

# Sistema Digestivo

- Autótrofos (fotótrofos y quimiótrofos)
- Heterótrofos (**ANIMALES**)

Según hábitos alimentarios:

Herbívoros; carnívoros; omnívoros; saprófagos

Estrategias alimentarias:

\* **Alimentación por partículas:**

Suspensívoros y filtradores;  
Detritívoros, sedimentívoros

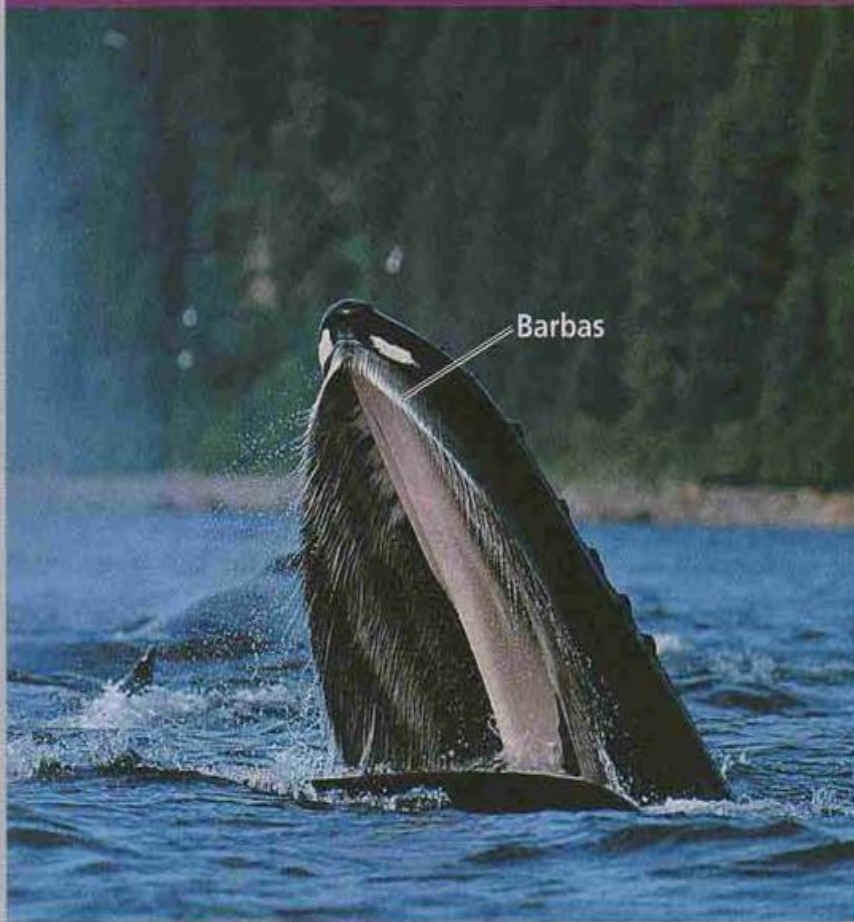
\* **Alimentación por sólidos (macrofagia)**

Depredadores, capturan y engullen presa completa, trituración, desgarramiento, masticación y dentición especializada, etc.

\* **Alimentación por líquidos (fluidofagia)**

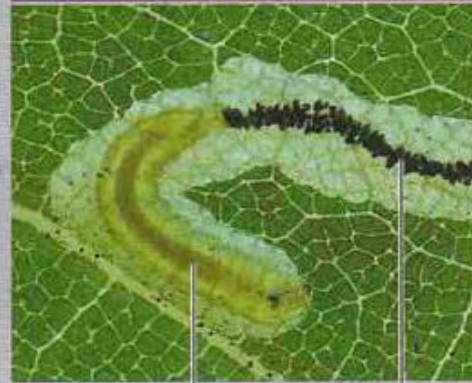
Osmótrofos, absorción, perforadores, chupadores

## SUSPENSÍVOROS



Muchos animales acuáticos son **suspensívoros**, que separan pequeñas partículas de alimentos del agua. Por ejemplo, esta ballena jorobada utiliza unas placas similares a un peine denominadas barbas unidas a su mandíbula superior para tamizar invertebrados y peces pequeños en enormes volúmenes de agua. Entre otros suspensívoros, las almejas y las ostras utilizan sus branquias para atrapar bocados diminutos. Los cilios empujan las partículas de alimento en una película de moco hacia la boca.

## SEDIMENTÍVOROS



Oruga

Heces

Los **sedimentívoros** son animales que viven en o sobre su fuente de alimento, consumiéndolo mientras lo recorren. Esta oruga minadora de la hoja, la larva de una polilla, come a través del mesófilo suave de una hoja de roble, y deja una marca oscura de heces en su recorrido. Otros sedimentívoros son las larvas de la mosca, que excavan en los cadáveres de animales.

## FLUIDOFAGIA

Los **insectos chupadores** succionan líquidos ricos en nutrientes de un organismo vivo. Este mosquito ha perforado la piel de su huésped con boquillas, similares a una aguja hueca y está llenando su tracto digestivo con sangre (MEB en color). De forma similar, los áfidos extraen la savia de los vegetales. En contraste con estos insectos chupadores parasitarios, que lesionan a sus huéspedes, existen animales que los benefician. Por ejemplo, los colibríes y las abejas desplazan el polen entre las flores al alimentarse de su néctar.



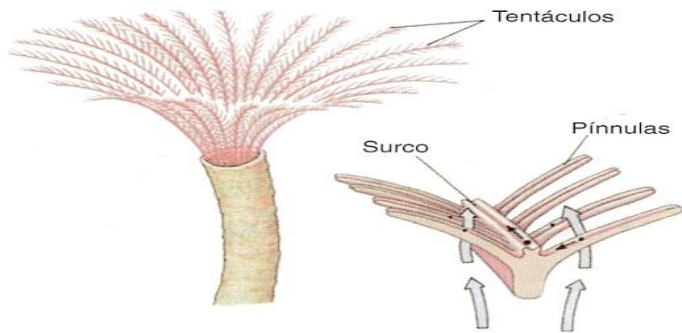
## MACROFAGIA



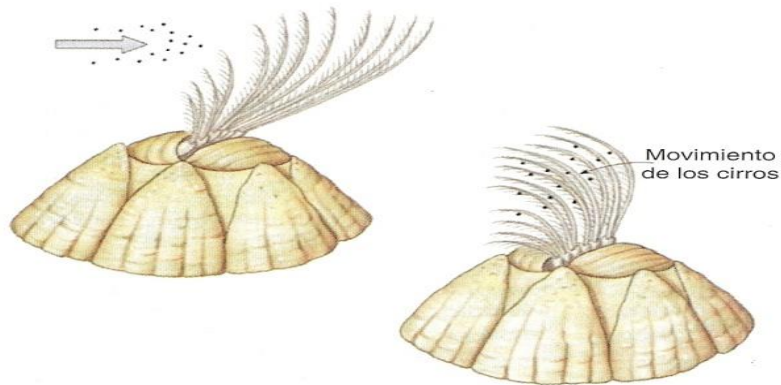
La mayoría de los animales se alimentan de trozos de alimentos relativamente grandes. Sus adaptaciones son diversas, como tentáculos, tenazas, garras, colmillos venenosos, mandíbulas y dientes que matan a su presa o desgarran trozos de carne o de vegetación. En esta escena asombrosa, un pitón de roca comienza la ingestión de una gacela después de matarla. Las

serpientes no pueden masticar sus alimentos en trozos y deben deglutirlas por completo, aunque la presa sea mucho más grande que el diámetro del reptil. Después de deglutir su presa, que puede tardar más de una hora, la pitón permanecerá dos semanas o más en un lugar tranquilo digiriendo su comida.

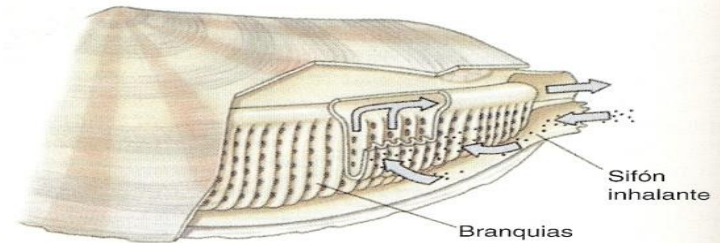
# Algunos ejemplos Suspensívoros / Filtradores



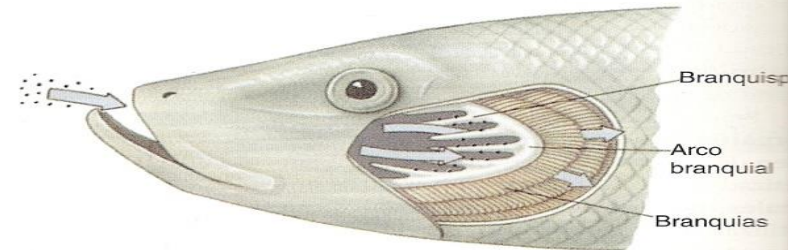
**A,** Los sabélidos (clase Polychaeta, filo Annelida) poseen una corona de tentáculos. Los numerosos cilios situados en los bordes de dichos tentáculos conducen el agua (*flechas gruesas*) entre las pínnulas, donde las partículas de alimento quedan atrapadas en moco; posteriormente se transportan por un surco situado en el centro de cada tentáculo hasta la boca (*flechas finas*).



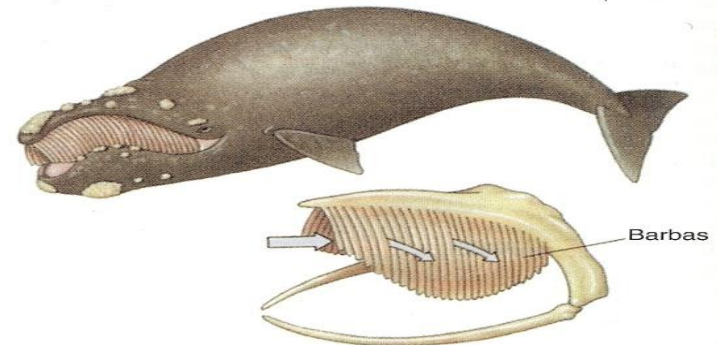
**C,** Las bellotas de mar agitan los apéndices torácicos (cirros) en el agua y atrapan plancton y partículas orgánicas con las delgadas sedas de los márgenes. Los alimentos son llevados hasta la boca por el primer par de cirros, que son los más cortos. Clase Malacostraca, subfilo Crustacea, filo Arthropoda.



**B,** Los moluscos bivalvos (clase Bivalvia, filo Mollusca) utilizan las branquias como estructuras para la recolección de los alimentos, así como para la respiración. Las corrientes de agua que crean los cilios de las branquias transportan las partículas alimenticias que penetran por el sifón inhalante y luego pasan por las ranuras que hay entre las branquias, donde las partículas quedan atrapadas en el moco que recubre la superficie de las mismas. Las partículas son entonces conducidas hasta la boca (no representada) a través de surcos ciliados. Las flechas indican la dirección de las corrientes de agua.



**D,** El arenque y otros peces suspensívoros (clase Osteichthyes, filo Chordata) utilizan las branquispinas que se extienden hacia adelante desde los arcos branquiales, en la cavidad faríngea, para filtrar el plancton. Los arenques nadan casi constantemente, lo que fuerza el agua y los alimentos en suspensión hacia el interior de la boca; los alimentos quedan retenidos en las branquispinas y el agua es expulsada al exterior a través de las aberturas branquiales.



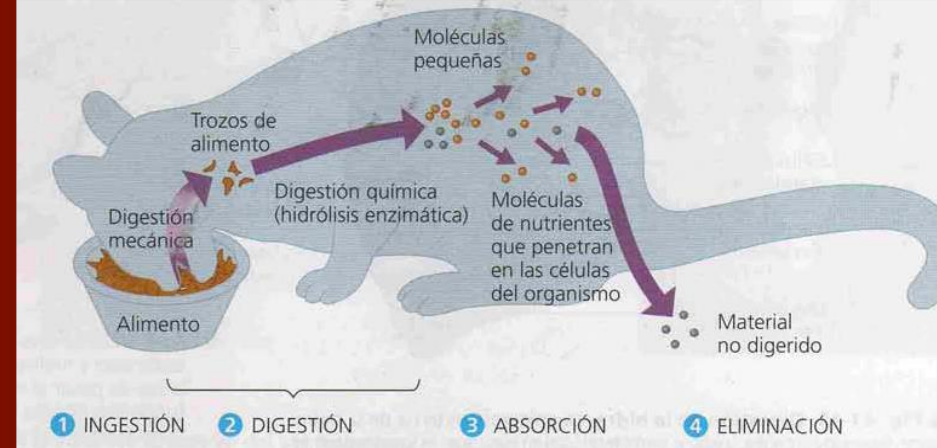
**E,** Las ballenas (clase Mammalia, filo Chordata) filtran el plancton, principalmente unos crustáceos llamados «krill», con las láminas conocidas como barbas o ballenas. El agua entra en la boca abierta de la ballena mientras ésta nada, con la fuerza que proporciona el cuerpo cuando se desplaza hacia delante, y se filtra a través de las más de 300 barbas córneas que cuelgan como cortinas desde el paladar. El krill y otros organismos del plancton que quedan retenidos entre las barbas son periódicamente recogidos con la enorme lengua y tragados.

**Figura 34-1**

Algunos animales filtradores y la forma en que se alimentan.

# Función

- ✓ Ingestión
- ✓ Digestión
- ✓ Absorción
- ✓ Eliminación



**Digestión: principalmente química, parcialmente mecánica**

Enzimas digestivas  $\xrightarrow{\text{hidrólisis}}$  Azúcares  
Lípidos  
Proteínas

**Proteinasas**  
Pepsina (e)  
Tripsina (p)  
Quimiotripsina (p)

**Peptidasas**  
Carboxipeptidasas (p)  
Aminopeptidasas (mi)  
Dipeptidasas (mi)

Proteínas complejas  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$  Polipéptidos  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$  AA

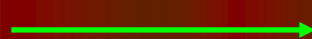
e= estómago; p= páncreas; mi: membrana intestinal; ejemplo de mamíferos

## Sistema digestivo

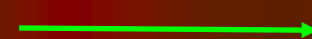
**Amilasas**  
Salival  
Pancreática  
Intestinal

**Disacararasas**  
Salival  
Pancreática  
Intestinal

Polisacáridos



Disacáridos



Monosacáridos

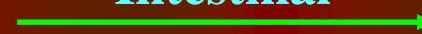
**Lipasas**  
Gástrica  
Pancreática  
Intestinal

Grasas

**Sales biliares**



Grasa coloidal



Acidos grasos  
y glicerol

**Celulosa : celulasa (micro organismos simbiotes)**

**NOTA: hay descubrimientos recientes de celulasas endógenas, lo que sugiere que hay metazoos (invertebrados) con capacidad de degradarla, al menos parcialmente.**

## Modos de Digestión

### Intracelular (Protozoa y Poríferos)

### Mixta (Algunos Diblastos y Gusanos planos)

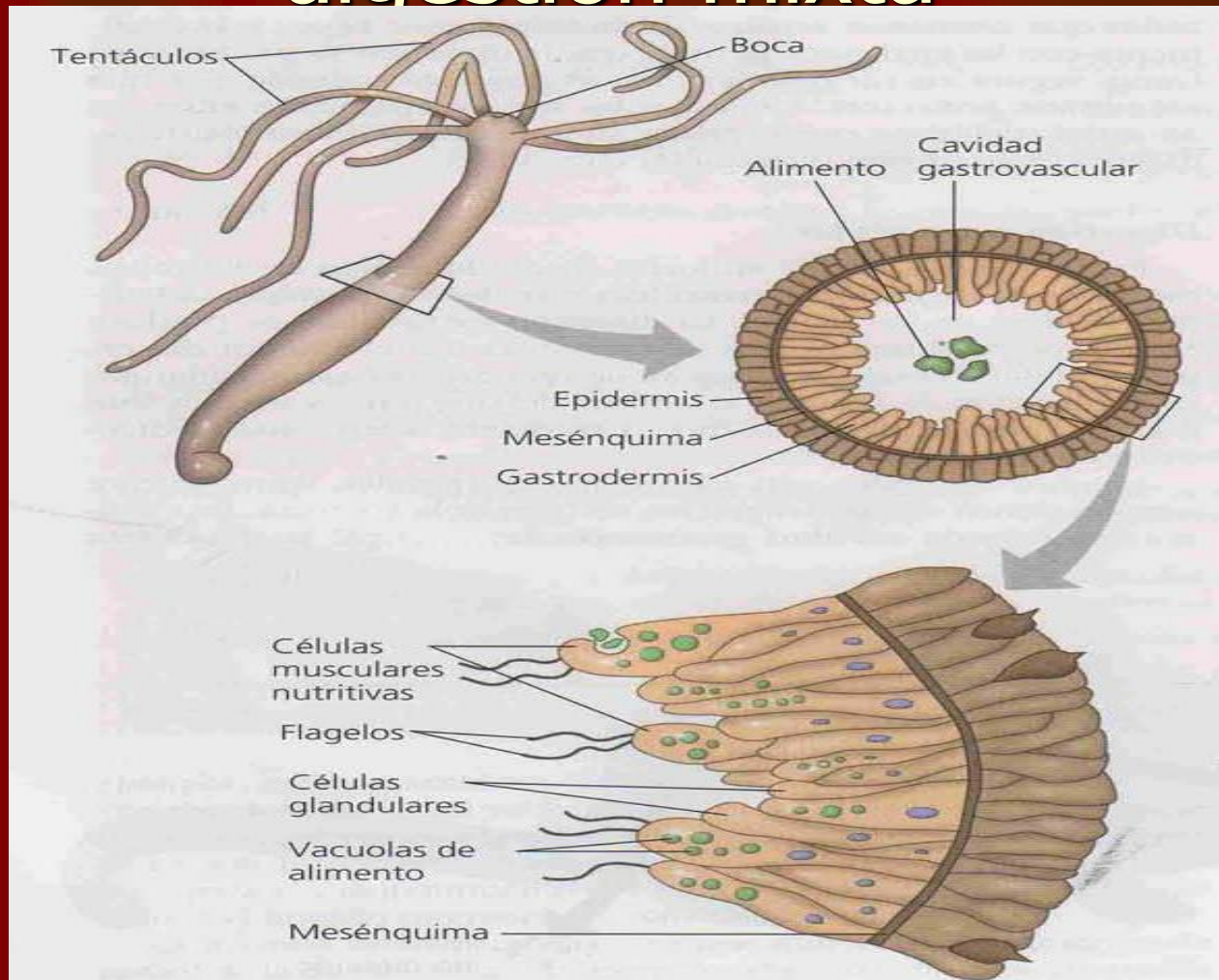


### Fundamentalmente extracelular (restantes Bilateria)





# Hydra (Cnidario); ejemplo de digestión mixta



▲ **Fig. 41-13. Digestión de la hidra.** La epidermis externa de la hidra tiene funciones protectoras y sensitivas, mientras que la gastrodermis interna está especializada para la digestión. La digestión comienza en la cavidad gastrovascular y se completa intracelularmente después de la incorporación de pequeñas partículas de alimento por las células gastrodérmicas.

# ● Sin tubo digestivo:

Poríferos (esponjas)

Acoelos (base de la triblastía)

Cestodes (tenias)

Pogonóforos (gusanos de chimeneas submarinas)

Acantocéfalos



*Convoluta pulchra*



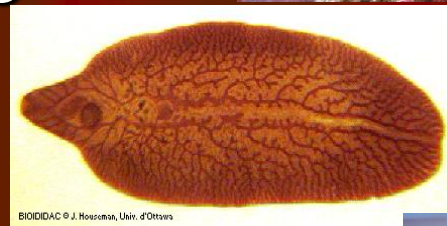
# Cavidad gastrovascular:

Cnidario (medusas, anémonas de mar)



# ● Digestivo incompleto

gusanos planos



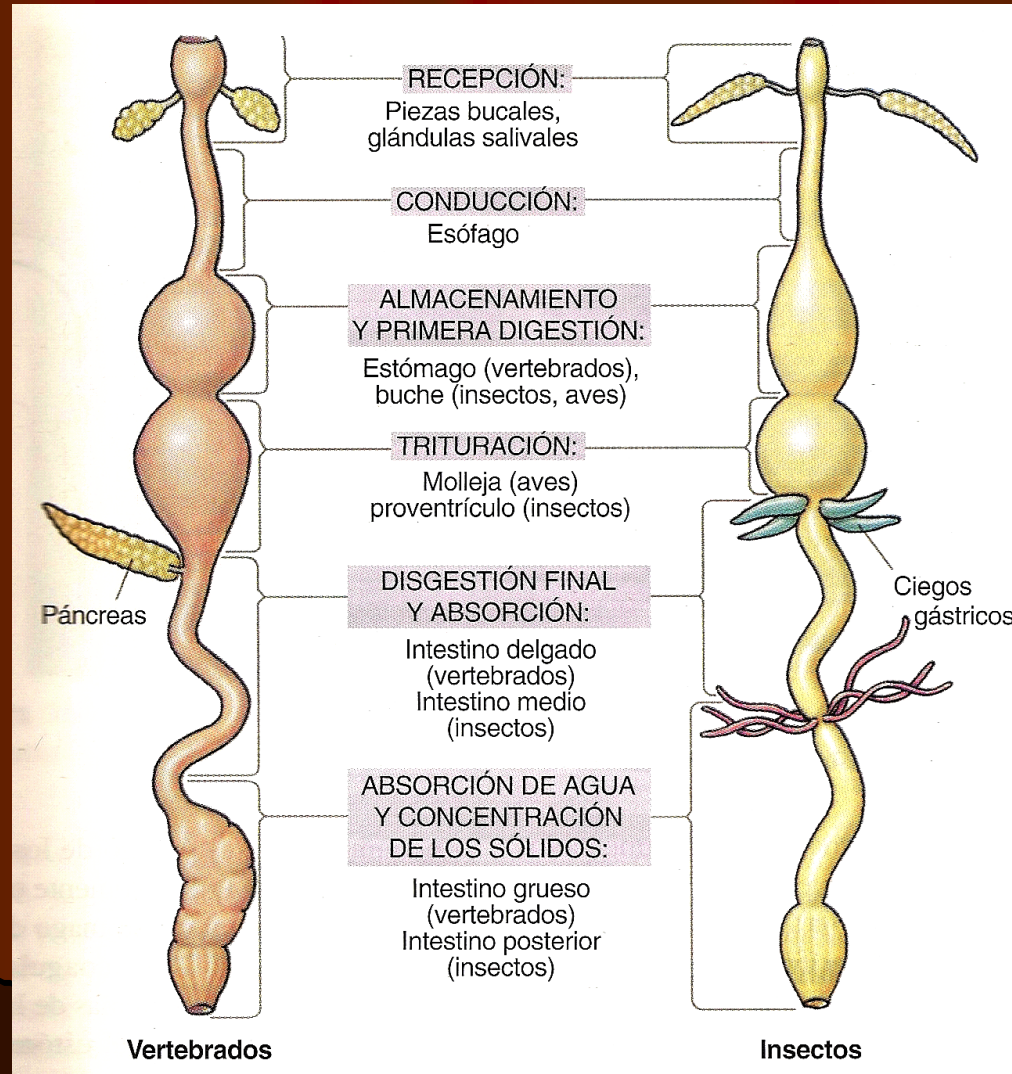
# ● Digestivo completo:

mayoría de invertebrados y todos los vertebrados



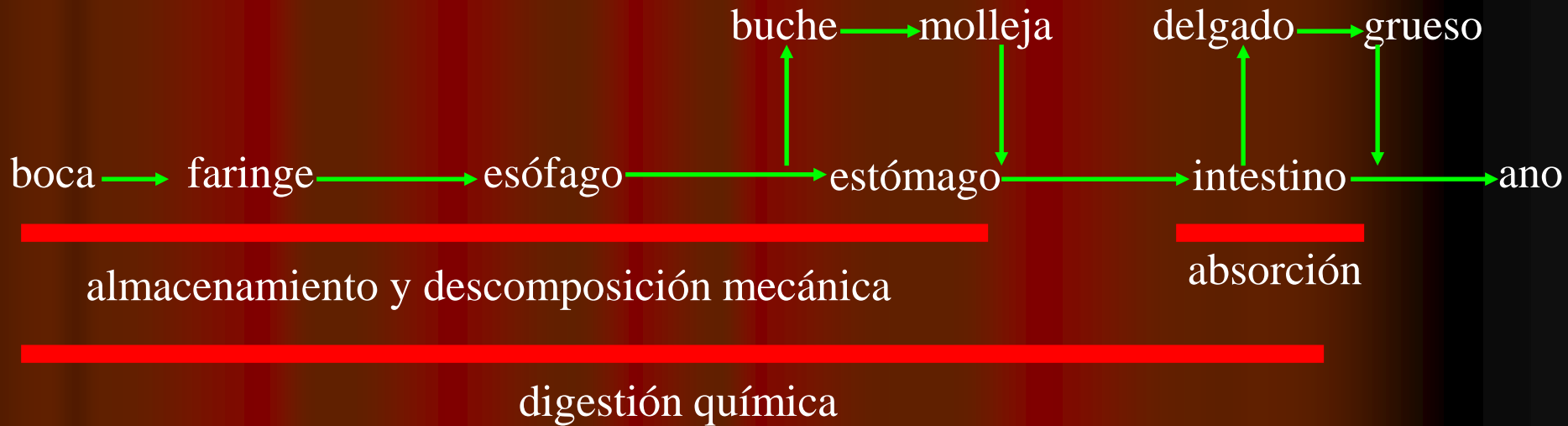
**Tubos digestivos (metazoos; ejemplos)**

# Regionalización funcional del tubo digestivo



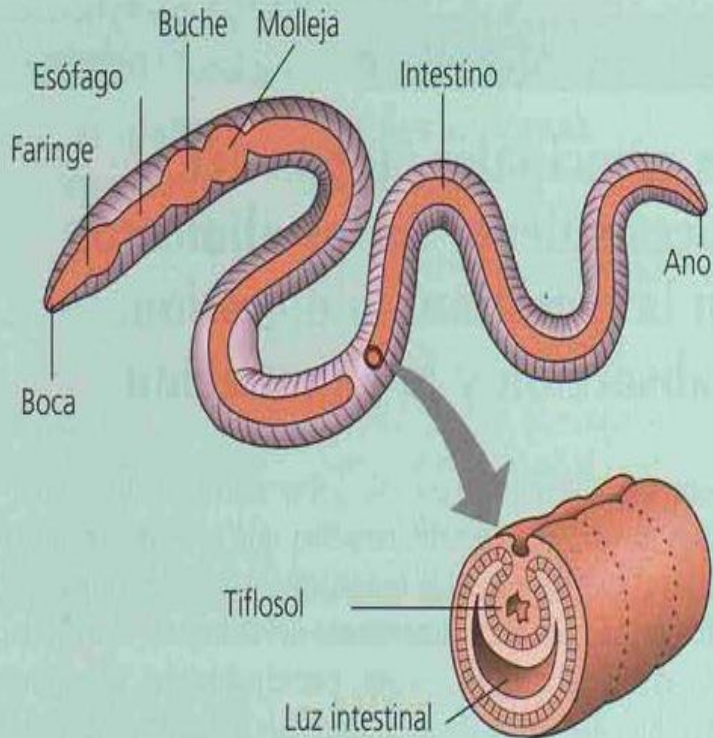
# Sistemas digestivos

## Estructuras anatómicas



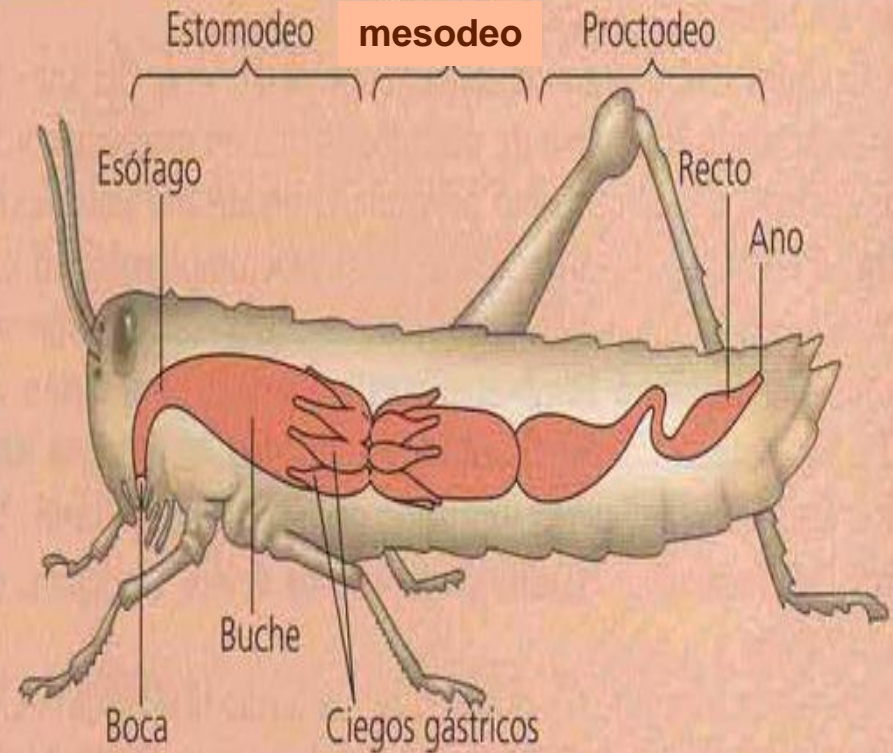
**Nota: en vertebrados la digestión es regulada por hormonas. En mamíferos al menos participan 3: Gastrina (libera clorhídrico y pepsinógeno), colecistoquinina (CCK, contrae vesícula biliar) y secretina (estimula secreción pancreática).**

# Forma y función



**(a) Lombriz.** El tracto digestivo de la lombriz incluye una faringe muscular que succiona el alimento a través de la boca. El alimento pasa por el esófago y se almacena y humedece en el buche. La molleja muscular, que contiene trozos pequeños de arena y grava, desintegra el alimento. La digestión y la absorción se producen en el intestino, que tiene un pliegue dorsal, el tiflosol, que aumenta el área superficial para la absorción de nutrientes.

tiflosol



**(b) Saltamontes.** El saltamontes tiene varias cámaras digestivas agrupadas en tres regiones principales: el estomodeo, con esófago y buche; el mesodeo, y el proctodeo. El alimento se humedece y almacena en el buche, pero la mayor parte de la digestión se produce en el mesodeo. Los ciegos gástricos, sacos que se extienden desde el mesodeo, absorben

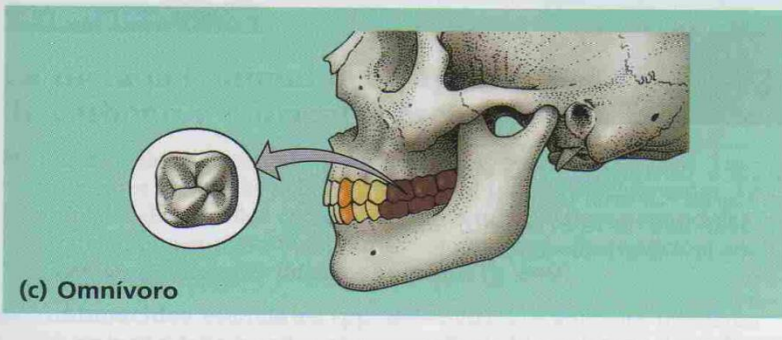
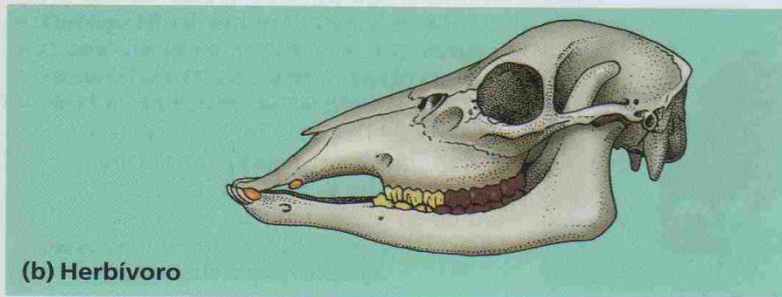
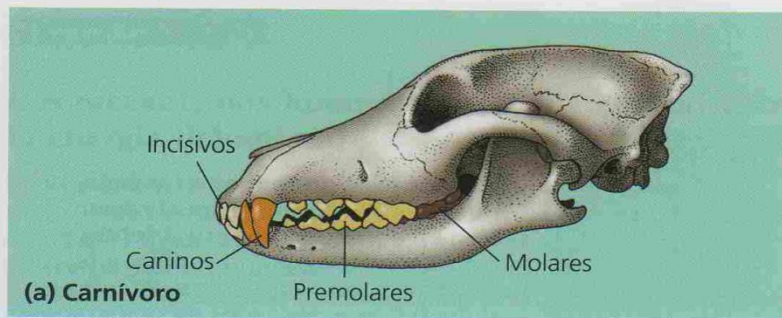
Estomodeo. Mesodeo, proctodeo

# Forma y función



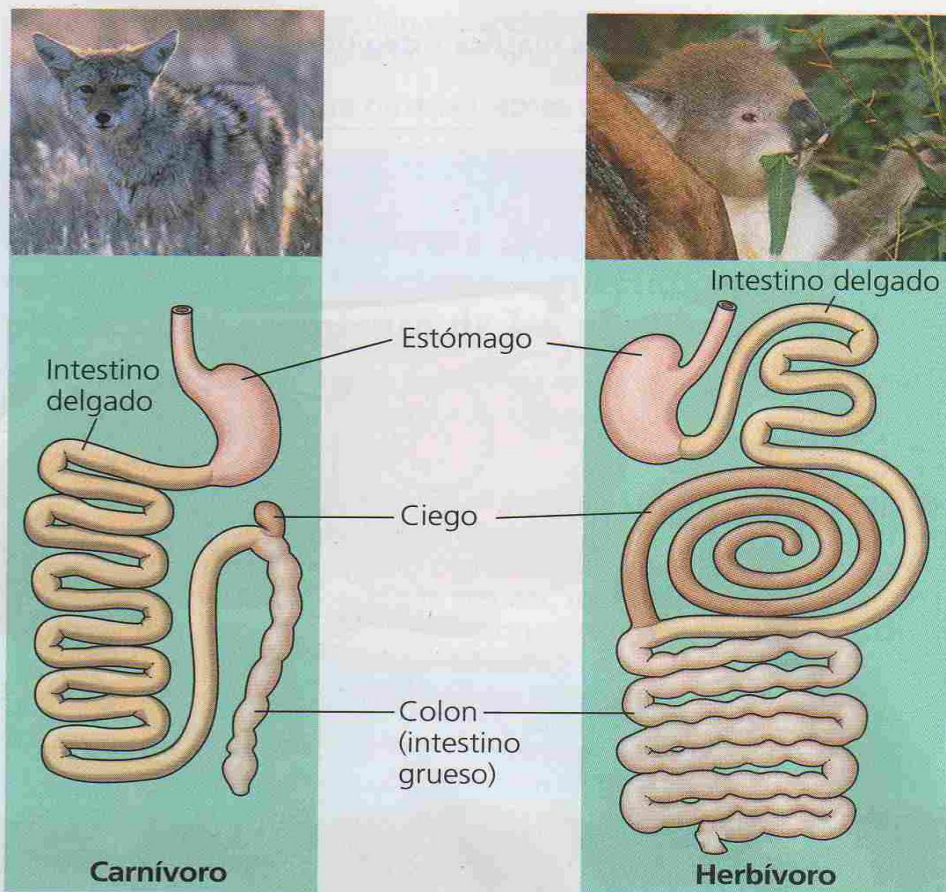
(c) **Ave.** Muchas aves tienen tres cámaras separadas –buche, estómago y molleja– donde el alimento se desintegra y agita antes de pasar al intestino. El buche y la molleja del ave funcionan de una forma bastante similar a la de la lombriz. En la mayoría de las aves, la digestión química y la absorción de nutrientes se producen en el intestino.

# Dentición y dieta; mamíferos



▲ **Fig. 41-26. Dentición y dieta.** (a) Los carnívoros, como los miembros de las familias de perros y gatos, generalmente, presentan incisivos y caninos puntiagudos que pueden utilizarse para matar a la presa y rasgar o cortar las piezas de carne. Los premolares y los molares con puntas triturar y desgarran el alimento. (b) Por el contrario, los mamíferos herbívoros, como los caballos y ciervos, generalmente, tienen dientes con superficies rugosas, amplias que muelen el material vegetal duro. Los incisivos y los caninos están modificados para arrancar trozos de vegetación. En algunos mamíferos herbívoros, los caninos están ausentes. (c) Los seres humanos, siendo omnívoros adaptados para consumir vegetación y carne, tiene una dentición relativamente poco especializada. El conjunto de dientes permanentes (adulto) asciende a 32. A partir de la línea media de la mandíbula superior e inferior se encuentran dos incisivos similares a cuchillas para morder, un canino puntiagudo para desgarrar, dos premolares para moler y tres molares para triturar.

# Tracto digestivo de mamífero herbívoro y carnívoro



▲ **Fig. 41-27.** Comparación de los tractos digestivos de un carnívoro (coyote) y un herbívoro (koala). Si bien estos dos mamíferos tienen aproximadamente el mismo tamaño, el intestino del koala es mucho más largo, una adaptación que realiza el procesamiento de las hojas de eucalipto fibrosas y pobres en proteínas de las que obtiene casi todo su alimento y agua. La masticación prolongada corta las hojas en pedazos muy pequeños, lo que aumenta la exposición del alimento a los jugos digestivos. El ciego del koala –con 2 metros es el más largo de cualquier animal de tamaño equivalente– funciona como cámara de fermentación donde las bacterias simbióticas convierten las hojas cortadas en una dieta más nutritiva.



# Sistemas digestivos

Jugos digestivos

Células mucosas individuales (Ej: jugo gástrico, secreciones intestinales)

Glándulas anexas comunicadas

Vertebrados  
Glándulas salivales  
Páncreas  
Hígado

Absorción: vellosidades intestinales, ciegos, falsos hígados (invertebrados), Tiflosol, etc.

Intestino anterior: absorción de la mayoría de la moléculas orgánicas

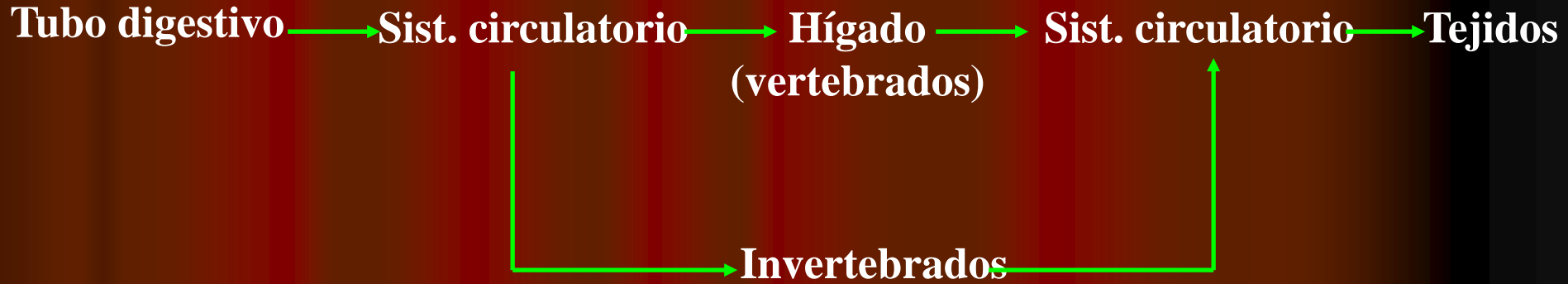
Intestino posterior: agua e iones inorgánicos

**NOTA: también hay glándulas salivales en invertebrados**

# Sistemas digestivos

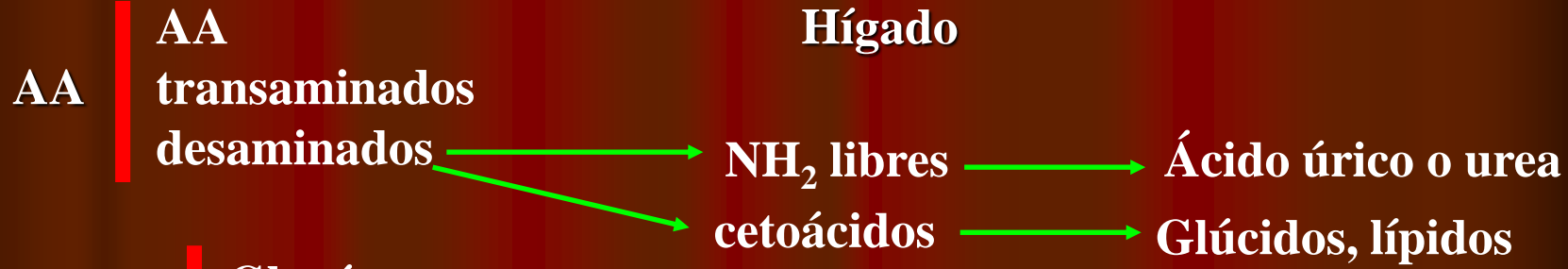
## Hígado (Vertebrados)

Encargado de la **elaboración, almacenamiento y distribución** de las sustancias alimenticias procedentes de la digestión.



# Sistemas digestivos

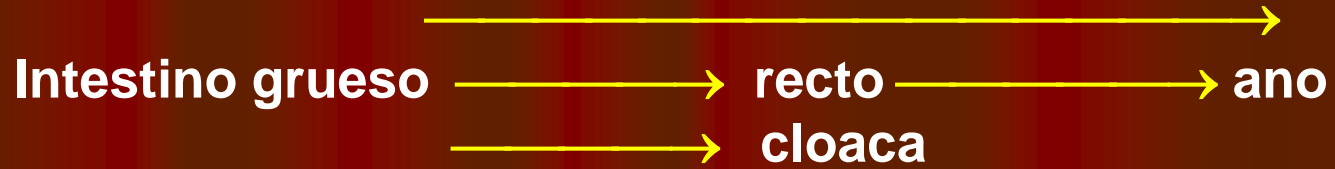
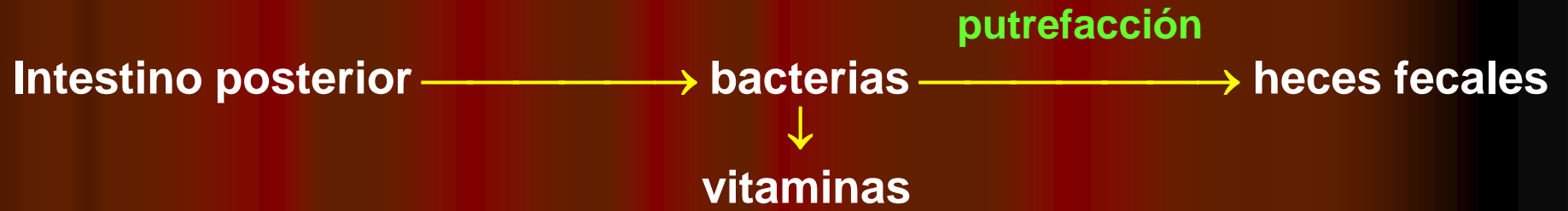
## Hígado



### Almacenamiento de vitaminas

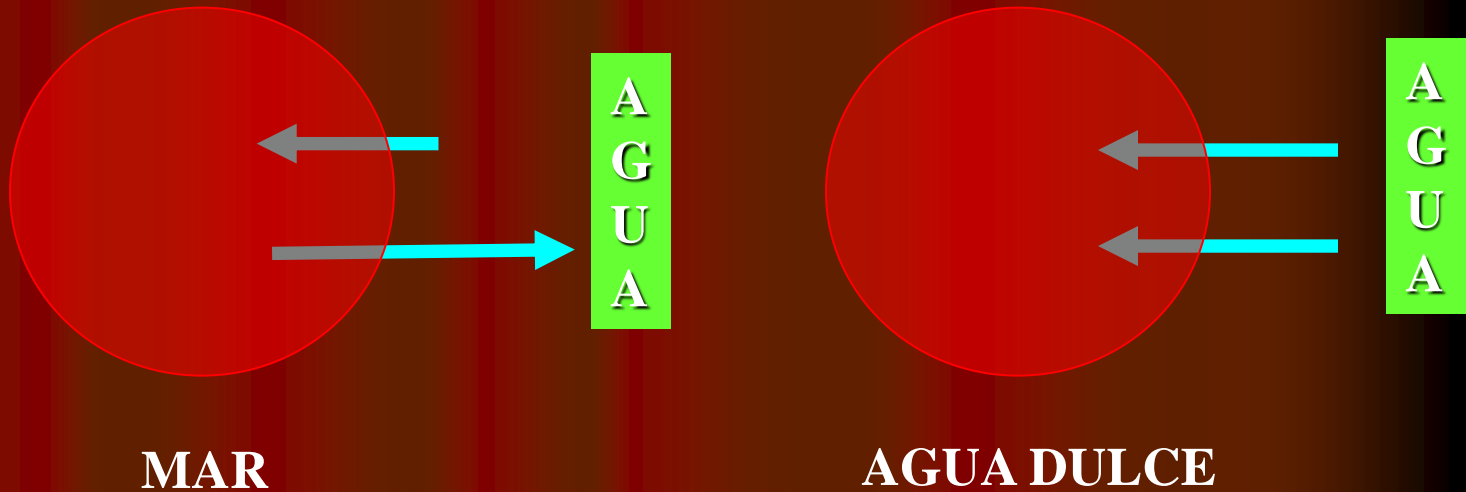


# Sistemas digestivos



# Sistemas excretores

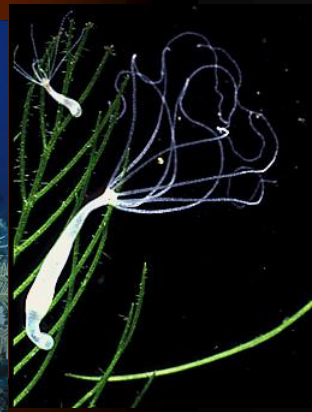
**Función:** mantener equilibrios internos óptimos de H<sub>2</sub>O, sales, pH, y presión osmótica, y eliminar los productos de desecho metabólico



“Protozoos”: a través de cada membrana, vacuolas pulsátiles.

Poríferos: si son marinos no hay estructuras

Cnidarios de agua dulce: vacuolas contráctiles



# Conformistas osmóticos y Osmoreguladores



La mayoría de invertebrados Marinos son osmoconformadores (isosmóticos)

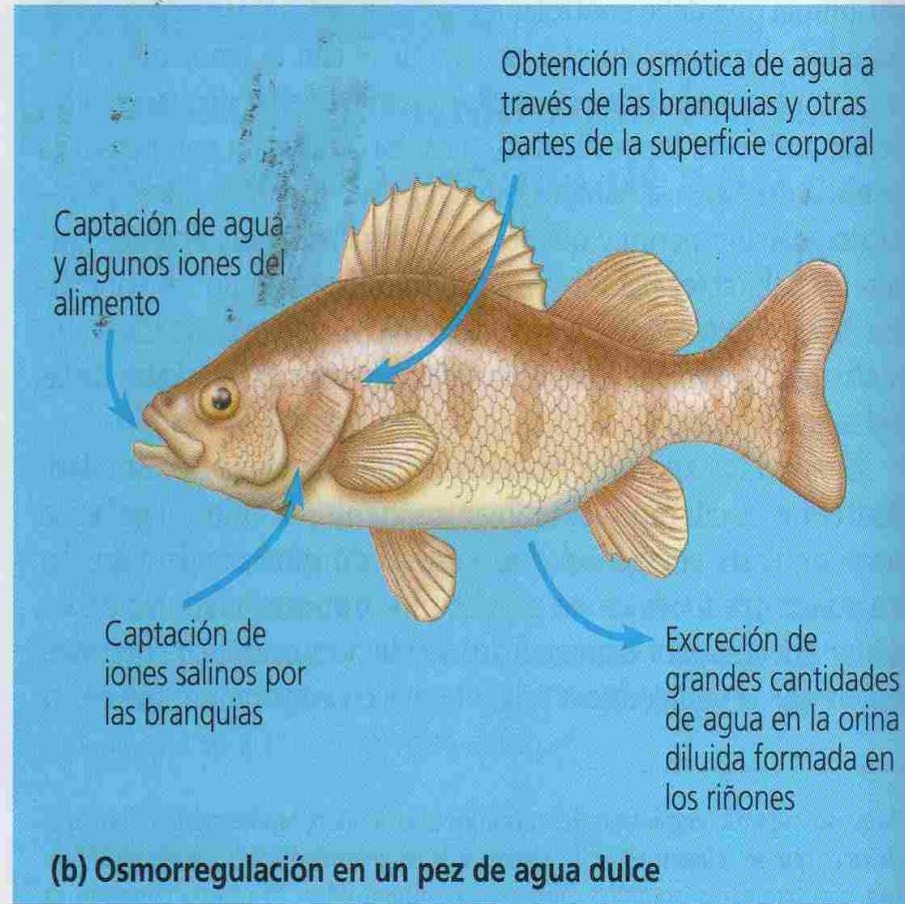
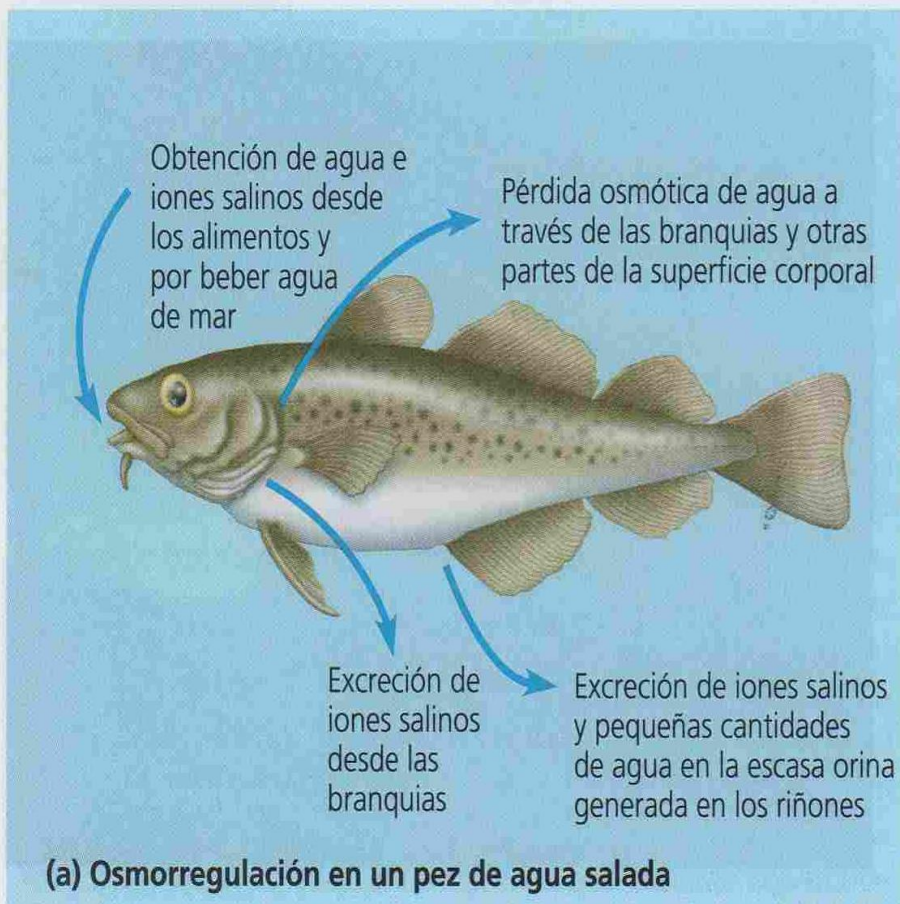


▲ Fig. 44-2. Tilapia (*Tilapia mossambica*), un osmorregulador eurialino extremo.

Conceptos: estenohalinos;

eurihalinos

# Osmoregulación en peces marinos y dulceacuícolas



▲ Fig. 44-3. Osmoregulación en peces óseos marinos y de agua dulce: comparación.

Conceptos: reguladores hiposmóticos

Reguladores hiperosmótico

## Sistemas excretores

### Peces marinos

#### Peces óseos (hiposmóticos)



Degeneran los glomérulos  
Toman agua y excretan sales  
(glándulas branquiales;  
sales monovalentes; túb.  
Renales y heces: sales  
bivalentes)

#### Peces cartilagosos



$\text{NH}_3$  → urea y óxido de  
trimetilamina retenida en  
sangre y/o células →  
reguladores isotónicos o  
hipertónicos respecto al  
mar; equilibrio osmótico

Los peces de agua dulce son reguladores hiperosmóticos;  
Orina muy diluida eliminada por riñones opistonéfricos; células absorbentes de  
Sales en las branquias; absorción activa de sales (ClNa en túbulos renales)



# Balance hídrico en animales terrestres (ej mamíferos)

**Balance hídrico en una rata canguro**  
(2 mL/día = 100%)



**Balance hídrico en un ser humano**  
(2.500 mL/día = 100%)



Ingerida con los alimentos (0,2)



Derivada del metabolismo (1,8)

Ingerida con los alimentos (750)



Derivada del metabolismo (250)

Ingerida con los líquidos (1500)

Heces (0,9)

Orina (0,45)

Evaporación (1,46)

Heces (100)

Orina (1500)

Evaporación (900)

**Ganancia de agua**

**Pérdida de agua**

Los animales terrestres tienen problema inverso que en agua dulce; deben retener agua: orina hipertónica respecto a sus fluidos.

Dado que el  $\text{NH}_3$  es tóxico, deben convertirlo en urea o ácido úrico.

▲ **Fig. 44-5. Balance hídrico en dos mamíferos terrestres.** Las ratas canguro que viven en el sudoeste de Estados Unidos, comen principalmente semillas secas y no beben agua. Una rata canguro pierde agua, sobre todo, por evaporación durante el intercambio de gases, y obtiene agua en primer lugar del metabolismo celular. Por el contrario, un ser humano pierde una gran cantidad de agua en la orina y vuelve a obtenerla principalmente en los alimentos y las bebidas.

## Sistemas excretores

Necesidades de excreción

$\text{NH}_3$   
Exceso de sales  
 $\text{H}_2\text{O}$   
otros

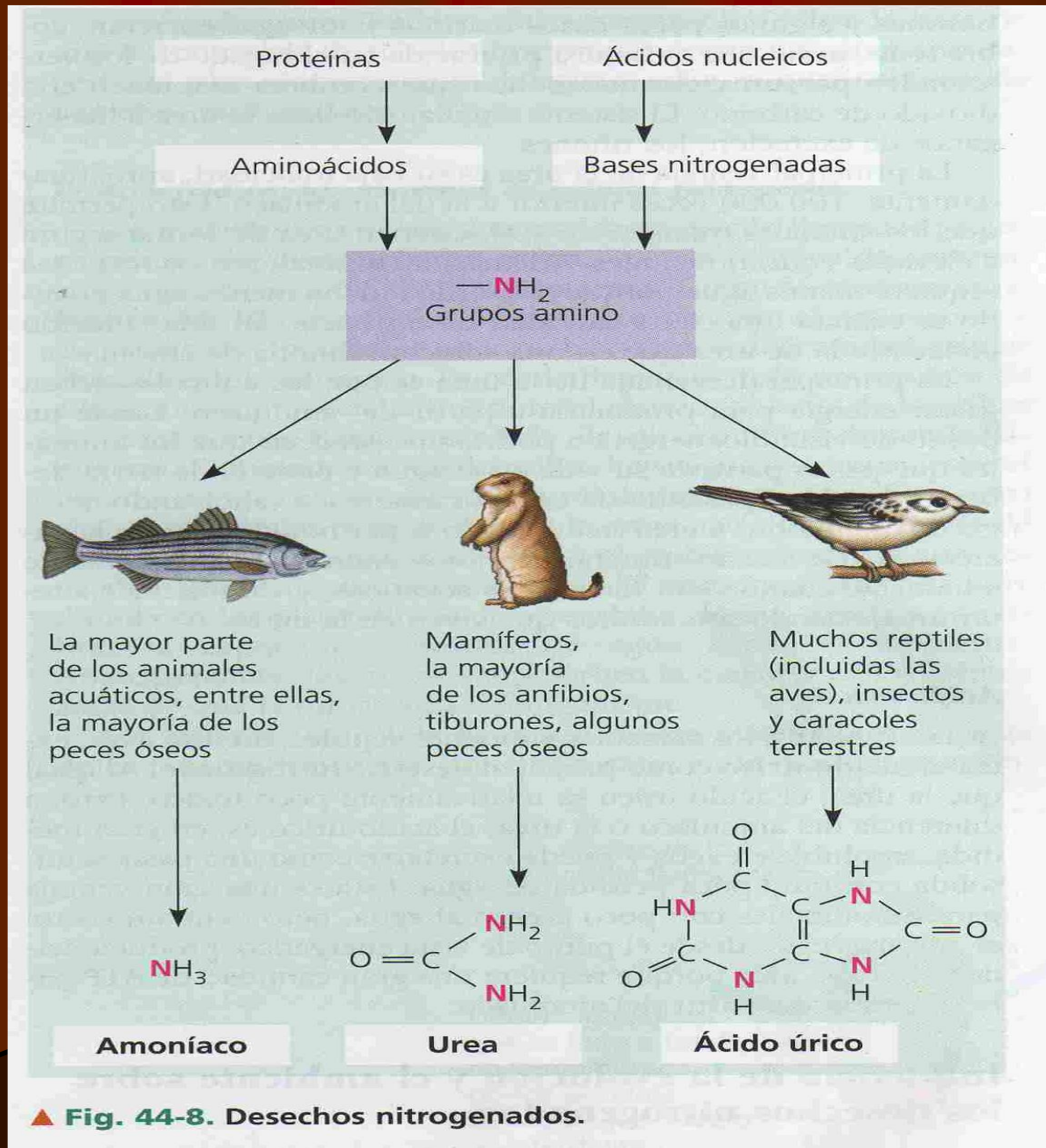
Procesos

Filtración  
Reabsorción  
Secreción

# Los desechos nitrogenados reflejan el hábitat

**Urea (muy poca toxicidad): 100.000 veces menos tóxica que NH<sub>3</sub>; costo E para producirla**

**NH<sub>3</sub>: muy tóxico; Necesita grandes Diluciones; Soluble en H<sub>2</sub>O**

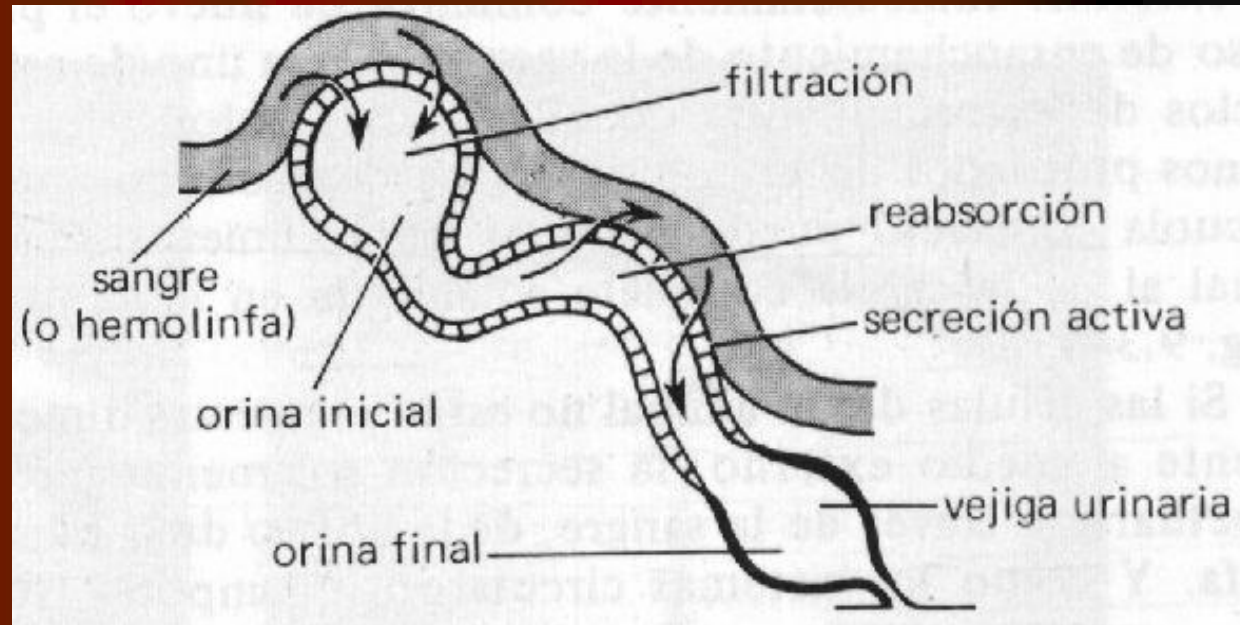


**Poco tóxico Insoluble en H<sub>2</sub>O;**

**Filtración:** sin costo energético (presión de los fluidos orgánicos). No pasan células ni proteínas de la sangre o hemolinfa → Orina inicial

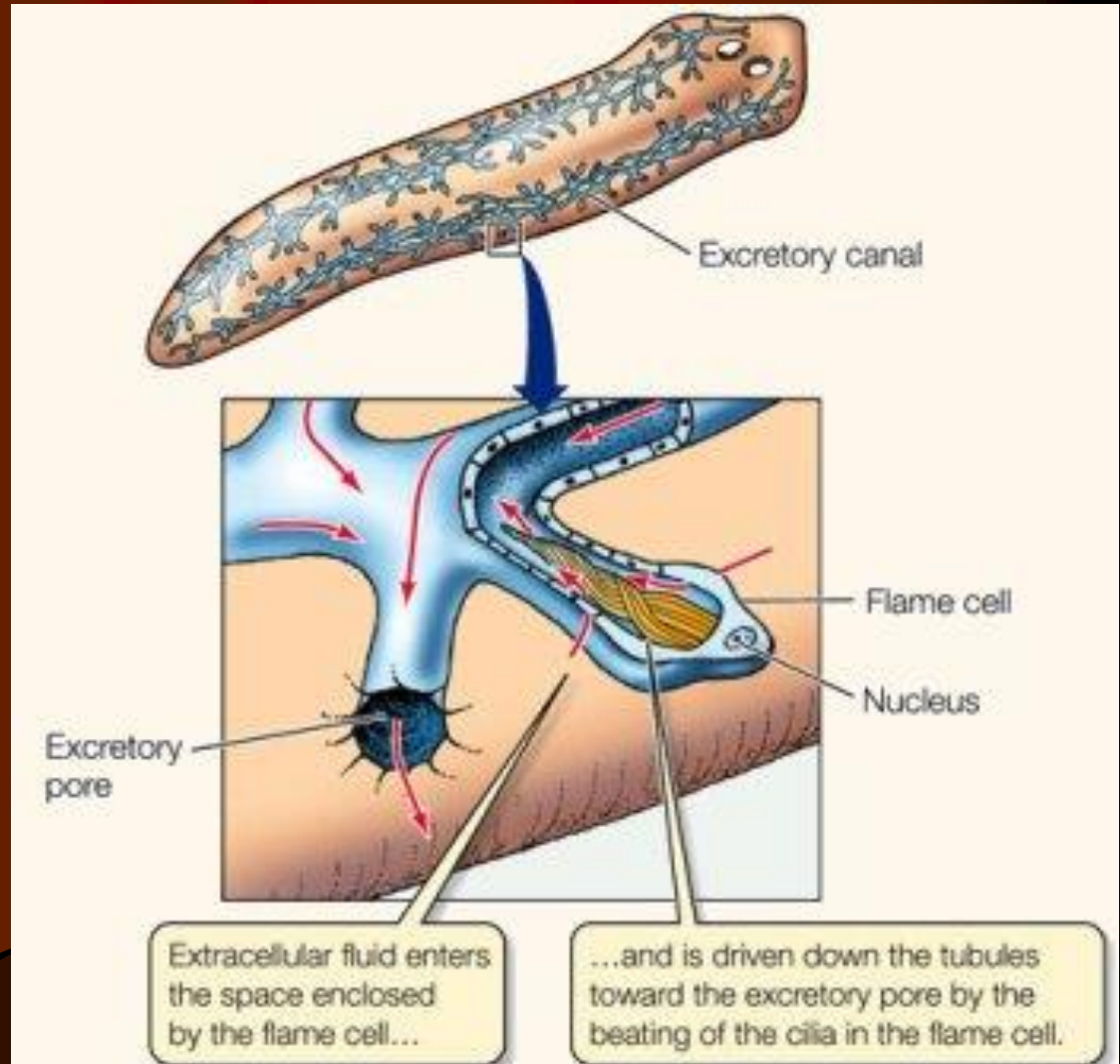
**Reabsorción:** recuperación de las sustancias útiles (gasto de energía)

**Secreción:** eliminación de materiales de desecho o en exceso. Paralelo a los dos anteriores, con costo de energía → Orina final



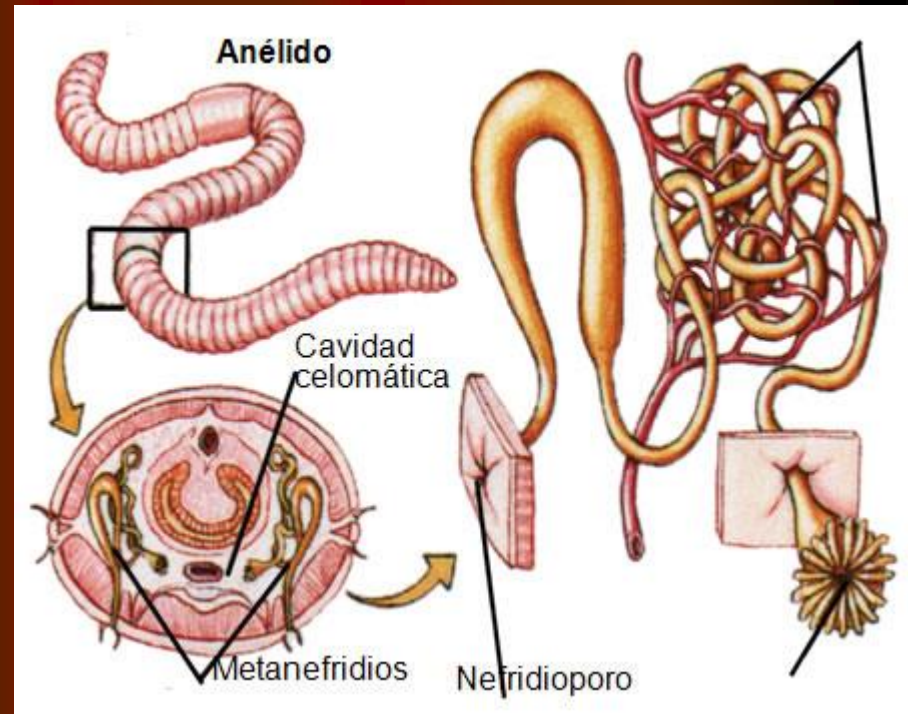
## Tipos de estructuras excretoras en invertebrados

**Protonefridios:** ectodermo. Acelomados (gusanos planos) y algunos pseudocelomados



## Tipos de estructuras excretoras en invertebrados

**Metanefridios: ectodermo mesodermo. Celomados. Ej: Anélidos y Moluscos**



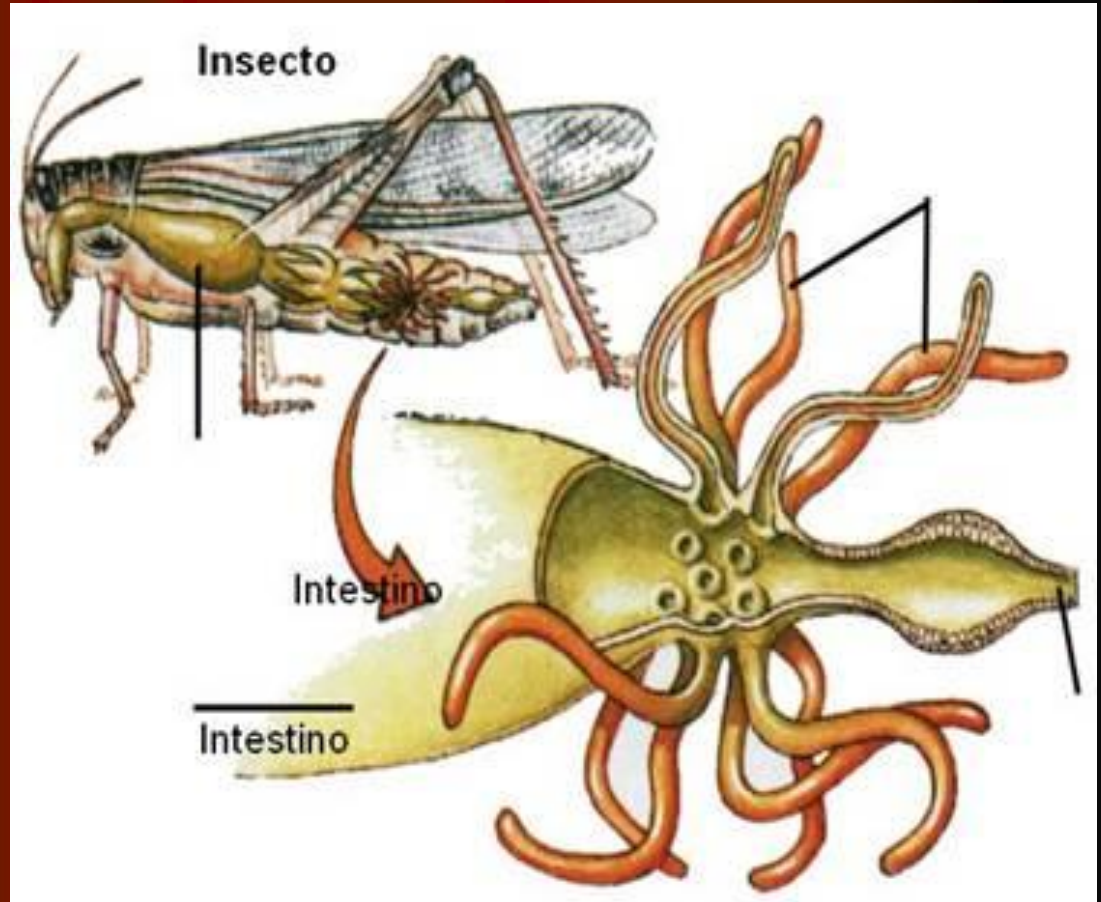
- Tubo enrollado, rodeado de red capilar, con dos aberturas: nefridioporo y nefrostoma
- En interior, reabsorción de compuestos útiles y las sustancias de desecho, expulsadas al exterior por nefridioporo

## Tipos de estructuras excretoras en invertebrados

### Tubos de Malpighi: endodermo. Insectos



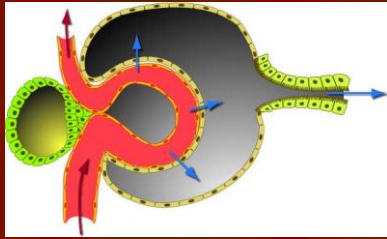
Incorporan desechos nitrogenados. agua, Na y K; reabsorben últimos 3 y precipitan los primeros como ácido úrico eliminado por heces.



Tubos delgados, abiertos por un extremo al digestivo  
Los desechos, ácido úrico, pasa al interior del intestino. El agua y solutos se recuperan en parte posterior del intestino. adaptación al medio terrestre

# Vertebrados

## Unidad funcional: nefrona

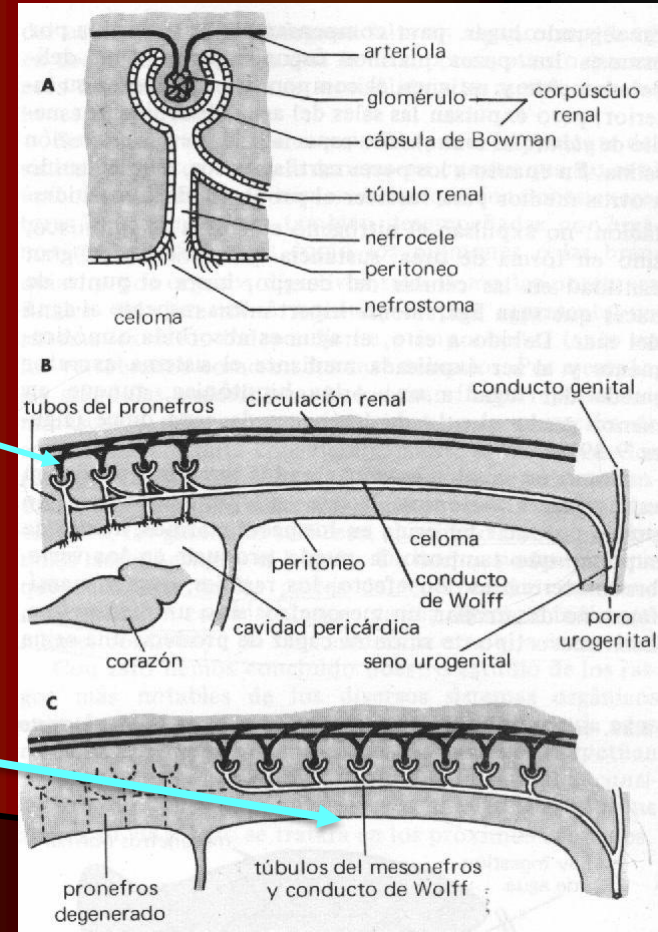


**Glomérulo**

**Cápsula de Bowman**

**Túbulo renal**

**Corpúsculo renal**



### Pronefros:

**nefronas → conducto de Wolff → poro urogenital**

**nefrostoma**

**cavidad pericárdica**

**Mesonefros: degeneran las nefronas de pronefros, y se desarrollan nuevas a partir de Wolff**

**Pro y Mesonefros sirven en agua dulce → filtración. La absorción de sales se realiza mediante glándulas branquiales especiales.**



# Sistemas excretores Vertebrados

## Riñón de vertebrados

- **Arquinefros:** embriones de mixines.
- **Pronefros:** mixines adultos y embriones peces óseos y anfibios, rept., aves y mamíferos (a,b,c:temporariamente).
- **Mesonefros:** embriones de lampreas, peces y tetrápodos.
- **Opistonefros**<sup>(1)</sup>: Adultos de lampreas, peces y anfibios.
- **Metanefros.** Adultos de reptiles aves y mamíferos.

(1) Opistonefros es un mesonefro desplazado hacia la posición del metanefros.

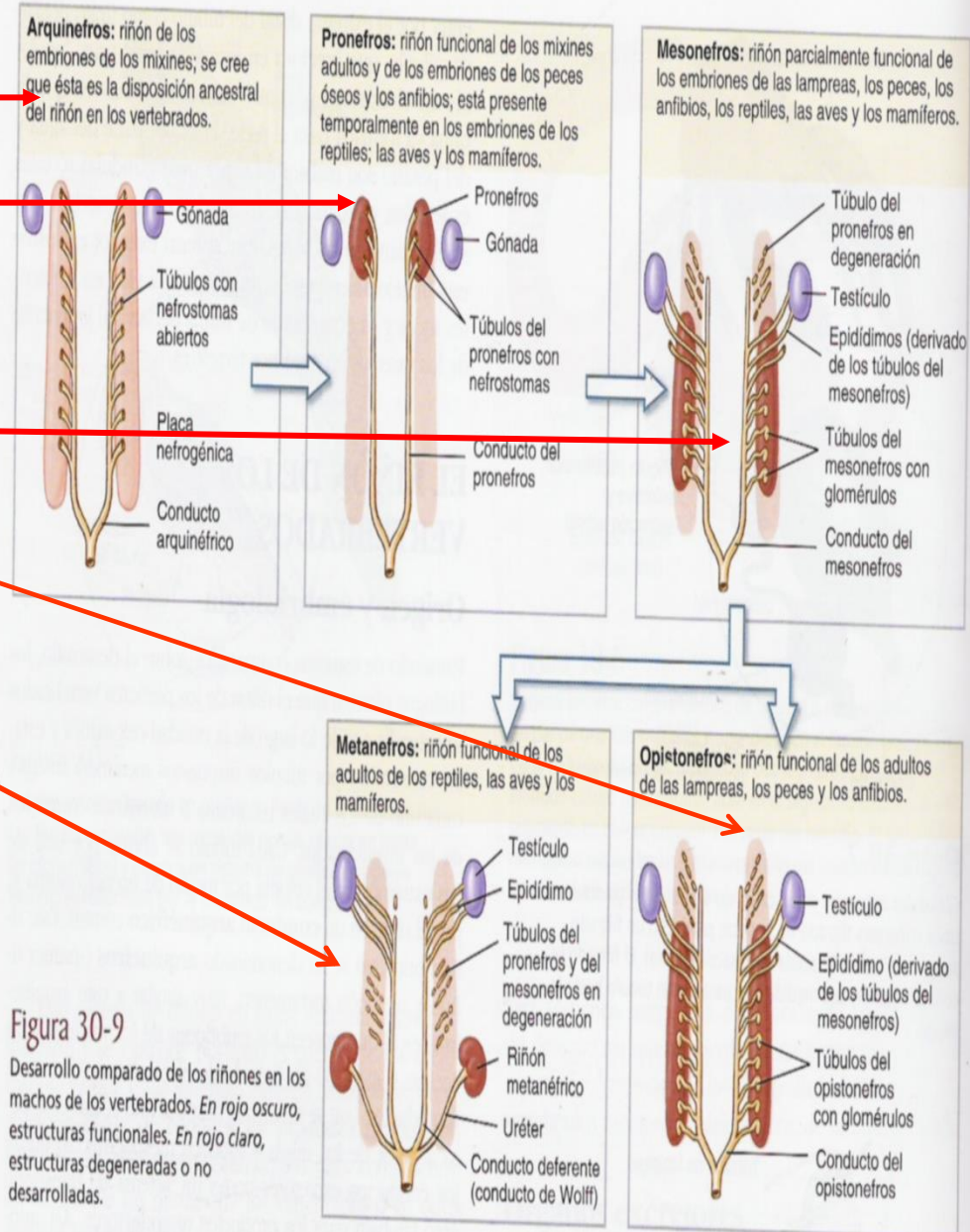


Figura 30-9

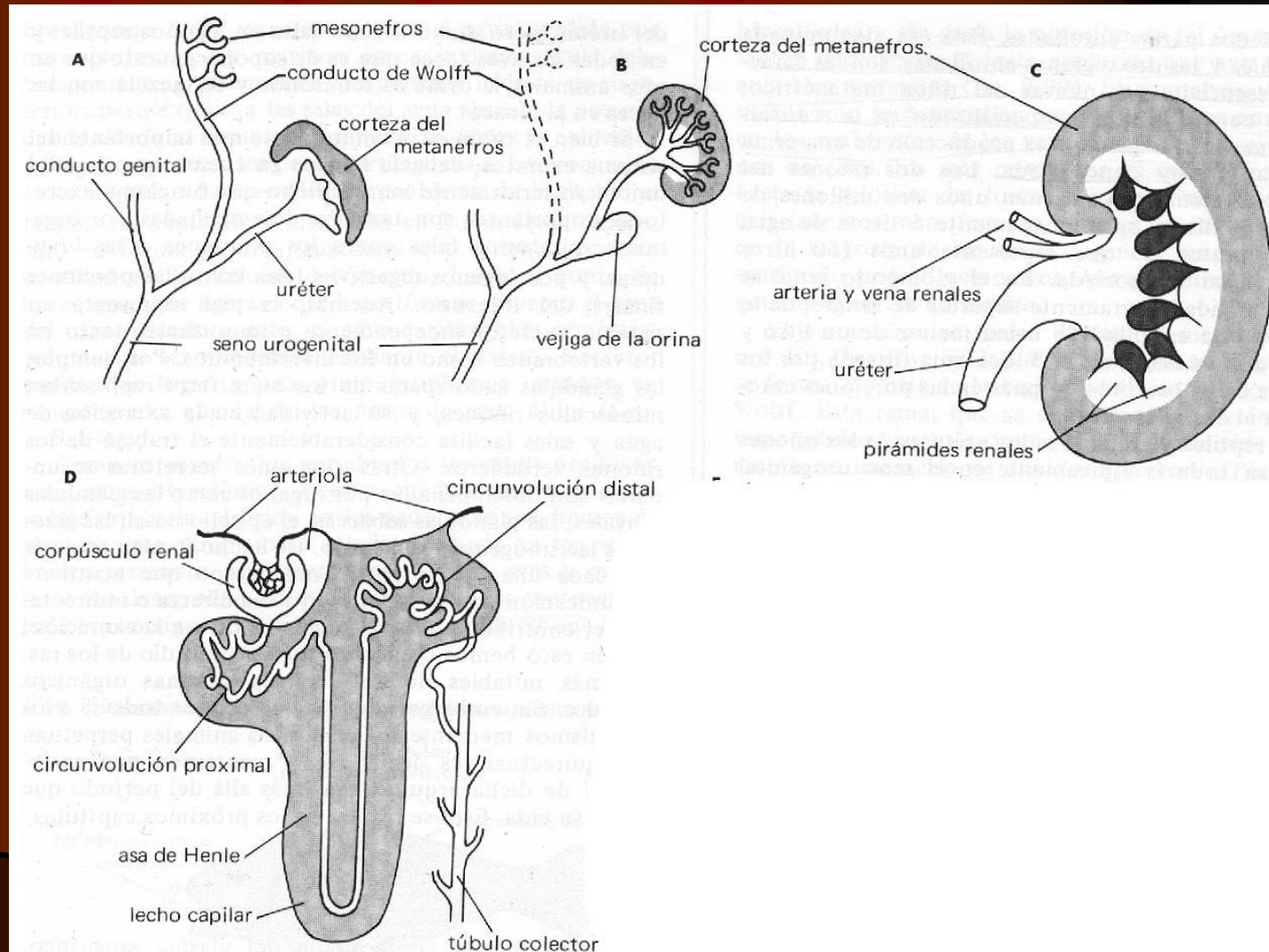
Desarrollo comparado de los riñones en los machos de los vertebrados. En rojo oscura, estructuras funcionales. En rojo clara, estructuras degeneradas o no desarrolladas.

# Sistemas excretores

Metanefros: en vertebrados terrestres.

Rama posterior de Wolff → uréter y túbulos colectores

**Nefronas del metanefros:**  
originadas en porción del celoma posterior metamerizado, que se contactan con los túbulos colectores.



## **Sistemas excretores**

**Datos en el hombre: aproximadamente 2.000.000 nefronas filtran 5 litros de agua cada 45', es decir unos 160 litros / día. El 99% del agua se reabsorve.**

**Otros órganos excretores**

**Piel (glándulas sudoríparas de mamíferos)  
Glándulas salivales  
Glándulas sebáceas  
Epitelio nasal  
Glándulas lacrimógenas  
Hígado**

## **Conceptos a explorar**

**Homeostasis:** mantenimiento del estado interno por autorregulación (aplicable a todos los sistemas)

**Regulación de la temperatura corporal**

**Animales de “sangre fría” y de “sangre caliente”**

**Poiquiloterapia y homeoterapia**

**Ectoterapia y Endoterapia**