

## CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS ESPORAS DE HELECHOS DE LA SIERRA DE ANAGA (TENERIFE). ISLAS CANARIAS

TOMÁS SÁNCHEZ VELÁZQUEZ

I.B. "Domingo Rivero" Arucas. Camino de La Cruz s/n. 35400 Arucas. Gran Canaria. Islas Canarias.

Recibido: noviembre 1995

Palabras clave: esporas, helechos, Tenerife, Canarias.

### RESUMEN

Se ha estudiado mediante microscopía óptica y electrónica de barrido algunos aspectos morfológicos de las esporas de 20 taxones de helechos de la Sierra de Anaga en la isla de Tenerife.

También se da a conocer un estudio comparativo de esporas entre poblaciones distintas por su gran variabilidad morfológica.

El presente trabajo va a contribuir en la confección de un atlas palinológico de los helechos que habitan en Canarias.

### SUMMARY

Some morphological aspects of fern spores of twenty taxa from Sierra de Anaga (Tenerife) have been studied by means of optical and scanning electron microscopes.

A comparative study of spores between different populations is also reported due to the great morphological variability.

The present work will contribute to the preparation of an atlas of fern spores of from the Canary Islands.

### INTRODUCCIÓN

Desafortunadamente son bastantes escasos los trabajos palinológicos que se han realizado sobre helechos procedentes de las Islas Canarias. Entre ellos destacamos los de PEARMAN (1976), GIBBY *et al.* (1977), SÁENZ DE RIVAS & RIVAS-MARTINEZ (1979), ROBERT (1979), BENNERT *et al.* (1982), AFONSO (1982), GONZALEZ (1982), ORMONDE (1990, 1991) y QUEIROS *et al.* (1991).

Mis estudios sobre Ecología de la flora pteridológica de la Sierra de Anaga, presentados en el X Simposio Ciencias Criptogámicas de Melilla, prosiguen con este trabajo palinológico de esta región de la Isla de Tenerife.

La Sierra de Anaga, situada en el nordeste de esta isla, alberga una importante reserva de monte verde que se distribuye por la cúpula de una cadena montañosa (fig. 1). Este bosque contiene poblaciones de helechos que datan del Terciario, de los que se han identificado 20 taxones y, en este sentido, OSSUNA Y VAN DER HEUDE (1897) ya cita especies de helechos de esta Sierra con los nombres de *Diksonia culcita* Henrit y *Adiantum reniforme* Lin.

En líneas generales se pretende contribuir en el campo de la Palinología basándose en estudios morfológicos de esporas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las esporas maduras fueron extraídas de helechos fértiles de la Sierra de Anaga (Tenerife) y después de ser herborizados se encuentran en el herbario del Jardín Botánico "Viera y Clavijo" (LPA) de Gran Canaria y cuya referencia se hace mención en la Tabla 2.

Las esporas se montan en glicerogelatina y a continuación, se observan al microscopio óptico. De los 20 taxones estudiados se han preparado 37 muestras, correspondiendo en la mayoría de los casos 2 muestras por taxón que pertenece a dos poblaciones y así se toman 30 dimensiones por muestra. Se obtienen tres valores para cada uno de los parámetros siguientes: longitud (L) en vista polar proximal para las esporas monoletas y diámetro ecuatorial (E) en vista polar proximal para las triletas. Estas dimensiones se expresan en el mismo orden que sigue FERRARINI *et al.* (1986), la primera equivale a la espора más pequeña, la segunda indica la media general de las dos muestras, y la tercera corresponde a la espора de mayor tamaño. Asimismo, las medidas se toman excluyendo el tamaño del perisporio ya que esta pared varía notablemente en toda la extensión de la superficie de la espора por lo que nos lleva a medidas erróneas y se cree que no tiene valor taxonómico (Tabla 1).

El microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM T-220A) se ha utilizado para la observación de la ornamentación de las esporas, las cuales, en su mayoría, procedentes de material fresco, se observan después de recubrirlas en vacío con una capa de oro, sin haber sido acetolizadas previamente. A continuación, se hacen microfotografías con una máquina fotográfica Mamiya 6x7, para esto se utiliza películas Ilford-400 asa.

Por último, con los resultados obtenidos se realizan estudios comparativos entre esporas morfológicamente variables que pertenezcan a dos poblaciones de los siguientes taxones: *Pteris incompleta* Cav. (P1, P2), *Asplenium onopteris* L. var. *onopteris* (A1, A2), *Dryopteris guanchica* Gibby et Jermy (D1, D2) y *Polystichum setiferum* (Forssk) Woyнар (S1, S2). En este sentido se aplica el test de SIMPSON Y ROE descrito en BIDAULT (1968) para el tamaño de los parámetros L y E (fig. 2) y además, se compara las ornamentaciones esporales de ambas poblaciones.

Para describir los tipos de ornamentación de las esporas se ha empleado una terminología puesta en práctica por NAYAR & DEVI (1964, 1966), VIANE & VAN

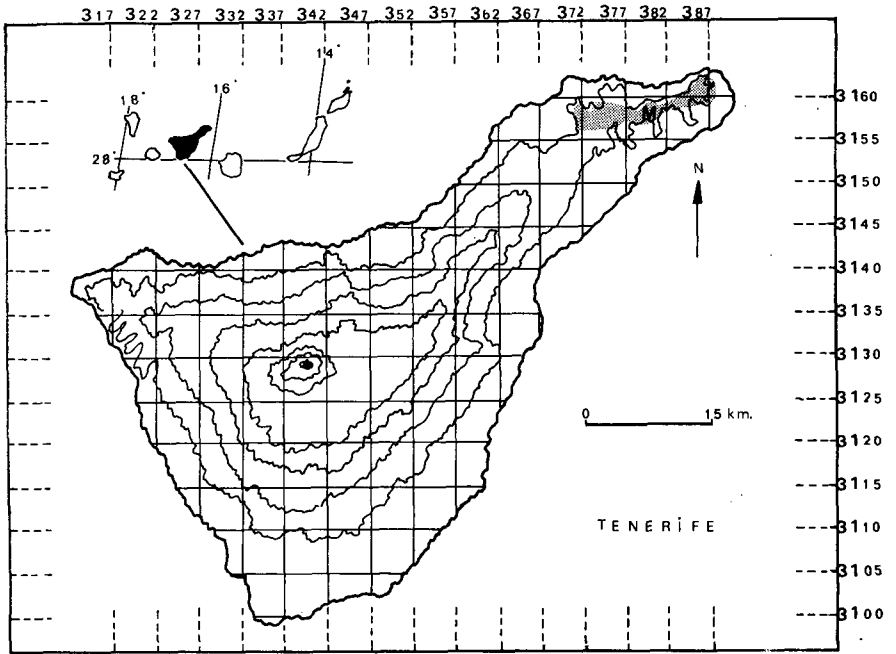


Figura 1.- Situación actual del monteverde en la Sierra de Anaga (M), en el mapa de Tenerife (Islas Canarias).

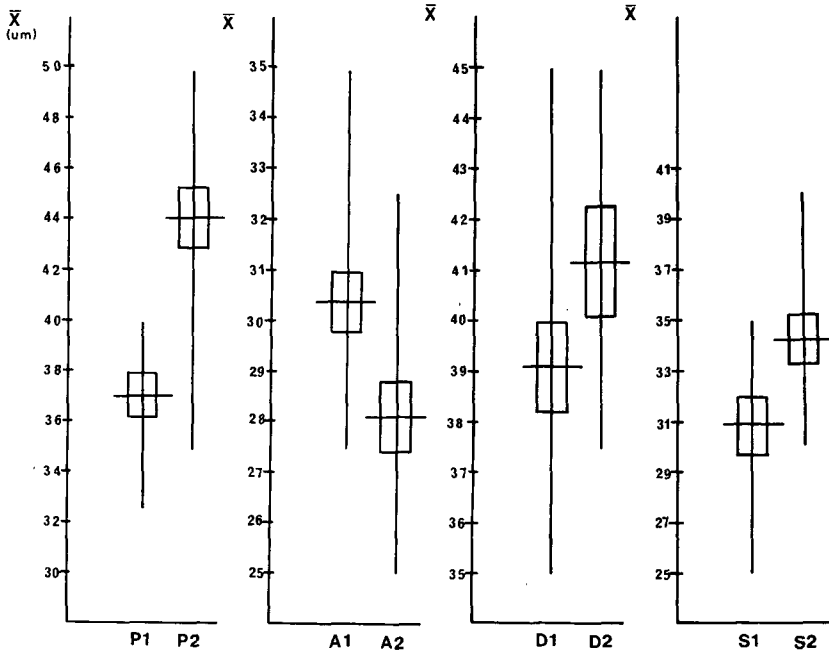


Figura 2.- Test de comparación entre dos poblaciones para los parámetros esporales E en *Pteris incompleta* Cav. (P1: El Pijaral, P2: Las Yedras) y L en *Asplenium onopteris* var. *onopteris* (A2: Monte Aguirre, A2: El Pijaral, *Dryopteris guanchica* Gibby et Jermy. (D1: El Pijaral, D2: Las Vueltas de Taganana) y *Polystichum setiferum* (Forssk.)Woyнар (S1: Las Yedras, S2: El Pijaral). (Simpson y Roe).

Tabla 1.- Dimensiones expresadas en micras para los parámetros longitud (L) y eje polar (E) de esporas monoletas y triletas respectivamente, según varios autores en comparación con los datos obtenidos en el presente trabajo.

Especies	Sánchez T.	Ferrarini et al. (1986)	Fernández et al. (1980, 1983)	Salvo E.
<i>Selaginella denticulata</i> Macrosporas Microsporas	283-(335)-387 22-(31'9)-42	364'8 (una sóla) (30)-34'32-(38)	-----	300-500 29-36
<i>Polypodium macaronesicum</i>	52-(65'5)-87	-----	-----	-----
<i>Pteris incompleta</i>	32-(40'3)-50	-----	42-48	32-36
<i>Adiantum reniforme</i> var. <i>reniforme</i>	43-(50'7)-58	-----	-----	-----
<i>Anogramma leptophylla</i>	40-(46'6)-50	(44)-48'08-(52)	41-54	42-49
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i>	27-(33'1)-40	(32)-37'04-(40)	40-48	34-42
<i>Vandenboschia speciosa</i>	26-(29'6)-37	(32)-35'52-(40)	15-34	32-39
<i>Culcita macrocarpa</i>	37-(48'3)-56	-----	50-55	45-52
<i>Asplenium hemionitis</i> var. <i>hemionitis</i>	20-(24'4)-29	-----	-----	36-45
<i>Asplenium onopteris</i> var. <i>onopteris</i>	25-(29'2)-33	(28)-29'76-(36)	33'8-40'34	28-32
<i>Ceterach aureum</i> var. <i>aureum</i>	33-(38'2)-43	-----	-----	-----
<i>Cystopteris viridula</i>	39-(45'9)-52	-----	43'7-55	36-45
<i>Diplazium caudatum</i>	26-(32'8)-39	-----	27'27-43'18	26-36
<i>Dryopteris oligodonta</i>	29-(35'5)-41	-----	-----	-----
<i>Dryopteris guanchica</i>	34-(40'2)-46	-----	-----	24-38
<i>Dryopteris affinis</i> ssp <i>affinis</i> var. <i>affinis</i>	37-(43'6)-50	-----	-----	39-45
<i>Polystichum setiferum</i>	25-(32'3)-40	(26)-27'68-(32)	37'5-42'5	33-36
<i>Davallia canariensis</i>	42-(49'9)-58	-----	-----	46-53
<i>Woodwardia radicans</i>	46-(54'8)-63	(50)-54'64-(60)	-----	52-56
<i>Blechnum spicant</i>	37-(42'5)-50	(40)-45'44-(50)	-----	43-48



**Tabla 2.-** Referencias de los helechos, recolectados por T. Sánchez, de la Sierra de Anaga en la Isla de Tenerife

Espece	Localidad	Fecha - recol.	Nº reg.
<i>Selaginella denticulata</i>	El Pijaral	25-III-89	
<i>Polypodium macaronesicum</i>	El Pijaral	29-XII-90	
	Vueltas de Taganana	9-VI-89	
	Cabezo de Tejo	25-III-89	
<i>Pteris incompleta</i>	El Pijaral	3-IX-90	
	Las Yedras	1-IX-90	
<i>Adiantum reniforme</i> var. <i>reniforme</i>	Monte de las Mercedes	-V-87	
	Monte Aguirre	2-IX-90	
<i>Anogramma leptophylla</i>	Las Yedras	9-VI-89	
	Monte de las Mercedes	25-III-89	
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i>	El Pijaral	29-XII-90	
	Cabezo de Tejo	25-III-89	
<i>Vandenboschia speciosa</i>	Las Yedras	9-VI-89	
	El Pijaral	25-III-89	
	Cabezo de Tejo	2-IX-90	
<i>Culcita macrocarpa</i>	El Pijaral	29-XII-90	
	Cabezo de Tejo	25-III-89	
<i>Asplenium hemionitis</i> var. <i>hemionitis</i>	El Pijaral	3-IX-90	
	Monte Aguirre	2-IX-90	
<i>Asplenium onopteris</i> var. <i>onopteris</i>	Monte Aguirre	2-IX-90	
	El Pijaral	3-IX-90	
<i>Ceterach aureum</i> var. <i>aureum</i>	Monte Aguirre	2-IX-90	
	Monte de las Mercedes	25-III-89	
<i>Cystopteris viridula</i>	Pico del Inglés	1-IX-90	
<i>Diplazium caudatum</i>	Las Yedras	9-VI-89	
	El Pijaral	25-III-89	
<i>Dryopteris oligodonta</i>	Las Yedras	9-VI-89	
	El Pijaral	29-XII-90	
<i>Dryopteris guanchica</i>	Vueltas de Taganana	1-IX-90	
	El Pijaral	3-IX-90	
<i>Dryopteris affinis</i> ssp. <i>affinis</i> var. <i>affinis</i>	El Pijaral	3-IX-90	
<i>Polystichum setiferum</i>	Las Yedras	1-IX-90	
	El Pijaral	25-III-89	
<i>Davallia canariensis</i>	Cabezo de Tejo	25-III-89	
	El Pijaral	29-XII-90	
<i>Woodwardia radicans</i>	El Pijaral	29-XII-90	
<i>Blechnum spicant</i>	Vueltas de Taganana	9-VI-89	
	Cabezo de Tejo	2-IX-90	

COTTHEM (1977), DEVI (1980), PUTTOCK & QUIN (1980), MOY (1988), TRYON & LUGARDON (1991), y sobre todo FERRARINI *et al.* (1986), cuyos trabajos son muy útiles.

## RESULTADOS

### *Selaginella denticulata* (L.) Link

Especie heterosporea, por lo que tiene dos tipos de esporas:

#### a) Macrosporas

La ornamentación es tuberculada y papilada con tubérculos y papilas que tienen una media alrededor de los  $5'5 \mu\text{m}$ . de alto. Estos elementos se encuentran separados y son menos abundantes y de menor tamaño en la cara proximal con respecto a la distal. De ellos surgen espinas, están aglutinadas entre sí y son más o menos largas, flexuosas y delgadas (Fig. 3, **A, B, C** y **D**).

#### b) Microsporas

El perisporio es tuberculado con tubérculos generalmente confluentes lateralmente y entre ellos hay unos intersticios que se encuentran perforados (Fig. 3, **E, G** y **H**).

La superficie es equinulada con espínulas de  $0'2$  a  $0'7 \mu\text{m}$ . de largo, y en algunas ocasiones, poco a poco se ramifican hasta unirse unas con otras formando una estructura alveolar (Fig. 3, **F**).

### *Polypodium macaronesicum* Bobrov

El perisporio es venulado, muy fino y no firmemente adherido al exosporio (Fig. 4, **B**).

El exosporio está densamente tuberculado, de aspecto cerebroide, con tubérculos más o menos isodiamétricos en torno a la lesura, mientras que en la cara distal son más irregulares y tienden a confluír dando elementos alargados separados por estrechos canales (Fig. 4, **A**).

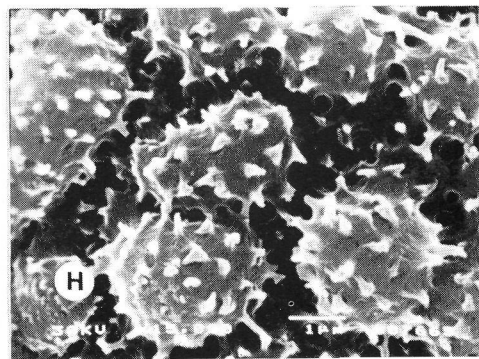
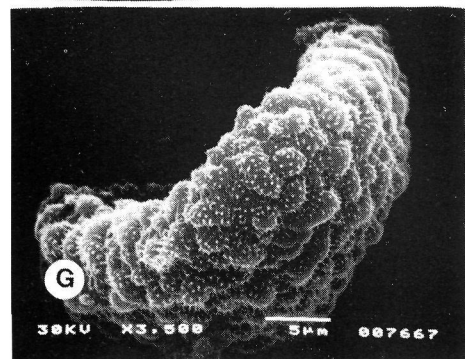
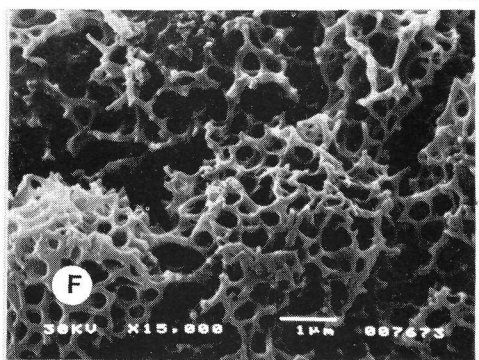
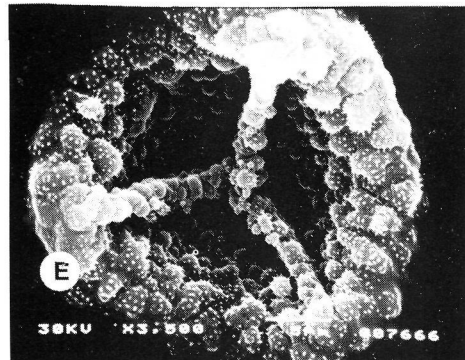
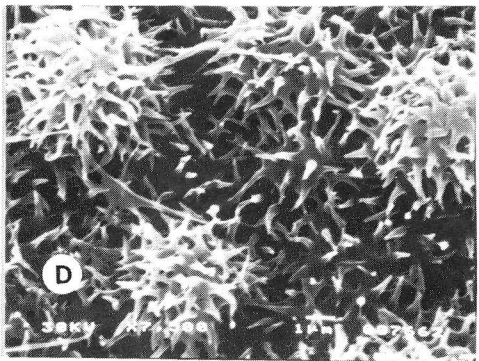
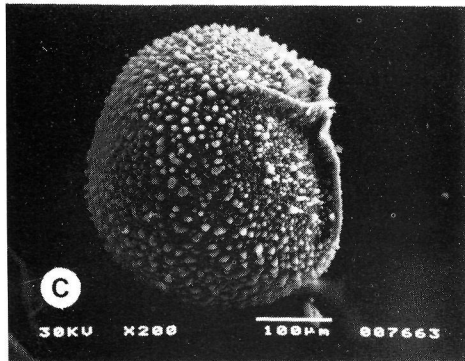
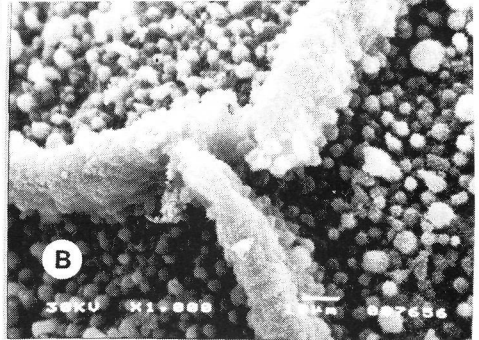
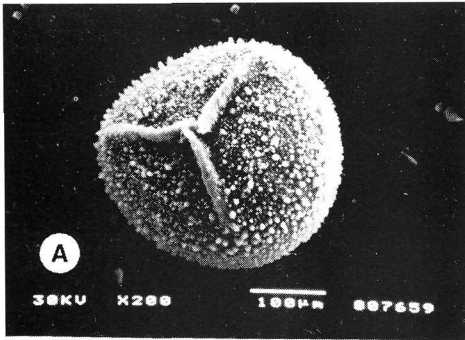
### *Pteris incompleta* Cav.

El perisporio está provisto de tubérculos más o menos fusionados en el borde de la lesura y en la cara distal.

La superficie del perisporio contiene báculos que alcanzan  $1'3 \mu\text{m}$ . de longitud y presentan una distribución irregular con orientación variable. También habría

---

**Figura 3.-** Microfotografías electrónicas de *Selaginella denticulata* (L.) Link. Macrosporas. A, cara proximal, B, detalle de la lesura. Microsporas. C, vista lateral; D, detalle de la superficie de la cara distal; E, cara proximal; F, detalle de tubérculos que adquieren un aspecto alveolar, G, cista lateral; H, aspecto tuberculado del perisporio.



que mencionar la presencia de glóbulos adheridos al perisporio (LUGARDON, 1981), ( Fig. 4, F).

En otras esporas aparece una capa externa relativamente delgada que posiblemente forme parte del perisporio y además, se fragmenta fácilmente originando escamas irregulares (Fig. 4, D)

En la zona ecuatorial de la espora se distingue un cingulo de 5 a 8'7  $\mu\text{m}$ . de ancho, que en la mayoría de los casos es sinuoso, experimentando una estrechez en los ángulos (Fig. 4, C y E).

#### ***Adiantum reniforme* L. var. *reniforme***

El exosporio presenta una superficie psilada, aunque sobre ella se observan fragmentos laminares que derivan probablemente del desprendimiento del perisporio (Fig. 4, G y H).

#### ***Anogramma leptophylla* (L.) Link**

En la cara distal del perisporio se desarrollan elementos tuberculo-vermiculados de 1'8 a 10'5  $\mu\text{m}$ . de largo por 3'2 a 0'7  $\mu\text{m}$ . de ancho. Entre éstos quedan espacios libres de hasta 1'25  $\mu\text{m}$ . de ancho. Por otra parte, la cara proximal, concretamente en el área que bordea a la lesura, está dominada por mamelas sin dejar espacios libres entre ellas.

La superficie es con frecuencia granulada y en ciertas esporas se aprecian glóbulos de aproximadamente 0'27  $\mu\text{m}$ . de diámetro y de distribución irregular (Fig. 5, B).

Es característico de esta especie la presencia de tres anillos botuliformes, dispuestos en la zona ecuatorial de la espora. Son paralelos entre sí, no se fusionan en casi toda su extensión, y se acortan a nivel de la dirección de los extremos de los brazos de la lesura (Fig. 5, A)

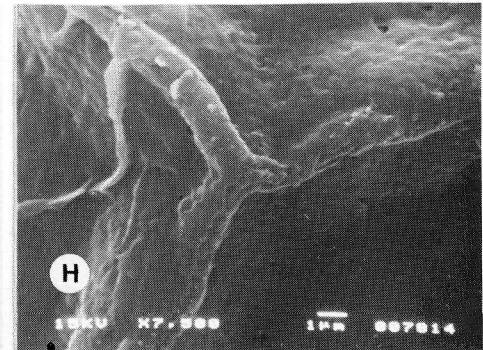
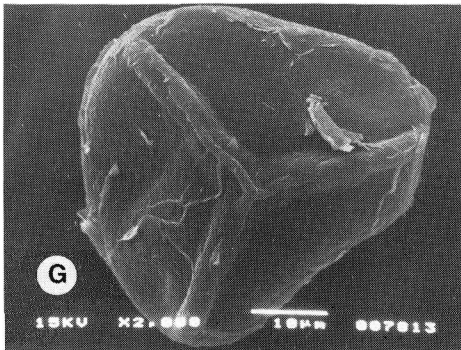
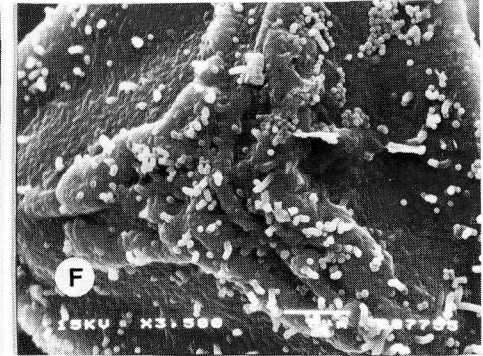
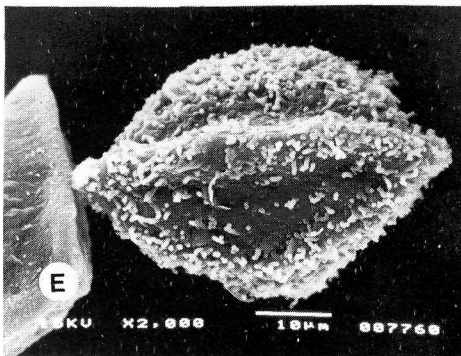
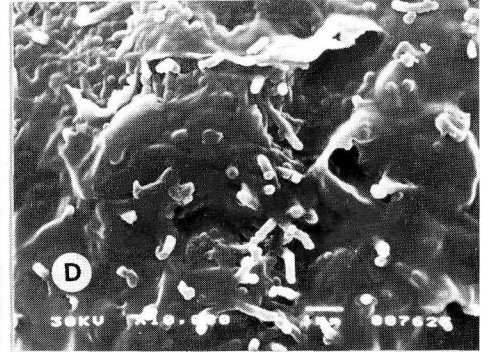
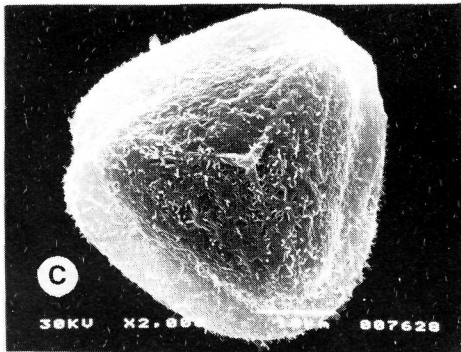
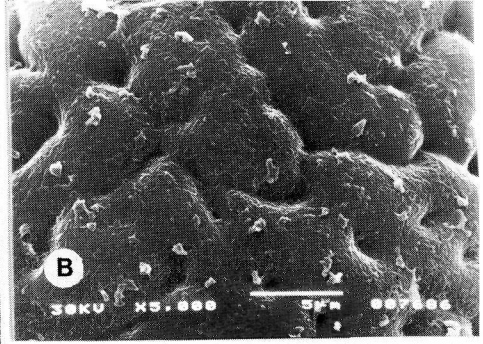
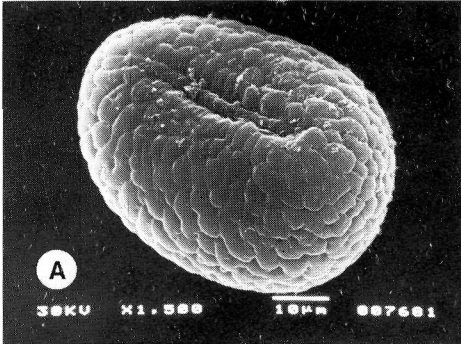
#### ***Hymenophyllum tunbrigense* (L.) J. E. Sm.**

Los brazos de la lesura están ornamentados por espínulas dispuestas en varias direcciones, que en la mayoría de los casos se unen por sus bases relativamente anchas (Fig. 5, D).

El perisporio está adornado de procesos papilado-espínulosos y, no pasan de 1'4  $\mu\text{m}$ . de altura. Entre los elementos ornamentales existen pequeñas perforaciones que se encuentran preferentemente en la cara proximal y de forma aislada ( Fig. 5, C).

---

**Figura 4.-** Microfotografías electrónicas de *Polypodium macaronesticum* Bobrov. A, cara proximal oblicua; B, detalle de cara distal mostrando el fino perisporio. *Pteris incompleta* Cav.: El Pijaral. C, cara proximal; D, detalle de la superficie de cara distal. *P.incompleta*: Las Yedras. E, vista lateral; F, aspecto tuberculado de la cara proximal. *Adiantum reniforme* L. var. *reniforme*. G, cara proximal; H, particularidad de la superficie del exosporio alrededor de la laesura.



***Vandenboschia speciosa* (Willd.) Kunkel**

Los brazos de la lesura están ornamentados de espínulas relativamente dispersas.

El perisporio papilado-espinoso, con elementos de hasta 1'7  $\mu\text{m}$ . de altura (Fig.5, E y F).

***Culcita macrocarpa* C. Presl**

La superficie del perisporio es por lo general fimbriada, con fimbrias de hasta 2'4  $\mu\text{m}$ . de largo, que se distribuyen de una manera no uniforme. A veces, la superficie está psilada, ya que parece que las fimbrias se rompen y se desprenden (Fig. 5, G y H).

***Asplenium hemionitis* L. var. *hemionitis***

El perisporio presenta pliegues cónicos o columnares, con espigas que llegan a tener en las crestas 2'4  $\mu\text{m}$ . de alto. Los pliegues se anastomosan y sus bases están perforadas de poros de hasta 2  $\mu\text{m}$ . de diámetro. Las areolas tienen contorno irregular y en su interior se observan espínulas de forma dispersa (Fig. 6, A y B).

***Asplenium onopteris* L. var. *onopteris***

El perisporio contiene pliegues cónicos, tendiendo a ser mamilados, que miden usualmente de 1'3 a 3'8  $\mu\text{m}$ . de ancho. Están en su mayor parte anastomosados, sus crestas se encuentran dentadas y sus bases poseen poros que alcanzan 2  $\mu\text{m}$ . de diámetro y, en ocasiones son de 2'75  $\mu\text{m}$  (Fig.6, C y E).

La superficie de los pliegues es lisa y la de las areolas, más o menos poligonales, se encuentran ocasionalmente perforadas y están cubiertas por espínulas que en la mayoría de los casos se anastomosan para formar una estructura casi reticular (Fig.6, D y F).

***Ceterach aureum* (Cav.) Buch var. *aureum***

El perisporio está constituido por escasos pliegues, los cuales son cortos y anchamente cónicos (Fig. 6, G). Esta pared cuando se resquebraja desvela otra capa baculada de perisporio que es común al género *Asplenium* (Fig. 6, H).

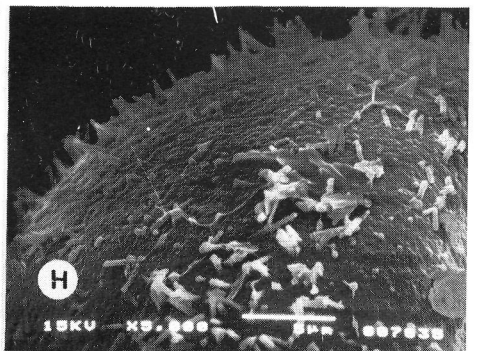
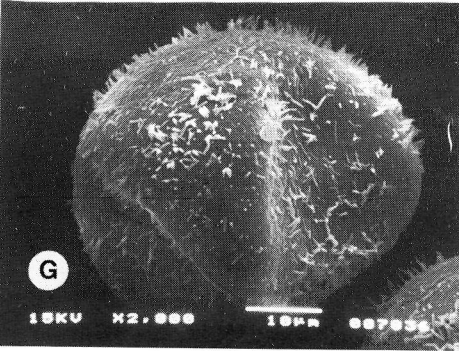
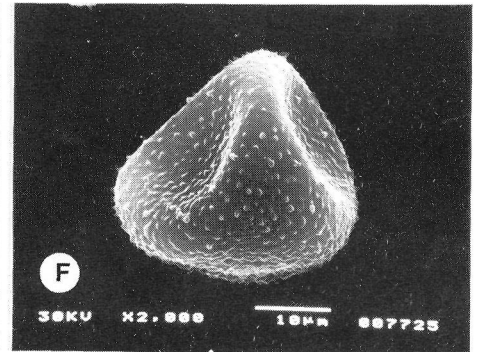
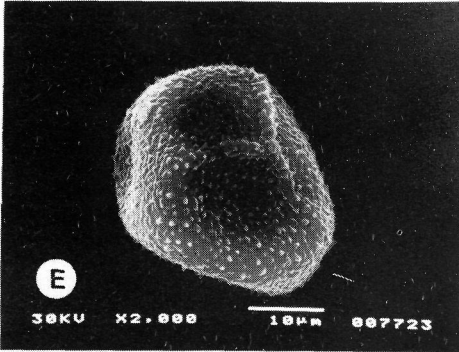
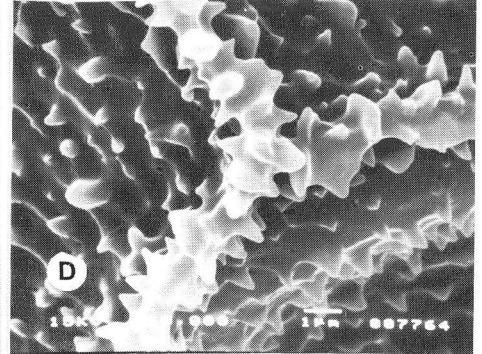
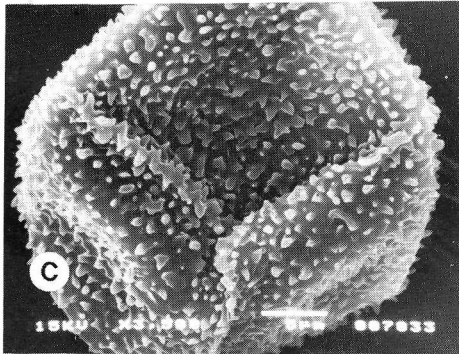
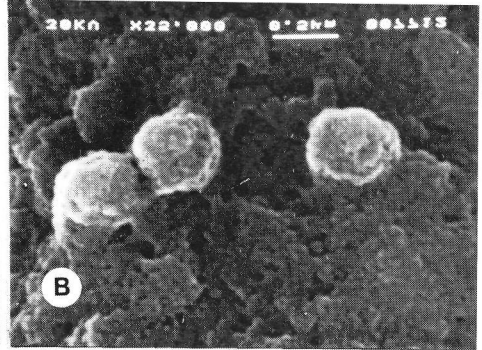
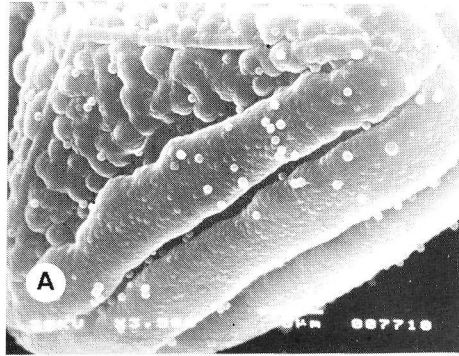
***Cystopteris viridula* (Desv.) Desv.**

Esporas densamente muricadas (AFONSO, 1982), con espigas que adquieren alturas más o menos similares de hasta 6  $\mu\text{m}$ . y extremos morfológicamente

---

**Figura 5.-** Microfotografías electrónicas de *Anogramma leptophylla* (L.) Link. A, vista lateral oblicua de los anillos botuliformes; B, detalle de la superficie con glóbulos. *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) J. E. Sm. C, cara proximal; D, particularidad de la superficie del perisporio alrededor de la laesura. *Vandenboschia speciosa* (Willd.) Kunkel. E, cara proximal en vista lateral; F, cara distal. *Culcita macrocarpa* C. Presl. G, vista lateral; H, detalle del perisporio.





constituidas por un conjunto de hasta 10 raíces o proyecciones que se anastomosan entre sí a diferentes niveles de altura (Fig. 7, **A** y **B**).

***Diplazium caudatum*** (Cav.) Jermy

El perisporio de superficie escabra, con pliegues columnares de recorrido sinuoso y grosor variable (0'6 a 4  $\mu\text{m}$ .). Los pliegues relativamente escasos, se anastomosan entre sí delimitando areolas que usualmente son subcirculares, y están engrosados en las zonas de confluencia (Fig. 7, **C** y **D**).

***Dryopteris oligodonta*** ( Desv.) Pic.-Serm.

El perisporio está constituido por pliegues de recorrido sinuoso, a veces no se anastomosan, y tienen una sección anchamente cónica con crestas casi redondeadas (Fig. 7, **E**).

La ornamentación de la superficie del perisporio es rugoso-granulosa con elementos poco prominentes (Fig. 7, **F**)

***Dryopteris guanchica*** Gibby et Jermy

En el perisporio se puede observar pliegues columnares largos que no se anastomosan entre sí (Fig. 8, **A**) o se desarrollan procesos cortos y gruesos tuberculado-ectovermiculados (Fig. 8, **C** y **D**).

En la superficie del perisporio se aprecian pequeñas y delgadas crestas equinuladas (Fig.8, **B**), que a veces se conectan entre sí para formar un microrretículo irregular (Fig. 8, **C**).

***Dryopteris affinis*** (Lowe) Fras.-Jenk. ssp *affinis* var. *affinis*

El perisporio es ectovermiculado con elementos relativamente alargados, sinuosos, independientes y, en algunos casos ramificados con dimensiones que varían entre 0'6 y 5'7  $\mu\text{m}$ . de ancho (Fig. 7, **G**)

La superficie es venulada y en determinadas áreas de la espora se desarrollan procesos alados (Fig. 7, **H**).

***Polystichum setiferum*** (Forssk.) Woyнар

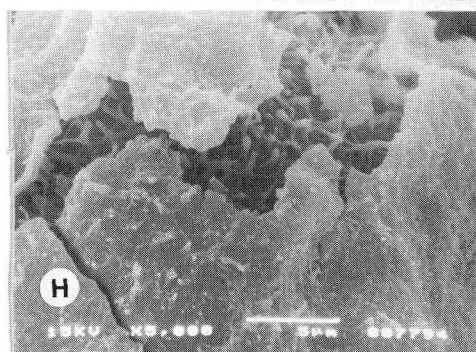
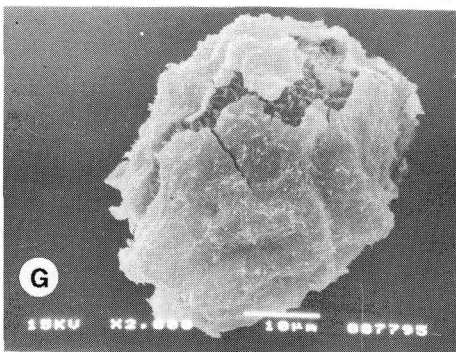
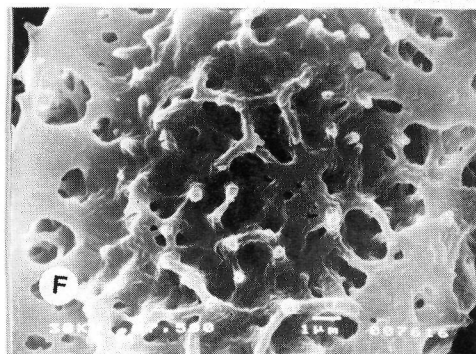
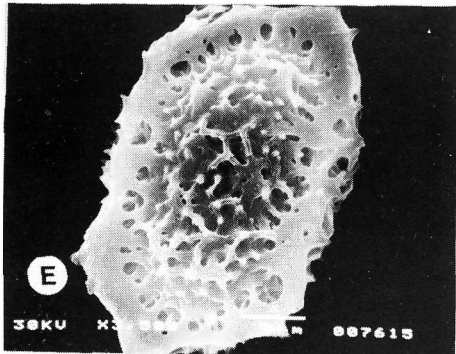
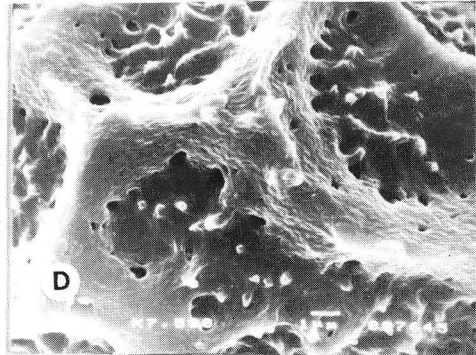
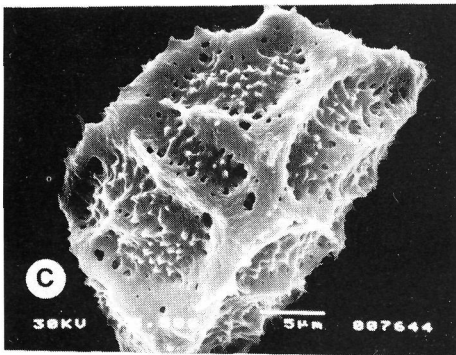
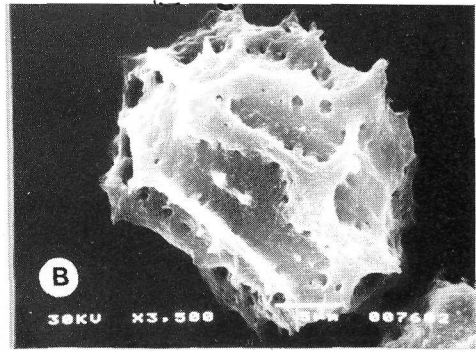
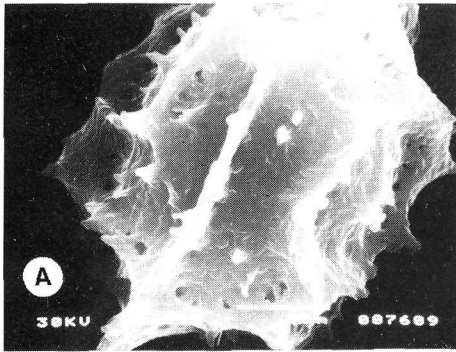
El perisporio es flaviforme, con los pliegues fenestrados de formas variadas y recorridos cortos y tortuosos. Asimismo cabe destacar que los pliegues configuran bordes ondulados. Las fenestras de 0'54  $\mu\text{m}$ . de diámetro medio, algunas de ellas están taponadas (Fig. 8, **E** y **G**).

La superficie del perisporio lleva incrustada espínulas dispersas de 0'2 a 1  $\mu\text{m}$ . de largo, especialmente visibles en las crestas (Fig. 8, **F** y **H**).

---

**Figura 6.-** Microfotografías electrónicas de *Asplenium hemionitis* L. var. *hemionitis*. A, cara proximal; B, vista lateral de la cara proximal. *Asplenium onopteris* L. var. *onopteris*: Monte Aguirre. C, vista lateral; D, detalle del perisporio. A. *onopteris* L. var. *onopteris*: El Pijaral. E, cara distal; F, detalle del perisporio de la cara distal. *Ceterach aureum* (Cav.) var. *aureum*. G, vista lateral de la cara distal; H, detalle del perisporio fracturado.





***Davallia canariensis* (L.) J. E. Sm.**

El exosporio presenta tubérculos, a excepción del área que rodea la lesura, con formas más o menos redondeadas, están usualmente espaciados entre sí y miden alrededor de 1'84  $\mu\text{m}$ . de alto y 2'92  $\mu\text{m}$ . de diámetro (Fig. 9, A y B).

***Woodwardia radicans* (L.) J. E. Sm.**

El perisporio posee pliegues, estrechos y más o menos elevados que pueden alcanzar los 7'5  $\mu\text{m}$ . de alto. Presentan sección columnar y frecuentemente se anastomosan limitando de 3 a 6 areolas por cara (Fig. 9, C).

La superficie del perisporio está constituida por báculos aplicados a la superficie de 0'25 a 0'92  $\mu\text{m}$ . de largo y placas más o menos circulares que apenas sobrepasan los 0'78  $\mu\text{m}$ . de diámetro (Fig. 9, D).

***Blechnum spicant* (L.) Roth**

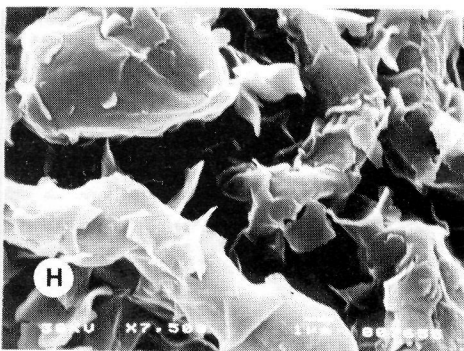
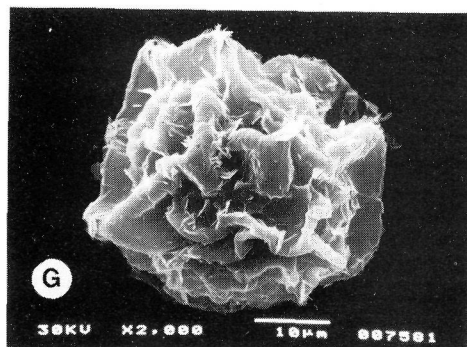
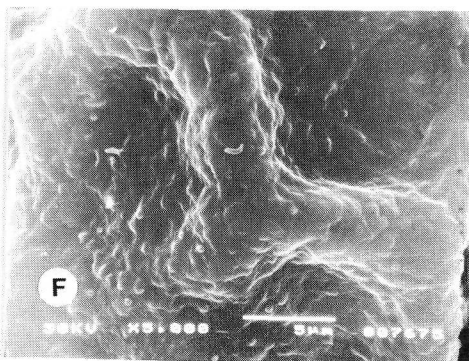
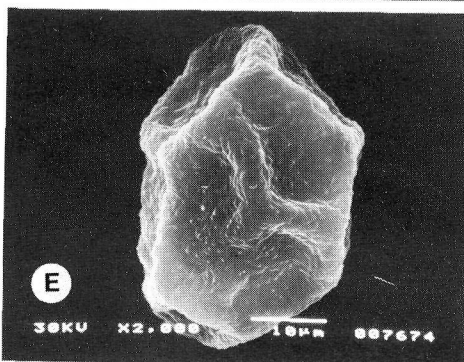
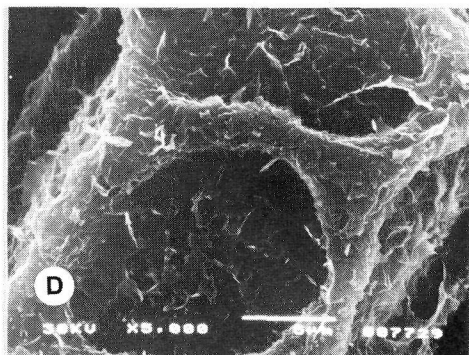
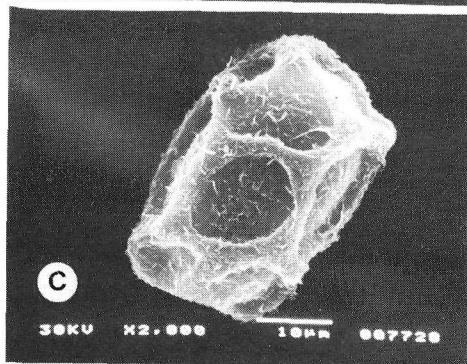
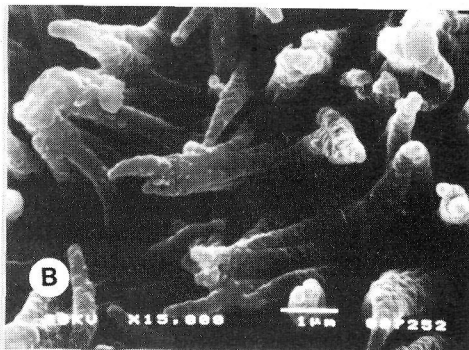
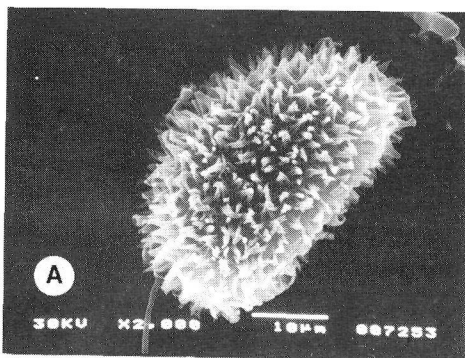
La superficie del perisporio es generalmente psilada, aunque pueden apreciarse pequeñas excrescencias irregulares. Esta pared es muy quebradiza, revela que entre las dos capas de perisporio hay un gran número de cavidades de tamaños variables según DEVI (1980) y además, se observa claramente que no está sujeta al exosporio psilado (Fig. 9, E y F).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el monteverde de la Sierra de Anaga vive aproximadamente el 40% del total de taxones diferentes que se citan para la isla de Tenerife. Esta proporción equivale a los 20 taxones estudiados, de los cuales 13 de ellos poseen esporas monoletas y el resto triletas. Estos últimos taxones se distribuyen por las partes más altas de la ladera norte de la Sierra de Anaga donde se asienta este bosque subtropical que recibe una gran influencia de los vientos alisios, y van saturados de humedad; mientras que la ladera Sur, más árida, solamente tiene *A. reniforme* var. *reniforme* con esporas triletas. La presencia relativa de abundantes helechos con estas esporas y la gran variedad de la flora pteridológica en esta zona de Tenerife proporciona al bosque un carácter relicto (WAGNER, 1974). Lo que no se sabe es el porqué las esporas triletas se desarrollan mejor en bosques húmedos que en secos, ni tampoco cuáles fueron los mecanismos de dispersión empleados por las esporas para llegar a las Islas Canarias. Se tienen conocimientos de que la mayoría de los helechos que habitan en el archipiélago

---

**Figura 7.-** Microfotografías electrónicas de *Asplenium hemionitis* L. var. *hemionitis*. A, cara proximal; B, vista lateral de la cara proximal. *Asplenium onopteris* L. var. *onopteris*: Monte Aguirre. C, vista lateral; D, detalle del perisporio. *A. onopteris* L. var. *onopteris*: El Pijaral. E, cara distal; F, detalle del perisporio de la cara distal. *Ceterach aureum* (Cav.) var. *aureum*. G, vista lateral de la cara distal; H, detalle del perisporio fracturado.



canario son de origen paleomediterráneo y el resto son africanos como *A. reniforme* var. *reniforme*.

Nuestros resultados nos permiten concluir que hay esporas pertenecientes a poblaciones de varios taxones que son altamente variables dentro de un mismo ecosistema, tal como se explica posteriormente. Por otra parte, si se comparan ornamentaciones y tamaños esporales entre taxones originarios de Europa y Canarias, las diferencias son aún más acusadas, tal como demostramos al relacionar nuestros estudios con los tamaños reflejados en la tabla 1 y las descripciones ornamentales con sus respectivas microfotografías electrónicas realizadas por FERRARINI *et al.* para taxones italianos.

Actualmente, no se tienen razones para entender estas diferencias; tal vez puedan ser atribuidas a una elevada o baja humedad atmosférica, a una mayor o menor precipitación pluviométrica, a diferentes citotipos, etc., (PUTTOCK & QUINN, 1980).

Es de resaltar el tamaño relativamente grande de las esporas *C. viridula*, dentro del complejo *Cystopteris fragilis*, el cual es de  $45'6 \mu\text{m}$ . de longitud, dimensiones coincidentes con las que dio a conocer BLASDELL (1963), y por otro lado, la gran densidad de espinas (JERMY & HARPER, 1971), son características que están en relación con el aumento del nivel de ploidía de la especie.

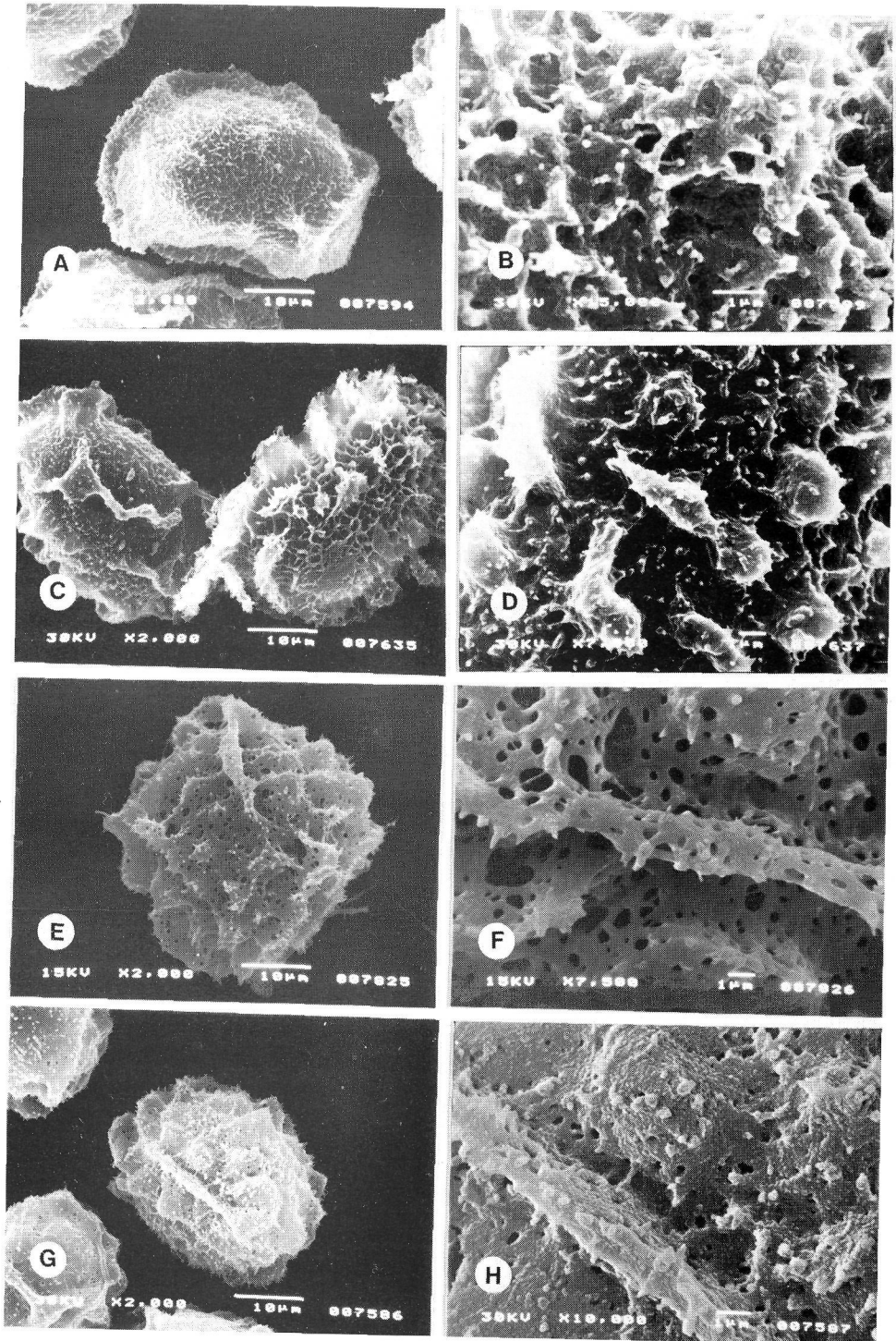
En otro sentido, creo que no es conveniente acuñar el tipo espinoso-lagunar para estas esporas según PEARMAN (1976). Parece ser que el origen de las raíces o proyecciones se deba al anastomarse entre sí a diferentes niveles de altura un grupo de espinas (AFONSO, 1982), en las que se observan individualizadas en una gran parte de su extensión. Se propone revisar un mayor número de muestras para interpretar la evolución del complejo *Cystopteris fragilis*, ya que actualmente existen contradicciones científicas al respecto. Por último, se ha de reseñar que el *C. viridula* produce frecuentemente esporas monoletas, pero en algunos momentos de su fructificación originan triletas. Esto se debe a que el fenómeno del hibridismo o apogamia está conectado con este complejo y que ha sido investigado en algunos géneros por NAYAR (1963), y se tiene que rechazar toda posibilidad de contaminación entre esporas de taxones distintos.

En el presente estudio, al comparar las ornamentaciones esporales de las especies *B. spicant* y *W. radicans*, se observa que las esporas de la segunda especie llevan en su perisporio un gran número de depósitos superficiales. Debido a ésto, se concluye que el *B. spicant* con perisporio casi liso parece más evolucionado que *W. radicans*, hipótesis coincidente con las interpretaciones obtenidas por TRYON & LUGARDON (1991).

---

**Figura 8.** - Microfotografías electrónicas de *Dryopteris guanchica* Gibby et Jermy: Las Vueltas de Taganana. A, vista lateral; B, detalle de la superficie del perisporio. *D. guanchica* Gibby et Jermy: El Pijaral. C, vistas laterales; D, procesos tuberculados del perisporio. *Polystichum setiferum* (Forssk.) Woynar: El Pijaral. E, vista lateral en posición transversal; F, detalle del perisporio. *P. setiferum* (Forssk.) Woynar: Las Yedras. G, cara proximal oblicua; H, detalle de la ornamentación alrededor de la lesura.





Los estudios realizados en cuanto al tamaño esporal en dos poblaciones diferentes para cada uno de los taxones: *P. incompleta*, *A. onopteris* var. *onopteris*, *D. guanchica* y *P. setiferum* ponen de manifiesto su gran variabilidad, tal como se refleja en el test de SIMPSON Y ROE para los parámetros esporales, longitud o diámetro ecuatorial, en vista polar, según el tipo de espora (fig. 2).

También se han realizado estudios comparativos para la ornamentación esporal de los mismos taxones, cuyos resultados son los siguientes:

En el Pijaral, las esporas de *P. incompleta* presentan una capa delgada que se fragmenta fácilmente y que posiblemente corresponda al perisporio. Y por otro lado, las plantas que proceden de Las Yedras, sus esporas no llevan esta capa y el exosporio presenta tubérculos que generalmente están fusionados entre sí, se distribuyen fundamentalmente en la cara distal y forman una cadena paralela junto a los brazos de la lesura. Es posible que la pérdida de perisporio se deba al grado de madurez de las esporas (fig. 4, C, D, E y F).

En el Pijaral, las esporas de *A. onopteris* var. *onopteris* contienen espínulas que crecen para alcanzar un mayor grado de solapamiento entre sí en la superficie de las areolas, por lo que construyen un retículo más desarrollado en relación a las esporas de poblaciones del Monte Aguirre. Además, se constata que tanto el número como el tamaño de las perforaciones es mayor en las esporas de poblaciones del Pijaral que del Monte Aguirre, (fig. 6, C, D, E y F).

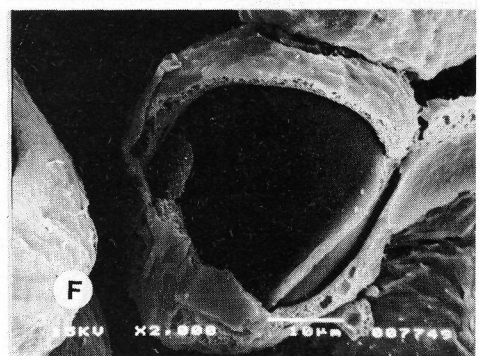
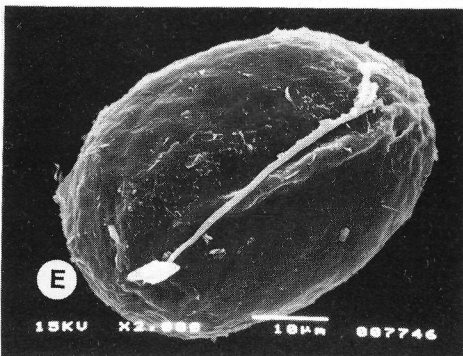
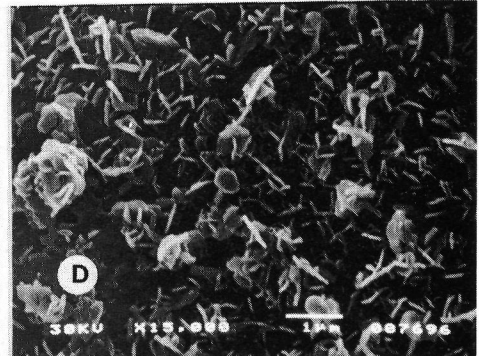
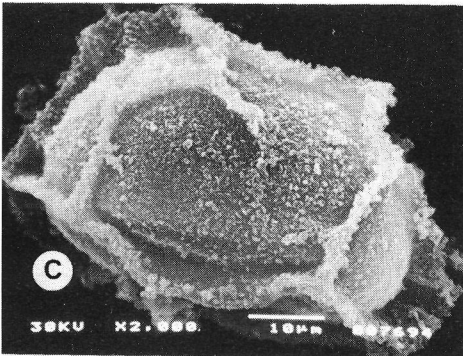
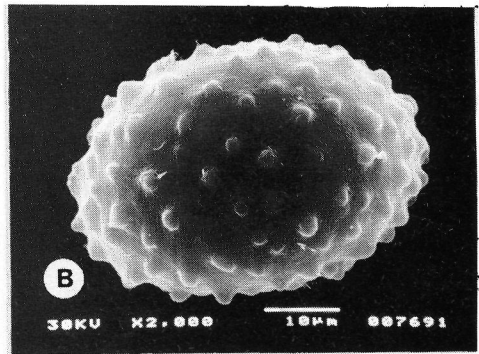
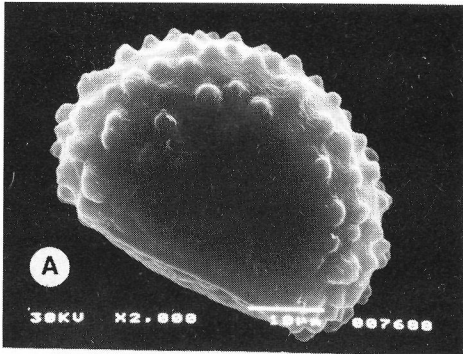
En las Vueltas de Taganana, las esporas del *D. guanchica* presentan pliegues largos y columnares que forman parte de un perisporio en cuya superficie se aprecian crestas anastomosadas entre sí que proporcionan un microrretículo irregular. Por otra parte, las esporas de las poblaciones del Pijaral llevan un perisporio formado por elementos gruesos, tuberculo-vermiculados, que se extienden sobre crestas anastomosadas para formar un mayor grado de reticulación en relación a las esporas de las Vueltas de Taganana. Con respecto a los resultados de esta especie, existe unas diferencias ornamentales muy variables entre ambas poblaciones, por lo que me permiten concluir que se puede tratar de dos taxones que se encuentran muy próximos evolutivamente. Para aclarar estas diferencias es preciso realizar nuevas y profundas investigaciones sobre esta especie de la Sierra de Anaga, (Fig. 8, A, B, C y D).

En la ornamentación de las esporas del *P. setiferum* no se aprecian diferencias significativas entre los perisporios de ambas poblaciones. Es menester destacar que las esporas de las plantas del Pijaral adquieren perforaciones ligeramente superiores en tamaño en relación a la población de Las Yedras, (Fig. 8, E, F, G y H).

Por último, señalar que la terminología empleada para describir la ornamentación de las esporas es muy escasa por lo que se nos hace difícil en ciertos momentos llevar a buen término nuestro trabajo científico.

---

**Figura 9.** Microfotografías electrónicas de *Davallia canariensis* (L.) J. E. Sm. A, vista lateral; B, cara distal. *Woodwardia radicans* (L.) J. E. Sm. C, cara distal; D, superficie del perisporio. *Blechnum spicant* (L.) Roth. E, cara proximal; F, espora fracturada mostrando el perisporio y el exosporio.



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente expreso mi agradecimiento a mis compañeros Dra. Nieves González del departamento de Criptogamia del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" de Tafira y al Prof. Pedro Alberto Lorenzo del I.B. "Domingo Rivero" de Arucas por ayudarme a preparar este manuscrito e interesarse por él.

A la Dra. Carmen Prada del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad Complutense de Madrid y al Dr. José Ormonde, del Museo, Laboratorio y Jardín Botánico de la Universidad de Coimbra quiero manifestar mi gratitud por sus revisiones científicas y por los envíos bibliográficos que me han facilitado en todo momento.

Y por último, a la Dra. Alicia Roca y Dra. Julia Pérez del departamento de microscopía electrónica del Jardín Botánico "Viera y Clavijo" de Tafira agradecerles las facilidades dadas en la obtención de microfotografías electrónicas de barrido.

## BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO, M. L., 1982.- Contribuição para o estudo do género. *Cystopteris Bernh.* Em Portugal continental e insular. *Bol. Soc. Brot.*, 55: 337-352.
- BENNERT, G., W. JÄGER & G. THEREN, 1982.- Sporenmerkmale von Sippen des *Asplenium adiantum-nigrum*-komplexes und ihre systematische Bedeutung. *Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 95*: 297-312.
- BIDAULT, M., 1968.- Essai de taxonomie expérimentale et numérique sur le *Festuca ovina* 1.S.L. Du sud-est de la France. *Rev. Cytol. Et biol. Et biol vég.* 31: 217-356.
- BLASDELL, M. F., 1963.- A monographic study of the fern genus *Cystopteris*. *Mem. Torr. Bot. Club* 21: 1-102.
- DEVI, S., 1980.- The concept of perispore - an assessment. *Grana* 19: 159-172.
- FERNANDES, A. & R. FERNANDES, 1980 eds.- *Iconographia selecta florae azoricae. Fasc. I*. Ed. A. Secretaria regionali culturae regionis autonomae azorensis. Conimbriga. 121 pp.
- 1983 eds.- *Iconographia selecta flora azoricae. Fasc. II (Vol.I)* Ed. A. Secretaria regionali culturae regionis autonomae azorensis. Conimbriga. 132-285 pp.
- FERRARINI E., F. CIAMPOLINI, R.E.G. PICHI-SERMOLLI & D. MARCHETTI, 1986.- *Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae. Webbia* 40(1): 1-102.
- GIBBY, M., A.C. JERMY, H. RASBACH, K. RASBACH, T. REICHSTEIN & G. VIDA, 1977.- The genus *Dryopteris* in the Canary Islands Azores and the description of two new tetraploid species. *Botanical Journal of the Linnean Society* 74: 251-277.
- GONZALEZ HENRIQUEZ, N., 1980.- Contribución al estudio de las esporas de helechos de Canarias: I (Polypodiaceae, Davalliaceae). *Bot. Macaronésica.* 7: 53-66.
- JERMY, A. C. & L. HARPER, 1971.- Spore morphology of the *Cystopteris fragilis* complex. *Brit. Fern. Gaz.* 10: 211-213.
- LUGARDON, B., 1981.- Les globules des *Filicinées*, homologues des corps d'Ubisch des Spermaphytes. *Polen & Spores* 23: 93-124.
- MOY, C.J., 1988.- Variations of fern spores ultrastructure as reflections of their evolution. *Grana* 27: 39-51.
- MITUI, K., 1979.- Spore morphology of the genera, *Blechnum*, *Struthiopteris* and *Woodwardia* (Blechnaceae). *Bull. Nippon Dental Univ.* 8: 139-148. F. 1-36.
- NAYAR, B. K., 1963.- Spore morphology of *Loxogramme*. *Grana Palynol.* 4: 388-392.
- & DEVI, S., 1964.- Spore morphology of Indian ferns. II. Aspleniaceae and Blechnaceae. *Grana Palynol.* 6(3): 476-502.
- & DEVI, S., 1966.- Spore morphology of the Pteridaceae. I. The *Pteridoid* ferns. *Grana Palynol.*



- 5(2): 222-246.
- ORMONDE, J., 1990.- O género *Ceterach* Willd. Nas Ilhas Macaronésicas. In J. Rita. Simposio sobre "Taxonomía, Biogeografía y Conservación de Pteridófitos". Menorca: 157-170.
- 1991.- O complexo *Asplenium aethiopicum* (Aspleniaceae, Pteridophyta) nas Ilhas Macaronésicas. *Acta Bot. Malacitana*, 16(1): 293-415.
- OSSUNA Y VAN DER HEEDÉ, M., 1897.- Noticias sobre la flora y la fauna de Anaga. *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, (2), 6(2): 179-186.
- PEARMAN, R. W., 1976.- A scanning electron microscopic investigation of the spores of the genus *Cystopteris*. *Fern. Gaz.* 11(4): 221-230.
- PUTTOCK, C. F. & C.J. QUIN, 1980.- Perispore morphology and the taxonomy of Australian Aspleniaceae. *Aust. J. Bot.* 28: 305-322.
- QUEIROS, M., J. ORMONDE & I. NOGUEIRA, 1991.- Contribuição para conhecimento citotaxónomico da flora dos Açores, IV. *Acta Boct. Malacitana*, 16(1): 281-292.
- ROBERTS, R. M., 1979.- Spore size in *Asplenium adiantum-nigrum* L. and *A. onopteris* L. *Watsonia* 12(3): 233-238.
- SAENZ DE RIVAS, C., 1976.- Sobre la nomenclatura palinológica: la esporodermis. *An. Ins. Bot. Cavanilles* 33: 159-177.
- & RIVAS MARTINEZ, S., 1979.- Revisión del género *Cheilantes* (Sinopteridaceae) en España. *Lagasalia* 8: 215-241. T.1-7.
- SALVO, E. *Guía de helechos de la Península Ibérica y Baleares. Ibérica y Baleares*. Ed. Pirámide. Madrid. 377 pp.
- SÁNCHEZ VELÁZQUEZ, T., 1989.- P-4 *Ecología de la flora pteridológica de la Sierra de Anaga* (Tenerife). En VII *Simposio Ciencias Criptogámicas*, Melilla, 23-26 septiembre de 1989.
- TRYON, A. F. & B. LUGARDON, 1991.- *Spores of the Pteridophita*. Surface, Wall Structure, and Evolution based on Electron Microscope Studies. Ed. Springer-Verlag. New York. 648 pp.
- VIANE, R. & VAN COTTHEM, 1991.- Spore morphology and Stomatal Characters of some Kenyan *Asplenium*-species. *Ber Deutsch. Bot. Ges. Bd.* 90: 219-239.
- WAGNER, W. H. J. R., 1974.- Structure of spores in relation to Ferns Phylogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61(2): 332-353.