

El complex d'*Asplenium trichomanes* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta) al nord-est de la península Ibèrica

Llorenç Sáez

Universitat Autònoma de Barcelona. Unitat de Botànica
08193 Bellaterra (Barcelona). Spain

Manuscrit rebut el juny de 2000

Resum

El present estudi és una contribució al coneixement del complex d'*Asplenium trichomanes* L. al NE de la península Ibèrica. Després d'un estudi morfològic, fitodermològic i palinològic basat en plantes vives i sobre material d'herbari, es reconeix la presència al territori dels tàxons següents: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* Lovis, *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* D.E. Meyer emend. Lovis, *A. trichomanes* subsp. *hastatum* (Christ) Jessen i *A. csikii* Kummerle & Andrásovszky. Es discuteixen les característiques taxonòmiques de cada tàxon i s'aporta per a cada un el nom que considerem correcte, sinònims, descripció i corologia. Finalment s'inclou una clau de determinació.

Paraules clau: *Asplenium*, *Pteridophyta*, taxonomia, morfologia esporal, fitodermologia, NE de la península Ibèrica.

Abstract. *The Asplenium trichomanes L. complex in the northeast Iberian Peninsula*

The purpose of the present study is to contribute to a better knowledge of the *Asplenium trichomanes* L. complex in NE Iberian Peninsula. After a morphological, phytodermological and palynological study based on living and dried material, the taxa *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* Lovis, *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* D.E. Meyer emend. Lovis, *A. trichomanes* subsp. *hastatum* (Christ) Jessen and *A. csikii* Kummerle & Andrásovszky have been recognized. The taxonomic characteristics of each taxon are discussed, and the correct name, synonyms, descriptions and chorology are given. Finally, a key to the species is provided.

Key words: *Asplenium*, *Pteridophyta*, taxonomy, spore morphology, phytodermology, NE Iberian Peninsula.

Introducció

El complex d'*Asplenium trichomanes* L. presenta una distribució subcosmopolita i comprèn una sèrie de tàxons caracteritzats per presentar els trets morfològics següents: raquis bru fosc (amb dues ales estretes a la cara adaxial a les plantes europees), frondes amb la làmina 1-pinnada, linear-lanceolada, pinnes de suborbiculars a oblongolanceolades o lanceolades i sorus linears. La taxonomia d'aquest grup de plantes és especialment complexa com a conseqüència dels fenòmens de poliploidia i d'hibridació reticular, que fan difícil la identificació de les estirps. El reconeixement dels tàxons que formen part d'aquest complex es fonamenta en la combinació de criteris genètics (existeixen citotips diploides, triploides, tetraploides i hexaploides; Manton, 1950; Lovis, 1964; Bennert & Fischer, 1993), i morfològics (Lovis, l.c.; Lovis & Reichstein, 1985; Rasbach et al., 1991; Rosselló et al., 1991; Jessen, 1995), els quals es relacionen amb característiques ecològiques. Segons l'actual estat de coneixement, el complex de *A. trichomanes* compta, a Europa, amb dos tàxons diploides (*A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes* i *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* Lovis) de requeriments edàfics diferents, i que poden ser diferenciats segons diverses característiques macromorfològiques. D'altra banda, es reconeixen quatre tàxons tetraploides [*A. trichomanes* subsp. *quadriavalens* D.E. Meyer, *A. trichomanes* subsp. *hastatum* (Christ) Jessen, *A. csikii* Kummerle & Andrásovszky (= *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis* (Christ) Lovis & Reichst.), i *Asplenium azomanes* Rosselló, Cubas & Rebassa (= *A. trichomanes* subsp. *coriaceifolium* H. & K. Rasbach, Reichstein & Bennert)]. Tots aquests tàxons són estrictament calcícoles, excepte la subsp. *quadriavalens*, que és indiferent al substrat i presenten diversos trets morfològics que els caracteritzen. Tanmateix, la distinció entre aquestes entitats és sovint problemàtica, i en algun cas el ventall de variabilitat morfològica d'algun tàxon (la subespècie *quadriavalens*) és força ampli.

Dins d'aquest complex ha de ser inclòs *A. azomanes*, tetraploide que presenta afinitats morfològiques amb el tàxon macaronèsic *A. azoricum* (Rosselló et al., 1991) i amb els tàxons europeus del complex de *A. trichomanes*, el qual només es coneix, de moment, de les Illes Balears i d'algunes localitats del sud de la península Ibèrica (Bennert & Fischer, 1993; Pérez Carro & Fernández Areces, 1996).

Recentment s'ha detectat la presència de plantes hexaploides al sud de la península Ibèrica, originades probablement a partir de l'encreuament entre *A. azomanes* i *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* (cf. Bennert & Fischer, 1993). Aquests autors apunten la presència a Europa d'un altre tàxon hexaploide encara no formalment descrit.

Les dades relatives als tàxons del complex de *A. trichomanes* al NE peninsular són escasses. A les darreres síntesis florístiques (Bolòs & Vigo, 1984; Nogueira & Ormonde, 1986) i a l'estudi d'aquest complex a la península Ibèrica (Pangua et al., 1989) s'indiquen tres tàxons: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, *A. trichomanes* subsp. *quadriavalens* i *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis*. Més recentment, en un treball fonamentalment corològic (Sáez, 1997) i sobre la base de l'estudi que es presenta a continuació, a més de la revisió del material d'herbari

dipositat als herbaris BC, BCC, BCF i MA (abreviatures d'acord amb Holmgren et al., 1990) s'indiquen dues subespècies més —subsp. *inexpectans* i *hastatum*—, i, paral·lelament, s'estableixen les àrees de distribució en el territori aquí considerat de tots els tàxons del complex.

L'objectiu del present estudi és conèixer quins tàxons del complex d'*Asplenium trichomanes* existeixen al territori, i analitzar-ne la variabilitat dels caràcters macromorfològics, fitodermològics i palinològics. La identificació dels diferents tàxons del complex de *A. trichomanes* s'ha fet a partir de l'estudi macromorfològic de les plantes, i s'han considerat també les mides i l'ornamentació de les espores (Lovis, 1964; Tigerschiöld, 1981; Ferrarini et al., 1986; Pangua et al., 1989). Les mostres també han estat estudiades des del punt de vista fitodermològic: en concret s'han mesurat les cèl·lules oclusives dels estomes. Diversos estudis en pteridòfits (Lovis, 1964; Tigerschiöld, 1981; Moran, 1982; Barrington et al., 1986; Pangua et al., 1989; Viane, 1990) han posat de manifest la correlació existent entre la longitud estomàtica (i també les mides esporals) i el nivell de ploïdia dels tàxons. Per tant, els estudis palinològics i fitodermològics són especialment útils per inferir el nivell de ploïdia de les plantes en absència de dades citogenètiques i, per tant, es poden aplicar als exemplars d'herbari. Aquesta informació micromorfològica, juntament amb l'estudi macromorfològic, permet la identificació d'una bona part de les plantes del complex al territori estudiat. Alguns exemplars de filiació incerta han estat estudiats citogenèticament. Finalment, s'ha considerat la informació sobre l'ambient (tipus de substrat, principalment) en què creixia cada planta.

Material i mètodes

El material que hem estudiat procedeix del nord-est de la península Ibèrica, i en la majoria dels casos ha estat recol·lectat per nosaltres o bé pels nostres col·laboradors (taula 1). D'aquesta manera hem pogut considerar informació referent a l'hàbitat de la planta, i en ocasions hem conservat planta viva. En algun cas ha calgut estudiar exemplars corresponents a tàxons procedents d'altres zones, per poder així contrastar els resultats obtinguts amb plantes procedents de la zona d'estudi aquí considerada (aquest és el cas de *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*). A causa de l'àmplia distribució que presenta *A. trichomanes* a la zona que ens ocupa, el present estudi es redueix a 46 mostres procedents de diferents regions del territori (i d'algunes zones properes), on creiem que està representada la major diversitat del complex. Posteriorment, i amb la intenció de completar la distribució d'aquests tàxons (vegeu Sáez, 1997), hem revisat abundant material d'herbari, basant-nos en la morfologia de la làmina i prenent també mesures de les espores. Tanmateix, cal dir que gairebé tot el material dels tàxons més rars (*A. csikii*, *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* i *A. trichomanes* subsp. *hastatum*) ha estat estudiat segons la metodologia que especifiquem a continuació.

Palinologia. Per mesurar les espores, les hem muntades directament dels sorus, en glicerogelatina, i les hem estudiades mitjançant microscòpia òptica. La lon-

gitud i l'amplada de les espores s'ha determinat a 1000 augments, amb un microscopi OLYMPUS CH-2. Per a cada mostra, hem pres 30 mides de la longitud i de l'amplada de l'espore, excloent-ne el perispori.

La morfologia del perispori de determinats exemplars ha estat estudiada per mitjà de microscòpia electrònica de rastreig (MER), sense tractament previ a la metal·lització. Les observacions i les fotografies han estat fetes amb un microscopi Hitachi Stereoscan 2300 del Servei de Microscòpia Electrònica de la Universitat de Barcelona.

Fitodermologia. Per a l'estudi de l'epidermis, hem hidratat pinnes ben desenvolupades de la part mitjana de la làmina en aigua durant 24 h, i n'hem separat l'epidermis de la cara abaxial. Aquesta epidermis ha estat decolorada en hipoclorit sòdic durant 5-10 minuts i després rentada amb aigua. La longitud estomàtica s'ha determinat a 400 augments. Per a cada mostra hem pres 30 mides de la longitud de les cèl·lules oclusives localitzades a la zona mitjana de la pinna.

Citogenètica. Les frondes amb esporangis joves varen ser fixades al camp mitjançant una barreja d'etanol i àcid acètic (3:1) durant 48 hores, entre -5 i -10° C, i posteriorment tenyides amb carmí-acètic al 2% d'acord amb la metodologia de Manton (1950). Prèviament a la seva observació, es va procedir a l'aixafament dels esporangis joves en àcid acètic al 45%.

Resultats i discussió

Morfologia. L'estudi de l'abundant material de *A. trichomanes* procedent del nord-est peninsular posa de manifest l'escassa diferenciació morfològica dels tàxons que integren aquest complex. En alguns casos resulta difícil establir una separació morfològica entre les dues subespècies tetraploides de *A. trichomanes*. Segons les nostres observacions, la subsp. *hastatum* es caracteritza davant del tàxon més afí des d'un punt de vista morfològic (subsp. *quadrivalens*) perquè presenta les frondes erectes o lleugerament arquejades i les pinnes simètriques (excepte les situades al terç superior del raquis), d'oblongorectangulars a oblongolanceolades, de marge generalment crenat, les inferiors i mitjanes en general hastades, inserides perpendicularment al raquis (de vegades les superiors s'insereixen de manera obliqua). La subsp. *quadrivalens* presenta unes frondes més llargues (fins a 30 cm), erectes, les pinnes asimètriques, oblongorectangulars, de marge enter (de vegades crenat), inserides perpendicularment al raquis (rarament les superiors neixen de manera obliqua). Creiem que resta per fer una caracterització detallada en l'aspecte morfològic de la subsp. *hastatum*, ja que algunes mostres que altres autors peninsulars (Pangua et al., 1989) han assimilat de manera dubtosa a la subsp. *pachyrachis* (= *A. csikii*) podrien correspondre en realitat a la subsp. *hastatum*.

Diversos autors (Nogueira & Ormonde, 1986; Viane et al., 1993) atribueixen a la subsp. *inexpectans* unes frondes amb l'àpex contret brusquement i amb una pinna terminal grossa (4-7 mm d'amplada), a diferència de la resta de tàxons del

Taula 1. Material estudiat.

Tàxon	Mostra	Localitat, (tipus de substrat), recol·lector i data
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>inexpectans</i>	1	Girona: cap Norfeu, EG2177, 100 m (Ca), leg. L. Sáez, 7.V.1994
	2	Alacant: Murla, 30SYH59 (Ca), leg. J.X. Soler, 7.III.1993
	3	Alacant: Vall de Gallinera, 30SYH3699 (Ca), leg. J.X. Soler & M. Signes 22.V.1996
	4	Alacant: Montgó, 30BC5099 (Ca), leg. J.X. Soler 6551, 27.XII.1991
	5	Mallorca: Estret de Valldemossa, DD6893, 450 m (Ca), leg. L. Sáez, VII.1987
	6	Cabrera: cap Ventós, 31SDD93 (Ca), leg. P. Ferrer, 2.VI.1948, (BC 194296)
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>trichomanes</i>	7	Lleida: sobre Portilló de Bossost, 1250 m (Si), leg. L. Sáez, 31.VII.1994
	8	Barcelona: Les Agudes, Montseny, 1680 m (Si), leg. L. Sáez, VII.1994
	9	Lleida: Beraní, CH4900, 1400 m (Si), leg. L. Sáez, XI.1989
	10	Lleida: carretera al Portilló de Bossost, CH03 (Si), leg. L. Sáez, 13.X.1992
	11	Andorra: c. ermita de Sant Vicenç, CH7606, 1120 m (Si), leg. L. Sáez, 18.XII.1994
	12	Girona: penya-segats de la Muga, DG888, 320 m (Si), leg. L. Sáez, 16.I.1995
	13	Barcelona: Puig Drau, DG4425, 1200 m (Si), leg. L. Sáez et al., 24.III.1995
	14	Lleida: c. can Cabau, Alt Aran, 1700 m (Si), leg. L. Sáez et al., 18.XI.1990
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>quadrivalens</i>	15	Lleida: les Bordes, Vall d'Aran (Si), leg. L. Sáez, 31.VII.1994
	16	Tarragona: barranc del Pedrall, CF14, 480 m (Ca), leg. L. Sáez, 23.XI.1991
	17	Girona: el Far de les Guillerries, DG55, 1000 m (Ca), leg. L. Sáez, 29.X.1989
	18	Girona: sobre Queralbs (Si), leg. L. Sáez, 21.V.1994
	19	Lleida: el Quer Foradat, DG88 (Ca), leg. L. Sáez, 08.VIII.1994
	20	Barcelona: Sant Pere Màrtir, DF28, 250 m (Si), leg. L. Sáez, V.1988
	21	Lleida: entre Vinaixa i l'Albí (Ca), s.r., 30.III.1972, BCF 17919
	22	Andorra: vall d'Incles, leg. M. Losa & P. Montserrat, 1948, BCF 4980
	23	Lleida: Artiga de Lin, leg. C. Català & A. Macià, 20.VIII.1967, BCF 7656
	24	Tarragona: barranc de Comelles, CF1862, 300 m (Si), leg. L. Sáez, 4.I.1992
	25	Girona: penya-segats de la Muga, DG888, 200 m (Si), leg. L. Sáez, 23.XI.1993.
	26	Barcelona: la Llacuna, CF7992, 700 m (Ca), leg. L. Sáez, IV.1990
	27	Tarragona: serra de Llaberia, CF2051, 900 m (Ca), leg. L. Sáez, 23.XI.1991
	28	Lleida: Sant Llorenç de Montgai, CG3722, 300 m (Ca), leg. L. Sáez, 17.XII.1991
29	Tarragona: c. la Pena, CF4080, 820 m (Si), leg. L. Sáez, 26.X.1991	
30	Girona: vora Riudaura, DG 5570, 450 m (Ca), leg. C. Racionero, 16.III.1995	
31	Barcelona: sobre Castellar de N'Hug (Ca), leg. L. Sáez, 14.V.1994	
32	Lleida: Odén, Cingles de Canalda CG7665, 1400 m (Ca), leg. L. Sáez, 2.V.1994	
33	Girona: cap de Creus, EG1884, 200 m (Si), leg. L. Sáez et al. 29.IV.1991	
34	Andorra: c. ermita de Sant Vicenç, CH7606, 1120 m (Si), leg. L. Sáez, 10.V.1995	
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>hastatum</i>	35	Tarragona: c. coll del Cargol, BF7822, 980 m (Ca), leg. L. Sáez, 2.VII.1995
	36	Lleida: serra de Lleràs, 1280 m, CG2076 (Ca), leg. L. Sáez, 4.VI.1995
<i>A. trichomanes</i> nothosubsp. <i>lusaticum</i>	37	Andorra: c. ermita de Sant Vicenç, CH7606, 1120 m (Si), leg. L. Sáez, 18.XII.1994
<i>A. csikii</i>	38	Barcelona: Gresolet, CG9478, 1140 m (Ca), leg. L. Sáez, VI.1994
	39	Tarragona: Montsant, Grau dels Barrots, 1000 m (Ca), leg. L. Sáez, 9.II.1991
	40	Tarragona: sobre La Pena, 1000 m (Ca), leg. L. Sáez, 19.II.1994
	41	Barcelona: El Castellar, DG3330, 1000 m (Ca), leg. L. Sáez & J. Vicens, 28.II.1994
	42	Tarragona: Sant Miquel, c. Biure, CF6192, 940 m (Ca), leg. L. Sáez, 16.XI.1991
	43	Barcelona: vora Bussanya, Moianès, DG2129, 700 m (Ca), leg. L. Sáez, 21.XII.1994
	44	Tarragona: Serrassoles, els Ports, BF7117, 1000 m (Ca), leg. L. Sáez, 25.X.1992
	45	Lleida: c. Coll de Nargó, CG5574, 1300 m (Ca), leg. C. Gutiérrez, IX.1994
	46	Tarragona: serra de Llaberia, CF1951, 820 m (Ca), leg. L. Sáez, 23.XI.1991

complex, en els quals les frondes s'atenuen de manera molt més gradual. L'estudi de la variabilitat de les mides i de la forma de la pinna terminal revela que aquest caràcter presenta una notable variabilitat, i que no és la seva utilització recomanable amb finalitats taxonòmiques. A la figura 1 es pot veure que la silueta corresponent a la subsp. *inexpectans* presenta la fronde atenuada de manera gradual vers l'apex, mentre que un exemplar de la subsp. *quadrivalens* presenta una pinna terminal grossa.

No hem tingut gaire dificultats a l'hora de separar morfològicament les dues subespècies diploides del complex. *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* es pot diferenciar del material ibèric i baleàric de *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* per les seves frondes erectes, fins de 20 cm de longitud; les pinnes es troben prou distanciades entre elles i són asimètriques, de tendència suborbicular i amb la base estretament cuneiforme (figures 1 i 2). Els exemplars de *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* que hem pogut estudiar, procedents de l'Alt Empordà (Girona), la Marina Alta (Alacant), Mallorca i Cabrera (Illes Balears), presenten unes característiques morfològiques sensiblement discordants amb les establertes per aquesta subespècie, com exposem a continuació. Les frondes fan, en general, menys de 10 cm de longitud i són arquejades i aplicades al substrat; les pinnes són oblongolanceolades, simètriques, de marge incisosrenat, generalment no hastades i inserides perpendicularment al raquis. En l'estat actual de coneixements, no podem avaluar la suposada discontinuïtat morfològica entre les races de diploides calcícoles de *A. trichomanes* a la Mediterrània occidental. Caldrà utilitzar mètodes més potents per poder resoldre els problemes taxonòmics que encara resten en aquest complex.

Per contra, el tàxon del complex més ben caracteritzat en l'aspecte morfològic és *A. csikii*, per les seves frondes fins de 18 cm de longitud, sinuoses i aplicades al substrat, i especialment per les pinnes de lanceolades a oblongolanceolades, simètriques, de 2 a 4 vegades més llargues que amples i de marge serratolobat; les inferiors netament biauriculades, inserides perpendicularment al raquis. La peculiar morfologia d'aquest tàxon ja va ser remarcada per Lovis & Reichstein (1985).

Palinologia. Els resultats obtinguts per a les dimensions de les espores són força coincidents amb els indicats per altres autors i permeten separar perfectament les subespècies diploides de les tetraploides (taules 2 i 3). Tanmateix, hi ha diferències sensibles pel que fa a la longitud esporal segons Tigerschiöld (1981) i Moran (1982) per a la subsp. *quadrivalens* (42.8 i 41.0 mm respectivament), bé que aquestes diferències podrien ser explicades, si més no parcialment, per procediments diferents en la inclusió de les mostres i en la realització de les mesures (inclusió del perispori). Cal remarcar que, segons les nostres observacions, les espores de *A. csikii* tenen unes dimensions lleugerament inferiors a les obtingudes per Pangua et al. (1989), però estan d'acord amb altres observacions realitzades amb material europeu (Ferrarini et al., 1986; Bennert & Fischer, 1993). Nosaltres hem detectat petites diferències entre les mides esporals de *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* i *A. csikii*, tal com ho reflecteix l'estudi fet per Ferrarini et al. (1986), en el sentit que aquest tàxon presenta una longitud i una amplada esporals lleu-

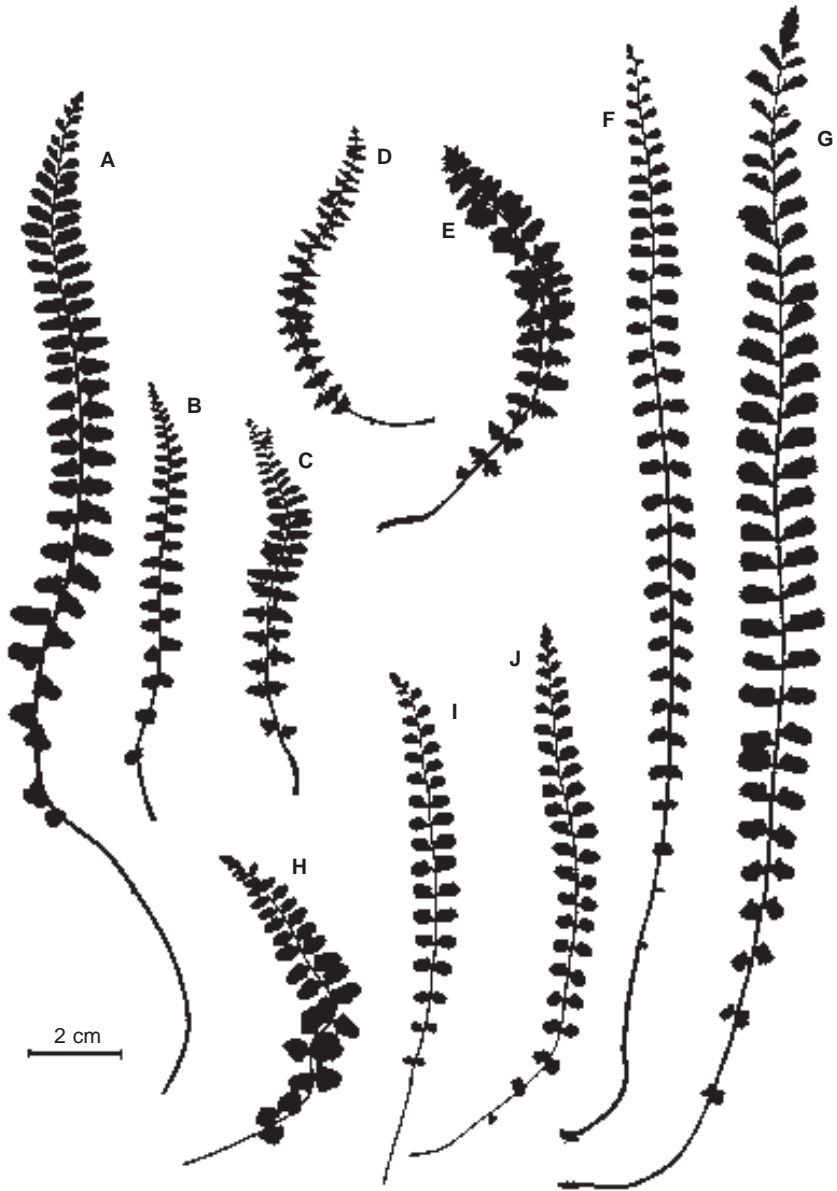


Figura 1. Siluetes representatives dels tàxons del complex de *A. trichomanes* presents al territori estudiat: A,B: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*; C-E: *A. csikii*; F,G: *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*; I,J: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*; H: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*.

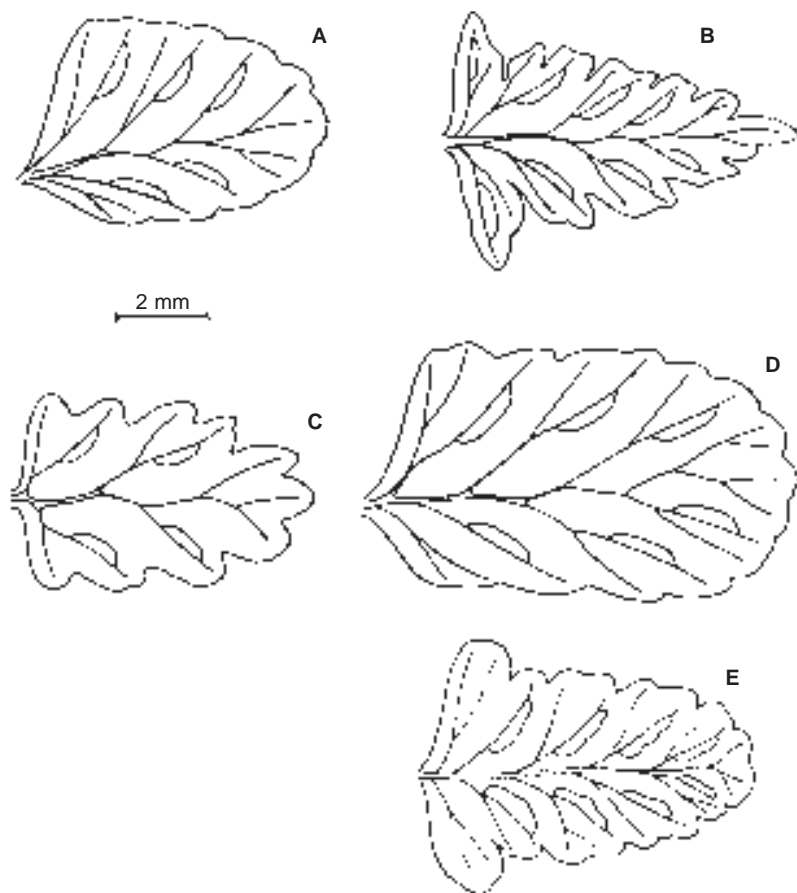


Figura 2. Pinnes mitjanes de *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* (A); *A. csikii* (B); *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* (C); *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* (D); *A. trichomanes* subsp. *hastatum* (E).

gerament més petites. Creiem que els resultats anòmals de Pangua et al. (l.c.) per a *A. csikii* podrien ser el resultat d'haver considerat per a aquest tàxon (sub *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis*) algunes mostres atribuïbles a altres tàxons, com *A. trichomanes* subsp. *hastatum* i fins i tot a diploides, com *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*.

A les figures 3 i 4 es poden observar microfotografies al MER de les espores dels tàxons del complex de *A. trichomanes*. Les espores de *A. trichomanes* són, en general, planoconvexes, i el perispori presenta unes arèoles de contorn més o menys poligonal delimitades per plecs o crestes. Tot i que hi ha algunes diferències en l'ornamentació del perispori entre les subespècies estudiades, no

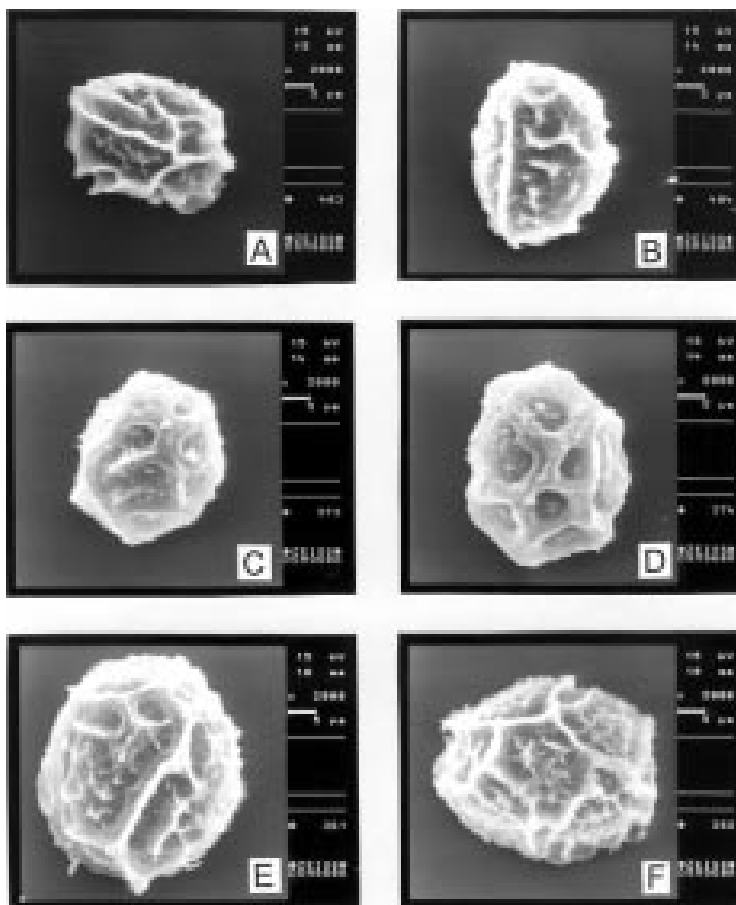


Figura 3. Microfotografies al MER de les espores dels tàxons del complex de *A. trichomanes*. A,B: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* (cap Norfeu); C,D: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* (bosc de Virós); E,F: *A. trichomanes* subsp. *hastatum* (Els Ports).

resulta aconsellable la utilització d'aquest caràcter com a diagnòstic per separar els tàxons, atesa la variabilitat que presenta, tal com hem pogut comprovar en el present estudi. Les nostres observacions en els tàxons diploides concorden amb les dades obtingudes per altres autors (Ferrarini et al., 1986; Pangua et al., 1989; Jessen, 1995) en el sentit de diferenciar-les segons el tipus d'ornamentació. Així, *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* queda caracteritzat davant *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* perquè presenta crestes i plecs més nombrosos, generalment anastomitzats. Hem observat algunes diferències notables en l'ornamentació del pe-

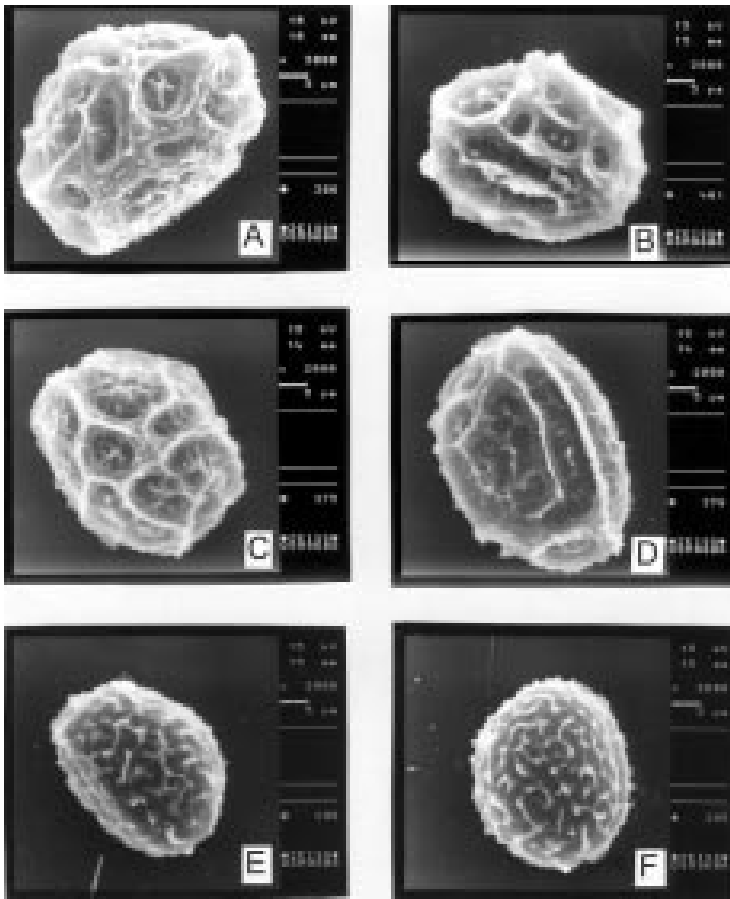


Figura 4. Microfotografies al MER de les espores dels tàxons del complex de *A. trichomanes*. A,B: *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* [Queralbs i l'Espina (Els Ports)]; C,D: *A. csikii* (Montsant); E,F: *A. csikii* (Bussanya).

rispori en espores de *A. csikii*, concretament en la població de Bussanya (figura 4. E,F). Les espores procedents dels exemplars d'aquesta població tenen un perispori amb plecs curts i crestes poc elevades, i no mostren les característiques arèoles polygonals ben definides de l'espècie, com les presenten la mostra procedent de les muntanyes de Prades i els tàxons afins. Aquest tipus d'ornamentació esporal era fins ara desconegut dins el complex de *A. trichomanes* i s'aproxima a la que presenten altres espècies no relacionades taxonòmicament, com és el cas del grup d'*Asplenium seelosii* Leybold. L'adscripció de la població de Bussanya a *A. csikii* es fonamenta primordialment en la macromorfologia de la fronde, la qual no difereix sensiblement de la que exhibeix la resta de mostres estudiades.

Taula 2. Mides de les espores i longitud de les cèl·lules oclusives del material estudiat. X = mitjana; D.S. = desviació estàndard; màx. = màxim; mín. = mínim. Mides en micrometres. 1-6: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*; 7-14: subsp. *trichomanes*; 15-34: subsp. *quadrivalens*; 35-36: subsp. *hastatum*; 37: cf. *A. trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*; 38-46: *A. csikii*.

núm. mostra	Longitud de l'exospori		Amplada de l'exospori		Longitud estomàtica	
	X±DS	màx.-mín.	X±DS	màx.-mín.	X±DS	màx.-mín.
1	29.8±1.95	25-33	20.5±1.7	17-24	38.3±3.95	30-48
2	29.3±1.95	25-32	21.07±1.72	18-24	40.03±3.95	33-48
3	30.1±1.57	26-33	22.58±1.61	20-25	41.51±3.91	34-46
4	30.5±1.92	27-33	21.57±1.98	20-25	41.82±3.83	35-48
5	30.87±1.45	28-34	23.13±1.38	21-25	37.55±2.58	35-43
6	30.33±1.49	27-33	22.77±1.33	20-25	36.31±3.48	30-45
7	28.03±1.47	25-30	19.67±1.12	18-22	36.58±3.31	32-43
8	28.66±1.44	25-31	20.26±5.15	19-25	35.83±2.87	30-41
9	29.16±1.72	25-32	20.76±1.97	17-24	35.69±2.71	30-40
10	29.5±1.73	27-33	21.13±1.83	18-24	37.31±2.55	32-43
11	30.03±1.69	27-33	21.6±1.27	20-24	36.24±2.79	30-42
12	30.6±1.47	29-33	20.76±0.72	20-22	37.06±2.37	32-42
13	28.9±1.74	25-30	19.46±1.63	16-22	38.1±2.6	32-43
14	29.86±2.08	27-34	20.93±1.67	18-23	36.89±3.66	28-44
15	36.63±1.84	33-40	26.67±2.78	23-30	53.31±4.32	47-63
16	36.53±1.73	34-39	26.4±1.1	25-28	49.93±2.28	45-55
17	35.7±1.23	35-40	27.36±0.99	26-29	52.03±4.17	45-58
18	38.13±1.71	35-42	28.03±2.09	25-31	49.03±2.73	43-53
19	37.13±1.33	35-40	27.3±1.66	25-30	49.03±2.82	43-56
20	36.9±1.76	33-40	28.1±1.7	25-30	50.27±2.64	45-56
21	37.16±1.64	34-40	27.7±1.6	25-30	49.93±3.34	45-55
22	36.7±1.76	34-40	27.56±1.65	25-30	49.86±2.83	42-55
23	37.06±1.36	35-40	27.3±1.34	25-29	52.06±5.92	43-55
24	36.23±1.13	34-38	26.3±1.02	25-28	48.86±2.98	43-60
25	36.9±1.62	35-40	27.03±1.35	25-29	53.27±4.44	42-55
26	36.53±1.59	34-40	27.93±1.36	26-30	52.37±3.33	43-55
27	37.1±1.6	34-40	28.46±2.17	25-32	53.69±4.96	43-60
28	37.26±1.5	35-41	27.3±1.74	25-30	51.34±2.76	46-58
29	36.23±1.47	33-39	25.8±1.71	24-30	52.06±3.51	45-60
30	37.53±2.02	33-43	27.56±1.73	25-31	49.03±2.19	48-58
31	36.76±1.54	34-40	27.73±1.85	25-30	50.72±2.61	48-60
32	37.63±1.6	35-41	28.7±1.62	26-31	47.75±3.42	43-54
33	36.66±1.49	34-40	27.7±1.8	25-30	49.2±3.39	45-57
34	37.36±2.02	34-42	28.56±2.28	25-33	50.69±2.55	40-55
35	36.3±1.47	34-40	26.72±1.6	25-30	51.03±3.84	44-59
36	36.4±1.75	33-40	26.24±1.59	24-29	50.24±2.73	43-56
37	—	—	—	—	43.72±4.78	35-50
38	35.6±1.73	32-39	24.9±1.53	22-28	50.2±2.78	45-55
39	35.43±1.52	33-40	25.9±1.9	24-30	53.44±3.4	43-60
40	36.07±1.79	32-40	25.77±1.38	24-28	49.34±2.75	42-53
41	35.9±2.02	34-42	26.3±2.71	22-32	50.1±3.04	45-56
42	36.57±1.65	34-40	27.07±1.68	25-30	48.79±2.52	43-53
43	35.97±1.54	33-39	25.73±1.11	24-28	51.03±2.69	45-56
44	36.03±1.24	34-40	27.17±1.59	25-30	54.31±4.97	45-63
45	36.2±1.32	34-39	26.87±1.25	25-29	51.45±3.94	45-57
46	35.4±0.85	33-37	24.86±1.1	23-27	50.41±2.71	45-55

Taula 3. Mides de les espores i longitud de les cèl·lules oclusives dels tàxons considerats. X = mitjana; DS = desviació estàndard, màx. = màxim; mín. = mínim. Mides en micròmetres.

Tàxon	Longitud de l'exospori		Amplada de l'exospori		Longitud estomàtica	
	X±DS	màx.-mín.	X±DS	màx.-mín.	X±DS	màx.-mín.
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>trichomanes</i>	29.3±1.82	25-34	20.6±2.36	16-25	36.71±2.94	28-44
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>inexpectans</i>	30.1±1.97	25-33	21.9±1.91	17-25	38.1±4.07	30-48
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>quadriavalens</i>	36.91±1.85	33-43	27.47±1.86	23-33	50.72±3.82	42-63
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>hastatum</i>	36.3±1.61	33-40	26.48±1.6	24-30	50.65±3.32	43-59
<i>A. csikii</i>	35.91±1.57	32-42	26.06±1.82	22-30	51.01±3.66	42-63

Fitodermologia. Amb l'excepció de les dimensions estomàtiques, no hem trobat cap diferència en les característiques epidèrmiques de les pinnes. Les cèl·lules epidèrmiques són lobulades o bé ondulades, i els lòbuls són més o menys aguts, segons les diferents mostres estudiades. Pel que fa als estomes, són anomocítics o, més rarament, policítics. Aquestes observacions concorden amb els resultats obtinguts per Pangua et al. (1989). La longitud de les cèl·lules oclusives permet agrupar, d'una banda, les subespècies diploides d'*Asplenium trichomanes* (*inexpectans* i *trichomanes*), amb una longitud d'entre 35 i 40 mm, i de l'altra, els tàxons tetraploides (*A. csikii*, *A. trichomanes* subsp. *hastatum* i *A. trichomanes* subsp. *quadriavalens*), amb una longitud compresa entre 47 i 54 mm (taula 3). La planta corresponent a la mostra núm. 37 presenta espores avortades, i la longitud mitjana de les cèl·lules oclusives és de 43.72 mm (taula 2), longitud que podria correspondre, d'acord amb el mètode de Barrington et al. (1986), a una planta triploide, originada probablement a partir de les subespècies *trichomanes* i *quadriavalens* (= *A. trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* (D.E. Meyer) Lawalrée in J.E. de Langhe et al., *Nouv. Fl. Belgique* ed. 2: 829 (1978) [= *A. × lusaticum* D.E. Meyer in *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 71: 16 (1958)]. Tanmateix, és absolutament necessari l'estudi citològic d'aquesta planta per tal de confirmar de manera ferma la seva naturalesa híbrida.

Citologia. La taula 4 especifica els tàxons estudiats des del punt de vista citològic, les mostres emprades (amb la procedència respectiva) i els resultats obtinguts. En els individus estudiats d'*Asplenium csikii*, *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* i *A. trichomanes* subsp. *quadriavalens* no hem detectat cap anomalia en les configuracions meiotiques.

Taula 4. Plantes i mostres estudiades i resultats de l'anàlisi citogenètica d'alguns tàxons del complex de *A. trichomanes*.

Tàxon	Localitat	Mostra	Dotació i aparellaments
<i>A. csikii</i>	Bussanya, Barcelona	42	2n=144 (72II)
	La Pena, Tarragona	39	2n=144 (72II)
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>trichomanes</i>	Andorra	11	2n=72 (36II)
	Bossost, Lleida	7	2n=72 (36II)
	Montseny, Girona	8	2n=72 (36II)
<i>A. trichomanes</i> subsp. <i>quadrivalens</i>	Cap de Creus, Girona	33	2n=144 (72II)
	Vall d'Aran, Lleida	15	2n=144 (72II)

Clau de determinació dels tàxons del complex de *A. trichomanes* existents a Europa:

1. Espores de 25-33 µm de longitud (perispori exclòs) 2
1. Espores de 32-43 µm de longitud (perispori exclòs) 3
2. Pinnes oblongolanceolades, més o menys simètriques, amb el marge incisocrenat; planta calcícola *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*
2. Pinnes ovatolanceolades, de tendència suborbicular, asimètriques, amb el marge subenter o crenulat; planta silicícola *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*
3. Pinnes mitjanes asimètriques, uniauriculades o no 4
3. Pinnes mitjanes simètriques, sovint biauriculades 5
4. Pinnes basals i mitjanes sovint amb una aurícula a la part acrosòpica; frondes netament coriàcies *A. azomanes*
4. Pinnes basals i mitjanes sense una aurícula basal a la part acrosòpica; frondes no netament coriàcies *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*
5. Frondes sinuoses, aplicades al substrat; pinnes d'oblongolanceolades a lanceolades, amb el marge netament serratolobat *A. csikii*
5. Frondes poc sinuoses, generalment no aplicades al substrat; pinnes d'oblongorectangulars a oblongolanceolades, amb el marge més o menys crenat *A. trichomanes* subsp. *hastatum*

Asplenium trichomanes L., Sp. Pl.: 1080 (1753) subsp. **trichomanes**
 = *A. melanocaulon* Willd., Enum. Pl. Horti Bertol.: 1072 (1809)
 = *A. trichomanes* subsp. *bivalens* D.E. Meyer in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 74: 456
 (1962)

Frondes de 20 cm de longitud, erectes o lleugerament arquejades, no aplicades al substrat; làmina de 5-15 cm, linear-lanceolada; pinnes mitjanes de 3-8 mm, en nombre de 10-24 parells, de suborbiculars a ovades, asimètriques, amb el marge enter o lleugerament crenat; les de la zona mitjana-superior inserides de manera obliqua o perpendicular al raquis, netament distanciades entre elles. Estomes de 28-44 µm de longitud. Espores de (25)27-32(34) x (16)18-23(25) µm, planoconvexes; perispori equinulat-reticulat, amb plecs i crestes poc nombrosos, en general no anastomitzats, que delimiten arèoles poligonals. $2n=72$.

Hàbitat i distribució: roques o talussos, calcífug. Tàxon difós per Europa, Àsia i Nord-amèrica. Al NE peninsular es distribueix pels Pirineus i per les muntanyes catalanídiques N i centre.

Asplenium trichomanes L. subsp. **inexpectans** Lovis in Brit. Fern. Gaz. 9: 155
 (1964)
 = *A. melanocaulon* subsp. *inexpectans* (Lovis) A. & D. Löve in Preslia 46: 126
 (1974)

Frondes fins de 10(12) cm de longitud, en general aplicades al substrat, sinuoses; làmina de 4-9 cm, linear-lanceolada; pinnes mitjanes de 4-7 mm, en nombre de 10-18 parells, d'oblongorectangulars a oblongolanceolades, simètriques, amb el marge d'incisocrenat a irregularment serrat o lobat; les de la zona mitjana-superior inserides de manera perpendicular al raquis, poc distanciades entre elles o superposades. Estomes de 30-45 µm de longitud. Espores de (25)28-33(34) x (17)19-23(25) µm, planoconvexes; perispori equinulat-reticulat, amb plecs i crestes nombrosos, anastomitzats, que delimiten arèoles poligonals. $2n=72$.

Hàbitat i distribució: fissures de roques calcàries. Centre i SE d'Europa i Suècia. A la meitat septentrional de la península Ibèrica només se'n coneix una població, localitzada al cap Norfeu (Alt Empordà).

Asplenium trichomanes L. subsp. **quadrivalens** D.E. Meyer emend. Lovis in Brit. Fern. Gaz. 9: 152 (1962)
 = *A. trichomanes* subsp. *lovisii* Rothm. in Feddes. Repert. 67: 11 (1963)
 = *A. lovisii* Rothm., Fl. Krit. Erganz.: 5 (1963), nom. nud.

Frondes fins de 30 cm de longitud, erectes o lleugerament arquejades, no aplicades al substrat; làmina fins de 25 cm, linear-lanceolada; pinnes mitjanes de 3.5-11 mm, en nombre de 10-33 parells, oblongorectangulars, asimètriques, amb el marge enter o crenulat; les de la zona mitjana-superior inserides de manera obli-

qua o perpendicular al raquis, distanciades entre elles o rarament imbricades. Estomes de 42-63 μm de longitud. Espores de (33)35-40(43) x (23)25-29(32) μm , planoconvexes; perispori equinulat-reticulat, amb plecs i crestes nombrosos, anastomitzats o no, que delimiten arèoles poligonals. $2n=144$.

Hàbitat i distribució: fissures de roques, talussos, roquissars, parets, etc.; indiferent al substrat. Subcosmopolita. Al NE de la península Ibèrica, s'hi troba àmpliament difós, però és més rar a les zones àrides de l'interior (depressió de l'Ebre).

Asplenium trichomanes L. subsp. **hastatum** (Christ) Jessen in Ber. Bayer. Bot. Ges. 65: 111 (1995)

= *A. trichomanes* L. var. *hastatum* Christ, Die Farnkräuter der Schweiz. Beitr. Kriptogramenfl. 1(2): 92 (1900)

Frondes fins de 22 cm de longitud, erectes o sinuoses, aplicades al substrat o no; làmina de 7-16 cm, linear-lanceolada; pinnes mitjanes de 5.5-10 mm, en nombre de 17-29 parells, d'oblongorectangulars a oblongolanceolades, simètriques —excepte les de la zona superior de la làmina, amb el marge crenat—; les de la zona mitjana-superior inserides de manera obliqua o perpendicular al raquis, en general poc distanciades entre elles. Estomes de 43-59 μm de longitud. Espores de 33-40 x 24-30 μm , planoconvexes; perispori equinulat-reticulat, amb plecs i crestes nombrosos, anastomitzats, que delimiten arèoles poligonals. $2n=144$.

Hàbitat i distribució: fissures de roques calcàries en zones muntanyoses. La seva distribució és, de moment, poc coneguda i sembla limitada a les zones muntanyoses del centre i S d'Europa. A Catalunya es coneix únicament als Prepirineus i a les muntanyes catalanídiques S, però molt probablement presenta una distribució més àmplia.

Asplenium csikii Kummerle & Andrásovszky in Magyar Bot. Lapok. 21: 3 (1922)
= *A. trichomanes* L. subsp. *pachyrachis* (Christ) Lovis & Reichst. in Willdenowia 10: 18 (1980).

= *A. trichomanes* L. [lusus *harovii* Milde] *sublusus pachyrachis* Christ, Farnkr. Schweiz 1(2): 92 (1900)

Frondes de 5-18 cm de longitud, aplicades al substrat, en general fortament sinuoses; làmina de 4-14 cm, linear-lanceolada; pinnes mitjanes de 4-7.5 mm, en nombre de 18-25 parells, d'oblongolanceolades a lanceolades, simètriques, amb el marge netament serratolobat (rarament incisoscrenat); pinnes inferiors generalment biauriculades; les de la zona mitjana-superior inserides de manera perpendicular al raquis, generalment imbricades. Estomes de 42-63 μm de longitud. Espores de (32)34-40(42) x (22)24-30(32) μm , planoconvexes; perispori equinulat-reticulat, generalment amb plecs i crestes més o menys anastomitzats, que delimiten arèoles poligonals, tot i que de vegades aquestes poden ser absents. $2n=144$.

Hàbitat i distribució: fissures de roques calcàries, en zones muntanyoses. L'espècie es difon per les muntanyes del centre i SE d'Europa, de l'Àsia W (Khullar, 1994) i del N d'Àfrica, d'on ha estat indicada recentment (Rumsey & Vogel, 1997). A Catalunya es troba als Prepirineus i a les muntanyes catalanídiques N, centre i S.

Agraïments

Paloma Cubas ens ha proporcionat algunes de les dades citològiques necessàries per l'identificació d'alguns exemplars conflictius.

Bibliografia

- Barrington, D.S.; Paris, C.A.; Ranker, T.A. 1986. Systematic inferences from spores and stomate size in the ferns. *Amer. Fern Journ.* 76(3): 149-159.
- Bennert, W.; Fischer, G. 1993. Biosystematics and evolution of the *Asplenium trichomanes* complex. *Webbia*, 48: 743-760.
- Bolòs, O.; Vigo, J. 1984. Flora dels Països Catalans, vol. 1. Ed. Barcino. Barcelona.
- Cubas, P.; Rosselló, J.A.; Pangua, E. 1989. A new triploid hybrid in the *Asplenium trichomanes* complex: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lucanum* (*A. trichomanes* subsp. *inexpectans* x *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*) nothosubsp. nova. *Candollea* 44: 181-190.
- Derrick, L.N.; Jermy, A.C.; Paul, A.M. 1987. Checklist of European Pteridophytes. *Sommerfeltia*, 6: 1-94.
- Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H.; Barnett, L.C. 1990. Index Herbariorum. Part I: The herbaria of the world. 8th ed. Bronx: New York Botanical Garden.
- Jessen, S. 1995. *Asplenium trichomanes* L. subsp. *hastatum*, stat. nov.- eine neue Interart des Braunstiel-Streifenfarne in Europa und vier neue intraspezifische Hybriden (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 65: 107-132.
- Khullar, S.P. 1994. An illustrated fern flora of West Himalaya 1. International Distributors. Dehra Dun.
- Lovis, J.D. 1964. The taxonomy of *Asplenium trichomanes* in Europe. *Brit. Fern Gaz.* 9 (5): 147-160.
- Lovis, J.D.; Reichstein, T. 1985. *Asplenium trichomanes* subsp. *pachyrachis* (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*) and a note on the typification of *A. trichomanes*. *Willdenowia* 15: 187-201.
- Manton, I. 1950. Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. Cambridge: University Press.
- Moran, R.C. 1982. The *Asplenium trichomanes* complex in the United States and adjacent Canada. *Amer. Fern. Journ.* 72(1): 5-11.
- Nogueira, I.; Ormonde, J. 1986. *Asplenium*. In Castroviejo et al. (ed.). *Flora Iberica*. CSIC. Madrid.
- Pangua, E.; Prada, C.; Marquina, A. 1989. Las subespecies de *Asplenium trichomanes* L. en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Bot. Complutensis* 14: 87-108.
- Pérez Carro, F.J.; Fernández Areces, M.P. 1996. Híbridos del género *Asplenium* L. en la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54(1): 106-125.
- Rasbach, H.; Rasbach, K.; T. Reichstein; Bennert, H.W. 1990. *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). I. Nomenclature and typification. *Willdenowia*, 19: 471-474.

- 1991. *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraespecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). II. Description and illustrations. With an appendix on pairing behavior of chromosomes in fern hybrids. *Willdenowia*, 21: 239-261.
- Rosselló, J.A.; Cubas, P.; Rebassa, A. 1991. Two new *Asplenium* taxa from the Balearic Islands: *A. azomanes* and *A. x tubalense* (= *A. azomanes* x *A. trichomanes* subsp. quadrivalens). *Rivasgodaya*, 6: 115-128.
- Rumsey, F.J.; Vogel, J.C. 1997. Floristic biodiversity of N Morocco. Taxonomic, Corologic and Nomenclatural Notes. 5. Two new *Asplenium* taxa new to Africa. *Lagascalia* 18(2): 232-233.
- Sáez, L. 1997. Atlas pteridològic de Catalunya i Andorra. *Acta Bot. Barcinon.* 44: 39-167.
- Tigerschiöld, E. 1981. The *Asplenium trichomanes* complex in East central Sweden. *Nord. J. Bot.* 1: 12-16.
- Viane, R.1.1. 1990.. Epidermology of european ferns. In J. Rita (Ed.) *Taxonomía, Biogeografía y Conservación de Pteridófitos*, Soc. Hist. Nat. Bal.- IME: 69-89. Palma de Mallorca.
- Viane, R.; Jermy, A.C.; Lovis, J.D. 1993. *Asplenium*. In Tutin et al. (ed.). *Flora Europaea* 1: 18-23. 2nd ed. Cambridge University Press.