, 1934; GENTSCHKEFF, 1937; FAVARGER, 1946; CAROLIN, 1957; RIBAUPIERRE, 1957; SKALINSKA & al, 1974; PETROVA, 1975; VAN LOON & JONG, 1978; VAN LOON, 1980; TEPPNER, 1980; LÖVE & LÖVE, 1982; KOVANDA 1984; LARA RUIZ, 1993). La majoria dels recomptes coincideixen amb el resultat obtingut per nosaltres, i atribueixen el nivell diploide a aquest tàxon. Únicament dos recomptes (ANDERSON KOTTÖ & GAIRDNER 1931; FAVARGER, 1946) obtenen com a resultat, a més del 2n = 30 ja esmentat, 2n = 60, sense que quedi clar l'origen del material estudiat. Resulta estrany que, entre els nombrosos recomptes existents, únicament existeixin aquestes dues referències sobre material tetraploide. L'explicació podria ser, tal i com ja va apuntar RIBAUPIERRE (1957), l'existència en aquest tàxon de cèl·lules tetraploides d'origen endomitòtic, la qual ha estat confirmada per diversos autors. L'únic recompte fet a partir de material peninsular (Lleida, Vall de Cardòs) és el degut a LARA RUIZ (1993) tot i que existeixen alguns dubtes sobre la seva autenticitat.

Les dimensions dels cromosomes oscil·len entre 1,20 i 1,40 μ (vegeu la figura 9.4).

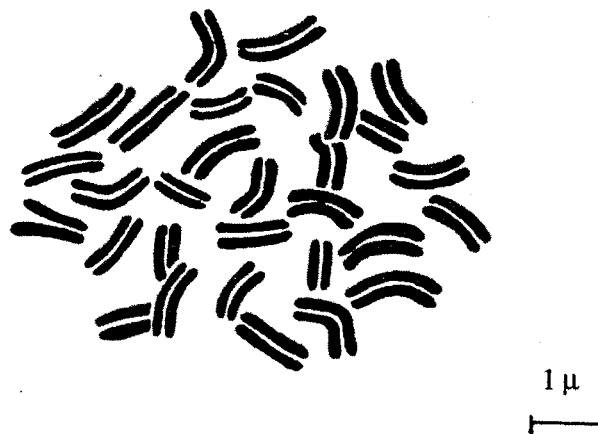


Figura 9.4. *D. carthusianorum* L. subsp. *carthusianorum*. 2n = 30. Metafase en paret de l'ovari.

D. deltoides L. $2n = 30$ LLEIDA: Pallars Sobirà, Esterri de Cardós, 31TCH51, *Mesobromion*, 10-VII-82, *M. Bernal*.

Segons la bibliografia consultada, és el primer cop que es fa el recompte d'aquesta espècie a partir de material originari de la península Ibèrica. El resultat obtingut per nosaltres confirma el dels nombrosos recomptes anteriors existents d'aquest tàxon diploide de distribució boreo-alpina i eurosiberiana (ROHWEDER, 1929,1934; ANDERSON KOTTÖ & GAIRDNER 1931; TISCHLER, 1934; GENTSCHKEFF, 1937; LÖVE, 1942; FAVARGER, 1946; BLACKBURN & MORTON, 1957; CAROLIN, 1957; GVINIANIDZE, 1967; MAJOVSKY & AL., 1974; PETROVA, 1975; AROHONKA, 1982; KOVANDA 1984; JOACHIMIAK & *al*, 1989; SEMERENKO, 1990; MALAKHOVA, 1990; POGAN & *al*, 1990; VITEK & *al*, 1992).

Els cromosomes són petits i les seves dimensions oscil·len entre 0,8 i 1,20 μ (vegeu la figura 9.5).

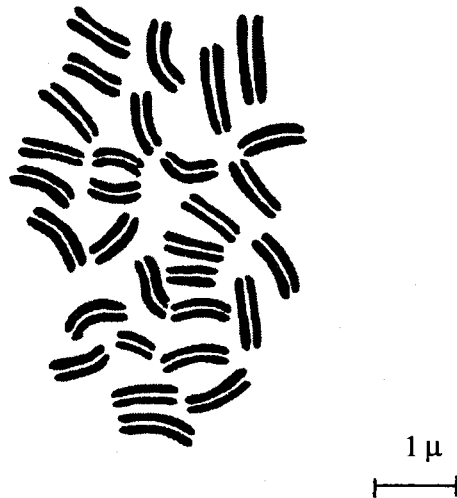


Figura 9.5. *D. deltoides* L. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.

D. seguieri* Vill. subsp. *requienii* (Godron) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia.*2n = 60**

GIRONA: Ripollès, Beget, pista de Beget a Oix, 31TDG58, 820 m, prats mesòfils, 21-VII-1984, *M. Bernal & J. Llistosella*.

Es tracta d'un tàxon endèmic del NE de la península Ibèrica i el SE de França. Diversos autors realitzaren anteriorment el recompte de *D. seguieri* Vill. (ROHWEDER, 1929, 1934; GENTSCHKEFF, 1937; CAROLIN, 1957; MAJOVSKY & AL., 1970b; FERAKOVA, 1972; BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989) sense especificar, en molts casos, quina era la subespècie estudiada. El resultat obtingut fou, en tots els casos, $2n = 90$, amb l'única excepció dels recomptes efectuats per nosaltres. Ara bé, el material estudiat per ROHWEDER (1934) procedia del jardí botànic de Berlin i era originari dels Alps; el material estudiat per GENTSCHKEFF (1937) era originari del Caucas (DARLINGTON & WYLLIE, 1955), i el recompte de CAROLIN (1957) es va realitzar sobre material originari dels Alps. Per consegüent, cap d'aquests recomptes no és referible a la subespècie *requienii*. Finalment, en el cas dels recomptes de MAJOVSKY & AL. (1970b) i FERAKOVA (1972) sí que s'especificava el tàxon subespecífic, que corresponia a la subespècie *collinus* Waldst. & Kit. Hi ha d'altres recomptes, de GENTSCHKEFF i CAROLIN publicats sota l'epítet "*D. requienii*" que donen com a resultat $2n = 60$ i que podrien correspondre al nostre tàxon; però l'esmentat binomen ha estat utilitzat amb accepcions tan diverses (*D. seguieri* subsp. *requienii*, *D. vigoii*, *D. benearnensis*, cf LAÍNZ 1986a, 1986b) que cal prendre amb moltes reserves aquests resultats. D'altra banda, el recompte de GENTSCHKEFF fou efectuat a partir de material del Sud d'Europa i el de CAROLIN sobre material del Jardí Botànic de Kew. Amb una informació geogràfica tan genèrica no és possible d'asegurar quin era el tàxon estudiat pels esmentats autors sota el binomen "*D. requienii*". Els resultats de què disposem fins ara semblen indicar, doncs, que *D. seguieri* subsp. *seguieri* és un tàxon hexaploide i que la subsp. *requienii*, endèmica com hem dit de les zones properes als Pirineus Orientals, és tetraploide.

Les dimensions dels cromosomes, bastant variables, oscil·len entre 0,5 i 1,4 μ (vegeu la taula 9.1 i la figura 9.6).

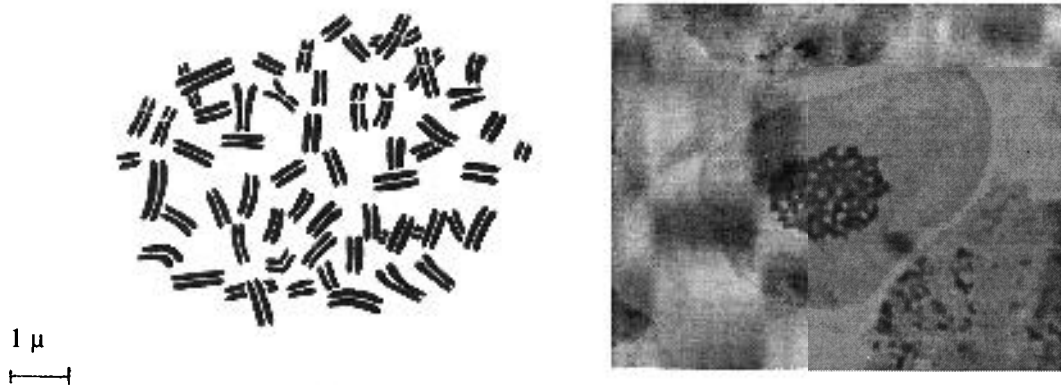
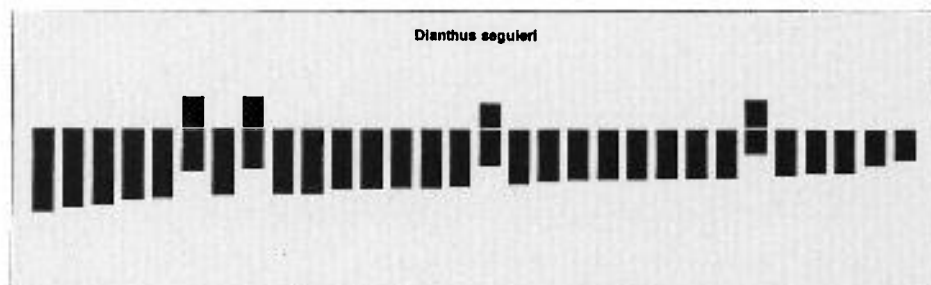


Figura 9.6. *D. seguieri* subsp. *requienii* (Godron) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.1.1. Característiques del cariotipus de *D. seguieri*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. seguieri</i> subsp. subsp. <i>requienii</i> | 2n = 60 | | | | Procedència: Ripollès, Beget | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|-------|------------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 1,39 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| II | 1,33 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 1,27 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IV | 1,18 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 1,17 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 1,17 | 0,72 | 0,45 | 38,46 | 1,6 | metacèntric | m | regió medial |
| VII | 1,13 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 1,13 | 0,68 | 0,45 | 39,82 | 1,51 | metacèntric | m | regió medial |
| IX | 1,09 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 1,09 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XI | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 0,98 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVI | 0,96 | 0,62 | 0,34 | 35,41 | 1,82 | submetacèntric | sm | submedial |
| XVII | 0,93 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 0,89 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 0,86 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXI | 0,86 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXII | 0,84 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIII | 0,84 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,84 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,82 | 0,43 | 0,39 | 47,56 | 1,1 | metacèntric | m | regió medial |
| XXVI | 0,80 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVII | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,75 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,61 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,53 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 3m + 1sm + 26 T

A₁ = 0,9085A₂ = 0,2031

D. vigo Laínz

2n = 60

GIRONA: Ripollés, Pardines, Puig Cerverís, 31TDG38, 1690 m, prats acidòfils, 21-VII-1984, M. Bernal & J. Llistosella.

Tàxon endèmic dels Pirineus Orientals, al qual s'han aplicat epítets molt diversos, fins a la seva descripció com a *D. vigo* per LAÍNZ (1986b). Un dels binòmens que més sovint li ha estat atribuït es el de *D. requienii*. Per tant, els recomptes que GENTSCHKEFF i CAROLIN publiquen sota el nom *D. requienii*, i a què ens hem referit suara podrien correspondre a aquest tàxon. Malauradament, la dubtosa aplicació que s'ha fet del binomen i la imprecisió de l'origen geogràfic del material estudiat ens impedeixen de donar res per segur i, per tant, l'únic recompte publicat referible de manera inequívoca a aquest tàxon és el nostre (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989)

Es tracta d'un tàxon estretament relacionat amb el precedent (BERNAL 1987), amb el qual coincideix pel que fa al nombre cromosòmic, també tetraploide, però no pel que fa a la morfologia i les dimensions dels cromosomes, de manera que els cariotipus són diferents (vegeu les figs. 9.6 i 9.7 i les taules 9.1 i 9.2). La longitud dels cromosomes oscil·la entre 0,5 i 1,2 µ.

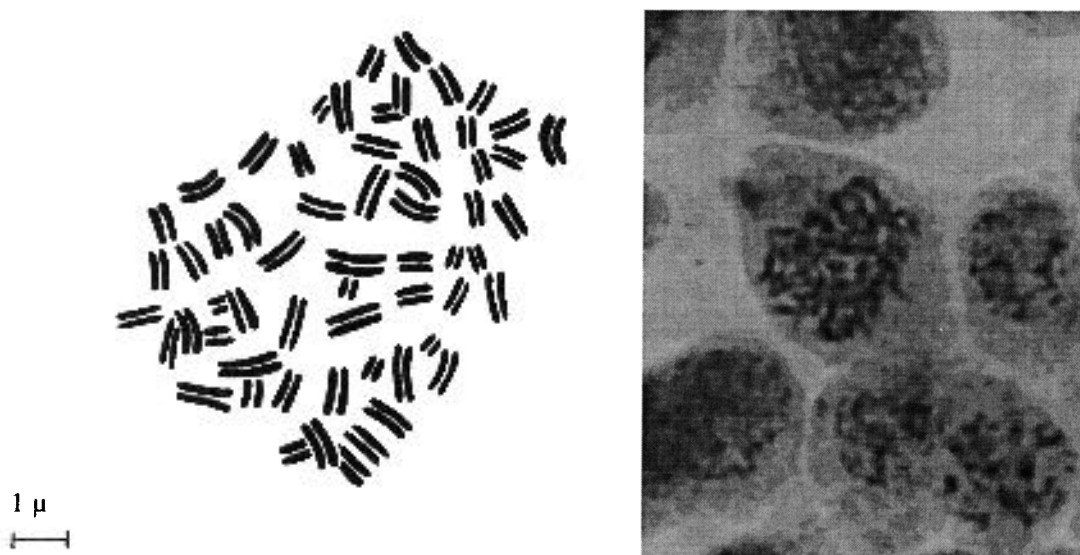
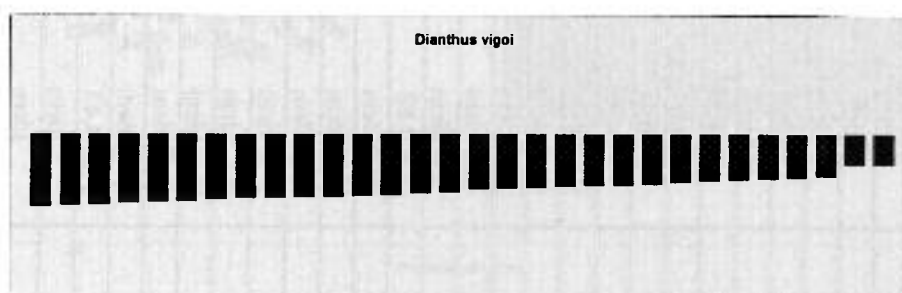


Figura 9.7. *D. vigo* Laínz. 2n = 60. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.2. Característiques del cariotipus de *D. vigoi*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. vigoi</i> | | Procedència: Ripollès, Pardines | | | | | | |
|------------------------|----------------|---------------------------------|---------------|----|----------|-----------------|-------------|------------------|
| | | 2n = 60 | | | | | | |
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 1,22 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| II | 1,19 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 1,18 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IV | 1,16 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 1,15 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 1,13 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VII | 1,10 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 1,08 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IX | 1,07 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 1,06 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XI | 1,06 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 1,05 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 0,99 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 0,98 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVI | 0,93 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVII | 0,92 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 0,91 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 0,89 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXI | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXII | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIII | 0,82 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,80 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,78 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVII | 0,74 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,71 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,53 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,52 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 30 T

 $A_1 = 1$ $A_3 = 0,1924$

D. hyssopifolius L. subsp. *hyssopifolius* $2n = 30$

GIRONA: Ripollès, Campelles, 31TDG28, vorada de pineda de pi roig, 20-VII-84, M. Bernal & J. Llistosella.

Existeixen nombrosos recomptes referibles a aquest oròfit centreuropeu sota els epítets de *D. hyssopifolius* i *D. monspessulanus* L., els quals posen de manifest, per la diversitat dels resultats publicats, la variabilitat que presenta l'espècie a nivell cromosòmic. Els primers recomptes de què hi ha constància són els de ANDERSON KOTTÖ & GAIRDNER (1931) $-2n = 60-$, ROHWEDER (1934) $-2n = 90-$ i GENTSCHIEFF (1937) $-2n = 90-$, sense que els autors facin referència explícita a l'origen geogràfic del material utilitzat. Aquests resultats ja posen de manifest l'esmentada variabilitat, però és sobretot el treball de JANNAKI AMMAL & SELIGMAN (1952) el que confirma l'existència de les tres races cromosòmiques ($2n = 30, 60$ i 90) en una mateixa àrea geogràfica, en aquest cas diverses valls del Nord d'Itàlia. Pel que fa als recomptes fets a partir de material de la península Ibèrica, cal esmentar els treballs de CAROLIN (1957), que obté $2n = 30$ a partir de material dels Pirineus (el mateix autor troba $2n = 60$ a partir de material d'origen italià), FERNANDES & LEITAO (1971), que també obtenen $2n = 30$ a partir de material portuguès, i el de FERNÁNDEZ CASAS (1977), que obté $2n = 60$ a partir de material pirinenc de la província d'Osca. FAVARGER (1965) és de l'opinió que la raça diploide seria de distribució ibèrica, l'hexaploide oriental, i la tetraploide s'hauria format per hibridació d'ambdues. El resultat obtingut per nosaltres confirma la presència de la raça diploide als Pirineus, sistema muntanyós en que s'han detectat fins ara les races diploide i tetraploide.

Les dimensions dels cromosomes oscil·len entre 1 i $1,5 \mu$ (vegeu la figura 9.8) i tots són de tipus metacèntric o submetacèntric.

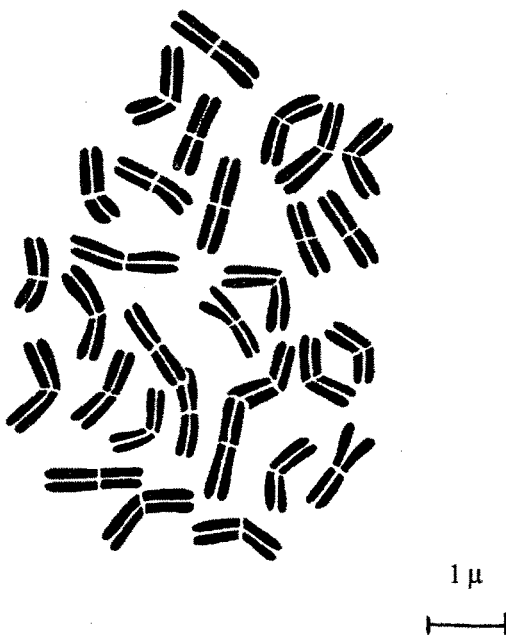


Figura 9.8. *D. hyssopifolius* L. subsp. *hyssopifolius*. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.

D. broteri Boiss. & Reuter $2n = 60$ TARRAGONA: Ribera d'Ebre, Riba-Roja d'Ebre, 31TBF86, 15-V-85, *M. Bernal*.

El nostre resultat coincideix amb el dels únics dos recomptes que existeixen d'aquest tàxon que es distribueix pel mediterrani Sudoest; el degut a CAROLIN (1957), sota l'epítet *D. broteri* var. *grandiflorus*, i el de VALDÉS, TALAVERA & GALIANO (1987), tots dos fets a partir de material ibèric.

Les dimensions dels cromosomes oscil·len entre 0,8 i 2,1 μ (vegeu la figura 9.9).

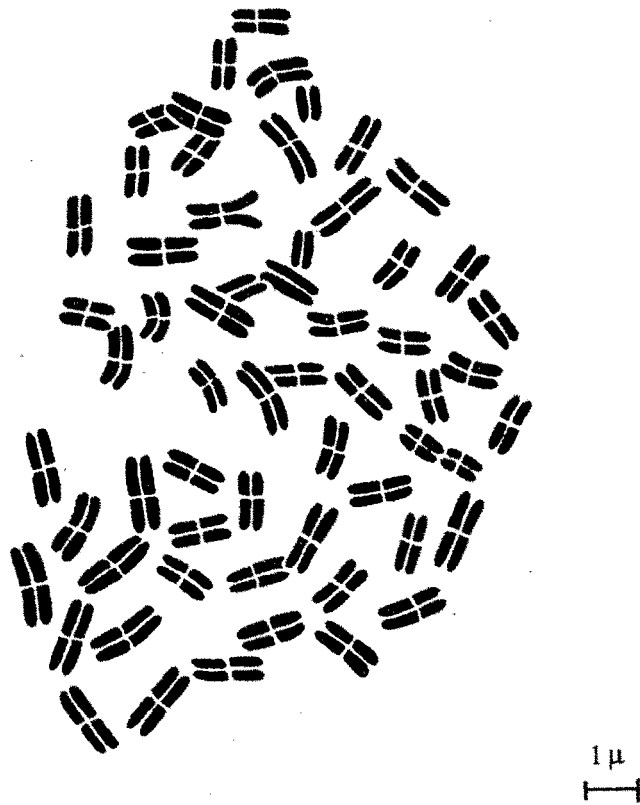


Figura 9.9. *D. broteri* Boiss. & Reuter. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.

D. pyrenaicus Pourret subsp. *pyrenaicus*

2n = 30

GIRONA: Cerdanya, Bolvir, 31TDG09, 1145 m, prats secs de l'aliança *Xerobromion*, 7-VII-1985, I. Soriano.

Existeixen diversos recomptes, fets sota diferents epítets específics, que podrien fer referència a aquest tàxon endèmic de la meitat oriental dels Pirineus. El primer que esmentarem és el realitzat per GENTSCHKEFF (1937) sota l'epítet "*D. attenuatus*" i que donà com a resultat 2n = 60. Es fa impossible, però, de saber si el recompte de GENTSCHKEFF correspon al nostre tàxon o no; en primer lloc, per l'ambigüitat amb què s'ha utilitzat el binomen "*D. attenuatus*" (BERNAL, 1988), i en segon lloc, per l'insòlit origen geogràfic del material utilitzat -Espanya i Marroc, segons DARLINGTON & WYLIE (1955)-, essent així que "*D. attenuatus*", en qualsevol de les seves acepcions, és exclusiu del nordest peninsular, sense que arribi en cap cas al continent africà.

CAROLIN, el 1957, també fa el recompte de "*D. attenuatus*" i obté com a resultat 2n = 30. En aquest cas, la referència més concreta respecte de l'origen del material -Pirineus-, ens fa pensar que el material estudiat per CAROLIN pot correspondre a *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*.

KÜPFER (1968) fa el recompte del tàxon sota l'epítet *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, i arriba al mateix resultat que nosaltres, 2n = 30, a partir de material de Vallsabollera. Aquest mateix any K. JONES & S.S. HOOPER (1968) obtenen 2n = 30 a partir de material procedent de la Tosa d'Alp i 2n=60 a partir de poblacions d'origen andorrà. El nostre recompte (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989) coincideix amb el realitzat per aquests autors sobre material procedent de la Tosa, massís situat, igual com les localitats estudiades per nosaltres, a la Cerdanya, centre de l'àrea de distribució de la subespècie *pyrenaicus*. Les poblacions tetraploides andorranes, en canvi, ocupen una zona més extrema de l'àrea de distribució, on els caràcters morfològics del tàxon comencen a desdibuixar-se, cosa que ens fa pensar en un possible origen introgressiu del material estudiat per aquests autors.

La longitud dels cromosomes oscil·la entre 0,6 i 1,44 μ (vegeu la taula 9.3 i la figura 9.10).

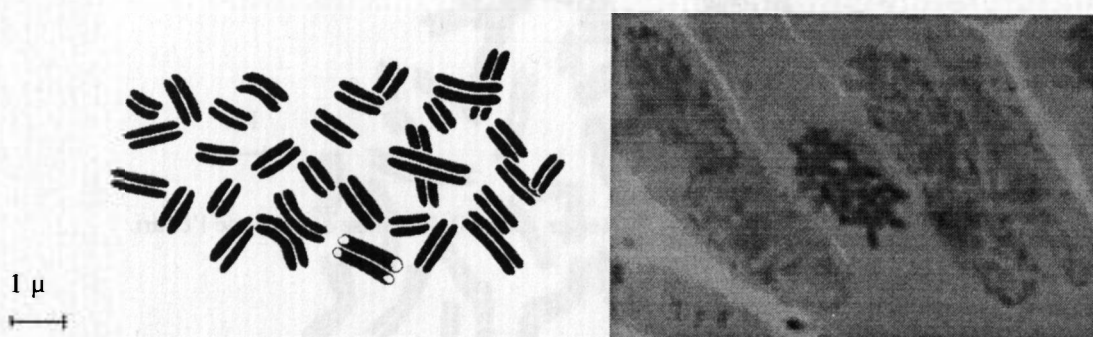
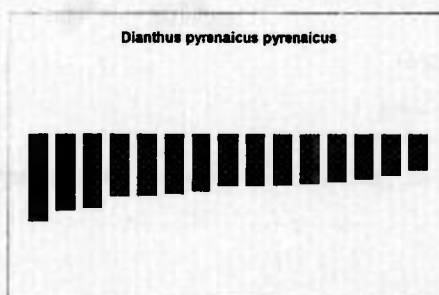


Figura 9.10. *D. pyrenaicus* Pourret subsp. *pyrenaicus*. 2n = 30. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.3. Característiques cromosòmiques de *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. pyrenaicus</i> subsp. <i>pyrenaicus</i> | | 2n = 30 | | Procedència: La Cerdanya, Bolvir | | | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|----------------------------------|----------|-----------------|-------------|------------------|--|--|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. | | |
| I | 1,44 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| II | 1,27 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| III | 1,22 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| IV | 1,04 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| V | 1,03 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| VI | 0,98 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| VII | 0,96 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| VIII | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| IX | 0,86 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| X | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XI | 0,84 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XII | 0,80 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XIII | 0,75 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XIV | 0,70 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XV | 0,60 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |

Fórmula cromosòmica: 15 T

$A_1 = 1$

$A_2 = 0,2304$

D. pyrenaicus Pourret subsp. *attenuatus* (Sm) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia $2n = 30$

GIRONA: Empordà, Rabós, 31TEG09, 100 m, prats secs i garrigues aclarides sobre sol silici, 26-VI-1982, M. Bernal & J. Viguera.

Creiem que el nostre recompte (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989) va ser el primer que es va dur a terme d'aquest tàxon endèmic de la zona litoral i montana del NE de Catalunya (inclòs el Rosselló). Com ja hem vist, sembla que els recomptes realitzats sota l'epítet "*D. attenuatus*" són atribuïbles, en realitat, a *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*.

El resultat coincideix amb l'obtingut per a la subsp. *pyrenaicus*. Tots dos tàxons són diploides, però hi ha diferències en les dimensions i en la morfologia dels cromosomes (vegeu les figs. 9.10 i 9.11 i les taules 9.3 i 9.4), fet que considerem com un argument més a favor del manteniment de la separació dels dos tàxons a nivell subespecífic (BERNAL, 1987)

La longitud dels cromosomes oscil·la entre 0,5 i 1,35 μ .

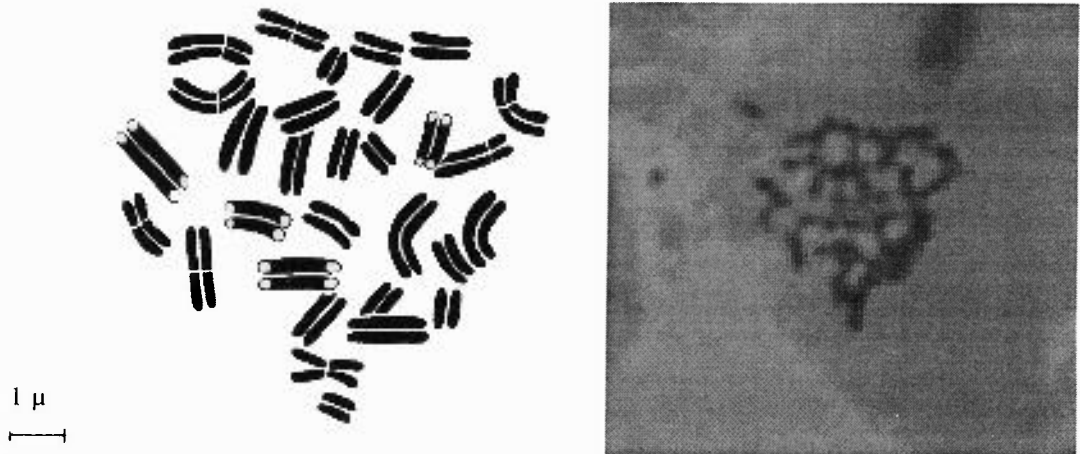
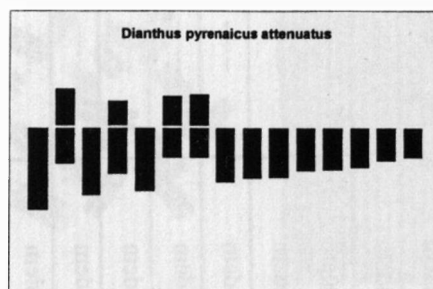


Figura 9.11. *D. pyrenaicus* Pourret subsp. *attenuatus* (Sm) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.4. Característiques cromosòmiques de *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. pyrenaicus</i> subsp. <i>attenuatus</i> | | Procedència: Alt Empordà, Rabós | | | | | | | | | |
|--|----------------|---------------------------------|---------------|-------|----------|-----------------|-------------|------------------|--|--|--|
| | | 2n = 30 | | | | | | | | | |
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. | | | |
| I | 1,35 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| II | 1,14 | 0,60 | 0,54 | 47,36 | 1,11 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| III | 1,11 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| IV | 1,10 | 0,76 | 0,34 | 30,90 | 2,23 | submetacèntric | sm | submedial | | | |
| V | 1,04 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| VI | 0,93 | 0,5 | 0,43 | 46,23 | 1,16 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| VII | 0,93 | 0,48 | 0,45 | 48,38 | 1,06 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| VIII | 0,89 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| IX | 0,83 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| X | 0,81 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XI | 0,72 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XII | 0,70 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XIII | 0,66 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XIV | 0,54 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XV | 0,50 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |

Fórmula cromosòmica: 3 m + 1 sm + 11 T

A₁ = 0,7903

A₂ = 0,2604

D. pyrenaicus x *benearnensis* $2n = 60$ OSCA: Alta Ribagorça, Vall de Castanesa, sobre Montanui, 1375 m, 31TCH10, *M. Bernal*.

En el transcurs de les diferents campanyes realitzades als Pirineus vàrem detectar una sèrie de poblacions amb característiques intermèdies entre *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* i *D. benearnensis* que geogràficament ocupaven una àrea de distribució intermèdia entre les dels dos tàxons esmentats situada entre les valls de Benasc i Andorra. Atesa aquesta situació, ens va interessar especialment fer l'estudi cariològic de les esmentades poblacions. Les plaques mitòtiques representades a la figura 9.12 corresponen a individus representatius d'aquesta estirp.

Els resultats obtinguts posen de manifest la natura tetraploide d'aquestes poblacions de suposat origen híbrid entre els dos tàxons esmentats.

Les característiques diferencials dels cromosomes, juntament amb les morfològiques, fitodermològiques, etc. ens fan pensar en la possibilitat de donar un tractament taxonòmic diferenciat a aquestes poblacions dels Pirineus Centrals.

Les dimensions dels cromosomes són petites, ja que no arriben a assolir 1 μ de longitud, i oscil·len entre 0,4 i 0,9 μ (vegeu la taula 9.5 i la figura 9.12).

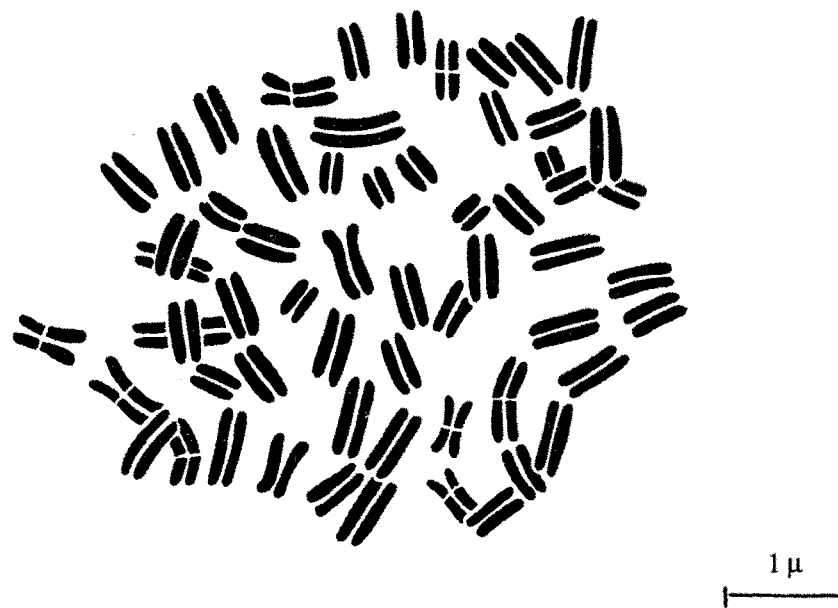
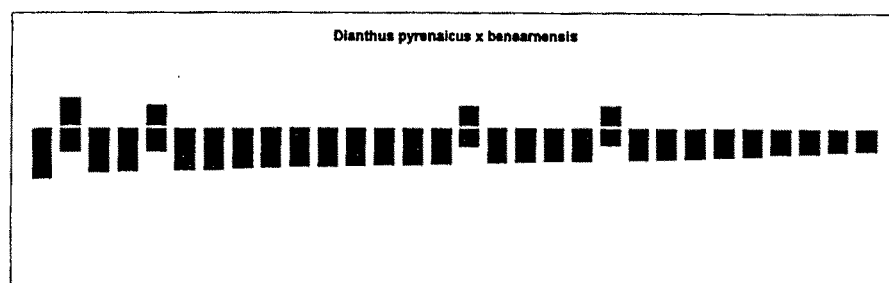


Figura 9.12. *D. pyrenaicus* x *benearnensis*. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.5. Característiques del cariotipus de *D. pyrenaicus x benearnensis*. Les mesures estan expressades en μm .

| Taxon: <i>D. pyrenaicus x benearnensis</i> | | 2n = 60 | | | | Procedència: Alta Ribagorça, Castanosa | | |
|--|----------------|----------------|---------------|-------|----------|--|-------------|------------------|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| II | 0,83 | 0,42 | 0,41 | 49,39 | 1,02 | metacèntric | M | medial |
| III | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IV | 0,74 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 0,73 | 0,41 | 0,29 | 39,72 | 1,41 | metacèntric | m | regió medial |
| VI | 0,72 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VII | 0,72 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 0,70 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IX | 0,69 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 0,69 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XI | 0,69 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 0,66 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 0,64 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 0,64 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 0,63 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVI | 0,61 | 0,33 | 0,28 | 45,90 | 1,17 | metacèntric | m | regió medial |
| XVII | 0,61 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 0,60 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 0,58 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 0,58 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXI | 0,58 | 0,31 | 0,28 | 48,27 | 1,10 | metacèntric | m | regió medial |
| XXII | 0,56 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIII | 0,55 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,54 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,51 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 0,49 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVII | 0,45 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,45 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,41 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,40 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 1M + 3 m + 26 T

 $A_1 = 0,8854$ $A_2 = 0,1849$

D. benearnensis Loret $2n = 60$

OSCA: Fanlo, Cañón de Añisclo, puente de San Urbano, 31TBH51, 900 m, prats secs sobre sòl esquelètic, 4-VIII-1985, *M. Bernal*.

Espècie endèmica d'ambdós vessants dels Pirineus Centrals i que presenta una gran variabilitat morfològica (LAINZ, 1986c) (vegeu capítol 4 Morfologia).

Segons la bibliografia consultada, el nostre (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989) és l'únic recompte existent publicat sota el binomen *D. benearnensis*. Podria respondre a aquest tàxon, però, el recompte publicat per CAROLIN (1957) sota l'epítet "*D. geminiflorus*", car es tracta d'un nom que s'ha aplicat sovint per referir-se a *D. benearnensis*; tot i que el binomen *D. geminiflorus* Loisel correspon (LAINZ, 1987) a una altra espècie originària del vessant N dels Pirineus Occidentals. Si a aquesta situació afegim la poca precisió de l'autor britànic en les seves referències a l'origen geogràfic del material estudiat (Pirineus), no ens trobem en condicions de poder atribuir el recompte de CAROLIN a cap de les dues entitats taxonòmiques esmentades.

Totes les poblacions estudiades per nosaltres són tetraploides.

Les dimensions dels cromosomes són sensiblement més grans que les del grup anterior i oscil·len entre 0,56 i 1,13 μ , i també existeixen diferències a nivell morfològic (vegeu la taula 9.6 i la figura 9.13).

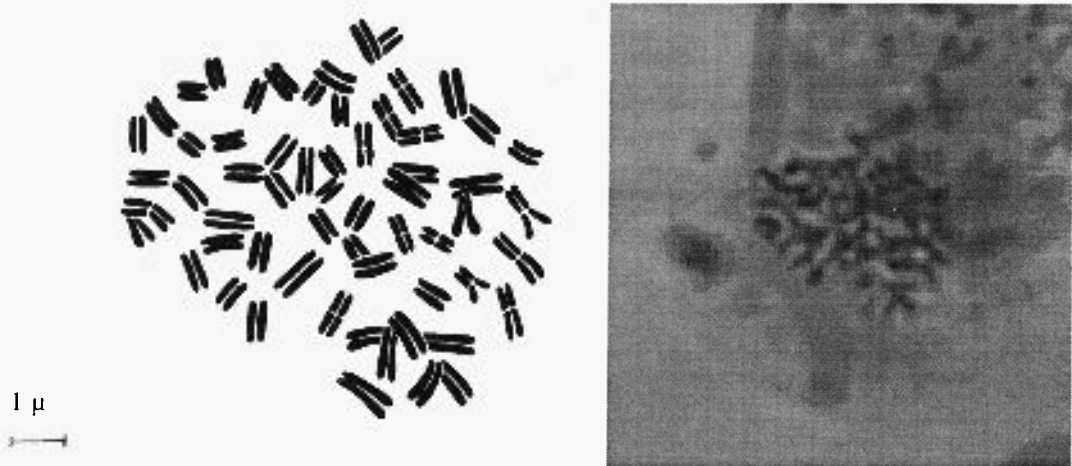
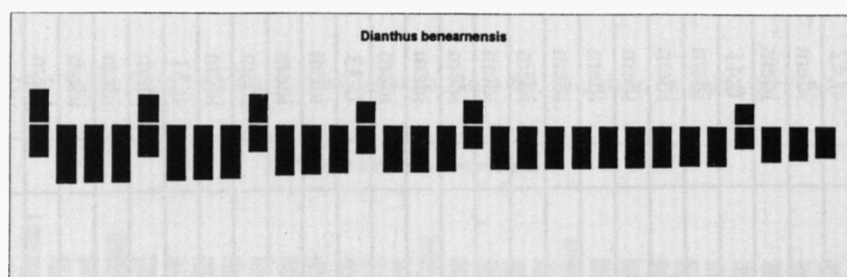


Figura 9.13. *D. benearnensis* Loret. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.6. Característiques del cariotipus de *D. benearnensis*. Les mesures estan expressades en µm.

| Taxon: <i>D. benearnensis</i> | 2n = 60 | | | | | Procedència: Fanlo, Añisclo | | | |
|-------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------|------|-----------------------------|-------------|------------------|--|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centrom. | |
| I | 1,13 | 0,58 | 0,53 | 46,90 | 1,32 | metacèntric | m | regió medial | |
| II | 1,04 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| III | 1,03 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| IV | 1,03 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| V | 1,01 | 0,57 | 0,43 | 42,57 | 1,32 | metacèntric | m | regió medial | |
| VI | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| VII | 0,97 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| VIII | 0,96 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| IX | 0,93 | 0,47 | 0,44 | 47,31 | 1,06 | metacèntric | m | regió medial | |
| X | 0,90 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XI | 0,88 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XII | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XIII | 0,83 | 0,51 | 0,32 | 38,55 | 1,59 | metacèntric | m | regió medial | |
| XIV | 0,83 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XV | 0,83 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XVI | 0,82 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XVII | 0,77 | 0,41 | 0,35 | 45,45 | 1,17 | metacèntric | m | regió medial | |
| XVIII | 0,77 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XIX | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XX | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXI | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXII | 0,75 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXIII | 0,75 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXIV | 0,74 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXV | 0,71 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXVI | 0,71 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXVII | 0,69 | 0,40 | 0,31 | 46,37 | 1,25 | metacèntric | m | regió medial | |
| XXVIII | 0,65 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXIX | 0,61 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |
| XXX | 0,56 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | |

Fórmula cromosòmica: 6 m + 24 T

A₁ = 0,8371A₂ = 0,1658

D. multiceps Costa ex Willk. subsp. *multiceps* $2n = 60$

BARCELONA: Baix Llobregat, entre Vallirana i Begues, al peu del Montcau, Massís del Garraf, 31TDF07, 460 m, garrigues sobre lapiaz calcari, 4-VII-1985, *M. Bernal & E. Carrillo*.

Tàxon endèmic de l'àrea estesa dels Prepirineus orientals, a través dels altiplans de la Catalunya interior, fins a les muntanyes Catalanídiques i que, en contra de les opinions d'altres autors (TUTIN, 1964; BOLÒS I VIGO, 1974), nosaltres hem considerat ben caracteritzat (BERNAL, 1987).

Segons la bibliografia consultada, únicament hi ha un recompte publicat, fet per nosaltres mateixos (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989), d'aquest tàxon tetraploide.

Les dimensions dels cromosomes oscil·len entre 0,65 i 1,51 μ (vegeu la taula 9.7 i la figura 9.14).

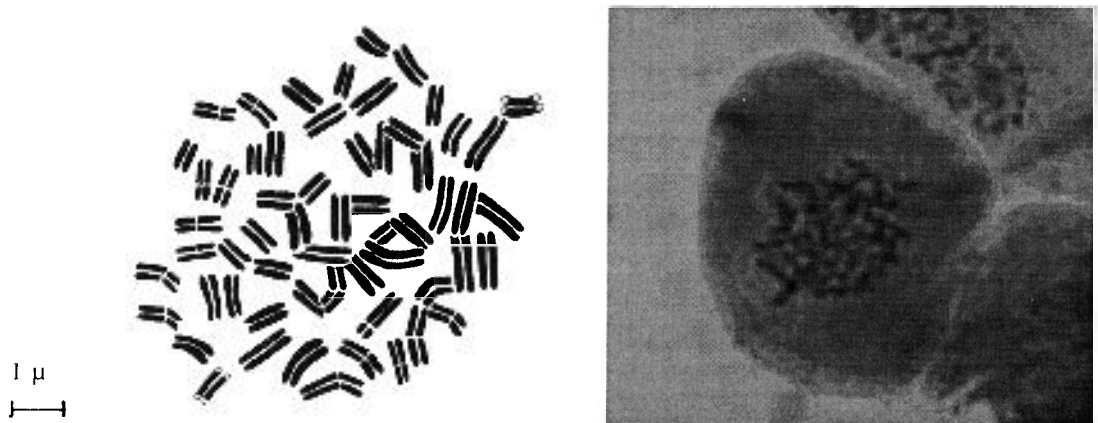


Figura 9.14. *D. multiceps* Costa ex Willk. subsp. *multiceps*. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.7. Característiques del cariotipus de *D. multiceps* subsp. *multiceps*. Les mesures estan expressades en μm .

| Taxon: <i>D. multiceps</i> subsp. <i>multiceps</i> | 2n = 60 | | | | Procedència: Baix Llobregat, Vallirana | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|-------|--|-----------------|-------------|------------------|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 1,51 | 0,88 | 0,62 | 41,05 | 1,41 | metacèntric | m | regió medial |
| II | 1,48 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 1,29 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IV | 1,25 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 1,24 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 1,23 | 0,67 | 0,55 | 44,71 | 1,21 | metacèntric | m | regió medial |
| VII | 1,22 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 1,19 | 0,89 | 0,3 | 25,21 | 2,96 | submetacèntric | sm | submedial |
| IX | 1,18 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 1,14 | 0,70 | 0,44 | 38,59 | 1,59 | metacèntric | m | regió medial |
| XI | 1,11 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 1,05 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 1,01 | 0,54 | 0,46 | 45,54 | 1,17 | metacèntric | m | regió medial |
| XVI | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVII | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 0,99 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 0,97 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 0,97 | 0,5 | 0,47 | 48,45 | 1,06 | metacèntric | m | regió medial |
| XXI | 0,94 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXII | 0,94 | 0,57 | 0,37 | 39,36 | 1,54 | metacèntric | m | regió medial |
| XXIII | 0,90 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,89 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,88 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVII | 0,78 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,74 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,70 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,65 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 6 m + 1 sm + 23 T

A₁ = 0,8355A₂ = 0,1968

D. multiceps Costa ex Willk. subsp. *praepyrenaicus* Bernal $2n = 60$

BARCELONA: Berguedà, Guardiola de Berguedà, Grèixer, sobre l'estanyol de Grèixer, 31TDG08, 1220 m, prats secs sobre gresos i conglomerats àcids, 28-VII-1984, *M. Bernal & I. Soriano*.

Tàxon endèmic dels Prepirineus orientals, del qual únicament existeix un recompte anterior realitzat per nosaltres mateixos (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989).

El cariotip de les dues subespècies de *D. multiceps* coincideix en el nombre, però no en la resta de característiques; la longitud dels cromosomes és més gran en la subespècie *praepyrenaicus*, (oscil·la entre 0,87 i 2,07 μ) i també és molt més alt el nombre de parelles de cromosomes metacèntrics i submetacèntrics (vegeu la taula 9.8 i la figura 9.15).

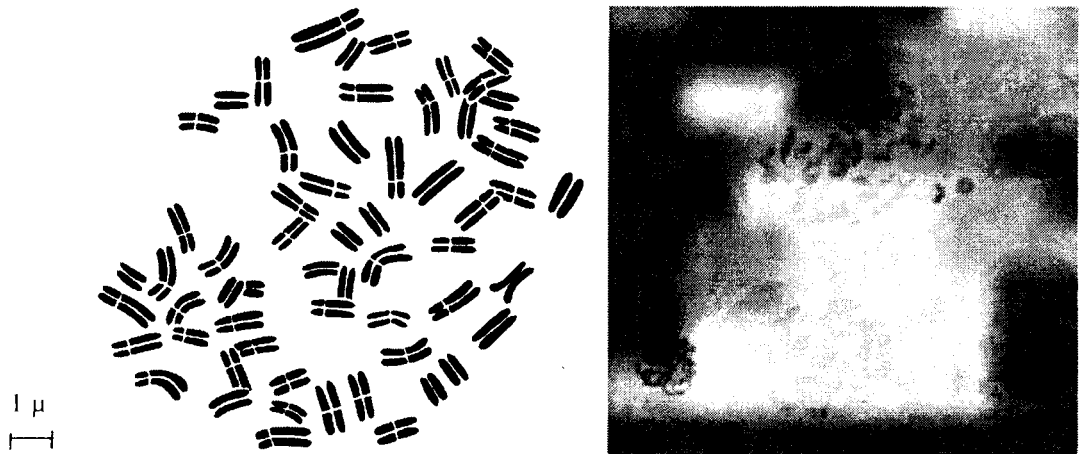
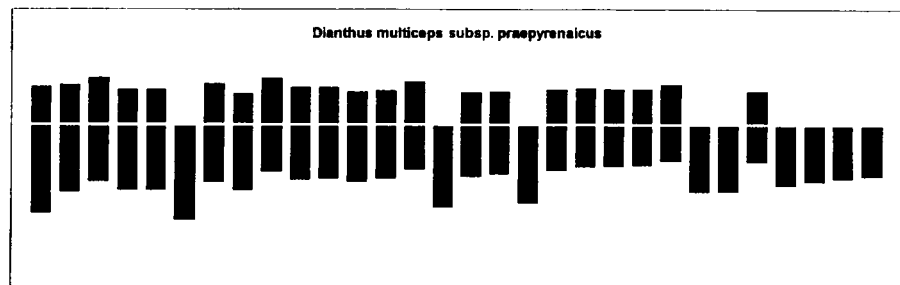


Figura 9.15. *D. multiceps* Costa ex Willk. subsp. *praepyrenaicus* Bernal. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.8. Característiques del cariotipus de *D. multiceps* subsp. *praepyrenais*. Les mesures estan expressades en µm.

| Tàxon: <i>D. multiceps</i> subsp. <i>praepyrenais</i> | | | | Procedència: Berguedà, Guardiola de Berguedà | | | |
|---|----------------|---------------|-------|--|-----------------|-------------|------------------|
| Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| 2n = 60 | | | | | | | |
| I | 2,07 | 1,50 | 27,53 | 2,63 | submetacèntric | sm | submedial |
| II | 1,74 | 1,14 | 34,48 | 1,90 | submetacèntric | sm | submedial |
| III | 1,68 | 0,96 | 42,85 | 1,33 | metacèntric | m | regió medial |
| IV | 1,64 | 1,11 | 32,31 | 2,09 | submetacèntric | sm | submedial |
| V | 1,62 | 1,10 | 32,09 | 2,11 | submetacèntric | sm | submedial |
| VI | 1,61 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VII | 1,60 | 0,98 | 38,75 | 1,58 | metacèntric | m | regió medial |
| VIII | 1,57 | 1,12 | 28,76 | 2,48 | submetacèntric | sm | submedial |
| IX | 1,50 | 0,78 | 48,00 | 1,08 | metacèntric | m | regió medial |
| X | 1,49 | 0,93 | 37,58 | 1,66 | metacèntric | m | regió medial |
| XI | 1,46 | 0,91 | 37,67 | 1,65 | metacèntric | m | regió medial |
| XII | 1,45 | 0,97 | 33,10 | 2,02 | submetacèntric | sm | submedial |
| XIII | 1,41 | 0,91 | 35,46 | 1,82 | submetacèntric | sm | submedial |
| XIV | 1,41 | 0,76 | 46,09 | 1,16 | metacèntric | m | regió medial |
| XV | 1,40 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVI | 1,35 | 0,88 | 34,81 | 1,87 | submetacèntric | sm | submedial |
| XVII | 1,31 | 0,83 | 37,40 | 1,69 | metacèntric | m | regió medial |
| XVIII | 1,31 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 1,30 | 0,77 | 40,76 | 1,45 | metacèntric | m | regió medial |
| XX | 1,26 | 0,72 | 42,85 | 1,33 | metacèntric | m | regió medial |
| XXI | 1,24 | 0,71 | 42,74 | 1,33 | metacèntric | m | regió medial |
| XXII | 1,21 | 0,68 | 43,80 | 1,28 | metacèntric | m | regió medial |
| XXIII | 1,21 | 0,61 | 49,58 | 1,01 | metacèntric | M | medial |
| XXIV | 1,14 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 1,13 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 1,12 | 0,63 | 43,75 | 1,28 | metacèntric | m | regió medial |
| XXVII | 1,03 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,97 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,92 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,87 | idem | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 1 M + 12 m + 8 sm + 9 T

A₁ = 0,5743A₂ = 0,1912

D. costae Willk.

$2n = 60$

LLEIDA: La Noguera, Àger, a Agulló, 31TCG15, 629 m, *Aphyllantion*, 11-VII-1985, *M. Bernal*.

Endemisme molt localitzat als Prepirineus centrals, del qual únicament existeix un recompte anterior, realitzat per nosaltres mateixos (BERNAL & SÁNCHEZ CUXART, 1989).

La longitud dels cromosomes oscil·la entre 0,66 i 2,01 μ (vegeu la taula 9.9 i la figura 9.16).

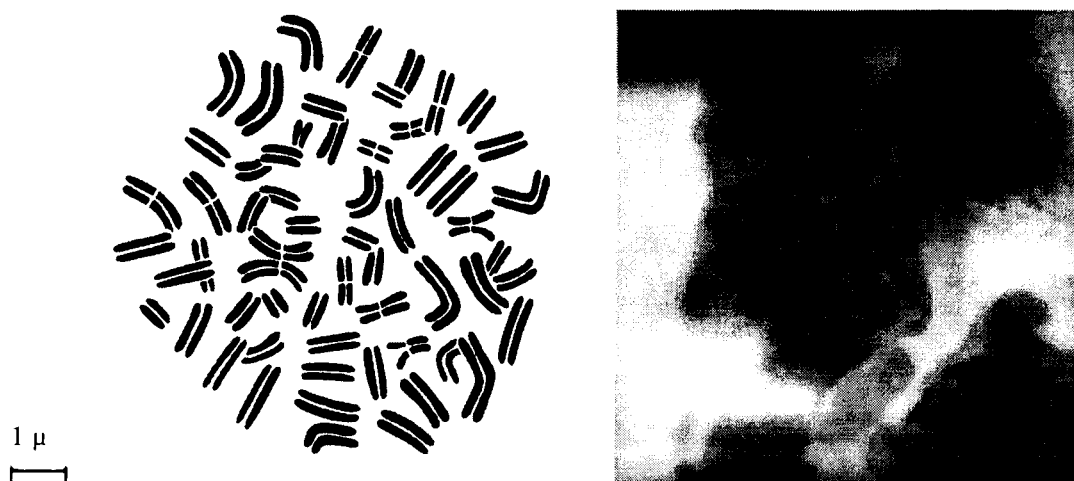
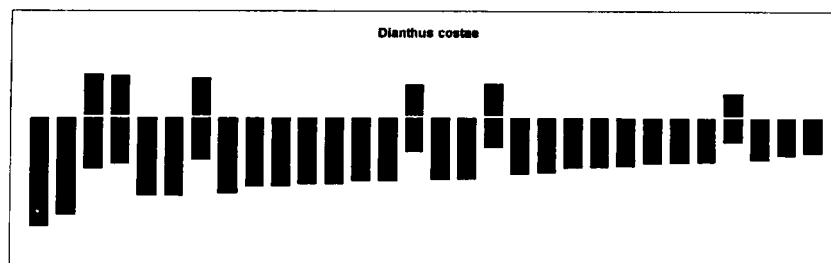


Figura 9.16. *D. costae* Willk. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.9. Característiques del cariotipus de *D. costae*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. costae</i> | | Procedència: La Noguera, Àger | | | | | |
|-------------------------|----------------|-------------------------------|-------|----------|-----------------|-------------|------------------|
| | | 2n = 60 | | | | | |
| Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 2,01 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| II | 1,81 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 1,68 | 0,71 | 42,26 | 1,35 | metacèntric | m | regió medial |
| IV | 1,55 | 0,68 | 43,87 | 1,27 | metacèntric | m | regió medial |
| V | 1,46 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 1,46 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VII | 1,46 | 0,65 | 44,52 | 1,23 | metacèntric | m | regió medial |
| VIII | 1,42 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IX | 1,29 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 1,28 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XI | 1,24 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 1,24 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 1,18 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 1,18 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 1,17 | 0,52 | 44,44 | 1,23 | metacèntric | m | regió medial |
| XVI | 1,16 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVII | 1,15 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 1,10 | 0,53 | 48,18 | 1,07 | metacèntric | m | regió medial |
| XIX | 1,06 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 1,04 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXI | 0,95 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXII | 0,94 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIII | 0,92 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,87 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,85 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 0,84 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVII | 0,82 | 0,35 | 42,68 | 1,34 | metacèntric | m | regió medial |
| XXVIII | 0,79 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,72 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,66 | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 6 m + 24 T

A₁ = 0,8393A₂ = 0,2731

D. pungens L. subsp. *pungens*

2n = 60

GIRONA: Baix Empordà, Begur, Cap de Begur, 31TEG14, 7-VII-85, L. Bañón, M. Bernal, A. Huerta & J. Serra.

Existeixen diversos recomptes anteriors, realitzats sota el binomen *D. pungens* sense especificació de l'epítet subespecífic. El primer es deu a ROHWEDER (1934), que dóna com a resultat $2n = 90$ a partir de material d'origen desconegut. GENTSCHKEFF (1937) obté el mateix resultat a partir de material procedent d'Espanya. DARLINGTON & WYLLIE (1955) donen com a resultat per a aquest tàxon $2n = 30$ i $2n = 90$. Tenint en compte la controvertida interpretació d'aquest binomen (BERNAL, 1987), no ens resulta possible afirmar que els recomptes esmentats siguin referibles al tàxon que ens ocupa. Un altre recompte publicat sota aquest epítet és el degut a LORENZO-ANDREU (1951), autor que va utilitzar material procedent de la província de Saragossa. Atès que l'àrea de distribució de *D. pungens* subsp. *pungens* queda circumscrita al territori ruscínic, podem dir que aquest resultat tampoc no és referible al tàxon que ens ocupa. Sembla, doncs, que aquest és el primer recompte que es fa d'aquest tàxon tetraploide.

La longitud dels cromosomes oscil·la entre 0,64 i 1,05 μ (vegeu la taula 9.10 i la figura 9.17)

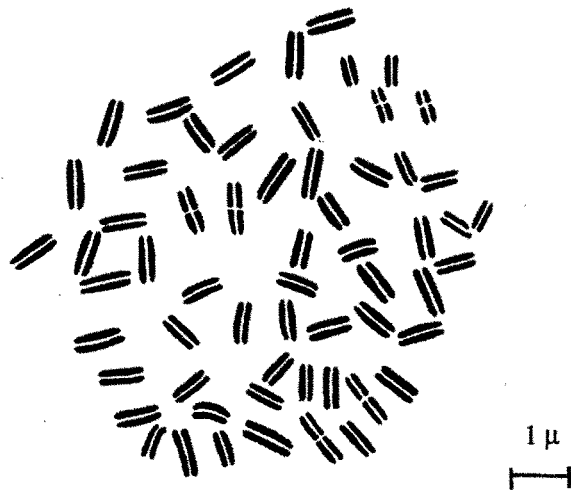
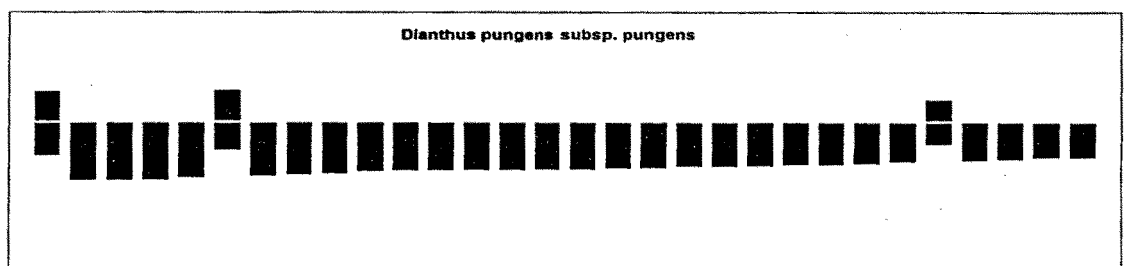


Figura 9.17. *D. pungens* L. subsp. *pungens*. $2n = 60$. Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.10. Característiques del cariotipus de *D. pungen* subsp. *pungen*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. pungen</i> subsp. <i>pungen</i> | 2n = 60 | | | | Procedència: Baix Empordà, Begur | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|-------|----------------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 1,05 | 0,58 | 0,47 | 44,76 | 1,23 | metacèntric | m | regió medial |
| II | 1,04 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 1,04 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IV | 1,02 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 1,00 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 0,99 | 0,50 | 0,48 | 48,48 | 1,04 | metacèntric | M | medial |
| VII | 0,96 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 0,94 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| IX | 0,93 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| X | 0,89 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XI | 0,88 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 0,88 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 0,87 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 0,86 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XV | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVI | 0,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVII | 0,84 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XVIII | 0,82 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIX | 0,80 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XX | 0,79 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXI | 0,78 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXII | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIII | 0,76 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIV | 0,75 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXV | 0,71 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVI | 0,71 | 0,39 | 0,31 | 43,66 | 1,25 | metacèntric | m | regió medial |
| XXVII | 0,69 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXVIII | 0,67 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXIX | 0,64 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XXX | 0,64 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |

Fórmula cromosòmica: 1 M + 2 m + 27 T

A₁ = 0,9144A₂ = 0,1424

D. pungens L. subsp. *ruscinoensis* (Boiss.) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia

2n = 30 n = 15

GIRONA: Alt Empordà, Maçanet de Cabrenys, ermita de Les Salines, 31TDG79, 3-VIII-86, M. Bernal & J. Viguera.

D. pungens subsp. *ruscinoensis* és un tàxon endèmic dels Pirineus Orientals i del SE de França que ha rebut un tractament taxonòmic i nomenclatural bastant divers al llarg del temps (BERNAL, 1987). Un dels noms que se li han aplicat, entre d'altres, és el de *D. brachyanthus* Boiss. var *ruscinoensis* Boiss. (BERNAL, 1987). CAROLIN (1957) té un recompte precisament sota aquest darrer epítet, del qual obté un resultat de $2n = 60$, que podria atribuir-se al tàxon que ens ocupa, però considerant la complexitat del grup taxonòmic al qual pertany (BERNAL, 1987) i la vaguetat de la referència geogràfica del recompte de CAROLIN (1957), Pirineus, no ens és possible assegurar amb certesa quina és l'entitat taxonòmica del material utilitzat per l'autor.

Segons els resultats obtinguts sembla, doncs, que la subespècie *ruscinoensis*, que habita els estatges montà i subalpí del territori ruscínic, és diploide, mentre que la subespècie *pungens*, pròpia de terra baixa, és tetraploide.

La longitud dels cromosomes és lleugerament superior a la de la subespècie típica i oscil·la entre 0,72 i 1,81 μ (vegeu la taula 9.11 i la figura 9.18).

Una característica d'aquest tàxon digna d'esment és que hem pogut constatar l'existència de fenòmens d'endomitosi, de tal manera que no són estranyes les cèl·lules somàtiques amb una dotació $2n = 60$. Aquest fenomen ja ha estat citat en diverses ocasions per altres tàxons del gènere (RIBAUPIERRE, 1957). En el nostre cas hem pogut assegurar el nombre cromosòmic del tàxon gràcies al recompte meiótic a partir de les cèl·lules mare del pol·len (vegeu la figura 9.18).

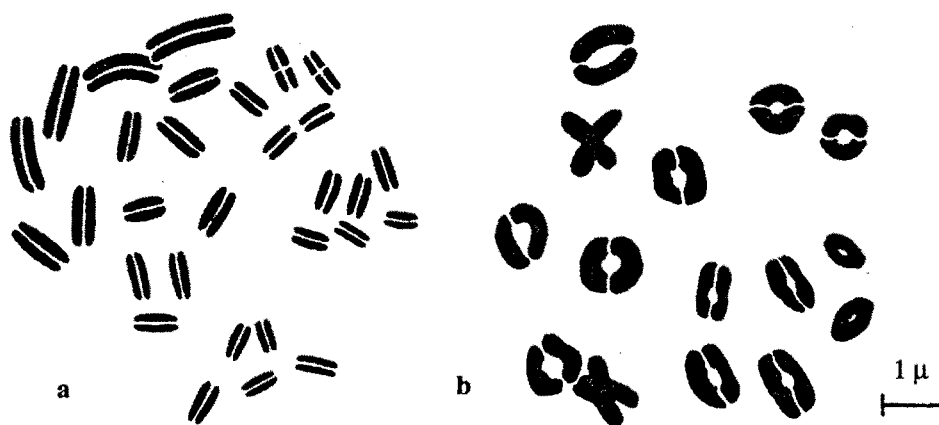
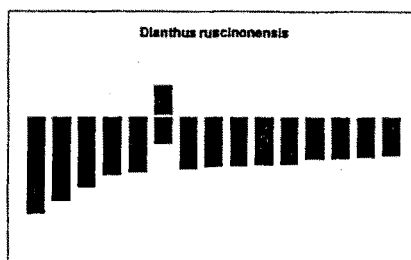


Figura 9.18. *D. pungens* L. subsp. *ruscinoensis* (Boiss.) Bernal, Laínz & Muñoz Garmendia. a) $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari. b) $n = 15$. Metafase I.



Taula 9.11. Característiques cromosòmiques de *D. pungens* subsp. *ruscinonensis*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. pungens</i> subsp. <i>ruscinonensis</i> | | 2n = 30 | | Procedència: Alt Empordà, Maçanet de Cabrenys | | | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|---|----------|-----------------|-------------|------------------|--|--|
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. | | |
| I | 1,81 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| II | 1,59 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| III | 1,31 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| IV | 1,10 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| V | 1,05 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| VI | 1,01 | 0,51 | 0,50 | 49,5 | 1,02 | metacèntric | M | medial | | |
| VII | 0,97 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| VIII | 0,94 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| IX | 0,93 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| X | 0,91 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XI | 0,90 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XII | 0,79 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XIII | 0,78 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XIV | 0,77 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |
| XV | 0,72 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | |

Fórmula cromosòmica: 1 M + 14 T

A₁ = 0,9346

A₂ = 0,2879

D. pungens L. subsp. *brachyanthus* (Boiss.) Bernal, Fernández Casas, G. López, Laínz & Muñoz Garmendia

$2n = 30$

TARRAGONA: Baix Camp, Colldejou, la Mola de Colldejou, la Canal del Morà, 31TCF25, brolla calcícola sobre terreny pedregós, 27-VI-84, M. Bernal.

Existeixen alguns recomptes, publicats sota l'epítet *D. brachyanthus*, que podrien fer referència al tàxon que ens ocupa. El primer de què tenim constància és el degut a ROHWEDER (1934), el qual obté com a resultat $2n = 60$, però no queda clar l'origen del material estudiat. GENTSCHOFF (1937) obté el mateix resultat a partir d'un material l'origen del qual és motiu de controvèrsia [Jardí Botànic segons CONTANDRIOPOULOS (1964) i Espanya segons DARLINGTON & WYLLIE (1955)]. Com sempre, l'absència o la vaguetat en l'especificació de l'origen del material en un grup taxonòmic tant complex (BERNAL, 1987) ens impedeix tenir la certesa de quin és el tàxon estudiat per aquests autors.

CAROLIN (1957) també fa el recompte, obtenint com a resultat $2n = 30$ a partir de material peninsular consignat sota l'epítet *D. brachyanthus* var. *alpinus*. CONTANDRIOPOULOS (1964) obté el mateix resultat a partir d'individus procedents de Sierra Nevada, en un estudi comparatiu del complex *D. furcatus* - *D. subacaulis* - *D. brachyanthus* en el qual arriba a la conclusió que les estirps diploides del complex tenen una àrea de distribució més meridional i correspondrien als tàxons més primitius del grup, que haurien quedat aïllats per motius diversos (insularitat, refugis, etc) i no haurien evolucionat, mentre que més al Nord es trobarien els tàxons tetraploides d'aquest complex, més variables morfològicament. Els encreuaments entre les primitives formes diploides haurien donat lloc, segons CONTANDRIOPOULOS (1964), al tipus "*furcatus*", per una banda, i al tipus "*brachyanthus-subacaulis*", per una altra, els quals continuen evolucionant i haurien reemplaçat als diploides excepte a l'extrem Sud de la seva àrea de distribució.

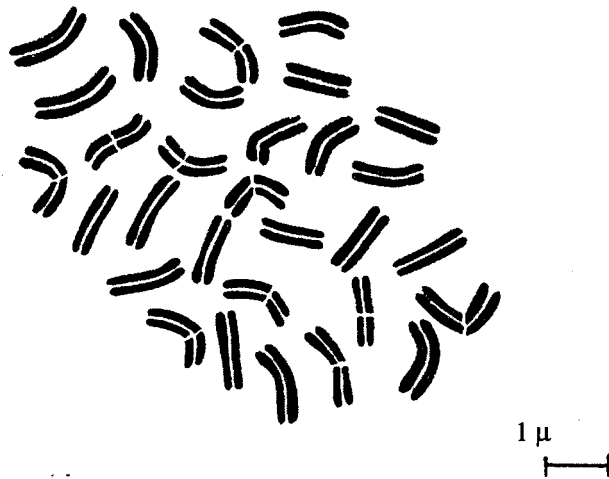
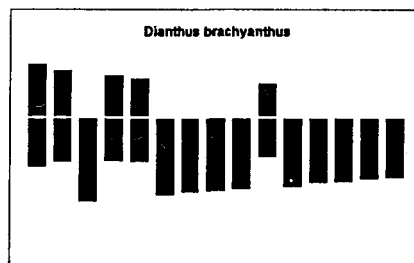


Figura 9.19. *D. pungens* L. subsp. *brachyanthus* (Boiss.) Bernal, Fernández Casas, G. López, Laínz & Muñoz Garmendia. $2n = 30$. Metafase en paret de l'ovari.



Amb les noves dades de què disposem actualment, no podem abonar la hipòtesi de CONTANDRIOPOULOS (1964), com a mínim pel que fa al comportament del complex a la península Ibèrica. En primer lloc, CONTANDRIOPOULOS no pren en consideració altres tàxons peninsulars que també pertanyen al complex a què ens referim com, per exemple, *D. pungens* subsp. *pungens*, *D. pungens* subsp. *hispanicus* i *D. pungens* subsp. *ruscinoensis*, tàxon, aquest darrer, pirinenc i diploide, que invalida la hipòtesi de l'autora. Estem d'acord amb CONTANDRIOPOULOS respecte a l'interès d'establir els límits geogràfics i altitudinals de les diferents races cromosòmiques dels tàxons pertanyents a aquest complex, però per això seria necessari estudiar un nombre molt elevat d'exemplars procedents de tota l'àrea de distribució del complex.

El nostre resultat coincideix amb els obtinguts per CAROLIN (1957) i CONTANDRIOPOULOS (1964). La longitud dels cromosomes oscil·la entre 1,09 i 1,77 μ , i pel que fa a la morfologia, en comparació amb la subespècie *ruscinoensis*, 5 parells de cromosomes són metacèntrics en contrast amb una única parella d'aquest tipus present a la subespècie *brachyanthus* (vegeu la taula 9.12 i la figura 9.19).

***D. pungens* L. subsp. *hispanicus* (Asso) O. Bolòs & Vigo**

2n = 30

OSCA: Alta Ribagorça, Sopeira, 31TCG18, 11-VII-85, M. Bernal.

Únicament existeixen dos recomptes publicats atribuïbles a aquest tàxon: el degut a ROHWEDER (1934), fet a partir de material de la península Ibèrica (segons DARLINGTON & WYLLIE, 1955), qui va obtenir com a resultat 2n = 60, i el més recent de FERNÁNDEZ CASAS (1977), que obté com a resultat 2n = 30 a partir de quatre poblacions diferents, tres de les quals eren procedents de la província d'Osca i l'altre de la província de Saragossa.

El nostre resultat, obtingut a partir de material procedent del límit oriental de la província d'Osca, coincideix amb l'obtingut pel darrer autor a què ens hem referit. Es tracta, doncs, d'un nou recompte diploide per a aquest tàxon del complex *D. pungens*.

Les dimensions dels cromosomes poden considerar-se de les més grans dels tàxons estudiats i oscil·len entre 1,6 i 2,5 μ . En comparació amb els altres tàxons del mateix grup, a part de les diferències en les dimensions, hi ha més parells de tipus metacèntric (vegeu la taula 9.13 i la figura 9.20).

Pel que fa al complex de tàxons que aquí tractem, cal esmentar, tal i com ja ho han fet diversos autors (FONT I QUER, 1953; BERNAL, LAÍNZ & MUÑOZ GARMENDIA, 1990), l'abundància de formes de transició entre les subespècies *brachyanthus* i *hispanicus*, per una banda, i entre les subespècies *pungens* i *ruscinoensis*, per una altra, a les zones en què aquestes entren en contacte.

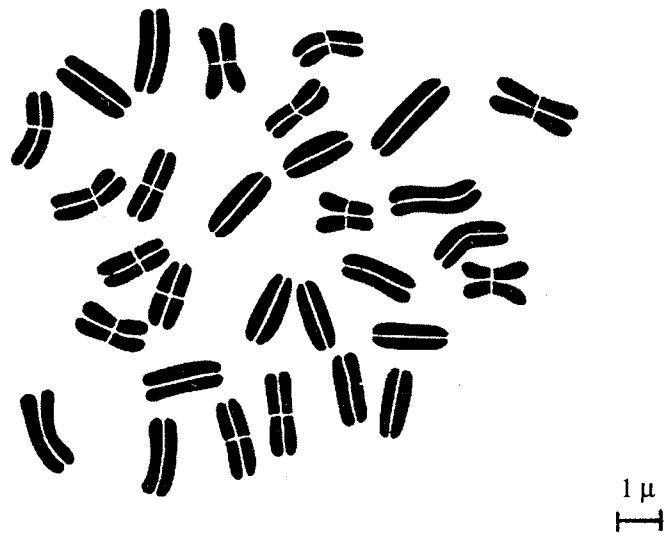
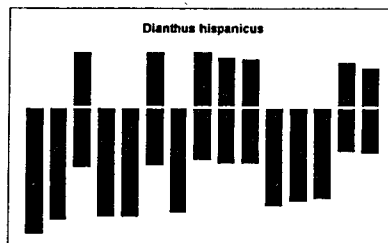


Figura 9.20. *D. pungens* L. subsp. *hispanicus* (Asso) O. Bolòs & Vigo. $2n = 30$.
Metafase en paret de l'ovari.



Taula 9.12. Característiques cromosòmiques de *D. pungens* subsp. *brachyanthus*. Les mesures estan expressades en µm.

| Tàxon: <i>D. pungens</i> subsp. <i>brachyanthus</i> | | Procedència: Baix Camp, Colldejou | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------------------------------|---------------|-------|------|-----------------|-------------|------------------|--|--|--|
| | | 2n = 30 | | | | | | | | | |
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. | | | |
| I | 1,77 | 0,89 | 0,88 | 49,71 | 1,01 | metacèntric | M | medial | | | |
| II | 1,56 | 0,79 | 0,77 | 49,35 | 1,02 | metacèntric | M | medial | | | |
| III | 1,51 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| IV | 1,46 | 0,79 | 0,67 | 45,89 | 1,17 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| V | 1,43 | 0,80 | 0,62 | 43,35 | 1,29 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| VI | 1,40 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| VII | 1,34 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| VIII | 1,33 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| IX | 1,28 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| X | 1,25 | 0,71 | 0,53 | 42,40 | 1,33 | metacèntric | m | regió medial | | | |
| XI | 1,25 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XII | 1,18 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XIII | 1,16 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XIV | 1,12 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |
| XV | 1,09 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal | | | |

Fórmula cromosòmica: 2 M + 3 m + 10 T

A₁ = 0,7111

A₂ = 0,1328

Taula 9.13. Característiques cromosòmiques de *D. pungen* subsp. *hispanicus*. Les mesures estan expressades en μm .

| Tàxon: <i>D. pungen</i> subsp. <i>hispanicus</i> | | Procedència: Alta Ribagorça, Sopeira | | | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|---------------|-------|----------|-----------------|-------------|------------------|
| | | 2n = 30 | | | | | | |
| | Longitud total | Braç llarg (L) | Braç curt (C) | IC | R | Tipus cromosoma | Tipus Levan | Posició centròm. |
| I | 2,50 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| II | 2,21 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| III | 2,18 | 1,18 | 1,00 | 45,87 | 1,18 | metacèntric | m | regió medial |
| IV | 2,16 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| V | 2,16 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VI | 2,14 | 1,14 | 1,00 | 46,72 | 1,14 | metacèntric | m | regió medial |
| VII | 2,07 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| VIII | 2,05 | 1,03 | 1,01 | 49,26 | 1,01 | metacèntric | M | medial |
| IX | 2,00 | 1,09 | 0,91 | 45,00 | 1,21 | metacèntric | m | regió medial |
| X | 1,98 | 1,10 | 0,87 | 43,93 | 1,26 | metacèntric | m | regió medial |
| XI | 1,94 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XII | 1,85 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIII | 1,80 | idem | ----- | 0 | ∞ | telocèntric | T | punt terminal |
| XIV | 1,67 | 0,85 | 0,81 | 48,50 | 1,04 | metacèntric | M | medial |
| XV | 1,61 | 0,90 | 0,70 | 43,47 | 1,28 | metacèntric | m | regió medial |

Fórmula cromosòmica: 2 M + 5 m + 8 T

 $A_1 = 0,5964$ $A_2 = 0,1087$

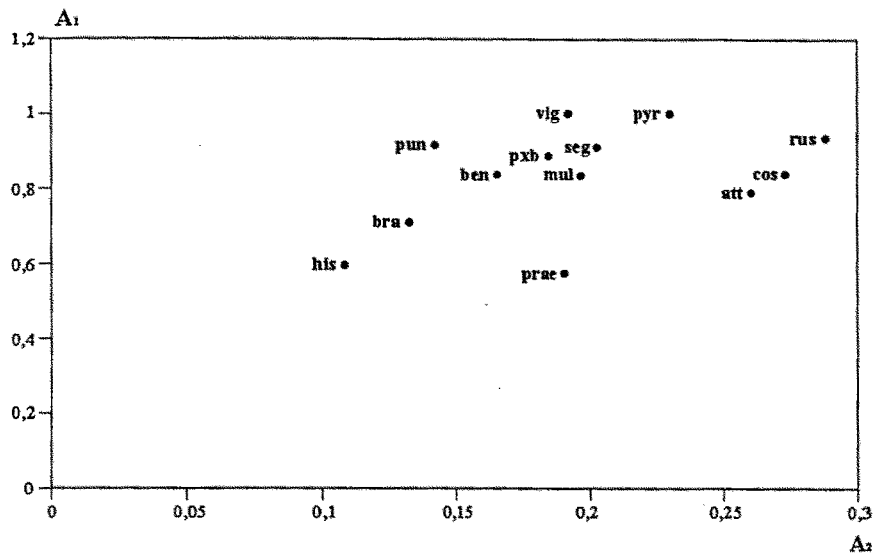


Figura 9.21. Representació dels índexs d'asimetria intracromosòmica (A_1) i intercromosòmica (A_2) dels diferents cariotipus de *Dianthus* analitzats. **seg** - *D. seguieri*, **vig** - *D. vigoii*, **pyr** - *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus*, **att** - *D. pyrenaicus* subsp. *attenuatus*, **pxb** - *D. pyrenaicus* x *benearnensis*, **ben** - *D. benearnensis*, **mul** - *D. multiceps* subsp. *multiceps*, **prae** - *D. multiceps* subsp. *praepyrenaicus*, **cos** - *D. costae*, **pun** - *D. pungens* subsp. *pungens*, **rus** - *D. pungens* subsp. *ruscinonensis*, **bra** - *D. pungens* subsp. *brachyanthus*, **his** - *D. pungens* subsp. *hispanicus*.

9.4. DISCUSIÓ

En el transcurs d'aquest estudi hem determinat el nombre cromosòmic de 19 tàxons (13 espècies, 5 subespècies i un grup de caràcters intermediaris entre *D. pyrenaicus* i *D. benearnensis*, que hem anomenat *D. pyrenaicus* x *benearnensis*) 3 dels quals sembla que són nous per a la ciència (*D. pungens* subsp. *pungens*, *D. pungens* subsp. *ruscinonensis* i *D. pyrenaicus* x *benearnensis*) i un nou a partir de material procedent de la península Ibèrica (*D. deltoides*).

Els nombres cromosòmics del Gènere *Dianthus* constitueixen una serie poliploide simple amb $x = 15$ com a nombre de base i 3 nivells de ploïdia possibles: $2n = 30$, $2n = 60$ i $2n = 90$.

Pel que fa a les dimensions, els cromosomes de *Dianthus* són petits (les seves mides oscil·len entre 0,4 i 2,5 μ), característica aquesta que dificulta en gran manera les tasques d'anàlisi dels cariotipus, especialment en aquells tàxons que els presenten de dimensions més petites. No hem trobat cap mena de relació entre el nombre dels cromosomes i les seves dimensions, a l'inrevés del que passa en altres gèneres com *Carex*, etc, en els quals com més gran és el nombre més petites són les dimensions (HEILBORN, 1924).

El nombre, les dimensions i la morfologia dels cromosomes poden estar correlacionats amb la posició sistemàtica dels tàxons o no. Un exemple el constitueix el Subgènere *Armeriastrum*, en el qual totes les espècies posseeixen $2n = 30$ cromosomes, sempre de petites dimensions ($\cong 1 \mu$), mentre que en altres casos no hi ha cap mena de relació i un mateix tàxon pot presentar races cromosòmiques corresponents als tres nivells de ploïdia del gènere, com per exemple *D. hyssoifolius*. Hi ha, doncs, exemples de tot tipus tal i com exposarem a continuació.

Grup *D. seguieri* subsp. *requienii* - *D. vigoii*. Es tracta d'un parell de tàxons estretament relacionats, que posseeixen un nombre cromosòmic tetraploide amb $2n = 60$. Les dimensions dels

cromosomes són força semblants a tots dos, i pel que fa a la morfologia, l'única diferència és la presència de 4 parells de cromosomes metacèntrics o submetacèntrics a *D. seguieri* subsp. *requienii*, mentre que a *D. vigoi* tots els cromosomes són telocèntrics. Decidir segons les característiques del cariotipus quin dels dos tàxons és més primitiu resulta força arriscat; però d'acord amb els criteris d'STEBBINS (1971), sembla que la tendència predominant en l'evolució del cariotipus de les plantes superiors és cap a un increment de l'asimetria, tot passant dels cariotipus més simètrics (aquells en què tots els cromosomes tenen aproximadament les mateixes dimensions i presenten centròmers en posició medial o submedial) als més asimètrics (aquells que acumulen diferències en les dimensions relatives dels cromosomes constituents i els centròmers ocupen posicions terminals o subterminals) a través de processos com poden ser les inversions pericèntriques, les translocacions desiguals, etc. El mateix STEBBINS (1971) aconsella, però, la comprovació que l'evolució hagi tingut lloc en aquest sentit observant si existeix algun tipus d'associació entre l'increment d'asimetria i altres característiques dels tàxons (citològiques, morfològiques, ecològiques, etc) que puguin considerar-se derivades. En el cas dels dos tàxons que tractem, a nivell morfològic no existeixen indicis de quins són els caràcters més primitius i quins els derivats; únicament ens podria ser útil el criteri ecològic, ja que *D. vigoi* està adaptat a un hàbitat més especialitzat i aquesta característica juntament a un grau més alt d'asimetria del cariotipus ens dona peu a considerar que es podria tractar d'un tàxon derivat.

Una situació semblant es dona entre les dues subespècies de *D. pyrenaicus*; les dimensions dels cromosomes són semblants i la morfologia difereix en el sentit que *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* posseeix tots els cromosomes telocèntrics, mentre que en la subespècie *attenuatus* 4 parells són metacèntrics o submetacèntrics. Pel que fa al grau d'especialització morfològica de les dues subespècies, no hem detectat cap caràcter que ens indiqui res al respecte; a nivell ecològic, en canvi, *D. pyrenaicus* subsp. *pyrenaicus* sembla que ocupa hàbitats més especialitzats (viu a més alçada).

El grup de *D. pungens* està constituït a la península Ibèrica i a l'àrea estudiada per quatre tàxons estretament relacionats, entre els quals les transicions són tan abundants com evidents, especialment a les zones de contacte entre els diferents tàxons subespecífics (BERNAL, LAÍNZ & MUÑOZ GARMENDIA, 1990). Dels quatre tàxons que constitueixen el complex, tres són diploides, amb $2n = 30$ (*hispanicus*, *brachyanthus* i *ruscinoensis*), i un és tetraploide, amb $2n = 60$ (*pungens*). Pel que fa als tàxons diploides, *D. pungens* subsp. *hispanicus* és el que presenta el cariotipus més simètric i el que ocupa un hàbitat menys especialitzat i, per tant, podria ésser considerat com el més primitiu del complex. *D. pungens* subsp. *brachyanthus* i subsp. *ruscinoensis* ocupen hàbitats més especialitzats (de més alçada) i àrees més restringides, i posseeixen cariotipus progressivament més asimètrics. Finalment, *D. pungens* subsp. *pungens* és el tàxon tetraploide del grup i el que presenta el cariotipus més asimètric i amb els cromosomes més petits, podria considerar-se el tàxon més derivat del grup.

En el cas d'altres grups de tàxons relacionats, com el grup de *D. multiceps* o el de *D. benearnensis*, les diferències existents en la morfologia i les dimensions dels cariotipus corresponents no permeten d'extreure conclusions respecte al sentit en què ha tingut lloc l'evolució del grup.

Considerant els exemples exposats, es fa difícil generalitzar sobre els mecanismes que han condicionat el model evolutiu del gènere *Dianthus*. Considerant tota la informació cariològica de què disposem en l'actualitat, és evident que la poliploidia ha tingut un paper determinant en l'evolució del gènere, però per establir quin ha estat el model evolutiu és bàsic conèixer quina és la seva estratègia reproductora.

En el gènere *Dianthus* no es coneixen mecanismes genètics que impedeixin l'autofecundació, i en canvi, certes característiques de la biologia floral del gènere afavoreixen clarament la fecundació encruada, com, per exemple, la no simultaneïtat en el desenvolupament dels òrgans sexuals (dicogamia) i l'elevada freqüència amb que s'observen individus androestèrils en les poblacions naturals de pràcticament tots els tàxons.

Un altre factor que ha tingut un paper molt important en l'evolució del gènere són les hibridacions interespecífiques. L'esmentada tendència cap a la fecundació encreuada facilita les possibilitats d'hibridació i permet d'entendre l'elevat nombre d'híbrids interespecífics detectats a les zones de contacte entre diferents poblacions naturals, tot i els mecanismes d'incompatibilitat detectats en algunes espècies (avortament de l'embrió per desequilibris genètics, inhibició en la formació del tub pol·línic, diferències en la longitud de l'estil, etc).

Són nombrosos els estudis duts a terme per diversos autors (ANDERSON-KOTTO & GAIRDNER, 1931; ROHWEDER, 1934; GENTSCHOFF, 1937; CAROLIN, 1957) sobre hibridacions experimentals en el gènere *Dianthus*. Els resultats obtinguts per tots ells són semblants, de manera que la taxa d'èxit en les hibridacions dutes a terme és molt alta i, segons es desprèn dels resultats dels esmentats autors, l'èxit dels encreuaments interespecífics no depèn de les relacions sistemàtiques existents entre els tàxons parentals.

En els casos en què les hibridacions no donen resultats positius, sembla que la esterilitat no és deguda a grans diferències entre els cromosomes, sinó més aviat a petites diferències entre els cromosomes de les espècies implicades. Aquest fet podria indicar que existeixen determinades regions dels cromosomes que han restat inalterades en el conjunt del gènere al llarg de la seva història evolutiva, i que les diferències específiques s'haurien acumulat en altres regions. Això facilitaria l'èxit dels híbrids, donat que, en general, l'aparellament entre els cromosomes homòlegs tindria lloc de manera normal, és a dir, amb la formació de bivalents. A la pràctica, i llevat d'alguna excepció puntual, no s'observen anomalies en l'aparellament dels cromosomes durant la meiosi dels híbrids, encara que les espècies parentals estiguin allunyades sistemàticament.

En el cas de que el procés d'hibridació doni lloc a la formació d'un híbrid estèril, existeix un mecanisme que, en la majoria de casos, permet la seva estabilització de manera natural: el retrocreuament de l'híbrid amb un dels progenitors originals, donant lloc d'aquesta manera a fenòmens d'introgressió, amb tot el que això comporta en l'increment de la variabilitat (morfològica, etc.) dels tàxons i a la dilució dels límits entre aquests.

Respecte al paper que han tingut l'autopoliploidia i l'al-loploidia en la formació de noves espècies, sembla que l'autopoliploidia no hauria estat gaire important en l'evolució del gènere; en canvi, l'origen de formes al-loploides resultants d'hibridacions interespecífiques sí que hauria tingut importància.

Seguint els pressupòsits d'ADAMS (1902) i CAIN (1942) actualitzats per STOTT (1981) - localitats amb més diversitat de formes, àrees amb més dominància i més densitat de distribució del tàxon, localitat que presenta les formes més primitives, etc- és possible situar el centre d'origen del gènere *Dianthus* al Mediterrani Oriental, concretament a la península balcànica i a l'Àsia Menor. L'estudi de la distribució geogràfica dels diferents nivells de ploïdia posa en evidència que el nombre de tàxons tetraploides i hexaploides augmenta respecte al de diploides a mida que ens allunyem del primitiu centre de diversificació del gènere (vegeu la taula 9.14). Tenint en compte aquestes dades, podem arribar a la conclusió que l'evolució del gènere *Dianthus* ha tingut lloc paral·lament a l'increment del nombre cromosòmic i al progressiu allunyament del centre de diversificació. A l'esmentada taula no hi hem inclòs les dades corresponents a la península Ibèrica, perquè aquest territori, juntament amb la part adjacent de l'Àfrica del Nord, constitueix un centre de diversificació secundari i el percentatge dels diferents nivells de ploïdia no hi segueix la mateixa progressió.

| 2n | Grècia | Bulgaria | Rumania | Hongria | Alemanya |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 30 | 12 92,3 % | 15 88,2 % | 17 77,3 % | 17 73,9 % | 13 61,9 % |
| 60 | 1 7,7 % | 2 11,8 % | 4 18,2 % | 5 21,7 % | 4 19,05 % |
| 90 | ---- | ---- | 1 4,5 % | 1 4,4 % | 4 19,05 % |
| Total | 13 100 % | 17 100 % | 22 100 % | 23 100 % | 21 100 % |

Taula 9.14. Nombre de tàxons i percentatges dels diferents nivells de ploïdia en les diferents àrees de distribució.

| 2n | <i>Suffruticosi</i> | <i>Armeria</i> | <i>Carthusiani</i> | <i>Barbulatum</i> | <i>Eucaryophyllum</i> | <i>Tetralepidis leiopetali</i> | <i>Plumaria</i> |
|--------------|---------------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|
| 30 | 3 100% | 4 100% | 20 100% | 9 64,3 % | 4 40 % | 1 14,3 % | 2 10,6 % |
| 60 | --- | --- | --- | 3 21,4 % | 4 40 % | 6 85,7 % | 7 36,8 % |
| 90 | --- | --- | --- | 2 14,3 % | 2 20 % | --- | 10 52,6 % |
| Total | 3 100% | 4 100% | 20 100% | 14 100% | 10 100% | 7 100% | 19 100% |

Taula 9.15. Nombre de tàxons i percentatges dels diferents nivells de ploïdia en les diferents seccions.

Pel que fa a quins grups de tàxons es poden considerar més primitius i quins més evolucionats en funció de les seves característiques cromosòmiques, una manera de procedir és calcular el percentatge dels diferents nivells de ploïdia per a les diferents seccions del gènere (vegeu la taula 9.15). En principi podem suposar que la secció amb el percentatge més alt de tàxons diploides serà la més primitiva i, conseqüentment, els caràcters propis de la secció podran ser considerats també com els més primitius dins del gènere. Basant-nos en aquestes consideracions, les seccions *Suffruticosi*, *Armeria* i *Carthusiani*, totes tres amb un 100 % de tàxons diploides, poden considerar-se com a les més primitives, i la secció *Plumaria*, amb el percentatge més baix de tàxons diploides, representaria un dels últims estadis evolutius del gènere.

Com a conclusions direm que les espècies del gènere *Dianthus* poden agrupar-se, morfològicament, en dos tipus fonamentals. L'un està representat per formes amb inflorescències compactes i flors relativament petites (seccions *Suffruticosi*, *Armeria* i *Carthusiani*); l'altre inclou formes amb flors grosses i aïllades, característiques dels representants de la secció *Plumaria*. L'existència d'un gran nombre de formes de transició entre aquests dos tipus mena a la conclusió que ambdós poden considerar-se com els extrems de l'evolució del gènere. L'estudi del nivell de ploïdia en relació amb l'àrea de distribució ens permet de suggerir que el primer d'aquests dos grups és el punt de partida, des del qual, i mitjançant una diferenciació morfològica gradual, s'ha arribat als últims estadis d'evolució del gènere, un dels quals sembla correspondre a la secció *Plumaria* i a grups relacionats amb aquesta.