

EL APARATO VASCULAR DE LEMNACEAS COMO RESULTADO DE UN PROCESO DE HIDROMORFOSIS

F. NAVARRO ANDRÉS ¹
M^a A. SÁNCHEZ ANTA ¹
F. GALLEGO MARTÍN ¹

Key words: Anatomy, evolution, *Lemnaceae*.

RESUMEN.— Se hace un estudio comparado del aparato vascular de las Lemnáceas españolas, interpretando a éste como el resultado de una respuesta hidromórfica que se traduce en la pérdida de todos o de la mayor parte de sus elementos, lo que también implica la simplificación del fenótipo.

SUMMARY.— A comparative study is made of the vascular system of Spanish Lemnaceae in which the system is considered as the result of a hydromorphic response manifested in the loss of all or nearly all its elements, thereby involving simplification of the phenotype.

En los últimos años una de nuestras líneas de investigación se ha centrado en el estudio de las Lemnáceas españolas; esta nota supone un avance de los resultados obtenidos en lo que concierne a la simplificación del aparato vascular, resultante de un proceso regresivo de adaptación a la vida dulceacuícola.

La familia Lemnáceas comprende los siguientes géneros: *Spirodela*, *Lemna*, *Wolffia*, *Pseudowolffia*, *Wolffiella* y *Wolffiopsis*; de ellos, sólo los tres primeros, al menos por el momento, tienen representación ibérica a través de las siguientes especies: *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid, *Lemna trisulca* L., *Lemna minor* L., *Lemna gibba* L., y *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimmer.

¹ Departamento de Biología General. Facultad de Biología. Salamanca.

Además, S. RIVAS MARTÍNEZ (1982) recoge información facilitada por F. ALCARAZ sobre la existencia de *Lemna perpusilla* Torrey (*L. paucicostata* Hegel ex Engelm.) en la Huerta del Segura. Puestos en comunicación con el último, nos facilitó material de una *Lemna* procedente de las acequias inmediatas a Rojales, Guardamar (Alicante), de talos frondiformes suborbiculares ligeramente asimétricos, con caliptra débilmente aguda, pero con vaina radical áptera, por lo que estimamos que es una forma de *L. minor*, opinión que prácticamente comparte el descubridor (*in. lit.*). Dicho neófito se halla en algunos países de Europa Occidental, por lo que no es improbable su presencia en la Península Ibérica.

Sobre estos cinco taxones se centra nuestro estudio, a base de un análisis de la estructura y disposición de los tejidos conductores. En cada caso se indica en que fitoteca se halla depositado parte del material seco que sirvió de base a nuestras investigaciones, o bien, los pliegos de los que se tomaron algunas muestras.

También hemos comprobado, comparando con preparaciones obtenidas directamente a partir de material fresco, que las muestras de herbario —una vez hidratadas— conservan prácticamente todos los caracteres anatómicos esenciales que poseen los individuos vivos.

Los cortes se han efectuado en un criomicrotomo, analizando múltiples muestras de procedencia muy diversa, y una vez obtenidos, se han teñido con el reactivo «FASGA»; posteriormente, se han estudiado al microscopio óptico.

A continuación describimos los caracteres concernientes a los tejidos conductores que consideramos más significativos, observados en cada especie.

***Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. *Linnaea*, 13:392 (1839)**

Procedencia del material depositado: Torresmenudas (Salamanca). Leg.: F. Navarro & C.J. Valle (21-6-83). SALAF*: 4636

Ecología y Fitosociología: En aguas dulces eutrofas de corriente muy lenta, formando parte de comunidades uniestratas referibles a *Spiroledetum polyrrhizae*.

Caracteres organográficos estudiados: Talos frondiformes obovales (3-10 mm), con numerosas pseudonervaduras laterales, sin tráqueas ni traqueidas netas, pero con algunos vestigios de las últimas.

Raíces (2-16) fasciculadas, carentes de tráqueas; con un hacecillo de traqueidas bien definidas de pequeño diámetro, éstas de distintos tipos: las externas, punteadas con tabiques transversales y punteaduras areoladas; las centrales, anilladas y helicadas.

* Herbario de la Facultad de Farmacia de Salamanca.

Lemna trisulca L. *Sp. Pl.*, 970 (1753)

Procedencia: A pesar de nuestras intensas búsquedas en el río Bullaque, Retuerta (Ciudad Real) —de donde recoge una cita S. RIVAS MARTÍNEZ, *l.c.*—, no fué posible localizarla, por lo que recurrimos a tomar muestras desecadas depositadas en el Jardín Botánico de Madrid. Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). Leg.: S. Rojas Clemente (1803). MA: 161468.

Ecología y Fitosociología: Forma parte de comunidades bistratas, propias de aguas limpias, mesoeutrofas no contaminadas (*Lemnetum trisulcae*)-*cf.* S. RIVAS MARTÍNEZ *l.c.*-

Caracteres organográficos estudiados: Talos frondiformes de dos clases: unos, floríferos (oval a oval-lanceolados), los otros, vegetativos (oblongo lanceolados), de hasta 15 por 3 mm; los primeros natantes en el momento de la antesis, los segundos constantemente inmersos (*cf.* R. MAIRE 4, 1957). Los individuos estudiados son fértiles, a juzgar por su riqueza en estomas. A cada lado de la fronde se observa una pseudonervadura lateral bien neta. Su aparato vascular está reducido a vestigios de traqueidas.

Raíz única, sin verdadera vascularización; excepcionalmente aparecen unas microestructuras que pueden corresponderse bien con restos de traqueidas, o bien con el parénquima liberiano observado por P. ECHLIN & all (1979; 1980) y por J.E. MELARAGNO & M.A. WALSH (1976) en raíces de *L. minor*, utilizando el microscopio electrónico de barrido.

Lemna minor L. *Sp. Pl.*, 970 (1753)

Procedencia del material depositado: Vecinos (Salamanca). Leg.: F. Navarro, M^a A. Sánchez Anta & J. Elena (14-6-83). SALAF: 4637.

Ecología y Fitosociología: En aguas dulces tranquilas, desde limpias a eutrofizadas, formando parte de varias asociaciones uniestratas de la alianza *Lemnion gibbae*; las poblaciones de donde se tomaron numerosas muestras son referibles a *Lemnetum gibbae*.

Caracteres organográficos estudiados: Talos frondiformes obovales o suborbiculares (1,5-5 mm), generalmente con tres pseudonervaduras poco manifiestas —excepcionalmente hasta 5—. Morfología interna de la fronde similar a la de las dos especies anteriores, pero sin vestigios de traqueidas; éstas, da la impresión de que son sustituidas por un tejido parenquimático bien desarrollado, cuyos constituyentes elementales se agrupan en filas originando un parénquima liberiano.

Raíz única, sin tráqueas ni traqueidas netas, pero en la que aparecen unas microestructuras similares a las observadas en *L. trisulca*, y por lo tanto, se puede considerar que corresponden a restos de traqueidas o parénquima liberiano.

Lemna gibba L. *Sp. Pl.*, 970 (1753)

Procedencia del material depositado: Vecinos (Salamanca). *Leg.:* F. Navarro, M^a A. Sánchez Anta & J. Elena (14-6-83). SALAF: 4638.

Ecología y Fitosociología: En aguas dulces eutrofizadas y contaminadas formando parte de la asociación *Lemnetum gibbae*, de la que es un elemento característico. Recientemente M. LAINZ & all (1982) la señalan de aguas marinas.

Caracteres organográficos estudiados: Talos frondiformes, de circulares a obovales, planos por la cara superior y fuertemente convexos (hemisféricos) por la inferior, débilmente carinados (2-7 mm). Los tejidos conductores son similares a los encontrados en *L. minor*, de la que se diferencia básicamente, en lo que a su anatomía se refiere, por su aerénquima (De esta cuestión nos ocuparemos en un trabajo posterior).

Raíz única, sin ninguna particularidad anatómica que la diferencie de la de *L. minor*.

Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimmer, *Fl. Schels.* ed. 3, 140 (1857)

Procedencia: Su búsqueda en el río Bullaque, al igual que en el caso de *L. trisulca*, resultó infructuosa. En MA. y en MAF. no hay depositado material español, aún cuando la planta en cuestión está señalada en varias localidades hispanas, por lo que las muestras estudiadas, que posteriormente se hidrataron para su estudio, son de origen francés (MA. 18.632). «*Forêt de Raismes, mare entre le monts de Bruyères et la voie du chemin de fer*». *Leg.:* R. Litardiere.

Ecología y Fitosociología: En aguas dulces mesoeutrofas no contaminadas, conviviendo con *L. trisulca* (*Lemnetum trisulcae*)-cf. S. RIVAS MARTÍNEZ, *l.c.*-.

Caracteres organográficos observados: Talos frondiformes de aspecto subglobuloso (0,5-1,5 mm) carentes de vasos y raíces.

* * * *

Como fácilmente puede deducirse de los resultados anteriores, el sistema vascular de las Lemnáceas está sumamente reducido con respecto al de otras Monocotiledóneas, quedando solamente vestigios de vascularización en algunas de estas formas taloides; en la tabla 1 y en los esquemas de las figuras 1 y 2, se hace notar cómo existe una clara tendencia a la reducción de los vasos, tanto en el talo frondiforme como en la raíz.

Las tráqueas están ausentes, en todos los casos, en los talos frondiformes. En *S. polyrhiza* aún existen vestigios de traqueidas, al igual que en *L. trisulca*; éstas, faltan en *L. minor* y en *L. gibba*, donde son sustituidas por un parénquima liberiano. En *W. arrhiza* no hay ninguna traza de vascularización.

En cuanto a las raíces, constantemente carecen de tráqueas. En *S. polyrhiza* aparece un haz de traqueidas de diferentes tipos (las externas, punteadas con tabiques transversales y punteaduras areoladas; las centrales, anilladas y helicadas). *L. trisulca* conserva algunos restos de éstas y comienza a bosquejarse en ella indicios de parénquima liberiano, tejido este último que se halla bien desarrollado en *L. minor* y en *L. gibba*.

Del comentario hecho relativo al comportamiento ecológico de cada una de las especies, se deduce que, las Lemnáceas, de neta vocación cosmopolita, en su mayor parte son acropleustófitos —vegetales macroscópicos cuyos órganos asimiladores flotan libremente en la superficie de las aguas dulces tranquilas en contacto con la atmósfera (sólo ocasionalmente viven en el mar, posiblemente procedentes del arrastre fluvial)—, lo que implica que formen parte del limnoepipleon, siendo fácilmente desplazables por la acción del oleaje, lo mismo que el fitoplancton. También alguna Lemnácea, de un modo excepcional, se comporta como un mesopleustófito, dado que se halla en suspensión, emergiendo los individuos fértiles a la superficie de las aguas, en el momento de la antesis; tal es el caso de *L. trisulca* L. formadora del limnohypopleón.

TABLA 1

	TALO FRONDIFORME			RAIZ		
	Tráqueas	Traqueidas	Parénquima liberiano	Tráqueas	Traqueidas	Parénquima liberiano
<i>S. polyrhiza</i>	-	v	-	-	+	-
<i>L. trisulca</i>	-	v	-	-	v	+
<i>L. minor</i>	-	-	+	-	-	+
<i>L. gibba</i>	-	-	+	-	-	+
<i>W. arrhiza</i>	-	-	-			

+ = presente; - = ausente; v = vestigios

Este modo peculiar de vida implica el desencadenamiento de procesos de etiomorfosis que se traducen en que los requerimientos hídricos prácticamente tienden a cero, lo que hace que la circulación del agua esté altamente reducida, siendo a veces nula, por innecesaria. Estos hechos explican en parte la marcada reducción del aparato vascular, dado que la función transportadora que cumple en la mayor parte de las cormofitas en nuestro caso particular está prácticamente anulada; la evolución en el interior del grupo ha ido eliminando los vasos heredados de sus antepasados. Por otra parte, las necesidades nutritivas están resueltas como consecuencia de esta respuesta hidromórfica, lo que las permite absorber directamente del medio los gases y sales minerales necesarios para llevar a cabo sus funciones vitales, dado que se hallan disueltos en éste. Ello también hace que exista una clara tendencia a la formación de arrizófitas —las raíces no necesitan cumplir sus funciones básicas de fijación y absorción, comportándose en varias Lemnáceas como simples órganos del equilibrio—, la cual culmina en *W. arrhiza*.

Como consecuencia de esto, se ha llegado a un estado vegetativo de infantilismo permanente, simplificación del fenotipo por transformación neoténica (cf. A. TAKHTAJAN, 1981) que entraña, a lo largo de la historia evolutiva, la pérdida de una serie de caracteres anatómicos, así como la adquisición de otros de adaptación al medio, traduciéndose todo ello en cuerpos vegetativos acusadamente simplificados, los cuales revelan un desarrollo regresivo de adaptación a la vida dulceacuícola.

POSTSCRIPTUM

Una vez finalizada la redacción de esta nota, al continuar revisando con detenimiento el material depositado en MAF, hemos hallado algunos ejemplares de *W. arrhiza* procedentes de Herreruela (Cáceres). Leg.: M. Rivas Mateos. MAF: 33464.

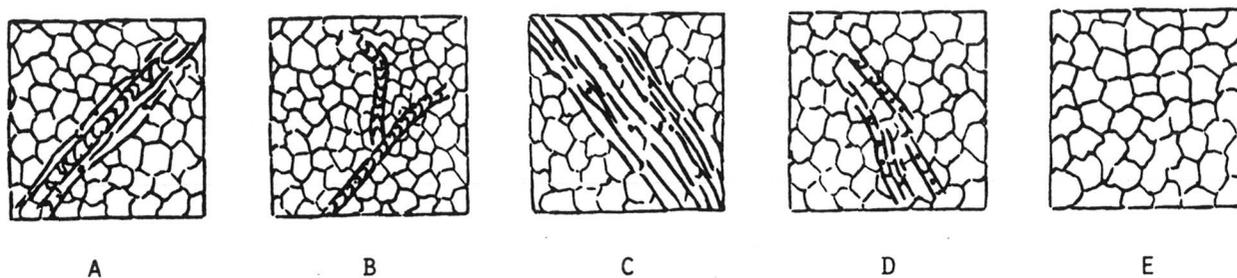


FIG. 1. Aparato vascular del talo frondiforme de: A. *Spirodela polyrhiza* ; B. *Lemna trisulca* ; C. *Lemna minor* ; D. *Lemna gibba* ; E. *Wolffia arrhiza* .

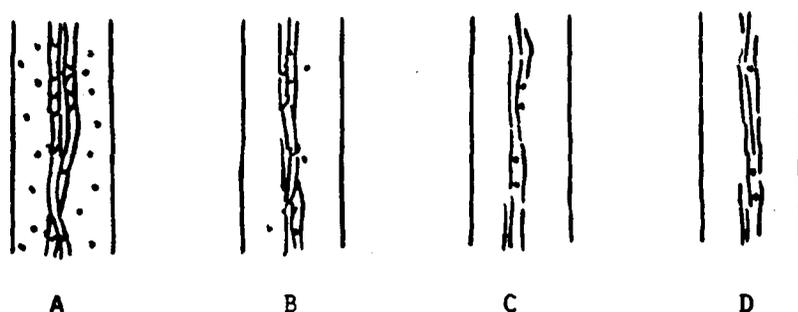


FIG. 2. Aparato vascular de la raíz de: A. *Spirodela polyrhiza* ; B. *Lemna trisulca* ; C. *L. minor* ; D. *L. gibba* .

BIBLIOGRAFÍA

- ECHLIN, P. & all (1979). Freeze fracture scanning electron microscopy of *Lemna minor* duckweed. *Scanning electron microsc.* (5): 69-76.
- ECHLIN, P. & all (1980). Elemental analysis of frozen hydrated differentiating phloem parenchyma in roots of *Lemna minor*. *Scanning electron microsc.* (2): 383-394.
- LAINZ, M. & all (1982). Contribuciones al conocimiento de la flora montañesa. *Anales Jard. Bot. Madrid* 38 (2): 469-476.
- MAIRE, R. (1957). Flore de l'Afrique du Nord. IV: 251. Ed. Paul Lechevalier. Paris.
- MELARAGNO, J.E. & WALSH, M.A. (1976). Ultrastructural features of developing sieve elements in *Lemna minor* the protoplast. *Am. J. Bot.* 63 (8): 1145-1157.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1982). Vegetatio Matritensis I. Datos sobre la vegetación flotante dulceacuícola de la clase *Lemnetea minoris*. *Lazaroa*. 4:149-154.
- TAKHTAJAN, A. (1981). Flowering Plants. Origin and dispersal. *Bishen singh mahendra pal sing and Otto Koeltz Science Publishers*.

(Aceptado para su publicación el 25-X-1983)