

# *Las subespecies de Asplenium trichomanes L. en la Península Ibérica e Islas Baleares*

EMILIA PANGUA, CARMEN PRADA y ARTURO MARQUINA.

Departamento de Biología Vegetal I. Facultad de Biología. Universidad Complutense. E-28040 Madrid.

**Resumen.** Se estudian los principales caracteres cuantitativos y cualitativos de las cuatro subespecies de *Asplenium trichomanes* L. presentes en nuestra flora; se elabora una clave para su identificación.

Palabras clave: *Pteridophyta*, *Asplenium trichomanes*, taxonomía, Península Ibérica.

**Abstracts.** Main qualitative and quantitative characters of the Iberian subspecies of *A. trichomanes* L. are analysed. A diagnostic key of the four subspecies is presented.

Key words: *Pteridophyta*, *Asplenium trichomanes*, taxonomy, Iberian Peninsula.

## INTRODUCCIÓN

En el seno de la especie *Asplenium trichomanes* L. han sido reconocidas hasta el momento cuatro subespecies, dos diploides y dos tetraploides, todas ellas presentes en nuestra flora (NOGUEIRA & ORMONDE, 1986). Entre las diploides, la subespecie *inexpectans* Lovis sólo se ha encontrado hasta ahora en Mallorca, sobre substrato calizo, siendo silicícola la subespecie *trichomanes*, de amplia distribución en la Península Ibérica. De igual manera se comportan las dos tetraploides, de las que la subespecie *pachyrachis* (Christ) Lovis & Reichst. es calcícola mientras que la subespecie *quadrivalens* D. E. Meyer no presenta preferencias edáficas específicas.

Con motivo del estudio palinológico que estamos llevando a cabo en la familia *Aspleniaceae*, hemos tenido ocasión de revisar abundante material, principalmente de herbario, encontrándonos en la práctica con al-

gunas dificultades al adscribir muestras concretas a las diferentes subespecies.

Los caracteres diagnósticos empleados para la diferenciación de los taxones por los distintos autores que han tratado el grupo, son tanto cualitativos (forma de la fronde, forma e inserción de las pinnas, color del pecíolo y raquis, etc.), como cuantitativos (tamaño de las esporas, estomas y páleas del rizoma: tabla 3), además de tener en cuenta la ecología y número cromosómico. Dado que tales caracteres presentan una gran variabilidad, nos decidimos a realizar un estudio sobre 46 muestras seleccionadas, a fin de intentar establecer límites más o menos claros entre las distintas subespecies. Todo el material procede de la Península Ibérica e Islas Baleares, excepto las muestras examinadas de la subespecie *inexpectans* que, por otra parte, son las únicas con número cromosómico comprobado por tratarse de material enviado por el Prof. Reichstein al Dr. Salvo, quien amablemente nos lo cedió para este estudio.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

El material examinado es el que se indica en la Tabla 1, correspondiente a muestras que, por el conjunto de los datos disponibles, se han podido atribuir a los diferentes taxones.

Las esporas se han estudiado mediante microscopía óptica, montadas directamente de los soros en glicerogelatina; para determinar el tamaño se han realizado 30 medidas de cada muestra, tanto de la longitud como de la anchura del exosporio y de la altura del perisporio; así mismo, se ha estudiado la morfología del perisporio mediante microscopía electrónica de barrido, montando las muestras sin tratamiento previo a la metalización.

Para el estudio de la epidermis se ha procedido a la rehidratación de las pinnas, sumergiéndolas en agua durante 24 horas, separando posteriormente la epidermis de la cara abaxial para aclararla con hipoclorito sódico durante 5 minutos. Se han efectuado treinta medidas de la longitud de las células oclusivas en cada muestra, siempre en estomas bien desarrollados de las pinnas medias.

Las medias y desviaciones típicas de los parámetros antes indicados para cada muestra se presentan en la Tabla 2. A partir de estos datos se han elaborado las curvas teóricas para cada subespecie, y se han representado individualizadas y agrupadas en diploides y tetraploides. (Figs. 7 y 8).

Tanto para las variables como para los taxones se ha efectuado el análisis de componentes principales. (Fig. 9).

TABLA I. 1 a 7: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*; 8-9: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*; 10 a 19: *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis*; 20 a 46: *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*.

Localidad	Fecha	Herbario
1. Madrid: Peñalara	11-VII-1973	MACB
2. Madrid: La Pedriza	19-VI-1985	MACB
3. Logroño: Hayedo de Tobía	10-VI-1981	MAF
4. Huesca: Panticosa	VIII-1916	MAF
5. Beira Baixa: Serra de Pampilhosa	VII-1887	COI
6. Avila: Sierra de Gredos	13-IX-1987	MACB
7. Granada: Peñones de San Francisco	22-VII-1986	MACB
8. Francia: Vaucluse	31-V-1984	TR 6033
9. Austria: Thermenalpen	6-VI-1984	TR 6031
10. Logroño: Torrecilla en Cameros	24-VI-1986	MACB
11. Madrid: Pinilla del Valle	11-V-1980	MACB
12. Huesca: Nocito	18-VII-1972	JACA
13. Cuenca: Ciudad Encantada	17-IV-1980	MA
14. Ciudad Real: Molino de la Pólvora	2-V-1981	MACB
15. Valencia: Teresa de Cofrentes	13-V-1978	material propio
16. Granada: Subida a S <sup>a</sup> Nevada	19-X-1979	MA
17. Segovia: De Sebúlcor a S. Frutos	25-VII-1986	MACB
18. Huesca: Peña Montañesa	17-VIII-1986	MACB
19. Soria: Cañon del río Lobos	24-IV-1982	MACB
20. Mallorca: Puig Major	12-VI-1947	MA
21. Cáceres: San Martín de Trevejos	30-V-1981	MACB
22. León: Hoces de Valdetejas	26-VII-1985	MACB
23. Asturias: Zardón	VII-1984	MACB
24. Pontevedra: Tuy	19-IV-1984	MACB
25. Cuenca: Ciudad Encantada	5-VII-1985	MACB
26. Soria: Narros	2-V-1980	MACB
27. Mallorca: Gorg Blau	23-VIII-1947	MA
28. Almería: Paterna	22-II-1970	MACB

TABLA I. (Continuación)

	Localidad	Fecha	Herbario
29.	Cataluña: San Quirico	19-II-1924	MAF
30.	Avila: Piedralaves	12-V-1985	MAF
31.	Valencia: Buñol	VI-1980	VF
32.	Castellón: Sierra del Espadán	VI-1982	MACB
33.	Jaén: Segura de la Sierra	10-VIII-1978	MACB
34.	Soria: Cañón del río Lobos	V-1980	MACB
35.	Barcelona: Sta. M <sup>a</sup> del Cervelló	26-X-1971	Herb. J. Izco
36.	Jaén: Segura de la Sierra	10-VII-1978	MACB
37.	Jaén: Sierra de Mágina	25-VII-1964	SANTIAGO
38.	Teruel: Cedrillas	VI-1981	VF
39.	Lugo: Los Nogales	30-X-1976	MACB
40.	Málaga: Sierra Bermeja	7-V-1975	MACB
41.	Toledo: Los Yébenes	16-I-1976	MAF
42.	Cáceres: Yuste	31-V-1985	MACB
43.	Orense: Barco de Valdeorras	2-XI-1984	MACB
44.	Sevilla: Río Viar	28-IV-1985	MACB
45.	Ibiza: San Mateo	23-VI-1979	MA
46.	Orense: De Penouta a Arnado	28-VIII-1985	MACB

TABLA 2. Datos cuantitativos de las esporas y estomas del material estudiado. La numeración se corresponde con la tabla 1. L = Longitud de la espora; A = anchura de la espora; 0 = altura del perisporio; E = longitud de las células oclusivas;  $\bar{X}$  = media;  $\sigma$  = desviación típica. Los valores están expresados en micras.

N.º	L		A		O		E	
	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$
1.	27,56	1,81	20,6	1,19	3,63	0,76	42,41	2,66
2.	30,4	1,16	23,03	1,11	3,93	1,04	40,41	3,54
3.	30,0	2,11	21,43	2,75	3,36	0,96	38,41	3,04
4.	29,83	1,93	21,76	1,92	2,8	0,76	43,58	2,76
5.	27,9	1,58	20,3	1,23	2,9	0,84	42,41	2,22
6.	30,2	1,62	23,03	1,80	2,73	0,94	41,83	3,00
7.	29,2	1,34	21,73	1,43	2,9	0,92	40,5	2,73
8.	30,93	2,61	22,63	1,80	3,3	0,40	42,41	2,31
9.	31,9	1,99	24,6	1,62	3,3	0,46	43,91	2,24
10.	37,33	1,53	28,03	1,42	3,33	0,75	47,58	3,85
11.	36,96	2,15	27,26	1,65	2,76	0,77	49,5	3,90
12.	37,23	2,66	27,8	1,54	2,83	1,28	49,0	3,44
13.	35,5	1,73	27,23	1,54	2,5	0,73	51,41	3,51
14.	37,5	2,33	27,3	2,18	2,93	0,69	55,5	3,10
15.	31,6	2,01	24,93	1,22	2,8	0,59	52,83	4,39
16.	37,55	1,42	28,93	1,41	3,26	1,01	44,66	2,84
17.	38,3	1,60	27,16	1,31	3,6	0,32	54,0	4,43
18.	37,73	2,49	28,16	1,91	5,7	1,0	48,0	3,43
19.	37,73	2,14	28,4	1,47	4,36	0,71	49,66	4,08
20.	36,7	1,60	28,03	1,56	3,46	0,93	55,41	3,77
21.	34,63	1,51	26,33	1,34	3,9	0,84	50,0	2,45
22.	35,83	2,26	27,26	1,77	4,9	1,18	51,5	2,42
23.	35,86	1,99	26,80	1,86	4,56	0,93	49,5	3,17
24.	34,56	2,44	26,26	2,40	4,26	0,90	51,08	3,75
25.	37,43	2,29	26,73	2,03	3,93	0,94	49,83	2,45
26.	36,5	2,43	26,2	1,91	4,03	0,76	46,41	2,04
27.	34,46	2,28	26,5	1,83	4,0	0,83	48,0	2,40
28.	36,03	1,35	27,83	1,85	3,66	0,75	53,91	3,75
29.	33,16	1,72	24,46	2,28	4,4	1,06	49,0	2,50
30.	35,26	2,14	26,6	2,09	4,4	0,62	53,66	2,91
31.	37,80	2,20	28,36	1,42	3,70	1,31	48,16	2,85
32.	36,86	1,71	27,46	1,33	4,8	1,15	45,08	3,31
33.	37,4	2,14	28,5	1,81	3,3	0,99	51,08	2,33
34.	37,0	1,71	27,1	2,0	4,1	1,15	52,33	2,62
35.	35,83	2,22	26,56	1,92	5,1	0,84	51,58	3,31
36.	38,3	1,66	28,63	1,42	3,8	0,8	49,08	2,82
37.	35,9	1,95	25,83	1,78	3,36	1,03	49,75	2,0
38.	35,2	1,56	26,86	1,90	4,10	0,71	50,75	2,79
39.	34,53	1,69	25,3	1,66	5,03	0,88	51,0	3,32

TABLA 2. (Continuación)

N.°	L		A		O		E	
	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$	$\bar{X}$	$\sigma$
40.	34,36	3,25	26,9	2,61	2,9	0,75	49,41	2,42
41.	35,86	2,30	26,2	1,82	3,23	0,72	47,91	2,94
42.	35,1	1,32	27,36	1,69	3,43	0,77	47,75	3,17
43.	35,0	2,33	25,46	1,45	3,88	0,71	53,5	3,32
44.	34,96	2,18	26,36	1,88	4,73	0,86	49,16	2,48
45.	32,63	2,53	25,0	2,0	4,3	0,98,	60,66	4,40
46.	34,43	1,97	25,16	1,62	4,2	1,06	50,33	2,34

## RESULTADOS

En las muestras seleccionadas se ha hecho especial hincapié en el estudio de los caracteres que se refieren a la morfología de la fronde, epidermis, páleas y esporas, para comparar los resultados de las observaciones hechas sobre material ibérico con los anteriormente conocidos de otras regiones. (Tabla 3).

a. *Morfología de la fronde.*

En *Asplenium trichomanes* el porte de la planta es erguido, excepto en la subespecie *pachyrachis* que suele ser decumbente.

Generalmente se atribuye a la subsp. *inexpectans* el presentar frondes que se estrechan abruptamente en el ápice, y con una pinna terminal más grande o igual a las restantes, mientras que las otras tres tienen frondes que se atenúan gradualmente hacia el ápice (Fig. 1). Este carácter hemos comprobado que es muy variable, de forma que de las dos muestras estudiadas de la subsp. *inexpectans*, sólo en una (Fig. 1-b) se observa; por el contrario, en algunas muestras de la subsp. *quadri-valens* hemos encontrado frondes que se estrechan abruptamente y tienen pinna terminal grande.

Los caracteres de las pinnas han sido también utilizados en la discriminación de los taxones siendo, en nuestra opinión, la simetría un buen carácter para diferenciar la subsp. *pachyrachis* de las restantes, ya que en ésta es notablemente constante que las pinnas son de consistencia coriácea y marcadamente simétricas (Fig. 2-D), con los márgenes prácticamente equidistantes de la costa, a diferencia de las otras que poseen pinnas asimétricas y de textura más delicada.

En cuanto a la forma, hemos observado una gran variabilidad; en la subsp. *trichomanes* hay tendencia a que las pinnas sean más o menos orbiculares, con la base más estrechamente cuneiforme que en las otras subespecies, en las que las pinnas tienden a ser más rectangulares; el margen puede variar desde casi entero a lobulado y crenado en todos los casos.

En la diagnosis de la subsp. *pachyrachis*, LOVIS & REICHSTEIN (1985) indican que las pinnas son 2 a 4 veces más largas que anchas y con la base hastado-biariculada, si bien señalan que esta forma puede variar algo en diferentes localidades, sin especificar en qué sentido se produce tal variación. Atendiendo estrictamente a estos dos caracteres, la mayoría de las muestras incluidas por nosotros en esta subespecie no corresponderían a ese taxón; no obstante, consideramos que el porte de la planta, la consistencia y simetría de las pinnas, la mayor densidad de pelos en la cara inferior de las mismas, el tamaño de las esporas, estomas y páleas, la ecología, etc., constituyen un conjunto de caracteres que permiten encuadrar dichas muestras en una misma entidad.



Fig. 1. Siluetas de las frondes: a-b, subsp. *inexpectans*; c-d, subsp. *trichomanes*; e-f, subsp. *quadrivalens*; g-h, subsp. *pachyrachis*. Tamaño natural.

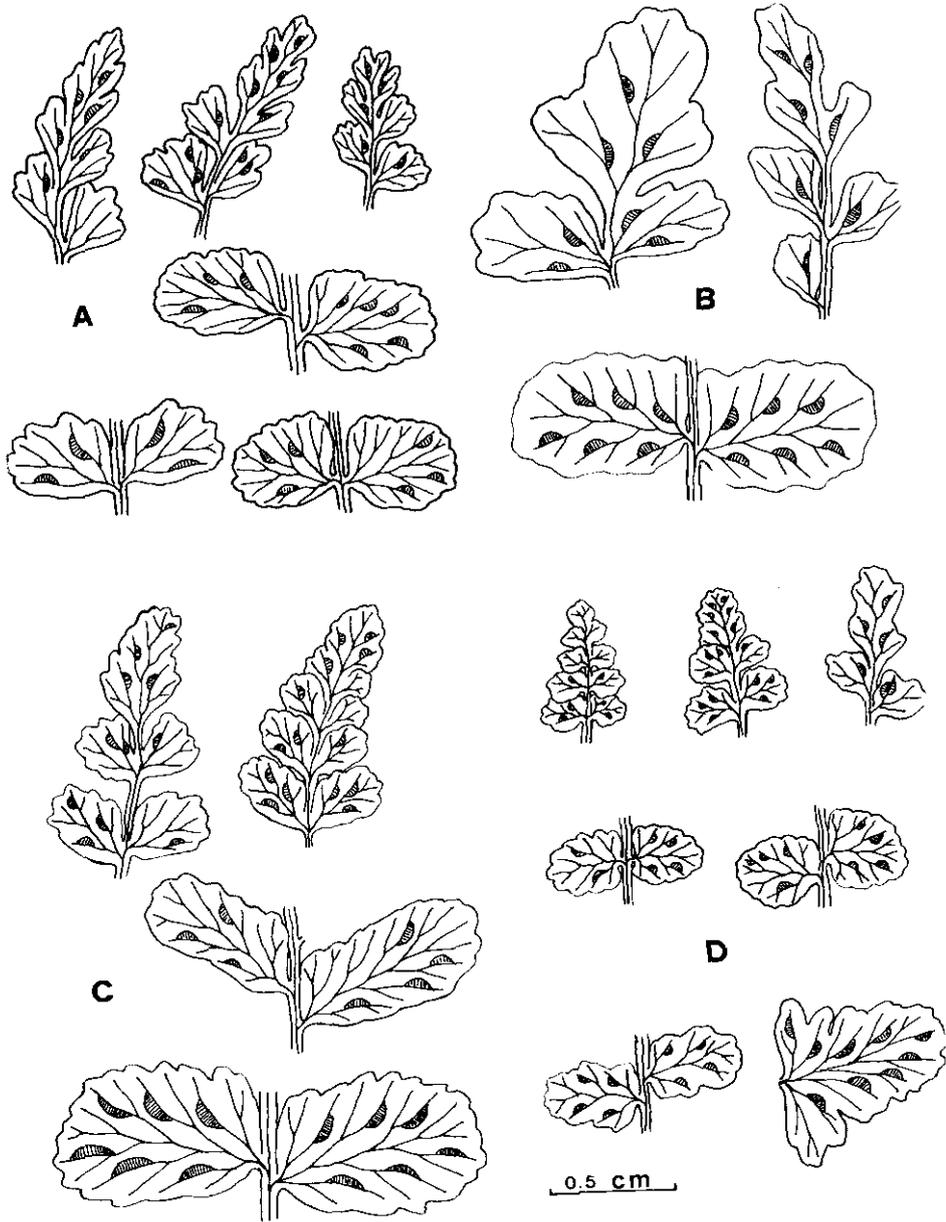


Fig. 2. Parte terminal de las frondes y pinnas medias de: A, subsp. *trichomanes*; B, subsp. *inexpectans*; C, subsp. *quadrivalens*; D, subsp. *pachyrachis*.

Teniendo en cuenta que no hemos podido examinar el tipo de este taxón, y a la vista del comentario que LOVIS & REICHSTEIN (1985: 190) realizan acerca de las formas próximas a la subsp. *pachyrachis*, podría pensarse que algunas de nuestras muestras correspondieran, si efectivamente se tratase de un taxón distinto, a *Asplenium trichomanes* lusus *harovii* Milde, dado que según estos autores es una forma diferente aunque próxima al verdadero *pachyrachis*, con el que, al parecer, la principal diferencia estriba en tener las pinnas 1 - 1,5 veces más largas que anchas.

En cuanto a la inserción de las pinnas, es bastante general que se sitúen perpendicularmente al raquis en todos los casos excepto en la subsp. *trichomanes* que tiende a tenerlas oblicuas; este carácter, no obstante, varía considerablemente al igual que el que sean subopuestas o alternas (Figs. 1 y 2).

El pecíolo y raquis de las subespecies diploides suelen ser más delgados que en las tetraploides, sin ser éste tampoco un carácter absoluto. En las subsp. *trichomanes* es frecuente que el pecíolo sea de color marrón-rojizo, a diferencia de las otras que suelen tener pecíolo de color marrón oscuro, casi negro.

Dado que este estudio se ha basado en material de herbario, no se han podido apreciar caracteres tales como la permanencia de los raquis, el que las pinnas sean cóncavas o convexas, que los nervios sean netamente aparentes, etc., que para algunos autores son caracteres útiles para la diferenciación de las subespecies cuando se observan en material fresco (BOUHARMONT, 1968; JERMY & PAGE, 1980; NYHUS, 1987).

#### b. *Páleas*

Se han examinado las páleas de todos los taxones excepto los de la subespecie *inexpectans* (Fig. 3). La forma de las mismas varía de ovado-lanceoladas a linear-lanceoladas; casi siempre presentan una banda central oscura y las menos desarrolladas suelen tener una glándula terminal y, a veces, también alguna glándula lateral.

Como ya indicaba LOVIS (1964) el tamaño de las páleas mayores puede ser útil para diferenciar las subsp. *trichomanes* e *inexpectans*, que las poseen más pequeñas, de la subsp. *quadrivalens* (Tabla 3). De la subsp. *pachyrachis* no hay datos acerca del tamaño de las páleas y, según nuestras observaciones, son generalmente pequeñas, no llegando a medir 3,5 mm.

Así mismo, hemos observado que en la subsp. *trichomanes* las células adyacentes a la banda central tienen las paredes transversales orientadas principalmente hacia el ápice de la pálea, mientras que en las subespecies *quadrivalens* y *pachyrachis* están orientadas hacia la base de la pálea, siendo en estos dos casos la banda central muy oscura, casi negra, a diferencia de la subsp. *trichomanes* que la presenta marrón rojiza.

TABLA 3. Resumen de los valores referentes a tamaño de esporas, estomas y páleas ofrecidos por diversos autores.

	LOVIS 1964	BOUHARMONT 1968	TIGERSCHIÖLD 1981	MORAN 1982	FERRARINI & al. 1986	NYHUS 1987
ESPORAS (valores expresados en micras)						
	Longitud	Anchura	Longitud	Longitud	Longitud	Longitud
<i>A. t. trichomanes</i>	29-36	22,45	30,0	29,4	30,96	29,6-34,0
<i>A. t. inexpectans</i>	33-37	—	28,0	—	31,36	—
<i>A. t. quadrivalens</i>	34-43	27,47	42,8	41,0	38,48	35,9-43,2
<i>A. t. pachyrachis</i>	—	—	—	—	38,24	—
ESTOMAS (longitud expresada en micras)						
<i>A. t. trichomanes</i>	38-43	—	42,4	—	—	—
<i>A. t. inexpectans</i>	40-42	—	50,8	—	—	—
<i>A. t. quadrivalens</i>	41-49	—	51,1	—	—	—
<i>A. t. pachyrachis</i>	—	—	—	—	—	—
PALEAS (longitud expresada en mm)						
<i>A. t. trichomanes</i>	hasta 3,5	—	—	hasta 3	—	2,8-3,3
<i>A. t. inexpectans</i>	hasta 3,5	—	—	—	—	—
<i>A. t. quadrivalens</i>	hasta 5	—	—	hasta 5	—	4,1-4,4
<i>A. t. pachyrachis</i>	—	—	—	—	—	—



Fig. 3. Páneas del rizoma: A, subsp. *trichomanes*; B, subsp. *quadrivalens*; C, subsp. *pachyrachis*.

c. *Epidermis.*

La morfología de las células de la epidermis de la cara abaxial de las pinnas no parece ser un carácter útil para la diferenciación de los cuatro taxones. Siguiendo la terminología de VAN COTTEN (1970), en todos los casos son anomomorfas, con las paredes de onduladas a lobuladas, siendo los lóbulos más o menos agudos dependiendo de los casos. Los estomas son anomocíticos en todas las muestras estudiadas, apareciendo polocíticos en muy baja proporción (Fig. 4).

La utilidad del tamaño de los estomas para la diferenciación de los citotipos diploides y tetraploides de *A. trichomanes* ya fue sugerida por LOVIS (1955), y este mismo autor en 1964 indica las medias y la amplitud de variación de la longitud de los estomas en las tres subespecies conocidas entonces, siendo similares a los obtenidos por nosotros.

La única referencia posterior a este carácter en la que se ofrecen datos originales es debida a TIGERSCHIÖLD (1981), con quien coincidimos excepto para el caso de la subsp. *inexpectans* en la que hemos encontrado medias considerablemente menores.

d. *Esporas.*

En *A. trichomanes* las esporas pertenecen al tipo flaviforme-venulado (PANGUA & PRADA, 1988). Las diferencias que hemos encontrado entre las cuatro subespecies afectan a algunos detalles de la ornamentación, y al tamaño.

En la subsp. *inexpectans* los pliegues del perisporio son más cortos y numerosos que en la subsp. *trichomanes*, en la que además se forman unas aréolas poligonales grandes claramente definidas (Fig. 5).

En las dos subespecies tetraploides la ornamentación es semejante, formada por pliegues grandes que delimitan aréolas más o menos regulares en la cara distal (Fig. 6).

En cuanto al tamaño, los resultados obtenidos por nosotros, referentes a la longitud de la espora, se ajustan, en el caso de los diploides, a los señalados por otros autores (Tabla 3), mientras que en el caso de los tetraploides nuestras medidas han resultado, en general, ligeramente inferiores. La anchura de la espora es un parámetro que únicamente ha sido considerado con anterioridad por BOUHARMONT (1968), quien indica unas medias para diploides y tetraploides coincidentes casi exactamente con las encontradas por nosotros.

## DISCUSIÓN

Tras el análisis de los caracteres antes indicados se desprende que los morfológicos, dada su variabilidad, no resultan suficientemente conclu-

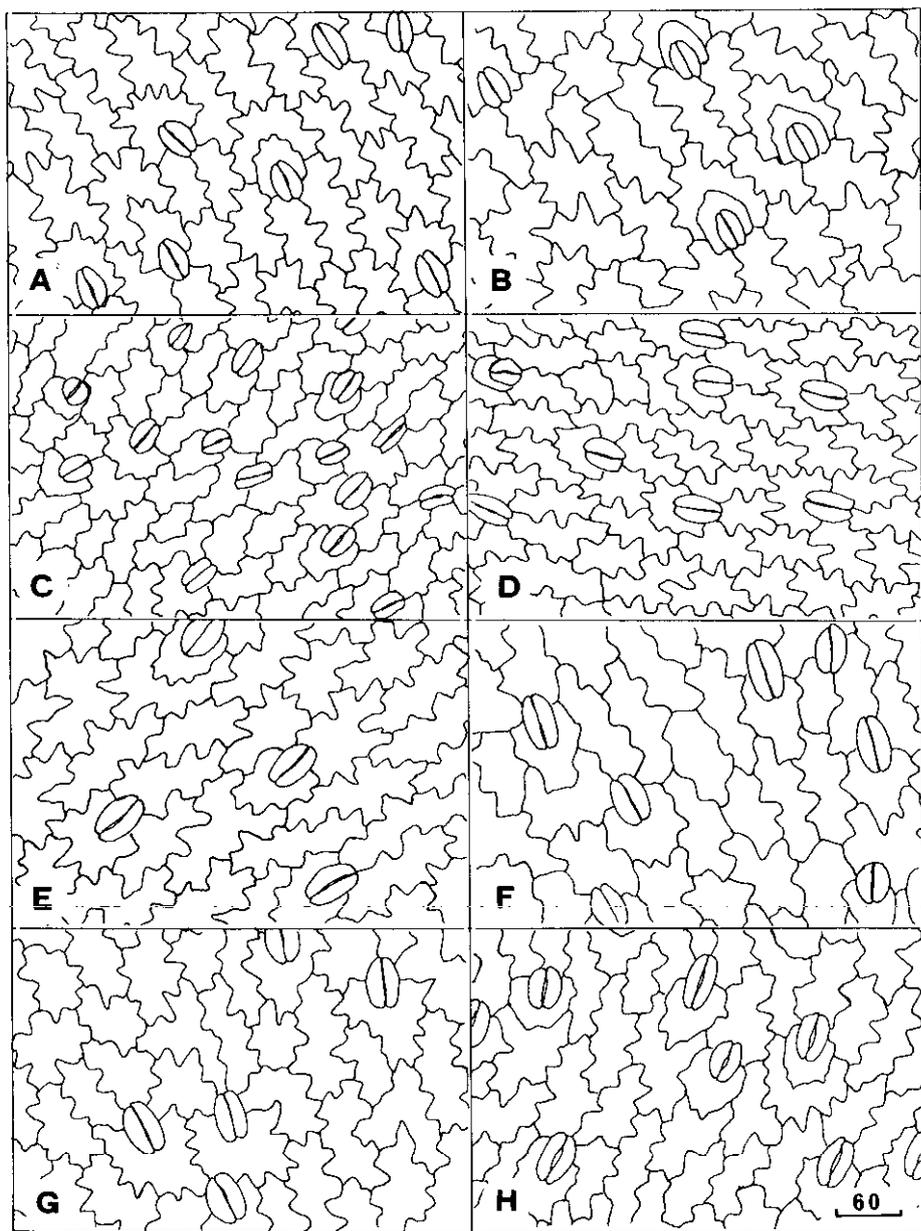


Fig. 4. Epidermis abaxial de las pinnas: A-B, subsp. *trichomanes*; C-D, subsp. *inexpectans*; E-F, subsp. *quadriavalens*; G-H, subsp. *pachyrachis*. La escala en micras.

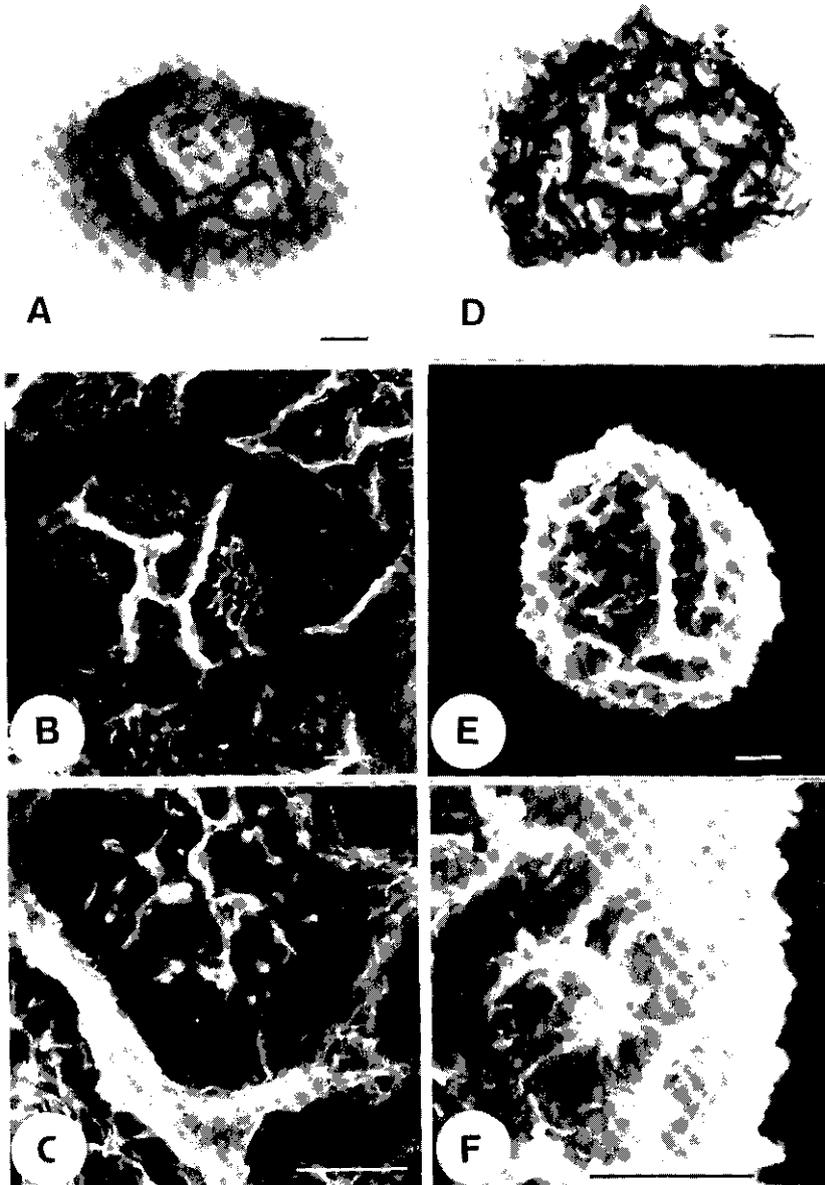


Fig. 5. Esporas: A-C, subsp. *trichomanes*; D-F, subsp. *inexpectans*. A y D, microfotografías ópticas en vista superficial; B y E, vista general de la espora; C y F, detalle de la superficie del perisporio. (B, E, C y F, microfotografías electrónicas de barrido). Escala: 5 micras.

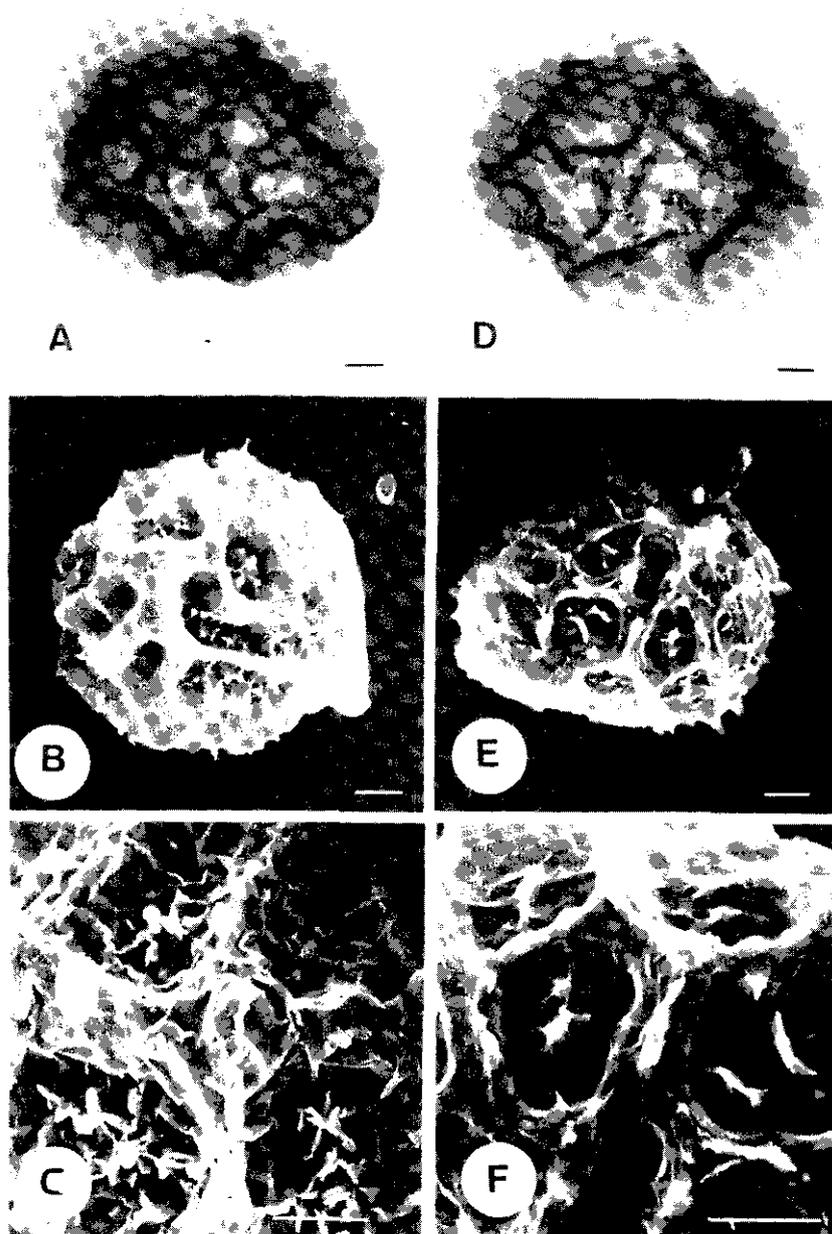


Fig. 6. Esporas: A-C, subsp. *quadrivalens*; D-F, subsp. *pachyrachis*. A y D microfotografías ópticas en vista superficial; B y E vista general de la espora; C y F, detalle de la superficie del perisporio. (B, E, C y F, microfotografías electrónicas de barrido). Escala: 5 micras.

yentes, al menos cuando se estudia material de herbario, si exceptuamos el caso de la subsp. *pachyrachis* que, en nuestra opinión, es la que parece mejor caracterizada, si bien algunas de las muestras estudiadas con morfología general coincidente con la típica presentaron caracteres desviantes tales como longitud de esporas menor (muestra n° 15) o porte no decumbente (muestra n° 14).

En lo que se refiere a los caracteres cuantitativos estudiados (Tabla 2), al efectuar las curvas teóricas de las diferentes subespecies para cada carácter (Figs. 7 y 8), se observa que la altura del perisporio no resulta un carácter útil en la discriminación de los taxones, por lo que en los análisis posteriores eliminamos esta variable.

Las curvas correspondientes a las otras tres variables nos permiten calcular en casos dudosos, la probabilidad de que una muestra dada perte-

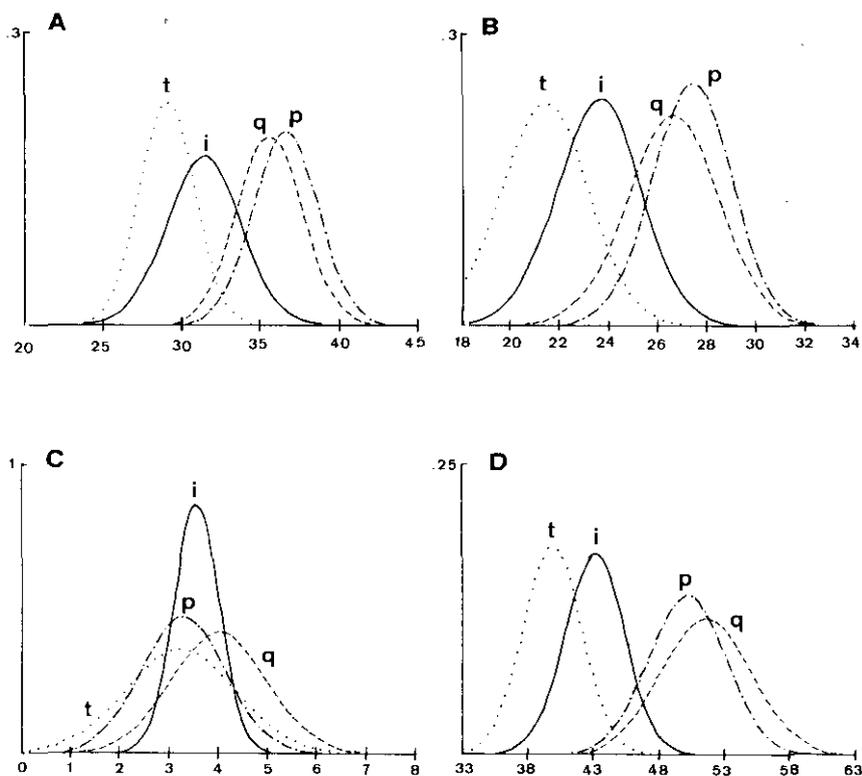


Fig. 7. Representación gráfica de las curvas teóricas de las cuatro subespecies, correspondientes a: A, longitud del exosporio; B, anchura del exosporio; C, altura del perisporio; D, longitud de las células oclusivas de los estomas. t, subsp. *trichomanes*; i, subsp. *inexpectans*; q, subsp. *quadrivalens*; p, subsp. *pachyrachis*.

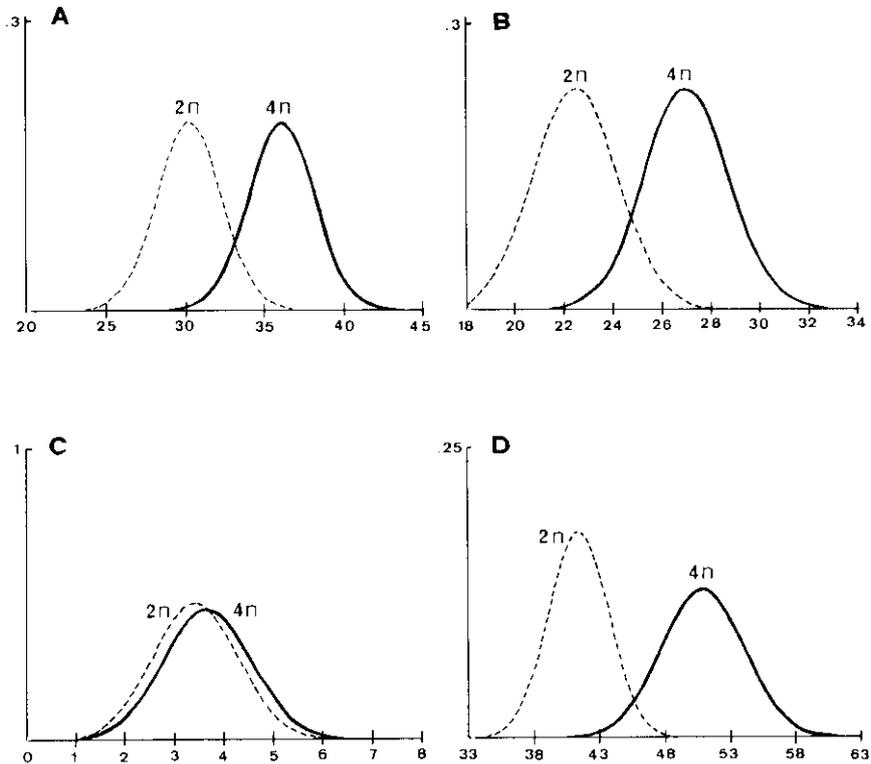


Fig. 8. Representación gráfica de las curvas teóricas de las cuatro subespecies, agrupadas en diploides y tetraploides, correspondientes a: A, longitud del exosporio; B, anchura del exosporio; C, altura del perisporio; D, longitud de las células oclusivas de los estomas.

nezca a cada una de las subespecies, pudiendo calcularse esta probabilidad para cada uno de los caracteres.

Con estos tres parámetros efectuamos el análisis por componentes principales a fin de ver cómo están relacionados. Como puede observarse en la figura 9-A, el 99,95 % de la varianza se explica con las dos primeras componentes; al representarlas, se constata que la longitud y anchura de la espora están estrechamente relacionadas, lo que significa que las dimensiones de la espora están definidas por cualquiera de esos dos parámetros.

Este mismo análisis se ha aplicado a las cuatro subespecies (Fig. 9-B) y el resultado coincide con el obtenido al representar gráficamente la longitud de los estomas frente a la anchura y longitud de las esporas (Fig. 10), si bien se observa que en el grupo de los tetraploides las diferencias entre los dos taxones no son tan claras como entre los diploides.

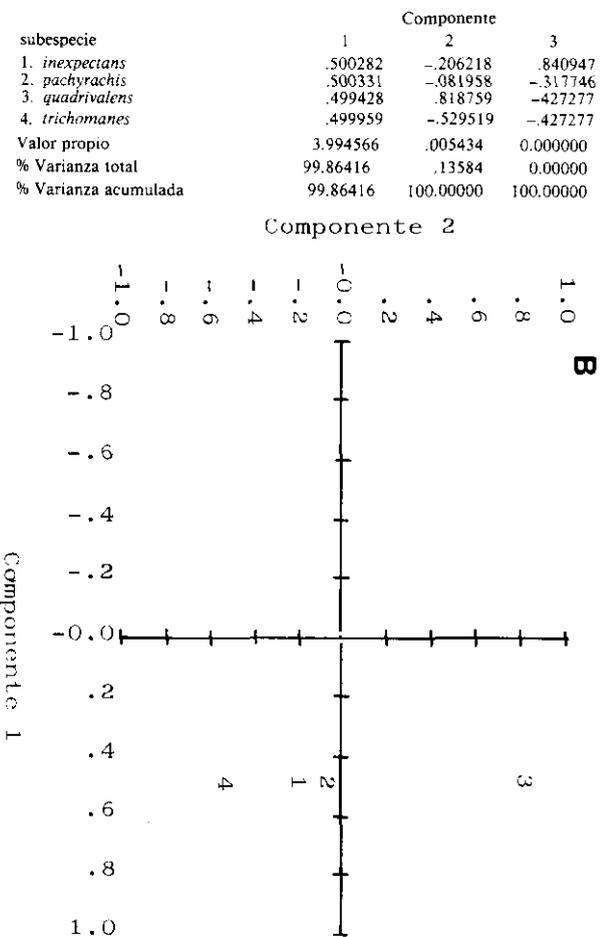
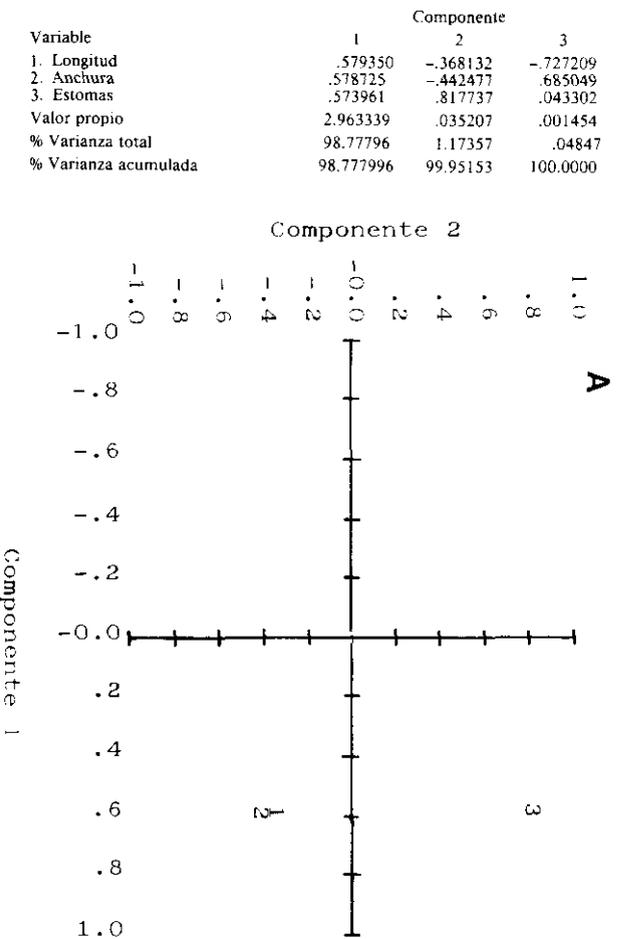


Fig. 9. Análisis por componentes principales de la correlación entre variables (A) y entre subespecies (B).

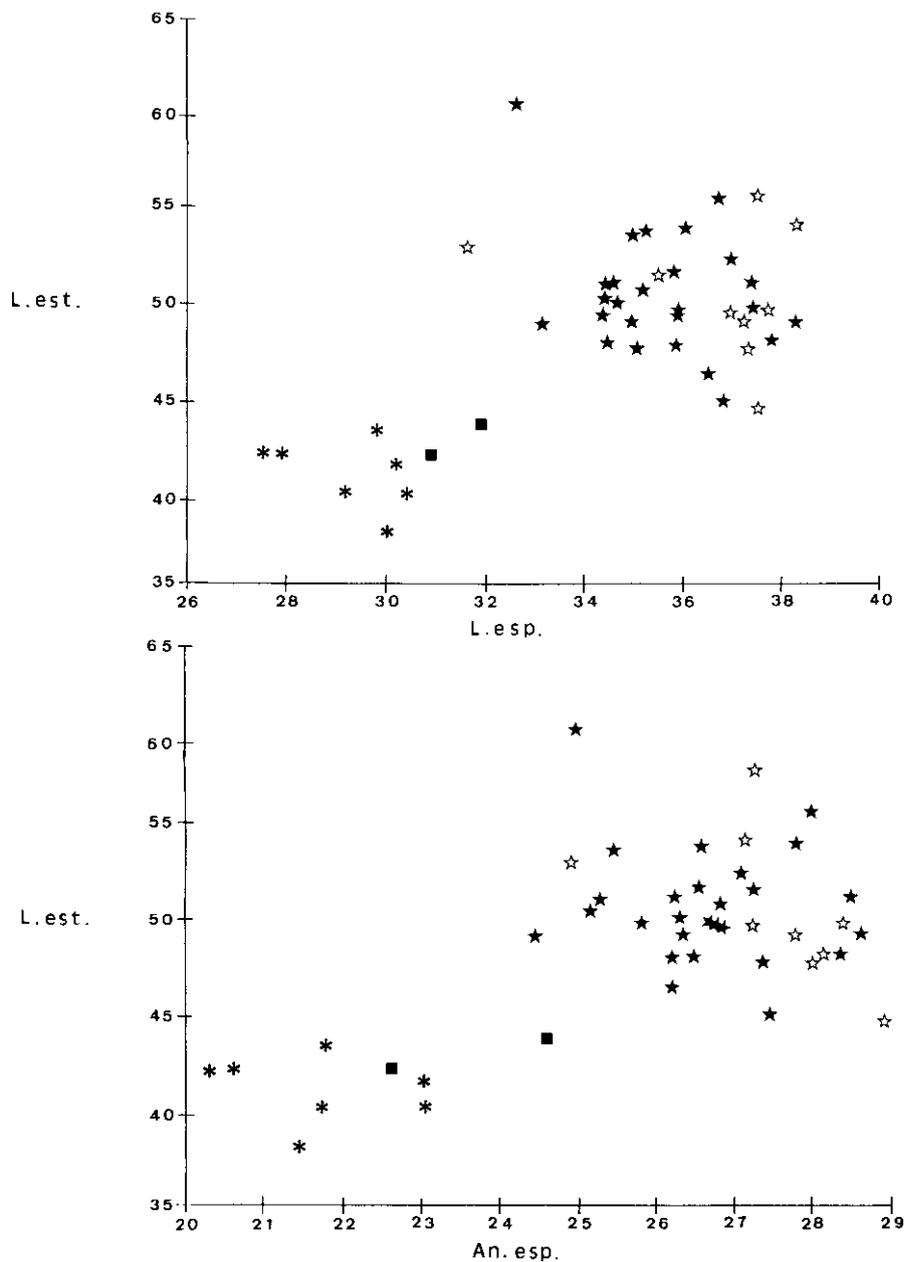


Fig. 10. Posición de individuos en el plano definido por longitud de los estomas y longitud de las esporas (A) y en el definido por longitud de los estomas y anchura de las esporas (B). ■ subsp. *inexpectans*; \* subsp. *trichomanes*; ★ subsp. *quadrivalens* y ☆ subsp. *pachyrachis*.

La representación de las curvas teóricas para cada carácter, considerando en conjunto los diploides por un lado y los tetraploides por otro (Fig. 8) pone en evidencia una separación bastante clara entre ambos grupos y permite establecer en el punto de corte un límite en el cual la probabilidad de pertenecer a una u otra curva es del 50 %. Combinando estos datos con los caracteres morfológicos que parecen ser más constantes se ha elaborado una clave que se incluye al final de la discusión.

Finalmente, queremos señalar que algunas muestras examinadas, no incluidas en este trabajo, presentaban un contenido esporangial abortivo, por lo que pudieran tratarse de híbridos. En concreto, muestras recolectadas en Aramayona (Alava) y Villavieja de Lozoya (Madrid), probablemente correspondan a *Asplenium x lusaticum* D. E. Meyer, teniendo en cuenta que son zonas en las que están presentes las subespecies *trichomanes* y *quadrivalens*; asimismo, el pliego MA 1007, de Lluc (Mallorca) podría tratarse del híbrido entre la subsp. *quadrivalens* y la subsp. *inexpectans*, recientemente detectado en las proximidades de esa localidad por Cubas y colaboradores (com. pers.).

## CLAVE

1. Frondes decumbentes; pinnas coriáceas, simétricas.....subsp. **pachyrachis**
1. Frondes erguidas; pinnas no coriáceas, marcadamente asimétricas ..... 2
2. Esporas mayores de 33  $\mu\text{m}$ ; las páleas de mayor longitud generalmente mayores de 3 mm, con banda central casi negra; estomas mayores de 45  $\mu\text{m}$ ..... subsp. **quadrivalens**
2. Esporas menores de 33  $\mu\text{m}$ ; las páleas de mayor longitud generalmente menores de 3 mm, con banda central marrón-rojiza; estomas menores de 45  $\mu\text{m}$ .....3
3. Perisporio con pliegues largos, escasos, delimitando aréolas amplias más o menos poligonales; pinnas que tienden a suborbiculares; silicícola.....subsp. **trichomanes**
3. Perisporio con pliegues cortos, numerosos, sin aréolas definidas; pinnas rectangulares; calcícola..... subsp. **inexpectans**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUHARMONT, J. 1968. Les formes chromosomiques d'*Asplenium trichomanes* L. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 38: 103-114.
- FERRARINI, E., F. CIAMPOLINI, R. E. G. PICHI SERMOLLI & D. MARCHETTI 1986. Iconographia palynologica Pteridophytorum Italiae. *Webbia* 40(1): 1-202.
- JERMY, A. C. & C. N. PAGE. 1980. Additional field characters separating the subspecies of *Asplenium trichomanes* in Britain. *Fern Gazette* 12(2): 112-113.
- LOVIS, D. L. 1955. The problem of *Asplenium trichomanes*. *Bot. Soc. Brit. Isles Conf. Rep.* 4: 99-103.
- LOVIS, D. L. 1964. The taxonomy of *Asplenium trichomanes* in Europe. *Brit. Fern Gaz.* 9(5): 147-160.
- LOVIS, D. L. & T. REICHSTEIN. 1985. *Asplenium trichomanes* subsp. *pachyrachis* (Aspleniaceae, Pteridophyta), and a note on the typication of *A. trichomanes*. *Willdenowia* 15: 187-201.
- MORAN, R. C. 1982. The *Asplenium trichomanes* complex in the United States and adjacent Canada. *Amer. Fern J.* 72(1): 5-11.
- NOGUEIRA, I. & J. ORMONDE. 1986. Género *Asplenium*, in CASTROVIEJO & al. (eds) *Flo-ra Ibérica*, 1: 90-104. CSIC, Madrid.
- NYHUS, G. C. 1987. Underartene av svartburkne (*Asplenium trichomanes*) i Norge. *Blyttia* 45(1): 12-24.
- PANGUA, E. & C. PRADA. 1988. Tipos esporales en Aspleniáceas ibéricas. *Actas Iª Jornadas de Taxonomía Vegetal, Sevilla*, (en prensa).
- TIGERSCHIÖLD, E. 1981. The *Asplenium trichomanes* complex in East Central Sweden. *Nord. J. Bot.* 1(1): 12-16.
- VAN COTTHEM, W. 1970. Comparative morphological study on the stomata in the Filicopsida. *Bull. Jard. Bot. Belg.* 40(2): 81-239.