

Sujeto L. Altura 1.707 m. Sólo tomó agua destilada durante este ayuno  
(Según Benedict, abreviado)

	DÍA DE AYUNO			
	1º	11º	21º	31º
Peso del cuerpo en Kg .....	59.60	53.88	50.49	47.39
Temperatura rectal a las 7 de la mañana....		36.54	36.04	35.96
Pulso, en la mañana, al despertar.....	74	61	59	60
Orina:				
Sólidos totales, gramos.....	43.51	42.05	31.88	27.07
N total .....	7.10	10.25	7.93	6.94
N ureico .....	5.68	7.66	5.54	4.84
N amoniacal .....	0.41	1.58	1.57	1.24
N de ácido úrico .....	0.112	0.116	0.112	0.12
N de creatinina + N de creatina .....	0.48	0.49	0.38	0.32
Cloro .....	3.77	0.36	0.18	0.13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	1.66	1.95	1.60	1.32
Cociente N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	4.28	5.26	4.96	5.26
S .....	0.46	0.62	0.51	0.49
Cociente N: S .....	15.4	16.5	15.5	14.2
Acido β-oxibutírico .....		1.4	5.0	4.5
Ca .....	0.217	0.220	0.237	0.138
Mg .....	0.046	0.072	0.053	0.05
K .....	1.630	1.006	0.644	0.60
Na .....	2.070	0.100	0.066	0.05
Pérdida de carne, calculada según la pérdida de N .....	213	308	238	208
C. R. en la noche .....	0.78	0.72	0.73	0.72
Calorías calculadas, en 24 horas de reposo absoluto .....	1441	1193	1032	1072*
Calorías por metro cuadrado (DuBois) en 24 horas .....	843	732	653	701†

\* Día anterior = 1025.

† Día anterior = 661.

Estudio de un hombre sometido a ayuno durante un mes (31 días), con la idea de ver los cambios que sufre el organismo en estas condiciones.

## CAPÍTULO XVIII

### EXCRECIÓN Y HOMEOSTASIS

Todos los desechos celulares deben ser eliminados del organismo, primeramente a la sangre y luego al exterior, para dicha función se requiere de un sistema que "limpie" la sangre extrayendo todas aquellas substancias que ya no le sirven al organismo. El sistema urinario en los vertebrados y los mecanismos excretorios de los invertebrados efectúan dicha función.

La eliminación de los desechos de los líquidos corporales es una importante función del riñón; pero su funcionamiento implica la regulación del volumen, el mantenimiento del pH, la composición de la sangre y los líquidos corporales; requeridos por las células para su funcionamiento adecuado. Esta tendencia de los organismos de mantener constante las condiciones de su medio ambiente interno se denomina *Homeostasia*.

Los mecanismos que se implican en la eliminación de desechos son muy importantes para mantener la Homeostasis celular.

En los organismos simples la eliminación de desechos es muy sencilla; puesto que los materiales de desecho simplemente son difundidos directamente al exterior. Ejemplo de esto lo encontramos en bacterias y protozoarios y aun en organismos multicelulares como la hidra.

Las plantas prácticamente no tienen productos de desecho, ya que casi todos los productos metabólicos se pueden utilizar de nuevo.

La eliminación de desechos para los grandes organismos multicelulares implica una serie de mecanismos denominados en conjunto *excreción* en la cual se eliminan los productos del

metabolismo (respiración celular) como lo son los desechos nitrogenados, ácido úrico y urea.

#### 18-1. MECANISMOS EXCRETORIOS:

Ya mencionamos que en los organismos simples como los protozoos (amibas y paramecios), los desechos se difunden simplemente al medio a través de la membrana celular. En el medio donde la concentración es más baja. Los protozoarios que tienen su contenido celular hipertónico con relación al agua exterior, tienden a absorberla para equilibrar concentraciones, lo cual daría lugar a la hinchazón y estallido de la célula si no tuvieran vacuola contráctil, lo cual vacía en el interior de la célula con la misma rapidez que la absorbe.

En los animales más complejos, la eliminación de desechos por difusión no bastaría para evitar los acúmulos tóxicos, por lo que se valen de diversos dispositivos de excreción. Los platelmintos disponen de células flamígeras (fig. 18-1), los cuales, dispuestas por separado, pueden absorber líquido del espacio vecino y eliminarlo a los tubos de excreción. La agitación de una borda ciliar de estas células en llama, rechaza el líquido a lo largo de los túbulos, los cuales se van reuniendo y terminan en un poro excretor. La agitación de los cilios se ha comparado a la oscilación de la llama, de donde vino el nombre a esas células. Como las vacuolas contráctiles de los protozoos, la principal función de las células flamígeras es regular el contenido de agua del animal.

En cada anillo de las lombrices de tierra figura un par de órganos especializados, llamados *metanefridios*, cuya función es puramente de eliminación. El metanefridio, al contrario de las células flamígeras de los gusanos planos, es un túbulo abierto por ambos extremos, el interno conectado con el celoma por medio de un embudo ciliado. Alrededor de cada túbulo está dispuesta una red de capilares, lo que permite que puedan eliminarse los desechos acumulados en la corriente sanguínea. En tanto el líquido movido por la agitación ciliar en el embudo pasa a través del metanefridio, se resorben agua y otras sustancias como glucosa, en tanto los residuos inúti

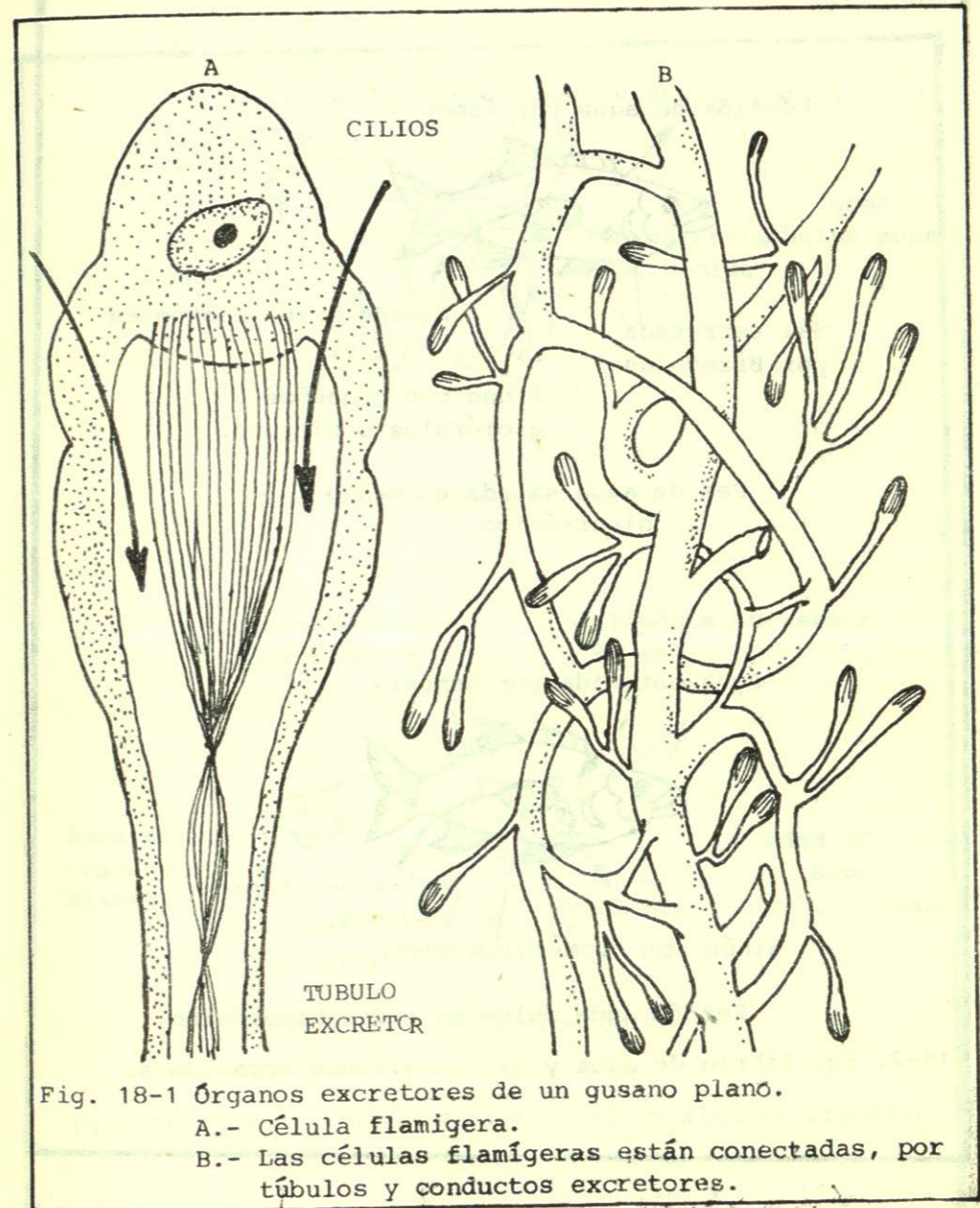
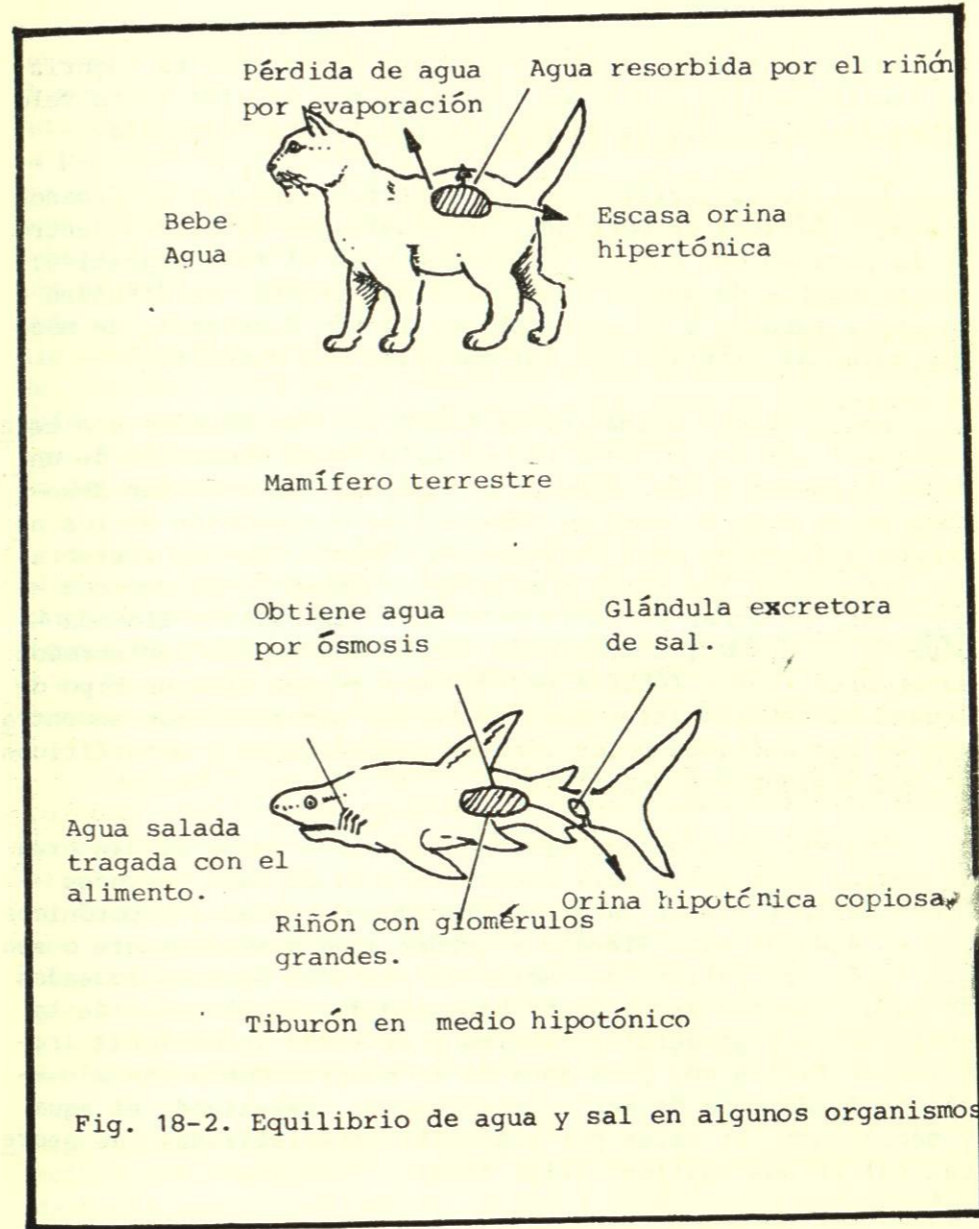
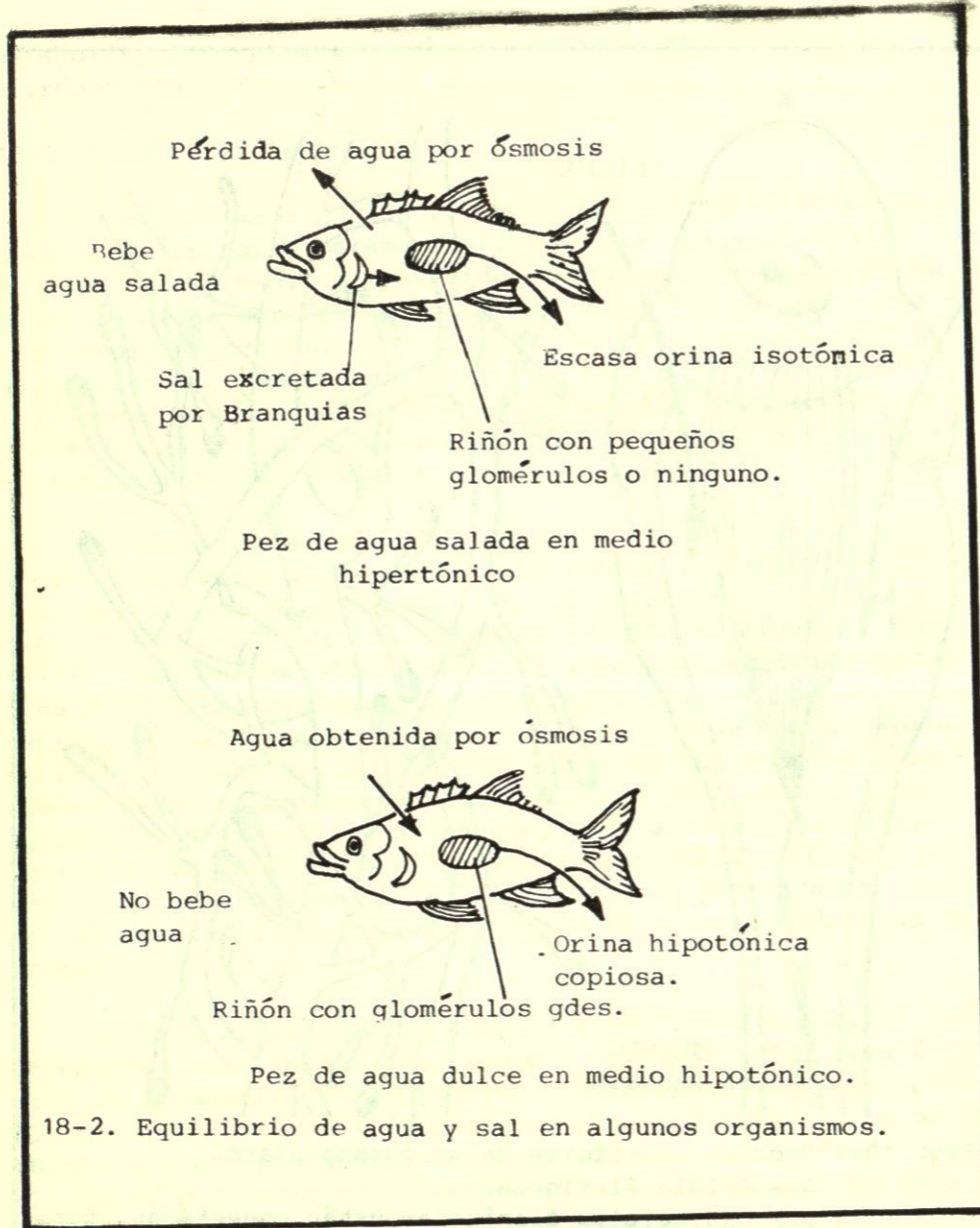


Fig. 18-1 Órganos excretores de un gusano plano.

A.- Célula flamígera.

B.- Las células flamígeras están conectadas, por túbulos y conductos excretores.



les se concentran y expelen fuera del organismo. La lombriz de tierra excreta una orina copiosa y muy diluida a una velocidad de 60 por 100 de su peso corporal total cada día.

El sistema excretor de los insectos consiste en órganos llamados *túbulos de Malpighi*, los cuales se extienden dentro de la cavidad del cuerpo y desembocan en el tubo digestivo. Los productos de desecho de la cavidad general se difunden en estos túbulos y se excretan por la vía digestiva, de modo que salen al exterior con las materias sin digerir.

Los sistemas urinarios de todos los vertebrados son esencialmente similares. Cada uno de ellos está compuesto de unidades llamadas *riñón, túbulos o nefrones* que eliminan desechos de la sangre, pero el número y la disposición de los nefrones difiere de unos vertebrados a otros. En los vertebrados inferiores los túbulos renales se abren en la cavidad corporal, en lugar de en la bola hueca de células llamada *cápsula de Bowman*, disposición encontrada en los vertebrados superiores. Estos *túbulos pronéfricos* representan un tipo de órgano excretorio intermedio entre los metanefridios encontrados en los anélidos y los túbulos mesonéfricos y metanéfricos de los vertebrados superiores.

Los vertebrados que viven en el mar o sobre él han creado medios especiales para hacer frente a la sal. Los peces óseos marinos tienen sangre y líquidos corporales hipotónicos con el agua de mar. Tienden a perder agua osmóticamente o sea que están en peligro de "morir de sed" aun estando rodeados de agua. Algunos peces óseos han perdido, en el curso de la evolución sus glomérulos renales y el *riñón aglomerular* resultante filtra muy poca agua de la sangre. Compensan aún más bebiendo agua de mar constantemente, reteniendo el agua y secretando las sales por glándulas especializadas que secretan sal en sus agallas. (fig. 18-2).

Los elasmobranchios han hallado, por evolución, una diferente solución a este problema. Estos animales convierten el amoníaco de sus desechos nitrogenados en *urea* y retienen ésta en su sangre y tejidos en una concentración bastante alta para hacer que estos líquidos sean ligeramente hipertónicos al agua de mar. Sus líquidos corporales pueden tomar agua osmóticamente y excretar una orina hipotónica. Los vertebrados aparecieron originalmente en el agua dulce y el riñón pronéfrico ancestral fue adaptado para la filtración, de modo que pudiera eliminar el agua que seguía entrando del medio ambiente hipotónico. El pez de agua dulce raras veces bebe, absorbe sales por transporte activo a través de las branquias y excreta una orina copiosa y diluida para eliminar el agua tomada osmóticamente por las branquias y el revestimiento de la boca.

Las tortugas marinas y las gaviotas tienen en la cabeza glándulas especializadas secretoras de sal que pueden excretar las sales del agua marina que beben. Los conductos procedentes de estas glándulas de sal vierten en la cavidad nasal o en la superficie de la cabeza. Los mamíferos marinos evidentemente eliminan su exceso de sal por los riñones.

Los anfibios han conservado una clase primitiva de túbulo renal con grandes corpúsculos renales que producen una orina copiosa y diluida. Una rana puede perder por la piel y la orina una cantidad de agua equivalente a un tercio de su peso corporal en un día. Los reptiles conservan agua poseyendo una piel córnea seca y riñones con pequeños glomérulos. Por este tipo de glomérulos se eliminan menos agua de la sangre que por los glomérulos más grandes de los peces de agua dulce y los anfibios. Las aves y los mamíferos poseen glomérulos de tamaño moderado y han creado *asas de Henle* en las que se resorbe agua. Esto hace posible la excreción de una orina hipertónica. Los mamíferos que viven en el desierto y deben actuar con suministro de agua muy limitado han creado *asas de Henle* excepcionalmente largas y pueden eliminar una mayor fracción de agua de la orina que otros animales. Los sapos

y algunos reptiles pueden resorber agua de la vejiga urinaria, pero en muchos animales la orina no se modifica después de abandonar el riñón.

Los vertebrados terrestres, reptiles, aves y mamíferos crean una tercera clase de riñón, un *metanefros*, con túbulos que tienen dos regiones muy enrolladas y una larga asa de Henle que se extiende muy adentro de la médula renal. Estas largas porciones de la función tubular en la resorción de agua y su capacidad para producir una orina hipertónica concentrada fue un importante factor que permitió a sus poseedores convertirse en eficientes animales terrestres.

La evolución del sistema urinario se complica por el hecho de que en muchos animales el aparato reproductor utiliza cierta parte del urinario, de modo que algunos de los órganos tienen función doble. Esta relación es tan íntima que los dos sistemas a menudo se reúnen con la denominación de "urogenital".

a) Explique los Mecanismos excretorios en invertebrados.

---

---

---

---

---

b) Explique los mecanismos excretorios en vertebrados.

---

---

---

---

---

## 18-2. EL RIÑÓN Y SUS CONDUCTOS.

Los riñones son un par de órganos en forma de habichuela, de unos 10 cm. de longitud, uno a cada lado de la línea dorsal media del abdomen, inmediatamente por debajo del plano inferior del estómago. (fig. 18-3).

En el lado cóncavo, interno, de cada riñón, se aloja una cámara en forma de embudo llamada *pelvis*. La orina excretada por el riñón, en goteo constante, se recoge en la pelvis y de allí pasa a los *uréteres*, por la acción de ondas peristálticas de sus paredes, hasta llegar a la *vejiga urinaria*, órgano muscular hueco, situado en la parte más baja de la cavidad abdominal, dentro de la cintura de la pelvis. Las paredes musculares de la vejiga se van distendiendo para contener la orina según va llegando a ella y acumulándose. Unos repliegues valvulares de los orificios del uréter al entrar la vejiga impiden el refluir de la orina, a la vez que detienen el ascenso de bacterias que pueda haber en la vejiga, hacia el riñón. Según aumenta el volumen de orina en la cavidad vesical, la distensión de las paredes estimula las arborizaciones nerviosas locales para que envíen impulsos al cerebro, el cual recibe la sensación de plenitud. Para que la misión sea posible otros impulsos nacidos en los centros cerebrales provocan la contracción de la vejiga y la relajación del esfínter que intercepta el orificio de comunicación entre ella y la uretra.

El riñón consiste en haces de *túbulos* microscópicos dispuestos en una porción interna llamada *médula* y en otra externa llamada *corteza*. La unidad funcional del riñón de mamífero, el túbulo renal o *nefrón*, consiste en un saco de células de doble pared, la *cápsula de Bowman*, que rodea un penacho esférico, de capilares, un *glomérulo* (fig. 18-4) y los *túbulos* espiralados que resorben a la sangre algunas sustancias, pero no otras. Ramas de la arteria renal se ramifican a todas las partes del riñón; cada arteriola final pasa al extremo de un túbulo renal e irriga su glomérulo. La pared interna de la cápsula de Bowman consta de células epiteliales planas que se adhieren estrechamente a los capilares del glomérulo, permitiendo la fácil difusión de sustancias desde -