

APLICACION DE LA TAXONOMIA NUMERICA EN PTERIDOLOGIA:  
ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD EN ASPLENIUM MARINUM L.

por TOMAS E. DIAZ y A. ENRIQUE SALVO

RESUMEN

Se ha estudiado la variabilidad inter e intrapoblacional de *Asplenium marinum* L. en varias localidades del continente europeo y Macaronesia, atendiendo a 33 caracteres (morfológicos, anatómicos palinológicos y ecológicos) analizados en 97 individuos. Para el proceso de los datos se aplicó la metodología de la taxonomía numérica, mediante el empleo de un programa especialmente diseñado para la obtención de las "distancias taxonómicas" entre los OTU's tratados. Los resultados han puesto en evidencia la delimitación de tres grupos de OTU's en *Asplenium marinum*. Con el fin de precisar el estatus taxonómico de cada grupo, se compararon con los restantes táxones europeos de *Asplenium* de frondes glabras y unipinnadas (*A. trichomanes* L. s.l., *A. viride* Hudson y *A. azoricum* Lovis, Rasbach & Reichstein). Una vez establecida en el dendrograma las distancias taxonómicas y las líneas de Fenon correspondientes al nivel de especie, subespecie y variedad se ha creído oportuno asignar a los tres grupos, delimitados en el seno de *A. marinum*, el rango varietal, por lo que se describen las entidades siguientes: *Asplenium marinum* L. var. *praealtum* nov. y *Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* nov. Atendiendo a diversos criterios se proponen dos nuevas combinaciones: *Asplenium marinum* L. var. *marinum* fma. *incisum* (Christ) st. nov. y *Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* Diaz & Salvo fma. *xerophyllum* (B. Merino) comb. nova.

RESUME

L'application des techniques de la taxonomie numérique dans l'étude de la variabilité d'*Asplenium marinum* L. a permis d'établir les suivantes nouveautés: *Asplenium marinum* L. var. *praealtum* nov. et *Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* nov. En tenant compte de plusieurs critères nous proposons deux nouvelles combinaisons: *Asplenium marinum* L. var. *marinum* fma. *incisum* (Christ) st. nov. y *Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* Diaz & Salvo fma. *xerophyllum* (B. Merino) comb. nova.

## INTRODUCCION

La importante acumulación de datos citotaxonómicos aportados recientemente en Pteridología, han concluido en un elevado número de táxones nuevos, que si bien carecen de discutibilidad por cuanto cumplen los requisitos genéticos, son escasos los caracteres macromorfológicos por los que pueden distinguirse de aquellos más próximos. Ante tales acontecimientos pretendemos abordar un aspecto necesario en el estudio profundo de la taxonomía pteridológica, la taxonomía numérica.

La metodología de esta técnica permite el delimitar de una manera objetiva una serie de unidades operativas (OTU's) que servirán de base para el establecimiento de los niveles taxonómicos a considerar. Inherentemente, el estudio de los OTU's, por tener que abordar el análisis detallado de "todos" los caracteres, sin desprecio y con igualdad de cada uno, nos ofrece la posibilidad de tratar además grupos de caracteres micromorfológicos, generalmente no utilizados por su dificultad de tratamiento. De todo ello se obtiene una descripción más detallada de los táxones, una mayor precisión a la hora de otorgar un rango y una clave de determinación de alta fiabilidad (G.F. ESTABROOK, 1967; A.J. GILMARTIN, 1967; F.G. HAWKS-WORTH & al. 1968; A.V. HALL, 1969). Frente a estos presumibles beneficios que tal técnica puede reportar, contrasta el hecho de que hasta el momento presente sean escasos aquellos trabajos pteridológicos en donde se hace uso de tales técnicas.

Ante lo expuesto y basándonos en las experiencias ya realizadas por uno de los autores (T.E. DIAZ & J.A. FDEZ. PRIETO, 1980), pretendemos establecer un modelo de este método para su aplicación en pteridología.

La complejidad infragenérica de *Asplenium* ofrece un campo idóneo para el ensayo de esta metodología. Hemos creído conveniente el iniciarla con el grupo de asplenios europeos de fronde unipinnada y glabra (*Asplenium trichomanes* s.l., *A. viride* Hudson, *A. azoricum* Lovis Rasbach & Reichstein y *A. marinum* L.) puesto que en principio parece ser el menos conflictivo. Esto no va a permitir el establecer de manera objetiva los rangos taxonómicos infraespecíficos.

Una primera revisión del material europeo de *Asplenium marinum* nos ha llevado a concluir que la escasa variabilidad puesta de manifiesto en muchas de las floras de uso corriente, no es tal: diversos morfotipos pueden ser reconocidos sin mayores dificultades y nuestra experiencia sobre el terreno nos confirma este hecho. Por esta razón, concedemos una prioridad al análisis de la variabilidad inter e intrapoblacional de este taxon.

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE *ASPLENIUM MARINUM* L.

*Asplenium marinum*, especie descrita por Linneo en la página 1081 de la edición segunda de su "*Species Plantarum*", casi siempre ha sido considerada como un taxon sin mayores problemas sistemáticos. Hasta el momento las únicas unidades infraespecíficas consideradas en el seno de esta especie, son las siguientes: en B. MERINO (1909:464-465) aparecen descritas una nueva forma - *xerophila*, del propio autor - , así como dos nuevas variedades - *angustifrons* debida al mismo MERINO, e *incisum* de M.H. CHRIST (in B. MERINO, op. cit.:463-464), quien adé-

más en su artículo "Les fougères de la Galicie Espagnole" (in B. MERINO, *op. cit.*:491-498), hace algunos comentarios a la variabilidad de este taxon -. Por otra parte en G. BONNIER (1934: 97) hay constancia de una variedad *minor* descrita por LINK, a la cual aludiremos posteriormente.

#### MATERIAL ESTUDIADO

Se han analizado 97 ejemplares, plenamente desarrollados, procedentes de las localidades y herbarios siguientes:

- 1 al 11: Balmori:Llanes,Asturias (UP51),15-VIII-1968,T.E. Diaz, (MGC 7174).  
 12 al 25:Playa de Luarca,Asturias(PJ92),14-VIII-1975,T.E. Diaz (MGC 7173).  
 26 al 28: Cabo de Peñas:Gozón,Asturias(TP73),5-VII-1973,F. Navarro et T.E. Diaz,(MGC 7175).  
 29: Gijón,Asturias (TP82),8-IX-1977,F.Navarro et T.E. Diaz, (MGC 7181).  
 30: Bayona:Vigo,Pontevedra (NG16),5-IV-1970,A. Hernandez,(MGC 1736).  
 31 y 32:Sta. Cruz de Graciosa:Ilha Graciosa,Azores,23-VII-1968, I. Botelho Gonçalves,(MGC 35).  
 33 al 38: Playa de Otur:Luarca,Asturias,(PJ92),7-IV-74,T.E. Diaz,(MGC 7177).  
 39 al 43: Playa de Otur:Luarca Asturias,(PJ92),7-IV-1974,T.E. Diaz,(MGC 7179,7180).  
 44 y 45: Entre Otur y Barayo:Luarca,Asturias (PJ92),5-V-1975 T.E. Diaz (MGC 7178).  
 46:Aveiro,Portugal (NE38),5-VI-1972,Rivas-Goday (MAF 82603).  
 47:Tarifa,Cádiz (TE69),IV-1901,Lázaro,(MAF 44126).  
 48:Tarifa,Cádiz (TE69),IV,Rivas Mateo,(MAF 44127).  
 49:Arbo marítimo Lamoruse:Cornwell,Inglaterra,VIII-1878,Fraser Herb. K. Touton (MAF 44130).  
 50:Tarifa,Cádiz (TE69),IV-1901,Lázaro,(MAF 44128).  
 51:Forte da Areosa:Viana do Castelo,Minho,Portugal,(NG11),11-IX-1945,M. da Silva,(MAF 44119).  
 52: Cadaqués,Gerona (EG29),VIII-1874,Rivas Mateos,(MAF 44124).  
 53: La Franca,Asturias (UP70),VII-1881,Lázaro,(MAF 44122).  
 54: Ubiarco:Santander (VP10),s.f.,Moreno,(MAF 44125).  
 55: Santander (UP31),s.f.,s.a.(MAF 44123).  
 56: Santander (UP31),VIII-,J. Más y Guindal,(MAF 62915).  
 57:Vigo:Pontevedra (NG27),IX-1892,J. Más y Guindal (MAF 62773)  
 58: Isla de Arosa:Pontevedra (NH11),VIII,Rivas Mateo,(MAF 44121).  
 59:Isla de Arosa:Pontevedra (NH11) VIII,Rivas Mateo,(MAF 44121 A).  
 60:Bilbao:Vizcaya (WP00),8-IX-1882,Gonzalez Fragoso,(MAF 44120).  
 61:Bayona:Vigo,Pontevedra (NG16),IV-1945,F. Bellot,(MAF 72528).  
 62:Bayona:Vigo,Pontevedra (NG16), s.f.,Lázaro,(MAF 44129).  
 63:Cabo Silleiros:pr. Bayona,Pontevedra (NG06),18-IX-1978,J.Fernandez Casas.(MAF 105295).  
 64:Punta de la Inagua-Lariño:Muros,La Coruña (MH93) 31-VIII-1972,E. Valdés,(MAF 83098)  
 65:El Grove:Pontevedra (NH10),29-VII-1972,E.Valdés,(MAF 83156).  
 66:Playa de las Areas:Pontevedra(NG29),16-VIII-1968,E.Valdés.(MAF 75868).  
 67:Punta Candelaria:Cedeira,La Coruña (NJ74),19-VII-1975,S.Rivas Goday et E. Valdés,(MAF 93005).  
 68:Cabo Villano:Camariñas,La Coruña (MH87),17-V-1975,J.M.Losa Quintana et al.,(MAF 97509).

- 69:Lisdoornvarna:Co. Clare,Irlanda,23-VI-1975,H. *Stieperaere*, (MAF 97508).  
 70 y 71:Playa de Mar de Fora:Finisterre,La Coruña (MH74),26-V-1975,J.M. *Losa Quintana*, (MAF 100395 y 101629).  
 72:Xagó:Gazón,Asturias (PP63),5-VIII-1975,T.E.*Díaz*, (MGC 7176).  
 73:Otur:Luarca,Asturias (PG92),12-VIII-1977,A.*Asensi et B.Diez*. (MGC 4233).  
 74 al 76:Rianjo:La Coruña (NH12),IX-1913,*Casares-Gil*, (MA 938, 939 y 940).  
 77:Faro de Finisterre:La Coruña (MH74),6-I-1976,E.*Valdés et S.Castroviejo*, (MA 201127).  
 78:Rianjo:La Coruña (NH12),IX-1914,*Casares-Gil*, (MA 937).  
 79:Galicia.s.f.,B. *Merino*, (MA 949).  
 80:Bayona:Pontevedra (NG16),IX-1892,*Lázaro*, (MA 158978).  
 81:Villa de Valverde:Isla de Hierro,Canarias,27-5-1855,E.*Bourgeau*, (MA 163836).  
 82:Valverde:Isla de Hierro,Canarias,20-VIII-1905,*Sobrado* (MA 951).  
 83:Leça:Boa-Nova,Portugal (NF25),VI-1915,A. *De Castro*, (MA 950).  
 84:Bastia:Córcega,11-IV-1919,*Ayllés*, (MA 195031).  
 85:Cadaqués:Gerona (EG29),10-IV-1872,F. *Trémols*, (MA 158979).  
 86:Cadaqués:Gerona (EG29),VII-1904,*Casares-Gil*, (MA 948).  
 87:Cadaqués:Gerona (EG29),10-IV-1872,F. *Trémols*, (MA 947).  
 88:Cadaqués:Gerona (EG29),VIII-1893,S. *Bayreda*, (MA 946).  
 89:Cadaqués:Gerona (EG29),IX-1923,*Zariguien*, (MA945).  
 90:Isla de Izara:Guernica,Vizcaya (WP20),21-VIII-1946,E.*Guinea*, (MA 164855).  
 91:San Sebastian:Guipúzcoa (WN89),VII,M. *Laur*, (MA942).  
 92:Cabo Mayor:Santander (WP31),VIII-1909,C. *Pau*, (MA 944).  
 93:Santa Maria del Mar:Santander (WP21),VIII-1909,L.*Bertrán in Herb C. Pau*, (MA 943).  
 94:La Coruña (NJ40),X-1905,*Bescansa*, (MA 150146).  
 95:La Coruña (NJ40),s.f.,*Lázaro*, (MA 213061).  
 96:El Ferrol:La Coruña (NJ61),VIII,P.*Dueñas*, (MA 941).  
 97:Porto:Matisinhos,Boa Nova.Portugal,(NF25),9-VIII-1936,A. *Rozeira*, (MA 186376).

ANALISIS DE LOS CARACTERES FENOTIPICOS DE *ASPLENIUM MARINUM* L.

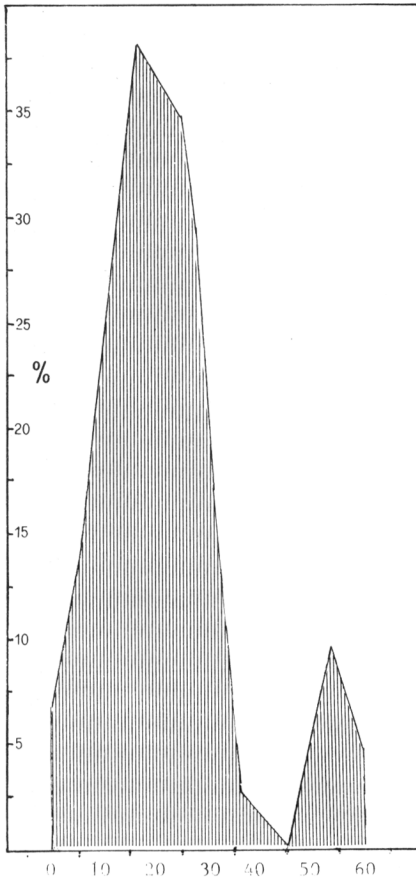
A continuación pasamos a detallar y comentar cada uno de los caracteres fenotípicos de *A. marinum* estudiados por nosotros.

1.-LONGITUD Y ANCHURA DE LA FRONDE. Según los diversos autores consultados (M.WILLKOMM & J. LANGE 1870:6;C. REY-PAILHADE,1893:29;B.MERINO, *op. cit.*:464;A. FIORI,1923-25:28-29;H. COSTE,1937:694;R.MAIRE,1952:49;P. QUEZEL & S. SANTA,1962:25;J.A.CRABBE,A.C. JERMY & J.D. LOVIS,1964:15;J.CARVALHO & VASCONCELLOS,1968:77;AMARAL FRANCO,1971:23;M. GUINOCHET & R.VILMORIN, 1973:111; S. PIGNATTI,1977:19) la longitud que se asigna a la fronde, oscila entre los 6 y 40 cm. Las dimensiones del material por nosotros estudiado (Fig.1) varía entre (3'5-)-6'7-33'8(-58'5) cm, estando la media situada en los 20'5 cm. Por otra parte, en dicha gráfica se pueden diferenciar dos modas: la primera, entre las cotas 10 y 19'9 cm, agrupa casi un 40% de la muestra estudiada, y la segunda que se establece por encima de los 50 cm, engloba al 10% de la muestra estudiada. En conclusión, teniendo en cuenta el rango de variación admitido tradicionalmente para esta especie, un 20% de la muestra estudiada sobrepasa los límites señalados.

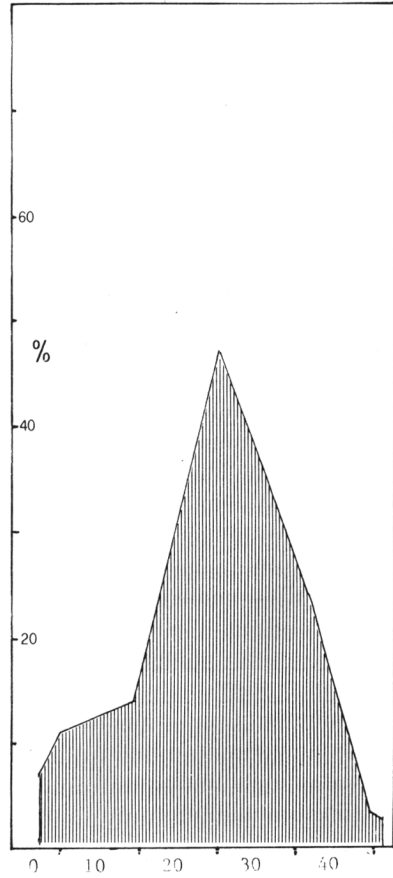


Los valores otorgados para la anchura máxima por C. REY-PAILHADE (*op. cit.*) y R. MAIRE (*op. cit.*) oscilan entre los 2-5 cm, según el primer autor y entre los 3-7 cm el segundo. Por lo que respecta a los restantes autores no cuantifican este valor. En los ejemplares estudiados por nosotros los límites varían entre (0'7-)'1'71-5'34(-9) cm, situándose la media en los 3'54 cm. Alrededor del 20% del material estudiado no se ajusta a los límites establecidos por dichos autores.

2.- Número de pinnas. Según C. REY-PAILHADE (*op. cit.*) y R. MAIRE (*op. cit.*) el número de pinnas por fronde suele oscilar entre 12-40. Nuestras estimaciones nos han permitido establecer los siguientes rangos: (5-)17-33(-41), situándose la media en 25.



LONGITUD DE LA FRONDE (cm)  
Fig. 1.- Curva de frecuencia de la longitud de las frondes de *Asplenium marinum*, en intervalos de 10 cm.



Nº DE PINNAS POR FRONDE  
Fig. 2.- Curva de frecuencia del número de pinnas por fronde de *Asplenium marinum*, en intervalos de 10.

Alrededor del 45% de la muestra presenta de 20-29 pinnas por fronde (Fig.2), mientras que cerca del 20% supera ampliamente los límites conferidos por dichos autores.

3.-LONGITUD Y DIAMETRO DEL PECIOLLO.Las medidas asignadas a la longitud del peciolo por diversos autores (J.A. CRABBE,A.C. JERMY & J.D. LOVIS,*op. cit.*;J. CARVALHO E VASCONCELLOS,*op. cit.*;J.AMARAL FRANCO,*op. cit.*) oscilan entre los 3 y 13 cm. Por nuestra parte un 22'5% de la muestra estudiada sobrepasan ambos límites. En los ejemplares analizados las medidas obtenidas para este carácter varían entre los intervalos: (0'9-)2-11'5(-21)estableciéndose la media en los 6'75 cm. En cuanto al diámetro peciolar los individuos estudiados presentaban en su parte media unos valores que oscilan desde los (0'4-)0'9-2'1(-4) mm,estando la media situada en 1'5 mm. Es necesario señalar la ausencia de datos sobre este carácter en la bibliografía consultada.

4.-COLOR DEL RAQUIS.La tonalidad del raquis según algunos autores antes mencionados,oscila entre el negruzco y castaño,connotando algunos de ellos que se torna verde hacia el ápice. Según nuestras observaciones el 80% de la muestra presentan el raquis de tonalidad castaño-rojizo,excepto en el ápice donde eran verdes.El 17% lo presentaban totalmente verde,mientras que el 3% restante eran de tonalidad negro castaño,si bien,como en los casos anteriores, era verde el ápice.

5.-TEXTURA DE LA FRONDE.La mayoría de los autores consultados coinciden en que la textura de la lámina en *Asplenium marinum* coriácea,lo cual es cierto siempre que se utilice como carácter comparativo con otra especies del género. La mayor parte del material estudiado puede,muy bien,definirse así.Sin embargo,hemos de hacer constar la existencia de otro dos tipos de textura: por una parte los ejemplares 52,59,85,86,87,88 y 89 son de textura tenue,carácter que en muchos casos parece estar combinado con el tipo de margen inciso;otro tipo es aquel de los ejemplares 31 y 32 quienes presentan una consistencia muy rígida.

6.-MORFOLOGIA DE LAS PINNAS.El rango de variación establecido en la bibliografía para la longitud de las pinnas varía entre 1 y 4 cm . Según nuestros datos la amplitud de oscilación se sitúa entre (0'5-)0'9-3'1(-6'1) cm,siendo la media 2 cm. La gráfica de la figura 3 manifiesta dos modas:la primera situada entre los 1 y 1'9 cm,correspondiente a más del 50% de los individuos estudiados,

TABLA 1

Tipo de pinna	Rel. L/A	%	Fig.correspon.
Lanceolada	3/1	13	A,B y D
Angular ovada( <i>trullatus</i> )	2/1	25	C,M,N y O
Angular ovada( <i>trullatus</i> )	3/2	38	L,E,F,G,H,I,J,K
Anchamente angular ovada	6/5	16	R
Anchamente comprimido trullado	5/6	8	P y Q

y una segunda entre los 4 y 4'9 cm,que agrupa a más del 5% de la muestra.Un 15% excede los valores otorgados anteriormente.

De la bibliografía consultada,se desprende que las cotas entre las que se distribuye la anchura de las pinnas,se establece entre los 0'5-1'5 cm. Los límites obtenidos por nosotros son coincidentes con estos extraídos bibliográficamente.Las medidas rea-

lizadas sobre la diagonal menor de la pinna confieren los siguientes valores máximos y mínimos a este carácter: (0'35-)0'75-1'25 (-1'5). En la figura 4 se relaciona la longitud y la anchura de la pinna mayor de los 71 primeros ejemplares del material estudiado, así como los rangos extremos establecidos por los distintos autores. Se destaca la formación de tres nubes de punto (a, b y c): el subconjunto b, que incluye el mayor número de individuos, es justamente aquel delimitado por los intervalos extraídos bibliográficamente, mientras que los otros dos restantes (a y c) quedan excluidos de ellos. De estos dos grupos, aquel que engloba a las pinnas de menor tamaño (a) mantiene constante la relación L/A, mien-

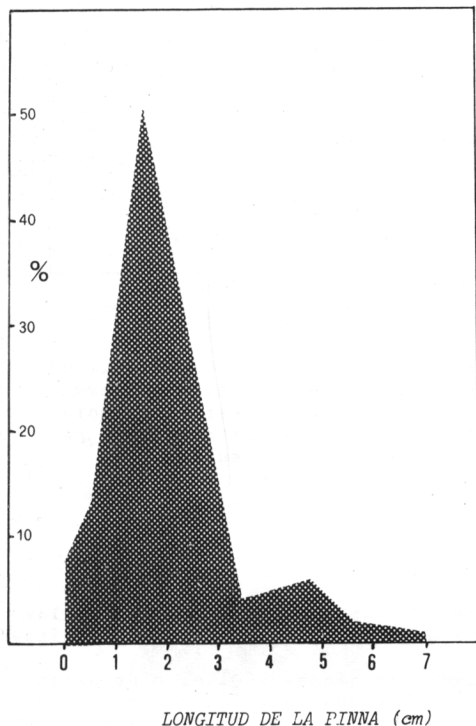


Fig. 3.- Curva de frecuencias de la longitud de las pinnas de *Asplenium marinum*, en intervalos de 1 cm.

tras que la agrupación de pinnas de mayor longitud (c) no manifiesta un aumento progresivo de su anchura, sino que esta se mantiene sobre el valor medio de dicho carácter. Aunque íntimamente ligado a la relación L/A hemos creído necesario abordar el estudio de los distintos tipos de contorno, los cuales aparecen representados en la figura 5. En la tabla 1 se especifican los distintos tipos morfológicos según la terminología de A. E. RADFORD & al. (1974), seguida de la relación L/A, del porcentaje de representación y su correspondencia con la ilustración antes señalada.

Es necesario subrayar que los autores consultados utilizan generalmente en su descripción el término trapeciforme para describir el contorno de las pinnas de esta especie. Nos parece apropiado utilizar además aquellos de A. E. RADFORD, por cuanto este adjetivo alude exclusivamente a la asimetría debida a la presencia de una aurícula en la base de la porción acroscópica. De ahí

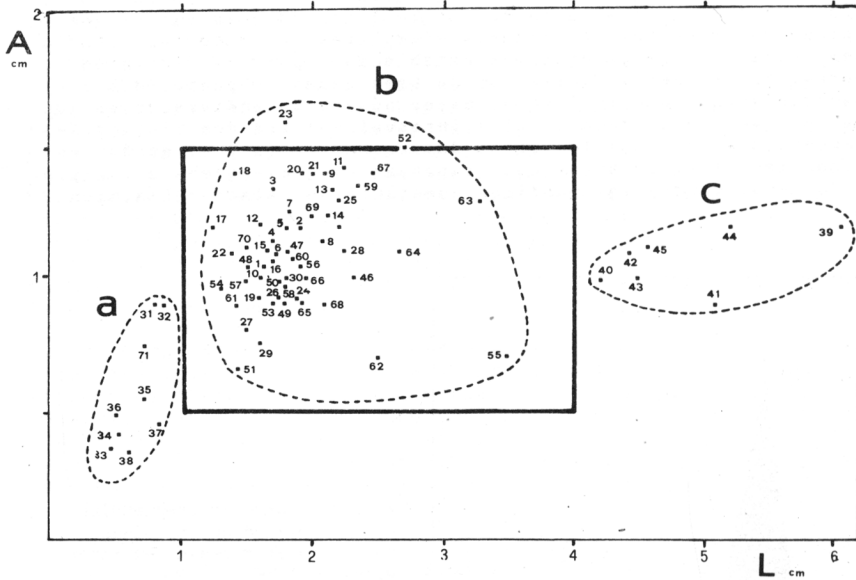


Fig. 4.- Diagrama de la variación combinada entre la longitud (L) y la anchura (A) de la pinna mayor de *Asplenium marinum*. Las cifras corresponden a la numeración del material estudiado. El rectángulo interno delimita las cotas establecidas para estos dos caracteres en la bibliografía consultada.

que los tipos de pinnas estrechamente lanceoladas (Fig. 5 A) y las anchamente obtrulladas (Fig. 5 R) aquí descritas, sean casi inéditas en la bibliografía.

R. MAIRE (*op. cit.*) considera las pinnas sésiles o decurrentes, carácter este último observado en todos nuestros ejemplares, si bien del primero no puede afirmarse lo mismo puesto que, generalmente, aparece un corto peciolo.

margen de los foliolos es indiferentemente tratado en la bibliografía ya que es considerado como crenulado, crenado, dentado o serrado. Siguiendo los criterios de A. E. RADFORD (*op. cit.*) hemos agrupado las pinnas de nuestros ejemplares en cuatro grupos:

TIPO DE MARGEN	% EN LA MUESTRA	EJEMPLO
Crenado	11	Fig. 5Q
Serrado	14	Fig. 5D
Dentado	65	Fig. 5I
Inciso	10	Fig. 5F

Hemos de concluir que el tipo predominante de margen que debe ser considerado para esta especie es el dentado. Los tres tipos restantes, que agrupan un 35 % en total, se encuentran entre sí, aproximadamente, en igual proporción.

C. REY-PAILHADE (*op. cit.*) alude a la nerviatura de las pinnas, señalando que los nervios se encuentran varias veces ramificados sin alcanzar el margen. Hemos creído conveniente cuantificar este carácter observando el número máximo de veces que se produce dicotomización a nivel de la aurícula. Así, los datos obtenidos por nosotros han sido que en el 52% de la muestra el número de bifurcaciones continuas es de cuatro, el 44% presentaba tres y el restante 4% únicamente dos.

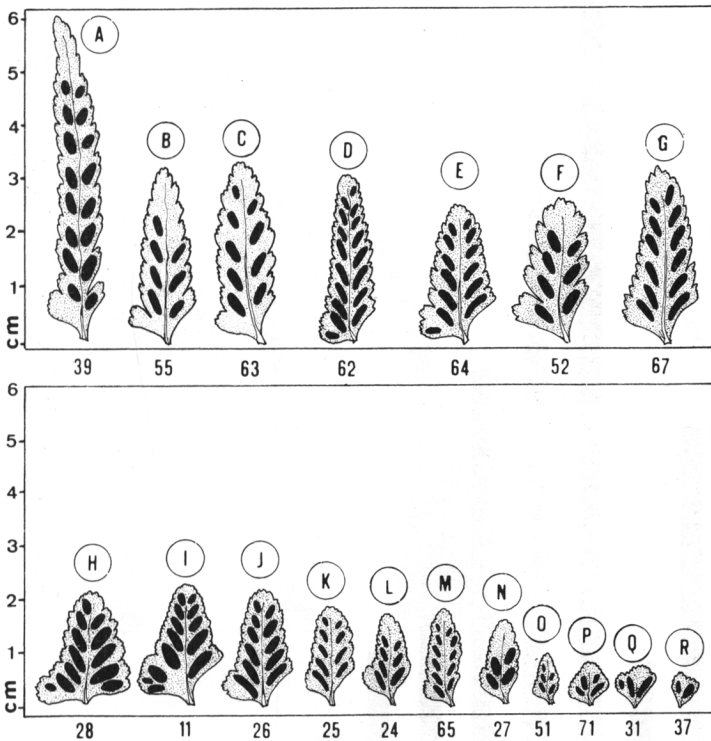


Fig. 5.- Tipos de pinnas de *Asplenium marinum* dispuestas según su longitud y forma. Las cifras situadas debajo de cada pinna hacen referencia al número de orden del material estudiado.

En la figura 6 se representa la distribución en % del número de soros por pinna, carácter inédito en la mayor parte de la bibliografía consultada. Como puede comprobarse en la figura 5, salvo en los casos extremos, no existe proporcionalidad entre la superficie de la pinna y el número de soros que en ella existe. Este valor oscila entre (2-)6-12(-18), con una media de 9 soros por pinna, estableciéndose dos modas, una a nivel de 3-4 que engloba un 13% de

la muestra y otra de 7-8 que recoge más del 30%.

7.- CATAFILOS. El estudio de los catáfilos se ha efectuado sobre aquellos localizados en el ápice del rizoma. Su longitud oscila entre (2'4-) 4'2-11-2 (-17) mm, estimándose la media en 7'7. La anchura, en la base del catáfilo, oscila entre (0'15-)0'53-1'05(-1'9) mm,

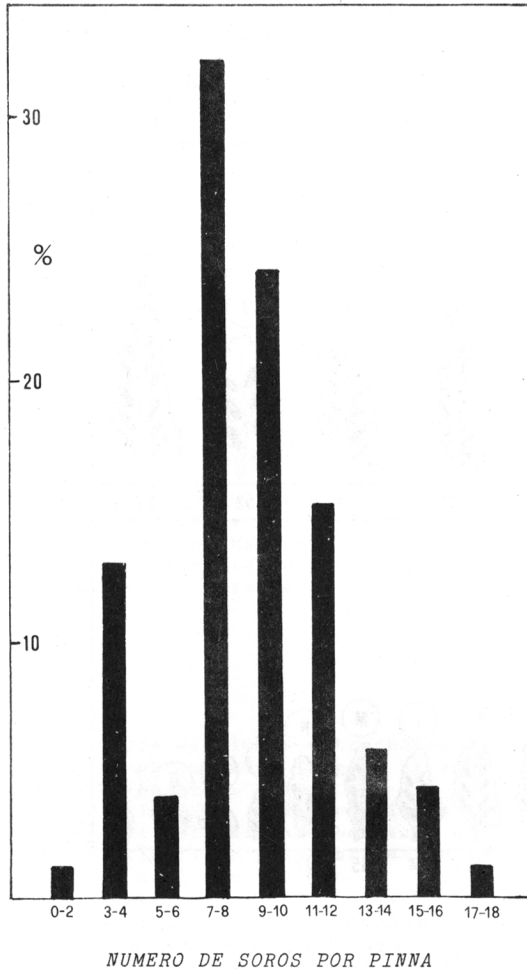


Fig. 6.-Histograma de frecuencias del número de soros por pinna en *A. marimum* por intervalos de dos.

siendo la media de 0'8. Según estos datos la forma más frecuente de catáfilos es la lineal-lanceolada con el ápice filiforme (Fig. 7G y 7H) existiendo algunas otras frecuentes que destacan por presentar un índice más bajo en la relación L/A (Fig. 7A, 7B y 7C).

Se ha tenido en cuenta el grosor de las paredes celulares de dichos catáfilos, siendo sus cotas (12'6-) 12'8-24'2 (-42) mm, estando situada su media en 18'5. Es evidente que existe una relación entre el grosor de las paredes y el color de los catáfilos. Así, en

la figura 7D, 7G y 7H de paredes celulares estrechas su tonalidad es castaño grisácea; por otra parte, en los casos figura 7A, 7C y 7E esta es castaño-rojiza y en aquel otro, figura 7B, de paredes gruesas, es de tonalidad castaño-negruzca. Todos estos casos corresponden a catáfilos concoloros y solamente en los pertenecientes a ejemplar 69 aparecían discoloros, debido a que las células basales carecían casi de lumen celular (adquiriendo tonalidad negra) mientras que las restantes si bien poseían paredes gruesas el lumen era suficientemente amplio para que la tonalidad fuera castaño rojiza. En ningún caso hemos apreciado nerviadura en la base de los catáfilos como indica R. MAIRE (*op. cit.*).

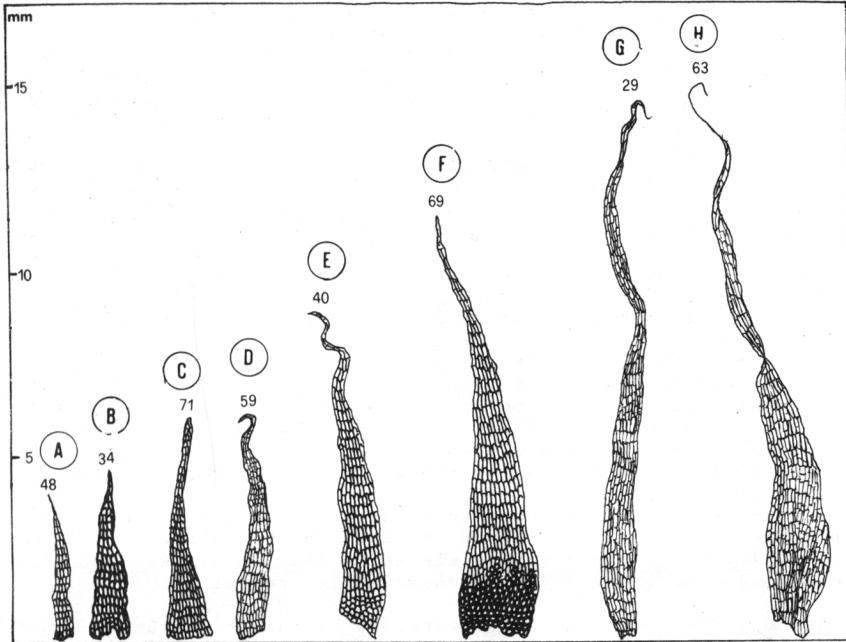


Fig. 7.- Tipos de catáfilos del extremo apical del rizoma de *A. marinum*. Las cifras corresponden al número de orden del material estudiado.

8.- ANATOMIA DEL PECIOLO. En el estudio sobre la secciones transversales del peciolo en su parte media se ha tenido en cuenta:

- A. La forma de la sección del peciolo.
- B. El número de capas celulares subepidérmicas con paredes engrosadas, su pigmentación y la posición de la zona de máxima anchura de estas capas.
- C. El grosor de las paredes celulares epidérmicas y subepidérmicas
- D. La relación entre el diámetro máximo de la sección excluyendo las capas epidérmicas y subepidérmicas y el diámetro máximo del haz vascular.
- E. La morfología de la estela y pigmentación del periciclo.

A.- Se han establecido cuatro tipos morfológicos de la sección del peciolo con algunos intermedios, los cuales quedan representados en la figura 8. El primer tipo (Fig. 8A y 8B) corresponde a las secciones de menor diámetro isodiamétricas y donde las expansiones laterales son bastante patentes respecto a la superficie total. Un 12'5% de la muestra presentaba esta morfología. Un segundo tipo (Fig. 8C, 8G y 8H) sería aquel de diámetro mayor al anterior, anisodiamétrica y con las expansiones laterales manifiestas, representando el 59% de la muestra. Por otra parte el tercer tipo (Fig. 8E y 8J) presentado por el 15'5% se distingue por ser anisodiamétrico y con las expansiones laterales poco manifiestas, confundiendo con algunas estrias, más o menos marcadas, que aparecen en el lado inferior. Intermedio entre los dos tipos anteriores es el reflejado en la figura 8F, correspondiente al 3% muestreado y que se caracteriza por una marcada expansión mediana que sobrepasa las dos laterales. En un 5% de la muestra aparecen secciones, referibles a la figura 8I en la cual no se aprecia expansiones laterales, aunque si se manifiesta una cierta ondulación de su contorno, siendo profundamente sinuoso en el cuarto tipo que consideramos (Fig. 8D).

Diversos autores ya señalan la decurrencia de las pinnas sobre el raquis y parte del peciolo, la cual se manifiesta en la presencia de dos alas verdes en la mitad superior. Estas alas se refieren a las expansiones que aparecen en la figura 8A, 8B y 8C, que corresponden casi siempre a ejemplares con peciolo corto, donde dicha decurrencia alcanzan la región media de este órgano. Por el contrario en aquellos ejemplares de peciolos largos (Fig. 8I y 8J) las alas no se aprecian puesto que la decurrencia de las pinnas no alcanza esta zona.

R. MAIRE (*op. cit.*) señala que el peciolo es canaliculado provisto a menudo de dos alas muy estrachas y verdes. Este acerto es parcialmente válido como vimos anteriormente (Fig. 8A, 8B y 8C), sin embargo en otros casos (Fig. 8E y 8H) el peciolo se muestra netamente canaliculado en su parte superior, canal que no es debido a la decurrencia de las pinnas inferiores puesto que estas no llegan a tal nivel.

Este carácter de la morfología de la sección del eje foliar ha sido utilizado por J.D. LOVIS, H. RASBACH, K. RASBACH & T. REICHSTEIN (1977:86) como uno de los elementos discriminantes en la diferenciación del grupo de *A. trichomanes* macaronésicos.

B.- Hemos podido observar una diversidad en cuanto al número de capas de células subepidérmicas en los distintos ejemplares, habiéndolos distribuidos de la siguiente forma: Un primer grupo, que engloba el 20% de la muestra, posee un número de capas inferior a 4, encontrándose pigmentada de verde la más externa (Fig. 8A). El segundo, que agrupa el 55%, presenta de 4 a 6 capas subepidérmicas, de las cuales las 2 ó 3 más próximas a la epidermis tienen una pigmentación castaño clara. La última agrupación, que recoge el 25% restante, posee un número de capas superior a 6, estando todas ellas pigmentadas de castaño oscuro (Fig. 8J), si bien en algunos casos se observa una disminución de la intensidad pigmentaria hacia el haz vascular (Fig. 8I).

Hemos de señalar que en los dos últimos grupos la pigmentación no se da por igual en toda la periferia de la sección, sino que se diferencian tres grupos: En algunas secciones (Fig. 8C) se puede observar que la única zona pigmentada de color castaño es la situada en la porción interalar superior, mientras que el resto permanece verde. En otros casos (Fig. 8B) las expansiones laterales poseen una tonalidad verde mientras que el resto de la periferia presenta una tonalidad castaño rojizo. Sin embargo lo más frecuen-



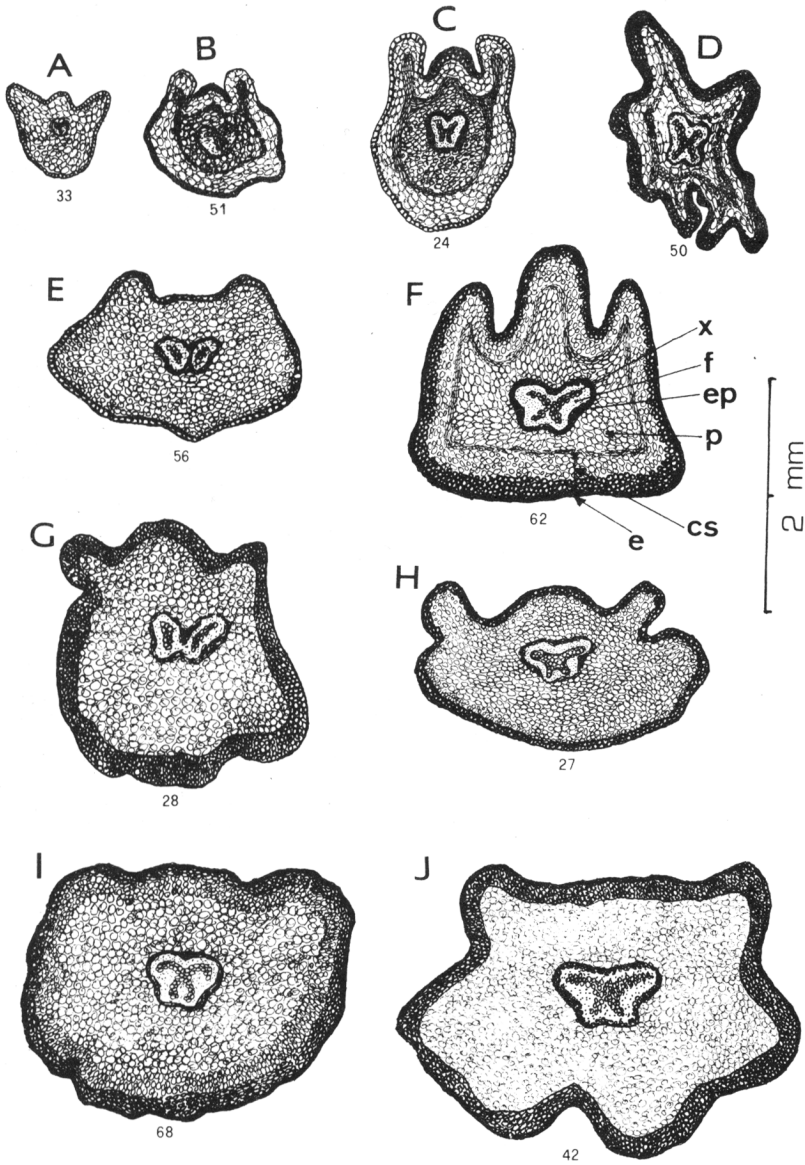


Fig. 8.- Anatomía del peciolo de *A. marinum*. Secciones transversales efectuadas en la región media. cs: capas subepidérmicas de paredes engrosadas; e: epidermis; ep: periciclo y endodermis; f: floema; p: parénquima; x: xilema. Las cifras corresponden al número de orden del material estudiado.

te es que la totalidad del anillo subepidérmico presente una constancia de pigmentación castaña.

Como puede observarse en algunas de las ilustraciones de la figura 8, el número de capas subepidérmicas no es homogéneo a lo largo del contorno del peciolo. Por lo cual, todo el material estudiado puede referirse a tres tipos fundamentales: 1) Secciones en las que el número de estratos subepidérmicos se mantiene constante en todo el contorno (16 %)(Fig. 8E); 2) Secciones donde el mayor número de pisos se sitúa en la parte superior (67 %)(Fig. 8C); y, 3) Secciones que presentan la capa subepidérmica más ancha en la parte inferior (17 %)(Fig. 8I).

C. Otro carácter en el que hemos observado una importante variabilidad sectorial es este del grosor de las paredes celulares de los estratos subepidérmicos. Lo más general (76 %) es que la magnitud de este parámetro oscile entre 4 y 10 nm, sin embargo hemos podido apreciar que un significativo porcentaje sale fuera de estos límites. Así por debajo de 4 nm aparece aún un 14 %, mientras que por encima de 10 nm un 10 %.

D. En cuanto la relación diámetro máximo de la sección excluyendo epidermis y subepidermis y diámetro del haz vascular, esta oscila entre (1'97-2'79-4'11(-5'98) estando la media situada en 3'45. Como ejemplo representativo de coeficientes mínimos podemos señalar la ilustración de la figura 8F y con coeficiente máximo la de la figura 8A.

E. Según el estudio realizado sobre la anatomía estelar hemos podido poner de manifiesto la existencia de tres grupos morfológicos (cfr. P. NICOLAS 1976, 1979):

\*) Aquel donde las meristelas están separadas, pudiéndose observar en algunos casos como la endodermis y el periciclo rodean parcial o totalmente a cada una de ellas (Fig. 8E y 8G).

\*\*) Aquel en el que las dos meristelas están fusionadas parcialmente adquiriendo una forma de X, que si bien en algunos casos estos brazos son largos (Fig. 8J y 8J) en otros son poco aparentes (Fig. 8H), siendo este tipo el más frecuentemente observado (75 % de la muestra).

\*\*\*) Es el que corresponde a la fusión casi completa de las dos meristelas, tomado el xilema aspecto de Y (Fig. 8A). En este caso la morfología adquirida es debida a la brevedad caulinar al producirse rápidamente la emisión de las primeras pinnas.

Hemos podido observar que existe variabilidad en cuanto a la intensidad de pigmentación del periciclo. Un 25 % presentaban una fuerte pigmentación, el 15 % ligera pigmentación y el resto de la muestra (60 %) sin pigmentación.

9.-ESTUDIO DE LA EPIDERMIS FOLIAR. Para este análisis se han efectuado secciones longitudinales del envés de la pinna mayor, eligiendo la zona epidérmica situada entre los soros, analizando por separado los estomas y las células epidérmicas.

La medición de la densidad de los estomas se ha realizado sobre una superficie de 0'12 mm<sup>2</sup>, obteniéndose unos márgenes que oscilan entre los (3-)-8-20(-31), estando la media situada en 14 es tomas. En la figura 9 se muestra la distribución porcentual de las densidades, observándose la correspondencia con los datos anteriores. En la figura 10 se detallan distintos tipos de epidermis, en la ilustración f de esta figura puede observarse una epidermis con gran cantidad de estomas, mientras que en la ilustración e, se representa aquella con menor densidad.

En cuanto a la longitud de los estomas (Fig. 11) los valores obtenidos oscilan entre (28-)38-49(-59'5)nm estableciéndose la media en 43 nm, siendo su distribución de carácter normal. Hemos de observar que este carácter está directamente ligado al anteriormente señalado de la densidad, observándose que a mayor densidad menor longitud (Fig 10F) y viceversa.

Los valores obtenidos tras la medición de la anchura de los estomas es de (25-)26-29(-31)nm, como puede verse el campo de variabilidad es escaso, estando relacionado directamente con la longitud.

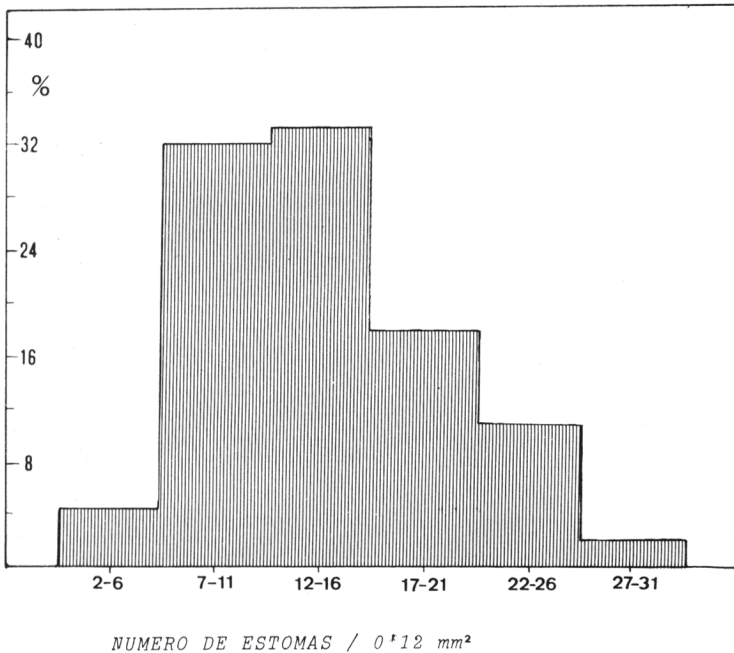
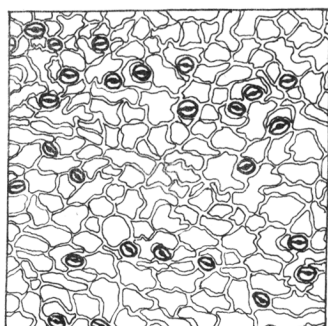


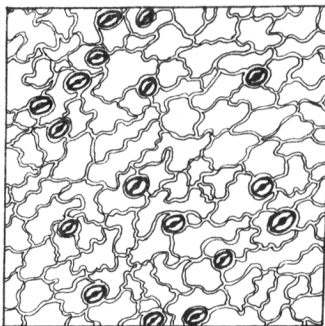
Fig. 9.- Histograma de frecuencia de la densidad de estomas de la zona intersoral de *Asplenium marinum*, en intervalos de 5.

Las dimensiones observadas para las células epidérmicas es de (63-)90-116(-121)nm de longitud y (32-)40-52(-55)nm de anchura. Es necesario indicar que de las células muestreadas el índice L/A es menor en las más pequeñas (1'87), siendo por tanto más isodiamétricas, mientras que el resto se mantiene con un valor de 2'4.

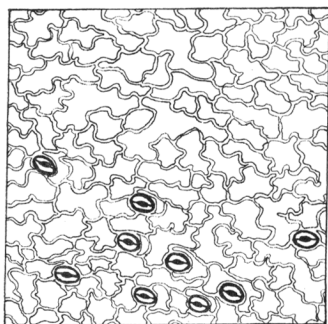
Dadas las dificultades que entrañaba el codificar el contorno de las células epidérmicas establecimos un índice comparativo basado en el número de lóbulos que estas presentan. De los datos obtenidos se concluye que el valor medio de estos lóbulos es de 8, estando situados sus límites en (4-)6-10(-16), valores que quedan representados en la figura 12. En esta se observan dos modas, una en el valor 7 (Fig. 10d) y otra en el 12 (Fig. 10e). Si bien estas modas no poseen correspondencias con otros grupos de caracteres, si hemos observado que los ejemplares de fronde pequeña, generalmente presentan células epidérmicas con poco lóbulos (Fig. 10a).



a 51

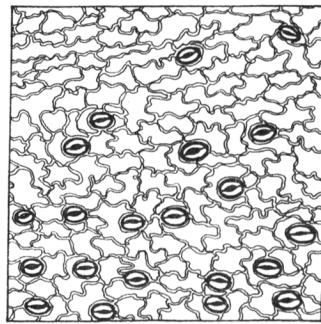


b 33

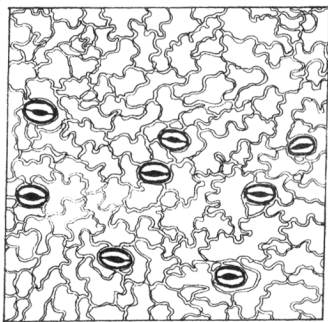


c 53

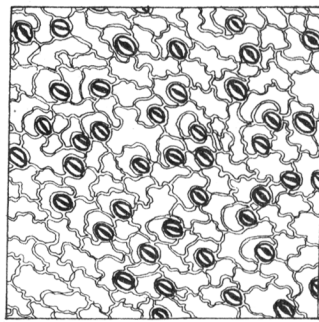
0.5 mm



d 45

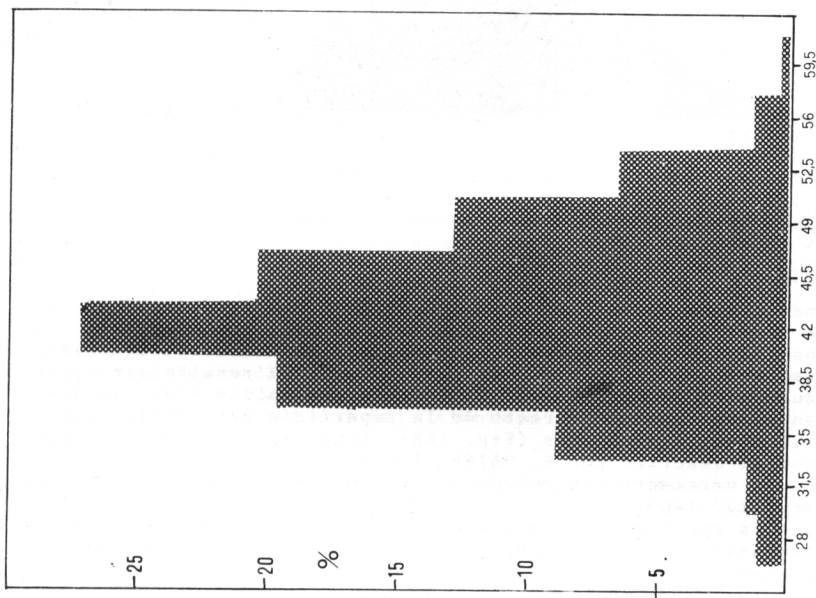


e 59



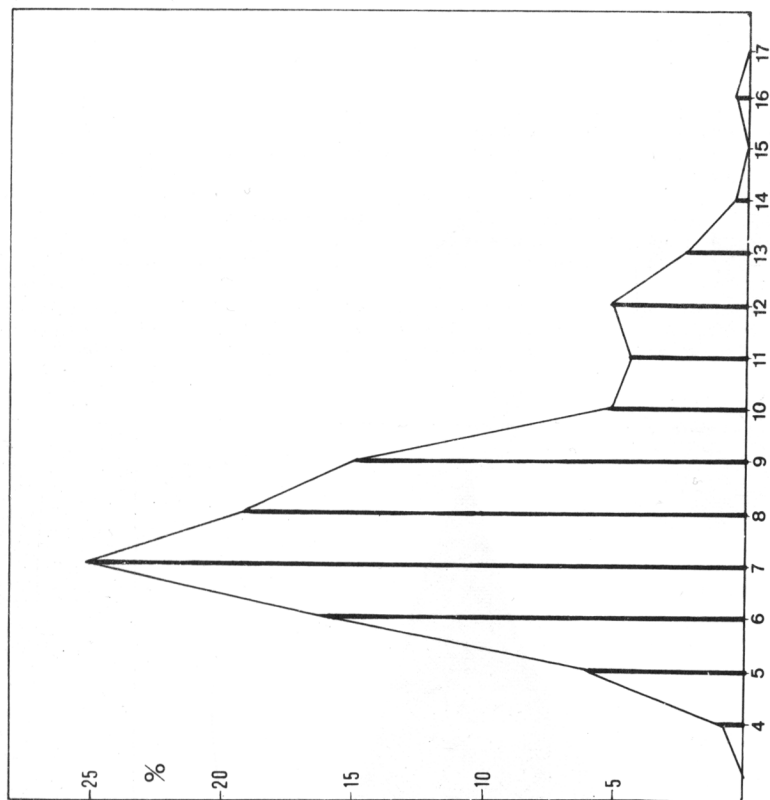
f 66

Fig. 10.- Distintos tipos de epidermis de *Asplenium marinum*. Secciones longitudinales efectuadas en la zona inter-soral. Las cifras corresponden al número de orden de la muestra analizada.



LONGITUD DE LOS ESTOMAS (nm)

Fig. 11.-Histograma de frecuencias de la longitud de los estomas de *A. martinum*, en intervalos de 3'5.



NUMERO DE LOBULOS DE LAS CELULAS EPIDERMICAS

Fig. 12.-Histograma de frecuencias del número de lóbulos de las células epidérmicas de *A. martinum*.

10.- ESPORAS. El único autor de los consultados que hace alusión a las características de las esporas es R. MAIRE (*op. cit.*), señalando que sus dimensiones son de 27 a 35 nm de eje ecuatorial. Según nuestras medidas, en las que no se ha tenido en cuenta el perisporio, realizadas sobre 250 esporas hemos obtenido un rango de variación que oscila entre (23-)27-32(-38) nm, con una media estimada en 29'5 nm. La representación gráfica porcentual de estos datos (Fig. 13) se ajusta a una curva de distribución normal.

El autor antes mencionado señala que el perisporio es cristulado, reticulado y verrugoso en las areolas, en crestas poco elevadas. Por la morfología del perisporio las muestras examinadas

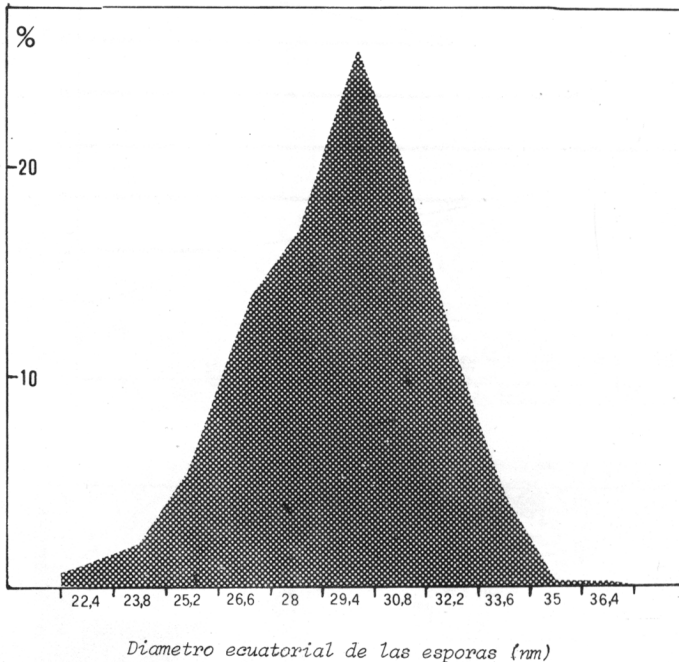


Fig. 13.- Histograma de frecuencias del tamaño de las esporas de *Asplenium marinum*, en intervalos de 1'4.

las hemos podido agrupar en tres categorías: un primer tipo, que aparece en el 10% de la muestra, presenta su perisporio equinado-verrugoso, siendo imperceptible la formación de crestas (Fig. 14A). Por otra parte el esporotipo más frecuente (87%) resulta ser aquel en el que aparecen crestas más o menos interrumpidas y en las que tanto en ellas como en el resto de la superficie perisporal aparecen formaciones equinuladas (Fig. 14B). Este tipo responde, en gran parte, con el descrito por R. MAIRE, si bien tan sólo el 1% de la muestra era netamente reticulado y con las crestas espinulosas (tercer tipo, (Fig. 14C).

En las preparaciones procedentes de los ejemplares 31 y 32 aparecían unas esporas que por su morfología pudieran haber sufrido un proceso abostivo.

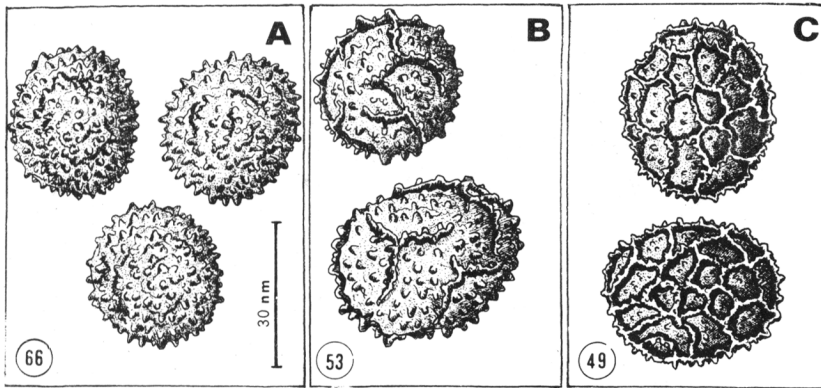


Fig. 14.- Distintos tipos de esporas de *A. marinum*. Las cifras corresponden al número de orden del material estudiado.

11.- NUMERO CROMOSOMICO. El primer autor que en la bibliografía consultada da el número cromosómico de esta especie es R. MAIRE, el cual da  $n=32$ ; evidentemente este número no coincide con el número básico del género,  $x=12$ . En la obra de A. LOVE, D. LOVE & R. PICHI-SERMOLLI (1977:249) se señala que el número es de  $n=36$ , basándose en el conteo realizado por I. MANTON (1950). Esta autora (1950:98-101) pone de manifiesto unas posibles relaciones filogenéticas entre *A. marinum* y *A. viride*, basándose en el cariógrama de ambas especies. Si bien incluimos este apartado en el presente trabajo pretendemos en un futuro próximo el realizar el cariotipo de las diversas formas de *A. marinum* que hemos observado.

12.- DISTRIBUCION Y ECOLOGIA. *Asplenium marinum* es un elemento probablemente del terciario que se distribuye, en la actualidad, (Fig. 15) por el litoral atlántico y mediterráneo, desde los  $28^{\circ}$  N hasta los  $63^{\circ}$  N. Apareciendo en gran parte del archipiélago macaronésico, algunas localidades disjuntas del norte de Africa, islas del Mar Tirreno, alcanzando el sur y centro de Italia, sureste de Francia y las costas atlánticas europeas desde el Estrecho de Gibraltar hasta Noruega. Según COSTE, MAIRE y GUINOCHE & VILMORIN este taxon alcanzaría las Bermudas y Jamaica. Sin embargo, PICHISERMOLLI (1979) restringe su areal al ya expuesto. Estos diferentes criterios posiblemente estriben en los diversos taxones que en algunos casos fueron asimilados a *A. marinum*.

En la Península Ibérica (Fig. 16) aparece de forma aislada en el noroeste de Cataluña y Tarifa (Cádiz) y de forma casi continua, desde el litoral del Baja Alentejo (Portugal) hasta el Golfo de Vizcaya.

Esta especie se comporta, preferentemente, como una aerohalófito hiperoceánica propia de las fisuras de los acantilados marinos, que según nuestras observaciones es indiferente al tipo de sustrato, si bien algunos autores la consideran calcícola (cf. REY-

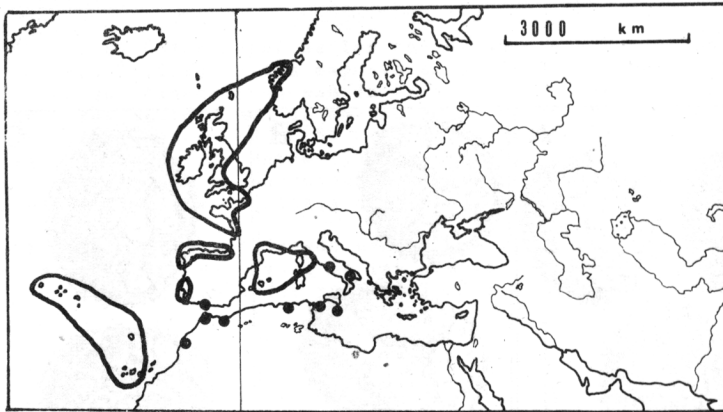


Fig. 15.- Distribución mundial de *Asplenium marinum* (Modificado de R. PICHI-SERMOLLI, 1979).

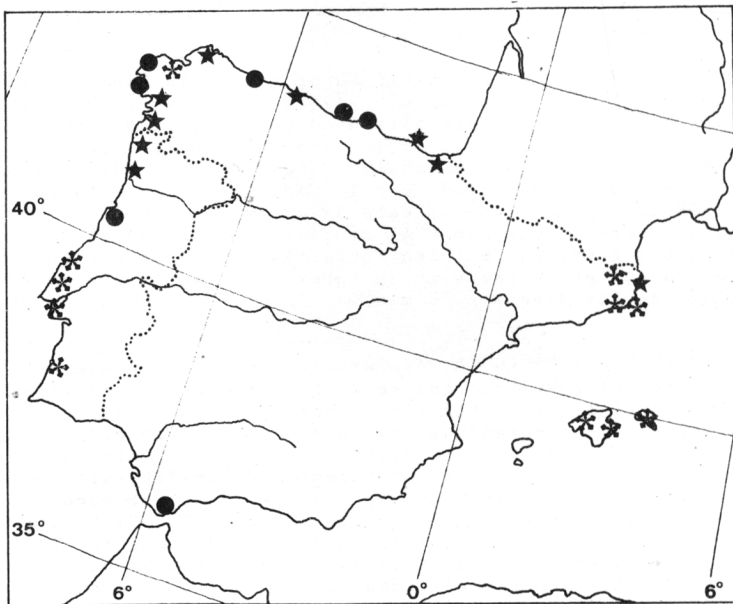


Fig.16.- Distribución de *A. marinum* en la Península Ibérica e Islas Baleares, basada en el material estudiado y en la obra de J. JALAS & J. SUOMINEN (1972). (●): Localidad no citada en dicha obra; (★): localidad citada en la misma; (\*): localidad mencionada por dichos autores y cuyo material no ha sido revisado en el presente trabajo.



## Variabilidad en *Asplenium marinum*

PAILHADE, *op. cit.*; C.N. PAGE, 1979:50) y otros silicícolas (R. MAIRE, *op. cit.*; S. PIGNATTI, *op. cit.*). En la bibliografía consultada aparece referencia de su presencia esporádica en localidades alejadas varios kilómetros del hábito marino, fenómeno que se da preferentemente en la Europa septentrional (*cf.* PICHI-SERMOLLI, *op. cit.*).

Este hemicriptófito según nuestras observaciones aparece en tres microhábitats bien diferenciados: a) En fisuras protegidas e iluminadas con escasa humedad. b) En grietas más o menos expuestas donde rezuma el agua dulce y en cuyas estaciones convive muy frecuentemente con *Adiantum capillus-veneris*. c) En grietas y cuevas profundas escasamente iluminadas. En los dos primeros casos define la asociación *Asplenietum marini* Br. Bl. & Tx. 1952, que se sitúa topográficamente por debajo del nivel de las restantes comunidades de la *Critthmo-Limonietea*. En ocasiones aparece en muros de piedra próximos al litoral conviviendo con especies de *Parietaria tea diffusae*.

### PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez analizados los caracteres individualmente pasamos a realizar el análisis comparativo de los distintos ejemplares estudiados con el fin de establecer las posibles relaciones fenotípicas entre ellos. Para este estudio hemos considerado oportuno manejar los 71 primeros ejemplares del material total estudiado, incluyendo como elementos comparativos otros cuatro táxones del género *Asplenium*:

- 98: *A. azoricum* Lovis, Rasbach & Reichstein in J.D. LOVIS, H. RASBACH, K. RASBACH & T. REICHSTEIN (1977:88-92)
- 99: *A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes*, Bosque de Conille (Pirineos Centrales, Francia), 4-VII-1978, *Asensi* (MGC 5082).
- 100: *A. trichomanes* L. subsp. *quadrivalens* D. E. Meyer, Nerja (Málaga), 17-III-1979, *Téllez* (MGC 6471).
- 101: *A. viride* Hudson, Monte Arbelaitz (Sierra Aitzgorri, Guipúzcoa), 31-VII-1981, *Loidi* (MGC 6832)

Hemos pretendido al elegir estas 75 muestras el establecer la posible variabilidad inter e intrapoblacional de *A. marinum*, tomando como referencia las similitudes entre las especies y subespecies más próximas a esta, ya mencionadas.

### CARACTERES TAXONOMICOS UTILIZADOS

Con el fin de que el estudio fuera realizado de una forma sistemática, evitando posibles subjetividades hemos utilizado el mayor número de caracteres posibles que a continuación relacionamos:

1. Longitud de la fronde
2. Anchura máxima de la fronde
3. Longitud del peciolo
4. Diámetro de peciolo (en su región media)
5. Color del raquis (en la región media de la lámina)
6. Número total de pinnas por fronde
7. Longitud de la pinna mayor de la fronde
8. Anchura máxima de la pinna mayor de la fronde (medida en su base)
9. Morfología del contorno de la pinna mayor
10. Tipología del margen de la pinna
11. Número de bifurcaciones de la venación en la pinna mayor
12. Longitud de los catáfilos situados en el extremo apical del rizoma (cinco mediciones por ejemplar)

13. Anchura máxima de los catáfilos (cinco mediciones por ejemplar)
14. Grosor de las paredes celulares de los catáfilos (cinco mediciones por ejemplar)
15. Número de soros existente en la pinna mayor
16. Diámetro ecuatorial de las esporas excluyendo el exosporio (cinco medidas por ejemplar)
17. Ornamentación del perisporio
18. Forma de la sección del peciolo (efectuado en la región media)
19. Número de capas de células epidérmicas del peciolo con paredes engrosadas (veinte medidas por ejemplar)
20. Zona de máxima anchura del estrato subepidérmico
21. Grosor de las paredes celulares de las células subepidérmicas del peciolo (diez medidas por ejemplar)
22. Distribución de la pigmentación en el contorno del peciolo
23. Relación entre el diámetro máximo de la sección, excluyendo las capas epidérmica y subepidérmica, y el diámetro máximo del haz vascular (cinco medidas por ejemplar)
24. Morfología de la estela
25. Pigmentación del periciclo
26. Densidad de estomas de la pinna mayor en la zona intersoral (cinco medidas por ejemplar)
27. Longitud de los estomas (diez medidas por ejemplar)
28. Anchura de los estomas (diez medidas por ejemplar)
29. Longitud máxima de las células epidérmicas de la pinna mayor en la zona intersoral (doce medidas por muestra)
30. Anchura máxima de las células epidérmicas (doce medidas por muestra)
31. Número de lóbulos de las células epidérmica (diez medidas por muestras)
32. Tipo de sustrato que coloniza según su pH
33. Distribución altitudinal y tipo de habitat

#### ESTIMACION DE LA SEMEJANZAS TAXONOMICAS Y METODOS DE AGRUPAMIENTO Y REPRESENTACION GRAFICA

El total de medidas efectuadas (más de 10000) hizo necesaria la utilización de métodos estadísticos para su manejo. Para ello hubo de elaborarse una tabla de doble entrada en la que figuraba el valor estimado de cada uno de los 33 caracteres para los 75 OTU's considerados, tratando cada ejemplar como una unidad taxonómica operacional (OTU). La metodología seguida fué la expuesta en T. E. DIAZ & J.A. FERNANDEZ PRIETO (*op. cit.*). La estimación de la semejanza entre los 75 OTU's considerados se realizó mediante la determinación de las "distancias taxonómicas". Dada la complejidad de la operación ya que había que calcular 2738 coeficientes, fué necesaria la utilización de un ordenador IBM 5100, con lenguaje APL, mediante un programa diseñado con este objeto por el Centro de Cálculo de la Universidad de Málaga.

La semimatriz impresa de las distancias taxonómicas entre todos los pares de OTU's, si bien contiene la máxima información no permite una fácil comprensión de los resultados. Por ello hemos utilizado el método de agrupación por ligamiento medio propuesto por R. R. SOKAL & C. D. MICHENER (1958), siguiendo en este caso el procedimiento WPGM (R.R. SOKAL & P. H. A. SNEATH, 1963). La representación gráfica de los resultados en un dendrograma (Fig. 17) en el cual aparecen las distancias taxonómicas en el eje de abscisas y en el de ordenadas los distintos OTU's. En la figura 18 se representan en un plano las distancias taxonómicas entre los distintos OTU's según el procedimiento propuesto por J. R. BRAY & J. T. CURTIS (1957) habiéndose tenido sólo en cuenta los 71 OTU's correspondientes a *A. marinum*.

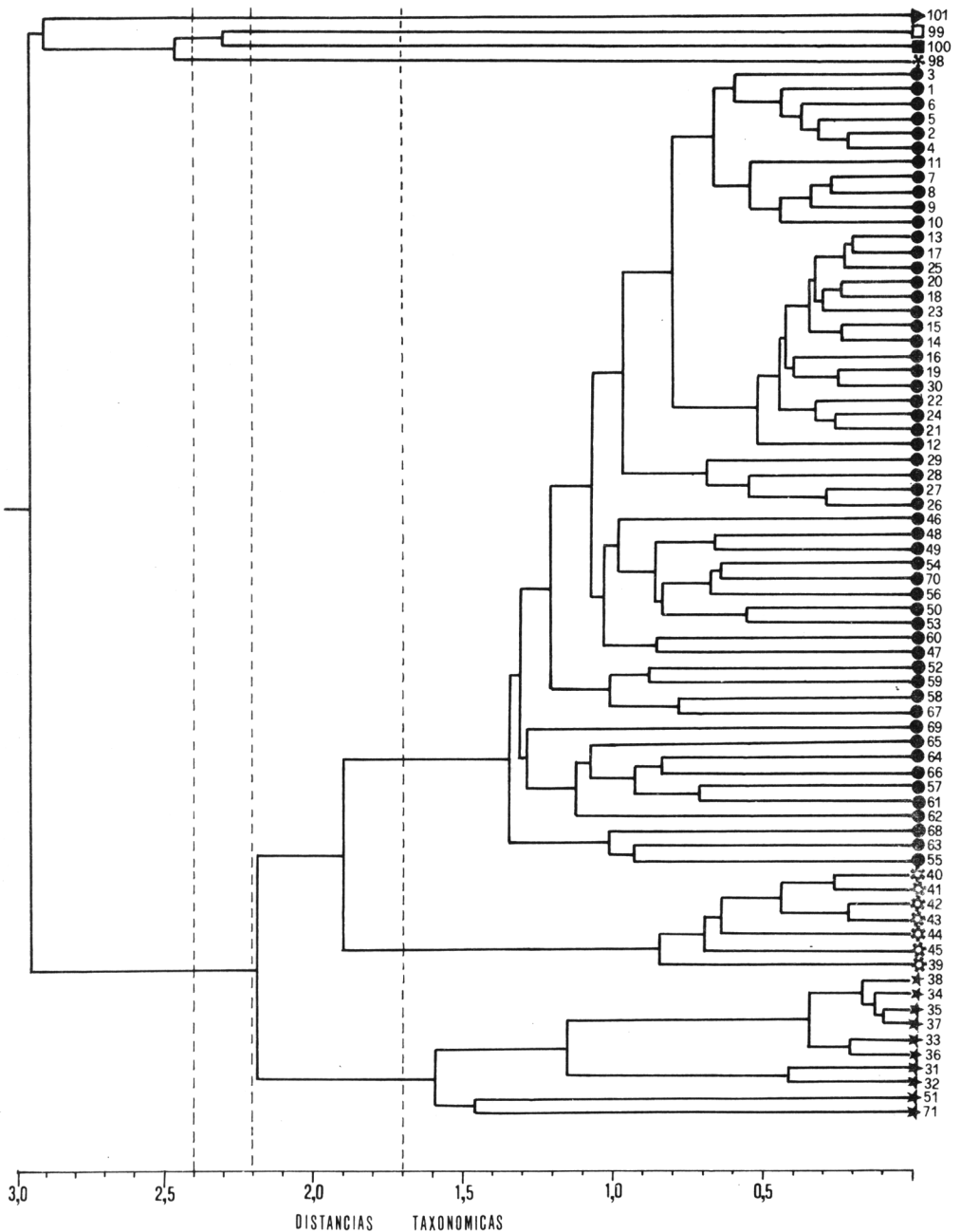


Fig. 17.- Dendrograma mostrando las relaciones fenotípicas entre 75 individuos del género *Asplenium*, obtenido por el W.P.G.M., a partir de las distancias taxonómicas existentes entre ellos. (▲): *Asplenium viride*; (□): *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*; (■): *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*; (★): *A. azoricum*; (●): *A. marinum* var. *marinum*; (✱): *A. marinum* var. *praegaltum*; (★): *A. marinum* var. *depauperatum*. Las cifras corresponden al número de orden de la muestra.

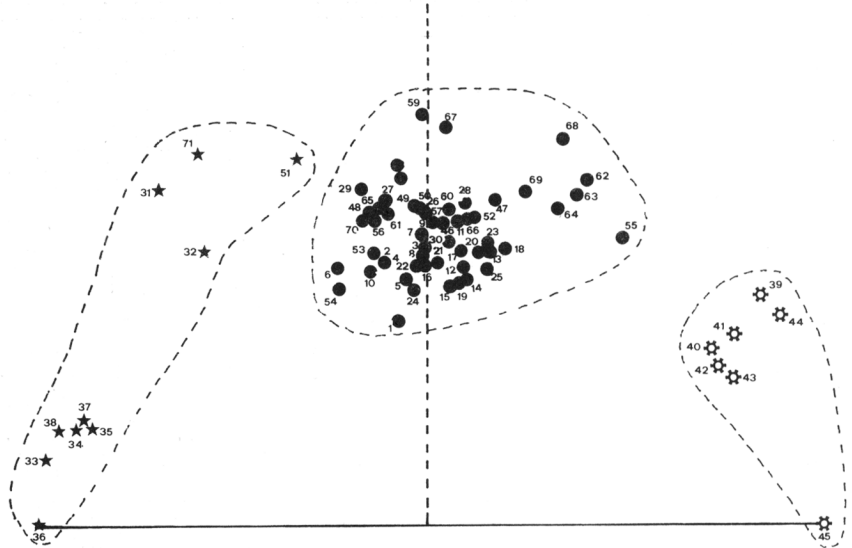


Fig. 18.- Representación gráfica de 71 individuos de *Asplenium marinum* según el método de BRAY & CURTIS (1957). (●): *A. marinum* var. *marinum*; (✱): *A. marinum* var. *praealtum*; (★): *A. marinum* var. *depauperatum*.

#### DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el dendrograma obtenido a nivel de la línea de Fenon 2'4 se ponen de manifiesto cuatro grupos: uno correspondiente al OTU 101 (*A. viride*), otro a los OTU's 99 y 100 (*A. trichomanes* s.l.), un tercero al OTU 98 (*A. azoricum*) y por último un cuarto grupo que reúne a todos los OTU's correspondientes a *A. marinum*. Es decir, que este nivel de similitud permite diferenciar las cuatro entidades específicas iniciales. Si consideramos distancias taxonómicas superiores a 2'5, estos grupos se reducen a tres por la fusión de *A. azoricum* a *A. trichomanes* s.l. Esto pone de manifiesto que estos taxones, atendiendo a los caracteres por nosotros estudiados, mantienen unas estrechas relaciones en comparación con las restantes entidades específicas estudiadas.

A nivel de la línea de Fenon 2'2, el grupo de *A. trichomanes* s.l. se desglosa en dos, uno correspondiente al OTU 99 (*A. trichomanes* subsp. *trichomanes*) y al 100 (*A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*) lo que no lleva a deducir que este nivel de similitud permite diferenciar el rango subspecífico del grupo.

En cuanto a los OTU's correspondientes a *A. marinum*, a nivel de la línea de Fenon 1'7 se manifiestan tres subgrupos: un primero constituido por los OTU's números 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 51 y 71; un segundo por 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45; y un tercero que agruparía a todos los restantes. A resultados similares se llega siguiendo el método de BRAY & CURTIS (Fig. 18).

Si atendemos exclusivamente al dendrograma de la figura 17, alrededor de la línea de Fenon 2'0, estos tres grupos quedarían reducidos a dos cuyos niveles de semejanza están muy próximos a los que hemos señalado como definitorios del nivel subspecífico. De la figura 18 no se pueden obtener similares conclusiones, por lo que seguimos considerando que son tres los grupos que pueden diferenciarse netamente dentro de los OTU's de *A. marinum*.

Hechas estas consideraciones previas pasamos a analizar los caracteres que han permitido este agrupamiento (Cuadro I). Como se desprende del mismo existe un conjunto de caracteres que permiten diferenciar entre si las tres agrupaciones que se han establecido: el primero, la longitud de las frondes, es el que proporciona los resultados más llamativos, puesto que permite distinguir un primer grupo de *A. marinum* de "dimensiones reducidas", un segundo grupo de "dimensiones medias" (al que puede referirse el fenotipo normal de la especie) y un tercero de "tamaño gigante". En la figura 19 se ponen de manifiesto los tres morfotipos aludidos. Como puede verse en el cuadro I este carácter tan discriminante va acompañado de otra serie de ellos que contribuyen a la delimitación de los tres grupos. La relación L/A de las pinnas (Fig. 4) ha permitido la diferenciación de tres grupos (a, b y c) que se corresponden exactamente con los establecidos en el dendrograma (Fig. 18) y la representación de BRAY & CURTIS (Fig. 19). Por otra parte las dimensiones de las esporas para cada grupo preestablecido, si bien en algunos casos se solapan por sus extremos, la media de cada una es ligeramente distinta. Así, el grupo de *A. marinum* típico presenta una media de 28'6 nm, aquel otro de grandes dimensiones foliares centra su media en 29'4 y por último el de tamaño reducido presenta su media en 31 nm (Fig. 20).

Por la existencia de unas netas diferencias en cuanto a los caracteres morfológicos, anatómicos, palinológicos y ecológicos, en el seno de *A. marinum*, consideramos oportuno establecer dos nuevas entidades infraespecíficas a nivel varietal:

*Asplenium marinum* L. var. *praealtum* T.E. Diaz & A.E. Salvo nova

*Frondebis* 50-58'5 cm longis et 7'7-9 cm latis. *Petiolis* porphyreis vel fuliginis, 12'5-21 cm longis et 2-4 mm diametri in parte centrali. *Forma sectionis petioli* anisodiamétrica cum expansionibus lateralibus paucum manifestis. *Pinnis* coriaceis, 34-41, lanceolatis, 4'2-6'1 cm longis et 0'7-1'5 cm latis, cum margine generaliter serrata. *Soris* 7-18 in pinnis majoribus. *Sporis* (25-)27-31(-33) nm diametri aequatorialis. *Habitat* in cavernis altis et umbrosis orarum maritimarum.

*Typus*. Asturias, Otur (Luarca) ad saxa quarcíticas armoricae, 7.IV. 1974, T. E. Diaz (MGC 7179, holotypus; MA, MAF et. MGC 7180, isotypus).

Frondes de 50-58'5 cm de longitud y de 7'7-9 cm de anchura máxima. Pecíolo de 12'5-21 cm de longitud y de 2-4 mm de diámetro en su parte central, de color castaño rojizo a castaño negruzco. Forma de la sección peciolar anisodiamétrica, con las expansiones laterales poco manifiestas. Pinna coriáceas, de 34 a 41 por fronde, lanceoladas, de 4'2-6'1 cm de longitud y 0'7-1'5 cm de anchura en su base, margen generalmente serrado. Soros de 7 a 18 por pinna. Esporas de (25-)27-31(-33) nm de diámetro ecuatorial. Habita en las cuevas profundas y sombrías de los acantilados marítimos.

Paratipos: ESPAÑA: Asturias, entre Otur y Barayo (Luarca), 5.V.1975, T.E. Diaz, (MGC 7178). Cantabria, Santa María del Mar, VIII.1909, L. Beltrán, (MA 943). FRANCIA: Córcega, Bastia, 2.IV.1919, Aylies, (MA 195031).

*Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* T.E. Diaz & A.E. Salvo nova

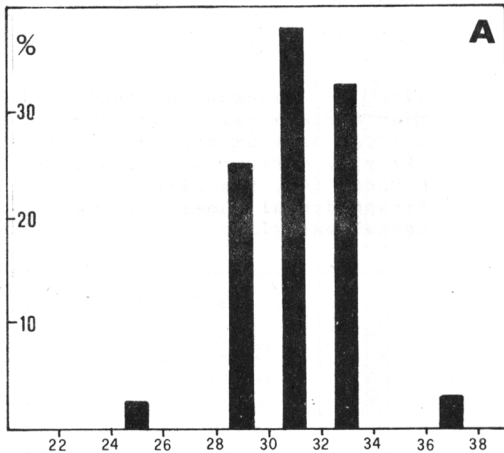
*Frondebis* 3'5-9'0 cm longis et 0'7-2'2 cm latis. *Petiolo* viride vel raro porphyreo nisi alis totaliter viridibus, 0'9-3 cm longo et 0'4-1 mm diametri in parte centrali. *Forma sectionis petioli* isodiamétrica cum expansionibus lateralibus patentibus, cum 2-4 cellulis str

especie	Asplenium marinum L.		
	marinum	praealtum	depauperatum
variedad	marinum	praealtum	depauperatum
forma	marinum	praealtum	depauperatum
OTU's	52 y 59	39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45	31, 32, 33, 34, 35, 36 37 y 38
CARACTERES			
LONGITUD DE FRONDE (cm)	11'2-38'0(Fig.19,B)	50'5-58'5(Fig.19,A)	3'5-9'0(Fig.19,C)
ANCHURA MÁXIMA FRONDE (cm)	2'2-6'8	7'7-9'0	0'7-2'2
LONGITUD PECIOLIO (cm)	2'6-13'3	12'5-21'0	0'9-3'0
DIÁMETRO PECIOLIO (mm)	0'8-2'2	2'0-4'0	0'4-1'0
Nº PINNAS POR FRONDE	14-41	34-41	5-25
COLOR DEL RAQUIS	castaño-rojizo a negro castaño		verde
TEXTURA DE LA FRONDE	coriácea	delicada	coriácea
LONGITUD DE LA PINNA (cm)	1'25-3'50(Fig. 5,H)	4'20-6'10(Fig.5,A)	0'50-1'45(Fig.5,R)
ANCHURA DE LA PINNA (cm)	0'70-1'50		0'35-0'90
FORMA PINNA MAYOR	angular-ovada	lanceolada serrada	anchamiento angular-ovada crenado
TIPO DE MARGEN PINNAS	dentado	inciso	
Nº DE BIFURCACIONES NERVIOS		3-4	
LONGITUD CATAFILOS (mm) (Fig. 7)		2'4-17'0	
ANCHURA MÁXIMA CATAFILOS (mm)		0'15-1'90	
GROSOR PAREDES CELULARES CATAFILOS (nm)		12'6-42'0	
Nº SOROS POR PINNA		7-18	2-6
DIÁMETRO ECUATORIAL ESPORAS (nm)		(25-)27-31(-33)	(25-)29-33(-38)
ORNAMENTACION PERISPORIO (Fig. 14)		crestado-equinulado	
FORMA SECCION PECTOLO		AD,E,L. patentes	ID,E,L. muy patentes
Nº CAPAS CELULAS SUBEPIDERMICAS	4-10		2-4
TONALIDAD PECIOLIO EN REGION MEDIA		6-10	
GROSOR PAREDES CELULARES SUBEPIDERMIS PECTIOLAR (nm)		C.R., a C.N.	V.a veces con una parte C. R.
RELACION DIÁMETRO MÁXIMO SECCION:DIÁMETRO HAZ VASCULAR		4-10	1-4
MORFOLOGIA DE LA ESTELA		1'97-4'81	3'20-5'98
DENSIDAD DE ESTOMAS (Nº / 0'12 mm <sup>2</sup> )		XI. en X,B. cortos	XI. en Y
LONGITUD ESTOMAS (nm)	8-20	5'2-8'8	8-20
ANCHURA ESTOMAS (nm)		38-49	19'8-27'2
Nº LÓBULOS CELULAS EPIDERMICAS		26-29	
RELACION L/A CELULAS EPIDERMICAS		6-16	4-6
HABITAT	fisuras sombrías y rezumantes	1'93-3'02	1'45-2'0
		cuevas umbrosas	fisuras protegidas e iluminadas

Abreviaturas:AD.: anisodiamétricas;B.: brazos;C.N.: castaño negrozco;C.R.: castaño rojizo;E.L.: expansiones laterales;  
ID.: isodiamétrica;V.: verde;XI.: Xilema.

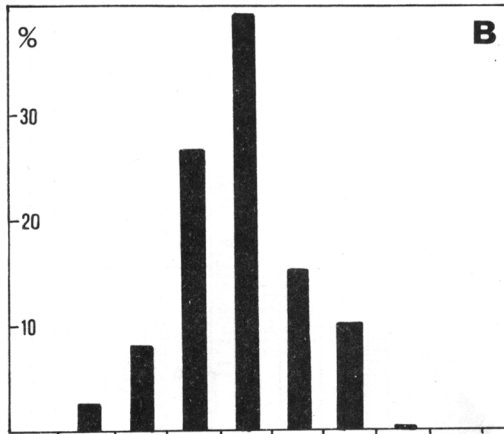
Fig. 19.- Siluetas de *Asplenium marinum* var. *praealtum* (A), *A. marinum* var. *marinum* (B) y *A. marinum* var. *depauperatum* (C). Las cifras corresponden al número del material estudiado.





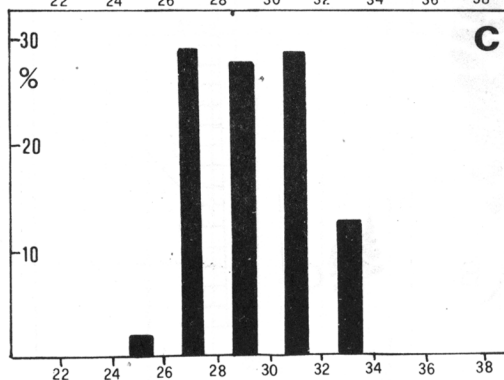
*tificatis subepidermicis crassis et cum meristela fere totaliter caulescentibus cum xylemate in forma Y. Pinnis 5-25, latis trullatis, 0'5-1'45 cm longis et 0'35-0'90 cm latis cum margine crenata. Soris 2-6 in pinnis majoribus. Spori (25-)29-33(-38) nm diametri aequatorialis. Habitat in fissuris rupium siccarum, orarum maritimarum, protecta et aprica.*

*Typus.* Açores, Santa Cruz de Graçiosa (Ilha Graçiosa), 23.VII.1968, I. Botelho Gonçalves (MGC 35).



Fronde de 3'5-9'0 cm de longitud y de 0'7-2'2 cm de anchura máxima, peciolo de 0'9-3 cm de longitud y de 0'4-1mm de diámetro en su parte central, de color verde o en ocasiones parte del contorno de tonalidad castaña a excepción de las alas que son totalmente verdes. Forma de la sección peciolar isodiamétrica, con expansiones laterales muy patentes, con 2 a 4 capas subepidérmicas engrosadas con meristelas casi totalmente fusionadas y el xilema en forma de Y. Pinnas de 5 a 25, anchamente angular ovadas, de 0'5-1'45 cm de longitud y 0'35-0'90 cm de anchura, con los márgenes crenados. Soros de 2 a 6 por pinna. Esporas de (25-)29-33(-38) nm de diámetro ecuatorial. Habita en fisuras secas resguardadas e iluminadas.

*Parátipos:* ESPAÑA: Asturias, Otur (Luarca), 7.IV.1974, T.E. Díaz, (MGC 7177). Galicia, La Coruña, Playa de Mar de Fora (Finisterre), 26.V.1975, J.M. Losa, (MAF 101629); Ría del Ferrol (Seijo), Merino (1909: 465); Pontevedra: Costa de Oya, Merino (1909: 465). PORTUGAL: Forte da Areosa (Viana do Castelo), 11.IX.1945, M. da Silva (MAF 44119).



DIÁMETRO ECUATORIAL DE LAS ESPORAS (nm)

Fig. 20.- Histogramas de frecuencia de la longitud del diámetro ecuatorial de las esporas de *Asplenium marinum*: (A): var. *depauperatus*; (B): var. *marinum*; (C): var. *praealtus*.



Como ya indicábamos en las consideraciones generales sobre *A. marinum* en B. MERINO (*op. cit.*) aparecen descritas dos variedades y una forma:

-Los caracteres que este autor confiere a su variedad *angustifrons* ("*Frondes linear-lanceolatae, segmenta angustiora lanceolata brevius pedicellata pedicelo saepe decurrente*") a tenor de lo expuesto anteriormente, se encuentran dentro de los rangos de variación para dichos caracteres de la variedad típica.

-En cuanto a *A. marinum* L. var. *incisum* Christ in B. Merino por los caracteres diferenciales que aporta su descripción ("*Frondes longae 2'5-3'5 dm; segmenta inciso-crenato-dentata*") consideramos que se trata de una forma claramente diferenciable en el seno de la variedad típica. A los caracteres que se aluden en B. MERINO (*op. cit.*) añadiremos que las frondes son de textura delicada, siendo la densidad de estomas en la zona intersoral de 5'2 a 8'8 estomas por 0'12 milímetros cuadrados, por debajo del límite de la forma típica. Por esta razón proponemos el siguiente cambio de rango:

*Asplenium marinum* L. var. *marinum* fma. *incisum* (Christ) T.E. Diaz & A.E. Salvo *st. nov.*

Basiónimo: *Asplenium marinum* L. var. *incisum* Christ in B. Merino, *Fl. Galic.* 3:444 (1909).

Distribución: GERONA: Cadaqués. 10.IV.1872, *Tremolls* (MA 947 y 158979); Ibid.: VIII.1874, *Rivas Mateos* (MAF 44124); Ibid.: VIII.1893, *Vayreda*. (MA 946); Ibid.: VII.1904, *Casares Gil* (MA 948); Ibid.: IX.1923, *Zariquien* (MA 945). PONTEVEDRA: Isla de Arosa, VIII, *Rivas Mateos* (MAF 44121); Entre La Guardia y Camposancos, in B. Merino (*op. cit.*).

-Por otra parte *A. marinum* L. fma. *xerophila* Merino, caracterizada por su autor como una planta de "*Frondes parvae 10-20 cm longae; segmenta exigua 6-12 mm larga*", si bien se ajusta en cuanto a la longitud de las pinnas a los límites establecidos por nosotros para la variedad *depauperatum*, la longitud de la fronde se incluye en los límites de la variedad típica. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con los OTU's 51 y 71, los cuales como puede observarse en el dendrograma están con cierto alejamiento taxonómico dentro de la variedad *depauperatum*, y analizando aisladamente los caracteres de los ejemplares a ellos referibles, llegamos a la conclusión de subordinar la forma *xerophila* a la variedad *depauperatum*, quedando pues la siguiente combinación:

*Asplenium marinum* L. var. *depauperatum* Diaz & Salvo fma. *xerophila* (Merino) T.E. Diaz & A.E. Salvo *comb. nov.*

Basiónimo: *Asplenium marinum* L. var. *marinum* fma. *xerophila* Merino, *Fl. Galic.* 3:464 (1909).

Dos son los caracteres que separan a esta forma de la típica. Por una parte, su fronde es más coriácea y por otra existe una mayor densidad de estomas intersorales: 19'8-27'2 estomas por 0'12 milímetros cuadrados, superior a la forma típica de esta variedad, cuyo número oscila entre los 8 y 20.

Distribución: ESPAÑA: La Coruña, Playa de Mar de Fora (Finisterre), 26.V.1975, *Losa Quintana* (MAF 101629); Ria del Ferrol (Seijo), B. Merino (1909:465). Pontevedra, Costa de Oya, Merino (1909:465). PORTUGAL: Forte de Areosa (Viana do Castelo), 11.IX.1945, M. da Silva, (MAF 44119).

T. DIAZ (1977:113) sinonimizó esta forma *xerophila* a la variedad *minor* Link, al considerar que según la descripción que aparece en BONNIER (*op. cit.*)-"planta más pequeña, con divisiones de las frondes más pequeñas, ovales-angostas"- podría tratarse del mismo taxon. Dado que desconocemos la descripción original de dicha varie-

dad y atendiendo al breve protólogo antes expuesto, donde no se precisan los caracteres más relevantes, nos abstenemos, por el momento, de pronunciarnos en cuanto al status de dicha variedad.

CLAVE PARA LA DETERMINACION DE LA VARIEDADES Y FORMAS

1. Frondes maduras de 3'5 a 9 cm de longitud y de 0'7 a 2 cm de anchura máxima. Pecíolo de 0'9 a 3 mm de longitud. Raquis verde.....var. *depauperatum*
2. Frondes coriáceas, con 8 a 20 estomas por 0'12 milímetros cuadrados en las zonas intersoriales.....fma. *depauperatum*
2. Frondes muy coriáceas, con 20 a 27 estomas por 0'12 milímetros cuadrados en las zonas intersoriales.....fma. *xerophilum*
1. Frondes maduras de más de 10 cm de longitud y de más de 2'2 cm de anchura máxima. Pecíolo de más de 2'6 mm de longitud. Raquis castaño rojizo o castaño negruzco (a veces el ápice verde).....3
3. Frondes de 11 a 38 cm de longitud y de 2'2 a 6'8 cm de anchura máxima. Pinna angular-ovadas, de 1'25 a 3'5 cm de longitud.....var. *marinum*
4. Frondes coriáceas, con el margen de las pinnas dentado y con 8 a 20 estomas por 0'12 milímetros cuadrados en las zonas intersoriales.....fma. *marinum*
4. Frondes delicadas, con el margen de las pinnas inciso y con 5 a 8 estomas por 0'12 milímetros cuadrados en las zonas intersoriales.....fma. *incisum*
3. Frondes de 50 a 59 cm de longitud y 7'7 a 9 cm de anchura máxima. Pinna lanceoladas, de 4'2 a 6'1 cm de longitud....var. *praealtum*

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL FRANCO, J., 1971.- *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. 1, Lisboa.
- BONNIER, G., 1934.- *Flore complète illustrée en couleur de France Suisse et Belgique*. XII. Librairie Générale de L'Enseignement, Lisboa.
- BRAY, J.R. & CURTIS, J.T., 1957.- An ordination of the Upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monograph*. 27:325-349.
- CARVALHO E VASCONCELLO, J., 1968.- *Pteridófitas de Portugal continental e ilhas adjacentes*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- CHRIST, M.H., 1909.- *Les fougères de la Galicie Espagnole*. in Merino, Flora descriptiva e ilustrada de Galicia. Vol. 3:491-498. Tipografía Galaica, Santiago de Compostela.
- COSTE, H., 1937.- *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. III. Librairie des Sciences et des Arts, Paris
- CRABBE, J.A., JERMY, A.C. & LOVIS, J.D., 1964.- *Asplenium* in T. G. Tutin & all. ed. *Flora Europaea* 1:14-17. Cambridge at the Univ. Press.

- DIAZ GONZALEZ, T.E., 1977.- Sobre la flora vascular de litoral occidental asturiano. I. (de *Equisetaceae* a *Euphorbiaceae*). *Bol. Inst. Est. Asturiano* (c) 22:109-185, Oviedo.
- DIAZ GONZALEZ, T.E. & FERNANDEZ PRIETO, J.A., 1980.- Estudio de la variabilidad en algunas poblaciones silvestres de la sección *Pseudonarcissus* DC. (género *Narcissus* L.) de la Cordillera Cantábrica. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 36:153-189.
- ESTABROOK, G.F., 1967.- An Information theory model for character analysis. *Taxon* 16(2):86-97, Utrecht.
- FIORI, A., 1923-1925.- *Nuova Flora analitica d'Italia*. Vol. 1. Tipografía di M. Ricci, Florencia.
- FOURNIER, P., 1977.- *Les quatre Flores de la France*. Volumen 1. Edic. 2. Ed. Lechevalier, Paris.
- GILMARTIN, A.J., 1967.- Numerical taxonomy-an eclectic viewpoint. *Taxon* 16(1):8-12, Utrecht.
- GUINOCHE, M. & VILMORI, R. de, 1973.- *Flore de la France*. Fas. 1. Edit. C.N.R.S., Paris.
- HALL, A.V., 1969.- Giving ranks and names to subsidiary groups. *Taxon* 18(4):375-377, Utrecht.
- HAWKSWORTH, F.G., ESTABROOK, G.F. & ROGERS, D.J., 1968.- Application of an information theory model for character analysis in the genus *Arceuthobium* (*Viscaceae*). *Taxon* 17(6):605-619. Utrecht.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J., 1972.- *Atlas Florae Europaeae* 1. *Pteridophyta* (*Psilotaceae* to *Azollaceae*), Helsinki.
- LOVE, A., LOVE, D. & PICHI-SERMOLLI, R.E.G., 1977.- *Cytotaxonomical Atlas of the Pteridophyta*. J. CRAMER, Vaduz.
- LOVIS, J.D., RASBACH, H., RASBACH, K. & REICHSTEIN, T., 1977.- *Asplenium azoricum* and other ferns of the *A. trichomanes* group from the Azores. *Am. Fern Journal* 67(3):81-93, New-York.
- MATRE, R., 1952.- *Flore de l'Afrique du Nord*. Vol. 1. Ed. Paul Lechevalier, Paris.
- MANTON, I. 1950.- *Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta*. Cambridge at the Univ. Press.
- MERINO, B., 1909.- *Flora descriptiva e ilustrada de Galicia*. Vol. 3. Tipografía Galaica. Santiago de Compostela.
- NICOLAS, P., 1976.- Contribution a l'étude morphologique et histologique de *Adiantum capillus-veneris* L. (*Adiantaceae*) Filicinée leptosporangiée. *Naturalia Monspeliensia* sér. bot. 26: 129-180, Montpellier.
- NICOLAS, P., 1979.- A propos de la ramification de *Adiantum hispidulum* Sw. (*Adiantaceae*, Filicinée leptosporangiée). *Naturalia Monspeliensia* sér. bot. 31:1-13, Montpellier.
- PAGE, C.N., 1979.- The diversity of ferns. An ecological perspective. In A.F. DYER Ed. *The experimental biology of ferns*. Academy Press, Inc. London.
- PICHI-SERMOLLI, R.E.G., 1979.- A survey of the pteridological flora of the Mediterranean Region. *Webbia* 34(1):175-242, Florencia.
- PIGNATTI, S., 1977.- *Flora d'Italia*. Bozze di Stampa provvisorie. Edagricole.
- QUEZEL, P. & SANTA, S., 1962.- *Nouvelles flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. T. 1. Edit. CNRS, Paris.
- RADFORD, A.E. & all., 1974.- *Vascular plant systematics*. Harper & Row Publishers, New-York.
- REY-PAYLHADE, C., 1893.- *Les fougères de France*. Dupont, Paris.
- SOKAL, R.R. & MICHENER, C.D., 1958.- A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38:1409-1438.
- SOKAL, R.R. & SNEATH, P.H.A., 1963.- *Principles of numerical taxonomy*. W.H. Freeman & Cía. San Francisco & London.
- WILLKOMM, M. & LANGE, J., 1870.- *Prodromus Florae Hispanicae*. Vol. 1. Stuttgart.

AGRADECIMIENTOS

*Queremos expresar nuestro reconocimiento a los herbarios del Jardín Botánico de Madrid (MA) y de la Facultad de Farmacia de Madrid (MAF) por el préstamo de su material. Al Centro de Cálculo de la Universidad de Málaga por su atención a la hora del desarrollo de programa y a nuestro compañero y amigo Prof. Dr. J. Cárdenas por la revisión de las diagnósticos latinas.*

---

Dirección de los autores: T.E. DIAZ GONZALEZ y A.E. SALVO, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga.