

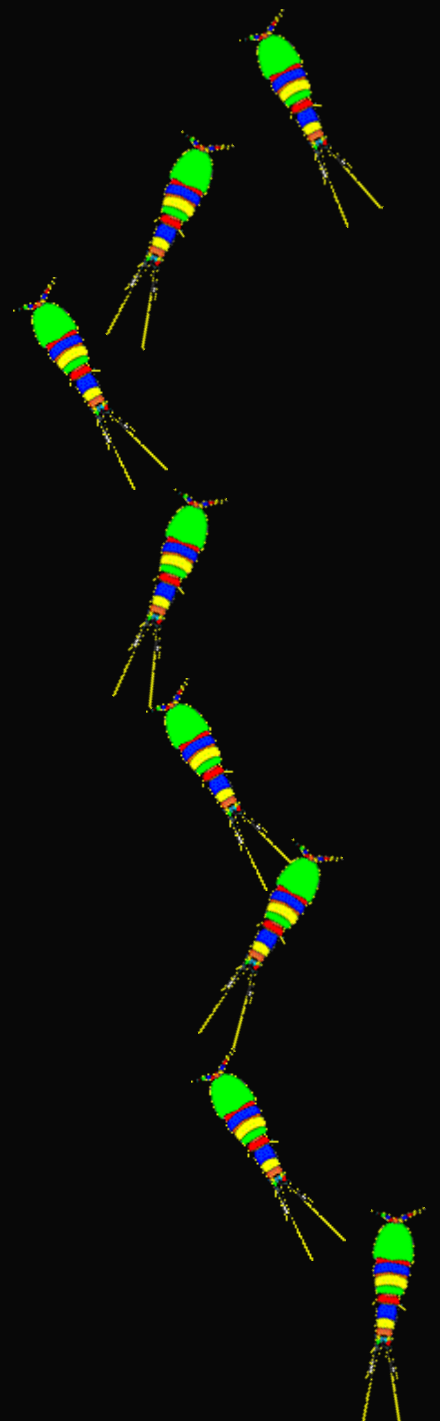


SUBCLASE



COPEPODA

MAYO 2021, Mónica Gómez Erache



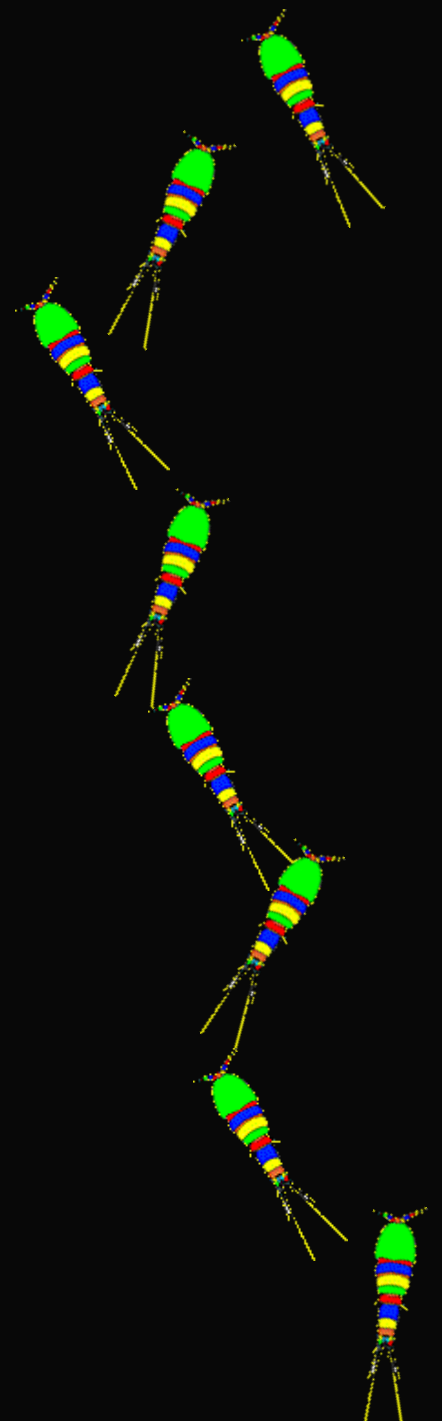
DISTRIBUCION

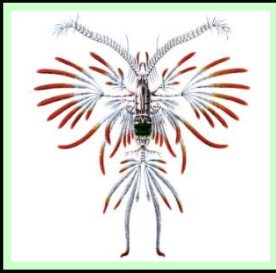
TAXONOMIA

EVOLUCION

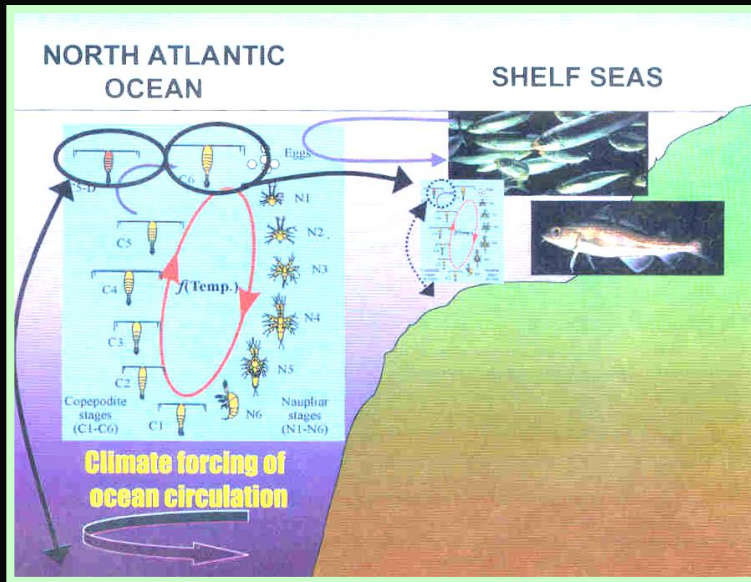
BIOLOGIA

ECOLOGIA





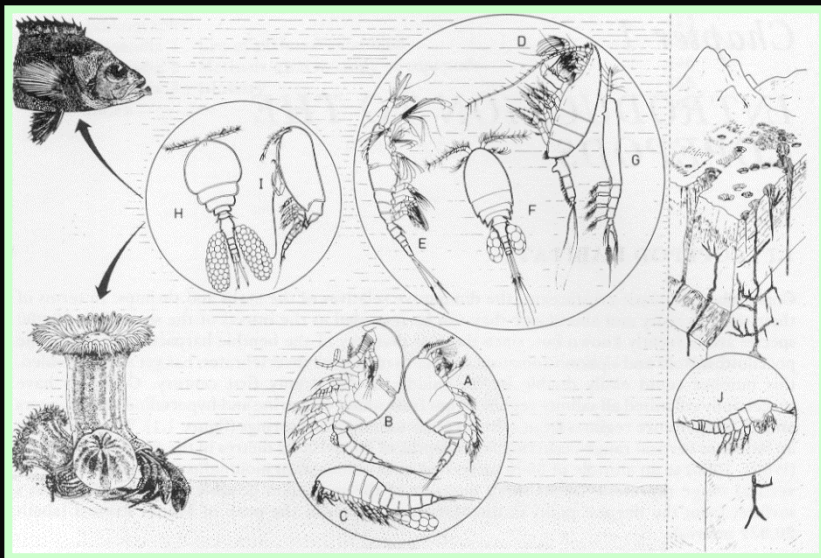
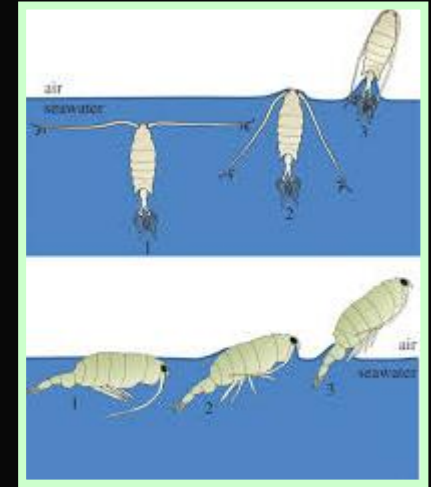
INTRODUCCION



- CRUSTACEOS PEQUEÑOS: 0.2 - 12 mm LARGO
- 10.000 SP CONOCIDAS DE VIDA LIBRE Y PARASITOS
- IMPORTANCIA ECOLÓGICA:
 - Primer conector en las cadenas tróficas marinas
 - Ciclo de nutrientes, tasa de sedimentación, energía pelets fecales: 200 X día X indiv

DISTRIBUCION

- HAN COLONIZADO CON ÉXITO TODOS LOS REGIMENES
 - Salinos (aguas terrestres hipersalinas)
 - Agua Dulce
- TODOS LOS REGIMENES DE TEMPERATURA (aguas polares termales).



- LOS HAY “terrestres” de suelos húmedos, parásitos y comensales (1/3 sp)
- RANGO VERTICAL: (3/4)
 - prof: 9995-1002 m abismo Filipinas (Wolf 1960)
 - altitud: 5540 m Himalaya (Löffler 1968)

TAXONOMIA



- Milne-Edwards (1840) estableció a los Copepoda como taxon separado. Desde entonces se conocen diferentes esquemas de clasificación reconociéndose 10 órdenes.

- La clasificación de los copépodos está basada en la tagmosis del cuerpo (división en regiones funcionales) y en la segmentación y armadura de varios miembros.

TAXONOMIA



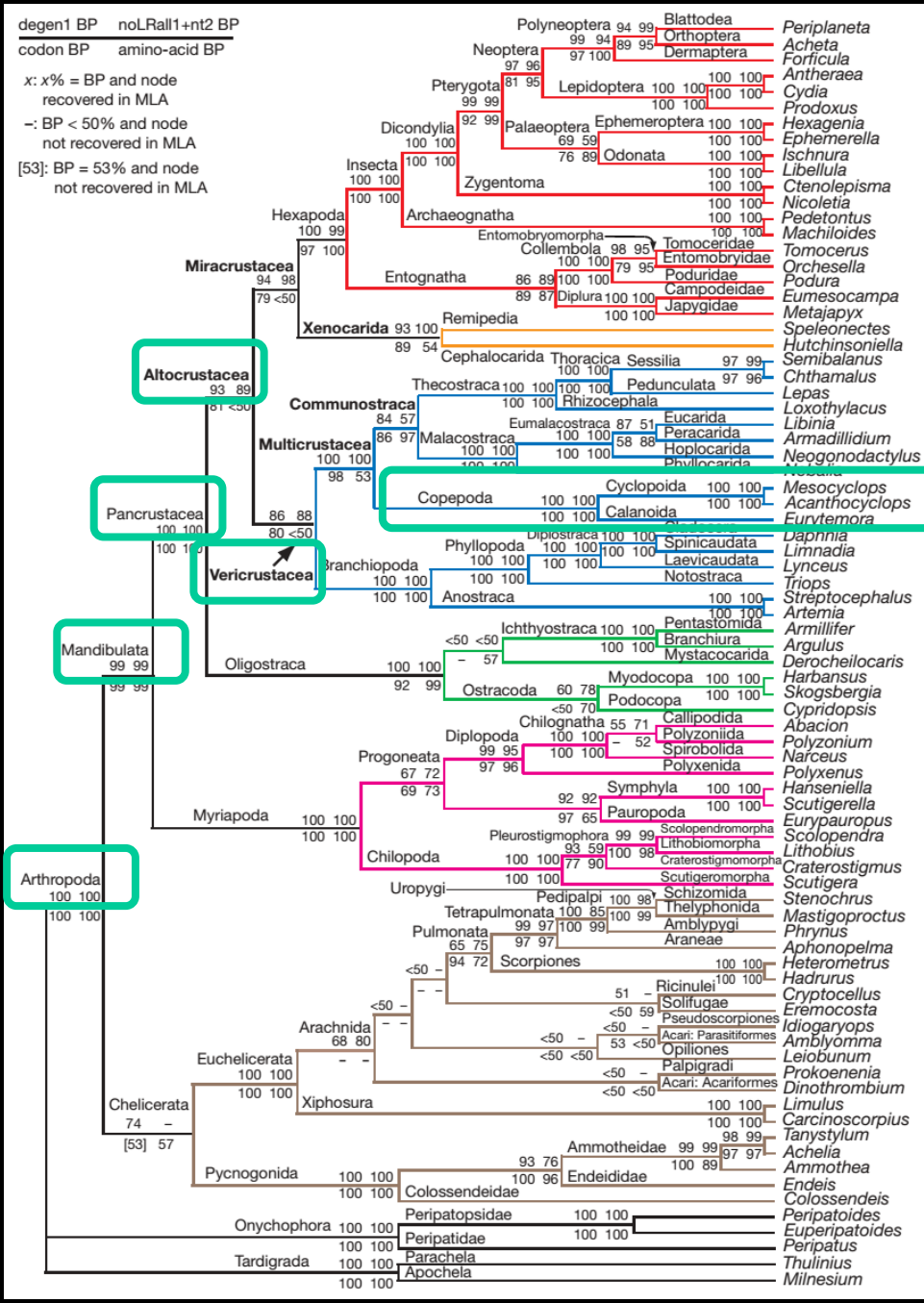
- **Gymnóplidos:** Calanoida y Platycopioida, articulación principal del cuerpo localizada entre VI segmento torácico (P5) y el somito genital. Urosoma: ST VII (seg. Genital). Abdomen: región postgenital del cuerpo sin miembros.

- **Podóplidos:** resto de las subclases, la articulación principal primitivamente se encuentra entre el ST IV y V (P4-P5). Urosoma: ST VI (P5) + VII + V segmento abdominal.

- En ambos el último somito del urosoma es el somito anal con un par de ramas caudales.

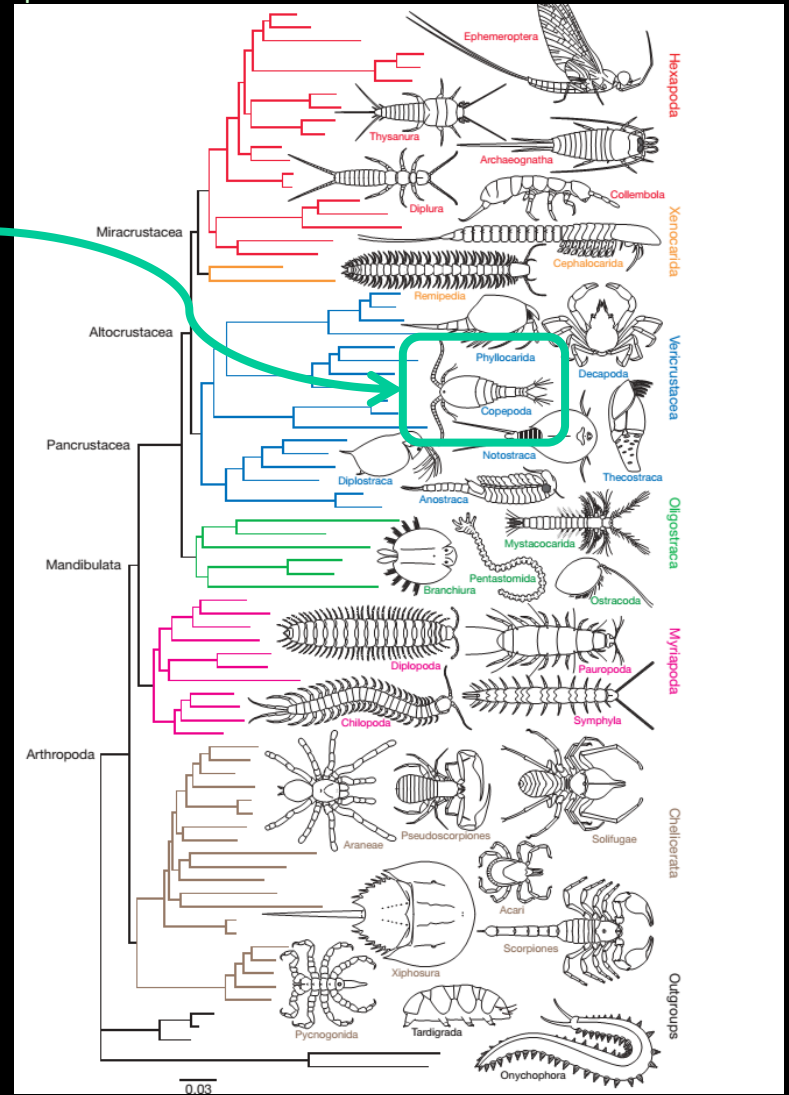
degen1 BP noLRall1+nt2 BP
 codon BP amino-acid BP

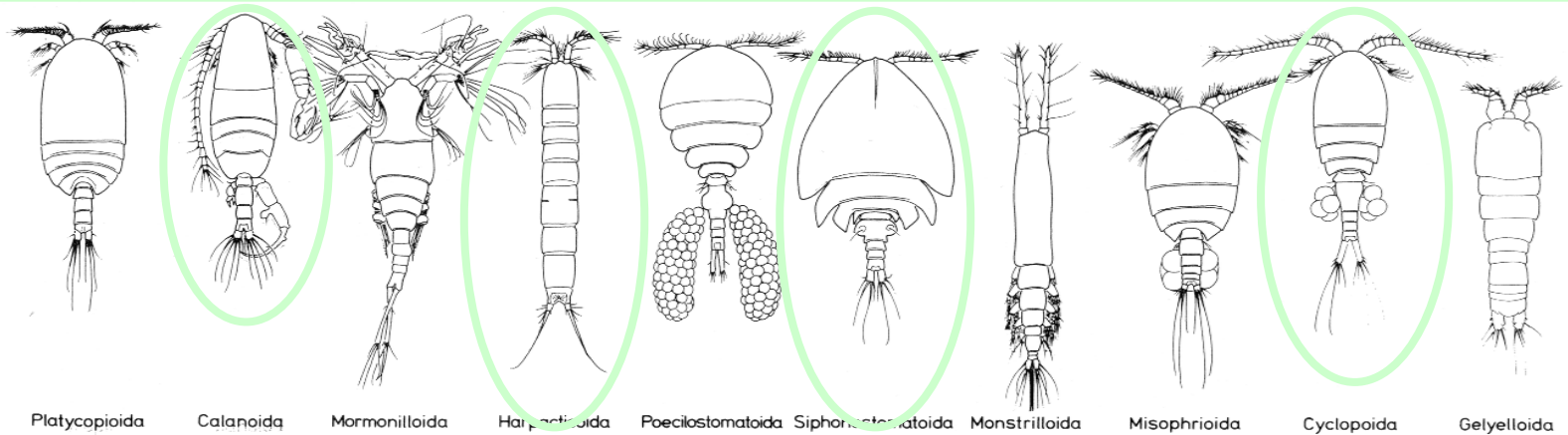
x: x% = BP and node
 recovered in MLA
 -: BP < 50% and node
 not recovered in MLA
 [53]: BP = 53% and node
 not recovered in MLA



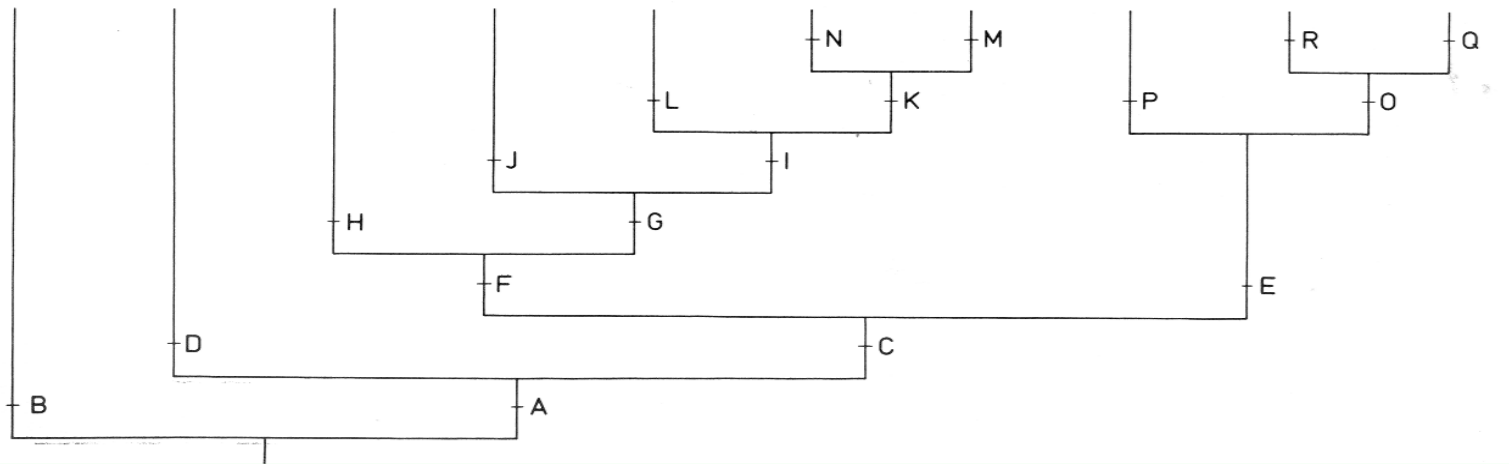
Relaciones filogenéticas de 75 especies de artrópodos y 5 especies exogámicas

PCR Se analizaron secuencias alineadas de codificación de proteínas nucleares para 62 genes de 80 taxas utilizando el criterio de verosimilitud en 4 estrategias para determinar la filogenia de nivel profundo.





Platycopioidea Calanoida Mormonilloidea Harpacticoida Poecilostomatoida Siphonostomatoida Monstrilloidea Misophrioida Cyclopoida Gelyelloidea



Platycopioidea: cuevas

Calanoida: alta diversidad a niveles taxonómicos bajos

Podoplea: P1-P4, locomoción saltos rápidos

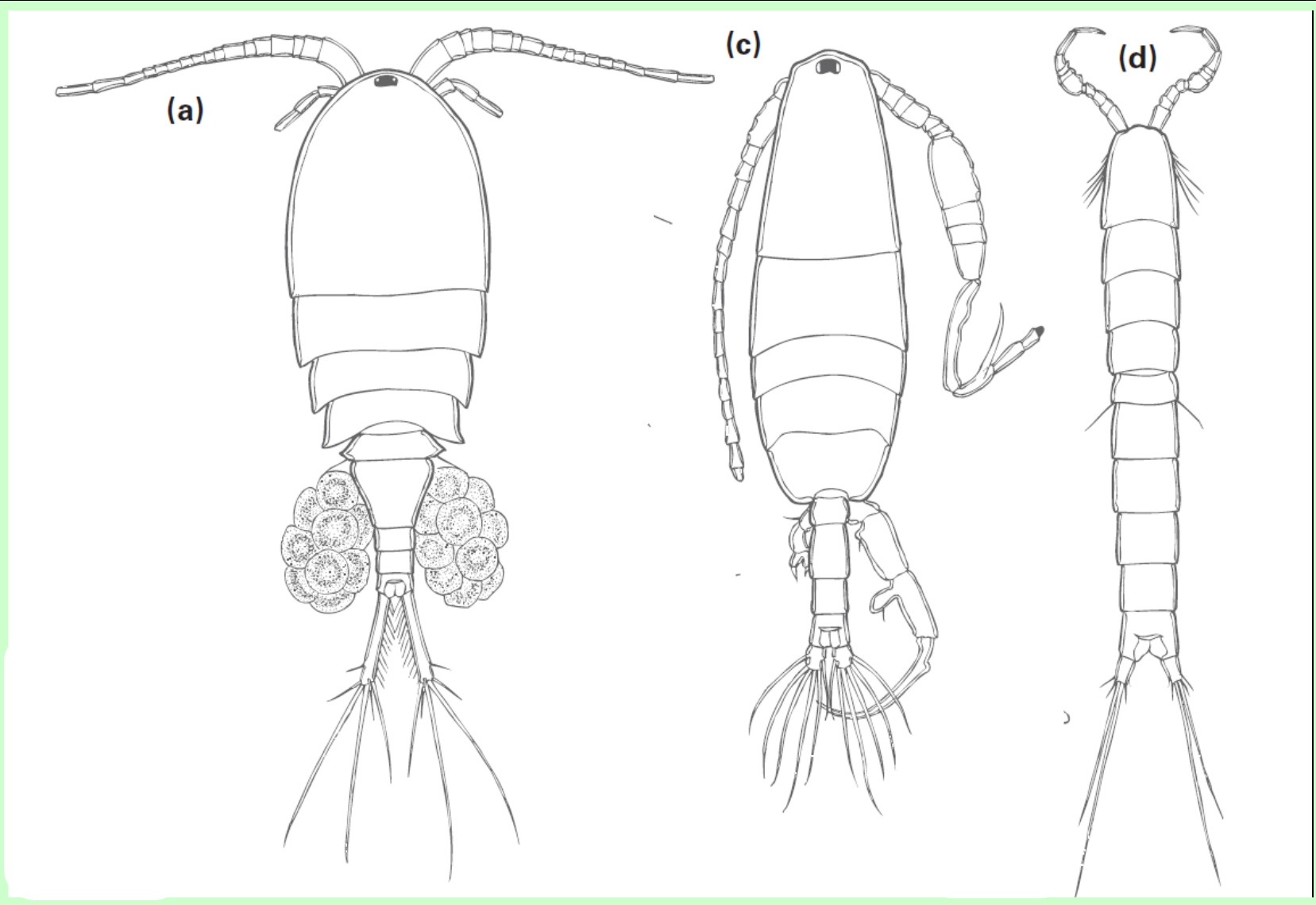
Misophrioida: hiperbénticos de mar profundo

Cyclopoida: ad, *Gelyelloidea*: a subterránea,

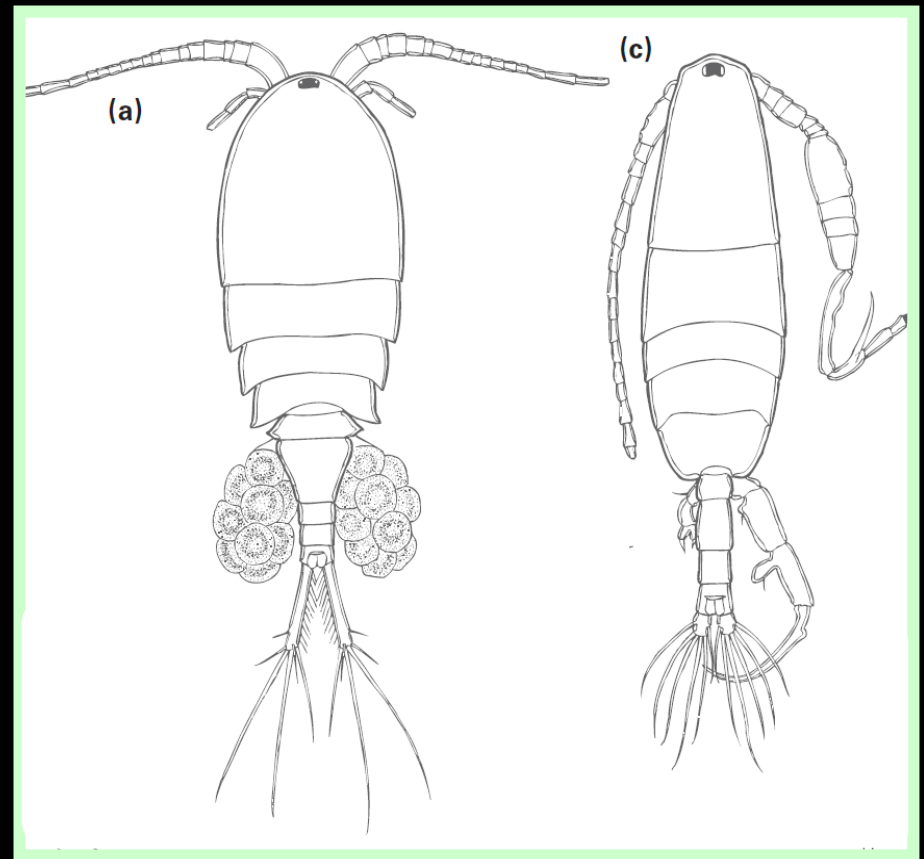
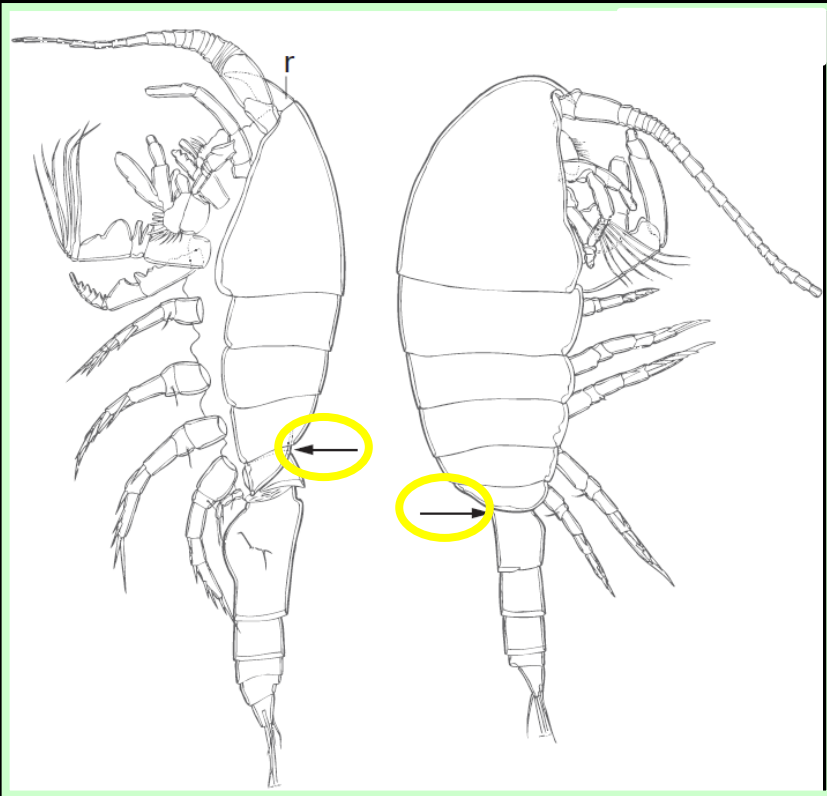
Mormonilloidea: meso-batipelágico,

Harpacticoida: copépodos bénticos

CICLOPOIDOS, CALANOIDEOS, HARPACTICOIDOS



TIPO DE TAGMOSIS



TAXONOMIA

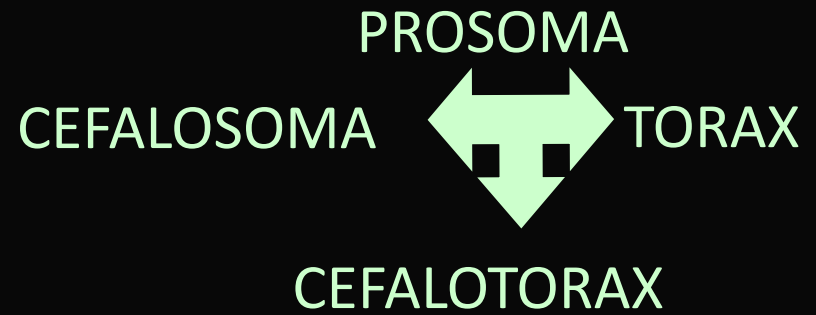
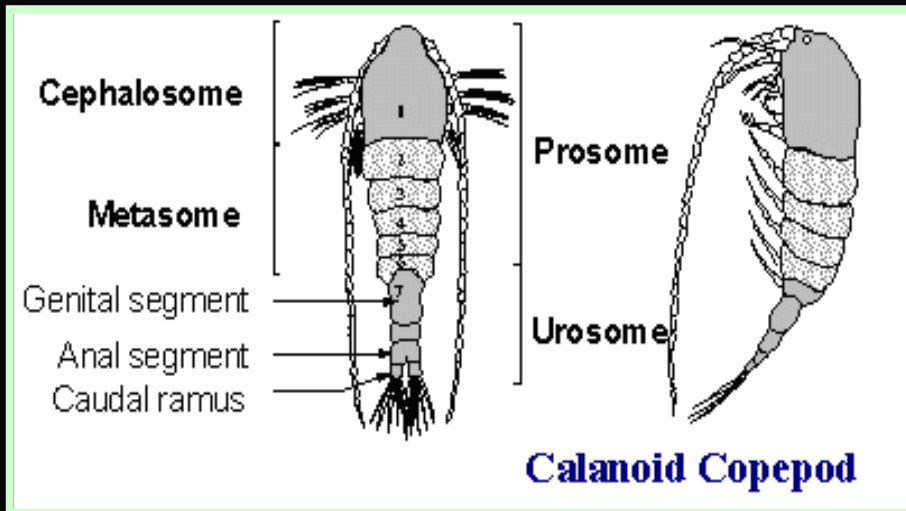
SUPERCLASE CRUSTACEA Pennat 1777

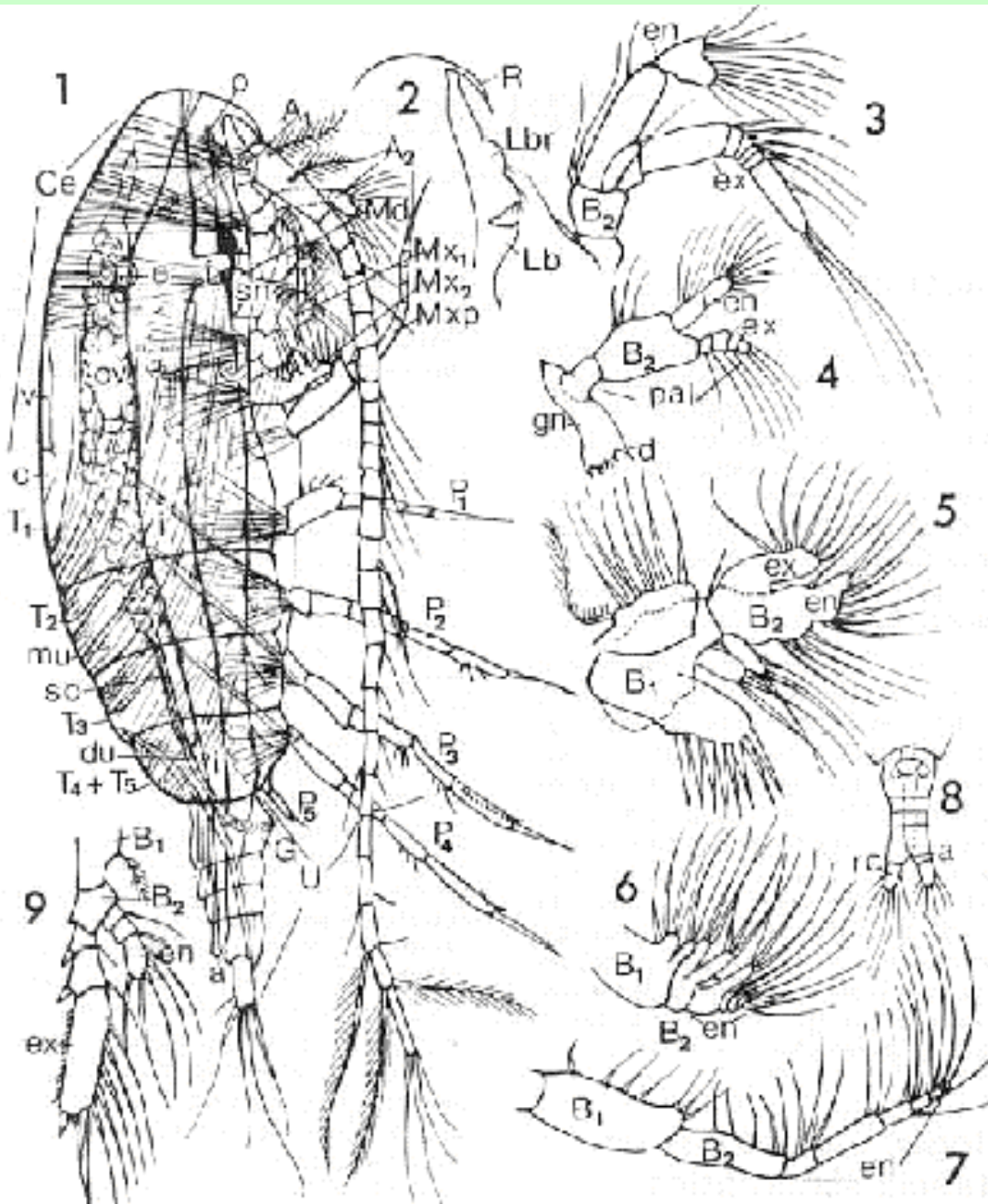
- SUBCLASE COPEPODA Milne Edwards 1840
- INFRACLASE PROGYMNOPLA Lang 1948
 - ORDEN Platycopioidea Sars 1911
- INFRACLASE NEOCOPEPODA Huys & Boxshall 1991
 - SUPERORDEN Gymnoplea Giesbrecht 1882
 - ORDEN Calanoida Sars 1903
 - SUPERORDEN Podoplea Giesbrecht 1882
 - ORDEN Misophiroida Gurney 1933
 - ORDEN Cyclopoida Burmeister 1834
 - ORDEN Gelyelloida Huys 1988
 - ORDEN Harpacticoida Sars 1903
 - ORDEN Mormonilloida Boxshall 1979
 - ORDEN Poecilostomatoida Thorell 1859
 - ORDEN Siphonostomatoida Thorell 1859
 - ORDEN Monstrilloida Sars 1903

BIOLOGIA

• SEGMENTACION Y APENDICES

- La terminología adoptada para la morfología externa Huys y Boxshall (1991).
- La principal articulación subdivide el cuerpo en la parte anterior (PROSOMA) y la posterior (UROSOMA).





CEFALOSOMA

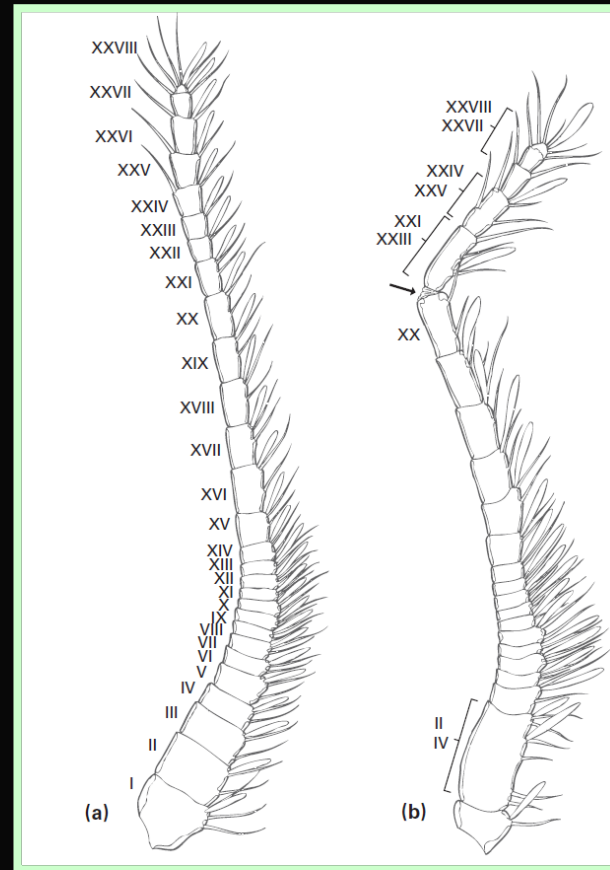
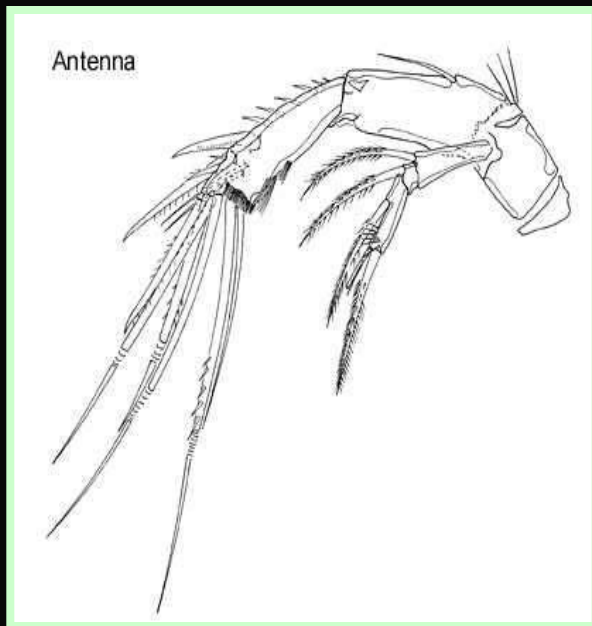
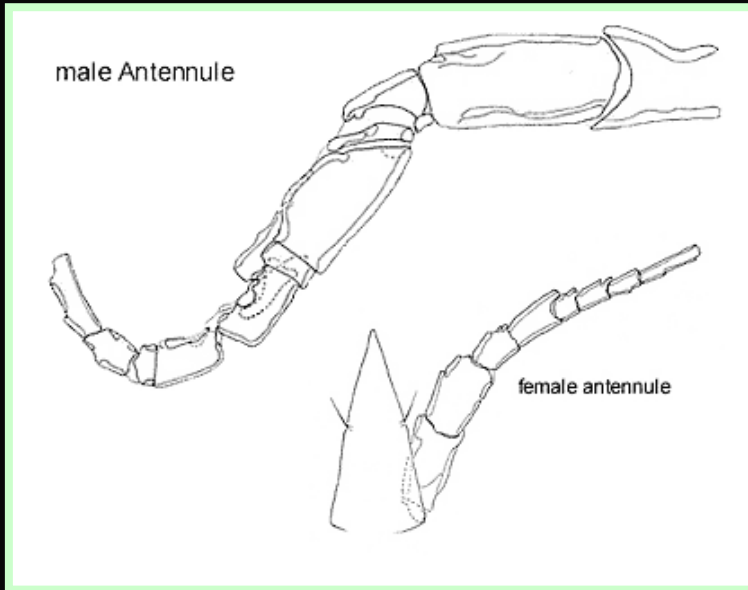
- 5 somitos cefálicos
- Anténulas
- Antena
- Mandíbula
- Maxilula
- Maxila

TORAX

- T1 Maxilípedos
- T2 fusionado P1
- T3-T5 P2-P5
- T7 Gns P6: opérculo

ANTENULAS: uniramosas

(a) hembra; (b) machos



– Segmento ancestral I: 3 setas y 1 estetasco sobre el margen anteroventral.

– Segmentos II a XXI: 1 seta implantada a mitad del margen anteroventral, y 1 seta y 1 estetasco distalmente sobre dicho margen en cada uno de ellos.

– Segmentos XXII y XXIII: 1 seta a mitad del margen anteroventral, y 1 estetasco distal sobre dicho margen en cada uno.

– Segmentos XXIV a XXVII: 1 seta y 1 estetasco distalmente sobre el margen anteroventral, y 1 seta distalmente sobre el margen posterior de cada uno de ellos.

- Segmento XXVIII: 4 setas y 1 estetasco.

ANTENAS: ramificadas, endo y exopodito

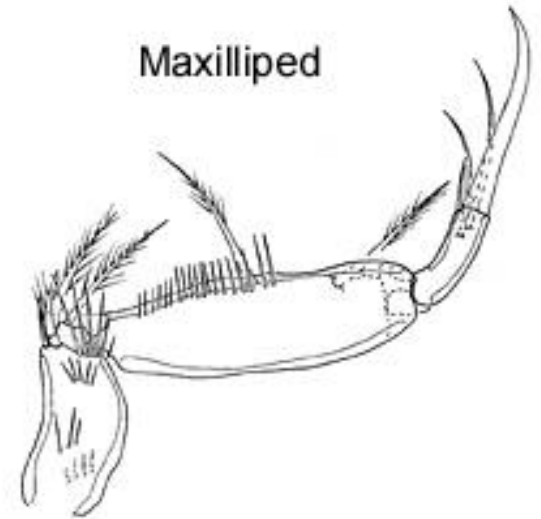
Mandible



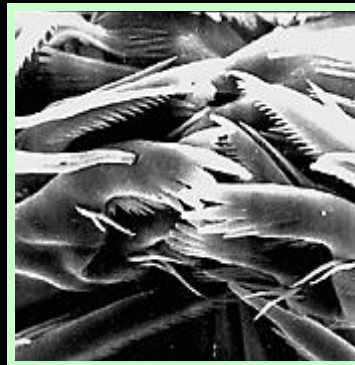
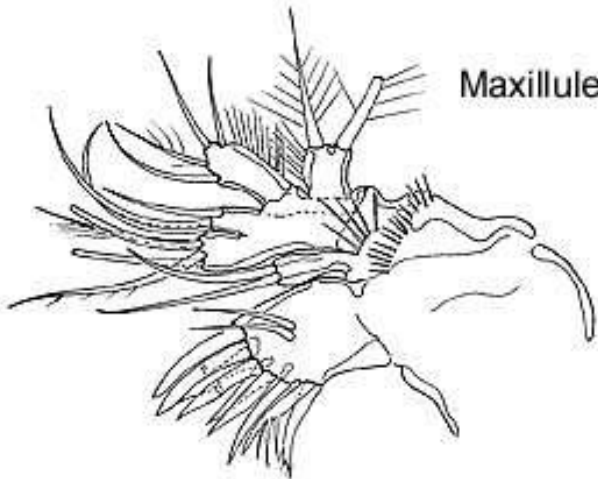
Gnatobase y palpos birramosos



Maxilliped

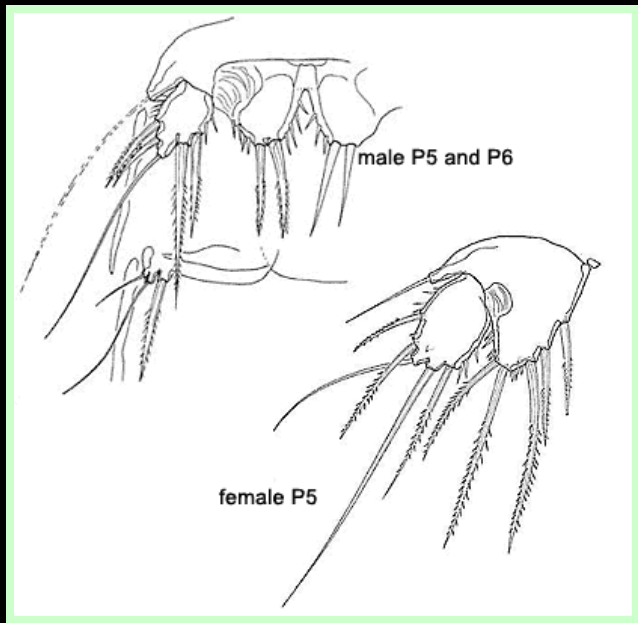


Maxillule



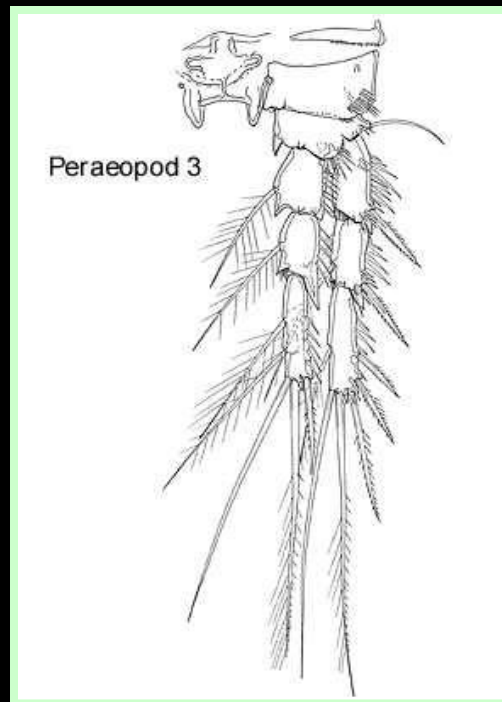
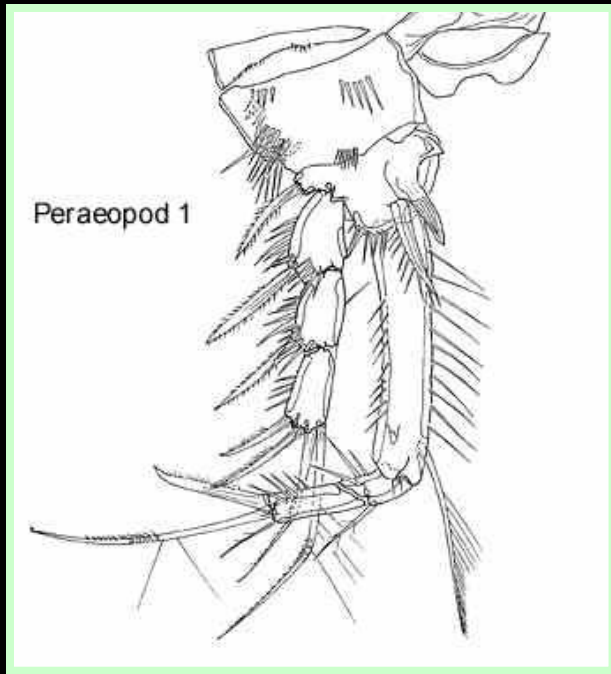
Uniramosos

Abertura bucal situada entre los puntos de inserción de la mandíbula, cubierta anteriormente por el labro y posteriormente por el labio



P1-P4 Apéndices birramosos:
coxópodo, coxopodito, basípodo,
basipodito, exópodo, endópodo

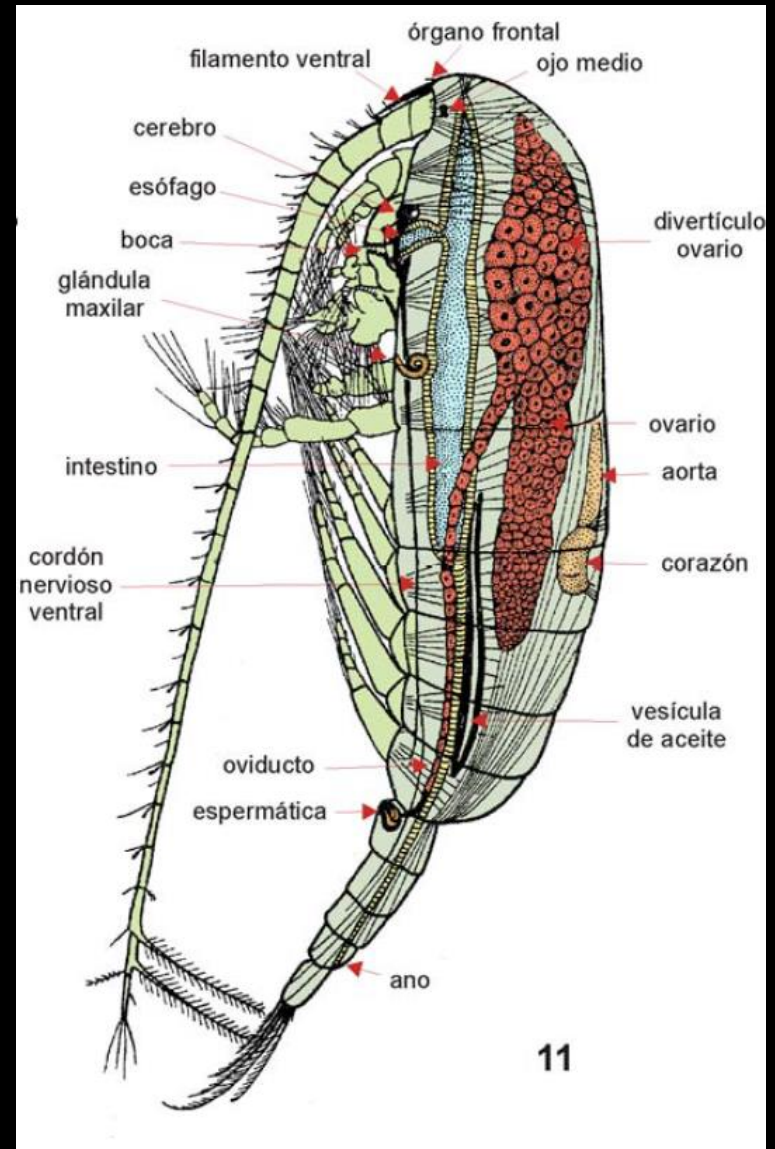
P5 reducciones considerables, ausente
o hipertrofia, utilizada para diferenciar
los sexos



Caracteres externos:
tipo de cerdas, espi-
nas que ornamentan
apéndices, forma de
la cabeza, sector post
de los márgenes late-
rales del último seg.
Torácico, relaciones
de medidas

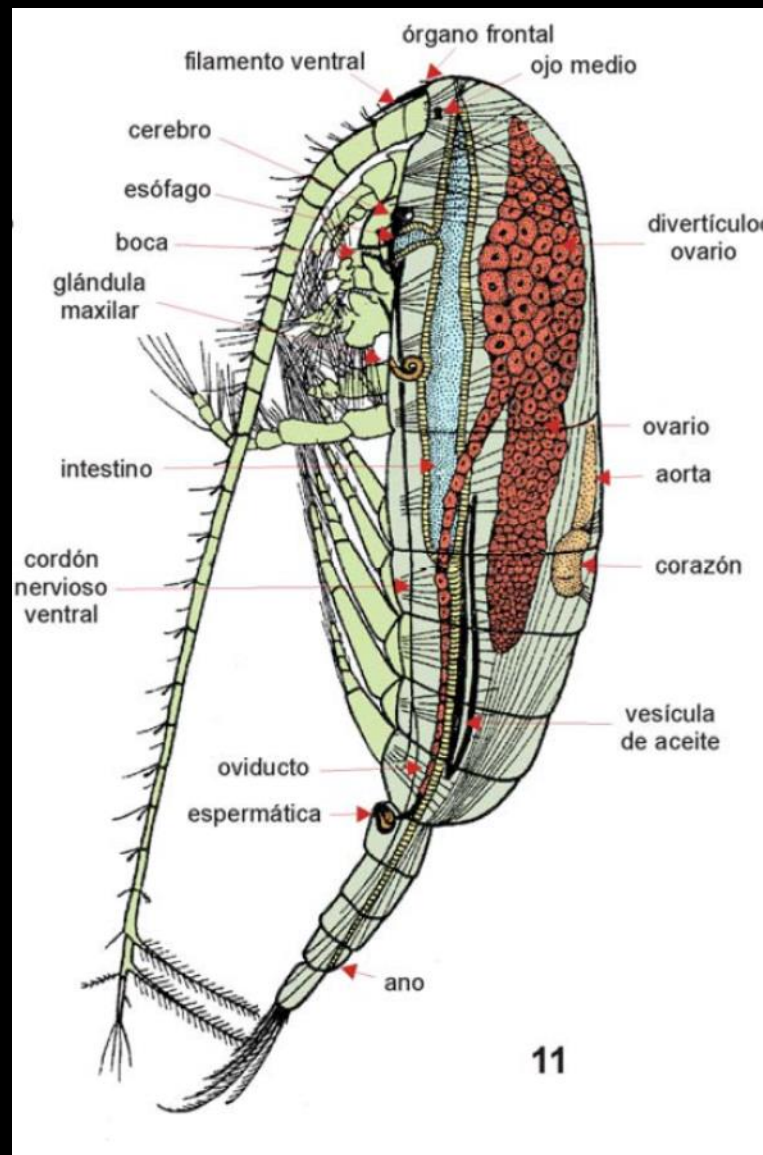
ORGANIZACIÓN INTERNA

- Musculatura estriada incluida dentro del endoesqueleto
 - Músculos longitudinales son flexores del cuerpo y los transversales y oblicuos movilizan los apéndices bucales y las patas. Músculos menores sustentan el corazón y contraen y distienden el pericardio.



ORGANIZACIÓN INTERNA

- Endoesqueleto:
 - 2 endoesternitos ventrales tendinosos en la región anterior, a los cuales se fijan los músculos de antenas y piezas bucales
 - numerosas protuberancias quitinosas que sirven de soporte a los músculos de los apéndices

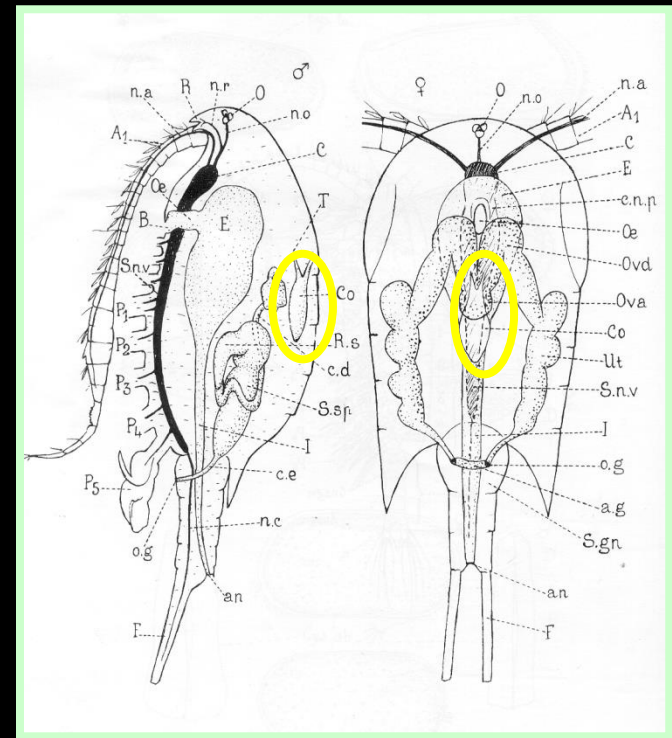


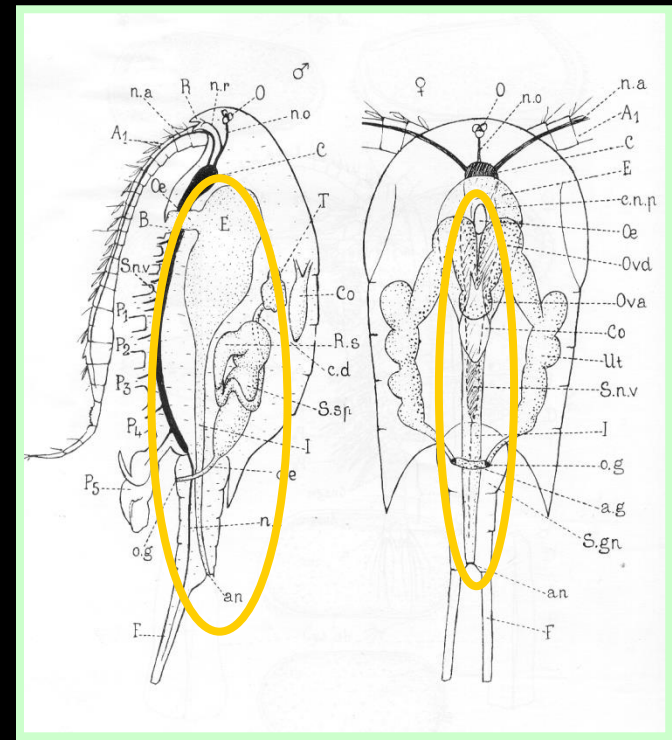
SISTEMA CIRCULATORIO

- *Calanus finmarchicus* Lowe 1935

- Corazón: tendencia de los Entomostracos a su reducción contrabalanceado por dispositivos sofisticados

- Dos pares de músculos extrínsecos, longitudinales: anteriores y dorsales del pericardio. Estos facilitan los cambios de volumen del corazón y el pericardio durante el ciclo de sístole y diástole.





APARATO DIGESTIVO

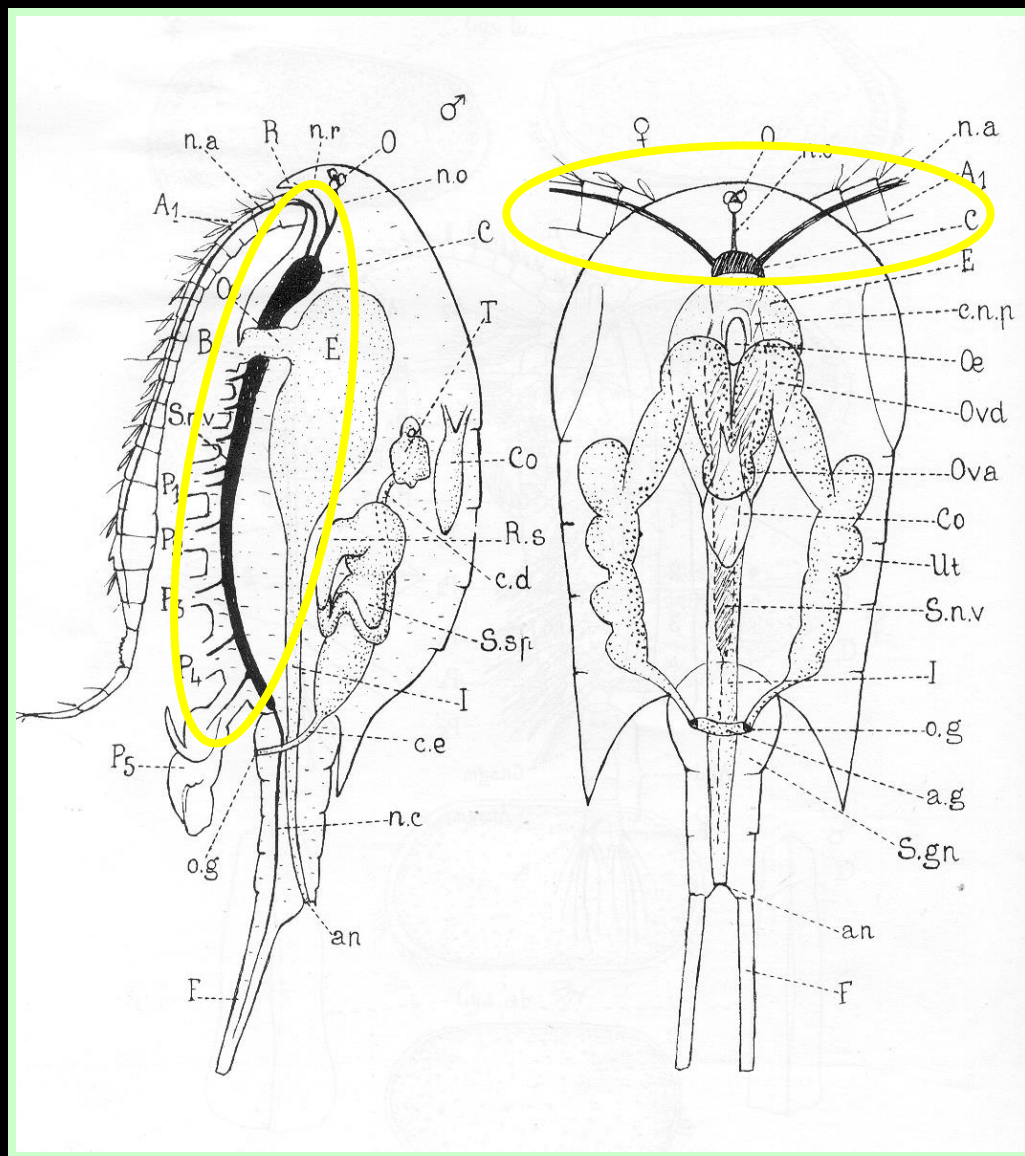
- El tubo digestivo cuenta con:
 - un esófago (estomodeo) musculoso
 - un estómago (forma: sp. Eucalanus)
 - un intestino recto (protodeo), recorre el urosoma
- Membrana peritrófica (secretada intestino medio):
 - constituirá la pelota fecal
 - Ano
- Vesícula de aceite de reserva: dorsalmente al tubo digestivo

SISTEMA NERVIOSO

- Par de ganglios cerebrales
- Un anillo periesofágico
- Cadena ganglionar ventral
- Fibras nerviosas gigantes: inervan músculos de A1 y P
- Células neurosecretoras en el protocerebro de *Calanus* (Carlisle y Pitman 1961):

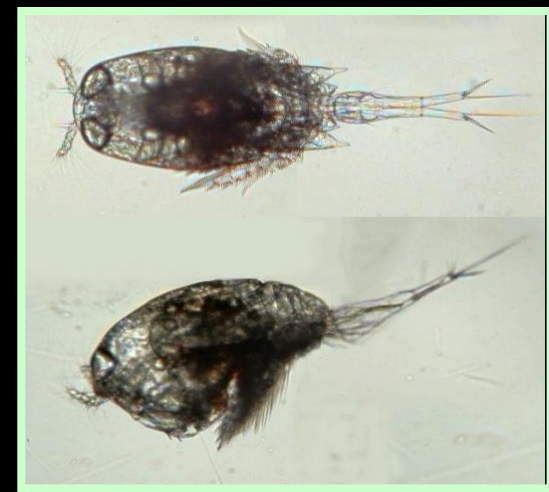
Producto de la neurosecreción juega un rol en la diapausa y la muda. Los individuos con sacos ovígeros poseen más productos de neurosecreción

- Organos de los sentidos: ojos, cerdas sensoriales, org frontales



APARATO REPRODUCTOR

- Sexos separados, parecidos o dimorfismo
- El ovario central dorsal con dos oviductos laterales que desembocan en gonoporos
- La vesícula seminal es asimétrica por desaparición de uno de los conductos deferentes
- Spz maduros almacenados en espermatóforos
- Espermatóforo se adhiere sobre la vecindad de los gonoporos de la hembra
- Al lado de los gonoporos: receptáculos seminales (ángulo: sistemática géneros)



REPRODUCCION Y DESARROLLO



- Fecundación cruzada, y probablemente partenogenética.

- Cópula:

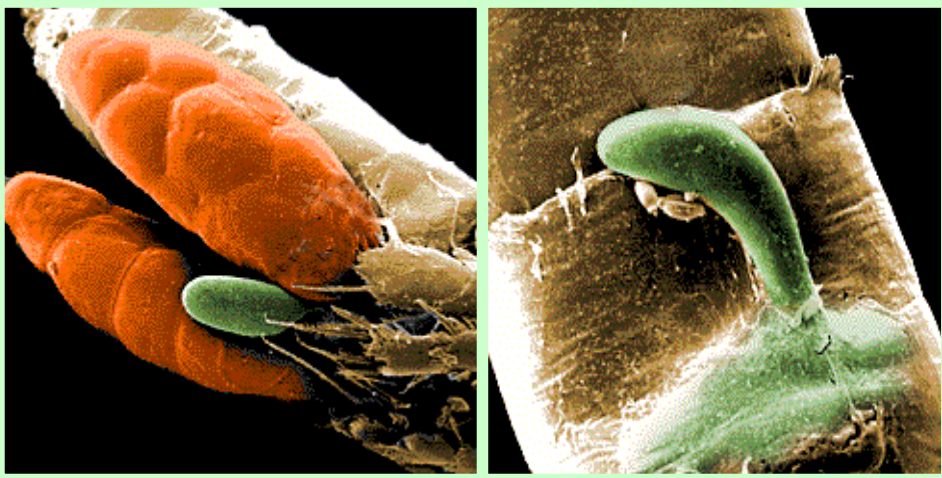
- el macho asegura a la hembra

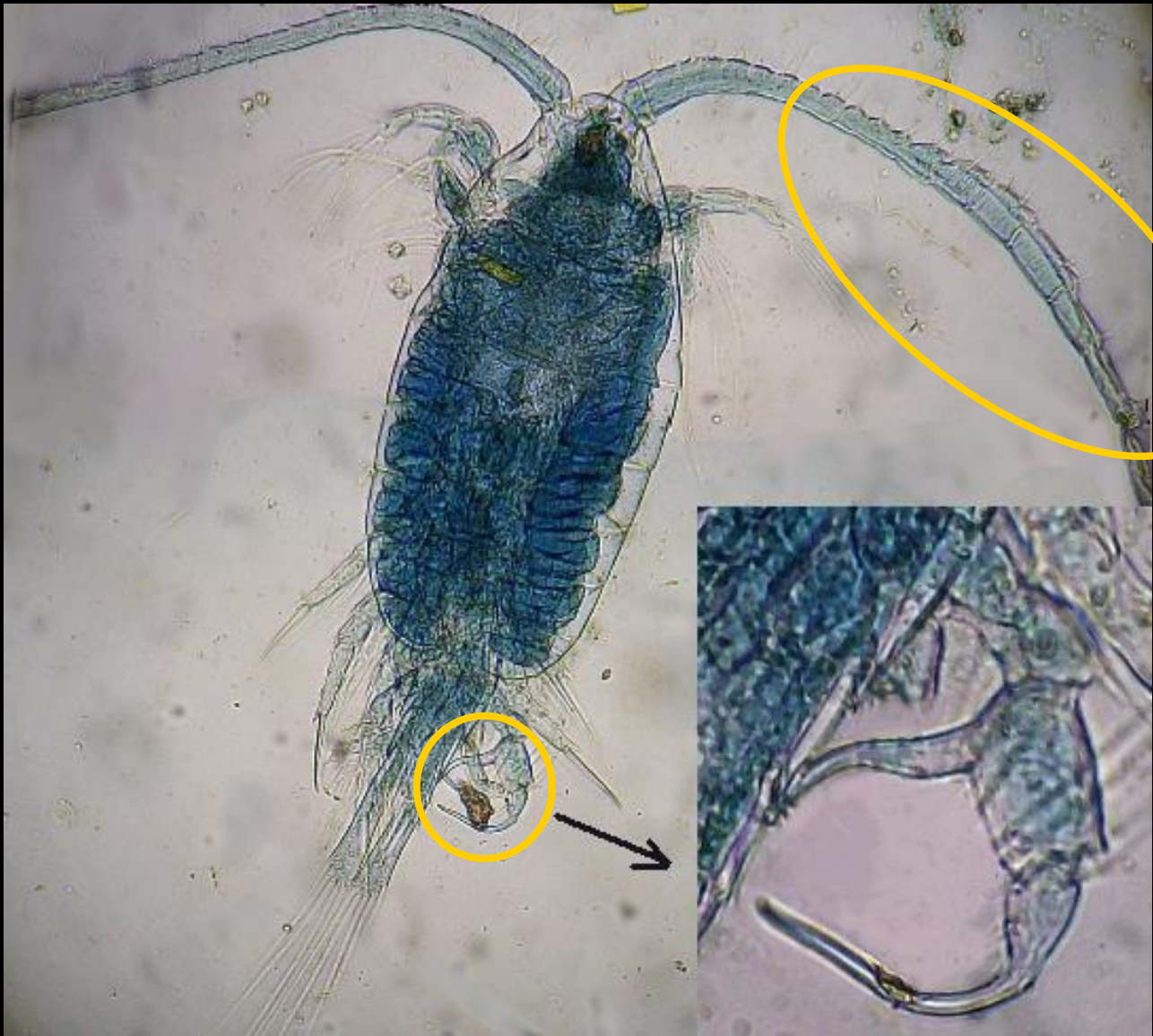
- anténula geniculada, piezas bucales, P modificada

- transferencia de espermátforo: P5, urosoma

- Spz, almacenados en receptáculo seminal de la hembra, fecundan óvulos a medida que descienden por oviductos y sales por el gonoporo

- Huevos: liberados uno por uno, sacos ovígeros







- Lapso: hs - días eclosión
- Larvas nauplius: 3 pares de apéndices funcionales
- Nauplius: 5 mudas, 6 estadios naupliares
 NI+II: ortonauplius, s/segmentación
 NIII-NVI: metanauplius, segmentación + 3 pares de apéndices

• Copepoditos: 5 estadios

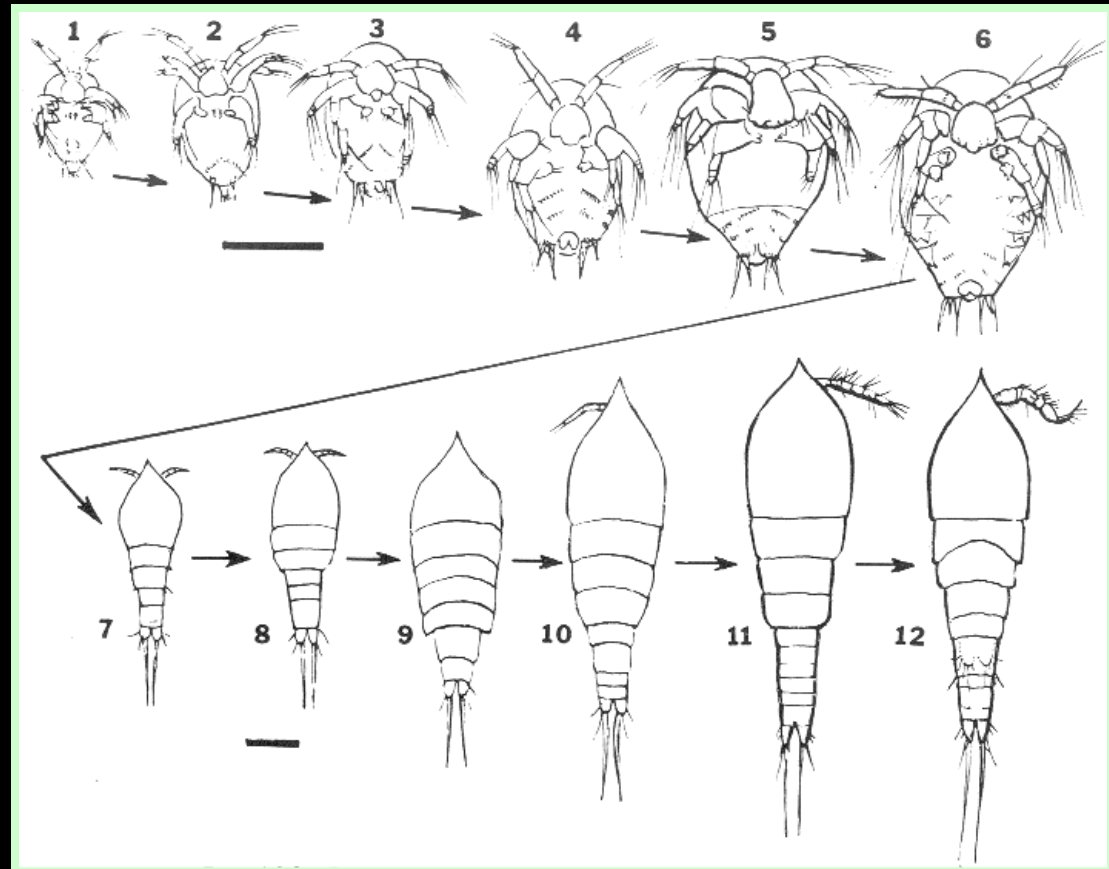
• Adulto

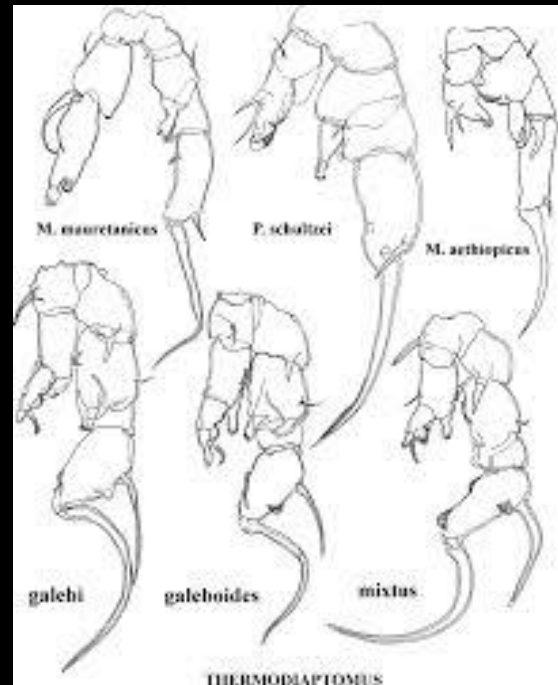
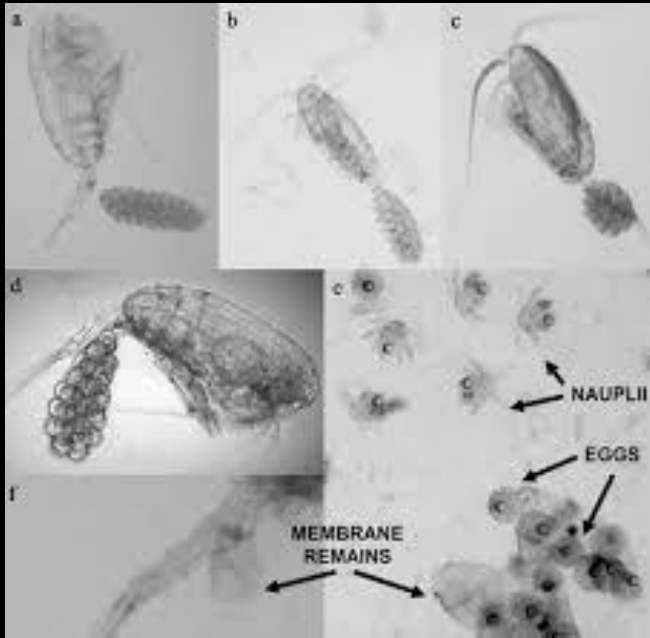
• Ciclo completo:
1 semana - 1 año

• Aguas tropicales:
reproducción todo el año

• Manglares: parte del año

• Subantártica: 2 generaciones anuales



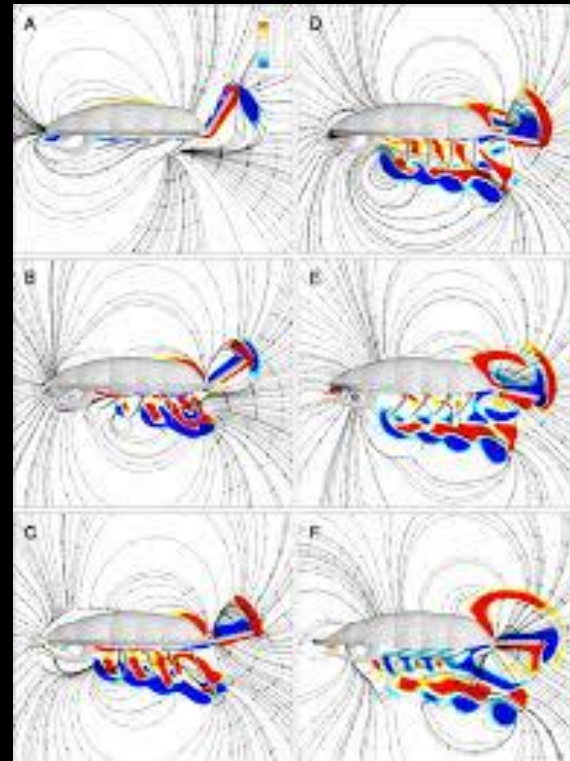
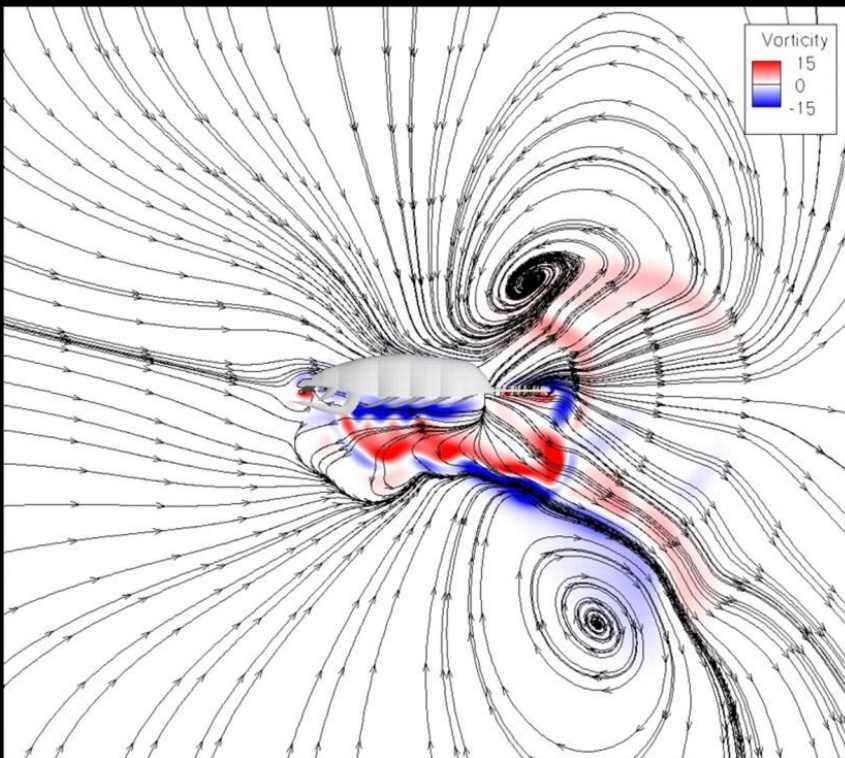
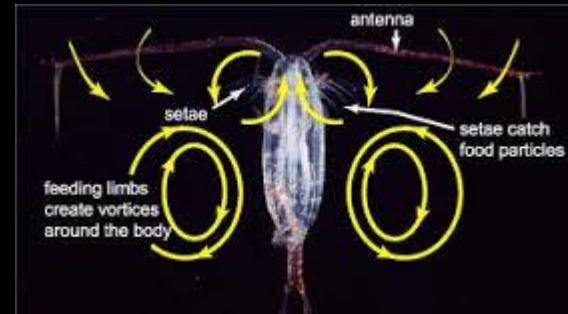


MOTILIDAD Y NUTRICION

- Movimientos relacionados con 3 actividades básicas:
 - nutrición
 - herbívoros (600 - 2640 vibraciones por minuto)
 - carnívoros
 - omnívoros
 - raspadoras de fondo (Harpacticoida, Cyclopoida, Calanoida)
 - locomoción
 - batir metacrónico (1° una y luego la otra) hacia atrás de las patas a modo remos: impulso hacia delante
 - A1 hacia atrás a lo largo del cuerpo
 - serie de flexiones del abdomen hacia abajo y arriba (*Corycaeus*)
 - migración
 - diarias
 - estacionales
 - ontogénicas



© Micropolitan.org



RESPIRACION

- Difusa
- Valores difieren de acuerdo con sp, estado de desarrollo, estación del año, características físicas y químicas del medio
- *Euterpina acutifrons*: 1.65 - 9.7 ml de O₂ h⁻¹ mg⁻¹ de peso seco (15 - 25° C), *Rhincalanus nasutus*: 0.65 ml de O₂ h⁻¹ mg⁻¹ de peso seco (6.5 °C)

EXCRECION

- Organos excretores: glándulas antenarias y glándulas maxilares
- Productos excreción: amonio y fósforo inorgánico (Takahashi & Ikeda 1975)
- Algunas sp depende de la concentración de fitoplancton
- Fecal pellets: Aa, fuente de alimento

OSMOREGULACION

- En los animales acuáticos el medio interno se presenta como un tampón osmótico, intermediario entre el líquido intracelular y el medio exterior. Una variación en la presión osmótica del medio interior repercute en el volumen celular.

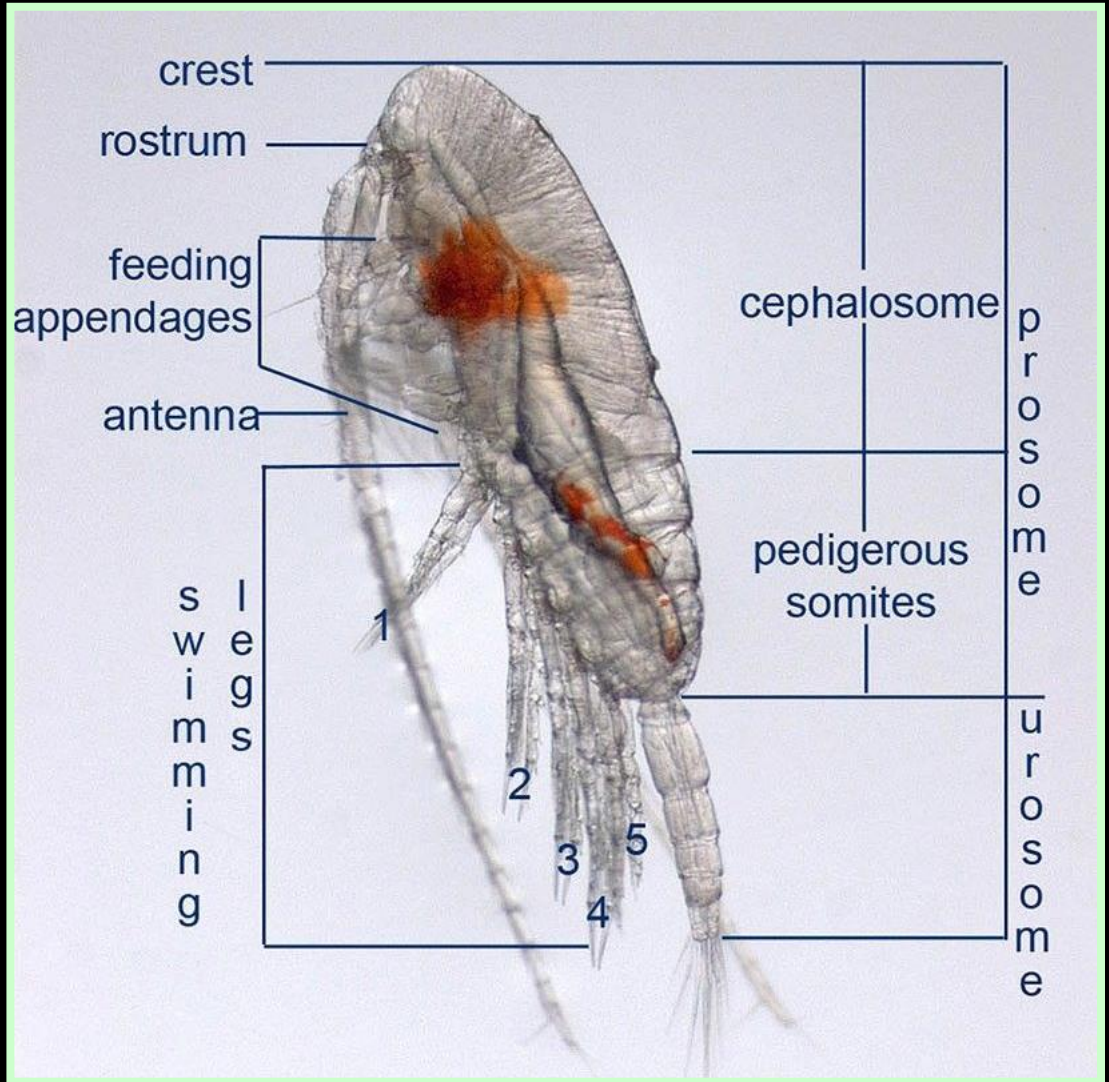
Los dos parámetros determinantes de la presión osmótica de una solución son: el volumen del solvente y la cantidad de solutos.

- Para mantener una P osmótica cte se podrá realizar por la modificación del volumen sin alterar la cantidad de solutos o bien manteniendo el vol cte modificando la cantidad de efectores osmóticos

ORGANOS DE LUMINISCENCIA

- Estos organismos son capaces de producir a través de células particulares de su cuerpo sustancias que en determinadas condiciones reaccionan químicamente entre ellas para emitir luz (sustancia luminosa: luciferina, enzima: luciferasa, sintetizadas por el órgano lumínico).
- 12 Familias Todas holopelágicas, MV
- Glándulas epidérmicas repartidas sobre el céfalon y los apéndices en un patrón específico
- Glándulas cefalotórax, palpos mandibulares, furca, anténula
Estimulación: mecánica, eléctrica u óptica

CALANOIDA



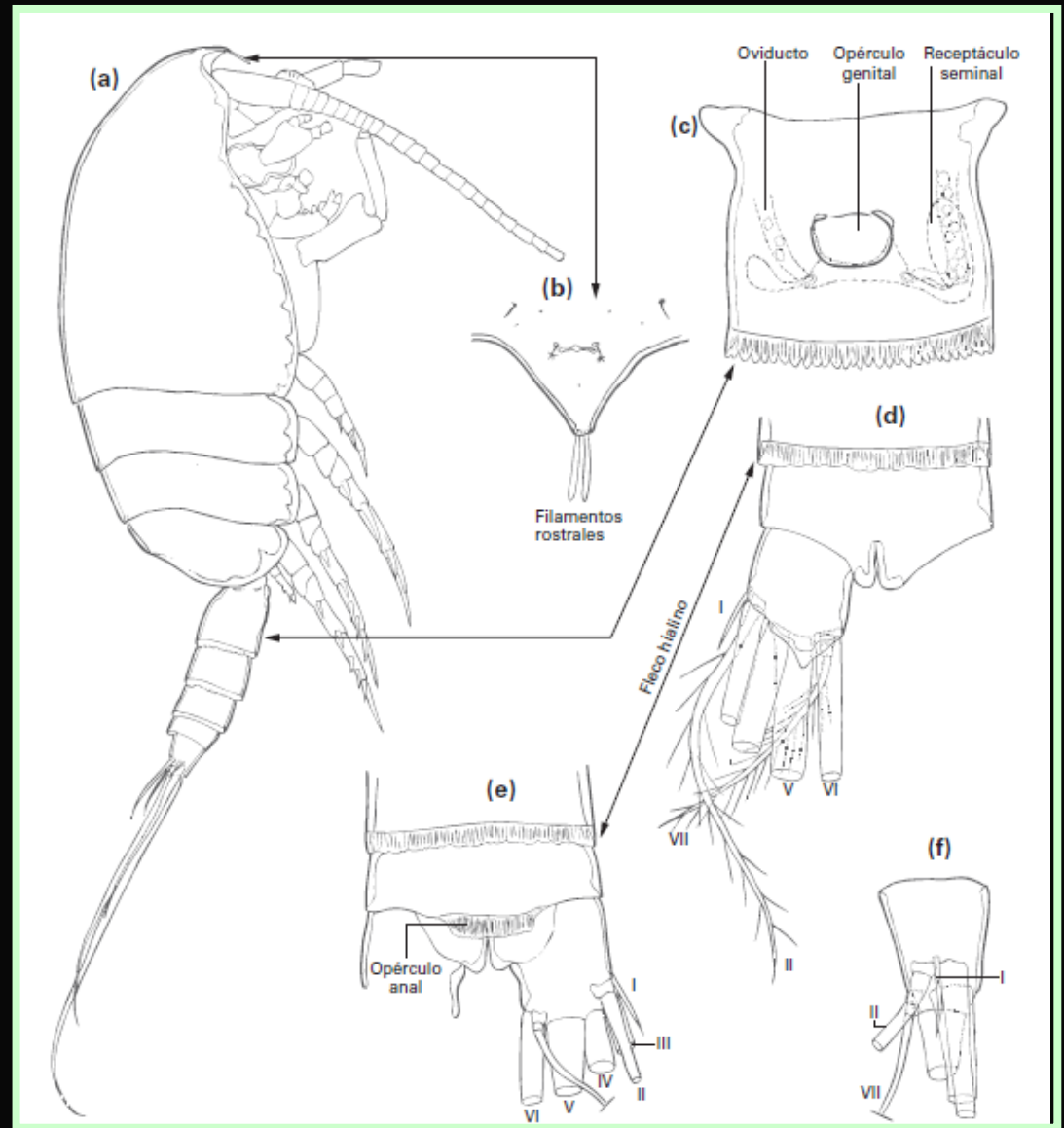
CALANOIDA

Los copépodos poseen 5 pares de patas birrámeas natatorias en forma de pala, situadas un par en cada uno de los 5 primeros somitos torácicos posteriores al cefalosoma.

El protópodo consta de precoxa, coxa y base, si bien la precoxa es vestigial, reducida a lo sumo a un pequeño esclerito situado próximo-lateralmente.

La armadura de la coxa se reduce a una seta implantada sobre su margen interno (= medial). Las coxas de cada par de patas se hallan unidas entre sí medialmente por un esclerito intercoxal que asegura el batido unísono de ambas patas.

La base cuenta con una seta sobre su margen externo (= lateral), y una espina sobre su margen interno; además, sobre ella se implantan el exópodo y el endópodo, ambos trisegmentados.





El primer segmento del exópodo (el proximal) porta 1 (en la primera pata) o 2 (patas 2 a 5) espinas sobre su margen externo, y 1 seta sobre su margen interno. El segundo segmento, una espina externa y una seta interna. El tercer segmento, 3 espinas sobre el margen externo, 1 espina terminal y 4 (patas 1 y 5) o 5 setas (patas 2 a 4) sobre el margen interno.

El primer segmento del endópodo porta únicamente una seta sobre su margen interno.

El segundo segmento, 2 (patas 1 a 4) o 1 única seta interna (pata 5). El tercer segmento puede portar 1 (pata 1) o 2 (patas 2-5) setas sobre su margen externo, 2 setas terminales y 2 (pata 5), 3 (patas 1 y 4) o bien 4 (patas 2 y 3) setas sobre su margen interno.

CALANOIDA

(a) hembra adulta de un Calanoide de la familia Pseudocyclopiidae en visión lateral, mostrando la integración completa del primer somito pedígero en el cefalosoma para conformar un cefalotórax; nótese también la integración del cuarto y quinto somitos pedígeros en uno sólo;

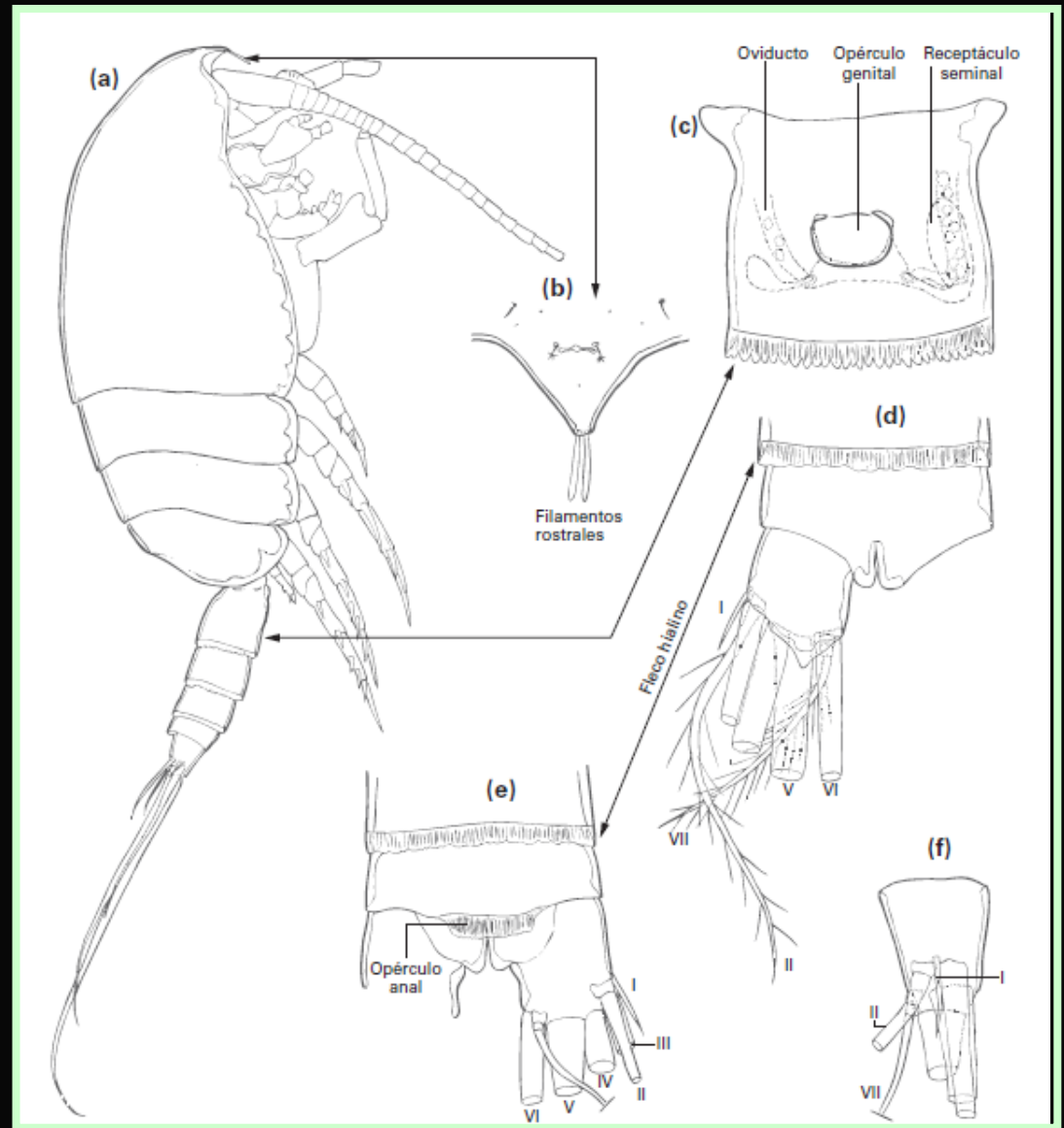
(b) rostro del mismo ejemplar en visión frontal;

(c) somito compuesto del somito genital y el primer segmento abdominal del mismo ejemplar en visión ventral;

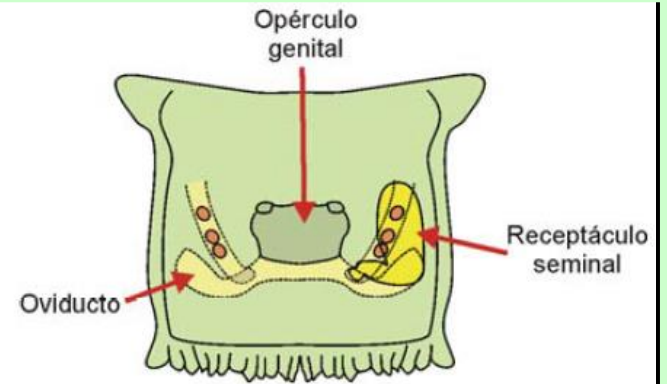
(d) somito anal y ramas caudales del mismo ejemplar en visión dorsal;

(e) lo mismo en visión ventral;

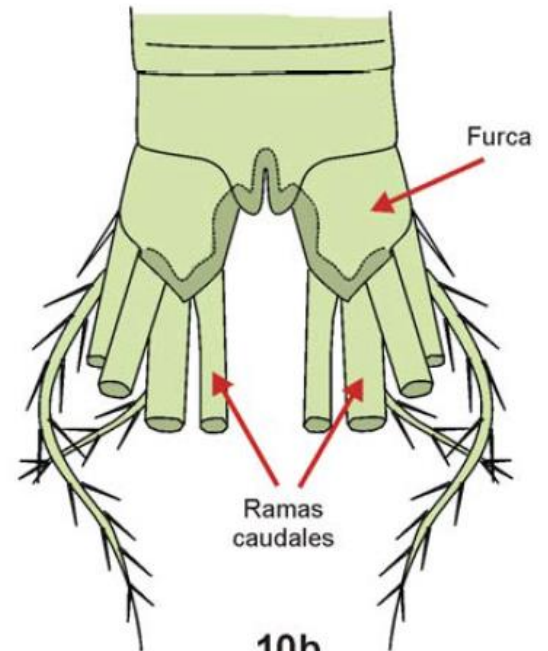
(f) Rama caudal derecha en visión lateral.



CALANOIDA

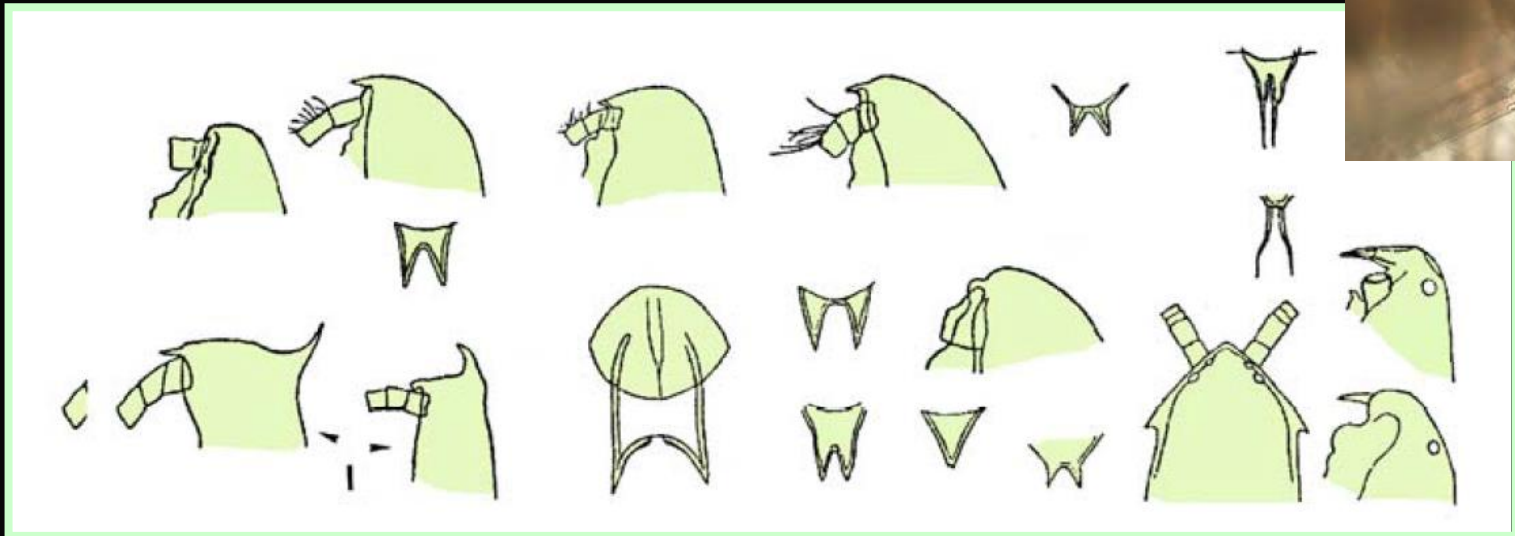


10a



10b

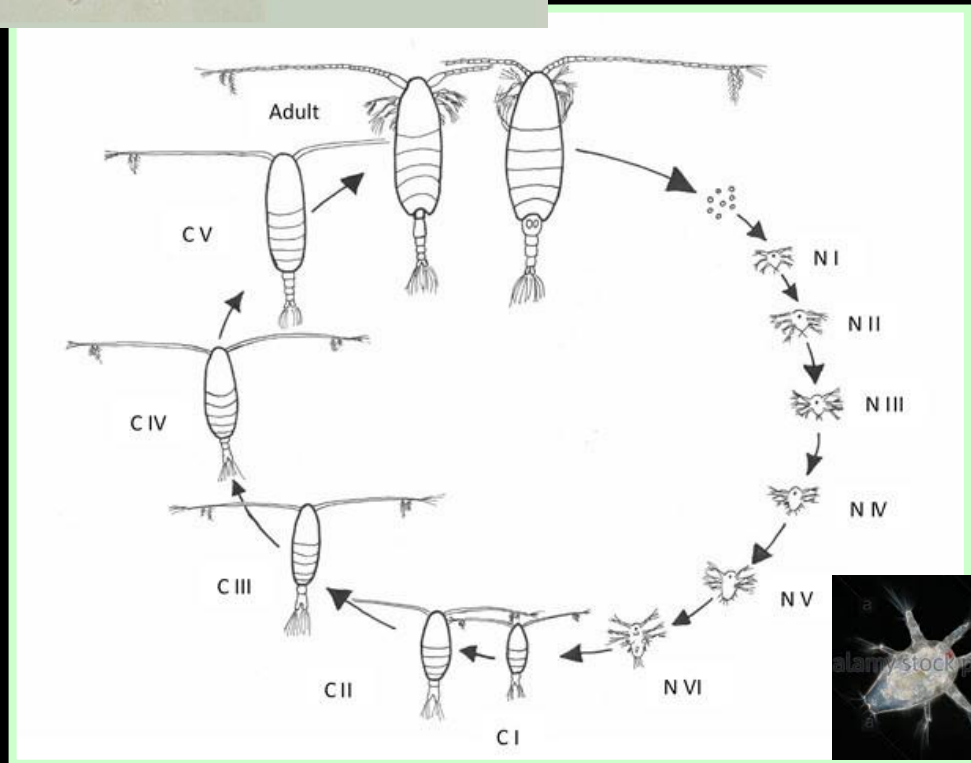
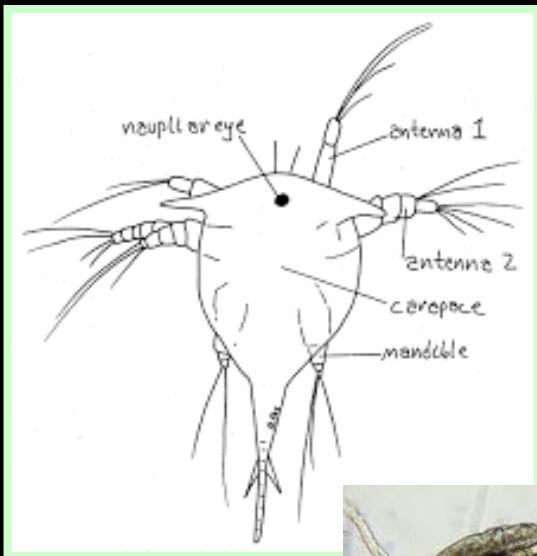
CALANOIDA



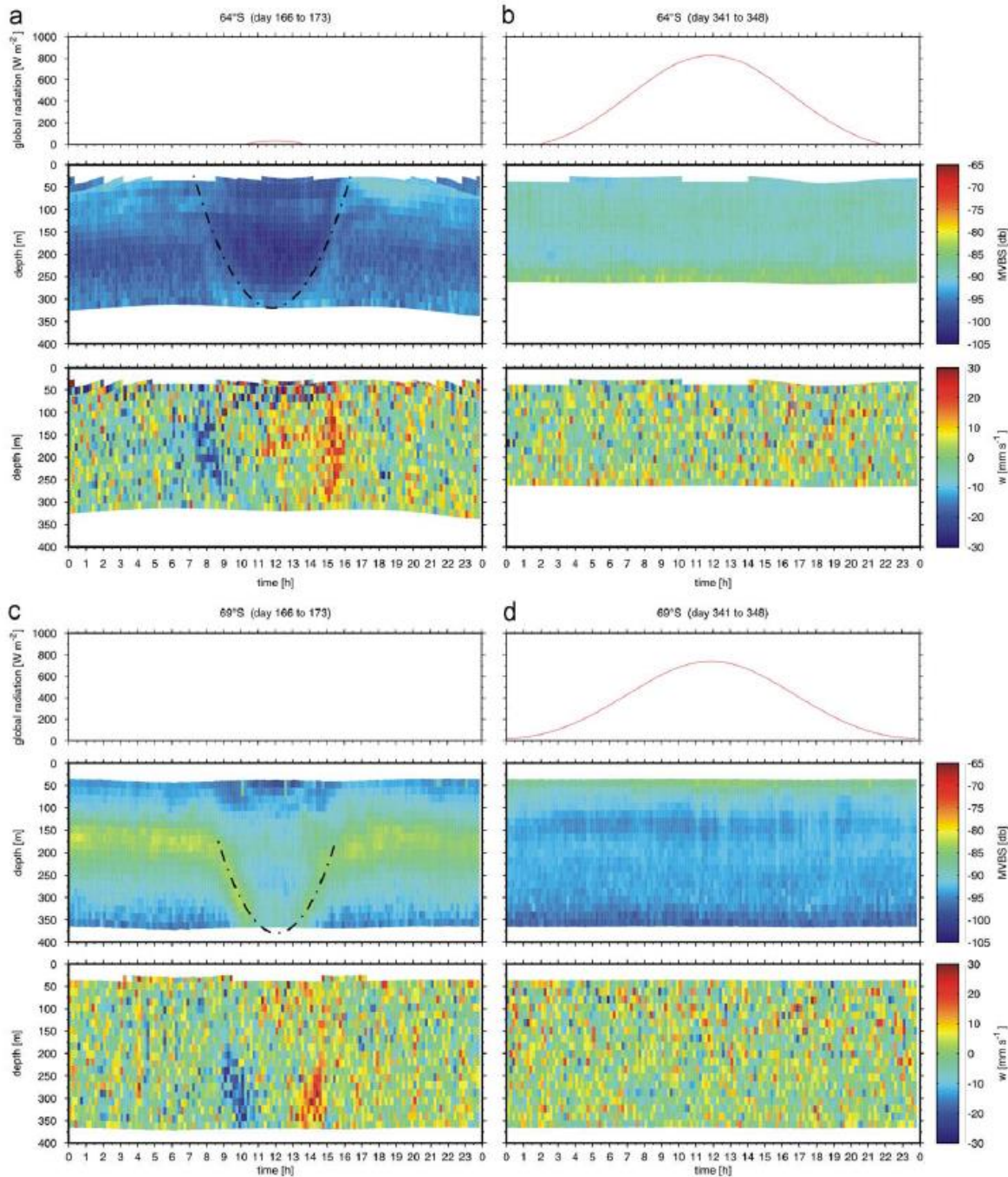
Es importante su presencia o ausencia y su forma. Pueden ser acabados en punta sencilla o doble, con o sin filamentos, puede curvarse ventralmente dirigiéndose hacia atrás. Y aunque no es frecuente entre los calanoides llevar ojos diferenciados, algunos también lo pueden llevar y puede usarse como carácter taxonómico



CALANOIDA



MIGRACIÓN VERTICAL



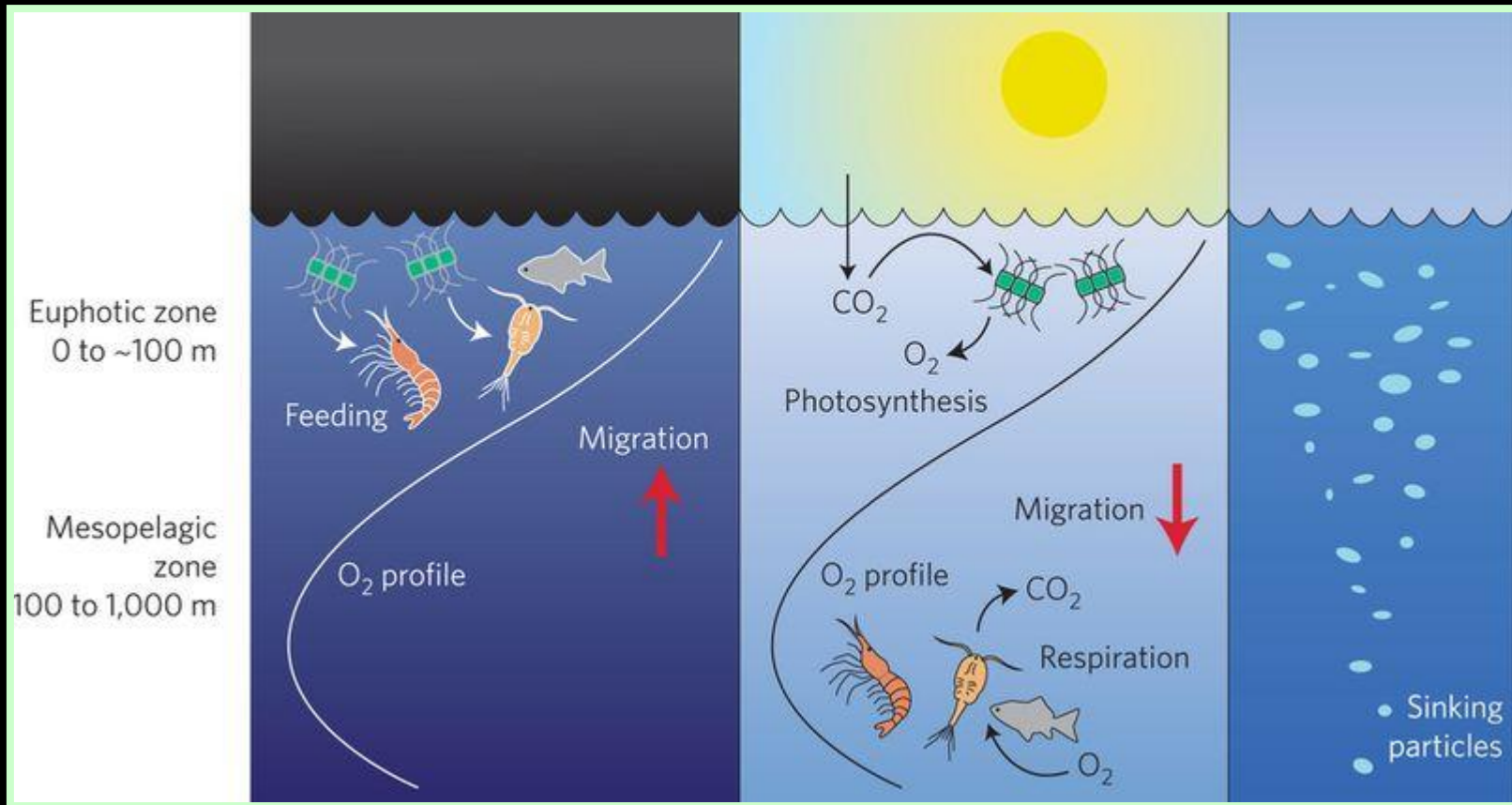
Mean diel cycle of global radiation, mean volumen backscattering strength and Doppler vertical velocity at 641S, 01E estimated for two different week satmooring AWI-229-6:

(a) June 16–June 23 (winte rsolstice) and (b) December 8 -12 (near summer solstice).

Mean diel cycle of global radiation, mean volume backscattering strength and Doppler vertical velocity at 691S, 01E estimated for two different weeks at mooring AWI-232-7:

(c) June 16–June 23 (Winter solstice) and (d) December 8–December 12 (near summer solstice).

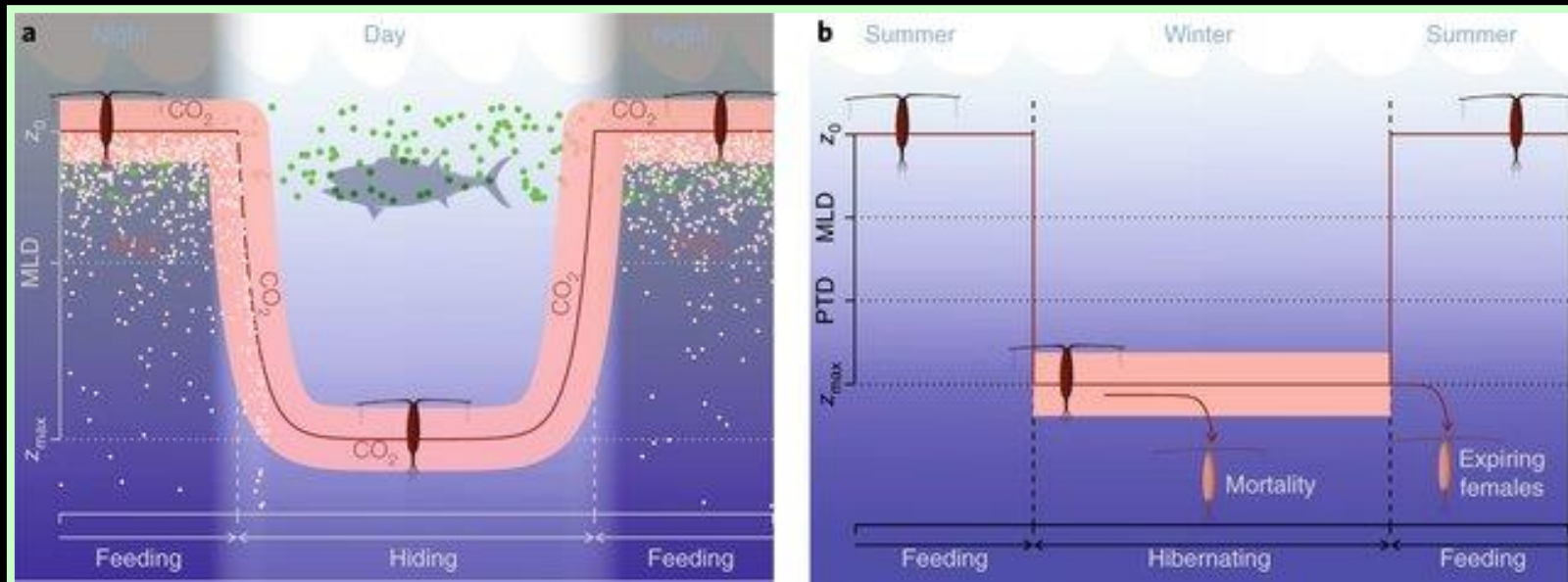
Minimum values near the Winter solstice are 29 and 71 Wm^2 at 641S and 691S, respectively, but are too small to be seen on the used scale of 0–1000 Wm^2 . Dashed–dotted curves indicate volumen scattering layers



MV

Una nueva investigación descubre que existe un sonido distintivo procedente de una enorme comunidad de peces, camarones, medusas y calamares cuando suben y bajan de las profundidades del océano a la superficie del agua para alimentarse. Este sonido podría servir de "campana de la cena" para estos organismos de aguas profundas que desempeñan un papel clave en las redes alimentarias del océano y en el ciclo global del carbono, y podría ayudar a los científicos a comprender mejor este misterioso ecosistema.

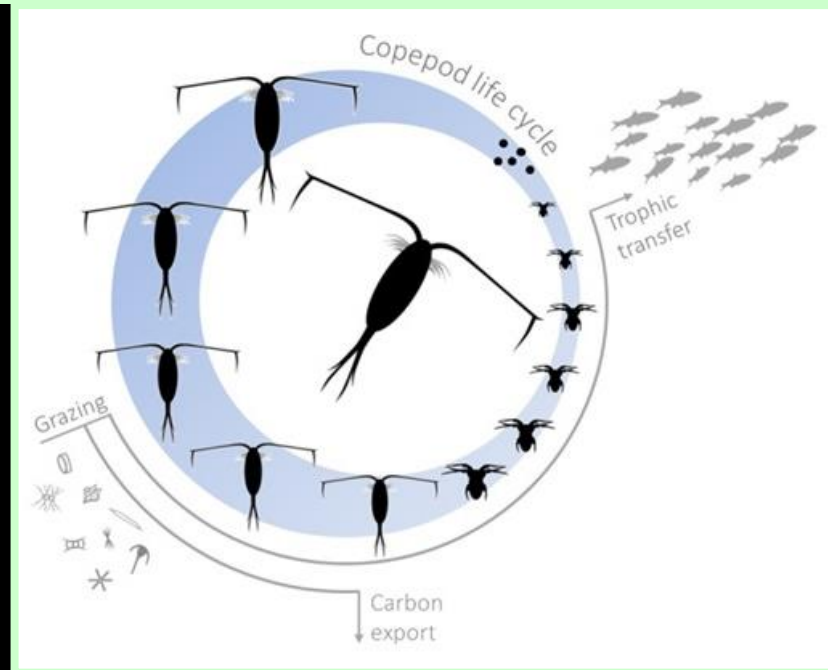
La zona mesopelágica del océano -las aguas situadas entre 200 y 1000 metros por debajo de la superficie- vive un gran número de animales, entre ellos peces, camarones y calamares. En conjunto, estos organismos pesan aproximadamente 10.000 millones de toneladas y son un eslabón importante en la cadena alimentaria entre el plancton microscópico y los principales depredadores, como el atún, las aves y los mamíferos marinos, según Simone Baumann-Pickering, bióloga asistente de investigación de la Universidad de California, en San Diego. Debido a su masa combinada, estos animales también desempeñan un papel importante en el ciclo global del carbono desde la atmósfera hasta el fondo marino, añadió.

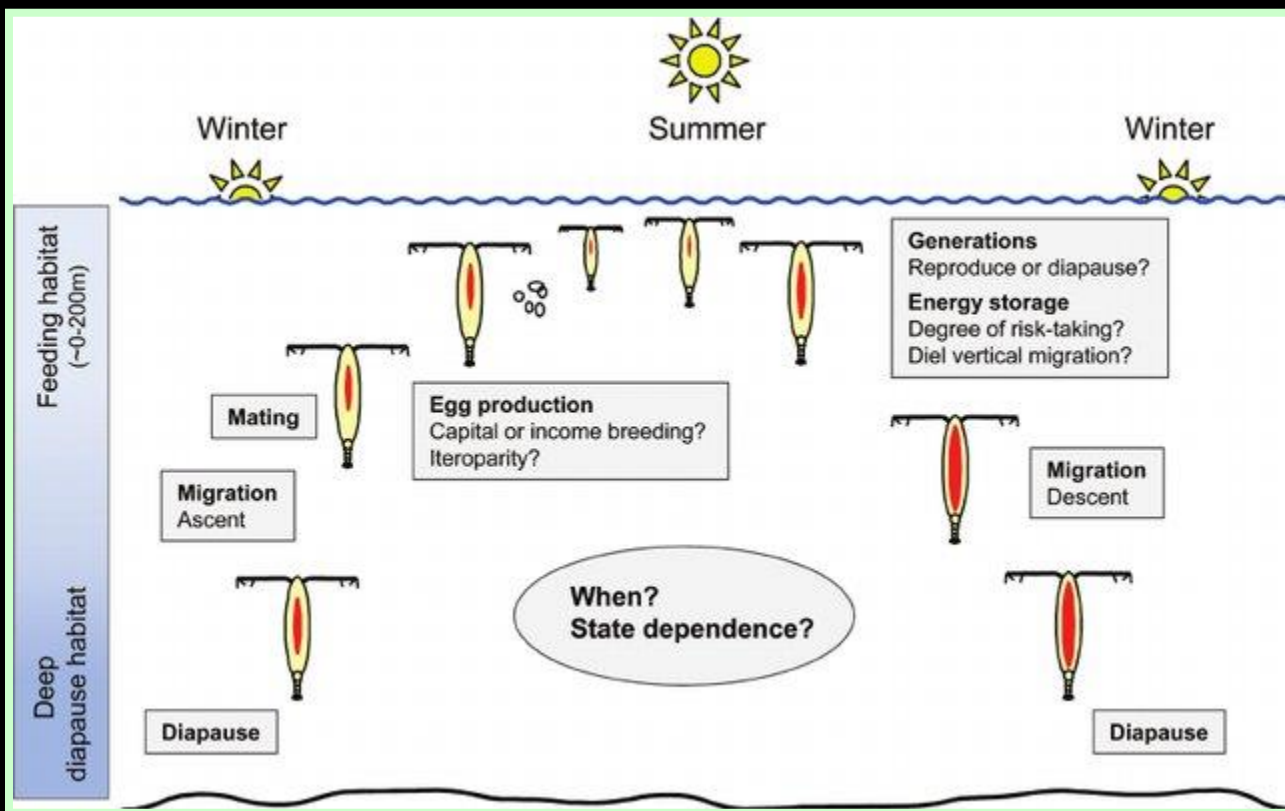


Ilustraciones esquemáticas de las distribuciones verticales diarias y anuales de los copéodos y los flujos de carbono asociados a,b.

- (a) Flujos de carbono relacionados con el comportamiento de migración vertical diaria (flujo de pellets fecales y flujo DVM) y
- (b) la hibernación estacional por debajo de la termoclina permanente (PTD) y el flujo de hibernación asociado.

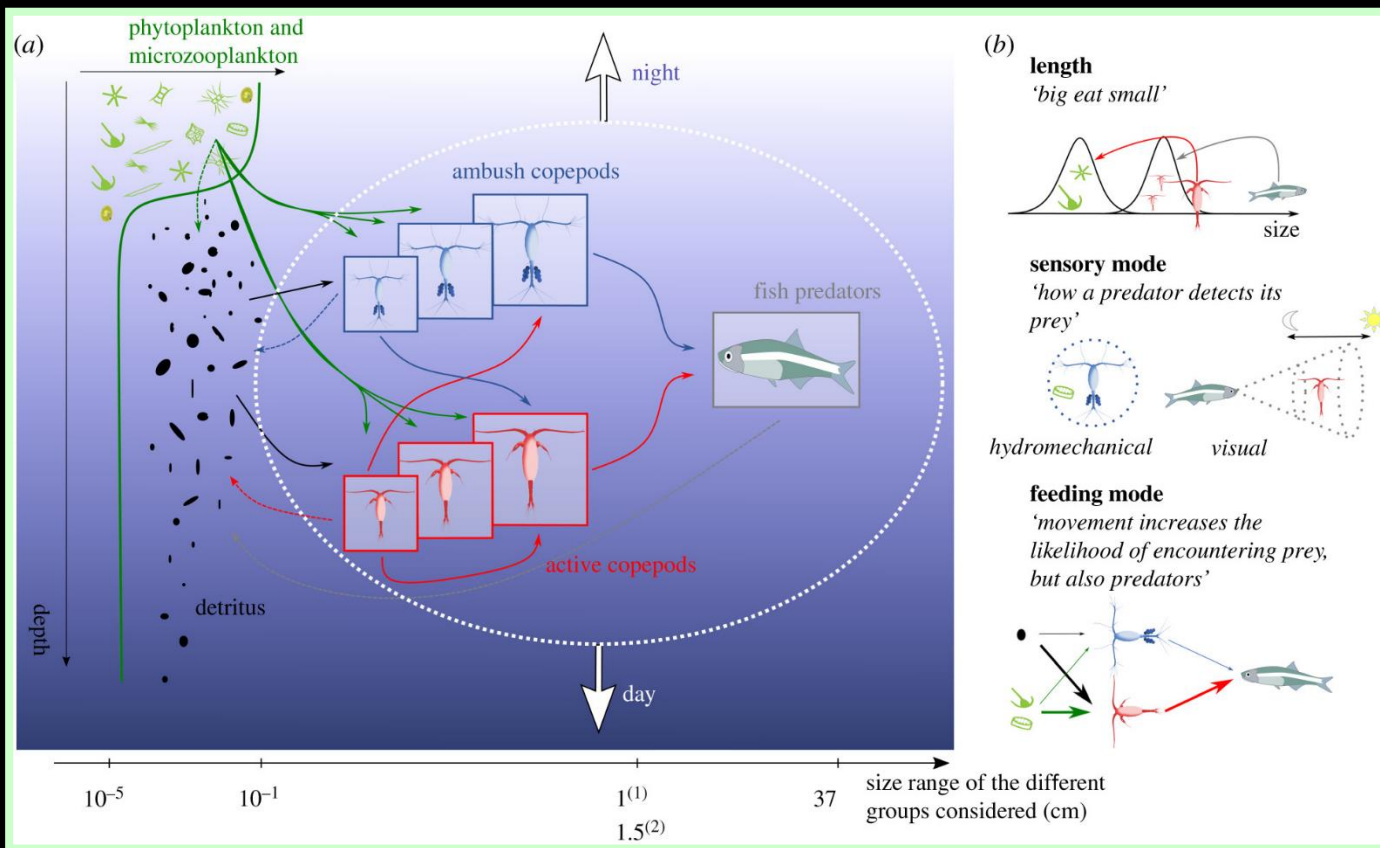
MLD indica la profundidad de la capa de mezcla; POC representa el carbono orgánico particulado.





MV

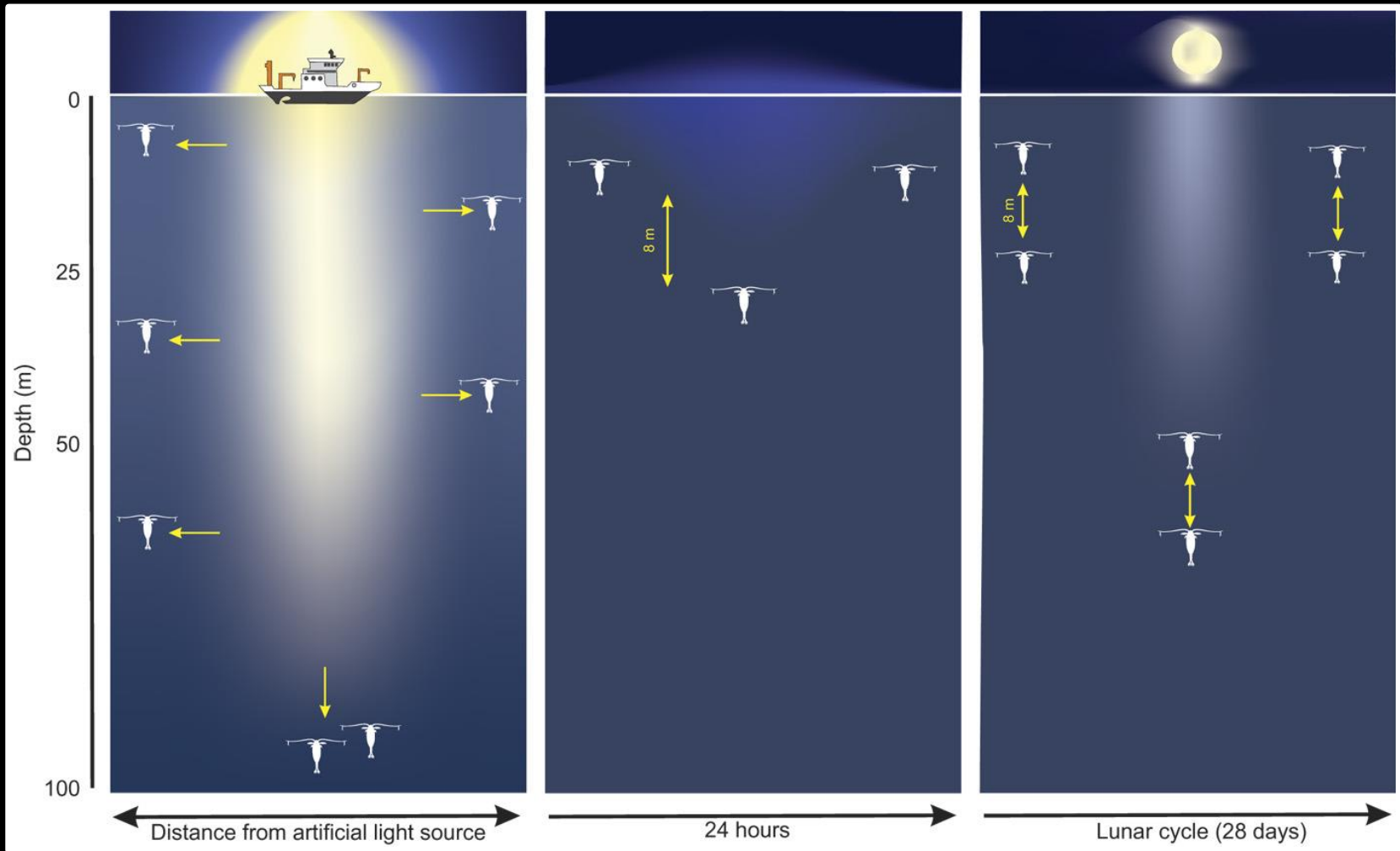
- Una rutina anual del zooplankton, ejemplificada por un copépodo herbívoro en un entorno oceánico.
- Se indican algunos rasgos y comportamientos clave del ciclo vital, junto con la cuestión fenológica de cuándo realizar una actividad determinada.
- La reserva de energía es una variable de estado fisiológico central, aquí representada por un saco de lípidos (color rojo). Las reservas varían a lo largo del año y con la fase de desarrollo. La producción de huevos y el desarrollo tienen lugar en asociación con el crecimiento del fitoplancton en primavera.
- El modo de producción de huevos difiere entre las especies, y puede depender del estado dentro de una especie (Varpe et al., 2009).
- Algunos reproductores, como *C. hyperboreus* o *Neocalanus* spp., producen y liberan huevos en profundidad. Los copépodos en diapausa pasan el invierno en el interior profundo, oscuro y más seguro del océano.
- El desarrollo desde el huevo hasta el adulto incluye seis estadios de nauplio y seis estadios de copépodos (simplificados aquí). Los factores que determinan los costes y beneficios de las rutinas anuales alternativas incluyen el riesgo de depredación en relación con el alimento a lo largo del año y el papel de las reservas de energía en diferentes momentos del año.
- Los modelos que han tratado estos temas y otros relacionados incluyen los trabajos de Fiksen y Carlotti (Fiksen y Carlotti, 1998) y Varpe et al. (Varpe et al., 2007, 2009).



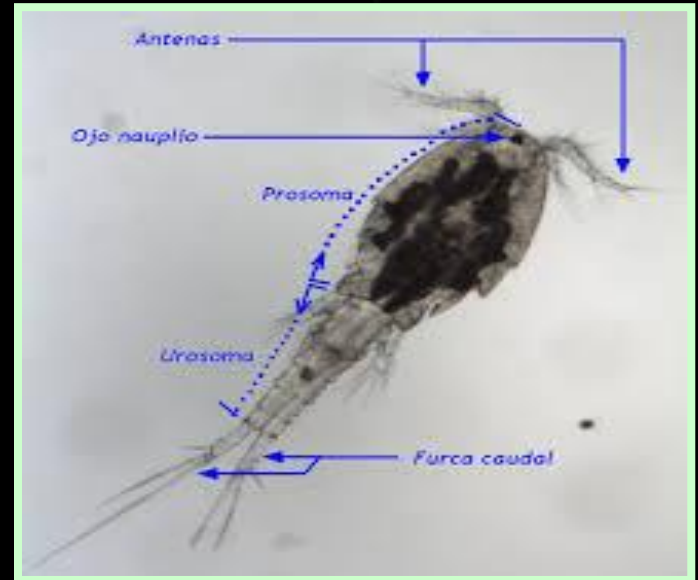
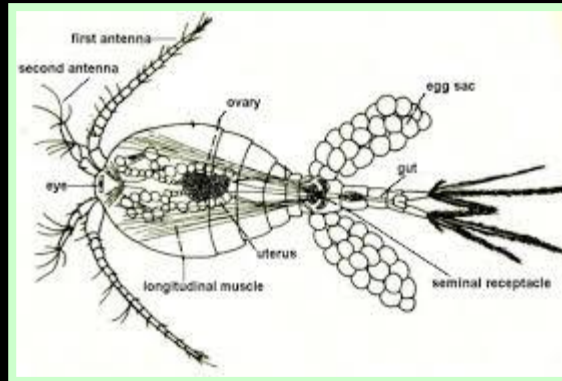
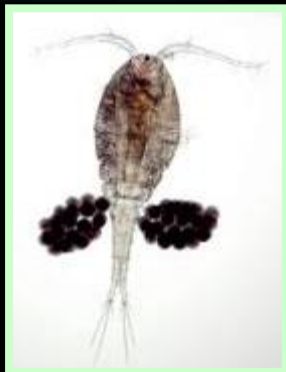
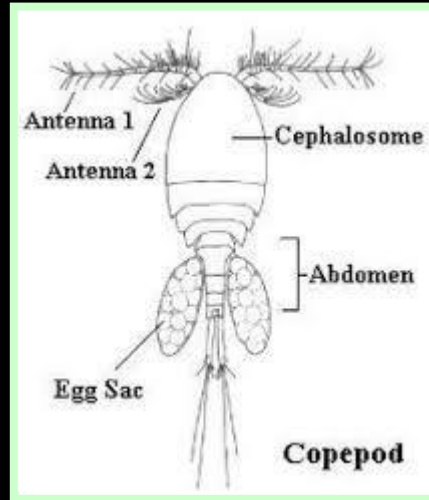
MV

(a) Esquema del modelo. Consideramos dos clases de copépodos, los que se alimentan por emboscada (azul) y los que se alimentan activamente (rojo), cada uno subdividido en k clases de tamaño. Los copépodos (depredadores táctiles) pueden alimentarse de fitoplancton, microzooplancton, detritus y copépodos más pequeños. Son presa de copépodos más grandes y de peces (depredadores visuales). Obsérvese que las flechas indican las interacciones, pero no sus intensidades, que vienen dictadas por muchos factores (por ejemplo, las condiciones ambientales, como los niveles de luz, las abundancias de los distintos grupos en la capa considerada, las funciones de preferencia de tamaño). Para maximizar su aptitud, todos los copépodos y los peces pueden ajustar su posición vertical individualmente de día y de noche (las flechas de ejemplo aquí son para patrones de migración normales, pero las migraciones inversas y la residencia también son estrategias posibles). El superíndice (1) en el eje de la longitud del cuerpo corresponde a los escenarios ambientales 1-5, y el superíndice (2) al escenario ambiental 6.

(b) Las principales influencias de los tres rasgos clave (longitud, modo sensorial y modo de alimentación) en las interacciones depredador-presa.

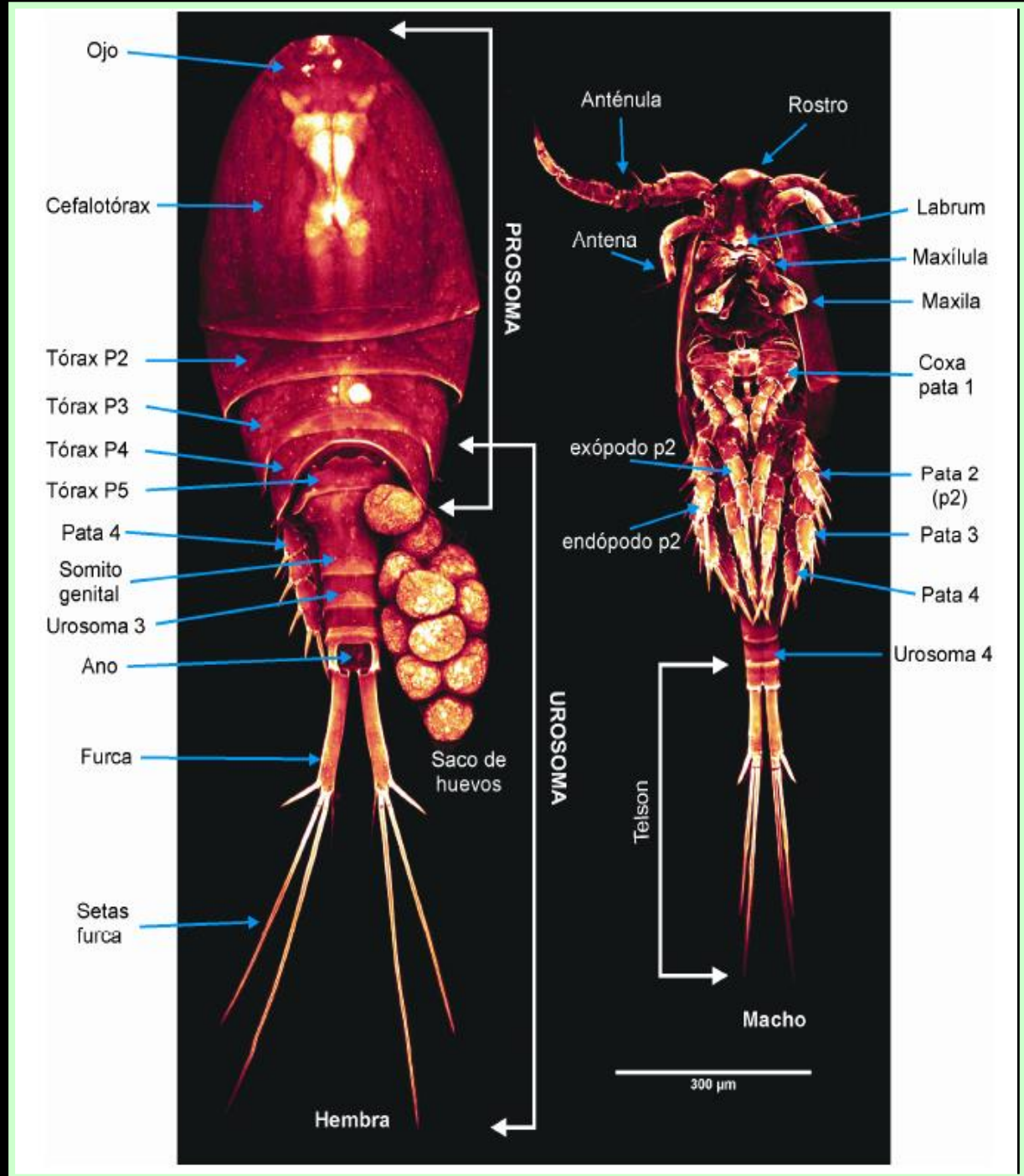


CICLOPOIDA





CICLOPOIDA

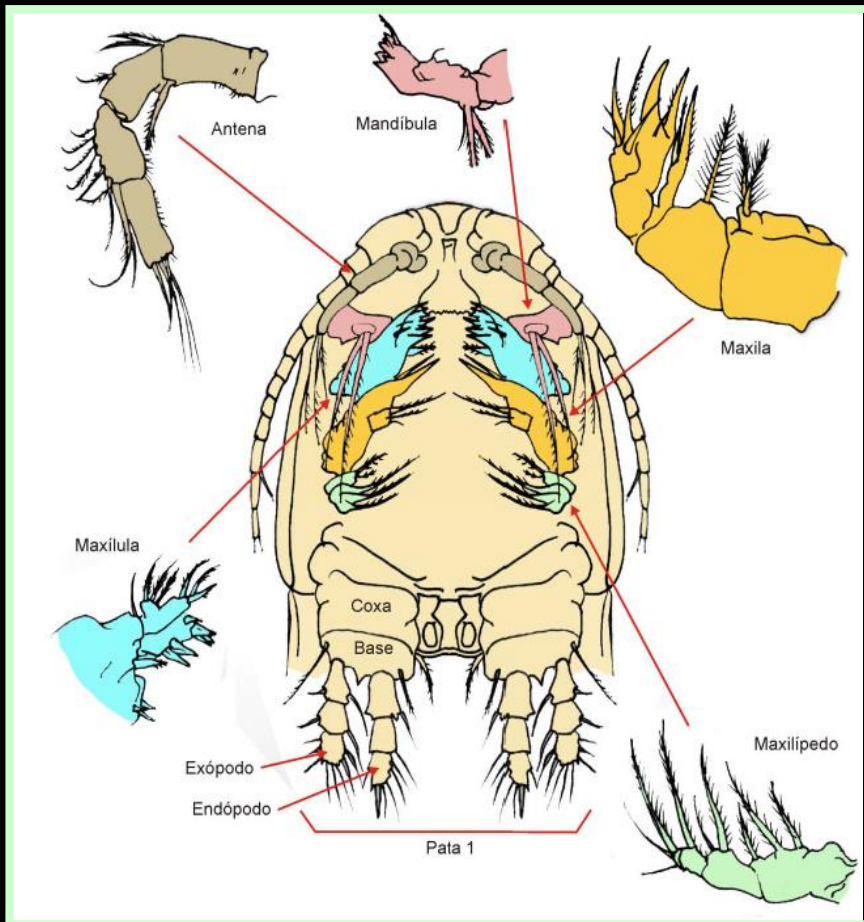


CICLOPOIDA

Mandíbula

Las mandíbulas están situadas a cada lado de la abertura oral y son de tipo masticador (tipo gnatostoma).

Constan de la **gnatobase** y el **palpo mandibular**. La gnatobase está formada por la coxa muy ensanchada y en forma de pala dentada fuertemente quitinizada, que proyecta sus dientes, generalmente impregnados de sílice (ópalo) hacia la boca.



Maxímulas

Las maxímulas están adaptadas a agarrar y triturar el alimento. En los ciclopoideos están reducidas en un segmento basal (fusión de precoxa y coxa) bien armado de espinas cónicas muy quitinizadas y un palpo generalmente unisegmentado con lóbulos externos con grupos de setas.

Maxilas y maxilípedos

Las maxilas y los maxilípedos son unirrámeos en todos los copépodos por la pérdida del exópodo; en el copépodo ancestral estarían constituidos por precoxa, coxa, base y un endopodito de cuatro y seis segmentos respectivamente. En los cyclopoideos este número es menor ya que los segmentos están fusionados o soldados parcialmente. Estos segmentos son portadores de setas plumosas para filtrar o retener el alimento. En los ciclopoideos las setas están más reducidas, porque son de hábitos más raptorales.

En la base de las maxilas están los orificios donde desembocan las glándulas maxilares de función excretora. En los ciclopoideos, los maxilípedos son iguales en los dos sexos y tienen función alimentaria, a diferencia de los poecilostomátidos (en los que presentan un acusado dimorfismo sexual y se usan en el apareamiento para abrazar a la hembra).

Somito genital

En el somito genital, el macho tiene un par de vesículas seminales, que se ven por transparencia donde el espermátforo adquiere su forma definitiva y se guarda y la hembra tiene el receptáculo seminal (cavidad genital) bastante desarrollada y característica en los ciclopoideos, que también se puede ver por transparencia y cuya forma se ha usado como carácter taxonómico en algunos géneros. En los ciclopoideos esta cavidad se abre al exterior por un solo poro copulatorio que se sitúa en la línea media ventral.

A continuación se suceden tres somitos abdominales sin apéndices y el telson. En las hembras el segmento genital está fusionado con el primer segmento abdominal.

Patas 5 y 6

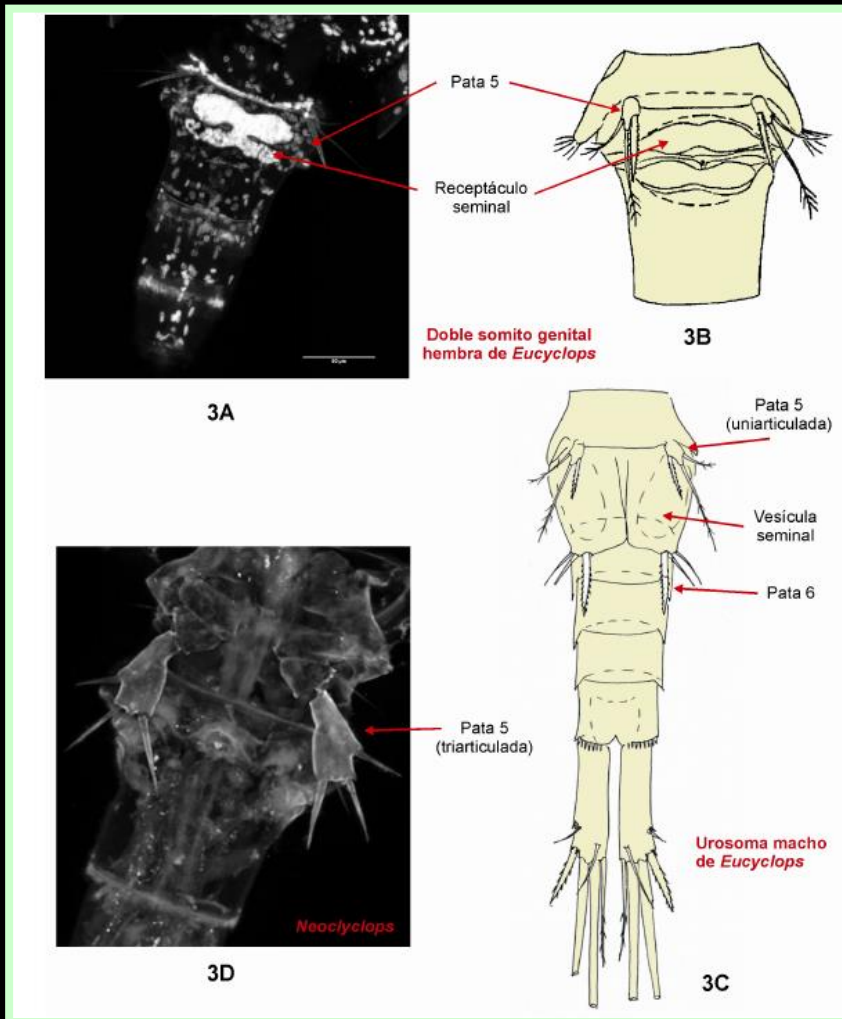
5º par de patas Es muy diferente de las patas natatorias; en los ciclopoideos presenta una acusada reducción y en general es igual en ambos sexos, pero en algunas familias presenta ligeras diferencias. La 5ª pata de los ciclopoideos es pues muy rudimentaria y unirrámea, formada en general por uno a tres segmentos, pero puede incluso estar reducida a una sola seda. La estructura y forma de esta 5ª pata, así como el número y disposición de las setas y espinas de los segmentos, constituyen un carácter clave para la diferenciación de familias/subfamilias y géneros en los ciclopoideos.

6º par de patas. Extraordinariamente reducido en ambos sexos, pero mucho más en las hembras, a modo de opérculo, protege en ambos sexos los orificios genitales (gonoporos) situados a ambos lados del somito.

Urosoma y Telson

El urosoma empieza en el 6º somito torácico, lleva el 5º par de patas.

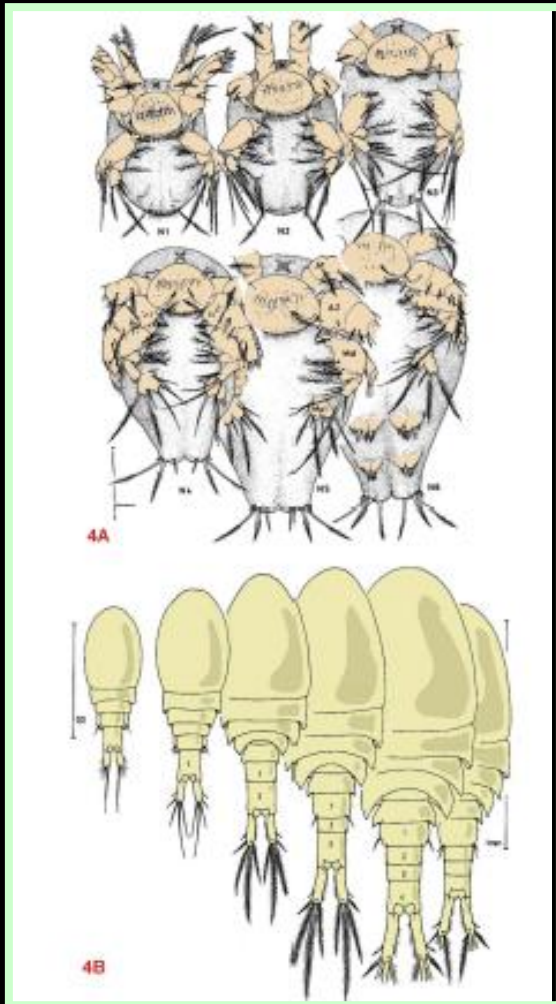
El telson lleva el ano generalmente en posición dorsal y acaba en dos lóbulos cilíndricos articulados o ramas caudales (furca), en general con seis setas o espinas. La forma de las ramas y longitud de las setas o espinas se utilizan como caracteres taxonómicos. Excepcionalmente algunas especies mantienen las siete sedas originarias de los copépodos.





Reproducción

- Los ciclopoides, como todos los copépodos, tienen reproducción sexual con los sexos separados, pero el comportamiento sexual es algo diferente de otros órdenes. - En los ciclopoides estudiados se ha observado que, en la cópula, el macho con sus antenas geniculadas agarra ventralmente a la hembra generalmente por el 4º par de patas o la base del abdomen.
- Nadando abrazados adhiere dos espermatóforos (de forma ovoide o reniforme) mediante una secreción pegajosa, en la parte ventral del segmento genital de la hembra, cerca del poro copulador.
- El tubo que conecta los dos espermatóforos se alarga y penetra en el poro copulador y los espermatozoides entran al receptáculo seminal, donde se almacenan; finalmente los espermatóforos vacíos se desprenden.
- Los espermatozoides pueden vivir varias semanas en el receptáculo y pueden fertilizar varias puestas de huevos.



Ciclo

- Los huevos, una vez fertilizados, se expulsan en dos sacos de huevos que la hembra llevará adosados lateralmente a su cuerpo hasta que finalicen su desarrollo embrionario. Una hembra puede poner de 7 a 15 pares de sacos o quizás más (con intervalos de puesta de dos a siete días).
- Del huevo nace la larva nauplio que, mudando sucesivamente, pasará por seis estadios de nauplio y cinco de copepodito (antes de alcanzar el estado adulto, a partir del cual ya no mudará más).

HARPACTICOIDA

Harpacticoida es uno de los órdenes de la subclase Copepoda que incluye principalmente organismos acuáticos epibentónicos de vida libre, aunque muchas especies han explotado otros hábitats, incluyendo algunos semi-terrestres, y han establecido relaciones simbióticas con otros metazoos. Los harpacticoides tienen un tamaño entre 0,2 y 2,5 mm y una morfología general de tipo Podoplea.

Harpacticoida es un grupo muy diverso tanto en morfología como la riqueza de especies de algunas de sus familias. Son extremadamente abundantes, aunque debido a su pequeño tamaño y su fragilidad el registro fósil es muy pobre. En cualquier caso, se han encontrado fragmentos de harpacticoides en una roca bituminosa clástica de una diamictita glacial del Carbonífero tardío (ca. 303 ma) de Omán oriental (Selden et al., 2010).



Principales caracteres diagnóstico para la identificación de las familias

- Forma del cuerpo: cuerpo comprimido lateralmente, comprimido dorso-ventralmente, o no comprimido.
- Presencia o ausencia de rostro.
- Lentes cuticulares presentes o ausentes.
- Número de segmentos del primer par de antenas (A1) de la hembra.
- Caracteres del segundo par de antenas (A2); presencia, reducción o ausencia del exopodito (Exp), y número de segmentos cuando está presente (menos de 4 o más de 6);
- Somito del tórax con el primer par de apéndices natatorios (P1) libre, parcialmente fusionado o totalmente fusionado con el cefalotórax.
- Segundo par de maxilas (Mx2): presencia o ausencia de enditos; morfología de la sincoxa y de la base.
- Forma del maxilípedo (Mxp); lameliforme o no, prensil o no; endopodito (End) con un segmento o más de dos.
- Número de segmentos del Exp y End del P1.
- Longitud del End del segundo par de apéndices natatorios (P2); más largos o más cortos que el Exp.
- Tercer par de apéndices natatorios (P3); Exp modificado (o no) en los machos.
- Cuarto par de apéndices natatorios (P4); número de segmentos del End.
- Quinto par de apéndices natatorios (P5); End y Exp diferenciables o fusionados formando una única placa; número de sedas en el End.



HARPACTICOIDA

Los Harpacticoida se consideran organismos marinos epibéntonicos primarios, habitando las capas superficiales del sedimento de ambientes marinos.

Han conseguido explotar con éxito una gran diversidad de hábitats, incluyendo el mar abierto, las zonas profundas, y ambientes salobres y de agua dulce (Huys & Boxhall, 1991).

Hay especies que también están presentes en hábitats semiterrestres (Dumont & Mass, 1988), en briófitos (Bottazzi et al., 2001) y en pequeños pocillos de agua en las hojas de las bromeliáceas (Chappuis, 1928).

Algunos han establecido simbiosis con una amplia gama de huéspedes invertebrados (por ejemplo Boxshall & Jaume, 2000; Gotto, 2004). Los patrones de distribución de las distintas formas de vida varían de acuerdo a sus capacidades de dispersión..

Las formas marinas bento-pelágicas son las de distribuciones más amplias, seguidas por las especies que viven sobre algas, mientras que las especies bénticas, y especialmente las intersticiales, tienen distribuciones más restringidas".

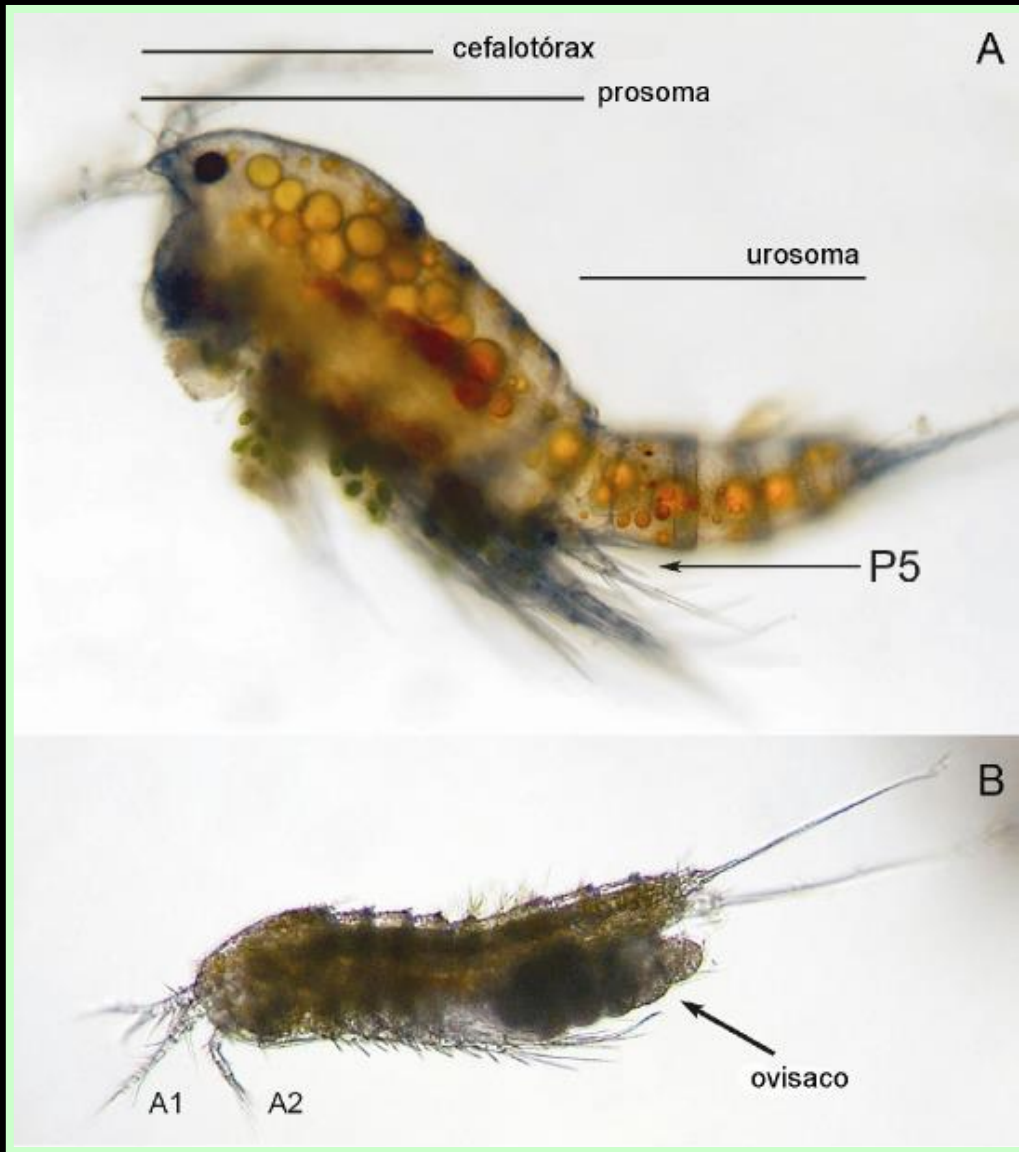
Los niveles de endemismo en las especies de agua dulce son notables, en particular las de las especies subterráneas (Galassi, 2001; Boxshall & Defaye, 2008).

La mayoría de los harpacticoides son organismos de vida libre, aunque existen algunas especies simbiotas con un grado variable de parasitismo, viviendo con metazoos de diferentes filos, incluidos esponjas, hidrozooos y medusas, corales escleractinios, gusanos planos parásitos, poliquetos, bivalvos, cefalópodos, briozoos, equinodermos, otros crustáceos, peces y cetáceos (ver Boxshall & Halsey, 2004; Huys et al., 2009).



HARPACTICOIDA

HARPACTICOIDA



La forma general del cuerpo está más adaptada a la vida en un ambiente bentónico que pelágico, es decir, tienen una forma más vermiforme que la de otros copépodos.

Esta morfología se caracteriza por tener el cuerpo formado por varios segmentos articulados (metámeros o somitos) formando dos regiones bien diferenciadas: la anterior, o prosoma, y la posterior, o urosoma.

La división entre el prosoma y el urosoma puede ser en forma de una constricción en las familias de Harpacticoida con una forma general más cilíndrica (como por ejemplo Ectinosomatidae), o puede ser mucho más pronunciada en otras familias (por ejemplo Tisbidae).

Los adultos retienen el ojo central de las formas larvarias, con la excepción de algunas especies subterráneas que carecen de órganos visuales.

Los harpacticoides tienen el primer par de antenas corto, y un urosoma relativamente más ancho que los copépodos de otros órdenes.

HARPACTICOIDA

El cefalotórax originalmente incluye la cabeza, el primer segmento torácico con los maxilípedos (Mxp), y, en la mayoría de familias, también el segundo segmento torácico con el primer par de apéndices natatorios (P1).

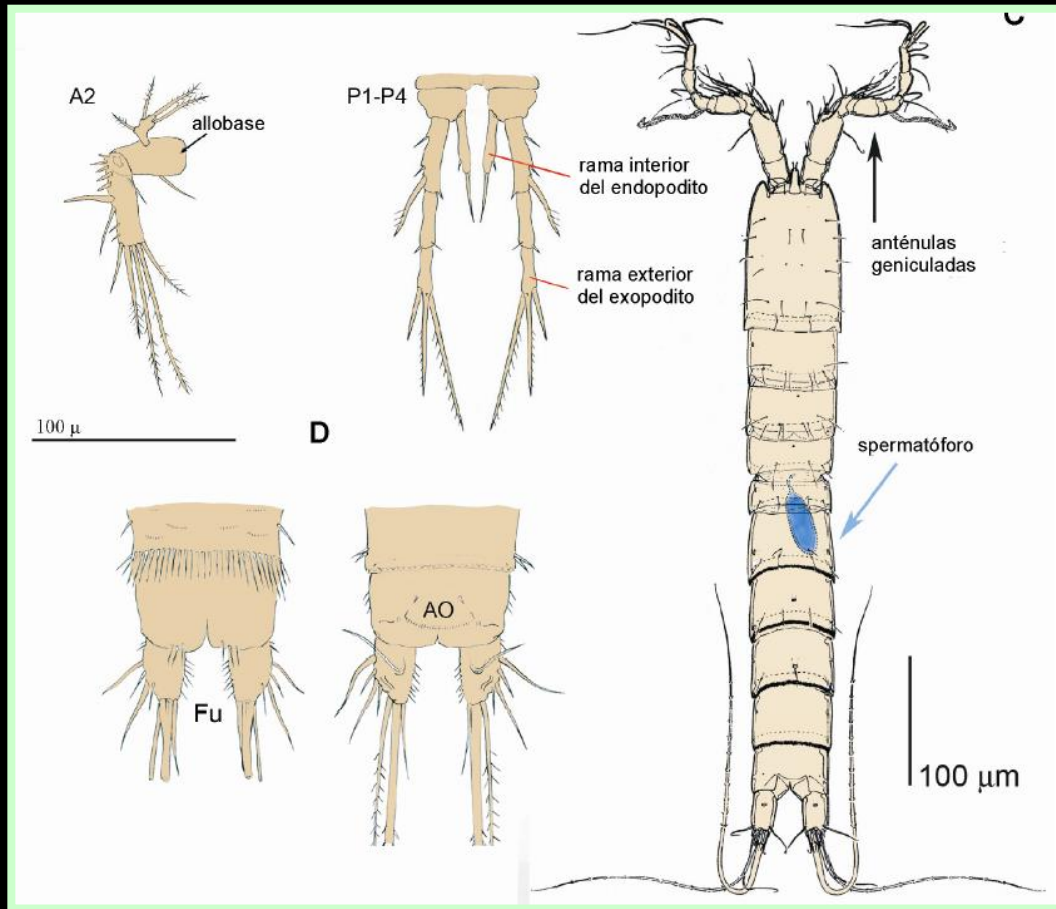
Los apéndices del cefalotórax son pues:

- un par de antenas unirrámeas o anténulas (A1),
- un segundo par de antenas (A2),
- las mandíbulas (Md),
- la primera maxila o maxílula (Mx1),
- la segunda maxila (Mx2),
- el Mxp y el P1.

Las anténulas tienen de tres a nueve segmentos en las hembras y 14 en los machos. Las dos anténulas están geniculadas en los machos.

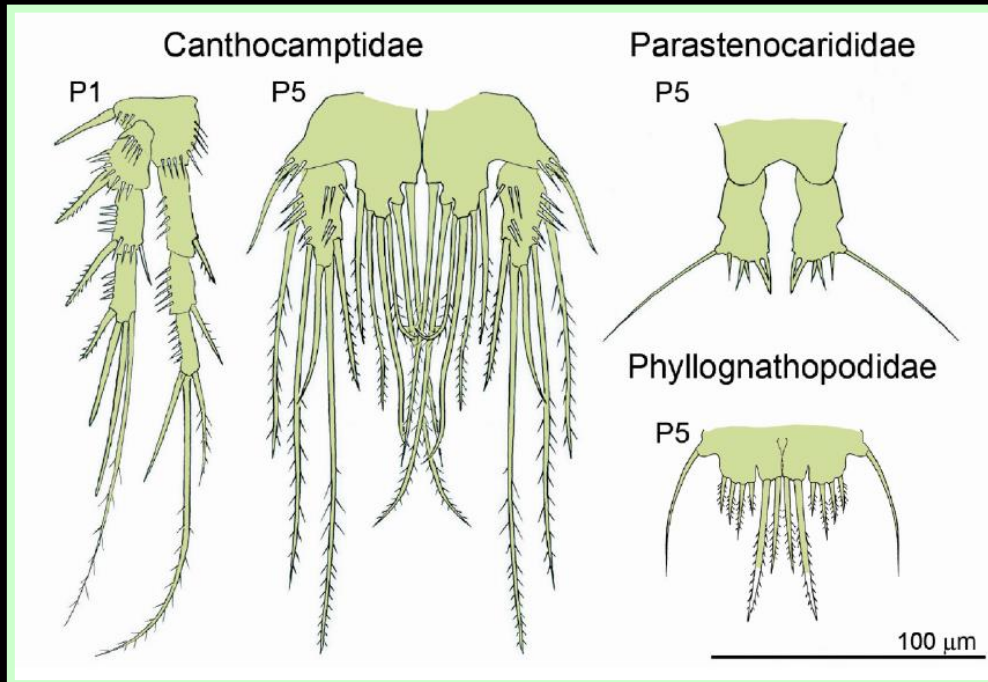
Los apéndices birrámeos tienen una rama externa denominada exopodito y otra interna denominada ramus o endopodito. En algunas especies la base de A2 está fusionada con el primer endopodito formando la allobase.

La Mx2 puede tener segmentos accesorios de la sincoxa, denominados enditos.



Los apéndices están ornamentados con proyecciones huecas de la cutícula que engloban una célula epidérmica o parte de ella. Las más delgadas de estas proyecciones se denominan setas, y se distinguen de las espinas o las setulas por ser normalmente de mayor tamaño y por estar articuladas con la cutícula.

El último somito abdominal tiene un opérculo anal que puede estar ornamentado, y bien un par o una única rama caudal que colectivamente reciben el nombre de furca.



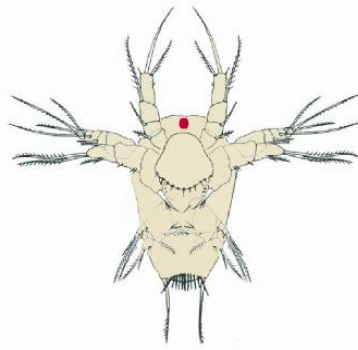
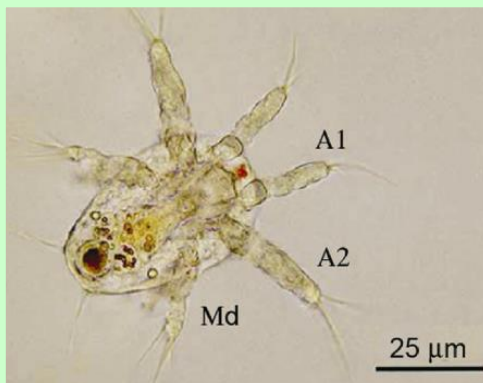
HARPACTICOIDA

La morfología básica de los primeros cuatro pares de apéndices natatorios es similar, aunque en algunos casos hay algunas variaciones, mientras que el quinto par está modificado y difiere de los otros cuatro.

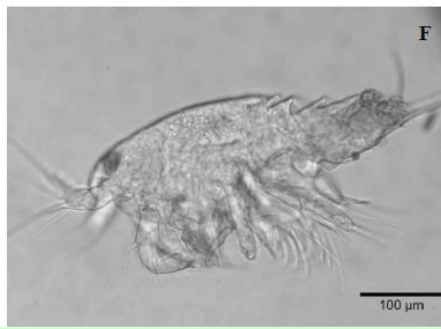
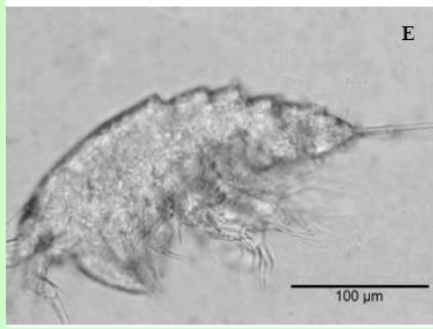
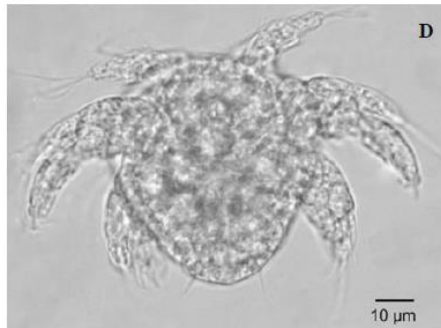
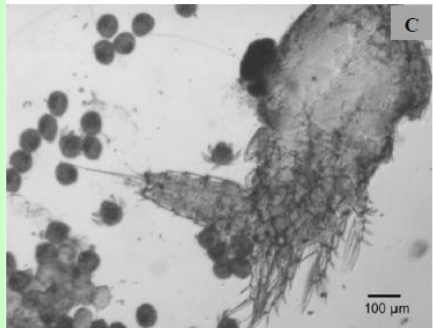
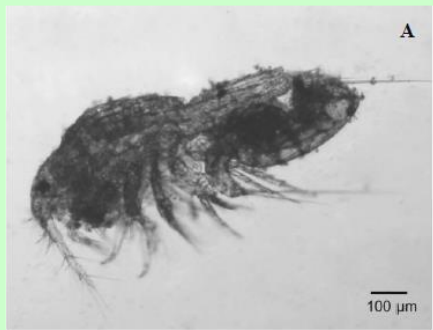
El sexto par es frecuentemente rudimentario.

Los machos de los harpacticoides a menudo se conocen sólo superficialmente, y muchas claves se basan en la morfología de la hembra para la identificación de las especies.

HARPACTICOIDA



Los copéodos Harpacticoida tienen reproducción sexual, y se desarrollan mediante una serie de metamorfosis.



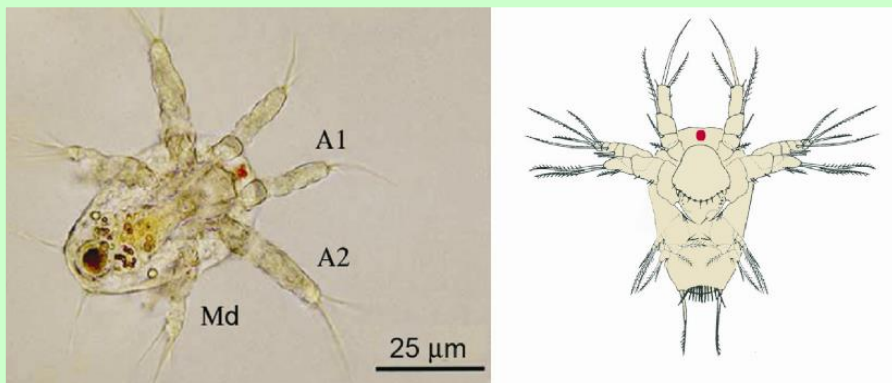
Los harpacticoides emergen de huevos acarreados por la hembra en un único saco ventral, y pasan por seis estados larvales de nauplio y cinco estadios copepoditos antes de mudar a adultos.

Los estados de nauplio sucesivos adquieren un nuevo par de apéndices bucales en cada muda, y en la sexta muda, más completa, alcanzan un estado copepodito con un cuerpo segmentado y dos pares de apéndices nadadores.

Los copepoditos adquieren un somito adicional con cada muda hasta que alcanzan el estado adulto.

La duración de los estadios de desarrollo depende de la temperatura del agua y del fotoperiodo (Dussart, 1967), y está modulado por la accesibilidad y la calidad del alimento. En general, a 20°C los harpacticoides tardan unos 3-4 semanas en alcanzar el estado adulto, y los adultos pueden vivir varios meses.

HARPACTICOIDA



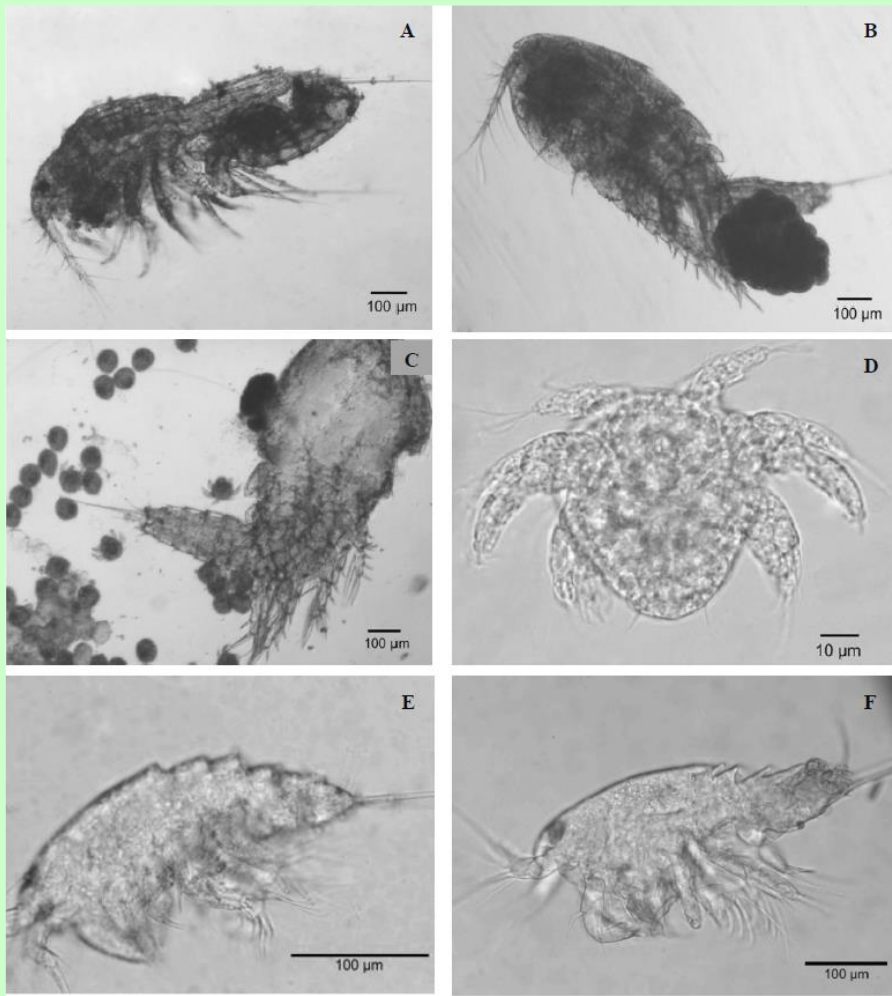
Algunas especies pasan por un periodo de diapausa en el estado adulto, lo que permite su supervivencia durante periodos de condiciones ambientales adversas, como desecación o temperaturas desfavorables (Dahms, 1995).

Los Harpacticoida que pueden entrar en diapausa llegan a vivir más de un año. Los organismos se pueden reproducir varias veces durante su vida adulta.

Durante la cópula los machos depositan las células espermáticas en un espermatóforo que se cementa en la apertura genital de la hembra, que almacena el espermatozoos en el receptáculo seminal.

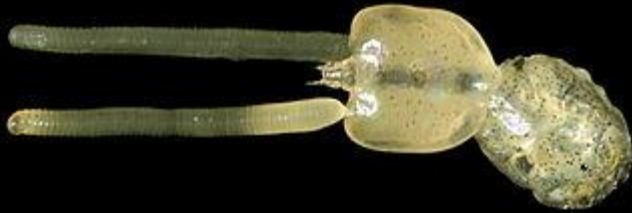
Los oocitos maduros se fertilizan durante su paso por el conducto genital, y se depositan en un único ovisaco.

El primer estadio de nauplio, con solo tres pares de apéndices, no se alimenta y rápidamente muda al segundo estadio de nauplio. El resto de estadios de desarrollo generalmente se alimenta de pequeñas partículas, lo que incluye materia orgánica particulada, bacterias, flagelados, protozoos y algas.





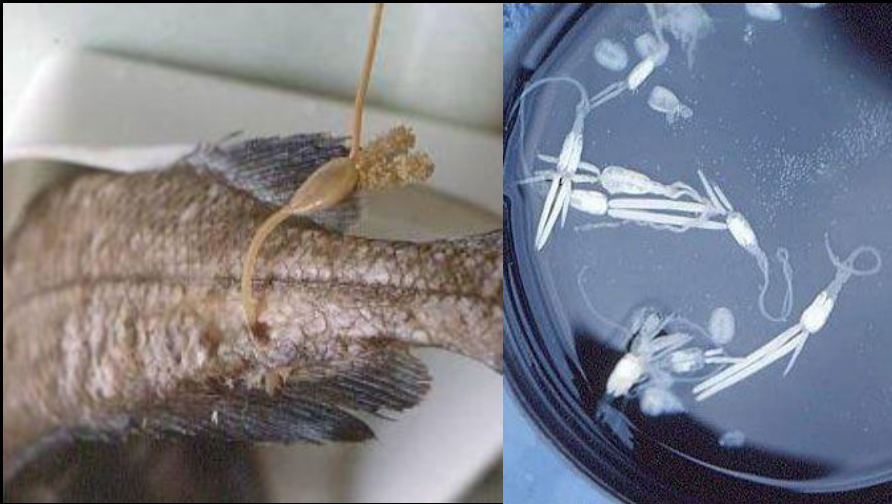
SIPHONOSTOMATOIDA



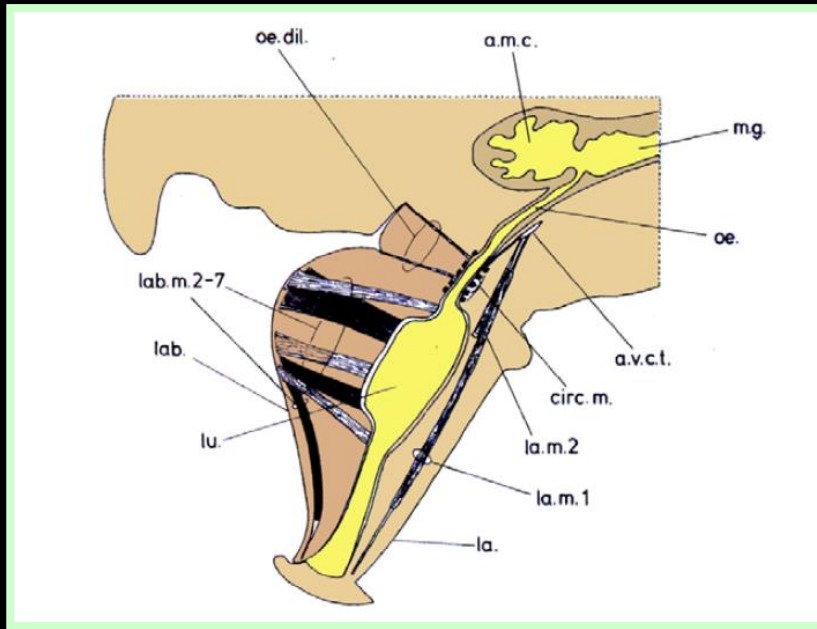
De los diez órdenes de la subclase Copepoda (Martin & Davis, 2001), el de los Siphonostomatoidea es, probablemente el de mayor variación morfológica a causa del alto grado de transformación del prosoma, del urosoma y por carecer de segmentación externa (Boxshall & Montú, 1997).

Todas las especies son parásitas, aunque cada una tiene características particulares que las ubican en tres categorías; la primera es la de los ectoparásitos que viven en la superficie del hospedero y en ocasiones en orificios, como es el caso de los peces.

La segunda categoría es la de los endoparásitos, que viven dentro del hospedero y la tercera es la de los mesoparásitos en los que la parte anterior de cuerpo, equivalente al cefalotórax, está anclada al interior del hospedero.



SIPHONOSTOMATOIDA



Musculatura del cono oral de *Hyalopontius typicus*.

m.g. = intestino medio,

a.m.c. = ciego intestinal anterior,

oe. = esófago,

a.v.c.t. = tendón cefálico antero ventral,

oe. Dil. = músculos dilatadores esofágicos,

circ. m. = músculos circulares,

la. m. 1-2 = m primer y segundo musculo labial,

la. = labio,

lu. = lumen,

lab. = labrum,

lab.m 2-7 = segundo a séptimo musculo labral.

tomado de Boxshall (1990, fig. 34,

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/royptb/328/1246/167.full.pdf>).

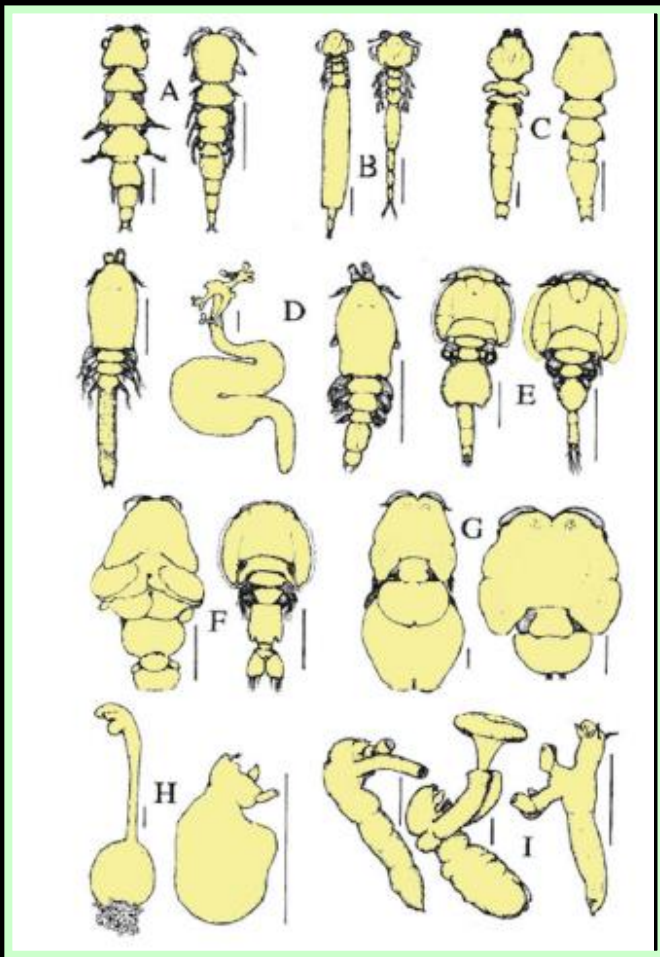
Siphonostomatoida es un orden diverso que contiene muchas especies, y como ya se ha mencionado, están altamente transformadas; por ejemplo algunos miembros de la familia Nicothoidae han perdido todos sus apéndices, y se reducen a un cuerpo esférico unido a su anfitrión crustáceo por medio de raicillas absorbentes derivadas del cono oral (Lincoln & Boxshall, 1983). El cono oral comprende un labio anterior, el labrum, y un labio posterior, el labio, que se producen juntos en una estructura tubular cónica que se abre distalmente.

Primitivamente, el labrum y el labio están más o menos asociados y permite el movimiento del estilete mandibular entre ellos, es típicamente robusto y contiene músculos poderosos que producen la succión necesaria para llevar comida hacia el esófago.

El labio está provisto de una línea media y un par de músculos laterales (Boxshall, 1986; Alexander, 1988).

Los miembros de este orden tienen una boca de sifón muy bien adaptada a la perforación de superficies corporales de los peces huéspedes y un filamento frontal, que es el órgano de fijación de las larvas y funciona como un dispositivo para hacer que la unión sea más segura.

SIPHONOSTOMATOIDA



Morfología de algunas familias de sifonostomatoides, en estado adulto que infectan vertebrados.

A) Eudactylinidae, B) Kroyeriidae, C) Dichelesthidae, D) Pennellidae, E) Trebiidae, F) Phyllothyreus (Edwards, 1840). G) Cecropidae, H) Sphyriidae, I) Lernaepodidae. Las hembras están a la izquierda de las etiquetas. D e I tienen de izquierda a derecha hembras adultas no transformada, hembra adulta transformada y macho adulto. La escala en A, B, D (hembra no transformada y macho) e I, representa 0,5 mm; en C, D (hembra transformada), E, F, G y H es de 2,0 mm. Tomado de (Benz, 1993)

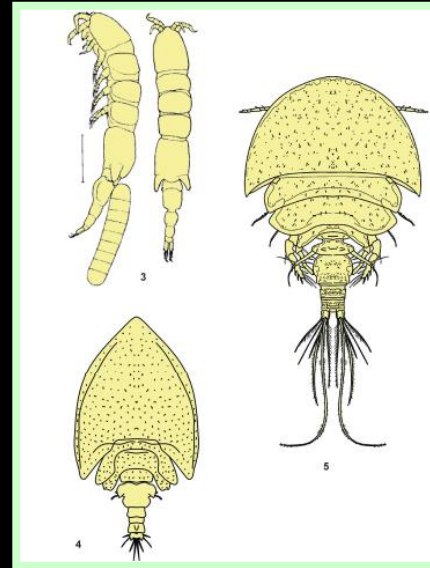


Figura 3. *Archidactylina myxinicola*, hembra, hábitus, lateral y dorsal. Tomado de Izawa (1996).

Figura 4. *Metapontius walteri*, hembra. Redibujado de Johnsson & Neves (2005).

Figura 5. *Astrocheres reginae*, hembra. Redibujado de Boxshall & Huys (1994).

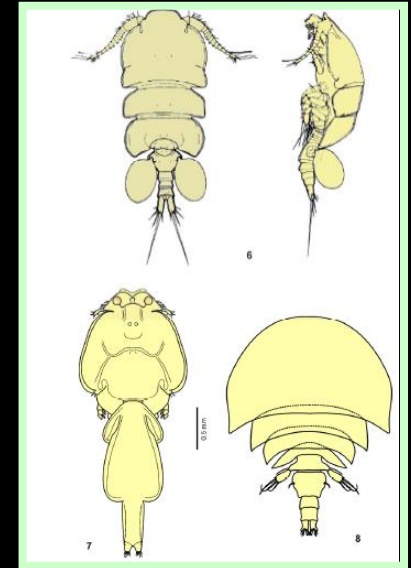
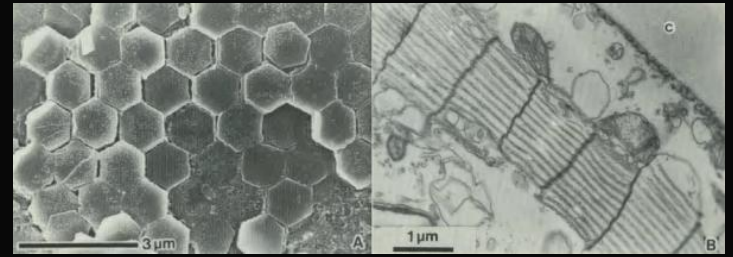


Figura 6. *Dirivultus dentaneum*, hembra, dorsal y lateral. Tomado de Humes & Dojiri (1981).

Figura 7. *Caligus chamelensis*, hembra, dorsal. Tomado de Morales-Serna *et al.* (2014).

Figura 8. *Astrocheres siphunculus*, hembra, dorsal. Redibujado de Bahia *et al.* (2012).

ORGANOS DE LUMINISCENCIA

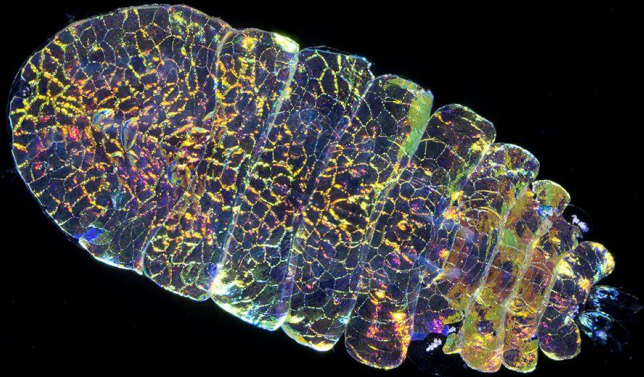


Heterorhabdus papilliger (Claus 1865) 36 pares de glándulas

Metridiidae: cada glándula se compone de dos células fusiformes de coloración diferente que desembocan en un poro común. La mezcla secretada (verdeazulado) es expulsada al agua o forma una nube luminosa difusa pero mantiene un punto delimitado que puede brillar por un minuto.

Gaussia princeps: (T. Scott 1894) (Barnes y Case 1972)

10-12 mm, Costas de California del Sur 350 - 800 m

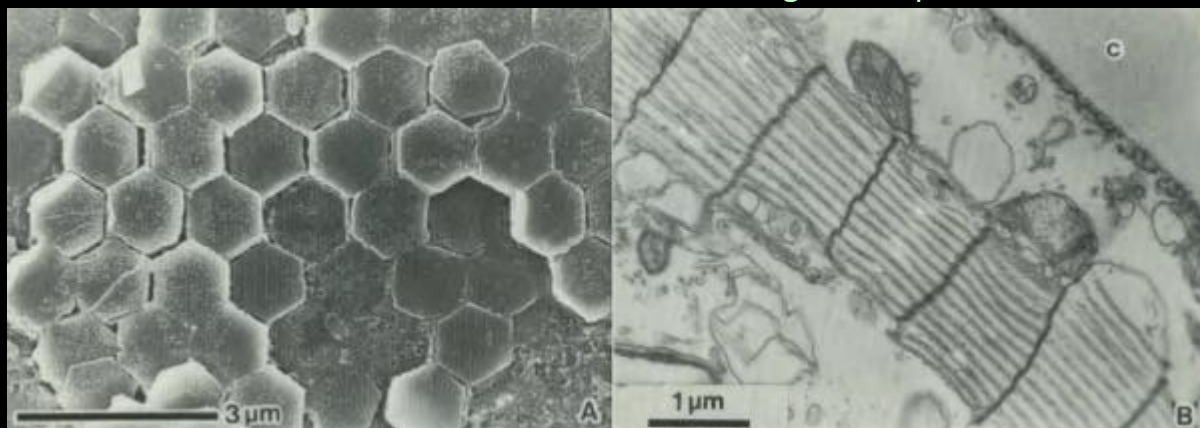


En concreto esta especie se ha descrito como “el animal más bello que jamás hayas visto”. Pertenecen al género Sapphirina, y los machos son capaces de producir un efecto de discoteca reluciendo con azules luminosos, rojos fuego y dorados brillantes. Lo más sorprendente es que además de esto, desaparecen, aparentemente sin esfuerzo, en un instante. Las hembras, en cambio, son parásitos de los tunicados conocidos como salpas

Esta nueva investigación ha sido publicada en la revista Journal of the American Chemical Society, que revela cómo lo hace para aplicarlo en las nuevas tecnologías ópticas.

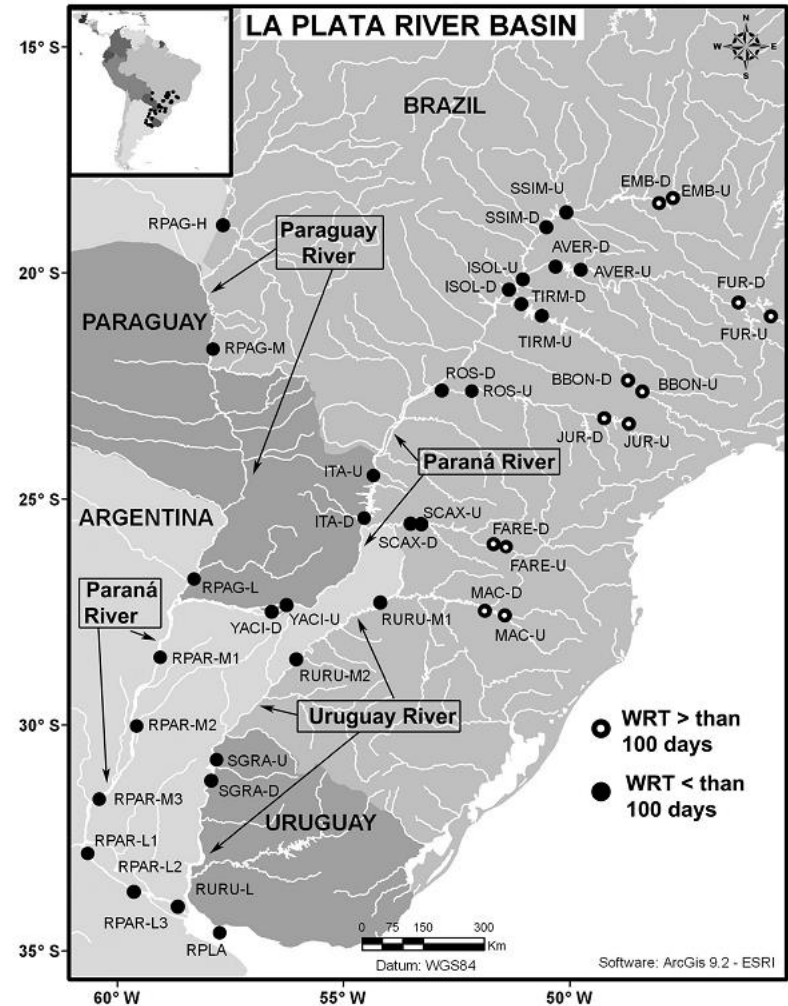
El espesor de la capa de citoplasma, y por tanto, el espacio entre las capas de cristales, es clave en determinar qué ondas de luz se reflejan y por tanto, qué color aparentan tener.

Utilizando la microscopía electrónica de barrido para caracterizar la organización de las capas, descubrieron que mientras que el espesor de las láminas de cristal era mucho más uniforme entre especímenes de diferente color, el espesor del citoplasma variaba entre 50 y 200 nanómetros. Además, el color de estos copépodos también dependía del ángulo en que la luz incidía en los cristales.



Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America)

Gilmar Perbiche-Neves¹, Geoffrey Allan Boxshall², Daniel Previattelli³,
Marcos Gomes Nogueira⁴, Carlos Eduardo Falavigna da Rocha³



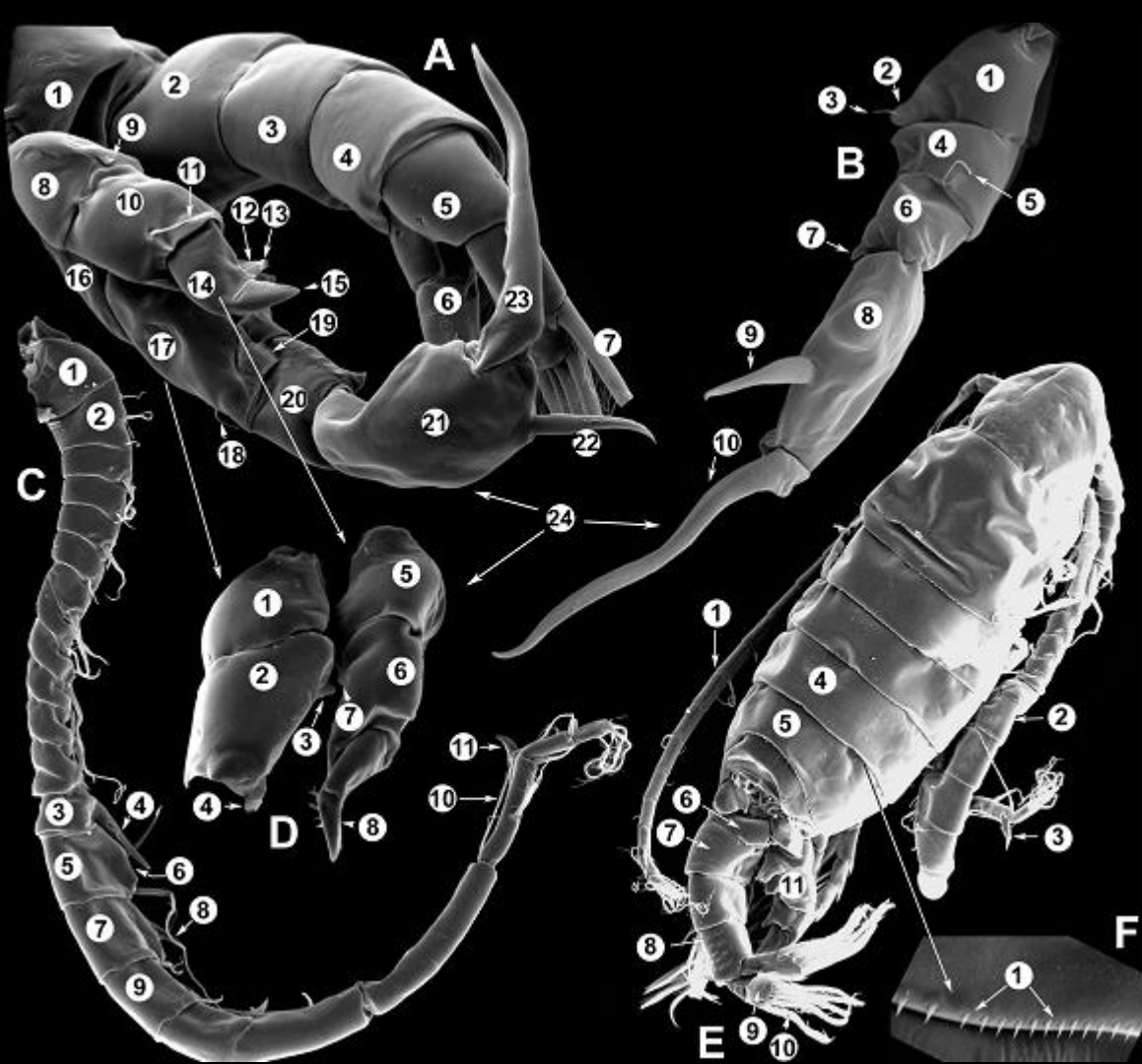


Figure 2. Key to the morphological structures of adult male diaptomids. **A** antero-lateral view of posterior end of prosome, urosome and caudal ramus from left side showing with left leg 5 (P5L) attached, illustrating characters A1 to A23 (Table 2) **B** right fifth leg (P5R), illustrating characters B1–10 (Table 2) **C** Right geniculate antennule (A1R) illustrating characters C1–11 (Table 2) **D** Basal part of fifth legs (P5), illustrating characters D1–8 (Table 2) **E** habitus in dorsal view, illustrating features of body tagmata and caudal rami (Table 2, characters E1–11) **F** Dorsal view of posterior margin of Ped4, showing row of spinules.

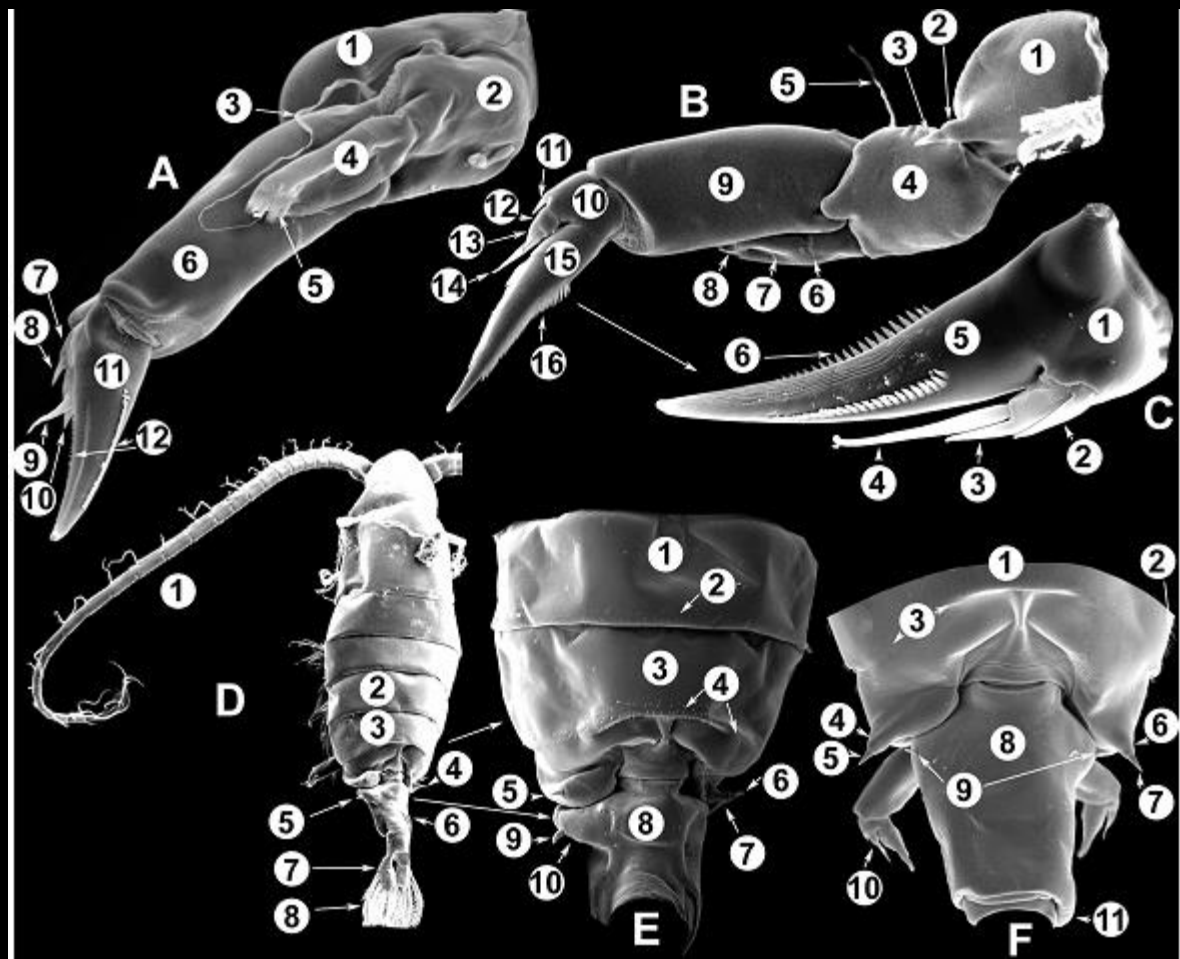
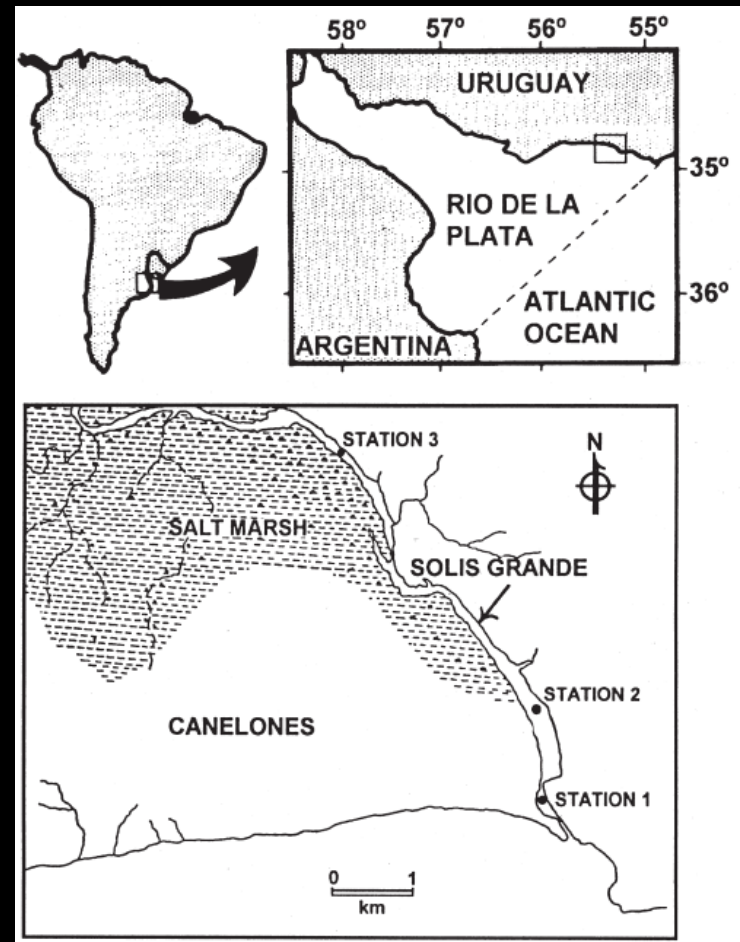
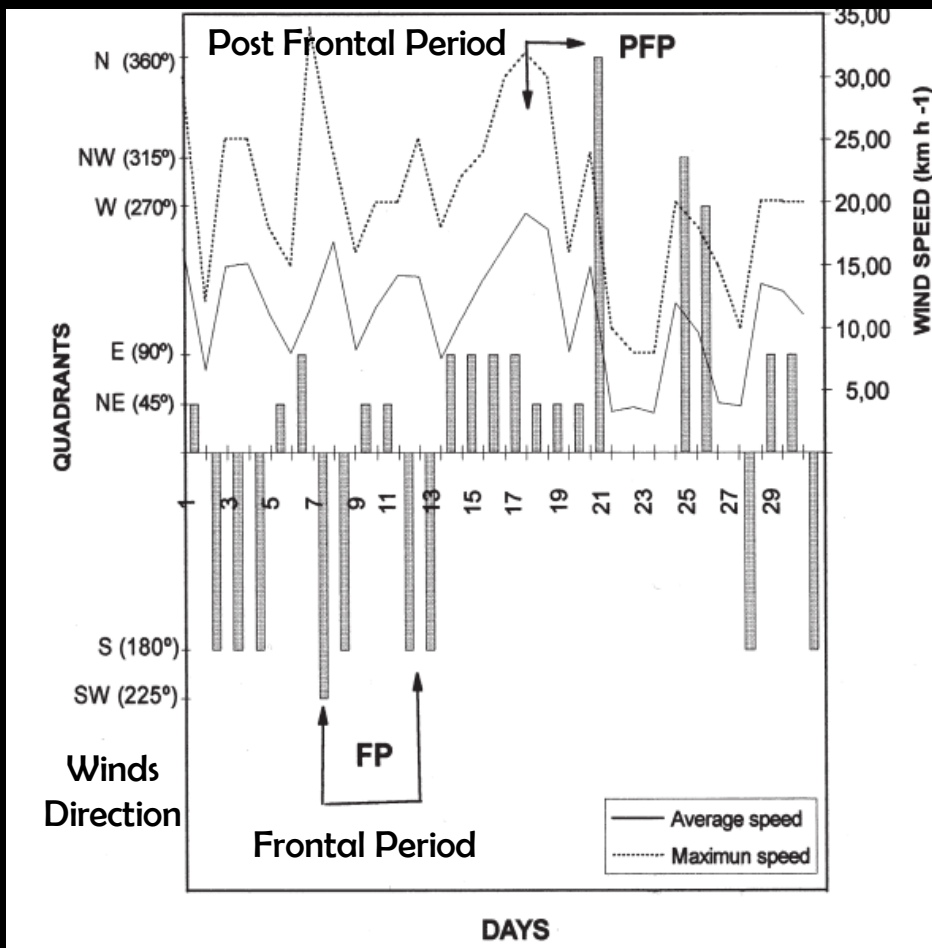


Figure 3. Key to the morphological structures of adult female diaptomids. **A** Caudal view of left fifth leg (P5L), illustrating characters A1–12 (Table 3) **B** Frontal view of left fifth leg (P5L) illustrating characters B1–16 (Table 3) **C** Second and third exopodite segment and terminal claw of right fifth leg (P5R), illustrating characters C1–6 (Table 3) **D** habitus in dorsal view, illustrating features of body tagmata and caudal rami (Table 3, characters D1–8) **E** Dorsal posterior part of prosome and genital double-somite, illustrating characters E1–10 (Table 3) **F** Posterior part of prosome and genital double-somite, illustrating characters F1–11 (Table 3).

Wind effect as forcing factor controlling distribution and diversity of copepods in a shallow temperate estuary (Solis Grande, Uruguay)*

M. GÓMEZ-ERACHE, W. NORBIS, and D. BASTRERI

Instituto de Biología, Sección Oceanografía, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, Montevideo.
 Fax: (005-982) 525 8617. E-mail: mge@fcien.edu.uy



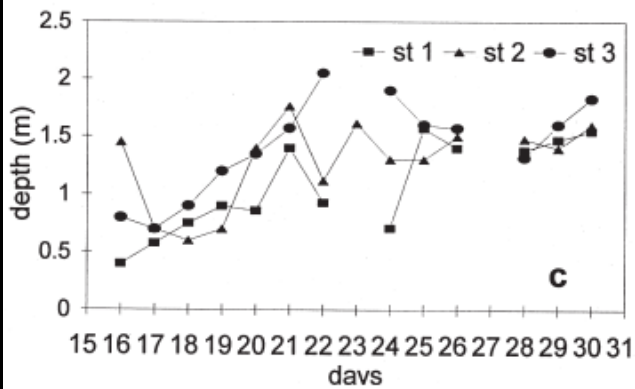
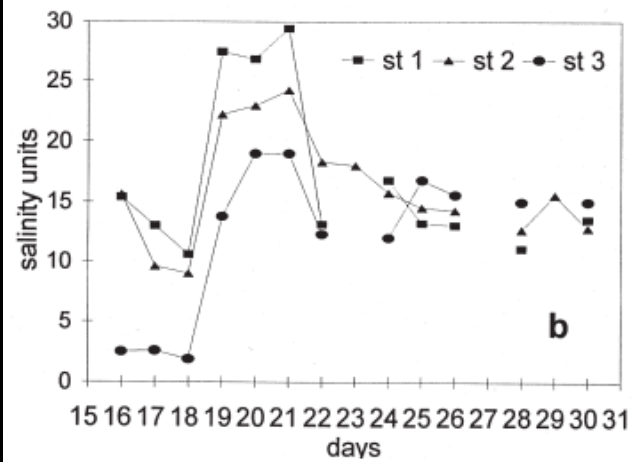
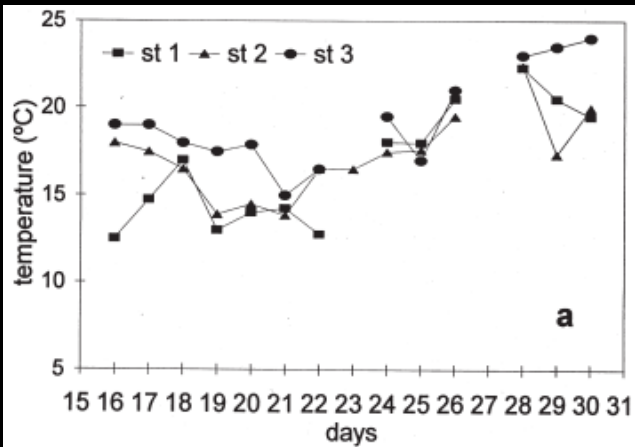


TABLE 1. – Environmental variables registered along the studied period at the 3 stations and results of Student t-test for testing the differences between surface and bottom (STD: standard deviation; ns: $p>0.05$).

Environmental variable	Surface			Bottom			t-value
	Mean	STD	N	Mean	STD	N	
Station 1							
Temperature	17.17	3.343	13	15.71	3.389	13	1.106ns
Salinity	16.74	6.649	13	18.92	7.997	13	0.757ns
Station 2							
Temperature	17.757	2.467	14	16.757	2.314	14	1.105ns
Salinity	15.771	5.335	14	16.455	5.285	14	0.382ns
Station 3							
Temperature	19.031	2.7376	13	17.931	2.785	13	1.105ns
Salinity	13.001	5.7853	13	13.301	5.617	13	0.134ns

TABLE 2. – Results for species Mann-Whitney test (MW) for testing the differences between surface and bottom sampling (in all cases $p>0.05$).

Species	MW test	Sig. level
<i>Acartia tonsa</i>	0.0024	0.9604
<i>Paracalanus parvus</i>	1.1115	0.2918
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	3.9878	0.0658
<i>Oithona nana</i>	1.5702	0.2102
<i>Oithona simplex</i>	1.3611	0.2433
<i>Euterpina acutifrons</i>	2.1005	0.1472

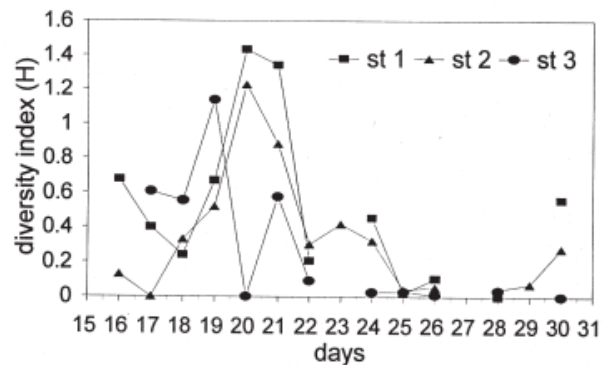


FIG. 4. – Changes of the diversity H by sampling stations.

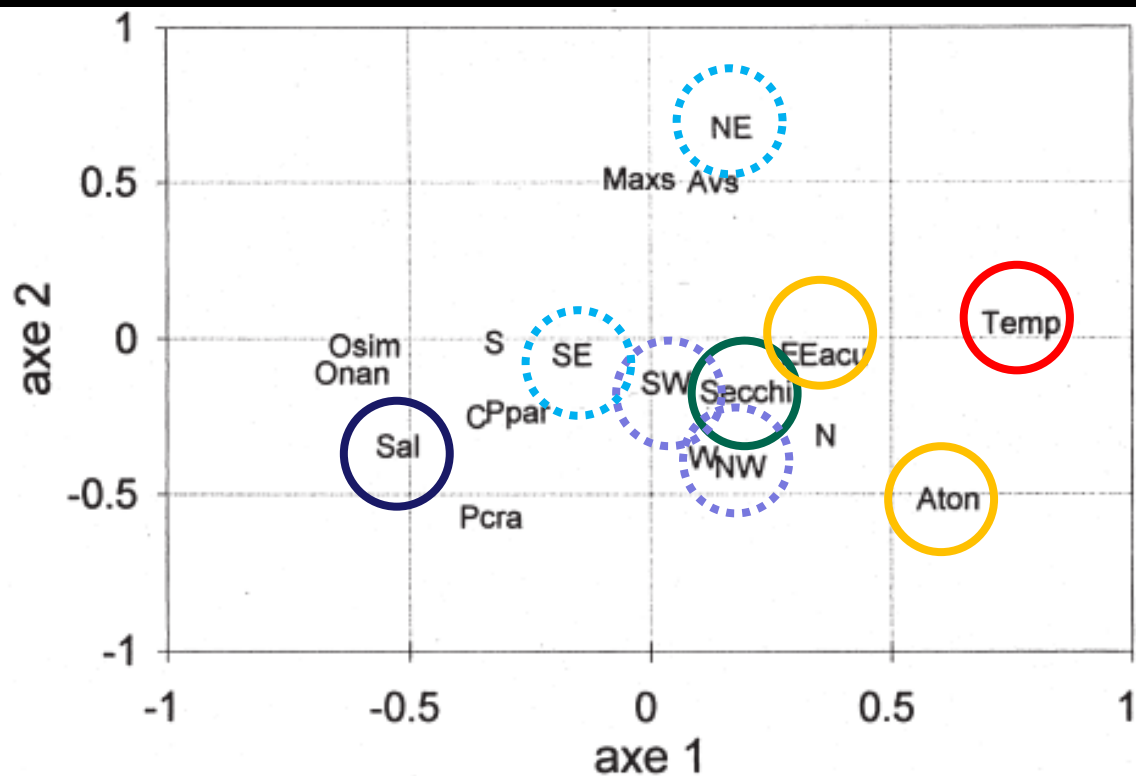
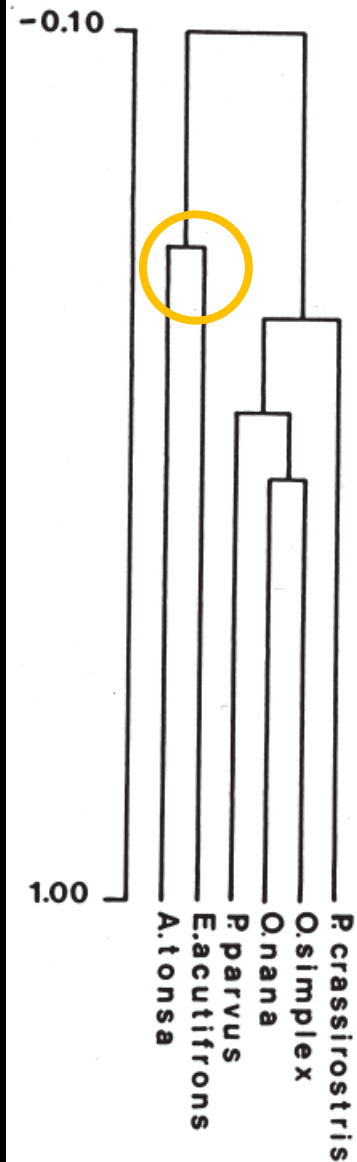


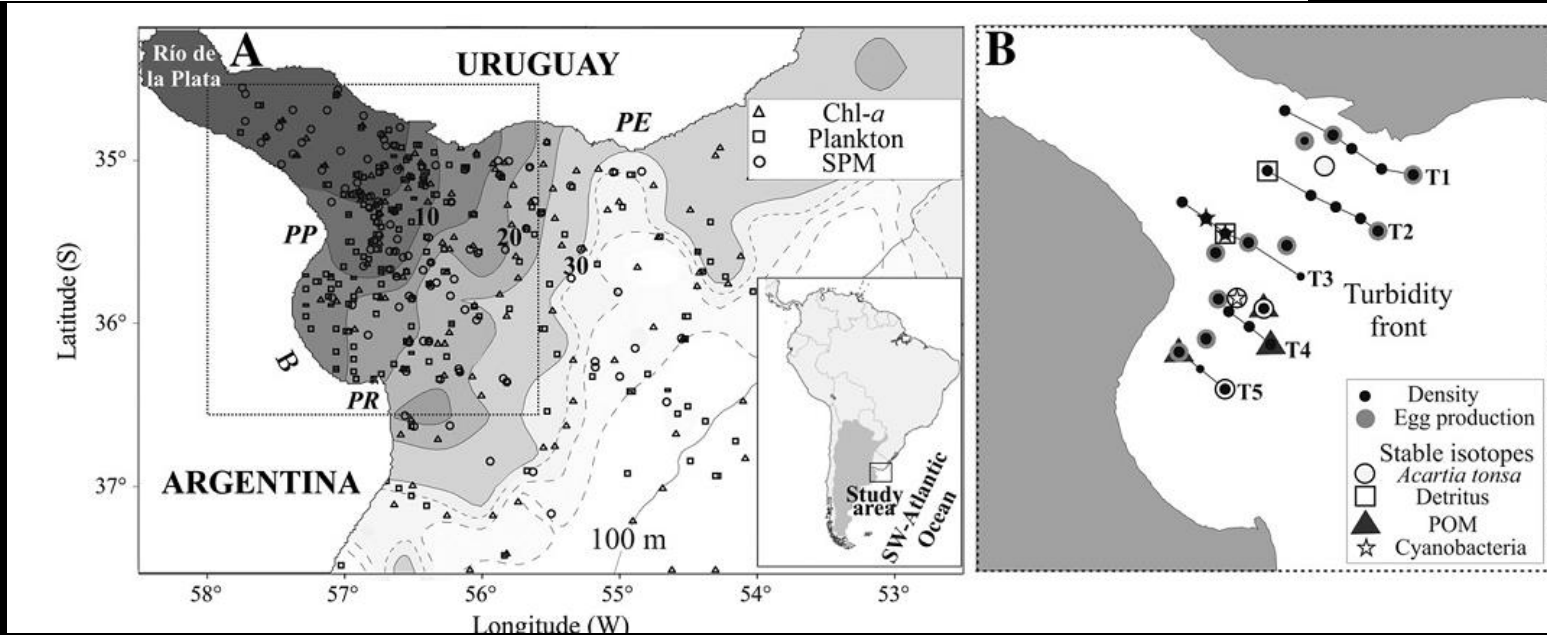
FIG. 6. – Ordination results from RA of copepods species and environmental conditions. The environmental variables are: temperature (TEM), salinity (SAL), depth of Sechii disk (SEC), occurrence of calms (C), daily average speed (Avs) and daily maximum speed (Maxs), and persistence of winds in sectors north (N), north-east (NE), north-west (NW), south (S), south-west (SW), south-east (SE), east (E), and west (W). The species represented are: *O. simplex* (Osim), *O. nana* (Onan), *P. parvus* (Ppar), *P. crassirostris* (Pcra), *E. acutiformis* (Eacu), and *A. tonsa* (Aton).



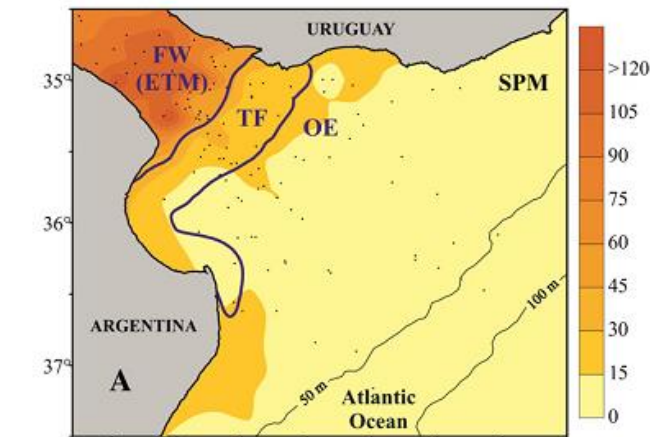


The turbidity front as a habitat for *Acartia tonsa* (Copepoda) in the Río de la Plata, Argentina-Uruguay

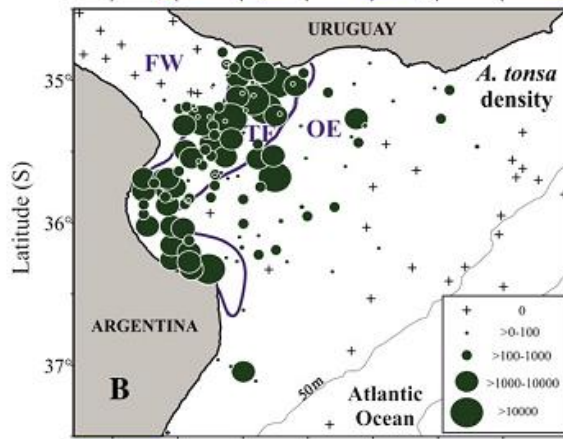
Carla Derisio ^{a,b,*}, Mara Braverman ^{a,b}, Esteban Gaitán ^{a,b}, Constanza Hozbor ^a, Fernando Ramírez ^a, José Carreto ^a, Florencia Botto ^b, Domingo A. Gagliardini ^{c,d,e}, E. Marcelo Acha ^{a,b}, Hermes Mianzan ^{a,b}



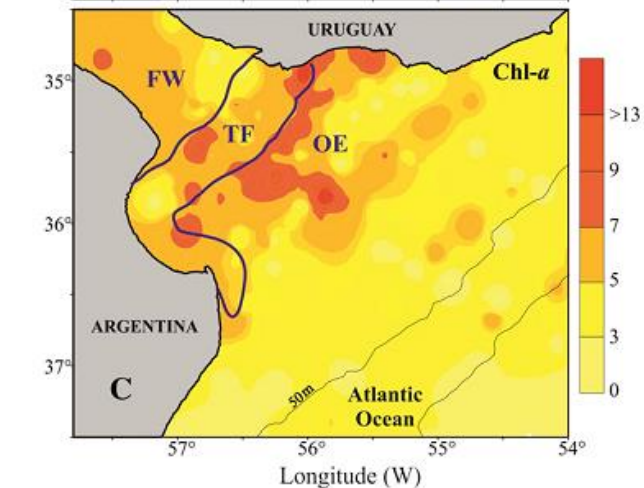
- A) The Río de la Plata estuarine zone and neighbor shelf waters. Mean surface salinity distribution for spring–summer. Symbols represent historical sampling effort (samples: Chl-*a*, plankton and SPM). PP: Punta Piedras, SB: Samborombón Bay, PR: Punta Rasa, PE: Punta del Este. A, redrawn from Guerrero et al. (1997).
- B) Sampling stations in the turbidity front during 10–20 March 2006. Copepod densities were measured at all stations, and *Acartia tonsa* egg production and stable isotopes were measured at some stations. Transects (T1–5).



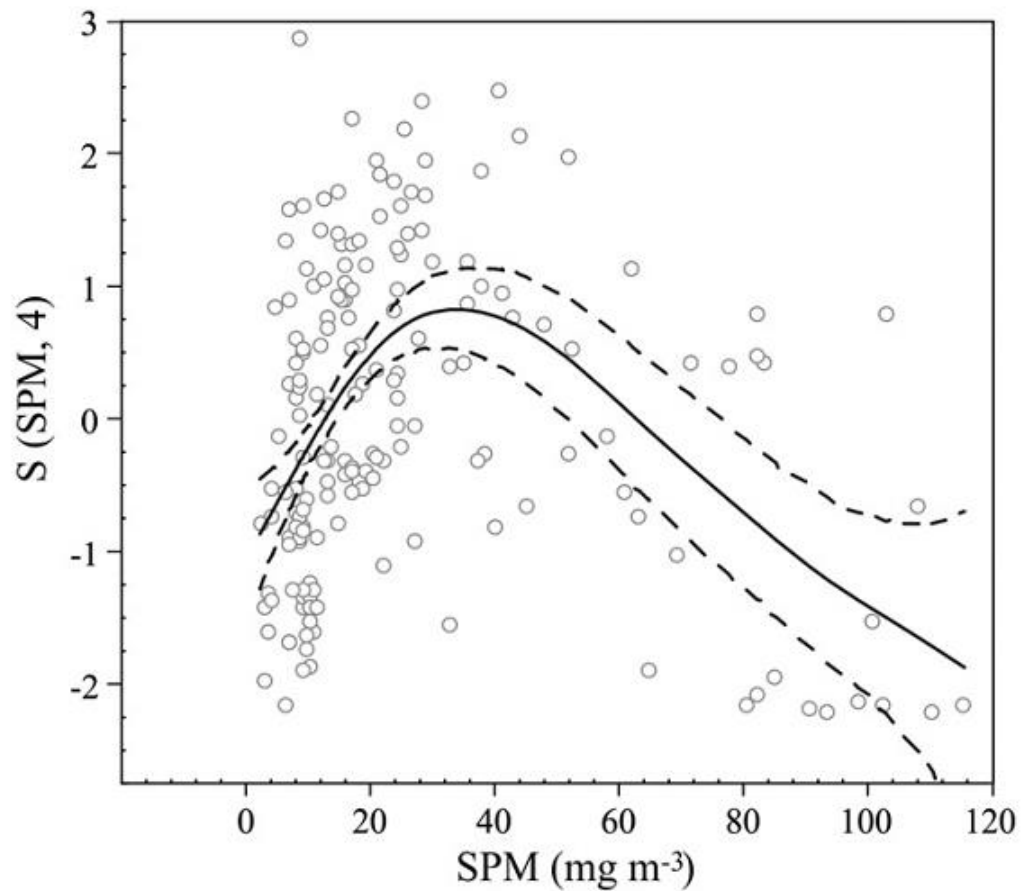
A) Spatial pattern of SPM (scale bar in mg m^{-3}) in the Río de la Plata turbidity front,



B) *Acartia tonsa* (ind m^{-3}) density, and C) Chl-*a* concentration (scale bar in mg m^{-3}).



C) Thick lines border the four defined regions:
 FW: freshwater,
 ETM: estuarine turbidity maximum;
 TF: turbidity front,
 OE: outer estuary.

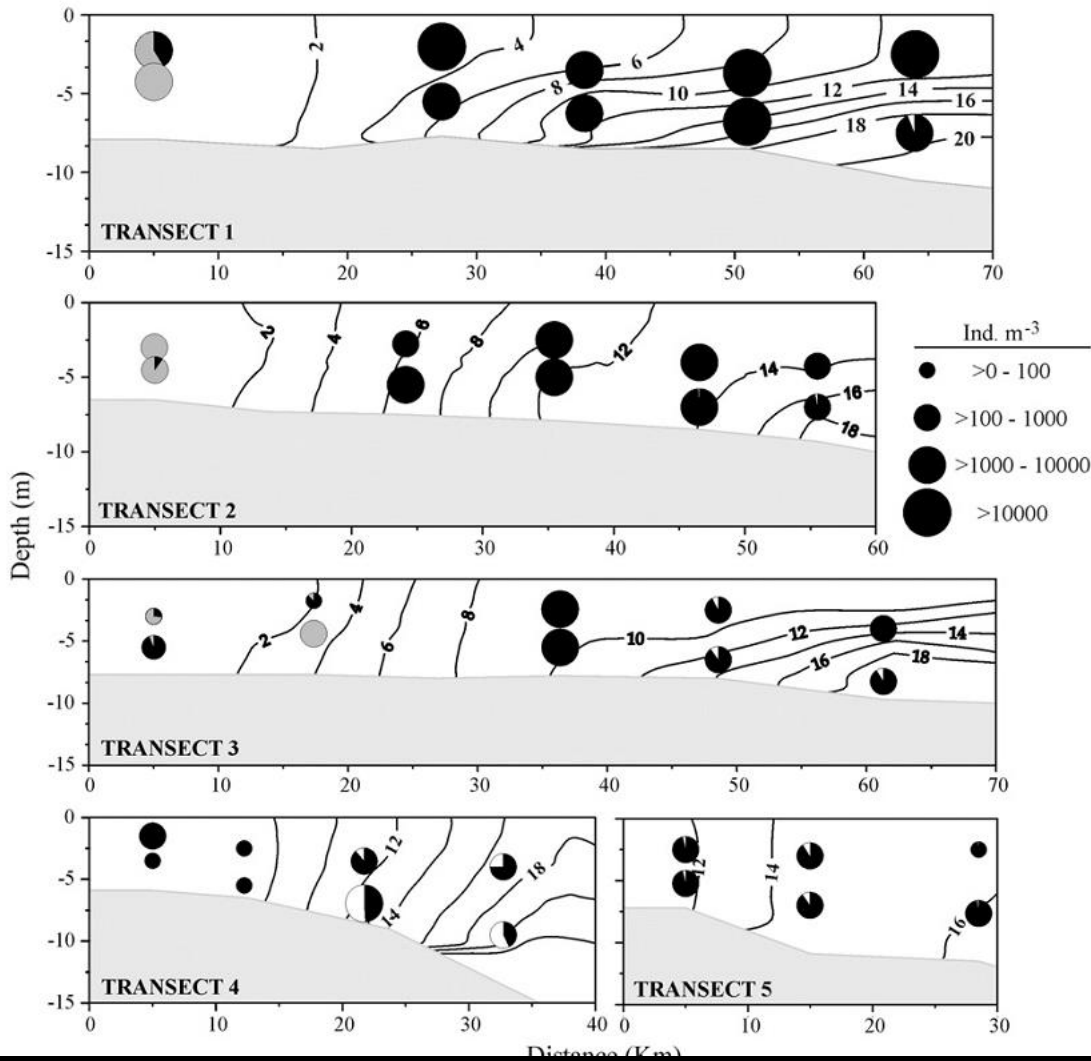


Relationship (solid line) between *Acartia tonsa* abundance [$\log_{10}(x + 1)$] and SPM obtained by generalized additive model.

Dotted line indicates confidence bands (95%).

Circles correspond to the observed values. *S* on the *y*-axis represents the smooth function (spline) for *A. tonsa* abundance and the number next to the variable name is the estimated degrees of freedom.

The model explained 46.5% of the total variance



Copepod densities (values proportional to symbol size) across the turbidity front in a salinity section sampled during a 10–20 March 2006 cruise.

Pie charts illustrate the relative densities of copepod groups at the respective sampling depths

Black: *Acartia tonsa*.

White: marine copepod species.

Light gray: freshwater copepod species).

Group	N _s	N	N _e	Mean EPRs (s.d.)	EPR range	S _s	Density (ind m ⁻³)
A	1	20	9	6.3 (4.6)	1-15	10.6	10,599
	2	20	6	3.5 (3.2)	1-10	3.7	12,768
	3	20	7	2.4 (1.2)	1-4	1.9	264
	4	20	11	4.4 (2.4)	1-8	3.4	1192
	5	20	10	3.1 (2.6)	1-9	7.3	2895
B	6	20	11	14.9 (4.7)	6-24	13	1372
	7	20	13	11.0 (8.1)	2-34	11.1	80,816
	8	20	13	12.7 (5.6)	5-24	8.9	27,781
	9	20	10	11.8 (6.3)	1-25	11.7	267
	10	20	14	12.4 (5.8)	1-24	12.7	372
	11	20	14	12.4 (6.1)	2-25	11.7	3958

Acartia tonsa eggs production rates (EPRs) in the Río de la Plata estuarine zone.

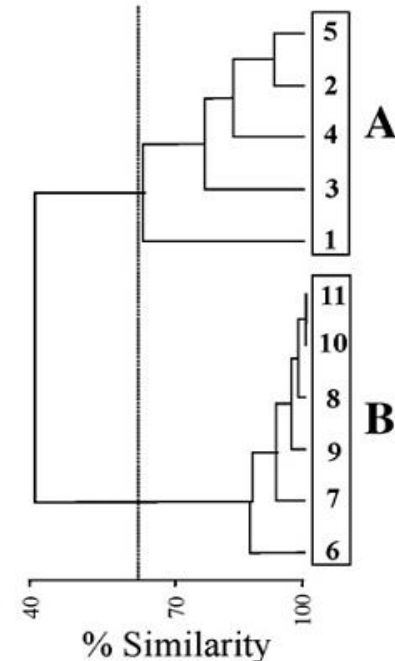
Groups A and B correspond to the cluster analysis.

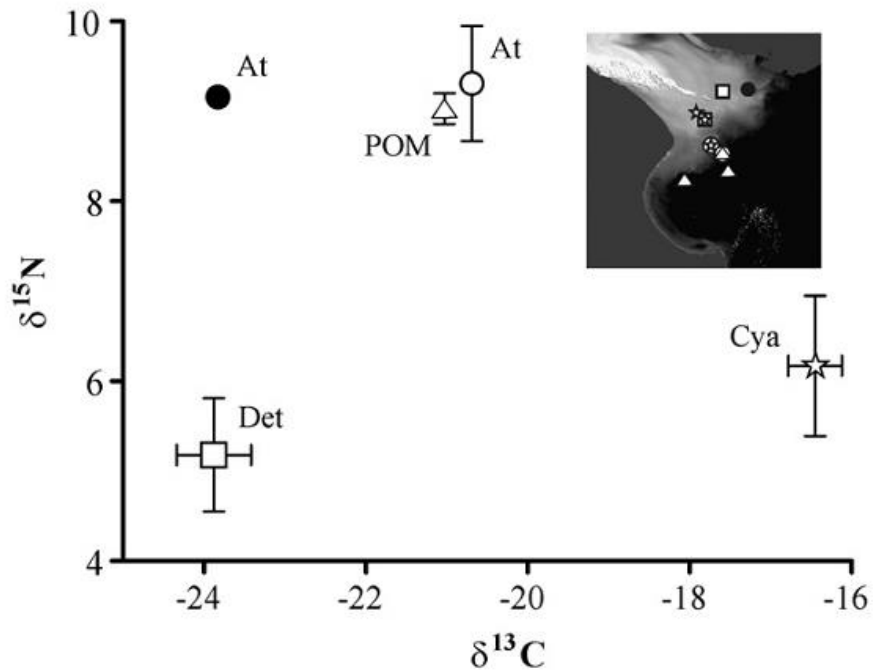
N_s = number of station,
 N = number of females incubated,
 N_e = number of females incubated that released eggs, S_s = surface salinity. Density refers to that estimated in the plankton station where females for incubation were collected.

Satellite image of the Río de la Plata turbidity front obtained with TERRA-MODIS on 19 March 2006. Groups of stations (A and B) with symbol sizes proportional to egg production rates (range: 2.4 to 14.9 eggs female⁻¹ day⁻¹).

The dendrogram shows the clustering of the two groups of stations (A and B) at a 65% similarity level.

PP = Punta Piedras,
 PR = Punta Rasa





Dual plots of the stable isotope values of *Acartia tonsa* and its possible food sources in the Río de la Plata turbidity front.

$\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ are expressed in ‰.

At = *Acartia tonsa*.

Black circles and white circles correspond to results near the estuarine turbidity maximum and the opposite side, respectively.

Cya = cyanobacteria (star),

Det = detritus (square),

POM = particulate organic matter (triangle)