

## ANATOMIA DEL TALLO Y SUSCRIPCION GENERICA EN LICOPODIACEAE

## STEM ANATOMY AND GENERIC DELIMITATION IN LYCOPODIACEAE

José I. Santa S.<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se examinó la anatomía de 54 muestras colombianas de la familia Lycopodiaceae con el fin de relacionarla con la delimitación de los géneros *Huperzia*, *Lycopodiella* y *Lycopodium*. Los tres parámetros que resultaron más importantes para delimitar dichos géneros, fueron: desarrollo del tejido esclerenquimatizado, relación entre el diámetro de la estela y el diámetro del tallo, y disposición del xilema y del floema en la estela.

En algunas especies del género *Huperzia* no se desarrolla esclerenquima en el córtex; en las que sí se desarrolla, lo tienen localizado en el córtex externo o en las porciones externa e interna del mismo. Además, en estas últimas especies no se deposita lignina en las paredes celulares. En las especies de los géneros *Lycopodiella* y *Lycopodium* se desarrolla esclerenquima con deposición de lignina. En *Lycopodiella* se desarrolla principalmente en la porción media del córtex; en cambio, en *Lycopodium* ocurre preferentemente en la porción interna.

La relación del diámetro de la estela con respecto al diámetro del tallo varía entre 0.09 y 0.27 para *Huperzia*, entre 0.21 y 0.47 para *Lycopodiella* y entre 0.29 y 0.42 para *Lycopodium*. La estela corresponde a una plectostela, con placas alternas de xilema y floema. Las placas de xilema se disponen en forma radial en *Huperzia* y *Lycopodiella*, en tanto que en *Lycopodium* se disponen paralelamente.

## ABSTRACT

Stem anatomy of fifty four colombian specimens of Lycopodiaceae was examined to analyse the limits of genus *Huperzia*, *Lycopodiella* and *Lycopodium*. Three parameters showed to be most important in defining genus limits: development of cortical sclerenchyma, stele to stem diameters ratio, and vascular tissue arrangement.

Some species of *Huperzia* do not develop cortical sclerenchyma. Species with cortical sclerenchyma develop it in the outer cortex or both in the inner and the outer cortex. Sclerenchyma in *Huperzia* is non-lignified, but *Lycopodiella* and *Lycopodium* develop lignified sclerenchyma. In *Lycopodiella* the sclerenchyma is subperipheral while in *Lycopodium* it occurs in the inner cortex.

Stele to stem diameters ratio varies from 0.09 to 0.27 in *Huperzia*, 0.21 to 0.47 in *Lycopodiella*, and 0.29 to 0.42 in *Lycopodium*. The stele is a plectostele, with alternating xylem and phloem plates. Xylem plates in *Huperzia* and *Lycopodiella* are organized radially while in *Lycopodium* they are parallel.

## INTRODUCCION

La familia Lycopodiaceae incluye unas 500 especies (Øilgaard, 1979b), de las cuales, un poco menos de la mitad, son de América Tropical. En la familia existen especies desde el nivel del mar hasta 4400 m, la mayoría por encima de los 2500 y varias por encima de los 4000. Ocupan la gran mayoría de zonas de vida

con posible excepción de los desiertos. Las especies de bosque son en su mayor parte epífitas, siendo escasas las terrestres, las cuales, cuando se encuentran, están localizadas en los claros del bosque. Estas plantas, pues, crecen en lugares expuestos al sol, tales como pantanos, rocas, acantilados, páramos y orillas de carreteras. Algunas especies se comportan como pioneras, y ciertas especies rastreras forman colonias de edad y dimensiones apreciables.

<sup>1</sup> Profesor, Depto. de Biología, Univ. de Antioquia, Medellín, Colombia.

Históricamente, la delimitación de taxa a nivel de familia y/o supra-genérica en Lycopodiaceae ha sido objeto de amplia discusión y se resume en el artículo de Love y Love (1958). Tradicionalmente se ha reconocido una sola familia (Lycopodiaceae) con un género (*Lycopodium*), pero también se han propuesto dos familias con cuatro géneros (Lycopodiaceae con los géneros *Lycopodium*, *Diplazium* y *Lepidotis*; Urostachyaceae con el género *Huperzia*) o una familia (Lycopodiaceae) con dos géneros (*Lycopodium* y *Urostachys*).

Ølgaard (1987), especialista en la familia Lycopodiaceae, reconoce en la actualidad cuatro géneros: *Huperzia*, *Lycopodiella*, *Lycopodium* y *Phyloglossum*, estando el último de ellos restringido a Australia y Nueva Zelanda. Para los tres primeros géneros, Ølgaard (1979a) encontró tres patrones de ramificación, los cuales coinciden con líneas genéricas. El género *Huperzia* (inicialmente subgénero *Urostachya*), que incluye especies erectas y péndulas, se caracteriza por la ramificación isotómica, es decir, que el tallo se ramifica dicotómicamente originando dos ramas iguales. El género *Lycopodiella* (inicialmente subgénero *Lycopodiella*), tiene algunas especies rastreras, y posee ramificación anisotómica, o sea que el tallo se divide dicotómicamente pero las ramas originadas son desiguales. En las especies de este género, el tallo postrado emite ramificaciones laterales y verticales, originándose estas últimas de la porción dorsal del tallo postrado. El género *Lycopodium* (inicialmente subgénero *Lycopodium*), posee varias especies rastreras, y la ramificación es anisotómica; el tallo postrado también emite ramificaciones laterales y verticales, pero las últimas se originan de los lados del tallo postrado.

En la figura 1 se observan los diferentes tejidos, en un corte transversal, de tallo de *Huperzia reflexa*. El tallo en corte transversal, dependiendo de la especie, exhibe simetría radial o dorsiventral. La epidermis es uniseriada y el córtex varía en espesor y composición. En las especies del género *Huperzia* se ha reportado como parenquimatoso y de ellas se ha dicho que dependen de la turgencia para mantenerse erectas o que son laxas o péndulas. En las especies de los géneros *Lycopodiella* y *Lycopodium* el córtex es esclerenquimatoso (Ølgaard, 1979b); además, como lo ha observado Jones (1905), en el córtex pueden existir grandes espacios aéreos (aerénquima).

En el córtex del tallo de las especies erectas y péndulas, en corte transversal, se observan numerosas raíces (fig.3). Estas últimas estructuras no emergen

inmediatamente se originan, sino que crecen basipetalmente por el tallo antes de emerger. En las especies postradas, las raíces toman un curso más directo del eje del tallo hacia el exterior.

Externamente al cilindro vascular se forma la endodermis, cuyas células son difíciles de reconocer aún en estado de madurez. El periciclo puede estar compuesto por una o dos capas de células.

Jones (1905), al estudiar la anatomía de 20 especies, observó que el tallo de las plántulas tiene una actinostela triarca o tetraarca. La maduración del xilema primario es exarca pero puede ser mesarca. Al aumentar el tallo en diámetro aparecen más puntos de protoxilema originándose una plectostela. En las ramas el número de puntos de protoxilema disminuye y en las últimas ramas la estructura es muy similar a aquélla de la plántula. Además de los tipos estelares citados, Schmid (1982) también cita, para la familia Lycopodiaceae, la actinoplectostela, la protostela con xilema y floema entremezclados y la protostela endofloica.

Al iniciar el presente trabajo se pretendió aprovechar la colaboración de los estudiantes del curso de microtécnicas, en la preparación de cortes que mostrarán la anatomía interna del tallo en su condición de madurez, para 54 muestras coleccionadas en gran parte del territorio colombiano. Una vez preparados los cortes, se podría estudiar en ellos algunos parámetros que reflejaran caracteres de valor taxonómico, tales como el tipo de estela, la morfología del córtex y la relación del diámetro de la estela con respecto al diámetro del tallo en corte transversal.

## MATERIALES Y METODOS

La mayor parte del material para el presente estudio fue coleccionada en Colombia por el autor. Los especímenes se prensaron y se secaron en el horno del herbario por 48 h a 60°C. Las muestras para los procesos histológicos se tomaron de los duplicados. La mayoría de los originales reposan en el Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA) y los demás en el Herbario Gabriel Gutiérrez V. (MEDEL) de colecciones de Londoño *et al.* Los originales aparecen al final de este trabajo en la lista de exsiccata.

Los ejemplares secados para el herbario fueron rehidratados, para procesarlos histológicamente, según el método de Cunningham (1969). El método consiste en cortar los órganos (tallos) en trocitos pequeños e in-

introducirlos en solución acuosa de KOH al 3% a 75°C durante 20 a 30 min. Para eliminar el aire atrapado por los tejidos se puede utilizar un aspirador o, como sustituto de la aspiración, pueden someterse los tejidos, sumergidos en KOH, a calentamiento y enfriamiento alternados (aunque la evacuación repentina del aire puede ocasionar daño interno o desprendimiento de la epidermis). Luego se lavan los tejidos con agua corriente durante 1 a 2 h.

Los tejidos lavados se fijaron en FAA (90 ml de etanol acuoso al 50%, 5 ml de formol y 5 ml de ácido acético glacial). El material se deshidrató con alcohol butílico terciario y se infiltró en parafina (punto de fusión 56 a 60°C). Los cortes se hicieron con un micrótopo de 10 µm de espesor y se colorearon siguiendo el programa de safranina y fast-green (Johansen, 1940).

Dadas las dificultades para realizar cortes al micrótopo de los ejemplares que habían desarrollado lignina en sus paredes, los tallos de esos ejemplares fueron rehidratados con KOH al 3%, lavados con agua corriente y seccionados a mano libre. Los cortes se introdujeron en cajitas de coloración y se sometieron a la tinción con safranina y fast-green, empezando directamente con el paso de la safranina.

La caracterización morfológica del tallo y las mediciones de los diámetros del tallo y de la estela se realizaron al microscopio de luz.

#### LISTA DE EXSICCATA

*Huperzia* sp. aff. *brevifolia* (Hook. y Grev.) Holub  
CALDAS, Villamaría, 3740m  
Santa, de Escobar, Madrigal y Roldán 957

*Huperzia* cf. *brogniartii* (Spring) Trevisan  
CAUCA, El Tambo, carretera al mar por el 20 de Julio,  
2320m  
Santa, de Escobar y Roldán 988

*Huperzia callitrichifolia* (Mett.) Holub  
TOLIMA, Herveo, "La Libia", 3000-3200m  
Santa y de Escobar 853

*Huperzia* cf. *capellae* (Herter) Holub  
ANTIOQUIA, Urrao, Páramo de Frontino, Llano Grande,  
3400m  
Londoño et al. 764  
CALDAS, Villamaría, 3940m  
Santa y Hoyos 683

*Huperzia* cf. *crassa* (Willd.) Rothm.  
BOYACA, Güicán, Sierra Nevada del Cocuy, 4200m  
Santa y Escobar 1114  
CALDAS, Villamaría, Nevado del Ruiz  
4130m, Santa y Hoyos 695  
4310m, Santa y Hoyos 696

*Huperzia* sp. aff. *cruenta* (Spring) Rothm.  
CALDAS, Villamaría, Nevado del Ruiz, 3940 m  
Santa y Hoyos 692  
CUNDINAMARCA, Zipaquirá, Alto del Chamicero,  
3200m  
Santa 1023

*Huperzia* cf. *dianae* (Herter) B. Øllg.  
ANTIOQUIA, Urrao, Páramo de Frontino, 3450m  
Santa 1179

*Huperzia dichaeoides* (Maxon) Holub  
ANTIOQUIA, Guatapé, 1890m  
Santa y Vallejo 1070

*Huperzia ecuadorica* (Herter) Holub  
CALDAS, carretera Manizales-Termale, 3080m  
Santa y Hoyos 676

*Huperzia firma* (Mett.) Holub  
CALDAS, carretera Manizales-Termale, 3080m  
Santa y Hoyos 679  
TOLIMA, Herveo, "La Libia", 3000-3200m  
Santa y de Escobar 854

*Huperzia funiformis* (Spring) Trevisan  
VALLE, Buenaventura, San Isidro, 30-40m  
Santa y Sánchez 1048

*Huperzia* cf. *hartwegiana* (Spring) Trevisan  
MAGDALENA, Sierra Nevada de Sta Marta, carretera  
hacia la cuchilla de San Lorenzo, 1700m  
Santa y de Escobar 651

*Huperzia lignosa* (Herter) Holub  
SANTANDER, Toná, Páramo de la Calaverita, 3690m  
Santa y Escobar 1096

*Huperzia linifolia* (L.) Trevisan  
VALLE, Buenaventura, Bajo Calima, 40m  
Santa y Sánchez 1049

*Huperzia molongensis* (Herter) Holub  
TOLIMA, Herveo, "La Libia", 3000-3200m  
Santa y de Escobar 852

*Huperzia* cf. *ocanana* (Herter) Holub  
ANTIOQUIA, Urrao, Páramo de Frontino, 3550m  
Santa 1187  
CUNDINAMARCA, Zipaquirá, Alto del Chamicero,  
3000-3200m, Santa 1017  
3200m, Santa 1020

*Huperzia* sp. aff. *pearcei* (Baker) Holub  
MAGDALENA, Sierra Nevada de Sta Marta, carretera  
hacia la cuchilla de San Lorenzo, 2360m  
Santa y de Escobar 659

*Huperzia phyllofolia* (Poirot) Holub  
CAUCA, Puracé, carretera al Parque Nacional de Pu-  
racé, 3250m  
Santa y Hoyos 719

*Huperzia reflexa* (Lam.) Trevisan  
ANTIOQUIA, Guarne, Piedras Blancas, 2200m (2  
muestras)

*Huperzia* cf. *riobambensis* (Herter) B. Øllg.  
ANTIOQUIA, Sta Rosa de Osos, Llanos de Cuivá,  
2740m  
Santa 944  
CUNDINAMARCA, La Calera, Páramo de Palacio,  
3500-3800m  
Santa 1032  
NORTE DE SANTANDER, Chitagá, Corregimiento de  
Presidente, 3400m  
Santa y Escobar 1107 A

*Huperzia* sp. aff. *rufescens* (Hook.) Trevisan  
NARIÑO, Pasto, Páramo de Quillinsayaco, 3100m  
Santa y Buitrago 927

*Huperzia sarmentosa* (Spring) Trevisan  
ANTIOQUIA, Urrao, Páramo de Frontino, 3050m  
Londoño *et al.* 678 (MEDEL)

*Huperzia* sp. aff. *schlimii* (Herter) B. Øllg.  
CALDAS, Villamaría, Nevado del Ruiz, 3950m  
Santa y Hoyos 689  
RISARALDA, entre Nevado del Ruiz y Nevado Santa  
Isabel, 3970m  
Santa, de Escobar, Madrigal y Roldán 945  
Entre Laguna Verde y Laguna del Otún, 3930m  
Santa, de Escobar, Madrigal y Roldán 948

*Huperzia subulata* (Poirot) Holub  
CAUCA, entre Páramo de Las Delicias e Inza, 3100m  
Santa, de Escobar y Roldán 981

*Huperzia tetragona* (Hook. y Grev.) Trevisan  
CALDAS, Villamaría, carretera Manizales-Nevado del  
Ruiz, 3740m  
Santa, de Escobar, Madrigal y Roldán 955

*Huperzia urbanii* (Herter) Holub  
NARIÑO, Pasto, entre El Encano y Santiago, 3100m  
Santa y Buitrago 934

*Huperzia* sp. aff. *ulixis* (Herter) Holub  
NARIÑO, Pasto, Páramo de Quillinsayaco, 3100m  
Santa y Buitrago 928

*Lycopodiella alopecuroides* (L.) Crantill  
ANTIOQUIA, Guatapé, 1890m  
Santa y Vallejo 1073

*Lycopodiella caroliniana* (L.) Pichi-Serm.  
ANTIOQUIA, Guatapé, 1890m  
Santa y Vallejo 1074

*Lycopodiella cernua* (L.) Pichi-Serm.  
ANTIOQUIA, San Andrés de Cuerquia, 1190m  
Santa, Gallo y Vélez 489  
ANTIOQUIA, La Unión, 2500m  
Santa, Gallo y Uribe 71

*Lycopodiella* cf. *glaucescens* (Presl.) B. Øllg.  
CAUCA, entre el Páramo de las Delicias e Inza,  
2850m  
Santa, de Escobar y Roldán 987

*Lycopodiella* cf. *lehmannii* (Hieron.) B. Øllg.  
CAUCA, El Tambo, carretera al mar por el 20 de Julio,  
flanco occd. cord. occd., 2000m  
Santa, de Escobar y Roldán 993

*Lycopodiella pendulina* (Hook.) B. Øllg.  
NARIÑO, Pasto, entre El Encano y Páramo de Quillin-  
sayaco, 3100m  
Santa y Buitrago 935

*Lycopodiella riofrorti* (Sodirol) B. Øllg.  
ANTIOQUIA, Yarumal, Alto de Ventanas, 3000m  
Santa 605  
CAUCA, El Tambo, carretera al mar por el 20 de Julio,  
flanco occd. cord. occd., 1850m  
Santa, de Escobar y Roldán 995

*Lycopodiella trianae* (Hieron.) B. Øllg.  
CHOCO, Lloró, 100m  
de Escobar, Espinal, Sánchez y Brand 2141

*Lycopodium clavatum* L.  
ANTIOQUIA, Guarne, 2000m  
J.Santa, R. Santa y A. Santa 44

*Lycopodium clavatum* L. ssp. *contiguum* (Kl.)  
NARIÑO, Páramo de Quillinsayaco, 3100m  
Santa y Buitrago 931

*Lycopodium jussiaei* Poiret  
ANTIOQUIA, Sta Rosa de Osos, Llanos de Cuivá,  
2740m  
Santa 422

*Lycopodium magellanicum* (Pal.) Sw.  
NARIÑO, Pasto, Volcán Galeras, 3610m  
Santa y Buitrago 941

*Lycopodium thyoides* Willd.  
MAGDALENA, Sierra Nevada de Sta Marta, carretera  
hacia la cuchilla de San Lorenzo, 2420m  
Santa y de Escobar 660

## RESULTADOS

Las 54 muestras de Lycopodiaceae estudiadas fueron coleccionadas principalmente en la zona andina, desde una altitud próxima al nivel del mar hasta los 4310 m. Como puede apreciarse en la lista de exsiccata, 36 de esas muestras fueron coleccionadas por encima de los 2500 m, lo cual evidencia claramente el aumento en diversidad con el incremento altitudinal. En las altitudes cercanas al nivel del mar se coleccionaron dos especies epífitas (*Huperzia funiformis* y *H. linifolia*) y una especie rastrera (*Lycopodiella trianae*). Dos especies tuvieron un rango de variación altitudinal muy amplio: son ellas *Huperzia reflexa* (100 a 2800 m) y *Lycopodiella cernua* (100 a 2740 m). Las especies restantes fueron observadas en altitudes entre 1500 y 2500 m. *Lycopodium clavatum* fue encontrada desde 1350 hasta 3400 m y *Lycopodium thyoides* desde 1800 hasta 3320 m.

En la primera columna de las tablas 1 y 2 se anotan los nombres de especies examinadas. Hasta donde fue posible, se tomaron muestras del mayor número de especies; quizás se examinaron un poco más de 40 especies. Treinta y nueve muestras (72.2%) se ubican dentro del género *Huperzia*, diez (18.6%) en el género *Lycopodiella* y cinco (9.2%) corresponden al género *Lycopodium*.

En la segunda columna de dichas tablas (1 y 2), se anota el número de colección, puesto que en varios casos se procesó más de una muestra de la misma especie. En la tercera columna de la tabla 1 se anota el hábito de crecimiento. Para este parámetro debe tenerse en cuenta que de las especies péndulas unas son epífitas y otras no. Por consiguiente, en la tabla 1 se considera hábito de crecimiento pendular solamente para las especies que no son epífitas. Como todas las especies de los géneros *Lycopodiella* y *Lycopodium* son rastreras, no es necesario incluir para ellas el hábito de crecimiento.

En corte transversal el tallo exhibe una epidermis uniseriada, la cual está recubierta por una cutícula. Las especies erectas epífitas y pendulares desarrollan una cutícula de un espesor mayor al observado en las especies rastreras. En *Huperzia molongensis* todas las paredes epidérmicas están bastante engrosadas. A tres especies rastreras se les observó tricomas: *Lycopodiella cernua*, *L. riofríori* y *L. trianae*.

En la última columna de la tabla 1 aparecen las características del córtex en corte transversal de tallo. El córtex varía en espesor y composición, de acuerdo con el género. Las especies rastreras tienen un córtex proporcionalmente más angosto que las especies erectas, epífitas o pendulares. En corte transversal, este tejido muestra áreas con células parenquimáticas, áreas combinadas con células de parénquima y espacios aéreos o tejido esponjoso, áreas con células esclerenquimáticas y una endodermis con un estado de diferenciación variable o ausente. En el área del córtex, numerosas especies del género *Huperzia* exhiben varias raíces cuya estela corresponde a la protostela endofloica propuesta por Schmid (1982).

Para la interpretación de los datos de la tabla 1 se considera que el córtex externo o periférico corresponde al área ubicada inmediatamente por dentro de la epidermis, el córtex interno se refiere al área contigua a la endodermis y el córtex medio o subperiférico se localiza en la posición intermedia. El espesor de las tres zonas del córtex muestra alguna variabilidad de especie a especie. En la mayoría de las especies del género *Huperzia*, el córtex externo se caracteriza por estar esclerenquimatizado en algún grado. Al colorear los cortes de tallo con el programa de safranina y fast-green, las paredes de las células esclerenquimatizadas sólo absorben el fast-green, lo cual indica que no hay lignificación.

Las tres especies pendulares (*H. callitrichifolia*, *H. phylifolia* y *H. subulata*) muestran esclerenquimati-

Tabla 1. Caracteres morfológicos observados en el córtex de Lycopodiaceas, en corte transversal de tallo.

Género <i>Huperzia</i>			
Especie	Número de colección	Hábito de crecimiento	Descripción del córtex
<i>H. sp. aff. brevifolia</i>	957	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. cf. brongniartii</i>	988	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. callitrichifolia</i>	853	Pendular	ce y ci escl.; cm parenq.; end. poco dif.
<i>H. cf. capellae</i>	764	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; espacios aéreos en todo el córtex; end. dif.
<i>H. cf. capellae</i>	683	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; cm con espacios aéreos; end. dif.
<i>H. cf. crassa</i>	1114	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; espacios aéreos en todo el córtex; end. dif.
<i>H. cf. crassa</i>	695	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. bien dif.
<i>H. cf. crassa</i>	896	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. sp. aff. cruenta</i>	892	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. sp. aff. cruenta</i>	1023	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. poco dif.
<i>H. cf. diana</i>	1179	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; espacios aéreos en todo el córtex; end. dif.
<i>H. dichaeoides</i>	1070	Epífita	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. ecuadorica</i>	676	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. bien dif.
<i>H. firma</i>	679	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. firma</i>	854	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. funiformis</i>	1048	Epífita	ce y ci escl.; cm parenq. y más amplio; end. poco dif.
<i>H. hartwegiana</i>	651	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. lignosa</i>	1096	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; espacios aéreos en todo el córtex; end. dif.
<i>H. linifolia</i>	1049	Epífita	ce y ci escl.; cm parenq.; end. poco dif.
<i>H. molongensis</i>	852	Erecta	ce y ci escl.; cm parenq.; end. bien dif.
<i>H. cf. ocanana</i>	1187	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; espacios aéreos en todo el córtex; end. bien dif.
<i>H. cf. ocanana</i>	1017	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; canales aéreos en todo el córtex; end. bien dif.
<i>H. cf. ocanana</i>	1020	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; canales aéreos en todo el córtex; end. bien dif.
<i>H. sp. aff. pearcei</i>	659	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. poco dif.
<i>H. phyllifolia</i>	719	Pendular	ce y ci escl.; cm parenq.; end. dif.
<i>H. reflexa</i>	sn	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. reflexa</i>	sn	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. no dif.
<i>H. cf. riobambensis</i>	944	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. cf. riobambensis</i>	1032	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. cf. riobambensis</i>	1107 A	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. sp. aff. rufescens</i>	927	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. sarmentosa</i>	678	Epífita	Totalmente homogéneo (parenq.); end. poco dif.
<i>H. sp. aff. schlimii</i>	689	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. poco dif.
	945	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. bien dif.
	948	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.
<i>H. subulata</i>	981	Pendular	ce y ci escl.; cm parenq.; end. poco dif.
<i>H. tetragona</i>	955	Erecta	ce escl. (colora de rojo); cm en laguna; ci parenq. y esponjoso; end. dif.
<i>H. urbanii</i>	934	Erecta	Totalmente homogéneo (parenq.); end. dif.
<i>H. sp. aff. ulixis</i>	928	Erecta	ce escl.; cm y ci parenq.; end. dif.

Género *Lycopodiella*

(hábito rastrero)

Especie	Número de colección	Descripción del córtex
<i>L. alopecuroides</i>	1073	ce parenq.; cm esponjoso; ci muy escl.; end. dif.
<i>L. caroliniana</i>	1074	ce esponjoso; cm y ci muy escl.; end. no dif.
<i>L. cernua</i>	489	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. cernua</i>	71	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. cf. glaucescens</i>	987	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. cf. lehmannii</i>	993	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. pendulina</i>	935	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. riotriori</i>	605	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. riotriori</i>	995	ce y ci parenq.; cm muy escl.; end. no dif.
<i>L. trianae</i>	2141	ce parenq.; cm muy escl.; ci escl.; end. no dif.

Género *Lycopodium*

(hábito rastrero)

Especie	Número de colección	Descripción del córtex
<i>L. clavatum</i> L.	44	ce escl.; cm esponjoso; ci muy escl.; end. dif.
<i>L. clavatum</i> L. ssp. <i>contiguum</i>	931	ce parenq.; cm esponjoso; ci muy escl.; end. no dif.
<i>L. jussiaei</i>	422	ce parenq.; cm y ci muy escl.; end. no dif.
<i>L. magellanicum</i>	941	ce parenq.; cm escl.; ci muy escl.; end. dif.
<i>L. thyoides</i>	660	ce parenq.; cm y ci muy escl.; end. no dif.

Abreviaciones: ce: córtex externo; ci: córtex interno; cm: córtex medio; dif: diferenciada; end: endodermis; escl: esclerenquimatizado; parenq: parenquimatizado; sin: sin número.

Tabla 2. Caracteres morfológicos observados en la estela de *Lycopodiaceae* en corte transversal de tallo.Género *Huperzia*

Espece	Número de colección	Zonas de protoxilema	Diámetro de la estela (mm)	Diámetro del tallo (mm)	<u>Diámetro estela</u> Diámetro tallo
<i>H. sp. aff. brevifolia</i>	957	13	0.57	4.48	0.13
<i>H. cf. brongniartii</i>	988	10	0.51	3.64	0.14
<i>H. callitrichifolia</i>	853	3 (bandas)	0.20	1.58	0.13
<i>H. cf. capellae</i>	764 (MEDEL)	10	0.40	2.90	0.14
	689	10	0.48	3.16	0.15
<i>H. cf. crassa</i>	1114	7	0.40	2.56	0.16
	695	9	0.27	2.55	0.11
	696	10	0.43	3.96	0.11
<i>H. sp. aff. cruenta</i>	692	6	0.33	1.49	0.22
	1023	8	0.20	1.98	0.14
<i>H. cf. diana</i>	1179	10	0.41	4.23	0.10
<i>H. dichaeoides</i>	1070	6	0.19	1.39	0.14
<i>H. ecuatorica</i>	676	10	0.50	1.91	0.26
<i>H. firma</i>	679	15	0.70	4.68	0.15
	854	12	0.53	3.39	0.16
<i>H. funiformis</i>	1048	9	0.53	2.64	0.20
<i>H. hartwegiana</i>	651	9	0.32	3.15	0.10
<i>H. lignosa</i>	1096	10	0.36	3.37	0.11
<i>H. linifolia</i>	1049	3 (bandas)	0.15	0.65	0.23
<i>H. molongensis</i>	852	11	0.89	4.36	0.19
<i>H. cf. ocanana</i>	1187	12	0.40	2.80	0.14
	1017	9	0.37	2.37	0.16
	1020	5 (bandas)	0.38	3.22	0.12
<i>H. sp. aff. pearcei</i>	659	10	0.32	2.10	0.15
<i>H. phyticifolia</i>	719	5 (bandas)	0.28	1.23	0.23
<i>H. reflexa</i>	sn	10	0.42	2.12	0.20
	sn	6	0.27	1.34	0.20
<i>H. cf. riobambensis</i>	944	8 (6 9)	0.38	2.10	0.18
	1032	8	0.32	2.22	0.14
	1107 A	7	0.41	1.83	0.22
<i>H. sp. aff. rufescens</i>	927	9	0.28	2.91	0.10
<i>H. sarmentosa</i>	678 (MEDEL)	4	0.14	0.75	0.19
<i>H. sp. aff. schlimii</i>	689	6 (bandas)	0.27	2.36	0.11
	945	Banda	0.18	2.10	0.09
	948	7	0.32	2.12	0.15
<i>H. subulata</i>	981	4 (bandas)	0.22	0.83	0.27
<i>H. tetragona</i>	955	4	0.15	1.18	0.13
<i>H. urbanii</i>	934	14	0.61	3.92	0.16
<i>H. sp. aff. ulixis</i>	928	11	0.41	4.46	0.09

Género *Lycopodiella*

Especie	Número de colección	Zonas de protoxilema	Diámetro de la estea (mm)	Diámetro del tallo (mm)	<u>Diámetro estea</u> Diámetro tallo
<i>L. alopecuroides</i>	1073	14	0.54	2.03	0.27
<i>L. caroliniana</i>	1074	8	0.30	1.41	0.21
<i>L. cernua</i>	489	15	0.77	2.47	0.31
	71	16	0.78	2.18	0.38
<i>L. cf. glaucescens</i>	987	~22	1.16	3.32	0.35
<i>L. cf. lehmannii</i>	993	>50	1.68	3.59	0.47
<i>L. pendulina</i>	935	~25	0.83	2.49	0.33
<i>L. riefrii</i>	605	18	0.58	1.48	0.39
	995	9	0.35	1.15	0.30
<i>L. trianae</i>	2141	>20	0.76	2.44	0.31

Género *Lycopodium*

Especie	Número de colección	Zona de protoxilema	Diámetro de la estea (mm)	Diámetro del tallo (mm)	<u>Diámetro estea</u> Diámetro tallo
<i>L. clavatum</i> L.	44	17	1.01	2.58	0.39
<i>L. clavatum</i> L. ssp. <i>contiguum</i>	931	9	0.50	1.73	0.29
<i>L. jussiaei</i>	422	26	1.34	3.19	0.42
<i>L. magellanicum</i>	941	12	0.83	2.20	0.38
<i>L. thyoides</i>	680	20	1.14	2.70	0.42

zación en el córtex externo e interno (fig.2). *H. funiformis* y *H. linifolia* son especies epífitas que también se esclerenquimatizan en las porciones externa e interna del córtex. En las especies epífitas restantes (*H. dichaeoides* y *H. sarmentosa*) se observa el córtex totalmente parenquimatizado. En la mayoría de las especies erectas el córtex externo está esclerenquimatizado (fig.3). Se observan sólo unas pocas especies erectas con córtex totalmente parenquimatizado (fig.1).

Las células esclerenquimáticas de las especies rastrojeras, al someter las secciones al programa de coloración con safranina y fast-green, absorben la safranina con gran intensidad, indicando que sus paredes

tienen un alto grado de lignificación. Todas las especies del género *Lycopodium* muestran el córtex interno muy esclerenquimatizado (fig.4). En las especies del género *Lycopodiella*, con la excepción de *Lycopodiella alopecuroides*, predomina la esclerenquimatización en el córtex medio (fig.5).

En lo relacionado con la distribución de los espacios aéreos, no se observa uniformidad. En algunas especies (por ejemplo *H. cf. ocanana* y *H. cf. capellae*), se notan canales aéreos distribuidos a través de todo el córtex (fig.3). En *H. tetragona* hay un córtex medio lagunar y un córtex interno esponjoso. En *Lycopodium clavatum* y en *Lycopodiella alopecuroides* el córtex medio es esponjoso (fig.4); en cambio, en *Lycopodie-*

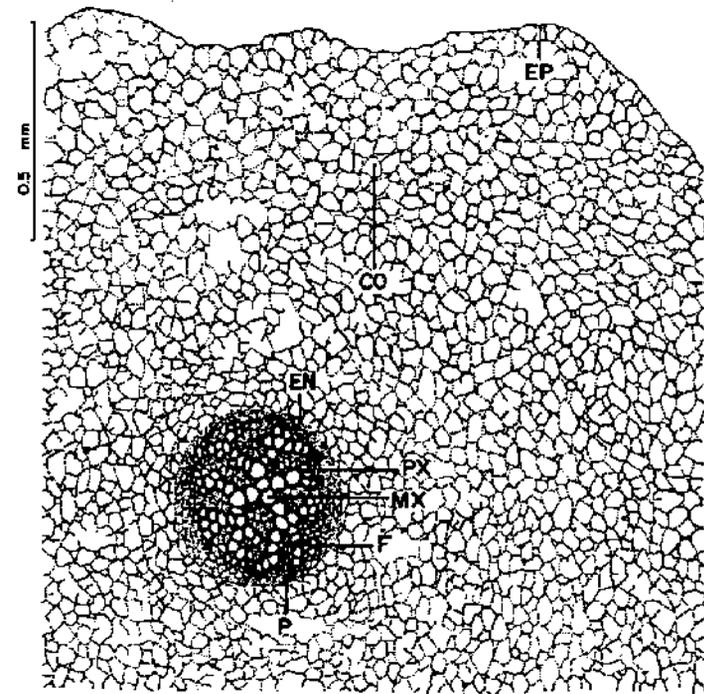


Fig. 1. *Huperzia reflexa* (Lam.) Trevisan. Sección transversal de tallo en la cual se observa el área del córtex totalmente homogénea. EP: Epidermis; CO: Córtex; EN: Endodermis; P: Periciclo; PX: Protoxilema; MX: Metaxilema; F: Floema. En esta muestra, las bandas de Caspary no están bien diferenciadas.

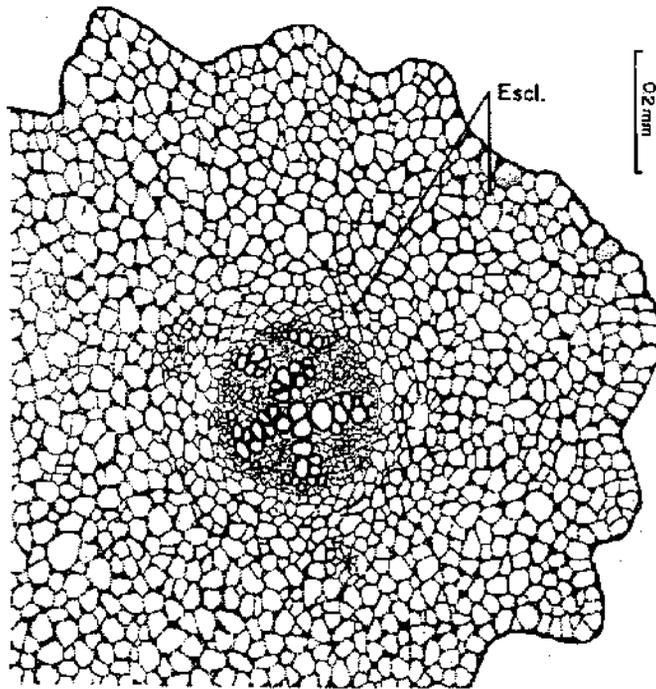


Fig. 2. *Huperzia phyticifolia* (Polret) Holub. Una especie pendular con desarrollo de esclerénquima no lignificado en las porciones externa e interna del córtex. El córtex medio es parenquimático. Santa y Hoyos 719. Escl: Esclerénquima.

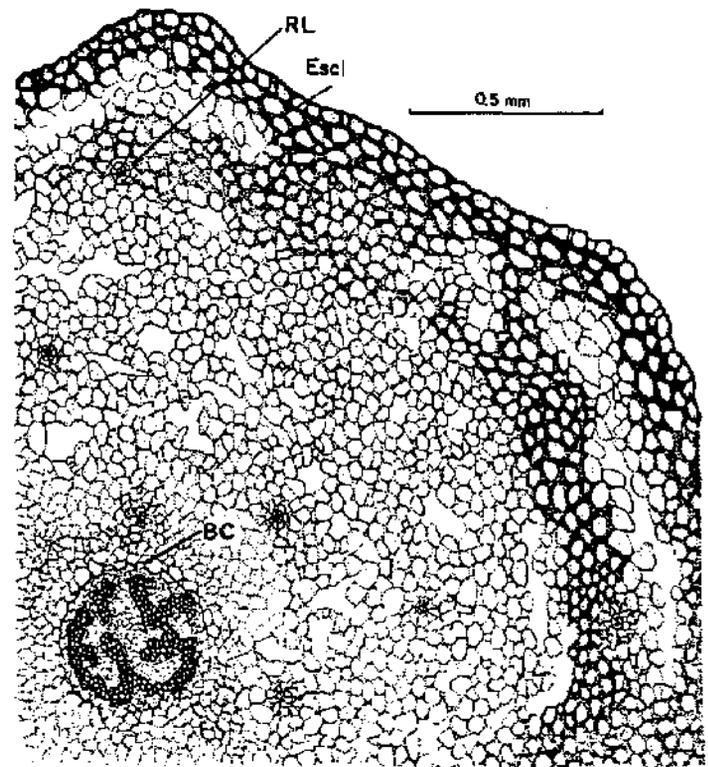


Fig. 3. *Huperzia cf. ocanana* (Herter) Holub. Una especie erecta que muestra desarrollo de esclerénquima no lignificado solamente en la porción externa del córtex. Santa 1020. BC: Bandas de Caspary; RL: Raíz lateral; Escl: Esclerénquima.

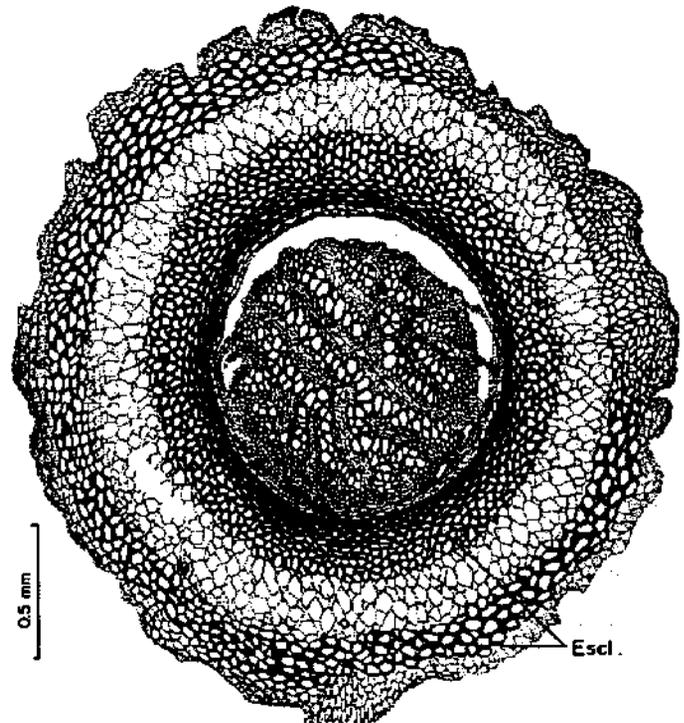


Fig. 4. *Lycopodium clavatum* L. Sección que ilustra el desarrollo de esclerénquima fuertemente lignificado en las porciones interna y externa del córtex. El córtex medio es esponjoso. Santa et al. 44. Escl: Esclerénquima.

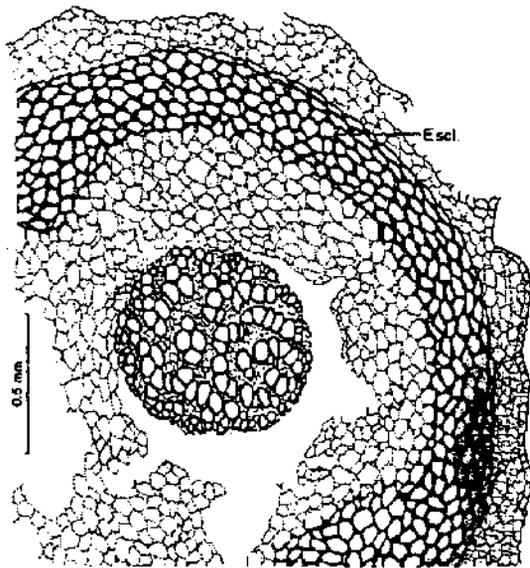


Fig.5. *Lycopodiella cernua* (L.) Pichi-Serm. Sección en la cual se nota el desarrollo de esclerénquima fuertemente lignificado en el córtex medio. En las porciones externa e interna del córtex no se desarrolló esclerénquima. Santa et al. 489. Escl: Esclerénquima.

*lla caroliniana* el tejido esponjoso se localiza en el córtex externo.

Fue más frecuente encontrar una endodermis bien diferenciada en las especies erectas que en las epífitas, en las pendulares o en las rastreras. Se considera que la endodermis está bien diferenciada cuando se observa una capa celular uniseriada y cada célula posee bandas de Caspary (fig.3). En la endodermis referida como diferenciada sólo se observan algunas células con bandas de Caspary (fig.1). En la endodermis no diferenciada o poco diferenciada las bandas de Caspary están ausentes.

Por dentro de la endodermis se observa una delgada capa de periciclo, constituido por lo general por dos hileras de células. Ese periciclo se observa mejor en las preparaciones elaboradas al micrótopo que en las obtenidas por cortes a mano libre. En la composición de la estela entran todos aquellos tejidos que se localizan de la endodermis hacia adentro. La endodermis hace parte del córtex.

En la tabla 2 aparecen las medidas correspondientes al diámetro de la estela y al diámetro del tallo en corte transversal. En la última columna de esa tabla aparece la relación del diámetro de la estela con respecto al diámetro del tallo. El diámetro es una medida que varía dependiendo del estado de madurez de la planta. Puede observarse esa variación en especies para

las cuales se procesó más de una muestra (*Huperzia* cf. *capellae*, *H. cf. crassa*, *H. sp. aff. cruenta*, *H. firma*, *H. cf. ocanana*, *H. reflexa*, *H. cf. riobambensis*, *H. sp. aff. schlimii*, *Lycopodiella cernua* y *L. riotriari*). También ocurre algún cambio de volumen durante el procesamiento de las muestras. Algunos tallos no muestran un contorno circular (por ejemplo, *Huperzia* sp. aff. *schlimii* y *H. tetragona*); en estos casos se midió el diámetro en varias direcciones y se anotó el promedio. En la estela siempre se observa un contorno circular.

Como puede observarse en la tabla 2, para las especies de *Huperzia* la estela ocupa una porción del tallo sumamente reducida; la relación entre el diámetro de la estela y el diámetro del tallo varió entre 0.27 y 0.09. En las especies de los otros dos géneros (*Lycopodiella* y *Lycopodium*), la estela posee un diámetro mayor; para ellas, en el presente trabajo, la relación osciló entre 0.47 y 0.21.

En la familia Lycopodiaceae el tipo estelar corresponde a una plectostela, la cual está constituida externamente por el periciclo e internamente por placas alternas de xilema y floema. Las placas de xilema toman coloración roja y las de floema coloración azul verdosa, al someter los cortes al programa de safranina y fast-green. En algunos casos se observa el xilema constituido por placas rectas y placas ramificadas (por ejemplo, *H. sp. aff. cruenta*, *H. ecuadorica* y otras. Figs 11 y 12). En otros casos se anastomosan todas las placas del xilema (por ejemplo, *H. cf. ocanana*, *H. reflexa*, y otras. Figs 1 y 3) o casi todas (*H. linifolia*). La maduración del xilema es exarca. El protoxilema por lo general está orientado hacia afuera, en contigüidad con el periciclo. Las placas de xilema en el tallo principal de *Lycopodium* tienen tendencia a organizarse en forma paralela, en tanto que en *Huperzia* y en *Lycopodiella* la estructura de la estela es predominantemente radial.

En la tercera columna de la tabla 2 se anota el número de zonas de protoxilema observadas en los cortes. Se consideran aquí zonas de protoxilema y no puntos de protoxilema, debido a que en muchos casos una zona puede estar formada por varios puntos y se hace difícil esclarecer el número exacto de ellos. Para las especies del género *Huperzia* el número de zonas de protoxilema observadas fue bajo, de 3 a 15. En el género *Lycopodium* el número fue un poco más alto, de 9 a 26. En algunas especies del género *Lycopodiella* se observa un alto número (por ejemplo, *Lycopodiella cf. lehmannii*). Esta última condición quizás fue la que influyó para que Jones (1905) incluyera en la

familia Lycopodiaceae la protostela con xilema y floema entremezclados. Jones también observó que el número de puntos de protoxilema aumenta al madurar la planta y esto se está corroborando en este trabajo con las especies para las cuales se procesó más de una muestra (*Huperzia* cf. *crassa*, *H. sp. aff. cruenta*, *H. firma*, *H. ocanana*, *H. reflexa*, *H. cf. riobambensis*, *H. sp. aff. schlimii*, *Lycopodiella cernua* y *L. riofrioni*).

El protoxilema tiene tendencia a ensancharse en forma de abanico. En ciertos cortes hay dos o más placas fusionadas por el protoxilema (por ejemplo, *H. cf. capellae*, *H. reflexa*, y otros. Figs 1 y 10), y en otros se forman bandas continuas de protoxilema (por ejemplo, *H. linifolia*, *H. phyllicifolia*, *H. callitrichifolia* y *H. sp. aff. schlimii*. (figs 2,7 y 13).

El metaxilema está localizado centripetamente en la estela, localización que es más marcada en las especies de los géneros *Huperzia* y *Lycopodiella* que en el género *Lycopodium*. En este último casi ninguna de las placas de xilema se orienta centripetamente, sino que tienden a ser paralelas. Al anastomosarse las placas por el metaxilema pueden encerrar lagunas de floema como se ve en *Huperzia* cf. *capillae*, *H. reflexa* y *H. sp. aff. schlimii* (figs 1, 10 y 13).

En varias especies del género *Huperzia* se observó un bajo número de zonas de protoxilema (por ejemplo, *H. sarmentosa*, *H. dichacoides*, *H. callitrichifolia*, *H. phyllicifolia*, *H. subulata* y *H. tetragona*. Figs 2,6,7,8 y 9); sin embargo, en esas especies se observan placas de xilema alternando con placas de floema, y por consiguiente la estructura corresponde a una plectostela. En el presente trabajo se procesaron ejemplares maduros y en ningún caso se apreció actinostela.

## DISCUSION

Por los resultados obtenidos a través de numerosos trabajos de investigación se ha establecido una segregación de caracteres que justifica una separación de cuatro géneros dentro de la familia Lycopodiaceae. Tres de esos géneros (*Huperzia*, *Lycopodiella* y *Lycopodium*) están ampliamente distribuidos en el territorio colombiano. En varias de las publicaciones citadas al final de este trabajo aparecen los subgéneros *Urostachys*, *Lepidotis* y *Lycopodium*, que equivalen en su orden a los géneros *Huperzia*, *Lycopodiella* y *Lycopodium*.

Bruce (1976b) resume varias de las características del esporofito y del gametofito para cada uno de los

géneros citados. Una de esas características es el número de cromosomas:  $X = 35,78$  para *Lycopodiella*;  $X = 23,34$  para *Lycopodium*; y  $X = 244,45$  para *Huperzia* (Ver también Love y Love, 1958).

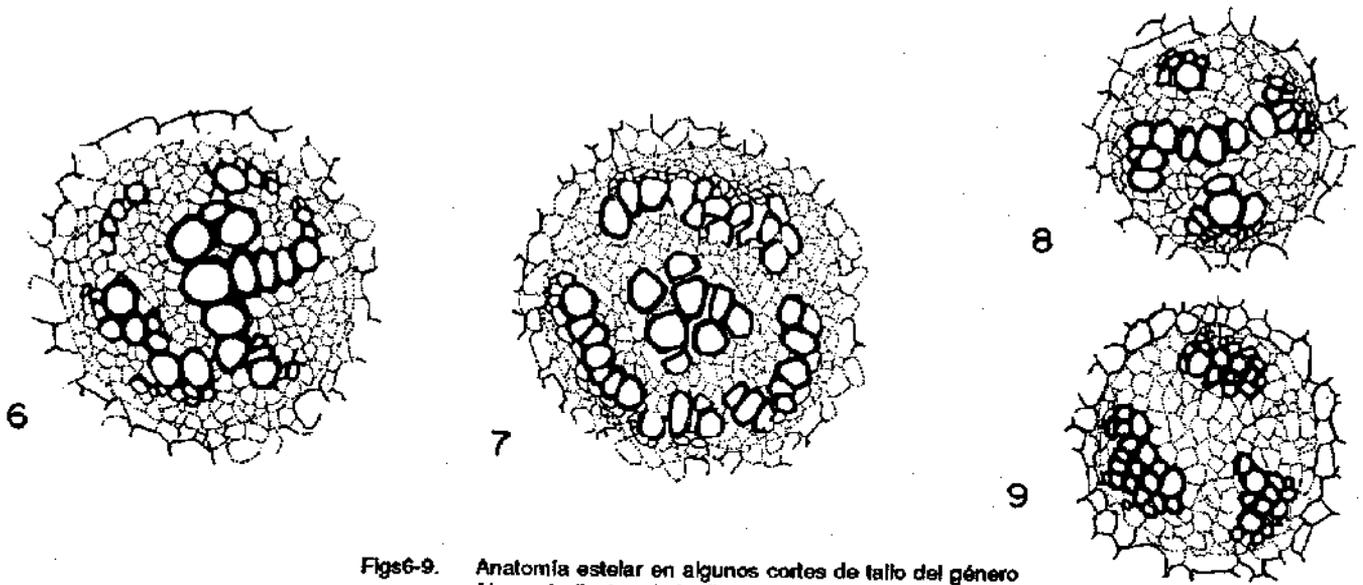
Wilce (1972) encontró tres patrones de ornamentación en la pared de las esporas. Son ellos el foveolado-fosulado para las especies del género *Huperzia*, el rugulado para las del género *Lycopodiella* y el reticulado para las del género *Lycopodium*.

Bruce (1976a) observó canales de mucílago en las especies de los géneros *Lycopodiella* y *Lycopodium*. Hay dos tipos diferentes de canales de mucílago: venales, que se desarrollan en la proximidad de la traza foliar, tanto en hojas vegetativas como esporófilas; y basales, que están restringidos a la base de las esporófilas en el estróbilo. En el género *Lycopodiella* se observan ambos tipos de canales, en el género *Lycopodium* sólo se observan canales basales y las especies del género *Huperzia* carecen de canales de mucílago.

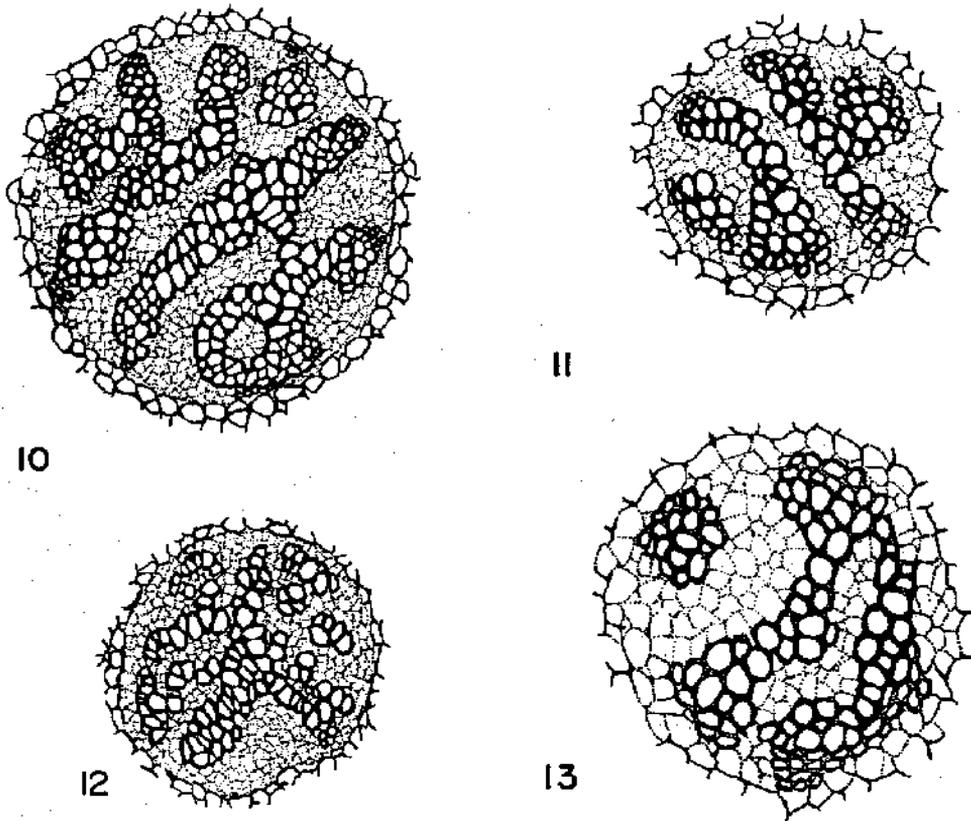
Bruce (1976b) también considera que los gametofitos exhiben características diferentes en los tres grupos, así: son persistentes, subterráneos, holosaprofiticos y con forma de zanahoria en el género *Lycopodium*; efímeros, superficiales, hemisaprofiticos y tuberosos en *Lycopodiella*; persistentes, subterráneos, holosaprofiticos y cilíndricos con simetría radial o bilateral en *Huperzia*.

Ølgaard (1975), al estudiar la pared de los esporangios, distinguió en ellos dos o más capas de células con dos tipos de paredes celulares: la pared lateral que resulta de las divisiones anticlinales en la capa externa del esporangio, y las paredes internas y externas que resultan de las divisiones periclinales. El género *Huperzia* se caracteriza por tener paredes laterales sinuadas y tanto las paredes laterales como las internas son gruesas y lignificadas. El género *Lycopodium* tiene paredes laterales lignificadas y sinuadas, pero poco engrosadas. El género *Lycopodiella* posee paredes laterales rectas, delgadas y sin lignificar.

Ølgaard (1979a) reconoce que las especies epífitas, erectas y pendulares poseen ramificación isotómica, en tanto que en las especies rastreras el patrón de ramificación es anisotómico. Las especies epífitas, las erectas y las pendulares se incluyen en el género *Huperzia* y las especies rastreras se incluyen dentro de los otros géneros. Como se anotó en la Introducción, el tallo postrado de las especies rastreras emite rami-



Figs 6-9. Anatomía estelar en algunos cortes de tallo del género *Huperzia*, ilustrando la disposición del xilema. 6. *Huperzia dichaeoides* (Maxon) Holub. Santa y Vallejo 1070; 7. *Huperzia ca-llitrichifolia* (Mett.) Holub. Santa y de Escobar 853; 8. *Huperzia sarmentosa* (Spring) Trevisan. Londoño *et al.* 678; 9. *Huperzia tetragona* (Hook. y Grev.) Trevisan, Santa *et al.* 955.



Figs 10-13 Anatomía en algunos cortes de tallo del género *Huperzia*, ilustrando la disposición del xilema. 10. *Huperzia cf. capellae* (Herter) Holub. Santa y Hoyos 683; 11. *Huperzia* sp. aff. *cruenta* (Spring) Rothm. Santa y Hoyos 692; 12. *Huperzia ecuadorica* (Herter) Holub. Santa y Hoyos 676; 13. *Huperzia* sp. aff. *schlimii* (Herter) B. Øllg. Santa *et al.* 945.

ficaciones laterales y verticales. Estas últimas se originan de la porción dorsal del tallo postrado en *Lycopodiella* o de la porción lateral del tallo postrado en *Lycopodium*.

Pedersen y Ølgaard (1982), al hacer un análisis de los ácidos fenólicos de 170 muestras coleccionadas en Ecuador, detectaron un éster del ácido dihidrocafeico en los especímenes del género *Huperzia* pero no en los especímenes de los otros géneros.

En el presente trabajo se observa el córtex externamente esclerenquimatizado pero carente de lignina en la mayoría de los ejemplares del género *Huperzia*. En algunas especies de ese género las preparaciones mostraron también esclerenquimatización, pero sin deposición de lignina, en el córtex interno. Nueve ejemplares del género *Huperzia*, exhibieron un córtex totalmente homogéneo (parenquimático). En los ejemplares de los otros géneros el córtex se esclerenquimatiza y lignifica fuertemente. Las especies del género *Lycopodiella* se esclerenquimatizan predominantemente en el córtex medio, en tanto que las del género *Lycopodium* lo hacen en el córtex interno.

Según Ogura (1972), en la mayoría de las especies del género *Huperzia* la relación entre el diámetro de la estela y el diámetro del tallo en corte transversal está comprendida entre 1/4 y 1/20 y en los géneros *Lycopodiella* y *Lycopodium* esa relación varía entre 1/2 y 1/3. Los datos del presente trabajo se ajustan a esas relaciones. En *Lycopodiella alopecuroides* y en *Lycopodiella caroliniana* se ve alguna desviación. Estas dos últimas especies están adaptadas a condiciones pantanosas y han desarrollado tejido esponjoso en el córtex (tabla 2).

La estela observada en el tallo para todas las muestras estudiadas corresponde a una plectostela, puesto que el xilema y el floema se disponen en placas alter-

nas. Las placas de xilema en el tallo principal de *Lycopodium* tienen tendencia a organizarse en forma paralela, en tanto que para los géneros *Huperzia* y *Lycopodiella* la estructura de la estela es predominantemente radial.

No obstante que se observó una mayor proporción de muestras con diferenciación de la endodermis en *Huperzia* que en los otros géneros, no hay una consistencia que amerite utilizar este parámetro como criterio de distinción entre los tres géneros. En cambio se observa consistencia en la deposición de lignina, en la relación entre el diámetro de la estela y el diámetro del tallo y en la disposición del xilema y del floema en la estela. También se observó consistencia en la ubicación del esclerénquima, pero cada muestra examinada corresponde sólo a una porción del tallo. La validez del último parámetro depende aún de un estudio más integral de la anatomía del tallo en cada especie.

En este trabajo se reporta un examen de menos del 10% de las especies existentes en la familia Lycopodiaceae. Los datos soportan la existencia de tres grupos naturales (*Huperzia*, *Lycopodiella* y *Lycopodium*) en lugar de uno (*Lycopodium*), tal como se sugiere en las publicaciones más recientes; sin embargo, es obvio que se necesita un examen de mayor número de especies que provean una base mucho más sólida en la delimitación de los tres géneros.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su reconocimiento de gratitud al Centro de Investigaciones de la Universidad de Antioquia por financiar la recolección del material, a sus estudiantes del curso de microtécnicas por la elaboración de una gran parte de los cortes histológicos, y a Gloria Mora G. por la elaboración de los dibujos y tablas.

#### LITERATURA CITADA

- Bruce, J.G. 1976a. Development and distribution of mucilage canals of *Lycopodium*. Amer. J. Bot. 63: 481-491.
- Bruce, J.G. 1976b. Gametophyte and subgeneric concepts in *Lycopodium*. Amer. J. Bot. 63: 915-924.
- Cunningham, J.L. 1969. Rapid alkaline rehydration of dried plant tissues for histological study. Stain Technol. 44D: 243-246.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw Hill, New York.
- Jones, C.E. 1905. The morphology and anatomy of the stem of the genus *Lycopodium*. Trans. Linn. Soc. London, Bot. 7: 15-35.

- Love, A., y D. Love. 1958. Cytotaxonomy and classification of Lycopods. *Nucleus* 1: 1-10.
- Ogura, Y. 1972. Comparative anatomy of vegetative organs of the Pteridophytes. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Ølgaard, B. 1975. Studies in Lycopodiaceae. I. Observations on the structure of the sporangium wall. *Amer. Fern J.* 65: 19-27.
- Ølgaard, B. 1979a. Studies in Lycopodiaceae. II. The branching patterns and infrageneric groups of *Lycopodium* sensu lato. *Amer. Fern J.* 69: 49-61.
- Ølgaard, B. 1979b. *Lycopodium* in Ecuador-Habits and habitats. In: K. Larsen & L.B. Holm-Nielsen (eds): *Trop. Bot.* Academic press, London. pp. 381-395.
- Ølgaard, B. 1987. A revised classification of the Lycopodiaceae. *Sens. Lat. Opera Botánica* 92: 153-178.
- Pedersen, J.A., y B. Ølgaard. 1982. Phenolic acids in the genus *Lycopodium*. *Biochem. Syst. Ecol.* 10: 3-9.
- Schmid, R. 1982. The terminology and classification of steles: Historical perspective and the outlines of a system. *Bot. Rev.* 48: 817-931.
- Wilce, J.H. 1972. Lycopod spores. I. General spore patterns and the generic segregates of *Lycopodium*. *Amer. Fern J.* 62: 65-79.

## SOLICITUD DE INFORMACION

Durante el verano de 1986, el doctor Hans Blokpoel y el señor Gaston Tessier, del Servicio Canadiense de la Fauna Silvestre, usan colores para marcar a las jóvenes gaviotas pico roja (*Sterna caspia*) de una colonia del lago Ontario en Canadá. Para marcar las gaviotas, han empleado una banda de plástico que se coloca en la pata izquierda (amarilla con una línea horizontal negra). Además, cada gaviota tiene una banda metálica en la pata derecha. El objeto del programa es determinar la distribución anual de estas aves, especialmente sus rutas migratorias en Latinoamérica.

Se proyecta continuar en el futuro con este programa de marcado usando colores para aprender más sobre la ecología de estas aves en sus zonas de invernada en Latinoamérica. Por ello, le agradeceríamos que nos informe si ha visto estas aves marcadas con color y, de ser posible, nos envíe una carta. Esta información, y cualquier otra, puede dirigirla al Bird Banding Office, Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario, Canadá, K1A 0E7. Esta oficina central ha coordinado todas las combinaciones de marcado usando colores en Canadá. Por favor, dirija su información al doctor Blokpoel y al señor Tessier.