

El valor biogeográfico de la pteridoflora ibérica

R. E. G. Pichi Sermolli*, L. España & A. E. Salvo ****

Resumen: Pichi Sermolli, R. E. G., España, L. & Salvo, A. E. *El valor biogeográfico de la pteridoflora ibérica. Lazaroa, 10: 187-205 (1987). [Publicado en 1988].*

Se estudia el valor de los pteridófitos como indicadores biogeográficos a nivel de la Península Ibérica y Baleares, aplicándose tres tipos de análisis: índice m/t, índice de semejanza con las regiones próximas y análisis histórico. Finalmente se han caracterizado pteridogeográficamente las unidades corológicas que integran el territorio estudiado.

Abstract: Pichi Sermolli, R. E. G., España, L. & Salvo, A. E. *The biogeographic importance of the Iberian pteridophyta. Lazaroa, 10: 187-205 (1987). [Date of publication 1988].*

The importance of pteridophytes as biogeographic indicators in the Iberian Peninsula and Baleares has been studied. Three analyses have been applied: m/t index, index of similarity with the adjacent regions and historical analyses. Finally, the chorological units of this area have been pteridogeographically characterized.

INTRODUCCION

Es evidente que la gran mayoría de las especies de pteridófitos poseen una distribución bastante más amplia que la de las fanerógamas. Sin embargo, si bien estas, por su relativa modernidad, poseen áreas que podrían catalogarse de inestables, los pteridófitos, más antiguos, las presentan más permanentes. Precisamente por su arcaísmo la distribución de las especies de helechos es la resultante de la combinación de la influencia de diferentes eventos geológicos y de la capacidad adaptativa de cada especie. Justamente es aquí donde radica el

* Vía Cantagrilli, 1, 50020 Montagnana val di Pesa (Firenze) Italia.

** Departamento de Botánica, Universidad de Málaga, España.

alto valor de los pteridófitos, fundamentalmente a nivel epiontológico. Conociendo pues el areal actual y real de las especies que componen la pteridoflora de un territorio determinado es posible aproximarse a cual ha sido el papel de participación de los diferentes acontecimientos históricos sobre dicha región. Además de las especies de amplia distribución, existe un contingente de especies pteridofíticas de reducido areal, que no por exiguo, es menos importante. En este grupo pueden reconocerse dos tipos de especies: los relictos y los endemismos. Resulta significativo el número de pteridófitos con areal relíctico existentes en la actualidad. La influencia de los diversos acontecimientos geológicos y climatológicos sobre amplias regiones han influido tan negativamente sobre determinadas especies que estas se han visto relegadas a áreas puntuales, refugios donde se siguen manteniendo condiciones similares a las previas. Definir el carácter de dichos relictos es a veces complejo y para ello se debe atender a los areales actuales de sus respectivos géneros. De mayor rareza son los endemismos, ya que por el tipo de ciclo biológico y fundamentalmente por ser el proceso isospórico el más extendido entre los pteridófitos actuales, los procesos microevolutivos raramente conllevan endemización. Es por ello, que los casos que han desembocado en procesos de especiación gradual hayan sido logrados lentamente por la existencia de amplias barreras geográficas, o una fuerte selectividad ecológica. Más posible resulta la endemización a través de especiación abrupta, proceso microevolutivo más extendido entre los pteridófitos modernos. Sin embargo, como puede observarse en los helechos, la ploidización, y muy especialmente la alopoliploidía, origina nuevas especies cuya mayor información genética se traduce en una mayor eficacia ecológica y por tanto colonizadora, relegando ampliamente a los parentales. En consecuencia estos poliploides tendrán carácter endémico tan solo en los primeros momentos de expansión.

Al ser las especies de pteridófitos de un área determinada, escasas en comparación a las de otros grupos vegetales y, el elemento endémico pteridofítico bastante raro, la caracterización de territorios no es posible hacerla exclusivamente en base a la elección de una serie de especies que actuarían como diferenciales y/o características. Es por ello que la aplicación de la pteridogeografía a la sectorialización biogeográfica tan sólo es posible realizarla a partir del estudio de la composición íntegra de la pteridoflora del territorio a analizar.

METODOS PROPUESTOS PARA EL ANALISIS PTERIDOGEOGRAFICO Y SU APLICACION A LA PENINSULA IBERICA

Se han elegido tres tipos de análisis a través de los cuales se pretende conseguir una amplia información de cada área. Con el fin de ver y explicar el significado de cada uno de estos análisis se han aplicado de forma individualizada a cada una de las cuadrículas UTM de 50 × 50 km en la que queda dividida la superficie de la Península Ibérica y Baleares, utilizándose como base de datos

el «Atlas de la Pteridoflora Ibérica y Balear» (SALVO, CABEZUDO & ESPAÑA, 1984).

INDICE m/t

Este índice basado en la relación de especies de helechos con esporas monoletas (m) respecto a los de esporas triletas (t) de una región determinada, fue aplicado por primera vez por HIROSI ITO (1972) para Asia Oriental y Oceanía, y con posterioridad (1978) a un total de 64 pteridofloras de todo el mundo. Para una más fácil comprensión de los resultados estableció seis rangos (A: para valores mayores de 3; B: 2,51-3,00; C: 2,01-2,50; D: 1,51-2,00; E: 1,01-1,50; F: menos de 1,00). Las conclusiones más importantes a las que llega este autor son las siguientes: a) El índice m/t disminuye de Norte a Sur; b) A igual latitud las regiones más áridas presentan un índice m/t menor; y c) A igual latitud el índice m/t aumenta proporcionalmente con la altitud.

Para nuestro estudio se han seguido estrictamente los criterios de Hirosi Itô, en el sentido de aplicar el m/t tan solo a especies de *Filocofitinas* (sensu PICHÍ SERMOLLI, 1977) exceptuando a *Marsileales* y *Salviniales*.

Tabla 1

Géneros de la pteridoflora ibérica que presentan esporas monoletas y triletas, consignándose el número de especies representadas en cada caso

Monoletas		Triletas	
<i>Polypodium</i>	4	<i>Botrychium</i>	2
<i>Christella</i>	1	<i>Ophioglossum</i>	3
<i>Lastrea</i>	1	<i>Osmunda</i>	1
<i>Thelypteris</i>	1	<i>Cheilanthes</i>	5
<i>Phegopteris</i>	1	<i>Pellaea</i>	1
<i>Stegnoграмма</i>	1	<i>Notholaena</i>	1
<i>Asplenium</i>	19	<i>Adiantum</i>	1
<i>Woodsia</i>	2	<i>Cryptogramma</i>	1
<i>Athyrium</i>	2	<i>Anogramma</i>	1
<i>Diplazium</i>	1	<i>Cosentinia</i>	1
<i>Gymnocarpium</i>	2	<i>Pteris</i>	3
<i>Cystopteris</i>	4	<i>Vandenboschia</i>	1
<i>Polystichum</i>	4	<i>Hymenophyllum</i>	1
<i>Dryopteris</i>	13	<i>Culcita</i>	1
<i>Davallia</i>	1	<i>Pteridium</i>	1
<i>Blechnum</i>	1		
<i>Woodwardia</i>	1		

En concreto, y como puede observarse en la Tabla 1, para la Península Ibérica y Baleares se han utilizado 83 especies (59 monoletas y 24 triletas). El índice m/t para toda la Península Ibérica es pues de 2,48 (rango C), valor que se encuadra perfectamente entre los calculados para las pteridofloras más septentrionales, como la de Bélgica (3,43, A), Gran Bretaña e Irlanda (2,71, B), y las

más meridionales de Marruecos (2,00, C) y Canarias (1,94, D). A partir de la confección de dicho listado se ha calculado el cociente para cada cuadrícula de 50 × 50 km. Para una mejor observación de los resultados estos han sido simplificados y reflejados en la figura 1.

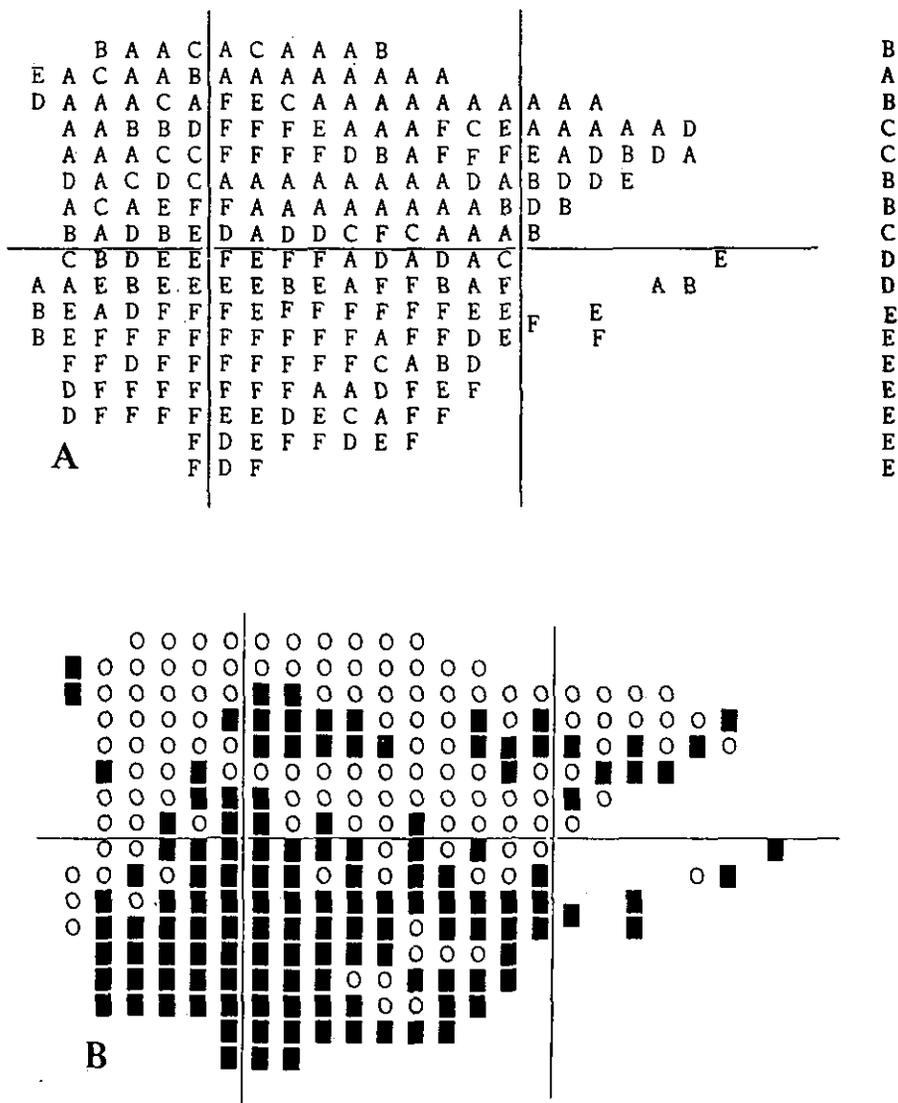


Fig. 1.—Aplicación del índice m/t a la Península Ibérica. A: Rangos por cuadrícula. B: Agrupaciones de rangos (O = Índice m/t mayor de 2; ■ = Índice m/t menor de 2).

En la figura 1.A se representan los rangos establecidos por Hiroshi Itô para cada una de las cuadrículas. A la derecha de cada fila figuran los rangos medios. Como puede observarse en dicha columna lateral el índice m/t disminuye de Norte a Sur, con lo que se corrobora la estratificación zonal propuesta por Hiroshi Itô. Las anomalías de las filas 2, 4 y 5 se pueden atribuir a los siguientes factores: a) En la fila 2 el aumento de dicho índice se debe a las elevadas altitudes de la Cordillera Cantábrica; b) En las filas 4 y 5 el índice m/t disminuye debido a las condiciones xéricas de la submeseta Norte y la depresión del Ebro.

En la figura 1.B se han reagrupado los rangos en dos clases: I = A + B + C y II = D + E + F. Como puede observarse la Península Ibérica queda dividida en dos grandes unidades: una meridional y otra septentrional. Las zonas discordantes dentro de cada unidad serían justificables por las siguientes razones. En la unidad septentrional, tal como se ha comentado, la aridez existente en la depresión del Ebro y la submeseta Norte hacen disminuir considerablemente dicho índice. En la unidad meridional, las sierras orientales del sistema Bético (Sierra Nevada, Filabres y Segura) por su elevada altitud aumentan marcadamente el índice (Fig. 2). En cuanto al Archipiélago Balear destacar que a excepción de la mitad occidental de Mallorca (donde se encuentra la Sierra de Sóller), el resto quedaría incluido en la mitad meridional.

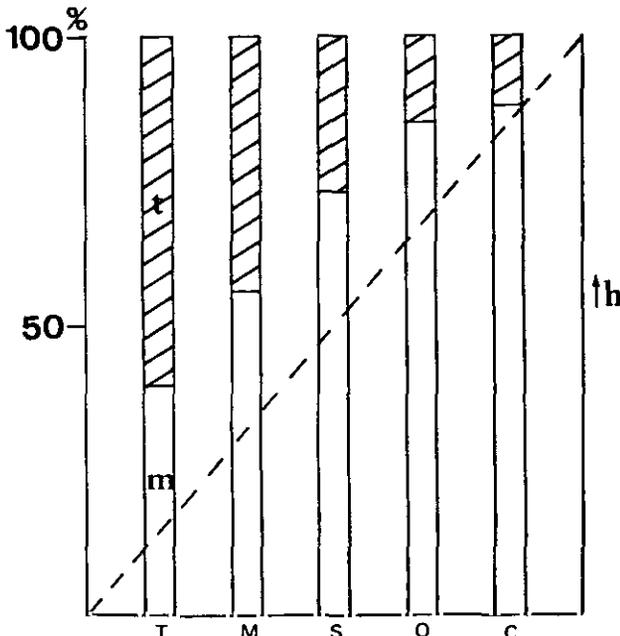


Fig. 2.—Histograma en el que se comparan los porcentajes de especies monoletas (m) y triletas (t) para cada pteridoflora de los distintos pisos bioclimáticos de Sierra Nevada (RIVAS-MARTÍNEZ, 1982).

T: Termomediterráneo, M: Mesomediterráneo, S: Supramediterráneo, O: Oromediterráneo, C: Crioromediterráneo).

INDICE DE SEMEJANZA CON LAS REGIONES PRÓXIMAS (ISRP)

Este índice está basado en aquel creado por SORESEN (1948) para calcular la similitud entre las comunidades vegetales, siendo aplicado para este otro motivo por PICHÍ SERMOLLI (1979), SALVO (1982) y SALVO & CABEZUDO (1984). El ISRP ha sido calculado para cada una de las pteridofloras de las cuadrículas respecto a las de las tres regiones biogeográficas más próximas: Mediterránea, Eurosiberiana y Macaronésica.

La pteridoflora de la Región Mediterránea es la mejor representada en la Península Ibérica, con una similitud del 82,6%, por cuanto la mayor extensión del territorio ibérico se enmarca dentro de esta región. Un total de 96 especies componen la pteridoflora de dicha región. Esta se va a caracterizar por el enriquecimiento de táxones terciarios de origen muy distinto. Estos diversos tipos de elementos van a estar relacionados con los distintos sucesos a los que se ha visto sometida la Región Mediterránea. De esta forma van a aparecer elementos pteridofíticos miocénicos, los cuales como se verá posteriormente dominan en la actualidad en la pteridoflora de la Región Macaronésica. Asimismo, con elementos de la pteridoflora de la Región Irano-Turánica los cuales penetraron durante períodos xéricos. Y finalmente con un alto contingente de especies autóctonas que o bien han quedado relegadas a un areal exclusivamente mediterráneo o bien han colonizado otras regiones colindantes. La Península Ibérica presenta cierta discordancia en la distribución del elemento peculiar mediterráneo ya que es justamente la mitad occidental, presumiblemente enriquecida en especies atlánticas, la que presenta una más alta composición en taxones eumediterráneos, mientras que la mitad oriental, que a priori debía presentar una pteridoflora con tendencia más mediterránea, es la que posee una menor representación en táxones eumediterráneos a favor de un enriquecimiento en elementos irano-turánicos. Este fenómeno es aducible a que la mitad oriental, y más concretamente el cuadrante suroriental es la zona más directamente influenciada por la formación del desierto del Sahara, lo cual conllevó a un replegamiento de los eumediterráneos hacia occidente. Finalmente, ha de resaltarse la enorme importancia de la Península Ibérica y Baleares en la formación del endemismo pteridofítico mediterráneo. En el caso concreto de los endemismos baleáricos es obvio que ha sido su aislamiento geográfico lo que ha conllevado a estos procesos de endemización. En la Península Ibérica puede haber sido la disposición de las cordilleras y sobre todo su peculiar posición geográfica lo que ha influido de muy diversas maneras en la consecución de la endemoflora pteridofítica. Es necesario destacar que dicha endemoflora raramente es exclusiva y generalmente también suele estar representada en otra serie de puntos y de refugios tirrénicos. Esto conlleva en muchas ocasiones a problemas de definición por cuanto es difícil distinguir entre el elemento endémico y el relicto.

La pteridoflora de la Región Eurosiberiana se caracteriza por una alta composición en táxones de amplia distribución circumboreal y cosmopolita. Se trata generalmente de especies con un origen reciente, en muchos casos a través

de un proceso de especiación abrupta, apareciendo tras las glaciaciones y teniendo un gran éxito ante las condiciones actuales. La mayoría de ellas han tenido su centro de formación en las regiones Este-Asiática y Nor-Pacífica-Norteamericana. En cualquier caso la pteridoflora eurosiberiana con 136 especies es relativamente pobre en comparación a otras regiones del Reino Holártico. En la Península Ibérica la representación de la pteridoflora eurosiberiana es baja en elementos peculiares de la misma, ya que aquí se encuentra el límite más meridional de dicha región y los elementos endémicos se sitúan fundamentalmente en el área fennoscándica. Evidentemente las pteridofloras más enriquecidas en elementos eurosiberianos son aquellas en las que existió una mayor influencia glacial. Estas corresponden a las altas cumbres de las cordilleras Cantábrica y Pirenaica, y a algunos refugios de los sistemas Ibérico, Central y Bético.

La pteridoflora de la Región Macaronésica está compuesta por 82 especies y se va a destacar por su carácter relíctico terciario, siendo de las pocas regiones del Reino Holártico en donde el elemento paleotropical aún persiste. Es necesario destacar la distribución latitudinal de los archipiélagos que componen dicha región, lo que supone una gradación en la adquisición de elementos de otras pteridofloras. Así, en el archipiélago más septentrional (Azores) se va a apreciar una influencia de la componente eurosiberiana-atlántica. En los archipiélagos centrales (Canarias y Madeira) se enriquecen en táxones mediterráneos. Y en la más meridional (Cabo Verde) existe una elevada participación de especies africanas de las regiones Senegalesa-Sudánica y Oeste-Africana. La Península Ibérica posee cierta participación en elementos paleotropicales y en elementos macaronésicos. Los elementos paleotropicales van a distribuirse en aquellas zonas poco influenciadas por los cataclismos de los períodos finales del Terciario e inicios del Cuaternario. En cuanto al elemento macaronésico, su participación en la pteridoflora ibérica debe aducirse a que el origen de estos elementos endémicos es bastante antiguo, tal como se decía anteriormente en épocas en las que los archipiélagos estaban más cercanos a las placas continentales. Posiblemente a través de una línea migratoria que atravesaría las regiones costeras del noroccidente africano alcanzarían a los archipiélagos macaronésicos.

En base al listado de especies (ver Tabla 2) por regiones se ha calculado el ISRP para cada una de las pteridofloras de las cuadrículas UTM de 50 × 50 kms. Con el fin de obtener unas conclusiones globales se ha expresado en la figura 3 el carácter de cada cuadrícula. Las conclusiones más destacables son las siguientes:

- La mayor parte del territorio objeto de estudio posee una pteridoflora de carácter mediterráneo. Dentro de ésta el 72% de las cuadrículas presentan tendencia atlántica, mientras que el 28% restante es continental. Estas últimas ocupan zonas donde existen altitudes moderadas (Montes de León, territorios basales de las cordilleras Cantábrica y Pirenaica, sistemas Ibérico y Central y Sierras de Segura y Monchique).

Tabla 2

Presencia (+) o ausencia (·) de las especies de la pteridoflora ibérica en las regiones: Mediterránea (Med), Macaronésica (Mac) y Eurosiberiana (Eur).

	Med	Mac	Eur		Med	Mac	Eur		Med	Mac	Eur
Hup sel	·	+	+	Che tin	+	+	·	Asp tri	+	+	+
Lyc inu	·	+	+	Pel cal	+	+	·	Asp sco	+	+	+
Dip alp	·	·	+	Not mar	+	+	+	Asp sag	+	·	·
Dip com	·	·	+	Adi cap	+	+	+	Asp sub	+	·	·
Lyc ann	·	·	+	Cry cri	+	·	+	Asp cet	+	·	+
Lyc cla	·	·	+	Ano lep	+	+	+	Woo alp	·	·	+
Sel sel	·	·	+	Cos vel	+	+	·	Woo pul	·	·	+
Sel den	+	+	+	Pte cre	+	+	·	Ath dis	·	·	+
Sel kra	·	+	+	Pte inc	+	+	·	Ath fil	+	+	+
Iso lac	·	·	+	Pte vit	+	+	·	Dip cau	+	+	·
Iso set	+	·	·	Mar str	+	+	+	Gym dry	·	·	+
Iso his	+	·	+	Mar qua	+	+	+	Gym rob	+	·	+
Iso lon	+	·	·	Mar aeg	+	·	·	Cys fra	+	+	+
Iso vel	+	·	·	Mar bat	+	·	·	Cys vir	+	+	+
Iso ech	+	·	+	Pil min	+	·	·	Cys dic	+	·	+
Iso dur	+	·	·	Pil glo	+	·	+	Cys mon	·	·	+

Equ ram	+	+	.	Van spe	+	+	+	Pol lon	+	.	+
Equ hye	+	.	+	Hym tun	.	+	+	Pol set	+	+	+
Equ flu	+	.	+	Cul mac	+	+	+	Pol acu	+	.	+
Equ pal	+	.	+	Pte aqu	+	+	+	Pol bra	.	.	+
Equ tel	+	+	+	Chr den	+	+	.	Dry aem	.	+	+
Equ arv	+	+	+	Las lim	.	+	+	Dry car	.	.	+
Equ syl	.	.	+	The pal	+	+	+	Dry dil	+	+	+
Equ var	.	.	+	Phe con	.	.	+	Dry exp	.	.	+
Psi nud	+	+	.	Ste poz	.	+	+	Dry cor	.	.	+
Bot lun	+	+	+	Asp bal	+	.	.	Dry gua	+	+	+
Bot mat	.	.	+	Asp adi	+	+	+	Dry aff	+	+	+
Oph vul	+	+	+	Asp ono	+	+	+	Dry rem	.	.	+
Oph lus	+	+	+	Asp bil	+	+	+	Dry fil	+	.	+
Oph azo	+	+	+	Asp pet	+	.	.	Dry ore	.	.	+
Osm reg	+	+	+	Asp mar	+	+	+	Dry tyr	+	.	.
Pol cam	+	.	+	Asp maj	+	.	.	Dry sub	+	.	+
Pol vul	+	.	+	Asp fon	+	.	+	Dry pal	+	.	+
Pol int	+	.	+	Asp for	+	.	+	Dav can	+	+	+
Pol mac	+	+	.	Asp rut	+	.	+	Ble spi	+	+	+
Che mad	+	+	.	Asp cel	+	.	+	Woo rad	+	+	+
Che gua	+	+	.	Asp hem	+	+	.	Sal nat	+	.	+
Che bis	+	.	+	Asp sep	+	+	+	Azo car	+	.	+
Che pte	+	.	+	Asp vir	+	.	+	Azo fil	+	+	+

se han incluido en los apartados correspondientes. A continuación se definen y caracterizan cada uno de los tipos de elementos reconocidos en la Península Ibérica y Baleares.

A) ESPECIES QUE ESTABAN PRESENTES EN EL MEDITERRÁNEO EN EL TERCIARIO

1. **Heterocóricas.** Se incluyen aquí aquellas especies de probado origen muy ancestral, que en la actualidad presentan una amplia distribución por todas las regiones del mundo. Estas son: *Lycopodium clavatum*, *Equisetum ramosissimum*, *Ophioglossum vulgatum*, *Osmunda regalis*, *Adiantum capillus-veneris*, *Anogramma leptophylla*, *Hymenophyllum tunbrigense*, *Pteridium aquilinum* y *Asplenium trichomanes*. Como puede observarse los géneros corresponden a grupos bastante arcaicos dentro de la filogenia de los pteridófitos.

2. **Circumboreales.** Al igual que el grupo anterior, éste integra especies de origen arcaico o bien con un origen preglacial reciente, pero que debido a su gran éxito evolutivo se han distribuido ampliamente por todo el Reino Holártico. De aquí que aunque se siga manteniendo la denominación de circumboreal para este grupo de táxones se es consciente de que el término correcto es holártico. Estas son: *Equisetum telmateia*, *Cystopteris dickieana*, *Dryopteris carthusiana* y *Dryopteris expansa*.

3. **Mediterráneas y de otras regiones orientales.** Se incluyen en este grupo aquellas especies que tienen su origen en la Región Irano-Turánica. Durante un período térmico y seco en la Región Mediterránea, probablemente coincidente con la crisis messiniense de dicho mar (BOCQUET, WIDLER & KIEFER, 1978; BERTOLANI, 1984), un alto contingente de especies que hasta entonces estaban centradas en aquellos territorios más xéricos penetraron a través de las áreas perimediterráneas de Africa del Norte hasta el Sur de la Península Ibérica por el Estrecho de Gibraltar, en donde muchas se especiaron y otras continuaron la diáspora hasta los países ribereños europeos (DAVIS & HEDGE, 1971). Estas son: *Ophioglossum lusitanicum*, *Cheilanthes pteridioides*, *Cosentinia vellea*, *Notholaena marantae* y *Asplenium ceterach* (= *Ceterach officinarum*).

4. **Mediterráneas y de otras regiones próximas.** Aquí se incluyen una serie de especies cuyos ancestros provenientes de distintas floras sufrieron procesos de especiación en la Región Mediterránea. Su remoto origen les ha permitido una amplia distribución sobrepasando los límites regionales y asentándose en nichos de condiciones óptimas en otras regiones periféricas. Estas son: *Polypodium cambricum*, *Asplenium billotii*, *Asplenium scolopendrium* (= *Phyllitis scolopendrium*), *Polystichum setiferum* y *Dryopteris submontana*.

5. **Subtropicales y tropicales.** En la Región Mediterránea y concretamente en la Península Ibérica se refugiaron especies de marcado carácter paleotropical. Estas especies sobreviven en lugares relicticos en donde las condiciones

ecológicas son muy similares a las reinantes durante el Mioceno. Estas son: *Psilotum nudum*, *Pellaea calomelanos*, *Pteris vittata*, *Christella dentata* y *Stegogramma pozoi*.

6. **Relictos macaronésicos.** Los orígenes de las especies que aquí se agrupan se encuentran precisamente en el grupo de relictos tropicales, pero a diferencia de estos los relictos macaronésicos sufrieron un proceso de especiación probablemente durante el Mioceno en la Región Mediterránea. La remota proximidad de los archipiélagos al continente africano y europeo permitió durante un período climático propicio la colonización de dichas islas por este tipo de flora continental. Los posteriores eventos climáticos y geológicos han restringido estos elementos a donde existen condiciones ecológicas similares a las miocénicas. Por ello se cree correcto el modificar en pteridología el concepto de endemismo macaronésico por el de relictos macaronésicos, tal como ya señalaba WALKER (1979). Estos son: *Ophioglossum azoricum*, *Polypodium macaronésicum*, *Cheilanthes guanchica*, *Pteris incompleta*, *Vandenboschia speciosa*, *Calcitra macrocarpa*, *Asplenium hemionitis*, *Diplazium caudatum*, *Cystopteris viridula*, *Dryopteris aemula*, *Dryopteris guanchica*, *Davallia canariensis* y *Woodwardia radicans*.

7. **Submediterráneas.** Se agrupan aquí aquellos elementos que aunque en origen muy similares a los incluidos en el grupo cuarto, sin embargo se han mantenido fieles a las condiciones de mediterraneidad. Esto puede apreciarse corológicamente al observar que estos elementos suelen distribuirse ampliamente por toda la Región Mediterránea, apareciendo tan sólo en refugios típicamente mediterráneos en las regiones próximas. Estas son: *Selaginella denticulata*, *Isoetes setacea*, *Isoetes histrix*, *Isoetes velata*, *Isoetes duriei*, *Cheilanthes maderensis*, *Cheilanthes hispanica*, *Cheilanthes tinaii*, *Marsilea strigosa*, *Asplenium onopteris*, *Asplenium petrarchae*, *Asplenium sagittatum* (= *Phyllitis sagittata*) y *Dryopteris pallida*.

8. **Endemismos mediterráneos.** Este grupo incluye especies generalmente muy estenóicas que han tenido poco éxito competitivo y que por tanto presentan areales muy reducidos, si bien no puntuales. De aquí el problema de diferenciarlos como endemismos en sentido estricto o como relictos. Estos son: *Isoetes longissima*, *Pilularia minuta*, *Asplenium subglandulosum* (= *Pleurosorus hispanicus*), *Dryopteris corleyi*, *Asplenium balearium*, *Asplenium majoricum*, *Dryopteris tyrrhena* y *Marsilea batardae*.

B) ESPECIES PRESENTES EN EL MEDITERRÁNEO DURANTE EL CUATERNARIO

9. **Heterocóricas.** Incluye este apartado tres tipos de especies distintas. Por una parte aquellas que teniendo un origen reciente su éxito competitivo les ha permitido una amplia distribución. Un segundo tipo sería aquel que comprende

a táxones que teniendo su origen durante el Terciario no colonizaron la Región Mediterránea hasta el Cuaternario. Finalmente, también hemos incluido aquí aquellas especies que a través de una acción antropógena han sido dispersadas por todas las regiones del globo. Estas son: *Botrychium lunaria*, *Cystopteris fragilis*, *Marsilea aegyptiaca*, *Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides*, *Selaginella kraussiana*, *Pteris cretica*.

10. Circumboreales. Se agrupan aquí especies de origen reciente y otras originadas anteriormente en otras regiones del Reino Holártico que han penetrado en la Región Mediterránea gracias a las glaciaciones. Este grupo es el que nos va a definir mejor el carácter de continentalidad de un área determinada. Como podemos observar muchos de los táxones aquí inscritos suelen tratarse en la Región Mediterránea de casmocomófitos orófilos. Estos son: *Huperzia selago*, *Lycopodiella inundata*, *Diphasiastrum alpinum*, *Diphasiastrum complanatum*, *Lycopodium annotinum*, *Selaginella selaginoides*, *Isoetes lacustris*, *Isoetes echinospora*, *Equisetum hyemale*, *Equisetum fluviatile*, *Equisetum palustre*, *Equisetum arvense*, *Equisetum sylvaticum*, *Equisetum variegatum*, *Botrychium matricariifolium*, *Polypodium vulgare*, *Cryptogramma crista*, *Marsilea quadri-fovia*, *Lastrea limbosperma*, *Thelypteris palustris*, *Phegopteris connectilis*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium ruta-muraria*, *Asplenium septentrionale*, *Asplenium viride*, *Woodsia alpina*, *Woodsia pulchella*, *Athyrium distentifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Gymnocarpium robertianum*, *Cystopteris montana*, *Polystichum lonchitis*, *Polystichum braunii*, *Dryopteris remota*, *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris oreades*, *Blechnum spicant* y *Salvinia natans*.

11. Mediterráneas y de otras regiones próximas. Se agrupan en este apartado aquellos táxones de origen muy reciente en los que predominan los originados por especiación abrupta, aunque no faltan los originados por especiación gradual. Algunas de las especies que aquí se encuadran suelen estar también representadas, aunque escasamente en las pteridofloras de regiones próximas. Estas son: *Polypodium interjectum*, *Pilularia globulifera*, *Asplenium marinum*, *Asplenium fontanum*, *Asplenium foreziense*, *Asplenium celtibericum*, *Polystichum aculeatum*, *Dryopteris dilatata* y *Dryopteris affinis*.

Este análisis histórico ha sido aplicado a cada una de las cuadrículas UTM de 50 × 50 kms, habiéndose calculado los porcentajes de representación de cada uno de los grupos. A continuación se detallan los grupos de elementos que van a jugar un papel más importante en la delimitación de áreas en la Península Ibérica.

En la figura 4 A y B se ha representado la distribución de cuadrículas en las que el índice de elementos cuaternarios supera al de terciarios y en las que el índice de circumboreales supera al de terciarios y en las que el índice de circumboreales superan el 40%, respectivamente. Como puede observarse ambos mapas coincidentes y nos reflejan perfectamente las vías de penetración de táxones holárticos. En concreto estas zonas abarcarían los sistemas montaña-

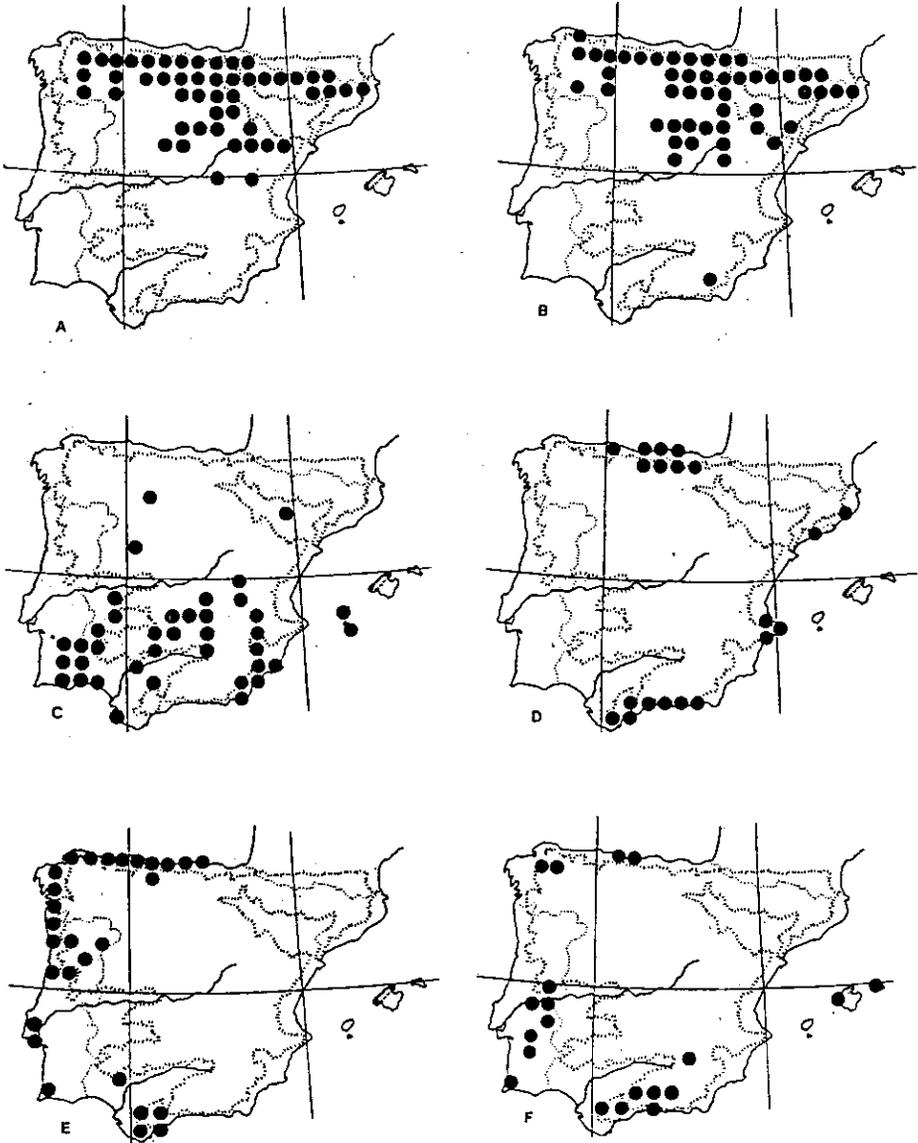


Fig. 4.—Mapas de análisis histórico. A: Distribución de cuadrículas en las que los elementos cuaternarios superan a los terciarios; B: Distribución de cuadrículas en las que los elementos circumboreales superan el 40%; C: Distribución de cuadrículas en las que sólo existen elementos terciarios; D: Distribución de cuadrículas en las que los elementos tropicales y subtropicales están representados; E: Distribución de cuadrículas en las que existe más de un relicto macaronésico; F: Distribución de cuadrículas en las que existen endemismos mediterráneos.

sos de la mitad septentrional de la Península y Sierra Nevada, zonas muy influenciadas por las glaciaciones.

En la figura 4 C se ha representado la distribución de cuadrículas en las que su pteridoflora sólo posee representación de elementos terciarios. Estas áreas se corresponden con zonas de escasa altitud de la mitad meridional de la Península, escasa o nulamente influenciadas por las glaciaciones.

En la figura 4 D se representan los enclaves en donde se encuentran localizados en la actualidad los elementos tropicales y subtropicales. Estos se corresponden con la Cornisa Cantábrica (*Stegnogramma pozoi*), Sierras de Algeciras (*Psilotum nudum*, *Christella dentata*) y diversos enclaves de la costa mediterránea (*Pteris vittata*, *Pellaea calomelanos*).

En la figura 4 E se han señalado aquellas cuadrículas en donde es significativa la presencia de relictos macaronésicos (con más de una especie). Dichas zonas están caracterizadas por una marcada influencia atlántica, motivo por el cual albergan esta flora relictica. Estos enclaves se sitúan en la Cornisa Cantábrica, el litoral gallego y portugués y las sierras aljibicas.

Por último, en la figura 4 F se señala la distribución del elemento endémico. Las áreas marcadas corresponden al Archipiélago Gimnésico (*Asplenium balearicum* y *A. majoricum*), Sierras Béticas (*Asplenium subglandulosum* y *Dryopteris tyrrhena*), Algarve occidental (*Pilularia minuta*), Cornisa Cantabro-Atlántica (*Isoetes longissima* y *Dryopteris corleyi*) y cuadrante suroccidental (*Marsilea batardae*).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos tras la aplicación de los métodos antes expuestos, se reconocen para la Península Ibérica siete unidades pteridogeográficas (ver figura 5 y tabla 3):

1. *Sierras de Algeciras (A)*. Pequeña unidad que viene caracterizada por tratarse de un importante reducto de flora pteridofítica terciaria, hecho que se manifiesta en el porcentaje de especies ubicadas en la Región Mediterránea desde el Terciario (85%) (DÍEZ & SALVO, 1981; SALVO & CABEZUDO, 1984). Es especialmente notable la participación de especies de distribución tropical y subtropical y los relictos macaronésicos, que precisamente van a constituir el listado de especies significativas: *Psilotum nudum*, *Christella dentata*, *Pteris vittata*, *Pteris incompleta*, *Vandenboschia speciosa*, *Diplazium caudatum*, *Culcita macrocarpa*, *Davallia canariensis*, *Polypodium macaronesicum* y *Dryopteris guanchica*. De la unidad «Ibero-eumediterránea», en la que queda circunscrita, se diferencia por la ausencia del endemismo mediterráneo y por presentar en conjunto una pteridoflora de carácter mediterráneo con marcada tendencia atlántica.

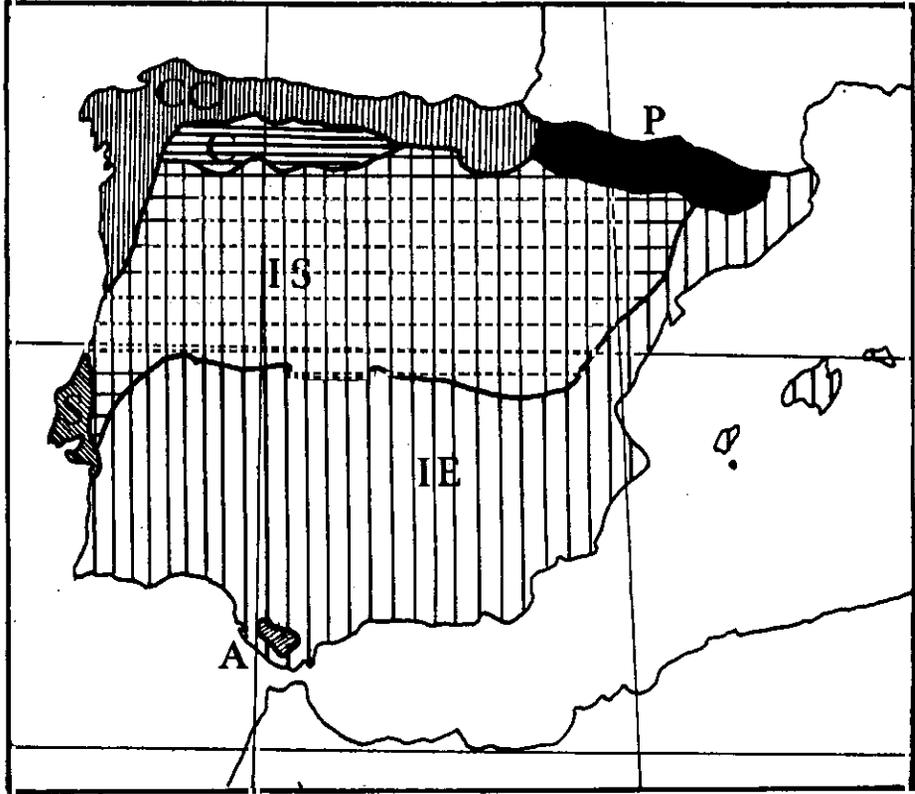


Fig. 5.—Unidades pteridogeográficas de la Península Ibérica y Baleares: A: Sierras de Algeciras; S: Sierras de Sintra; CC: Cornisa Cantábrica; IE: Ibero-eumediterránea; IS: Ibero-submediterránea; P: Cordillera Pirenaica; C: Cordillera Cantábrica.

2. *Sierras de Sintra* (S). Esta unidad junto con la anterior y la «Cornisa Cantábrica» presentan en común la caracterización del ISRP, ya que todas poseen un pteridoflora de carácter mediterráneo de tendencia atlántica, así como una elevada representación de relictos macaronésicos. Si bien estas tres unidades siguen en su disposición latitudinal una ordenación de la relación táxones terciarios: táxones cuaternarios, sin embargo el m/t se desvirtúa por cuanto aquí, a pesar de ser más meridional, es algo superior que en la unidad «Cornisa Cantábrica». La diferenciación respecto de las «Sierras de Algeciras» es manifiesta por la ausencia de elementos tropicales-subtropicales, así como por el rango m/t. Son especies significativas de esta unidad: *Vandenboschia speciosa*, *Asplenium hemionitis*, *Cystopteris diaphana*, *Dryopteris guanchica*, *Woodwardia radicans* y *Davallia canariensis*.

3. *Cornisa Cantábrica* (CC). Al igual que las anteriores, la presencia de relictos macaronésicos y el carácter mediterráneo de tendencia atlántica de su

Tabla 3

Análisis de las unidades pteridogeográficas de la Península Ibérica y Baleares
(Abreviaturas en la figura 5)

UNIDADES		A	S	CC	IE	IS	C	P
m/t	VALOR	1'7	2'9	2'6	1'9	2'1	5'5	4'1
	RANGO	D	B	B	D	C	A	A
ISRP	MEDITERRANEA	51	49	53	81	73	37	52
	MACARONESICA	40	46	51	45	46	36	37
	EUROSIBERIANA	29	39	50	46	57	54	64
ANALISIS HISTORICO	TERCIARIO	85	66	62	59	51	39	36
	HETEROCORICA	17	17	17	10	10	13	12
	CIRCUMBOREAL	3	3	4	3	6	8	6
	MED REG ORI	9	9	4	7	7	2	2
	MED REG PROX	9	11	9	7	7	10	8
	TROP & SUBTR	9	-	2	3	-	-	-
	REL MACARON	20	17	15	6	6	2	5
	SUBMEDITERRA	19	9	9	16	15	4	3
	ENDENISMOS	-	-	2	7	-	-	-
	CUATERNARIO	15	34	38	41	49	61	64
	HETEROCORICA	-	9	4	7	4	4	3
	CIRCUMBOREAL	12	11	25	22	35	50	51
	MED REG PROX	1	14	9	12	10	7	10
NUMERO DE ESPECIES		34	35	47	67	68	52	65

pteridoflora son las bases fundamentales para su establecimiento. La representación, aunque con un bajo índice, del elemento endémico (2%) y tropical (2%), la diferencian respectivamente de las «Sierras de Algeciras» y «Sierras de Sintra». Es evidente que respecto a estas dos unidades el valor del ISRP para la Región Eurosiberiana aumenta y sea cercano al de las otras dos regiones. En este sentido es especialmente notable la representación de especies circumboreales cuaternarias (25%) que, aún sin gozar de los altos valores del resto de las

unidades septentrionales, es el elemento mejor representado en su pteridoflora. El conjunto de especies significativas es el siguiente: *Vandenboschia speciosa*, *Hymenophyllum tunbrigense*, *Isoetes longissima*, *Culcita macrocarpa*, *Stegogramma pozoi*, *Cystopteris viridula*, *Dryopteris aemula*, *Dryopteris corleyi*, *Dryopteris guanchica*, *Davallia canariensis* y *Woodwardia radicans*.

4. *Ibero-eumediterránea* (IE). La unidad «Ibero-eumediterránea» resulta ser bastante representativa de lo que es en sí pteridoflorísticamente la Región Mediterránea. Esto es perceptible tanto en los resultados del ISRP como en los del m/t. En el primero de estos análisis el carácter mediterráneo es patente (81%), presentando una fuerte influencia atlántica, debida como es lógico a su posición geográfica, siendo ésta escasamente sobrepasada por el valor de continentalidad. Por otra parte, el índice m/t ofrece un rango totalmente acorde con el de pteridofloras de similares latitudes. El dato más interesante deducible del análisis histórico es la presencia en su pteridoflora de un 7% de endemismos, que justamente van a caracterizarla junto con otra serie de especies que tienen su máximo de representación en el área mediterránea. Estas son: *Pilularia minuta*, *Asplenium subglandulosum*, *Dryopteris tyrrhena*, *Asplenium balearicum*, *Asplenium majoricum*, *Isoetes duriei*, *Cosentinia vellea*, *Marsilea batardae*, *Pteris vittata*, *Asplenium petrarchae* y *Asplenium foreziense*.

5. *Ibero-submediterránea* (IS). Esta unidad se constituye como un área transicional entre el anterior y aquellas otras pteridofloras de carácter continental. Su frontera meridional se establece hacia los 40°N, justamente allí donde se localiza el límite austral de distribución de algunas especies eurosiberianas. A pesar de la influencia continental en comparación con la unidad «Ibero-eumediterránea», es evidente que la pteridoflora de este territorio, es de carácter mediterráneo. Resulta pues complejo definir el conjunto de especies significativas que caracterizan a esta unidad, estableciéndose el listado en base a una combinación de elementos de diferente carácter tales como: *Huperzia selago*, *Lycopodiella inundata*, *Cheilanthes maderensis*, *Pilularia globulifera* y *Asplenium celtibericum*.

6. *Cordillera Pirenaica* (P). Esta unidad junto con la «Cordillera Cantábrica» están caracterizadas por ser las únicas peninsulares con una pteridoflora de carácter continental de tendencia mediterránea, por sus índices m/t próximos al de pteridofloras muy septentrionales (rango A) y por poseer una mayor representación de táxones cuaternarios que de terciarios, siendo especialmente significativo el número de especies circumboreales cuaternarias que suponen la mitad de sendas pteridofloras. Dentro de este grupo de especies van a jugar un papel fundamental en la caracterización pirenaica aquellos táxones que presentan una distribución Pirenaico-Alpino-Fennoscándica como son: *Lycopodium annotinum*, *Isoetes lacustris*, *Isoetes echinospora*, *Botrychium matricariifolium*, *Woodsia alpina*, *Woodsia pulchella*, *Dryopteris remota* y *Cystopteris montana*.

7. *Cordillera Cantábrica* (C). Como ya se ha dicho las características pteridogeográficas de esta unidad son las mismas que las de la «Cordillera Pirenai-

ca», siendo inconspicuas las diferencias cuantitativas que reflejan los diferentes análisis. La única separación perceptible se debe a la presencia de aquel contingente de especies Pirenaico-Alpino-Fennoscándicas, el cual no ha alcanzado las altas cumbres cantábricas. En cualquier caso deben ser consideradas como especies significativas de esta unidad, con el fin de diferenciarlas de aquellas que la rodean, las siguientes: *Diphasiastrum alpinum*, *Selaginella selaginoides*, *Equisetum sylvaticum*, *Equisetum variegatum*, *Phegopteris connexilis* y *Athyrium distentifolium*.

BIBLIOGRAFIA

- Bertolani, D. —1984— Some paleoclimatical and paleovegetational features of the Messinian in the Mediterranean on palynological basis. *Webbia*, 38: 417-426.
- Bocquet, G., Widler, B. & Kiefer, H. —1978— The Messinian Model. A new out look for the floristics and systematics of the Mediterranean Area. *Candollea* 33: 269-287.
- Davis, P. H. & Hedge, I. C. —1971— Floristic links between NW Africa and SW Asia. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 75: 43-57.
- Diez, B. & Salvo, A. E. —1981— Ensayo biogeográfico de los pteridófitos de la Sierra de Algeiras. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 37: 455-462.
- Itô H. —1972— Distribution of monolete and trilete ferns in eastern Asia and Northern Oceania. *J. Jap. Bot.* 47: 321-326.
- Itô H. —1978— Distribution of two spore patterns in the fern floras of the world (A preliminary survey). *J. Jap. Bot.* 53: 164-171.
- Pichi Sermolli, R. E. G. —1977— Tentamen pteridophytorum genera in taxonomicum ordinem redigendi. *Webbia* 31: 313-512.
- Pichi Sermolli, R. E. G. —1979— A survey of pteridological flora of the Mediterranean Region. *Webbia* 34: 175-242.
- Salvo, A. E. —1982— Flora Pteridofítica de Andalucía. *Dep. Bot. Univ. Málaga*.
- Salvo, A. E. & Cabezudo, B. —1984— Bases para la utilización de los pteridófitos en el establecimiento de unidades corológicas. I. Andalucía. *Anales de Biología* 1: 309-316.
- Salvo, A. E., Cabezudo, B. & España, L. —1984— Atlas de la Pteridoflora Ibérica y Balear. *Acta Bot. Malacitana* 9: 105-128. Málaga.
- Sorensen, T. —1984— A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Biol. Skr.* 5: 1-34.
- Varo, J. & Salvo, A. E. —1982— Ensayo biogeográfico sobre los pteridófitos de Sierra Nevada (Granada, España). *Acta Bot. Malacitana* 7: 203-210. Málaga.
- Walker, T. G. —1979— The Cytogenetics of Ferns. In A. F. Dyer «The experimental biology of ferns». New York.

