

SOBRE LA DISTRIBUCION DEL ALMIDON EN LAS *LYCOPODIALES*

Ana M. IBARS, Mercedes VILAR, Julio IRANZO & A. Enrique SALVO

RESUMEN: Se realiza una descripción de las zonas donde se acumula almidón, tanto en el tallo erecto como en el rastrero de Lycopodiales, observando que su disposición depende, en las especies estudiadas, del biotipo y de la anatomía.

SUMMARY: A detailed description of the zones where the starch is stored, both in the aerial shoot and the creeping stem of the Lycopodiales is done, correlating it with the biotypes and anatomy of the studied species.

Palabras clave: Almidón, anatomía, Lycopodiales.

Key words: Starch, anatomy, Lycopodiales.

INTRODUCCION

El presente artículo constituye una aportación más de nuestro equipo al conocimiento de los pteridófitos microfilianos. En estudios precedentes llevados a cabo sobre *Selaginella* (Verdú, 1986), *Equisetum* (Iranzo, Vilar & Salvo, 1985; Iranzo, Prada, Vilar & Salvo, 1986) y *Psilotum* (Leal, 1986), pudimos observar cierta constancia en la distribución del almidón en las distintas especies estudiadas, así como una correlación directa del lugar de acumulación con el modo de crecimiento y el tipo de hábitat en el que se desarrollan.

Dado que apenas existen referencias bibliográficas respecto del lugar de almacenamiento en las lycopodiales (Rolleri, 1972, 1974), nos planteamos la realización de un estudio detallado de los lugares de depósito en cada una de las especies ibéricas: *Huperzia selago* (L.) Schrank & Mart., *Lycopodium annotinum* L., *Lycopodium clavatum* L., *Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub y *Lycopodiella inundata* (L.) Holub.

MATERIAL Y METODO

El material estudiado se recolectó en una serie de expediciones programadas a fin de obtener muestras de cada uno

de los taxones de tantas localidades y poblaciones como fuese posible. De dichas recolecciones, la mayor parte del material se incluyó en el fijador, y se prensó una pequeña muestra que quedó depositada en el herbario VF. Asimismo se consultaron pliegos de otros herbarios. (Ver ADDENDA 1).

El material recolectado se fijó con la mezcla glicerina etanol-agua a partes iguales, la cual presenta gran poder de penetración en los tejidos vegetales, produciendo muy pocas alteraciones. El material procedente de herbario se sumergió en agua hasta alcanzar su completa rehidratación. Tras proceder al lavado de las muestras para eliminar el fijador, la obtención de cortes se realizó con el microtomo de congelación. Los cortes así obtenidos se tiñeron con lugol, siendo observados y fotografiados inmediatamente, ya que estas preparaciones son extemporáneas.

RESULTADOS

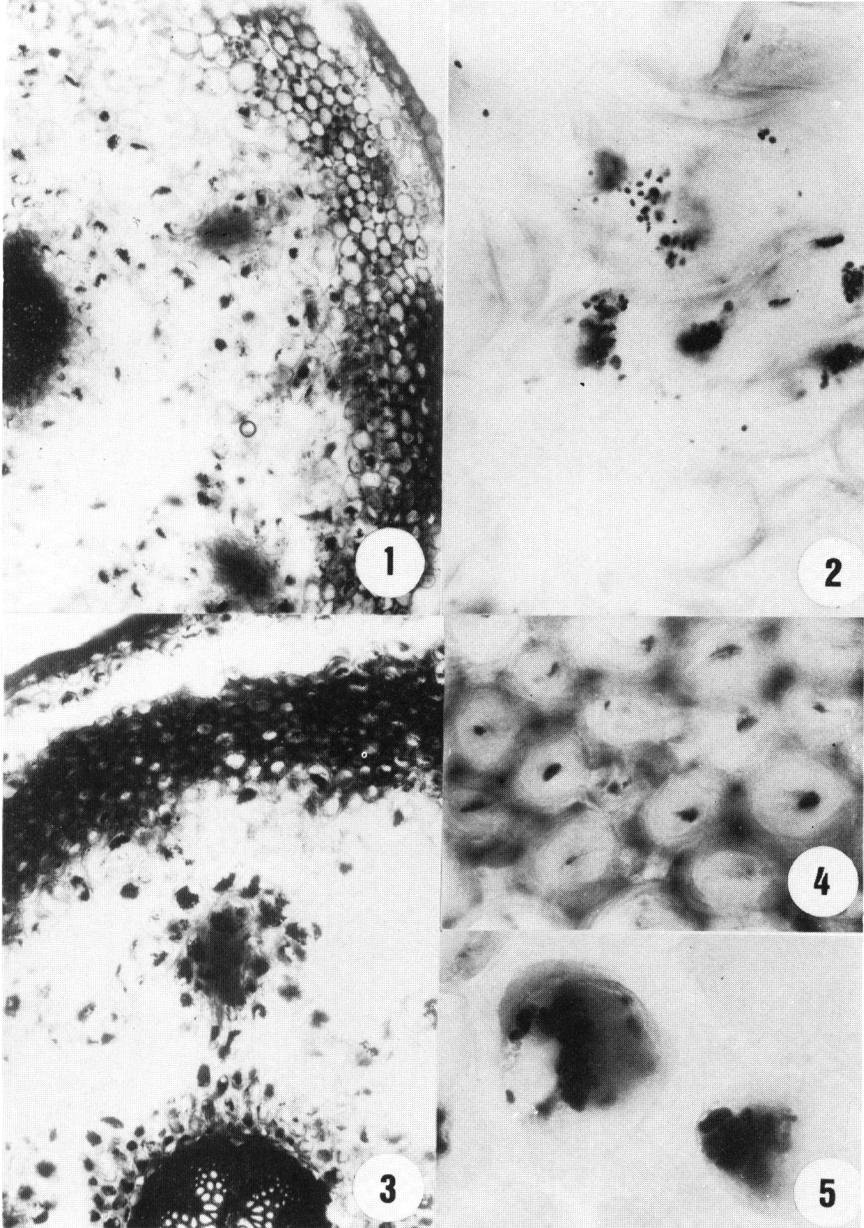
A fin de poder ofrecer una visión sintética de los resultados, éstos se han concretado en la tabla 1, en la que se expresa la presencia relativa de almidón en los distintos tejidos de la parte aérea de las especies ibéricas de Lycopodiales.

	Huperzia selago	Lycopodium annotinum	Lycopodium clavatum	Diphasiastrum alpinum	Lycopodiella inundata
VASTAGO ERECTO					
TALLO					
EPIDERMIS		++	++		
CORTEX					
Externo	++	++++	++++		
Medio	+++	+++			
Interno	++	+++	+++	+++	
ENDODERMIS		+			
PERICICLO		+			
HOJAS					
EPIDERMIS		+++		sólo estomas	
MESOFILO	++		+++		+++
VASTAGO RASTRERO					
TALLO					
EPIDERMIS	++	++			++
CORTEX					
Externo	+++	+	++++		++++
Medio	++++	++		++	+++
Interno	+++	+++	++++	+++	++
ENDODERMIS	++	++++			
PERICICLO		++++		+	
HOJAS					
EPIDERMIS	++	++	sólo estomas		
MESOFILO	++	+	+++		+++

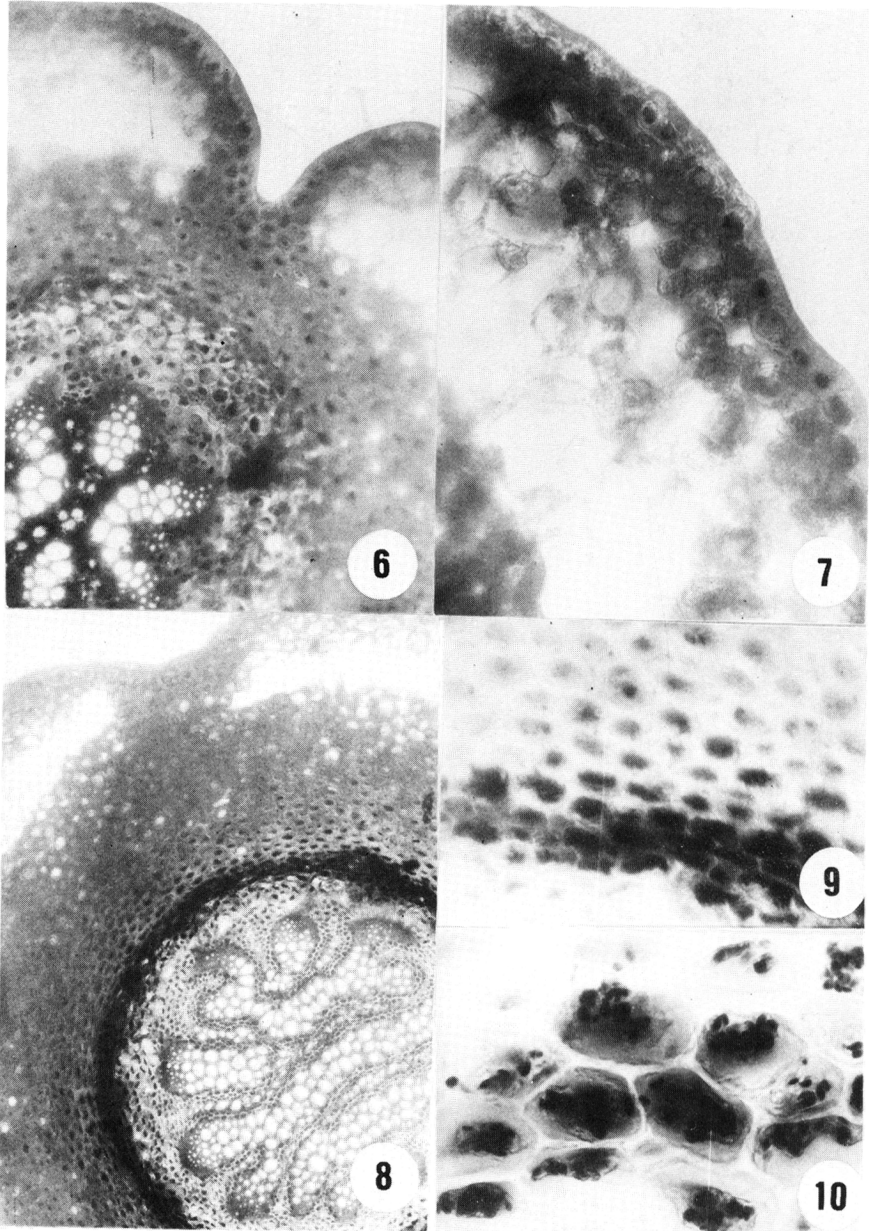
TABLA 1.

De cada una de las especies caben ser destacas las siguientes observaciones:

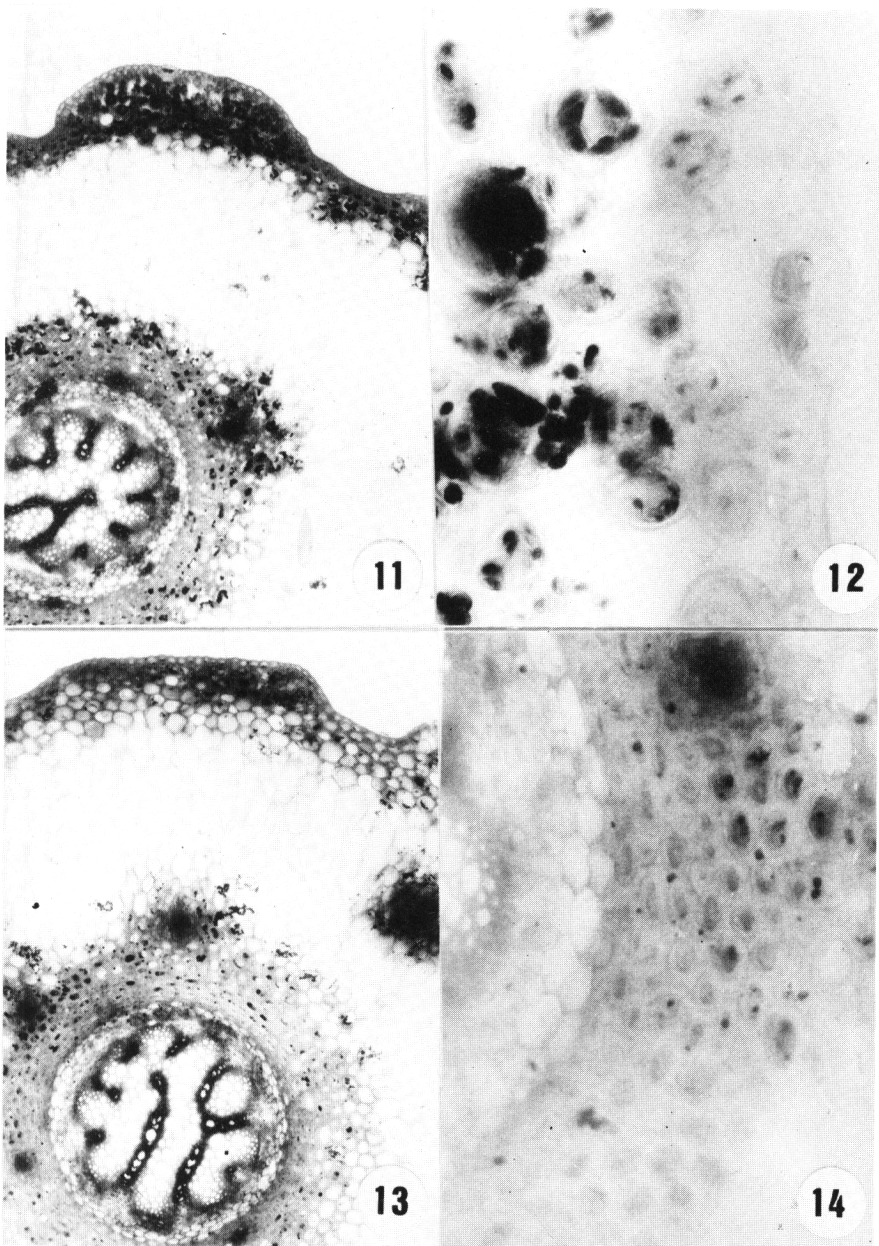
Huperzia selago (Figs. 1-5) muestra mayor acúmulo de almidón alrededor de los rastros foliares que atraviesan el



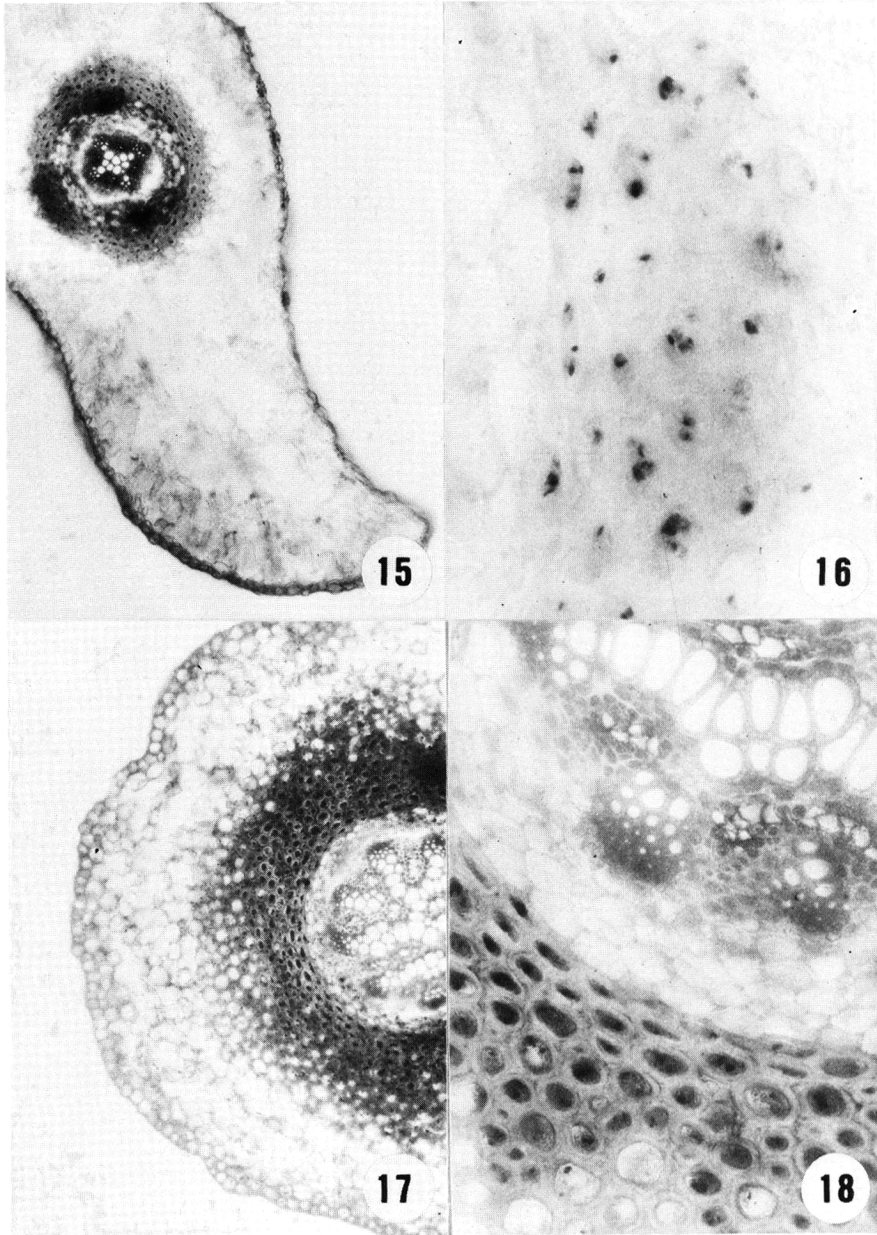
Figuras 1-5: *Huperzia selago*, secciones transversales. 1.- Tallo erecto (x 75). 2.- Detalle del córtex medio (x 300). 3.- Tallo rastrero (x 75). 4.- Detalle del córtex externo (x 300). 5.- Detalle del córtex interno (x 750).



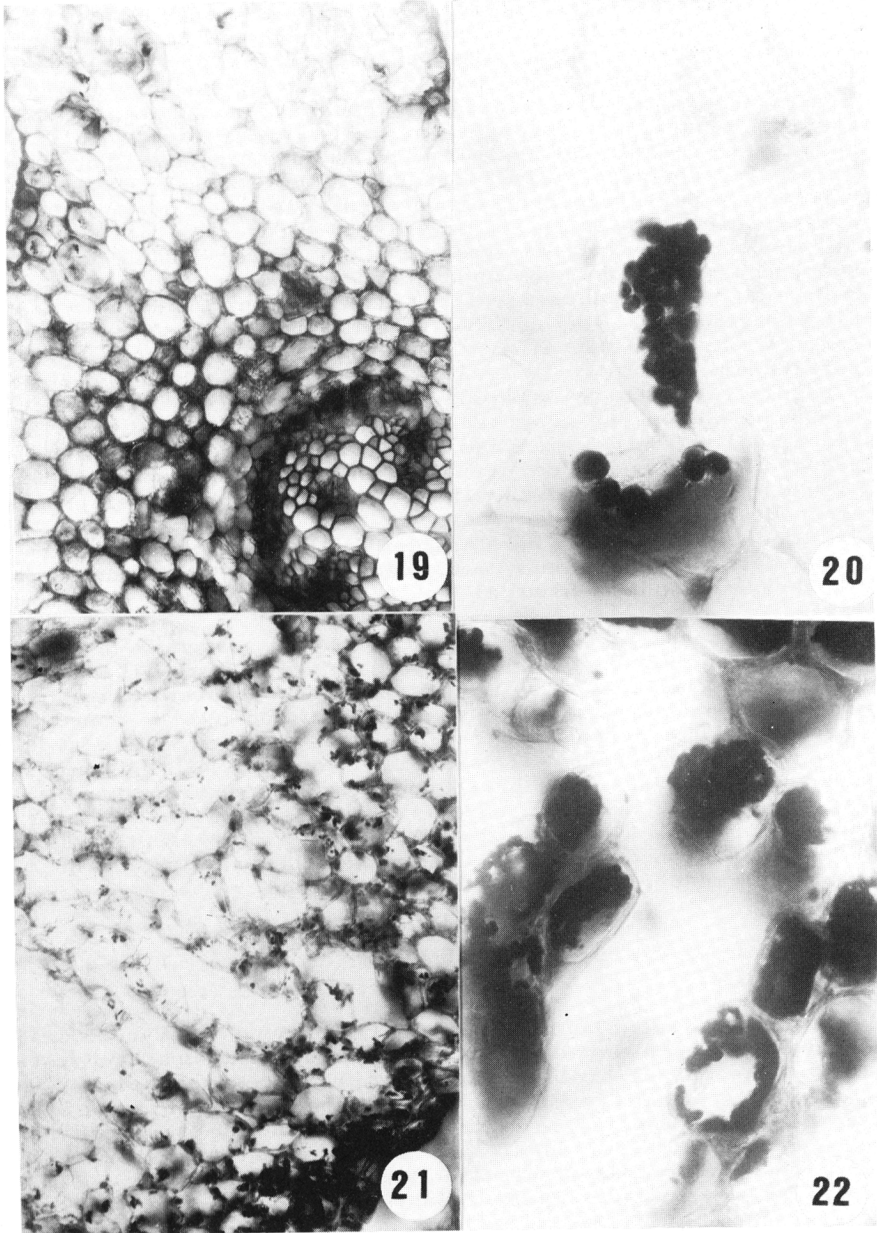
Figuras. 6-10: *Lycopodium annotinum*, secciones transversales. 6.- Tallo erecto (x 150). 7.- Detalle de la epidermis y mesofilo de la hoja (x 300). 8.- Tallo rastrero (x 75). 9.- Detalle del córtex, endodermis y periciclo (x 300). 10.- Detalle de endodermis y periciclo (x 750).



Figuras. 11-14: *Lycopodium clavatum*, secciones transversales. 11.- Tallo erecto (x 75). 12.- Detalle de epidermis y córtex externo (x 750). 13.- Tallo rastrero (x 75) 14.- Detalle del córtex interno, endodermis y periciclo (x 300).



Figuras. 15-18: *Diphasiastrum alpinum*, secciones transversales. 15.- Tallo erecto (x 150). 16.- Detalle del córtex interno (x 750). 17.- Tallo rastrero (x 150). 18.- Detalle del córtex interno, endodermis, periciclo y cilindro vascular (x 300).



Figuras. 19-22: *Lycopodiella inundata*, secciones transversales. 19.- Tallo erecto (x 150). 20.- Detalle de células del mesofilo foliar en tallo recto (x 750). 21.- Tallo rastrero (x 150). 22.- Detalle del córtex (x 750).

córtex, observándose cantidades muy pequeñas en la escasa luz que presentan las células esclerenquimáticas corticales.

Lycopodium annotinum (Fig. 6-10) presenta en su tallo erecto un córtex esclerenquimático homogéneo con la mayoría de sus células vivas. El almidón es más abundante en las células corticales externas cuyas paredes son tenues y por tanto tienen mayor luz. Las células del córtex interno en las proximidades del cilindro vascular están totalmente esclerosadas, siendo su contenido menor. Sin embargo, en el tallo rastrero ocurre lo contrario: la cantidad de almidón aumenta en las capas del córtex más cercanas al cilindro vascular, siendo en la endodermis y periciclo donde mayor acumulación se observa.

Lycopodium clavatum (Figs. 11-14) presenta tanto en su tallo erecto como en el rastrero un córtex con estructura heterogénea mostrando tres capas bien definidas. La más externa constituye una hipodermis ligeramente lignificada. La capa media está formada por células típicas corticales parenquimáticas, y la más interna tiene sus células con paredes lignificadas.

La distribución del almidón es similar en los tallos erecto y rastrero. Se pueden observar gránulos en las capas externa e interna del córtex, mientras que la capa media no acumula almidón (la presencia de gránulos en esta zona es accidental debiéndose al arrastre desde las otras capas durante el proceso de montaje de las preparaciones).

Es de señalar que en las dos o tres últimas capas de células del córtex interno ya en contacto con la endodermis no se observa almidón debido al total esclerosamiento de dichas células.

Diphasiastrum alpinum (Figs. 15-18) acumula almidón únicamente en las capas más internas del córtex, tanto del tallo erecto como del rastrero. Dicha zona está constituida por un tejido parenquimático de paredes engrosadas pero no lignificadas que actúa como colénquima de sostén. El resto de la sección corresponde al mesofilo de las hojas, que son decurrentes y en su mayor parte concrecentes entre ellas.

Lycopodiella inundata (Figs. 19-22) es la única especie estudiada que no almacena almidón en el tallo erecto. En la zona de inserción de las hojas se puede observar alguna de las células del mesofilo con acúmulos de almidón.

CONCLUSIONES

La ausencia de almidón en el tallo erecto de *Lycopodiella inundata*, así como su abundancia en el rastrero, parecen estar relacionadas con el biotipo tan especial de esta especie. Como es sabido la planta completa muere durante el invierno, con excepción de los ápices de crecimiento del rizoma que permanecen como yemas durmientes, y que al restablecerse las condiciones favorables originarán una nueva planta.

En las restantes lycopodiales estudiadas la distribución del almidón es más homogénea y parece ir en consonancia con su biotipo camefítico, correspondiendo entonces las variaciones observadas con la anatomía propia de cada especie. El lugar preferente de almacenamiento es el córtex, aunque en *Lycopodium annotinum* se almacena almidón en la endodermis y en el periciclo cuyas células muestran paredes muy engrosadas y lignificadas, dejando muy poca luz celular, lo que apenas

permite el acúmulo de almidón en esta zona. Por ello, la endodermis, el periciclo y algunas células del parénquima vascular actúan como "parénquima reservante".

ADDENDA I

Material estudiado

Huperzia selago (L.) Schrank & Mart.

ANDORRA: Por encima del lago Tristaina, 2.400 msm, 27-VIII-70, Rivas Martínez & Costa (VF 2009); El Serrat, 2.200 msm, 13-IX-81, Villar (VF 6235). BURGOS: Puerto de Lunada, Pie de cantil calizo, 1.360 msm, 20-VI-83, P. Montserrat (JACA 163083). HUESCA: Panticosa, IX-82, Villar, Stübing & Iranzo (VF 6253); Sallent de Gállego, Paco de Culivillas, Campo de Troya, 1.950-2.000 msm, 25-VIII-83, Villar (JACA 253083). NAVARRA: Macizo de Cincovillas, base del cantil norte de Mendaur, 1.100 msm, 23-VII-84, J. Balaguer & A.M. Ibars (VF 13772, 13773); Isaba, Karst con pino negro, 1.700-1.900 msm, 12-VII-83, L. Villar et al. (JACA 204783).

Lycopodium annotinum L.

ANDORRA: El Serrat, Carretera de la Cabaña de Abarsetar d'Arcalís, 1.900 msm, 8-VIII-78, Villar (VF 06231). HAUTES PYRENEES (Francia): Entre Lac de Cap de Long y Lac d'Orédon, 28-VII-84, Ibars & Balaguer (VF 13777). Ibídem, 18-IX-86, Ibars, Iranzo, Leal & Vilar (VF 14042).

Lycopodium clavatum L.

HUESCA: Canfranc. IX-81. Villar, Stübing & Iranzo (VF 6251); Somport, 1.650 msm, 25-VII-84, Ibars (VF 13774); Sallent de Gállego, proximidades del arroyo Espeluciecha, 1.850 msm, 25-VIII-84, Ibars & Balaguer (VF 13775).

Diphasiastrum alpinum (L.) Holub

ANDORRA: El Serrat, 2.000 msm, 13-IX-81, Villar (VF 6254). HUESCA: Sallent de Gállego, Proximidades del Barranco de Culivillas, 1.800 msm, 27-VII-84, Balaguer, Villar & Ibars (VF 13776). HAUTES PYRENEES (Francia): Entre Lac de Cap de Long y Lac d'Orédon, 2.100 msm, 18-IX-86, Ibars, Iranzo, Leal & Vilar (VF 14071).

Lycopodiella inundata (L.) Holub

SALAMANCA: Emplazamientos hidroturbosos junto a la pista de El Maillo a Monsagro, 15-VIII-78, Rico (VF 08002); Ibídem, 24-IX-81, Ladero y Valle (VF 6252); Ibídem, 29-IX-84, Ibars, Iranzo, Verdú & Vilar (VF 13795).

BIBLIOGRAFIA

- IRANZO, J., VILAR, M. & SALVO, A.E. -1985- Aportaciones al conocimiento del género *Equisetum* L. I. Descripción de los microcaracteres de E. palustre. *Acta Bot. Malacitana*, 10:33-40.
- IRANZO, J., PRADA, C., VILAR, M. & SALVO, A.E. -Aportaciones al conocimiento del género *Equisetum* L. II. E. x litorale Rupr. *Acta Bot. Malacitana*, 11:147-156.
- LEAL, M. -1986- Aproximación al estudio anatómico, histológico y morfológico de *Psilotum nudum* (L.) Beauv. var. *molesworthae* Iranzo, Prada & Salvo. Memoria de licenciatura (Ined.). Valencia.
- ROLLERI, C. -1972- Morfología comparada de las especies de *Lycopodium* (*Lycopodiaceae-pteridophyta*) del noroeste de Argentina. *Revista del Museo de la Plata*, 12:223-317.
- ROLLERI, C. -1974- Morfología de *Lycopodium fuegianum* Roivanen (*Lycopodiaceae-Pteridophyta*). *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 15(4):365-388.

VERDU, M. -1986- Aproximación al estudio anatómico, histológico y morfológico de las especies del género *Selaginella* Beauv. en la Península Ibérica. Memoria de licenciatura (Ined.). Valencia.

(Aceptado para su publicación el 29 de diciembre de 1987)

Dirección de los autores: A. IBARS, M. VILAR & J. IRANZO: Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Valencia. A.E. SALVO: Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Málaga.