

## La excreción en pulmonados *Basommatophora* y *Stylommatophora*

P. Sesma, R. Paniagua y J. J. Vázquez

Departamento de Citología e Histología  
Universidad de Navarra  
Pamplona

(Recibido el 1 de diciembre de 1977)

P. SESMA, R. PANIAGUA and J. J. VAZQUEZ. *Excretion in Basommatophora and Stylommatophora Pulmonata*. Rev. esp. Fisiol., 34, 317-332. 1978.

A comparative study on the kidney of *Pulmonata* living on land (*Stylommatophora*) and in fresh water (*Basommatophora*) was made. The sections performed in three different planes allowed us to know the 3-dimensional pattern of its components: renopericardial duct, kidney sac and ureter. Renopericardial duct runs far into the kidney sac. The duct of *Basommatophora* is longer and bears also longer cilia than that of *Stylommatophora*. Kidney sac is similar in both groups and is made up of a wall from which a complex lamellar system spreads into the cavity. Lamellae are longer and more numerous at the dorsal wall, being the lumen of the organ eccentric. The cavity is lined by columnar epithelial cells (nephrocytes) with brush border. Characteristic of the nephrocytes is the presence of a large apical vacuole containing an excretion granule. In *Lymnaea* there are also lamella lined by cubic epithelium without excretion granule. The union between kidney sac and ureter is different from one another in the three species studied. In *Lymnaea* the kidney sac narrows and forms the ureter; the connexion in *Cryptomphalus* is achieved through a 200  $\mu\text{m}$  window; and in *Helicella* there is a duct between both parts. The ureter has a columnar epithelium with very deep infoldings of the basal cell membrane, according to its osmotic regulative function. In *Stylommatophora* there are primary and secondary ureters, while in *Basommatophora* there is only one type.

La excreción de moluscos, y especialmente en pulmonados, ha sido frecuente objeto de investigación a comienzos de este siglo, especialmente desde el punto de vista histológico (5-7, 14, 15, 18, 19, 22). Estudios fisiológicos han sido efectuados en tiempos más recientes (8, 9, 12, 13, 21). Faltan en este momento trabajos morfológicos, especialmente de microscopía electrónica, que permitan una mejor com-

prensión de la función que realiza cada parte del aparato excretor. En la literatura consultada se han encontrado únicamente dos trabajos ultraestructurales: el realizado por BOUILLON (3), en el *Stylommatophorum Helix pomatia*, y el estudio de BONGA y BOER (2) en *Basommatophora Lymnaea stagnalis*.

En el presente trabajo se estudian ultraestructuralmente los patrones básicos

de diseño, que permiten una mejor comprensión de la función, a la vez que se hace una integración de los hallazgos según la Histología convencional y la microscopía electrónica.

### Material y métodos

Se utilizaron siete ejemplares de *Lymnaea stagnalis*, que se mantuvieron varios días a temperatura ambiente en agua de río; quince ejemplares de *Helicella intersepta* y treinta de *Cryptomphalus aspersa*. La mitad de los ejemplares de *Stylommatophora* se recogieron y sacrificaron durante el período de hibernación. La otra mitad en el resto del año.

La disección del sistema reno-pericárdico se realizó siguiendo el método de BEAUMONT y CASSIER (1), ligeramente modificado: se dejó abierta la cavidad pulmonar para obtener el aparato excretor completo, sin separar saco renal, uréter y cavidad pericárdica. Para el estudio al microscopio de luz se fijaron las piezas en formol y se incluyeron en parafina.

Con objeto de establecer una reconstrucción tridimensional del órgano, se hicieron cortes transversales, según un solo plano, y longitudinales, según dos planos perpendiculares entre sí. Los cortes se hicieron en series alternantes de siete cortes gruesos (15  $\mu\text{m}$ ) y siete finos (5  $\mu\text{m}$ ), hasta agotar la pieza. Las tinciones empleadas han sido: Hematoxilina-eosina, Van Gieson, PAS, paraldehído-fucsina (para fibras elásticas), Cowdry (para mitocondrias) y reticulina (según la técnica de GORDON y SWEET). La reconstrucción, a partir de los cortes, se realizó con la ayuda de un aparato de cámara clara.

Para el estudio al microscopio electrónico se fijaron pequeños fragmentos en glutaraldehído y se postfijaron en tetróxido de osmio. Tras la deshidratación a través de concentraciones crecientes de alcohol, se aclaró con óxido de propileno y se incluyó en Epon-812. De los bloques incluidos se hicieron cortes semifinos (1  $\mu\text{m}$ )

que se tiñeron con azul de metileno, con objeto de seleccionar los campos más idóneos para efectuar los cortes ultrafinos que, después de contrastados con hidróxido de plomo y acetato de uranilo, fueron examinados con un microscopio Siemens Elmiskop 1A.

### Resultados

El aparato excretor, el corazón y la cavidad pericárdica de los Pulmonados forman un bloque que constituye una unidad anatómica. Se encuentran situados en el lado izquierdo, en la parte posterior de la cavidad pulmonar, e incluidos en una cápsula única (fig. 1). Están recubiertos dorsalmente por la pared del manto, que reviste la masa visceral y la rebasa, prolongándose hacia adelante y a los lados para constituir la cavidad pulmonar.

El saco renal es de color amarillento y consistencia blanda; tiene forma alargada y es más estrecho en el extremo cefálico que en el caudal (fig. 1C). En *Basommatophora* la disposición es a la inversa (fig. 1A y B). El diámetro mayor longitudinal forma un ángulo de unos 45° con el eje longitudinal del cuerpo, por lo que podemos considerar una cara anterolateral y otra posterolateral, además de las caras dorsal y ventral. Por la cara anterolateral se relaciona con la cavidad pericárdica, la cual se halla adosada al saco renal en una extensión que representa, aproximadamente, la tercera parte de la longitud de dicha cara. En *Stylommatophora*, de la longitud total que ocupa el corazón, la mitad más próxima al extremo caudal está ocupada por el ventrículo, y la otra mitad por la aurícula (fig. 1C). De acuerdo con lo dicho anteriormente en *Basommatophora*, la disposición del corazón es a la inversa (fig. 1A y B).

La cavidad pericárdica y el saco renal comunican mediante el conducto renopericárdico. El uréter comprende dos porciones en *Stylommatophora*: uréter primario y secundario. El uréter primario en-

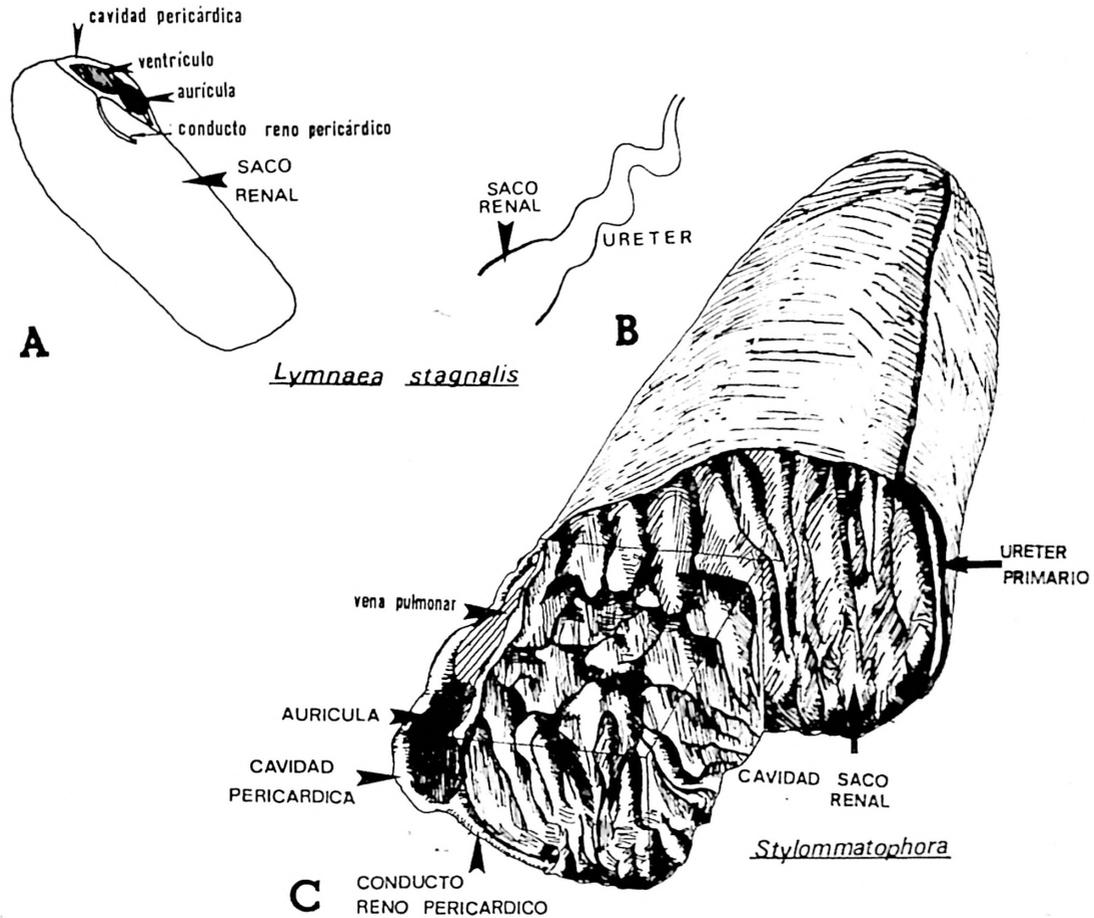


Fig. 1. Esquema del aparato excretor.

A, B: Vista ventral y dorsal, respectivamente, de *Lymnaea stagnalis*. C: Vista dorsal de *Stylommatophora*. Está representado tridimensionalmente el sistema de laminillas del saco renal.

vuelve parcialmente la cara posterolateral del riñón y se extiende desde el extremo cefálico hasta el caudal (fig. 1C), donde se incurva y pasa a formar el uréter secundario. Este continúa en dirección cefálica y se dirige hacia el recto, junto al que marcha adosado (fig. 19A), hasta que desemboca en el exterior por el poro urinario, situado junto al ano. En *Basommatophora* no se distingue entre uréter primario y secundario. El único uréter está situado a continuación de la porción caudal del riñón (incurvada hacia el extremo cefálico), y se dirige hacia el extremo ce-

fálico para desembocar en el poro urinario en la cavidad paleal (fig. 1B).

Se describe aquí la estructura microscópica de cada uno de estos componentes del sistema excretor, considerándolos por separado, sin referencia a la cavidad pericárdica que ha sido ampliamente estudiada por BONGA y BOER (2).

*Conducto reno-pericárdico.* Se origina en la pared que limita la cavidad pericárdica con el saco renal, y penetra en el interior del saco renal a modo de manga (fig. 2). Es un conducto aplanado, cuya

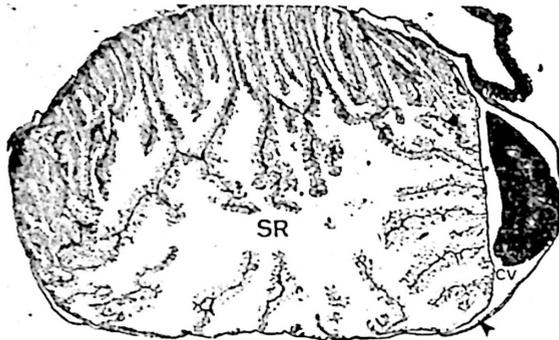


Fig. 2. Panorámica del saco renal (SR) y cavidad pericárdica (CV), de *Stylommatophora*. La flecha señala el conducto renopericárdico.  $\times 22$ .

pared forma pliegues hacia la luz. El diámetro mayor varía de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , y el menor de 10 a 30  $\mu\text{m}$ . La pared del conducto está constituida por un tejido conjuntivo denso, rico en fibras de reticulina, que se continúa con el de la pared del saco renal. Por fuera del conjuntivo presenta una capa de células musculares, de 8 a 10  $\mu\text{m}$  de espesor. En la porción que se halla dentro del saco renal parten laminillas renales de su periferia.

En su interior, el conducto está revestido por un epitelio simple, plano en su inicio, como el que reviste la cavidad pericárdica, y sus células van haciéndose gradualmente más altas, hasta conseguir el epitelio cilíndrico ciliado plenamente

desarrollado, propio del conducto. La transición del epitelio escamoso a cilíndrico no se realiza al mismo nivel en todas las caras del conducto (fig. 3).

Las células epiteliales presentan núcleos de contorno irregular, con grumos gruesos de cromatina y varios nucleolos (fig. 4). En el citoplasma destaca el abundante glucógeno dispuesto en gránulos alfa; entre los que se encuentran mitocondrias largas con crestas paralelas, bien desarrolladas. Las membranas plasmáticas que separan células vecinas discurren paralelas generalmente, dejando entre sí un espacio de unos 250 Å. En la zona apical se observan desmosomas. Los cilios se disponen orientados hacia el saco renal, no están en registro y entre ellos se observan microvellosidades (fig. 4).

Existen algunas diferencias entre *Bassomatophora* y *Stylommatophora* respecto a la situación del conducto. En los primeros comienza a nivel del ventrículo, formando un ángulo de unos 30° con el tabique de separación entre el saco renal y la cavidad pericárdica (figs. 1A y 3), y discurre así un tercio de su trayectoria aproximadamente. Se incurva luego unos 75°, para proseguir paralelo al eje principal del saco renal, y se dirige hacia el extremo caudal (fig. 1A). Durante todo el recorrido está situado en la parte ventral del saco renal, pero sin adosarse a él (figura 1A). En cambio, en *Stylommatopho-*



Fig. 3. Conducto renopericárdico de *Lymnaea stagnalis*. Se observa la transición gradual del epitelio. Ep: epitelio plano; Ec: epitelio cilíndrico.  $\times 310$ .

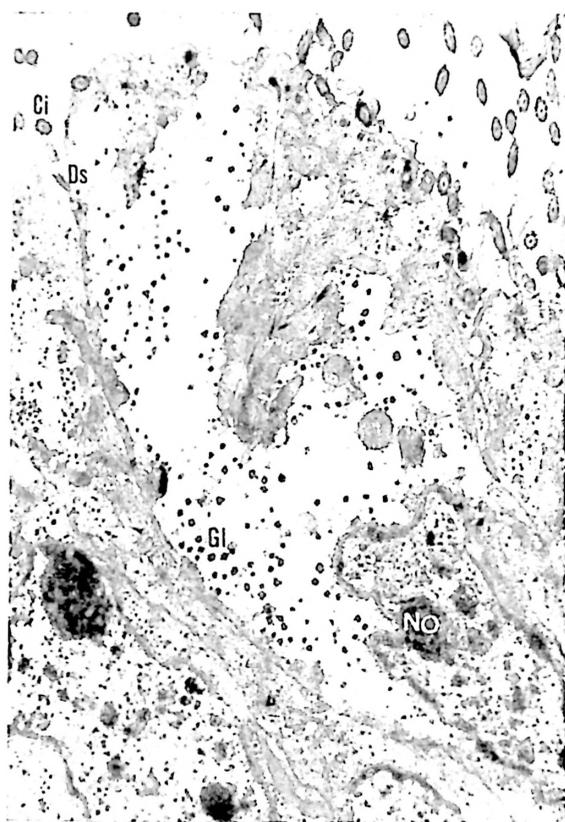


Fig. 4. *Electronografía del conducto renopericárdico.*

Ci: cilio; Ds: desmosoma; Gl: glucógeno; No: nucleolo.  $\times 10.800$ .

ra el conducto se inicia a nivel de la aurícula y permanece prácticamente adosado a la pared ventral del saco renal (fig. 2). En todo su trayecto, se mantiene casi perpendicular al tabique de separación entre el saco renal y la cavidad pericárdica (figs. 1C y 2). Sólo al desembocar en la luz del saco renal se incurva ligeramente. En la última porción del conducto existen cilios mucho más largos en *Basommatophora* que en *Stylommatophora*, alcanzando en los primeros las 80-100  $\mu\text{m}$  (fig. 5A y B).

*Saco renal.* La pared está constituida por un armazón de tejido conjuntivo, de 10 a 20  $\mu\text{m}$  de espesor, que contiene abundantes fibras de reticulina y alguna de co-

lágena. A partir de las paredes se forman múltiples pliegues, a modo de laminillas, que ocupan gran parte de la luz (figs. 2 y 6). El eje de estas laminillas está formado por fibras de reticulina que, en su trayecto, delimitan el contorno de senos hemolinfáticos de endotelio discontinuo (figura 7A, B). Diseminados entre las fibras de reticulina aparecen fibras musculares.

Las laminillas parten de todas las caras del saco renal y se encuentran orientadas hacia el extremo cefálico (fig. 6). Las que parten de la pared dorsal son más numerosas y largas, por lo que la luz del saco libre de ellas es excéntrica. Las laminillas dorsales se dirigen hacia la pared ventral y suelen bifurcarse, ya desde su inicio, en uno o varios puntos de su longitud, variable de unas a otras. En los cortes longitudinales en sentido horizontal y en los transversales se observan cómo se anastomosan unas con otras (fig. 2), originando un complejo laberinto de cavidades que semeja un patrón alveolar. No obstante, la observación de los cortes longitudinales en sentido perpendicular permite reconocer que todas las cavidades entre las laminillas establecen comunicación con la cavidad general del saco renal (fig. 6). En la pared ventral, son poco numerosas y apenas se bifurcan. Las de las paredes laterales presentan un desarrollo intermedio entre las dorsales y las ventrales. Algunas se dirigen hacia la pared dorsal, otras hacia la ventral, sin llegar a alcanzar las laminillas ventrales.

El epitelio que reviste el interior de la cavidad del saco renal y recubre las laminillas está constituido por células cilíndricas, nefrocitos, de 10 a 30  $\mu\text{m}$  de altura, provistas de un ribete en cepillo formado por microvellosidades de 1,1  $\mu\text{m}$  de longitud (figs. 7A y 8A). Lo más característico de estas células es la presencia de una gran vacuola (de 8 a 20  $\mu\text{m}$ ) que rechaza el núcleo hacia la base (figs. 7A y 8A). La vacuola contiene un concrecimiento de gran tamaño (6-12  $\mu\text{m}$ ), que comprende una zona central medianamen-

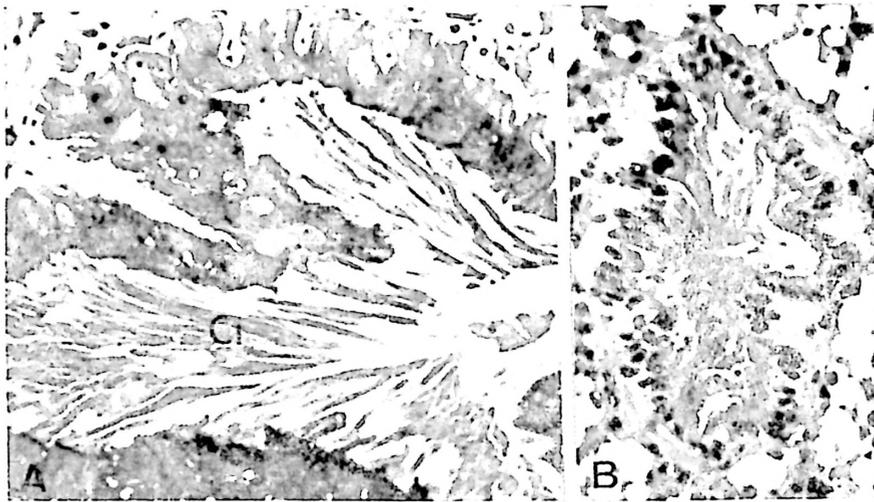


Fig. 5. *Conducto renopericárdico* de *Lymnaea stagnalis*.  
 A: corte de 1  $\mu\text{m}$ . Se observan cilios (Ci), muy largos.  $\times 550$ . B: corte transversal de 5  $\mu\text{m}$ .  
 $\times 310$ .

te densa, rodeada por capas concéntricas, distinguibles unas de otras por su diversa anchura y densidad (fig. 8B). En los animales en hibernación las vacuolas son particularmente numerosas (fig. 8C). Ocasionalmente, se observan vacuolas abriéndose a la luz.

En el citoplasma de los nefrocitos existe abundante glucógeno en forma de gránulos *alfa*. La cantidad varía de unos animales a otros (fig. 9). También se observa glucógeno en los núcleos. El retículo endoplasmático liso, constituido en su mayor parte por sáculos aplanados y vesículas, alcanza un considerable desarrollo (fig. 10). En *Cryptomphalus* se dispone de una manera peculiar (11). En todo el epitelio del saco renal la zona basal forma pliegues, entre los que se sitúan mitocondrias, y numerosas digitaciones muy finas (de 700 a 2.000 Å de diámetro) de gran longitud. Entre ellas existe un material fibrilar de características similares al de la membrana basal, con la que se continúa. Según la densidad del citoplasma pueden distinguirse dos tipos celulares entre los nefrocitos: claras y oscuras (fig. 10). En las oscuras se aprecia que la

gran densidad del citoplasma se debe a la riqueza en finos filamentos.

En *Lymnaea* se encuentran algunas laminillas que no responden a la descripción anterior. Las células epiteliales de éstas no son cilíndricas sino cúbicas (figura 12). El ribete en cepillo alcanza un mayor desarrollo (1,4  $\mu\text{m}$ ) que en los nefrocitos de otras laminillas. El citoplasma es muy denso y son raras las vacuolas típicas que contienen concrementos. En cambio, son muy numerosas las pequeñas vacuolas (fig. 12B, C). Entre uno y otro tipo de vacuolas existen formas interme-

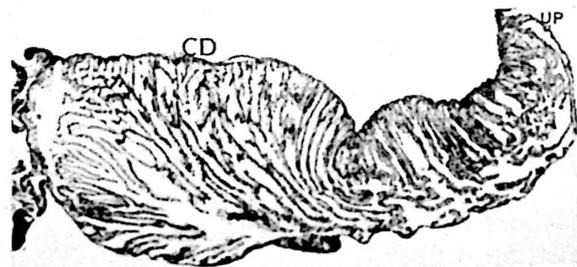


Fig. 6. *Corte longitudinal del saco renal y uréter primario (UP)*.  
 Enorme desarrollo de láminas en la cara dorsal (CD).  $\times 7,6$ .

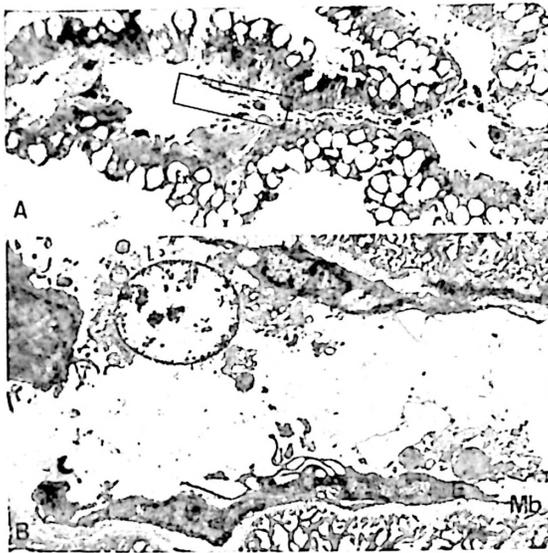


Fig. 7. *Laminilla del saco renal.*  
*A:* corte semifino. Se observa el ribete en cepillo y gránulos de excreción (Ex). El recuadro comprende parte de un vaso hemolinfático en el eje de la laminilla.  $\times 200$ . *B:* vaso hemolinfático al microscopio electrónico. Mb: Membrana basal.  $\times 4.100$ .

días que contienen gránulos semejantes a los concrementos, pero menos desarrollados. Existen, además, otras vacuolas que contienen un material muy denso, probablemente lisosomas secundarios (fig. 12C). Estas laminillas de epitelio cúbico pueden constituir laminillas enteras o parte de laminillas revestidas en el resto por nefrocitos típicos (fig. 12A).

*Transición saco renal-uréter.* La comunicación del saco renal con el uréter difiere en los distintos animales estudiados. En *Limnaea*, el saco renal se estrecha paulatinamente hasta que se transforma en uréter (fig. 1B). La zona de tránsito entre ambas estructuras es de 1,5 mm aproximadamente, y se caracteriza por la presencia de laminillas con un revestimiento mixto: Por una cara —la que mira al saco renal— el epitelio está formado por los nefrocitos típicos, por la otra —la que mira al uréter— el epitelio

es idéntico al que reviste el uréter (figura 13A, B).

En *Stylommatophora*, el uréter primario envuelve parcialmente el saco renal. La comunicación entre ambos se establece a nivel de la porción cefálica del saco renal. En *Helicella* hay un conducto de comunicación, situado perpendicularmente al tabique de separación entre el uréter y el saco renal (fig. 14). El epitelio de revestimiento de este conducto es igual al del uréter.

En *Cryptomphalus*, la comunicación es por un poro, de unas 200  $\mu\text{m}$  de longitud y de 75 a 140  $\mu\text{m}$  de anchura (fig. 15A), con numerosos pliegues tapizados por cé-

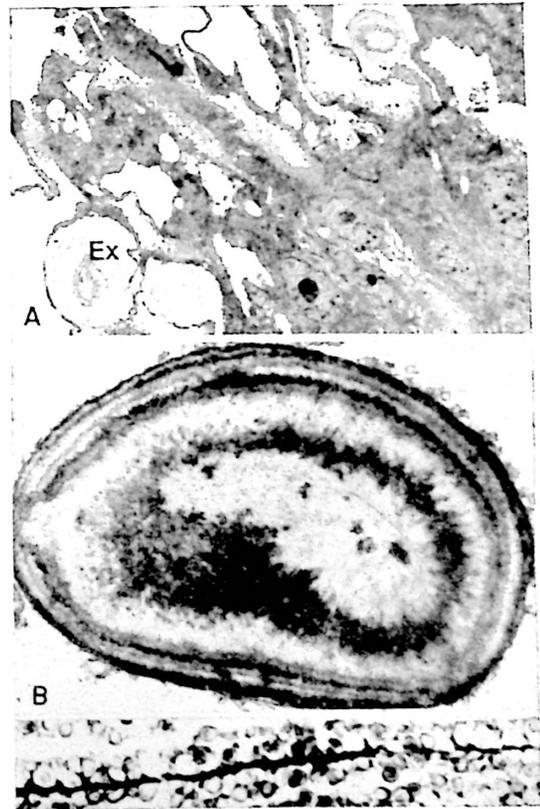


Fig. 8. *Epitelio del saco renal.*  
*A:* electronografía. Ex: gránulo de excreción.  $\times 1.000$ . *B:* gránulo de excreción a mayor aumento.  $\times 7.700$ . *C:* gránulos de excreción muy numerosos en animales en hibernación.  $\times 210$ .

lulas cilíndricas de 15 a 20  $\mu\text{m}$  de altura, provistas de abundantes cilios de 5 a 6  $\mu\text{m}$ . En la parte final del poro, el estroma del tabique de separación entre el saco renal y el uréter aumenta de espesor (pasa de 15 a 60  $\mu\text{m}$ ). En el interior del conjuntivo

aparecen grandes células mucosas de citoplasma desarrollado (fig. 15B).

*Uréter.* En *Lymnaea*, el uréter es un conducto cuyo diámetro disminuye progresivamente, desde 1.3 mm en el inicio

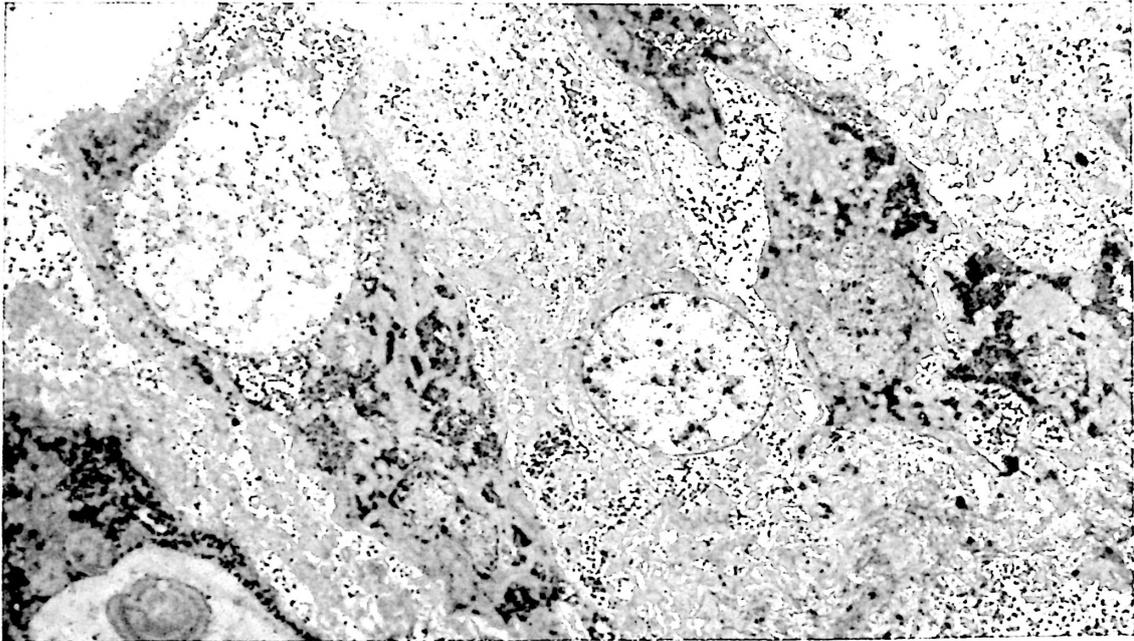


Fig. 9. *Electronografía de nefrocitos, en los que se observan gran abundancia de glucógeno* ( $\times 1.810$ ).

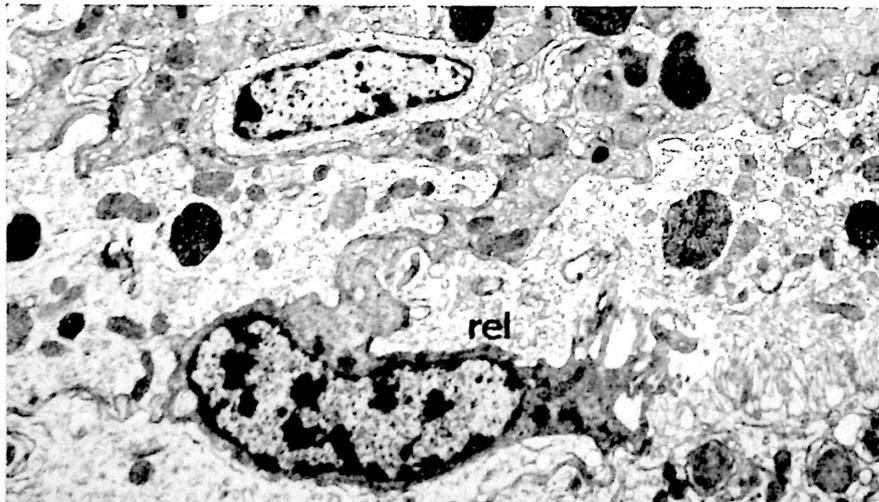


Fig. 10. *Nefrocitos claros y oscuros.*  
El retículo endoplasmático liso (rel) aparece muy desarrollado.  $\times 5.300$ .

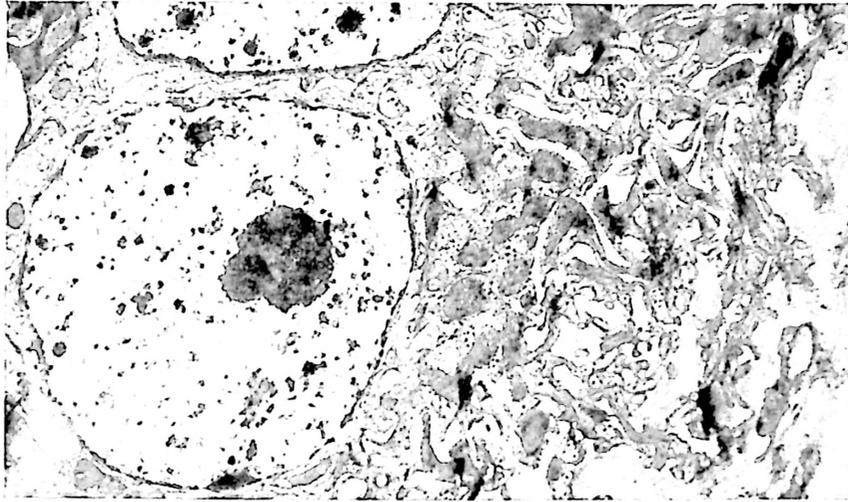


Fig. 11. Sistema de pliegues basales con mitocondrias, y digitaciones en la zona basal de los nefrocitos ( $\times 10.800$ ).

hasta 0,5 mm en la desembocadura de la cavidad paleal. La pared del uréter forma profundos pliegues y presenta en su espesor una capa muscular discontinua — de 3 a 5 células de espesor — de fibras longitudinales, entre las que se intercalan otras fibras musculares en disposición orbicular (fig. 16). El epitelio que reviste la luz alcanza un espesor de 13 a 18  $\mu\text{m}$  y está constituido por un único tipo de células cilíndricas, provistas de un ribete en cepillo, formado por microvellosidades, menores en número y tamaño (0,8  $\mu\text{m}$ ) que las de los nefrocitos (fig. 17). El citoplasma contiene abundante glucógeno dispuesto en gránulos *alfa*. En la porción basal se observan pliegues numerosos y profundos de la membrana plasmática. En el citoplasma, entre los pliegues existen largas mitocondrias, de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud, con matriz densa y crestas numerosas. El conjunto de pliegues y mitocondrias desplaza el núcleo a la porción apical. En las uniones intercelulares hay frecuentemente desmosomas en la zona apical. El epitelio descansa sobre un conjuntivo rico en fibras de reticulina (fig. 17).

El uréter primario de *Stylommatophora* está revestido por una mucosa, consti-

tuida por un epitelio cilíndrico, de 10 a 15  $\mu\text{m}$ , y el conjuntivo subyacente. En la porción cefálica, la mucosa forma numerosos pliegues (fig. 15). En ellos el conjuntivo alcanza de 30 a 40  $\mu\text{m}$  de espesor y se halla rodado por una capa de músculo liso. Más avanzado su curso, el uréter tiene una estructura más simple, carente de pliegues, y el conjuntivo es menos abundante, intercalándose entre sus fibras algunas células musculares aisladas. Además de las células semejantes a las descritas en *Lymnaea*, el uréter primario de *Stylommatophora* presenta células ciliadas que constituyen del 20 al 30 % de las células del epitelio. Sus cilios miden hasta 15  $\mu\text{m}$  y forman pequeños penachos (figura 18).

En el uréter secundario, la mucosa forma pliegues, aunque no tan pronunciados como los del uréter primario. El epitelio de revestimiento es semejante al del uréter primario, pero las células ciliadas son más abundantes y poseen cilios más cortos (figura 19A, B).

### Discusión

Son cuatro las funciones principales

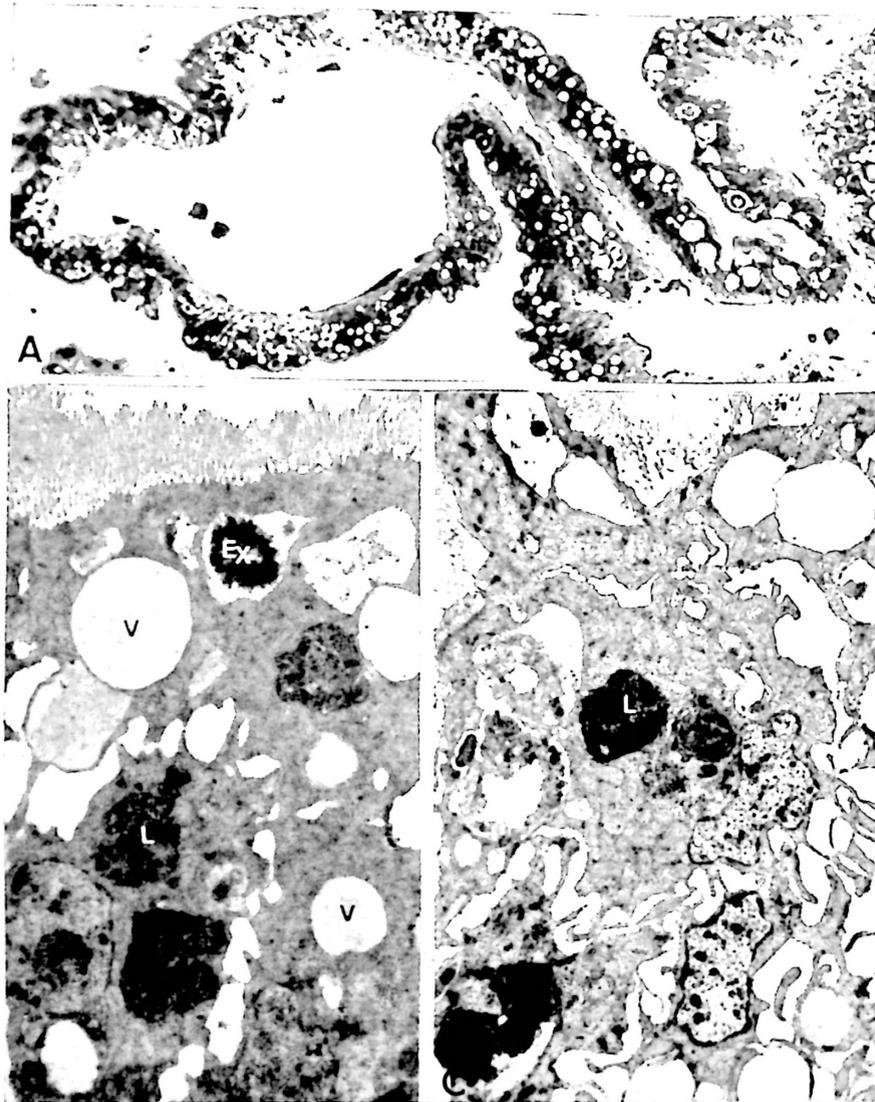


Fig. 12. *Células cúbicas.*

*A:* laminillas revestidas en parte por células cúbicas y el resto por nefrocitos típicos. Corte de 1  $\mu$ m.  $\times 320$ ; *B* y *C:* electronografía células cúbicas. Ex: gránulo de excreción inmaduro; L: lisosoma; V: vacuola.  $\times 5.700$ ;  $\times 6.000$ .

que competen a un órgano excretor: 1) obtención de un filtrado adecuado que luego será reelaborado hasta conseguir la orina final; 2) absorción de las sustancias útiles que han sido filtradas; 3) secreción activa de sustancias para cuya eliminación no basta el simple proceso de filtrado, y 4) regulación osmótica.

Desde el punto de vista morfológico, cada una de estas funciones requiere un patrón de diferenciación celular distinto. En el caso de los Pulmonados, los componentes del sistema renopericárdico realizan cada una de estas funciones. A través de las paredes de la aurícula se filtra la hemolinfa que se recoge de la cavidad

pericárdica (9, 12, 21). El líquido de filtrado es isotónico con la hemolinfa, aunque tiene disminuido su contenido en compuestos orgánicos, principalmente proteínas (12). El filtrado es mayor en *Basommatophora* que en *Stylommatophora*, al ser más delgadas las pareces de la

aurícula, lo que se corresponde con una mayor producción de orina (2, 20).

El conducto renopericárdico no es un simple tubo interpuesto entre la cavidad pericárdica y el saco renal (14). La reconstrucción de los cortes seriados nos ha permitido comprobar que se trata de una estructura notablemente más compleja que, desde su origen, se halla incluida en

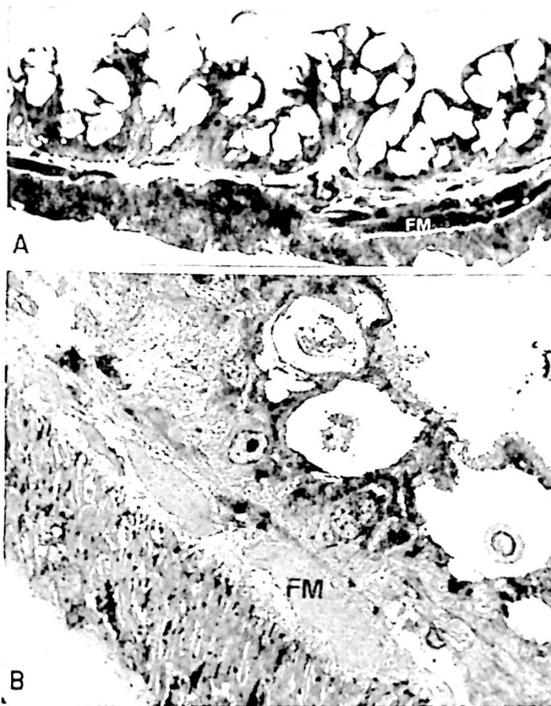


Fig. 13. Laminillas de revestimiento mixto. A: corte de 1  $\mu$ m.  $\times$  370. B: electronografía. FM: Fibra muscular.  $\times$  1.000.



Fig. 14. Cortes seriados del conducto de comunicación entre el saco renal y el uréter en *Hellicella intersecta*. A:  $\times$  70; B:  $\times$  70; C:  $\times$  180.

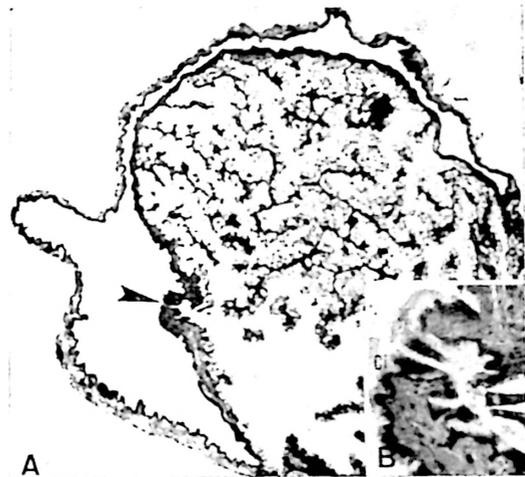


Fig. 15. Comunicación entre el saco renal y el uréter en *Cryptomphalus aspersa*. A  $\times$  24. La flecha señala el poro. B: poro a mayor aumento. La flecha indica una célula mucosa del conjuntivo. Ci: cilios.  $\times$  380.

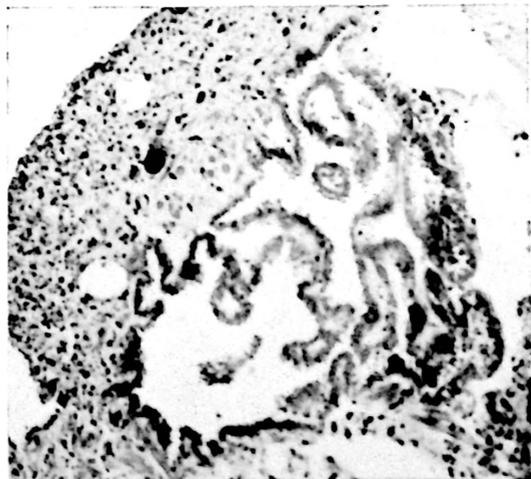


Fig. 16. Panorámica de un corte transversal del uréter de *Lymnaea stagnalis* ( $\times$  24).

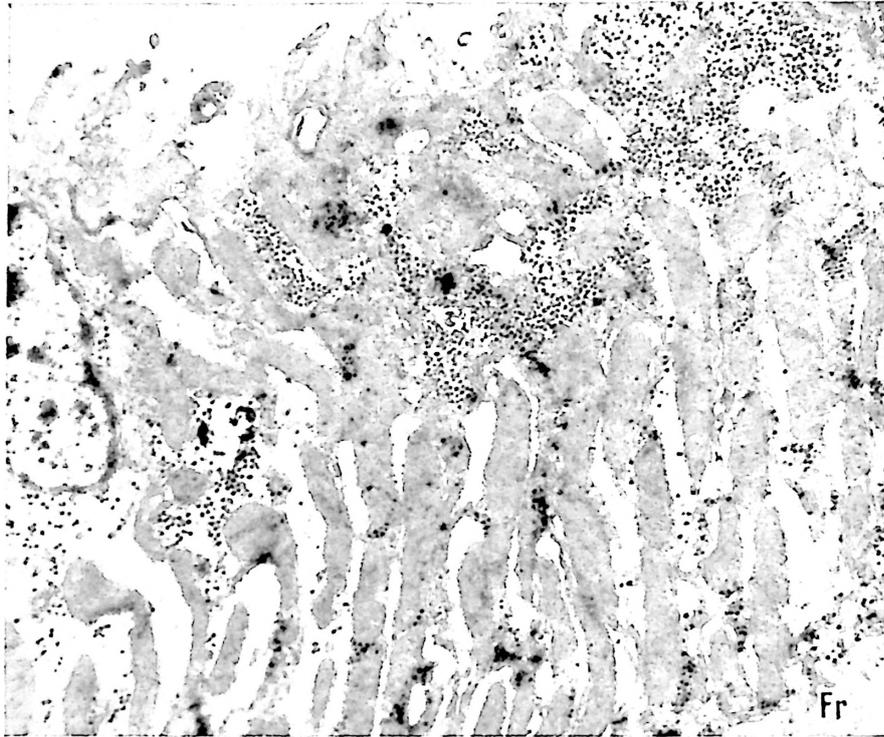


Fig. 17. *Electronografía de las células que tapizan el uréter.*  
El sistema de pliegues basales y mitocondrias está muy desarrollado. Gl: glucógeno; Fr: fibras reticulares.  $\times 10.850$ .

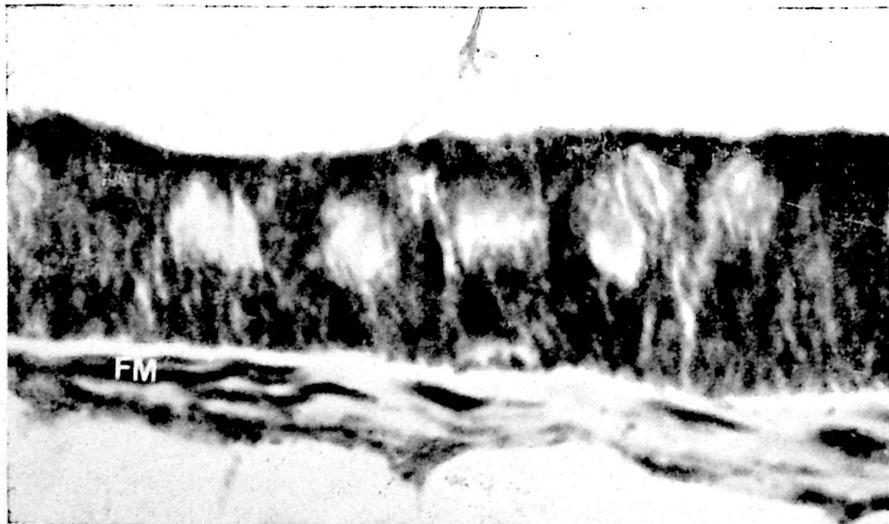


Fig. 18. *Pared del uréter primario de Stylommatophora.*  
Corte de 5  $\mu\text{m}$ , tinción de Cowdry para mitocondrias. FM: fibras musculares.  $\times 675$ .



Fig. 19. Corte transversal del uréter secundario (US), y del recto (R). A:  $\times 27$ ; B: Detalle de la pared del uréter secundario a mayor aumento. Las flechas apuntan hacia los cilios.  $\times 270$ .

el interior del saco renal y, de su periferia, se originan laminillas, por lo que participa de la estructura y función del saco renal. Por otra parte, la abundancia de glucógeno en el citoplasma de las células que revisten la luz del conducto hace pensar que no se trata de un simple conducto del filtrado, sino que, además, su epitelio tiene también propiedades absorbentes, incorporando glucosa del filtrado que almacena en forma de glucógeno. El gran tamaño y la orientación de los cilios hacia la luz del saco renal, hace pensar que colaboran activamente al paso del filtrado hacia el saco renal (19). Según BOUILLON (3), en *Stylommatophora* el filtrado en la cavidad pericárdica es muy escaso. Esto explicaría el menor desarrollo de los cilios en estos Pulmonados respecto a los *Basommatophora*.

La función absorbente se realiza principalmente en el saco renal. En relación con dicha función se observa una amplia superficie de laminillas, la presencia de microvellosidades numerosas y los grandes acúmulos de glucógeno.

Junto a esta misión de absorción, el saco renal cumple la de excreción. Los concrecimientos que aparecen en sus amplias vacuolas — algunas de ellas observables en el momento de abrirse a la luz (5) — han sido identificados desde hace tiempo como ácido úrico (3, 10, 16, 17). Para BOUILLON son concreciones calcáreas rodeadas de capas concéntricas de ácido úrico y una sustancia lipídica mal conocida. Este ácido, al ser muy poco soluble en agua, precipita y se excreta, sin apenas pérdida de agua por el organismo. Según BONGA y BOER (2), el componente lipídico de los gránulos provendría de las membranas mitocondriales degeneradas; no obstante, no hemos observado en nuestro estudio ninguna alteración en las mitocondrias.

Algunos autores como VORWOHL (21), MARTIN *et al.* (9) y BOUILLON (3) aceptan también una cierta función de filtración en el saco renal a partir de los vasos hemolinfáticos que, a través de las laminillas, pasarían parte de su contenido a la luz del saco renal.

BONGA (2) señala la existencia de un epitelio plano en las paredes del saco renal situadas entre las laminillas. En nuestro estudio de los cortes seriados no hemos podido comprobar este hecho. Por el contrario, esas zonas se hallan también revestidas por el epitelio cilíndrico. Tampoco hemos verificado la existencia de nefrocitos carentes de ribete en cepillo, ni la presencia de mitosis en la base de las laminillas, que describe el mismo autor.

Se han encontrado dos tipos de nefrocitos: células claras y oscuras. Probablemente se trata de dos estadios funcionales diferentes. La disposición peculiar del retículo endoplasmático liso encontrado en *Cryptomphalus* ha sido discutida en otro trabajo (11).

En *Lymnaea* existen algunas laminillas diferentes a las descritas hasta ahora, con un epitelio cúbico en vez del habitual cilíndrico. En sus células llama particularmente la atención la presencia de vacuolas de pequeñas dimensiones y sin concre-

mentos — diferentes de las de nefrocitos cilíndricos —, que quizá participen en el proceso de génesis de concrementos, ya que pueden apreciarse estadios intermedios entre esas vacuolas y los típicos concrementos complementarios formados. No se puede descartar, sin embargo, que correspondan a vacuolas excretoras de un material diferente al ácido úrico.

Otra peculiaridad observada en *Lymnaea*, en la región de transición del saco renal al uréter, es la presencia de laminillas mixtas, tapizadas en una cara por el epitelio típico de las laminillas renales, y en la otra por el epitelio propio del uréter. Esta peculiaridad está en relación con la ausencia de conducto o poro excretor.

En el uréter, los pliegues basales del epitelio alcanzan el máximo desarrollo, por lo que los núcleos quedan fuertemente rechazados hacia la luz. Indudablemente, esta diferenciación hay que relacionarla con el proceso de regulación osmótica (3, 4). Sin embargo, aunque en menor grado que en el saco renal, también se realiza la absorción de glucosa y su acumulación en las células transformada en glucógeno. En relación con este proceso de absorción, las células presentan microvellosidades, aunque en menor número que en el saco renal.

### Resumen

Se hace un estudio comparado del órgano excretor de Pulmonados *Stylommatophora* y *Basommatophora*. Los cortes seriados realizados en tres planos diferentes han permitido conocer la estructura tridimensional de sus componentes: conducto renopericárdico, saco renal y uréter. El conducto renopericárdico penetra en el saco renal. En *Basommatophora* presenta cilios que son más largos que en *Stylommatophora*. El saco renal es similar en los dos grupos estudiados. Está constituido por una pared de la que parte un complejo sistema de laminillas, que son más numerosas y largas en la cara dorsal del órgano, por lo que la cavidad renal es excéntrica. La cavidad está tapizada por células cilíndricas (nefrocitos), provistos de

ribete en cepillo. Un hecho característico de los nefrocitos es la presencia de una gran vacuola apical que contiene un gránulo de excreción. En *Lymnaea* existen otras laminillas con epitelio cúbico carentes de gránulos de excreción. La comunicación entre el saco renal y el uréter difiere en las tres especies estudiadas. En *Lymnaea* el saco renal se estrecha para formar el uréter. La conexión en *Cryptomphalus* es por un poro de 200  $\mu\text{m}$ ; en *Helicella* existe un epitelio cilíndrico con invaginaciones basales de la membrana plasmática bien desarrolladas, como corresponde a células de regulación osmótica. En *Stylommatophora* el uréter consta de dos porciones: primario y secundario, mientras que en *Basommatophora* existe un solo uréter. En *Stylommatophora* el uréter presenta cilios.

### Bibliografía

1. BEAUMONT, A. y CASSIER, P.: Travaux pratiques de biologie animale. Editorial Dunod, Paris, 1970.
2. BONGA, J. C. W. y BOER, H. H.: *Z. Zellforsch.*, **94**, 513-529, 1969.
3. BOUILLON, J.: *Ann. Sci. Nat.*, **12**, 719-749, 1960.
4. DIAMOND, J. M. y BOSSERT, W. H.: *J. Gen. Physiol.*, **50**, 2061-2083, 1967.
5. FREITAG, G.: *Z. Wiss. Zool.*, **115**, 586-649, 1916.
6. GROBBEN, C.: *Arb. Zool. Inst. Univ. Wien*, **9**, 35-56, 1891.
7. KRAHELSKA, M.: *Z. Med. Naturw.*, **46**, 363-444, 1964.
8. MARTIN, A. W., STEWART, D. M. y HARRISON, F. M.: *J. Cell. Comp. Physiol.*, **44**, abtr. 36, 1954.
9. MARTIN, A. W., STEWART, D. M. y HARRISON, F. M.: *J. Exp. Biol.*, **42**, 99-123, 1965.
10. NEEDHAM, J.: *J. Biochem.*, **29**, 238-251, 1935.
11. PANIAGUA, R. y VÁZQUEZ, J. J.: *J. Cell. Sci.*, **22**, 617-622, 1976.
12. PICKEN, L.: *J. Exp. Biol.*, **14**, 20-34, 1937.
13. POTTS, W. T. W.: *Biol. Rev.*, **42**, 1-41, 1967.
14. ROLLE, G.: *Z. Med. Naturw.*, **43**, 373-416, 1907.
15. SIMROTH, H.: En «Klassen und Ordnungen des Tierreichs». Vol. 3 (H. G. Bronn, ed.). Akad. Verlages, Leipzig, 1909, pp. 369-416.

16. SPITZER, J. M.: *Zool. Jb.*, 57, 457-496, 1937.
17. STROHL, J.: En «Handbuch der vergleichenden Physiologie». Vol. 2 (H. Winterstein, ed.). Fischer, Jena, 1913-1914, pp. 443-607.
18. STIANSNY, G.: *Zool. Anz.*, 26, 695-696, 1903.
19. TURCHINI, J.: *Arch. Morph. Gén. Exp.*, 18, 8-235, 1923.
20. VAN AARDT, W. J.: *Zool.*, 18, 253-312, 1968.
21. VORWOHL, G.: *Gould. Z. Vergl. Phys.*, 45, 12-49, 1916.
22. WAECHTER, W.: *Zool. Anz.*, 105, 161-172, 1934.

