

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos animales EXCRETOR

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Mayo 2025)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	Imagen; Riñón	3
3	Imagen; Nefrona	6

1 Introducción

El sistema excretor está formado por diversos órganos y estructuras que varían según el animal que estemos considerando. Su función es eliminar mediante un proceso de filtración los productos de deshecho resultantes del metabolismo celular o incorporados desde el medio ambiente, como por ejemplo durante la alimentación, o el exceso de sal en las aves marinas, etcétera. El principal sistema de excreción en los animales es el sistema urinario.

El sistema urinario está formado por los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra (Figura 1). En los riñones se produce un filtrado inicial de la sangre. De ese filtrado, algunas de las moléculas e iones son posteriormente retomados y devueltos a los vasos sanguíneos. Después, el líquido resultante, denominado orina, se recoge en conductos de cada vez más diámetro: los conductos colectores, cálices, pelvis y uréteres. Los uréteres salen de los riñones y transportan la orina hasta la vejiga, que es un compartimento temporal de almacenamiento. Finalmente, desde la vejiga parte un conducto denominado uretra mediante el cual se evacua la orina al exterior del organismo. Mediante la orina se eliminan del organismo un exceso de agua y productos de desecho resultantes del metabolismo celular, o incorporados en los alimentos.

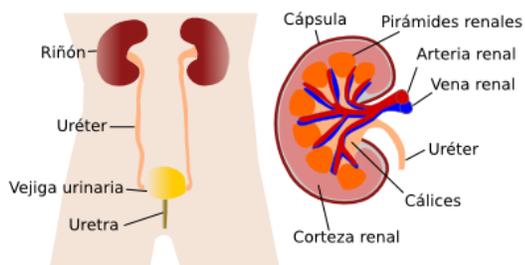


Figura 1: Sistema excretor.

Los riñones son órganos pares, situados a ambos lados de la columna vertebral y adosados a la pared abdominal, en el retroperineo. Estructuralmente están envueltos por una cápsula conjuntiva bajo la cual se encuentra la corteza renal, e internamente a ella se dispone la médula. En la médula se aprecian unas estructuras en forma de pirámides denominadas

pirámides medulares.

La unidad estructural y fisiológica del riñón es la nefrona (Figura 2). De hecho, el riñón está formado por numerosas repeticiones de esta estructura. La nefrona está formada por el corpúsculo renal, donde se produce el primer filtrado de la sangre. Éste se encauza hacia el túbulo renal. Se pueden distinguir varios segmentos en el túbulo renal: túbulo proximal con su porción contorneada y su porción recta, un túbulo intermedio con su porción descendente y su porción ascendente, un túbulo distal con su porción recta y su porción contorneada, y el túbulo de conexión. La porción recta del túbulo proximal, el túbulo intermedio y la porción recta del túbulo distal forman lo que se llama el asa de Henle.

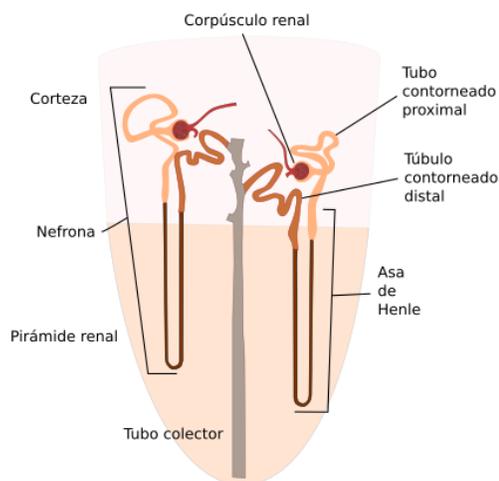


Figura 2: Esquema de las diferentes partes de una nefrona

La distribución de las nefronas y sus segmentos siguen un modelo muy organizado que se puede ver a la lupa o macroscópicamente cuando se observa una sección de riñón. Así, los glomérulos y la porción contorneada de los túbulos proximales y distales forman la corteza renal, mientras que el asa de Henle y finalmente el conducto colector le confieren una arquitectura típica a la médula, formando las pirámides renales.

El sistema vascular renal es muy complicado. La arteria renal entra por el hilio del riñón y se ramifica profusamente hasta finalmente formar el ovillo capilar glomerular. En un extremo de los glomérulos se forma la arteriola eferente que origina vasos rectos que

irrigan la médula y se continúan con los vasos rectos venosos. Todos ellos se reúnen en venas cada vez de mayor calibre para salir al exterior del riñón por el hilio, en forma de vena renal.

Las vías urinarias están formadas por todos los conductos y órganos huecos que transportan o almacenan la orina. Están formadas por la pelvis renal, el uréter, la vejiga y la uretra. Todas ellas, a excepción de la porción medial y distal de la uretra, presentan en su pared una mucosa formada por un epitelio de transición (urotelio) caracterizado por su adaptación a los cambios de volumen que ocurren sobre todo en la vejiga y por un tejido conjuntivo subepitelial. Debajo de la mucosa se encuentra el tejido muscular liso y por último la capa adventicia que está formada por tejido conjuntivo.

La vejiga urinaria es un contenedor de la orina, en ella desembocan los uréteres procedentes de cada uno de los riñones y de ella sale la uretra. Posee una pared que tiene la capacidad de formar pliegues, cuando está vacía, y de distenderse cuando está llena.

Las vías urinarias presentan diferencias sexuales sobre todo a nivel de la uretra. Mientras que en la mujer la uretra es un conducto cuya misión es expulsar la orina al exterior, en el hombre además ha de expulsar a los espermatozoides. Por eso se dice que es un conducto uroseminal. Esta diferente función marca la diferencia de longitud, 3-4 cm para las mujeres y 20-25 cm para los hombres. Además, existen diferencias en los tipos de epitelios que recubren su interior y en las glándulas asociadas.

2 Imagen; Riñón

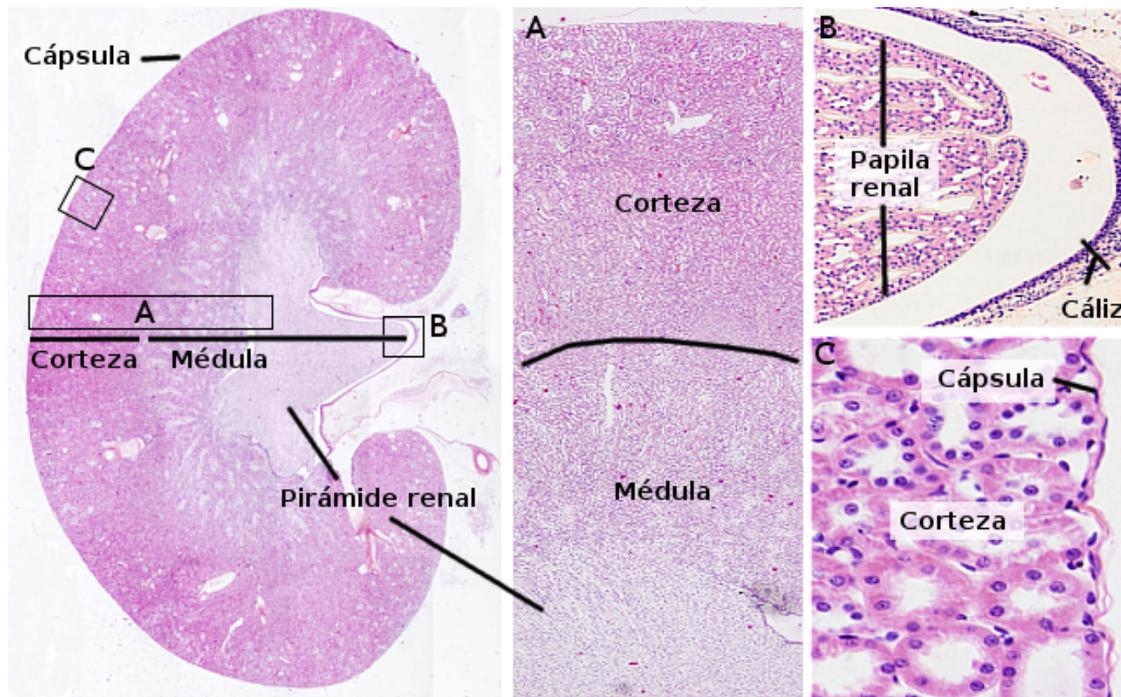


Figura 3: Órgano: riñón. Especie: rata (*Rattus norvegicus*). Técnica: Secciones de parafina teñidas con hematoxilina-eosina

Los riñones son órganos pares que se localizan en la parte posterior de la cavidad abdominal, en el retroperitoneo, en humanos entre la última torácica (T12) y la última lumbar (L3). Tienen forma de alubia con la zona convexa orientada hacia la parte lateral del cuerpo y la cóncava hacia la zona medial. Es por esta última parte, en una zona denominada hilio, por donde las arterias renales suministran sangre a los riñones y las venas renales lo drenan. Por el hilio también salen los conductos que recogen la orina para llevarla hasta la vejiga urinaria.

El riñón está rodeado por gran cantidad de tejido adiposo. En la parte dorsal de cada riñón, encastradas en esta grasa, se encuentran las glándulas suprarrenales, que son glándulas endocrinas. La capa más externa del riñón se denomina cápsula, formada por tejido conectivo. En muchas especies es una fina capa de conectivo, pero en otras, como en humanos, se puede dividir en dos partes: externa e interna.

La externa está formada por fibroblastos y fibras de colágeno, mientras que la interna contiene miofibroblastos, los cuales permiten resistir los aumentos de presión del riñón. En la zona del hilio la cápsula se continúa con el conjuntivo de los conductos y vasos sanguíneos.

Debajo de la cápsula está la corteza renal, de un color rojizo debido a la gran cantidad de vasos sanguíneos que contiene. En la corteza se encuentran los corpúsculos renales de las nefronas, así como los túbulos contorneados proximales y distales, que en su conjunto forman los laberintos corticales. Espaciadas más o menos regularmente se encuentran en la corteza unas líneas o estrías (no visibles en esta imagen de rata) que se dirigen a las pirámides renales (ver más adelante) y que se denominan rayos o estrías medulares (aunque están en la corteza). Son las asociaciones de los túbulos rectos, proximales y distales de la nefrona, y los túbulos colectores.

Los túbulos contorneados y corpúsculos renales sólo están en la corteza, mientras que los túbulos rectos y los túbulos colectores se extienden hasta la capa más interna denominada médula. Sobre todo los túbulos colectores y los conductos colectores, éstos de mayor calibre, se disponen en haces grandes que conforman estructuras en forma de pirámide, con la punta señalando hacia el hilio y la base en contacto con la corteza. A cada una de estas pirámides se les llama pirámides renales o medulares. En humanos hay de 8 a 18 pirámides renales en cada riñón, mientras que en otras especies como en la rata sólo hay una. En torno a las pirámides y en contacto con sus caras laterales, se extiende parte de la corteza. En las pirámides renales se da un proceso de confluencia de túbulos colectores a conductos colectores, cada vez de mayor diámetro.

El vértice de la pirámide se denomina papila. Está perforada y a través de dichas aberturas se libera el filtrado renal en los cálices menores. Éstos últimos son prolongaciones de una estructura colectora denominada cáliz mayor, que a su vez es una ramificación de la pelvis renal, la cual finalmente se continúa con el uréter (Figura 4).

La función del riñón no es sólo eliminar productos de desecho presentes en la sangre, sino que también controla la concentración de electrolitos, la relación ácido-base y la presión sanguínea. Están inervados por el sistema nervioso periférico de manera que mediante vasoconstricción o vasodilatación pueden regular el flujo sanguíneo a su través.

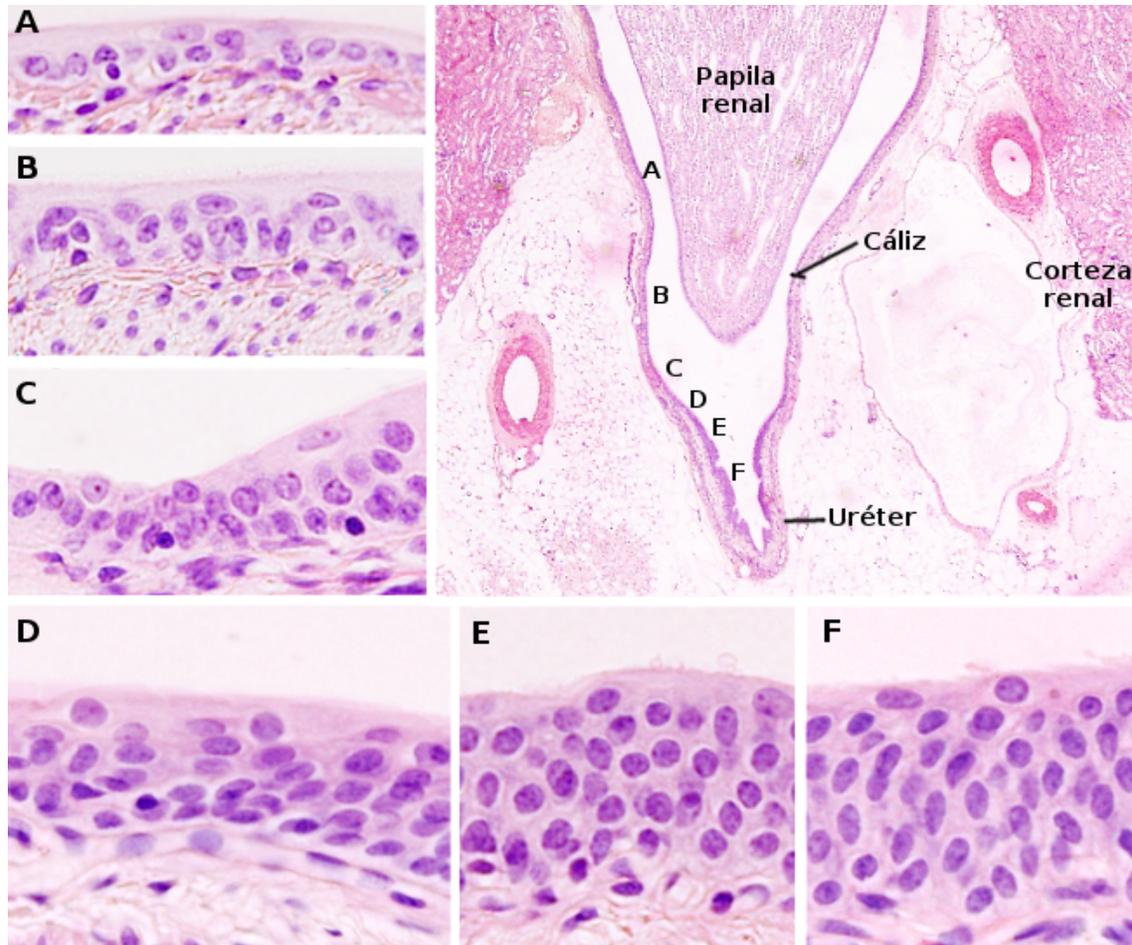


Figura 4: Aumento del número de capas del epitelio de transición en la pelvis del riñón a medida que se convierte en uréter.

3 Imagen; Nefrona

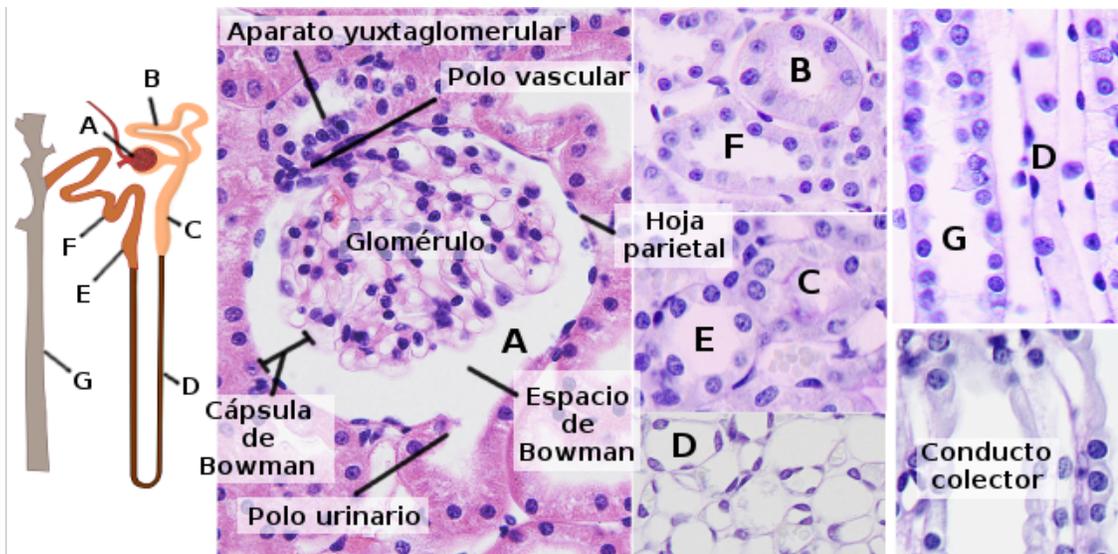


Figura 5: Órgano: Riñón. Especie: Rata. (*Rattus norvegicus*). Técnica: Secciones de parafina teñidas con hematoxilina-eosina. A: Corpúsculo renal; B: Túbulo contorneado proximal; C: Túbulo recto proximal; D: Segmento delgado del asa de Henle; E: Túbulo recto distal; F: Túbulo contorneado distal; G: Túbulo colector.

La principal función del riñón, la producción de orina, la llevan a cabo miles de nefronas. La nefrona es la unidad funcional del riñón y determina la estructura básica de éste. Un riñón humano suele tener entre entre 900 mil y 1 millón de nefronas, aunque se han medido riñones con 200 mil hasta más de 2.5 millones de neuronas. Parece probable que estas diferencias están ya presentes en el nacimiento de los individuos. Mientras, en un riñón de rata se han estimado unas 13000 en ratones y unos 30000 en ratas. La nefrona está organizada en dos partes: el corpúsculo renal y el sistema de túbulos.

El corpúsculo renal es el encargado de realizar la primera filtración de la sangre. Está formado por un glomérulo renal que es un entramado más o menos esférico de capilares sanguíneos (Figuras 6 a 7). Este endotelio es perforado, es decir, posee aberturas que permiten al plasma sanguíneo atravesarlo libremente y ser filtrado por la membrana basal y las prolongaciones celulares de los podocitos. Entre los capilares están las denominadas células mesangiales con

funciones como la fagocitosis, sostén o secreción. La sangre entra en el glomérulo a través de una arteriola aferente y lo abandona mediante una arteriola eferente. Ambas arteriolas entran en contacto con el glomérulo por un punto denominado polo vascular.

Por el polo vascular pasa la porción recta del túbulo distal de la nefrona. Algunas de sus células forman una especialización denominada mácula densa, son células más altas y con núcleos más compactados que las del resto del túbulo. La mácula densa junto con otras células musculares lisas asociadas forman el complejo yuxtaglomerular, importante para la regulación de la presión y composición sanguíneas puesto que activan el sistema renina-angiotensina-aldosterona.

Rodeando al glomérulo se encuentra una estructura en forma de copa formada por tejido epitelial denominada cápsula de Bowman o cápsula renal. En ella se pueden distinguir una capa interna, en estrecho contacto con los capilares sanguíneos, denominada hoja visceral, y una capa externa u hoja parietal formada por epitelio simple plano. Entre ambas hojas se encuentra el espacio urinario, capsular o de Bowman, donde se recoge el primer filtrado sanguíneo que será conducido hacia la parte tubular de la nefrona por el denominado polo urinario.

La capa visceral de la cápsula de Bowman está formada por unas células muy especializadas denominadas podocitos. Estas células emiten prolongaciones que abrazan literalmente a los capilares sanguíneos, aunque no están en directo contacto con ellos ya que los separa una membrana basal glomerular relativamente gruesa. Estas interdigitaciones dejan un espacio intercelular reducido, de unos 20 a 30 nm por los cuales pasa el filtrado sanguíneo para llegar hasta el espacio capsular. Por tanto la sangre es filtrada por la membrana basal periglomerular y por el entramado de prolongaciones de los podocitos.

Tras abandonar el corpúsculo renal el filtrado entra en el sistema tubular de la nefrona, donde se producirá absorción de unas sustancias y secreción de otras, modificando el filtrado que resulta en la orina. El sistema tubular consta de varios tramos o partes: túbulos contorneados proximales, túbulos rectos que forman el asa de Henle, túbulos contorneados distales y túbulos colectores.

El túbulo contorneado proximal recibe el filtrado del glomérulo. Se denomina contorneado porque sigue una trayectoria muy sinuosa en la corteza renal. Sus células poseen apicalmente microvellosidades relativamente largas, muy eosinófilas, y núcleos redondeados. Reabsorben aproximadamente el 80 % de lo que se filtra en los corpúsculos renales gracias a la presencia de bombas ATPasas de Na^+/K^+ en sus membranas plasmáticas y a procesos de endocitosis.

El túbulo recto proximal posee células más bajas que las del contorneado proximal y el proceso de reabsorción en ellas es menor. A este segmento tubular también se le denomina segmento grueso descendente del asa de Henle. Se continúa con el segmento delgado del asa de Henle (Figura 8), el cual posee un segmento descendente y otro ascendente (con forma de U). El segmento delgado está formado por células aplanadas, con diferentes funciones según el trayecto. La porción descendente permite que la osmolaridad del filtrado se equilibre con el líquido hiperosmótico de la médula, con lo que el filtrado se concentra. La porción delgada ascendente concentra aún más el contenido del filtrado mediante procesos iónicos y reducción de la permeabilidad al agua. El último tramo del asa de Henle es el tubo recto distal. Sus células casi no se tiñen con la eosina y los límites laterales entre células casi no se distinguen. En esta parte se sigue concentrando el filtrado y se reabsorben iones.

El tubo contorneado distal vierte en los túbulos colectores, los cuales se continúan con los conductos colectores. Poseen células cúbicas y los límites entre las células se aprecian claramente. Los conductos colectores se continúan con los conductos medulares cuyo epitelio es más alto. Estos últimos son los que conducen la orina hacia la pelvis renal. Se pueden distinguir dos tipos de células en los túbulos y conductos, unas claras y otras oscuras, estas últimas con multitud de mitocondrias.



Figura 6: Imágenes tomadas con el microscopio electrónico de barrido. Se observa el entramado de capilares sanguíneos del glomérulo, más exactamente los podocitos que forman la capa visceral de la cápsula de Bowman y que envuelven a dichos capilares. La imagen de la derecha muestra, a mayor aumento, los podocitos y sus prolongaciones envolviendo a los capilares.

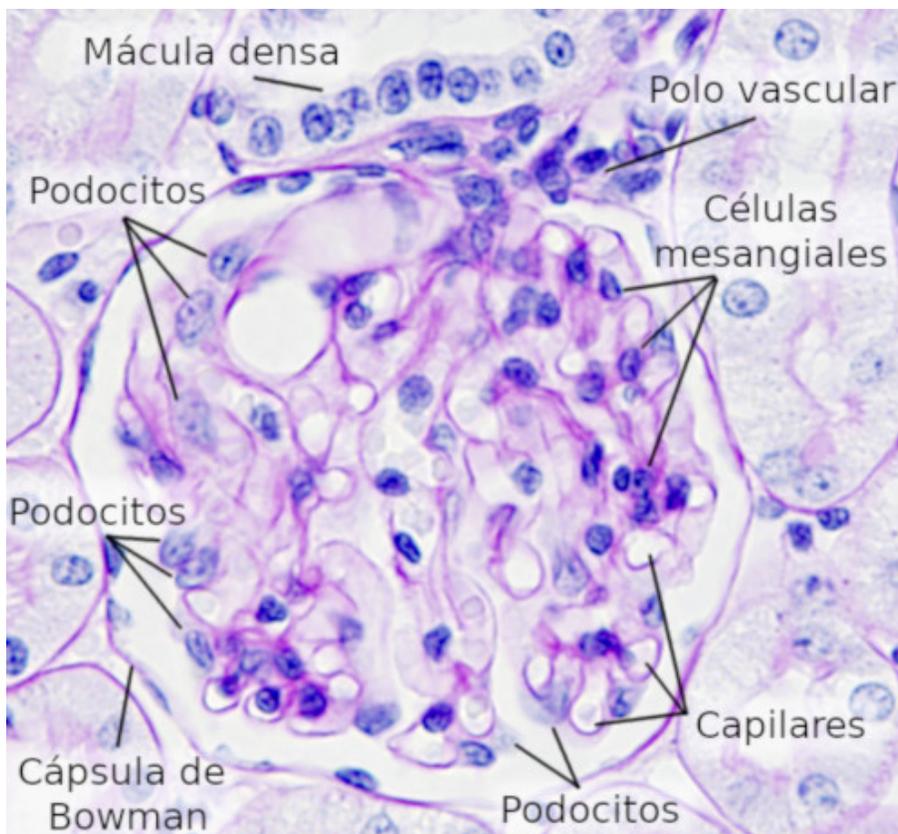


Figura 7: Imagen de un glomérulo de rata teñido con PAS-hematoxilina. Se señalan los podocitos y las células mesangiales. Obsérvese la diferencia en el aspecto de sus núcleos.

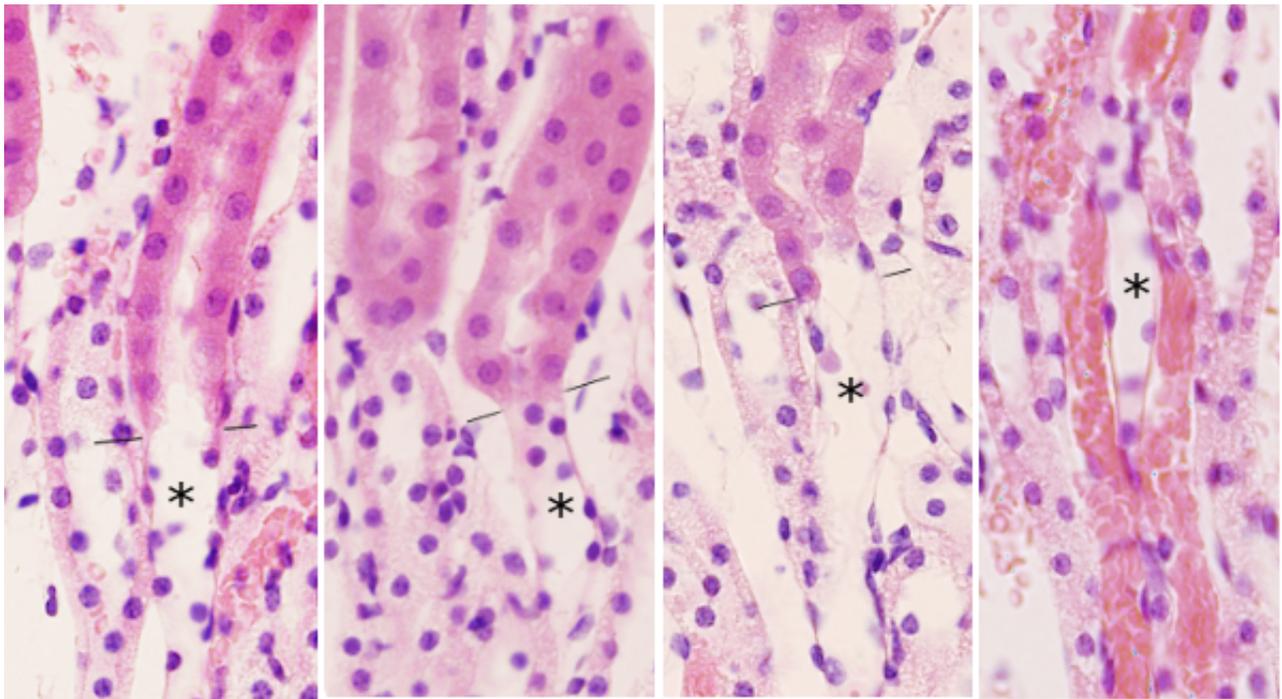


Figura 8: Imágenes del asa the Henle. En las dos imágenes de la derecha se muestra la conexión (indicado por las líneas negras) entre el tubo contorneado proximal y el asa de Henle. En la tercera imagen la conexión del asa de Henle con el tubo contorneado distal (inidcado por las líneas negras). En la cuarta imagen se observa un segmento del asa de Henle entre dos capilares sanguíneos. Los asteriscos indican el asa de Henle.