

## Modelos adaptativos en Zoología (Manual de prácticas)

### 9. Estudio anatómico y funcional de un anélido y un crustáceo

**Juan Pérez Zaballos. Ana García Moreno.**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Ciencias Biológicas.  
Universidad Complutense de Madrid. c/ José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid.  
[zaballos@bio.ucm.es](mailto:zaballos@bio.ucm.es) [agmoreno@bio.ucm.es](mailto:agmoreno@bio.ucm.es)

**Resumen:** Se explican las disecciones de una lombriz de tierra: *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) y un cangrejo de mar: *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758); y se interpreta el funcionamiento de sus estructuras según el divergente modo de vida y el diferente uso que hacen de la metamería y el celoma.

**Palabras clave:** Disección. Lombriz de tierra. Cangrejo de mar. *Eisenia fetida*. *Carcinus maenas*.

#### INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta práctica es observar, a través de la anatomía, el diferente uso que hacen del celoma y la metamería una **lombriz de tierra** (terrestre, excavadora, detritívora, con esqueleto hidrostático y hermafrodita) y un **cangrejo de mar** (acuático, locomoción cursora, filtrador, con exoesqueleto quitinoso y unisexual dioico); así como las consecuencias funcionales que ello conlleva.

#### LOMBRIZ DE TIERRA (OLIGOQUETO)

*Eisenia fetida* (Savigny, 1826)

Los oligoquetos son anélidos que presentan una segmentación bien marcada y homónoma. Tienen un prostomio poco desarrollado. Carecen de podios y cirros y generalmente presentan pocas setas en cada segmento. Son animales hermafroditas, con desarrollo directo. La mayoría de las especies son dulceacuícolas o terrestres, aunque hay algunas marinas o de aguas salobres.

En esta sesión de prácticas se realizará la disección de una lombriz de tierra (*E. fetida*).

#### Anatomía externa

El cuerpo (Fig. 1) es alargado y de sección cilíndrica; el extremo posterior del

cuerpo se presenta deprimido en el sentido dorsoventral. El extremo anterior normalmente es más afilado que el posterior y, generalmente, la cara dorsal está más pigmentada que la ventral.

En el cuerpo se pueden diferenciar tres regiones distintas:

- **Prostomio.** Porción preoral y dorsal, con un desarrollo mucho menor que en los poliquetos. No presenta apéndices.
- **Metastomio.** Constituido por un número variable de segmentos. Todos ellos, excepto el primero (peristomio) poseen setas, normalmente ocho por segmento, y son iguales entre sí.
- **Pigidio.** Último anillo del cuerpo en el que se encuentra el ano.

Aunque como ya se ha mencionado la segmentación es homónoma, en el cuerpo de los oligoquetos se pueden diferenciar varias regiones, ya que son anélidos clitelados. Cuando alcanzan la madurez sexual y durante la época de la reproducción, presentan un espesamiento glandular de la pared del cuerpo, el **clitelo**, que permite diferenciar varias regiones distintas:

- **Región preclitelar**

Comprende desde el prostomio hasta el último segmento anterior al clitelo. En esta región se pueden ver las siguientes estructuras:

- ✓ **Prostomio.** Situado en posición dorsal por delante de la boca. No es un auténtico metámero, ya que carece de cavidad celomática.
- ✓ **Peristomio.** Es el primer segmento del cuerpo. En él aparece ventralmente la boca. Carece de setas.
- ✓ **Setas.** En cada segmento hay ocho pequeñas setas: un par de setas ventrales (**a**), un par de setas lateroventrales (**b**), un par de setas laterodorsales (**c**) y un último par de setas dorsales (**d**). Las distancias relativas entre las diferentes setas es uno de los caracteres usados en la determinación de las lombrices de tierra.
- ✓ **Papilas.** Son espesamientos de la pared del cuerpo, localizados en determinados segmentos, diferentes en cada especie, sobre los que se pueden presentar algunas de las setas.

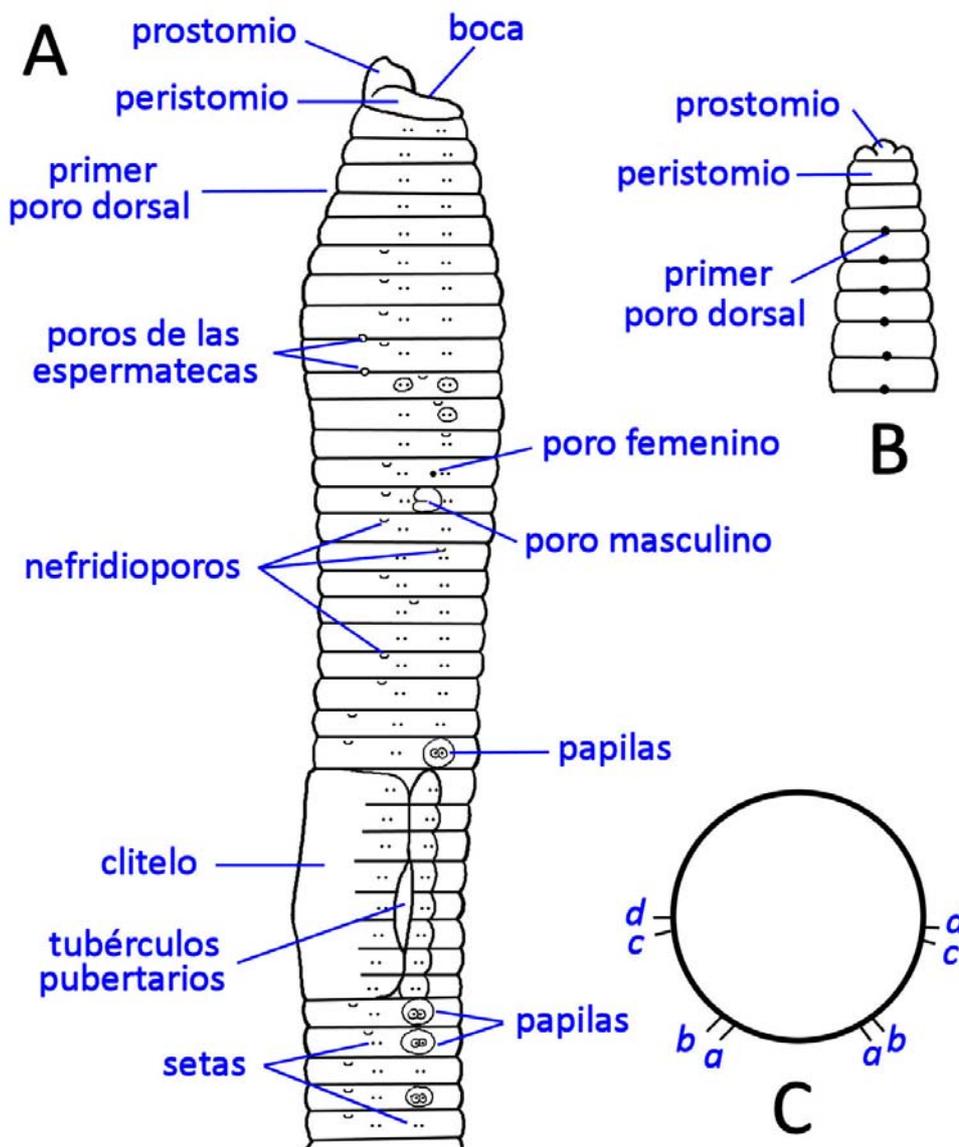


Figura 1. Anatomía externa de *E. fetida*. A. Vista lateral derecha. B. Vista dorsal de la porción anterior. C. Corte transversal mostrando la disposición de las setas.

- ✓ **Poros dorsales.** En la línea medio dorsal hay una hilera de pequeños poros que ponen en contacto la cavidad celomática de cada segmento con el exterior. Estos poros se sitúan en los surcos que separan los segmentos o **surcos intersegmentarios**. La localización del primero de estos poros dorsales es otro de los caracteres sistemáticos.
- ✓ **Nefridioporos.** En cada segmento hay un par de poros de los nefridios lateroventrales, localizados por detrás del surco intersegmentario anterior. En esta especie los nefridioporos se sitúan formando dos hileras laterales no alineadas.
- ✓ **Poros masculinos.** Hay un par, situados en ambos laterales del segmento

15, entre las setas *b* y *c*, rodeados de unos rebordes glandulares en forma de ojal.

- ✓ **Poros femeninos.** Como en el caso anterior hay dos poros, situados en el segmento 14, entre las setas *b* y *c*.
- ✓ **Poros de las espermatecas.** Hay dos pares, localizados en los surcos intersegmentarios 9/10 y 10/11, entre la línea medio dorsal y la línea de setas *d*.

- **Región clitelar**

Abarca los segmentos en los que se desarrolla el clitelo. El primer segmento clitelar, la extensión y forma del clitelo y el último segmento clitelar, son diferentes para cada especie, por lo que éste es otro de los principales caracteres sistemáticos. En esta especie el clitelo se extiende por la cara dorsal y laterodorsales de los segmentos que ocupa, **clitelo en silla de montar**. Los bordes del clitelo presentan unos abultamientos, **tubérculos pubertarios**, cuya localización y extensión son otro de los principales caracteres sistemáticos.

- **Región postclitelar**

Comprende desde el primer segmento posterior al clitelo hasta el pigidio. En los segmentos de esta región pueden apreciarse, como en la preclitelar, las setas, poros dorsales y los nefridioporos.

## **Anatomía interna**

Es imprescindible situar el ejemplar próximo a uno de los bordes de la bandeja de disección, para poder observar posteriormente los detalles con la lupa.

Una vez colocado el animal con la cara dorsal hacia arriba, se realiza una incisión en la línea medio dorsal desde la región postclitelar hasta el extremo anterior del cuerpo. Se realizan dos cortes transversales en el origen del corte (región postclitelar) y se abate el tegumento hacia ambos lados sujetándolo con alfileres a la silicona de la bandeja, al tiempo que se van separando los tabiques intersegmentarios. Tanto la incisión inicial como su continuación, deben efectuarse con mucho cuidado y profundizando poco, para no cortar ni desgarrar los órganos internos.

Finalizada la incisión y separación del tegumento se pasa la observación de la anatomía interna, que para una mejor comprensión se explica a continuación por aparatos y órganos aunque no necesariamente habrán de estudiarse en el ejemplar en este orden.

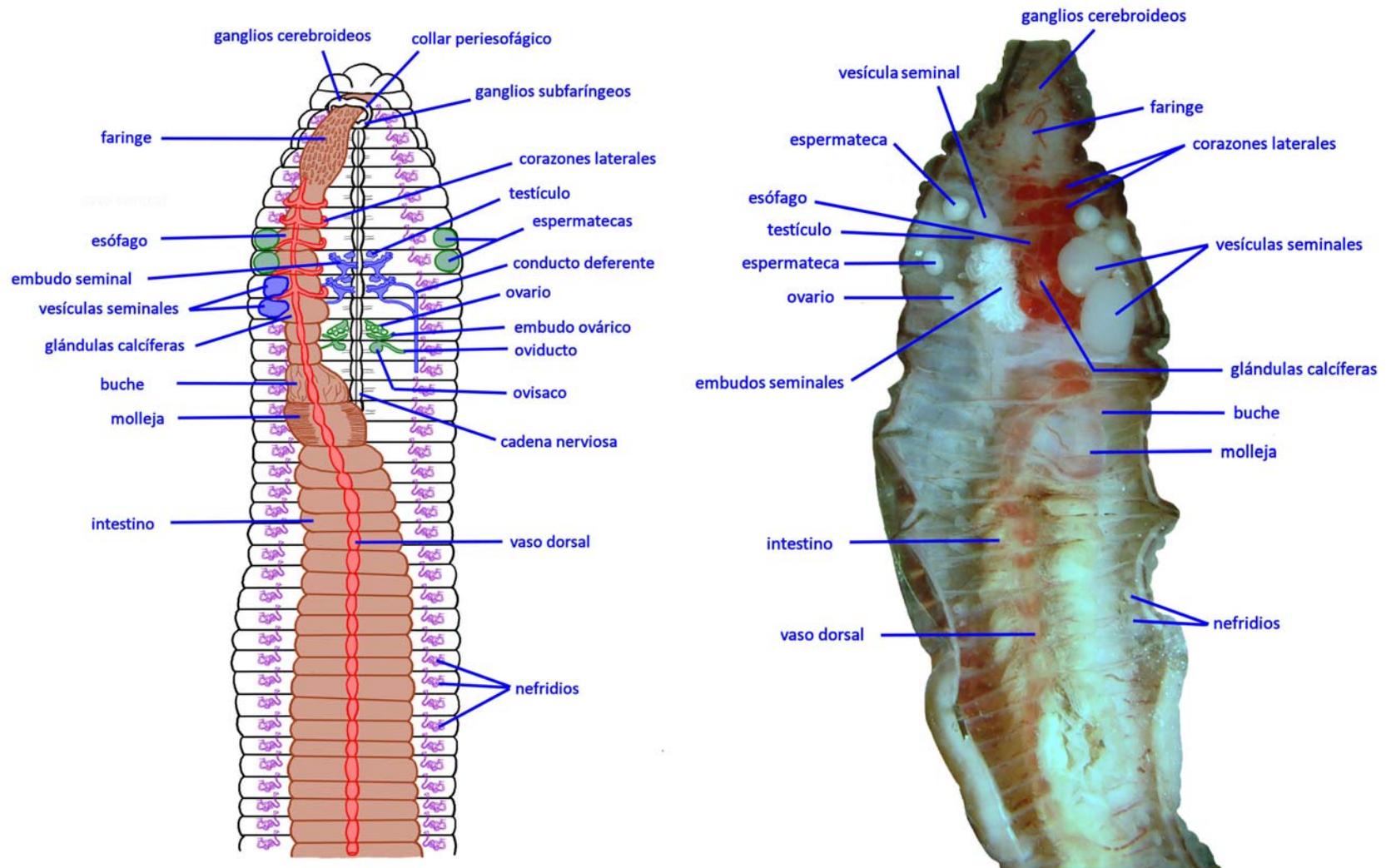


Figura 2. Esquema y foto de la disección de la lombriz de tierra *E. fetida*.

- **Metamerización**

Podrán verse la mayor parte de los tabiques intersegmentarios (**septos celomáticos** o **disepimentos**). Los anteriores se encuentran algo desplazados hacia atrás, debido al desarrollo de algunas estructuras del tubo digestivo y del aparato reproductor.

- **Sistema excretor**

En todos los segmentos hay un par de pequeños nefridios. Cada nefridio posee un **nefrostoma** situado en el tabique o disepimento intersegmentario posterior. Tras él hay un largo **nefroducto** en forma de madeja, que atraviesa el tabique y se aloja en el segmento contiguo en el que desemboca al exterior por el nefridioporo. Debido a esta disposición entre dos segmentos se denominan **nefridios intercalares**.

- **Sacos setíferos**

Forman un pequeño saliente de color blanquecino hacia el interior del cuerpo, en los que se insertan finos paquetes musculares y que son los formadores de las setas. Para estudiar las setas, se debe arrancar uno de los sacos, colocarlo en un portaobjetos con una gota una agua y ponerle un cubreobjetos.

- **Tubo digestivo**

Se presenta como un largo tubo que recorre todo el cuerpo desde el peristomio hasta el pigidio. Se inicia en la **boca**, tras la que hay una gruesa y muscularizada **faringe**, que ocupa los primeros segmentos del cuerpo y que se presenta rodeada por unas **glándulas faríngeas**. La faringe se continúa por un largo y delgado **esófago**, que llega hasta el segmento 14 inclusive. Entre los segmentos 10 al 14 se presentan unas dilataciones, **glándulas calcíferas** o de **Morren**, en las que se acumula carbonato cálcico, por lo que se piensa que están relacionadas con la regulación del pH en el interior del tubo digestivo. El esófago da paso a un **buche** en el que se acumula el alimento, y que se encuentra en los segmentos 15 y 16. A continuación hay una gruesa y muscularizada **molleja** en la que se tritura el alimento, que ocupa los segmentos 17 y 18. Tras la molleja hay un largo **intestino** tubular que va a desembocar en el **ano** terminal. Aparece recubierto por un tejido amarillento de aspecto glomeruloso, el **tejido cloragógeno**, cuya función es equivalente a la de un hígado. En la línea medio dorsal del intestino se produce una invaginación dorsal, a la que se denomina **tiflosol**, que aumenta superficie de absorción.

- **Aparato circulatorio**

Recorriendo longitudinalmente el tubo digestivo por su cara dorsal, desde el extremo posterior del cuerpo hacia delante, se puede ver un gran **vaso dorsal**, que mediante unos **vasos comisurales** metaméricos se conecta con otro gran

vaso situado por debajo del tubo digestivo, el **vaso ventral**. Cinco pares de vasos comisurales, los situados en los segmentos 7 a 11, están más desarrollados y son contráctiles, por lo que se les denomina “**corazones laterales**”.

Por debajo de la cadena nerviosa ventral hay otro vaso, el **vaso subneural**, que conecta mediante pequeños vasos tanto con el dorsal, como con el ventral. Del vaso ventral salen unos **vasos laterales aferentes**, dispuestos metaméricamente, por los que la sangre va hacia la pared del cuerpo, nefridios, etc., a este nivel la sangre pasa a unos vasos laterales eferentes, por los que la sangre vuelve a los vasos longitudinales.

- **Aparato reproductor masculino**

El aparato genital masculino consta de **dos pares de testículos**, situados en los segmentos 10 y 11, en contacto con los disepimientos anteriores de dichos segmentos. Los espermatozoides producidos por los testículos maduran en unos divertículos, las **vesículas seminales**, que no son otra cosa que evaginaciones de los disepimientos engrosadas y transformadas. Una vez maduros, los espermatozoides pasan a través de unos **embudos seminales** hasta los **conductos deferentes**, que tras unirse en un **espermiducto** a cada lado del cuerpo, desembocan al exterior por los **poros masculinos**.

- **Aparato reproductor femenino**

El aparato genital femenino consta de un par de **ovarios** situados en el segmento 13 junto al disepimiento 12/13. En ellos se pueden apreciar los ovocitos por transparencia. Los óvulos después de desarrollarse en la cavidad celomática del segmento 13, pasan a través de unos pequeños **embudos ováricos** a unas bolsas denominadas **ovisacos**, en donde los óvulos terminan de madurar. Los embudos ováricos se sitúan en la cara anterior del disepimiento 13/14, en tanto que los ovisacos están en la cara posterior de ese mismo disepimiento. Desde los ovisacos los óvulos pasan a unos cortos **oviductos**, que abren al exterior por los poros femeninos. Como complemento del aparato reproductor femenino, en los segmentos 10 y 11 hay unos pequeños receptáculos seminales, las **espermatecas**, en las que se almacena el esperma de la pareja de cópula después del apareamiento.

- **Funcionamiento del aparato reproductor**

Los espermatozoides son producidos en los testículos y maduran en las vesículas seminales. Los óvulos son producidos en los ovarios y maduran en los ovisacos. Cuando se produce la cópula las dos lombrices sólo intercambian su esperma (son hermafroditas), reteniendo el esperma de la pareja en las espermatecas. Una vez separadas, el clitelo produce un anillo mucoso, que se desliza hacia delante, de manera que cuando llega a los poros femeninos (segmento 14) recoge sus propios óvulos y cuando llega a los segmentos 11 y

10 recoge de las espermatecas el espermatozoide de su pareja. El anillo se cierra al salir por el prostomio formando un **capullo**, que contiene los gametos en su interior, y se desprende del cuerpo. La fecundación se produce en el interior del capullo. El desarrollo es directo, sin fases larvares, por lo que las jóvenes lombrices salen directamente del capullo.

- **Sistema nervioso**

En la región cefálica hay un anillo o **collar periesofágico**, que presenta un **par de ganglios cerebroideos** por encima de la faringe, de los que salen una serie de **pequeños nervios prostomiales**. Por debajo de la faringe hay un **par de ganglios subfaringeos** de los que parte la **cadena nerviosa ventral**, en la que se aprecian **ganglios metaméricos** en todo su recorrido.

### CANGREJO DE MAR

*Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758)

#### Morfología externa

Presenta un cuerpo deprimido dorsoventralmente, y en su mayor parte formado por un ancho cefalotórax de aspecto pentagonal, cubierto por un caparazón quitinoso grueso, fuertemente calcificado y opaco, de color verde oscuro, por debajo del cual se encuentra replegado el abdomen, que está situado en una depresión de la cara ventral (Figs. 3 y 4).

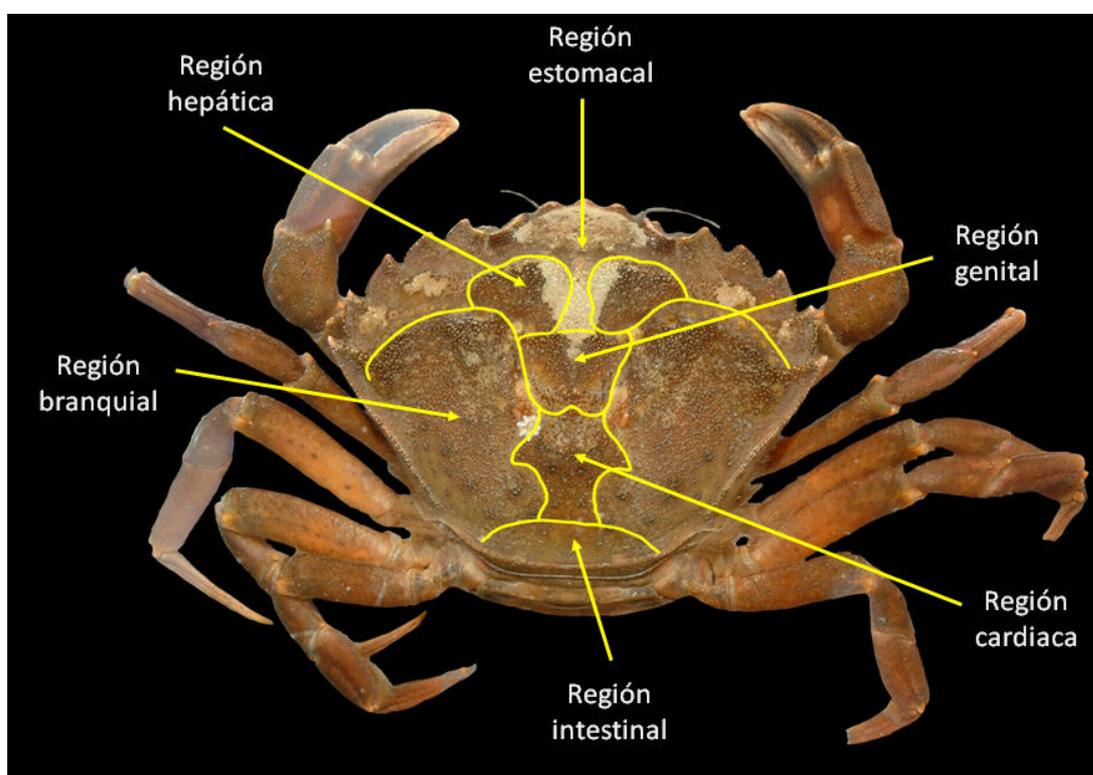


Figura 3. Vista dorsal de un cangrejo de mar.

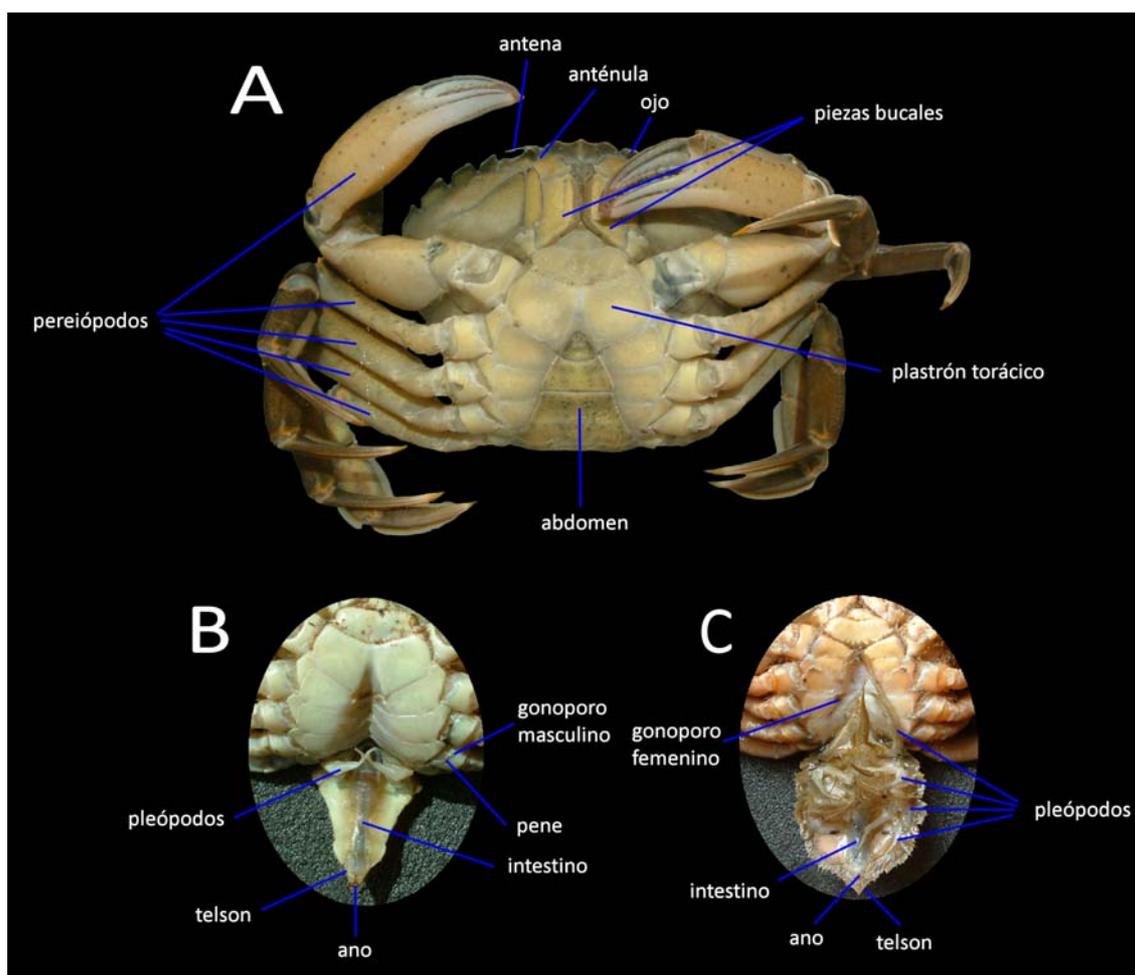


Figura 4. A. Vista ventral de un cangrejo de mar. B. Vista ventral del abdomen de un macho. C. Vista ventral del abdomen de una hembra.

- **Cefalotórax**

Está formado por la fusión del **acron** (porción más anterior, no es un segmento), cinco segmentos cefálicos y ocho torácicos.

En cada una de sus caras antero-laterales, el cefalotórax lleva cinco dientes dirigidos hacia delante (típico de la Familia Carcínidos). La parte más anterior y central se denomina **rostro**. Entre el rostro y el primer diente se encuentran unas órbitas donde están los **ojos**, en número de dos, pedunculados y compuestos.

En la parte dorsal del cefalotórax existen una serie de abultamientos que permiten distinguir las siguientes regiones: **estomacal**, **genital**, **cardíaca**, **intestinal**, **hepática** (dos) y **branquial** (dos).

La parte ventral muestra todos los apéndices. El cefalotórax no presenta regiones delimitadas, pero se distinguen bien los esternitos torácicos, que constituyen el "**plastrón**" o caparazón torácico.

- **Abdomen**

Muestra una metamerización diferente según el sexo: en las hembras está formado por seis segmentos bien diferenciados, es redondeado y por la parte ventral, en los segmentos 2º, 3º, 4º y 5º lleva un par de apéndices birrámeos en cada uno de ellos; en los machos, los segmentos 3º, 4º y 5º están soldados y el abdomen tiene una forma más o menos triangular.

Tanto en los machos como en las hembras, el abdomen termina en un pequeño [telson](#), y la línea media abdominal (ventral), ligeramente abultada, deja adivinar el intestino que termina en el ano.

### Estudio de los apéndices

- **Apéndices cefálicos**

Anténulas, antenas, mandíbulas, maxila 1ª (maxílula), maxila 2ª (Fig. 5).

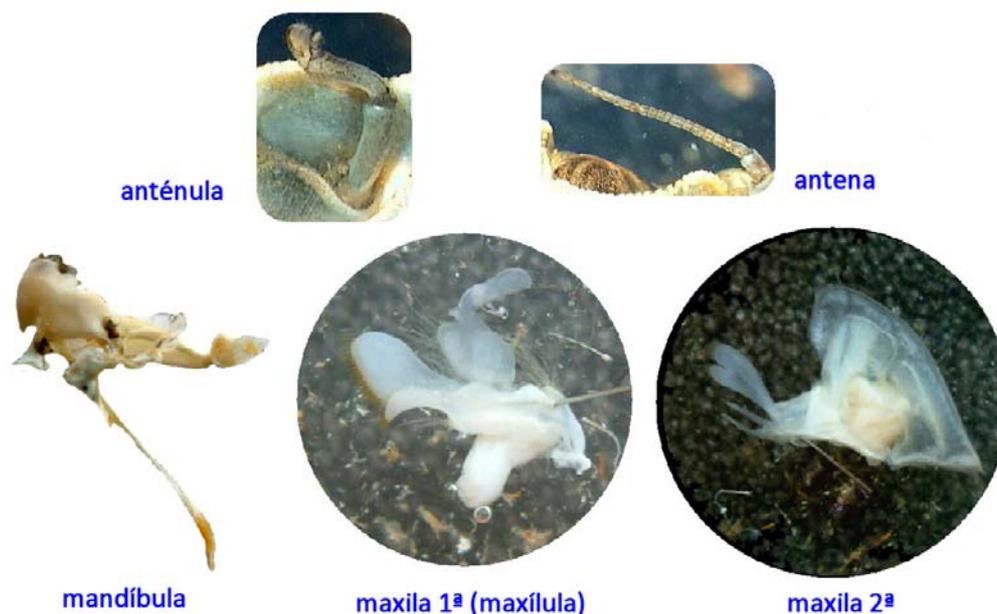


Figura 5. Apéndices cefálicos.

- **Apéndices torácicos**

Maxilípedos 1, maxilípedos 2, maxilípedos 3, y cinco pares de patas marchadoras o pereiópodos (Fig. 6).

Aunque los crustáceos presentan típicamente apéndices birrámeos, las patas marchadoras solo tienen desarrollada una de las dos ramas, formada a su vez por seis artejos: [protopodito](#), [isquiopodito](#), [meropodito](#), [carpopodito](#), [propodito](#) y [dáctilopodito](#). En el primer par de patas los dos últimos artejos forman una pinza.



Figura 6. Apéndices torácicos.

- **Apéndices abdominales o pleópodos**

En el macho solamente hay dos pares, situados en el 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> segmentos y son unirrámeos, en la hembra hay cuatro pares, situados en los segmentos 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup>, y son birrámeos. En los machos estos apéndices actúan como estiletes copuladores y en las hembras sirven para sujetar los huevos tras la puesta (Figs. 4 y 7).

**Los orificios genitales:** en los machos están en la base del 5<sup>o</sup> par de patas (al lado hay un corto pene) y, en las hembras, en el esternito del 3<sup>o</sup> par de patas (Fig. 4).



Figura 7. Apéndices abdominales.

### Morfología interna

Una vez estudiada la morfología externa del cangrejo se procede a su disección. Para ello se hace una incisión, con ayuda de unas tijeras de punta fina, en el caparazón

cefalotorácico, comenzando por uno de los ángulos posteriores y siguiendo su margen dorsal hasta terminar en el punto de partida. Después se levanta el caparazón cortado retirando la membrana basal con mucho cuidado.

En las figuras 8 y 9 se pueden apreciar tal y como se observan los diferentes órganos al quitar el caparazón.

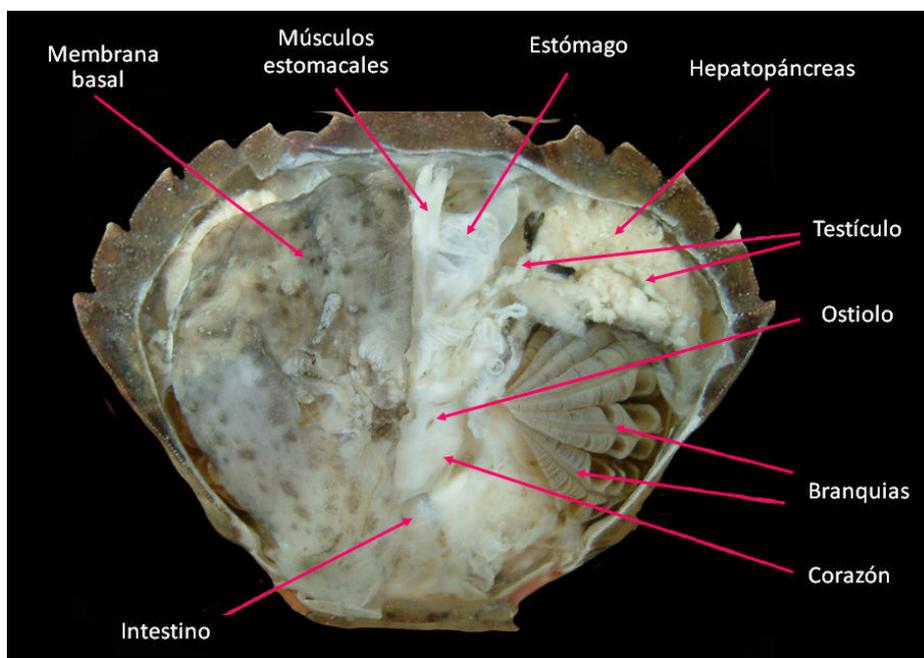


Figura 8. Vista dorsal del cefalotórax de un cangrejo macho, después de extirparle el caparazón. En la mitad izquierda se conserva la membrana basal; en la mitad derecha se ha eliminado y se pueden observar los órganos internos.

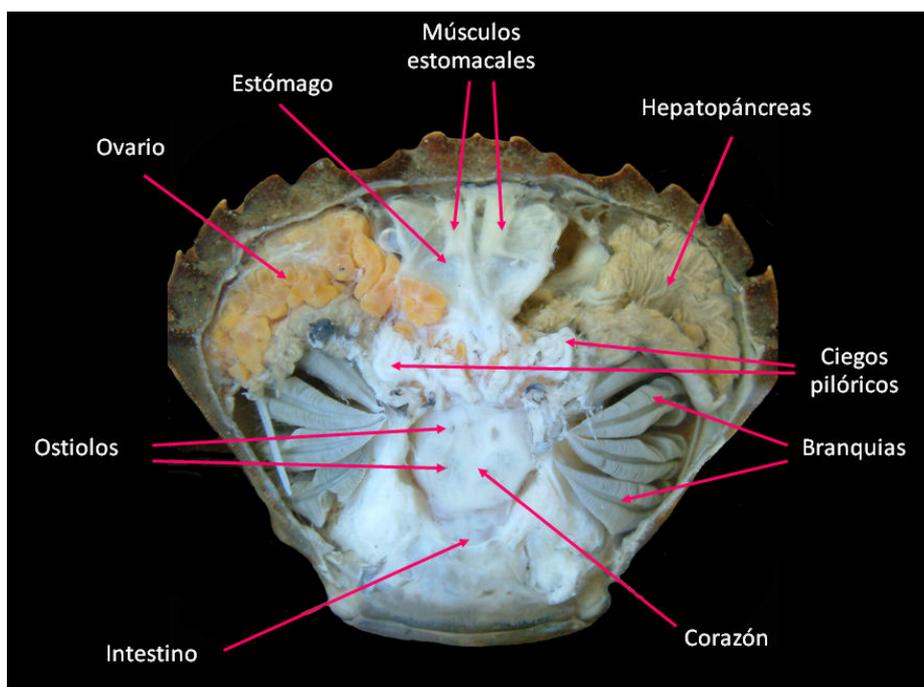


Figura 9. Anatomía interna de una hembra.

- **Aparato digestivo**

La **boca**, ventral, se continúa por un **esófago** corto y ancho que se dirige verticalmente al estómago, el cual está unido a la región frontal del cefalotórax por un par de músculos divergentes. El **estómago** está subdividido en estómago **cardíaco** y estómago **pilórico**. El estómago cardíaco, anterior y de gran tamaño, contiene un complejo de piezas quitinosas que constituyen el **molino gástrico** (se observa por transparencia), el cual, accionado por los músculos, termina la trituración del alimento iniciada por las piezas bucales. Por detrás se encuentra el estómago pilórico, más pequeño, en el que los alimentos son sometidos a presión y filtración. El estómago se continúa por el **intestino**, delgado y rectilíneo, que desemboca en el **ano** en la cara ventral del telson.

La región anterior del tórax está ocupada por el **hepatopáncreas**, muy voluminoso, lobulado y de aspecto racimoso, que envía dos prolongaciones posteriores a la derecha y a la izquierda del intestino. Los canales colectores de la secreción del hepatopáncreas desembocan en un par de orificios situados ventralmente en la región posterior del estómago. El intestino lleva diversos **ciegos**; la porción que está inmediatamente después del estómago recibe un par de ciegos pilóricos y en la región posterior del cefalotórax, en la línea media, un ciego impar o intestinal.

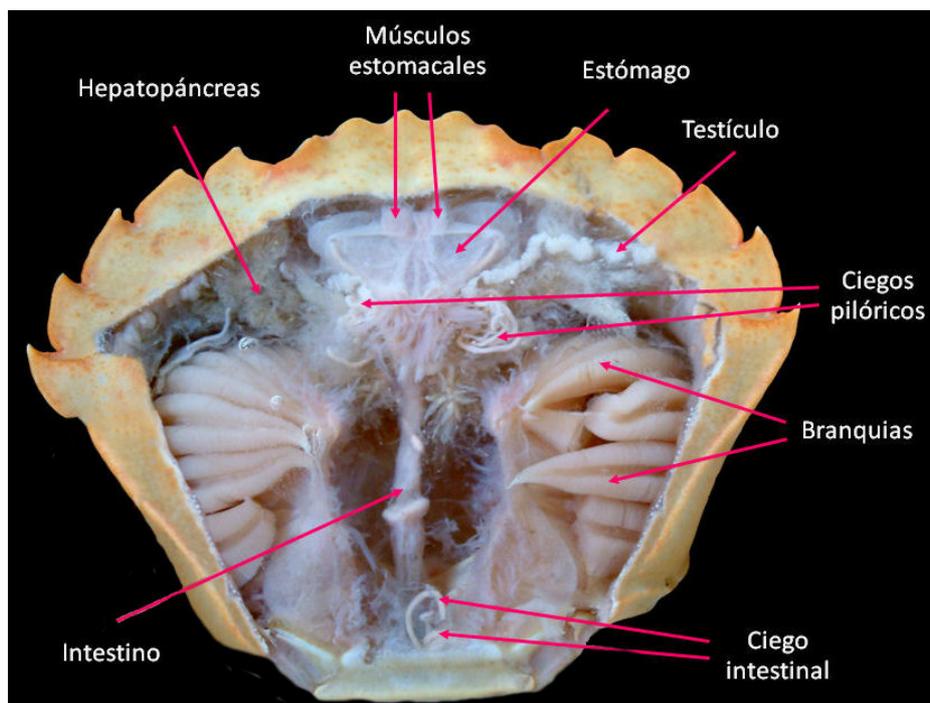


Figura 10. Aparato digestivo de un cangrejo de mar.

- **Aparato genital**

Los órganos genitales están situados por debajo del intestino, un poco ventralmente. Presentan sexos separados y, tanto en los machos como en las

hembras, las **gónadas** se sitúan lateralmente y se unen por una estrecha banda transversal a nivel del corazón.

En los machos (Fig. 8), los **testículos**, de color blanquecino y más o menos digitados, se continúan posteriormente por dos **conductos deferentes** que desembocan en la base del quinto par de patas marchadoras (cada orificio genital lleva adjunto un corto pene) (Figs. 4 y 7).

En las hembras (Fig. 9), el **ovario** está formado por cuatro lóbulos, dos anteriores y dos posteriores, y tiene una coloración más intensa. Mediante dos **oviductos** arqueados, gruesos y cortos, desembocan en la placa esternal del tercer par de patas por un par de orificios alargados, próximos a la línea media (Fig. 4).

- **Aparato circulatorio**

Únicamente se observará el corazón, ya que para estudiar el sistema de vasos sanguíneos se necesitaría otro ejemplar y realizar técnicas adecuadas para su observación.

El corazón tiene forma pentagonal y se sitúa dorsalmente en el tercio posterior del cefalotórax, entre la masa de los músculos extensores del abdomen (Figs. 8 y 9). Está provisto de tres pares de ostiolas, dos dorsales y uno lateral, y está rodeado de un pericardio fino y transparente.

- **Branquias**

Hay nueve pares de **branquias** que se sitúan en una cavidad ventro-lateral del cefalotórax.

- **Sistema nervioso**

Para su estudio es necesario quitar el digestivo, gónadas y corazón. (debe realizarse con sumo cuidado, y procurando dejar la parte anterior del digestivo, es decir, esófago y estómago).

El sistema nervioso se presenta como una masa única de **ganglios torácicos y abdominales**, cuya fusión constituye el **ganglio torácico** o **ganglio estrellado**, que tiene forma de ojal (Fig. 11).

Sobre el esófago se encuentra una masa ganglionar formada por dos **ganglios cerebroideos** que inervan las anténulas, antenas, ojos y tegumento. Rodeando al esófago hay un collar que parte de los ganglios cerebroideos y está limitado por detrás por una delgada comisura transversal, el collar se prolonga por dos largos conectivos que unen la masa cerebroidea con el ganglio torácico. De éste parten numerosos nervios que se dirigen, tanto hacia la parte anterior,

inervando diferentes estructuras del tórax, como hacia la parte posterior, inervando el abdomen.

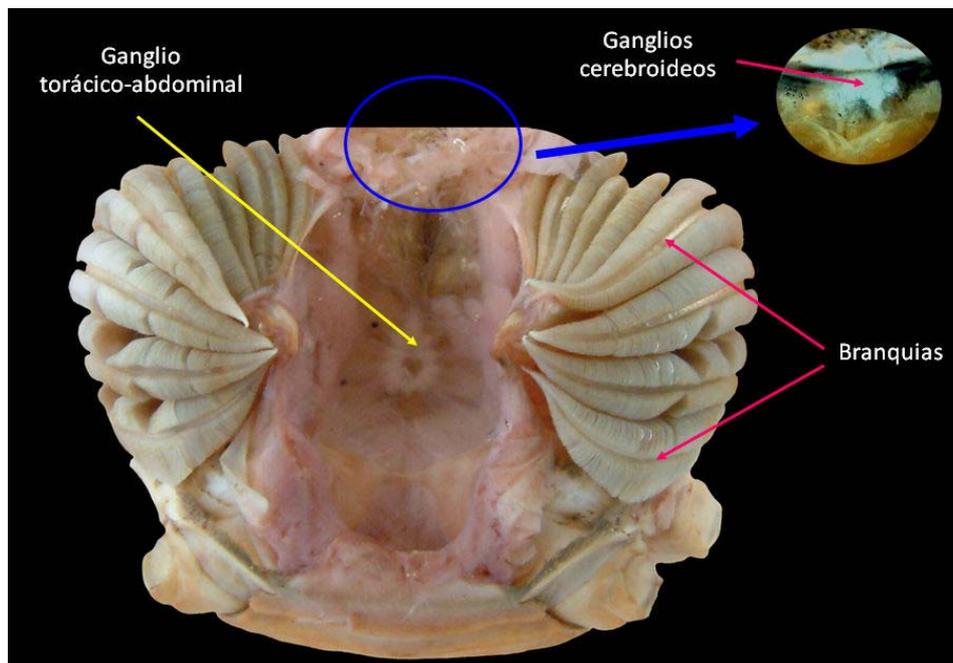


Figura 11. Sistema nervioso de un cangrejo de mar.

Además de este sistema nervioso principal, existe un [sistema nervioso estomato-gástrico \(simpático\)](#), constituido por un par de pequeños ganglios viscerales, un ganglio esofágico, uno entérico y uno frontal.

## CONCLUSIÓN

Los anélidos y los artrópodos son animales bilaterales protóstomos y celomados y con una clara metamerización corporal. El uso que hacen de la metamería es muy diferente, y viene condicionado por el tipo de esqueleto que presentan. Por un lado, las lombrices de tierra tienen un esqueleto hidrostático: su cuerpo es blando y deformable por la acción antagónica de la musculatura circular y longitudinal que trabajan sobre los sacos celomáticos de cada metámero, favoreciendo la locomoción peristáltica. Por otro lado, los cangrejos tienen un esqueleto rígido que les protege pero restringe sus movimientos a la locomoción cursora y nadadora.

Las funciones de los dos modelos arquitectónicos estudiados están condicionadas por sus esqueletos, y su posible pasado evolutivo común está camuflado por la evolución divergente de las estructuras con las que han solucionado diferentes presiones ambientales: vida terrestre frente a la vida acuática, respiración aérea frente a la respiración acuática, alimentación detritívora frente a la alimentación microfágica, sistema nervioso expandido frente a sistema nervioso concentrado, hermafroditismo

frente a la unisexualidad, crecimiento continuo frente a crecimiento mediante mudas, etc.

### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Hickman, C.; Roberts, L.; Keen, S.; L'Anson, H. y Larson, A. 2009. *Principios integrales en Zoología*. Decimocuarta edición. Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid.

Moreno, A. G. 2004. Lombrices de tierra: material y métodos. pp 25-38. En: Moreno, A. G. y Borges, S. (Eds). *Avances en taxonomía de lombrices de tierra*. Editorial Complutense y Obra Social Cajamadrid. Madrid.

Ruppert, E. y Barnes, D. 1996. *Zoología de los invertebrados*. Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid.

### RECURSOS ELECTRÓNICOS

Zoología. Interpretación de los modelos arquitectónicos. U.C.M.

<http://www.ucm.es/info/tropico/>

Recibido: 1 febrero 2009.

Aceptado: 18 marzo 2009.