

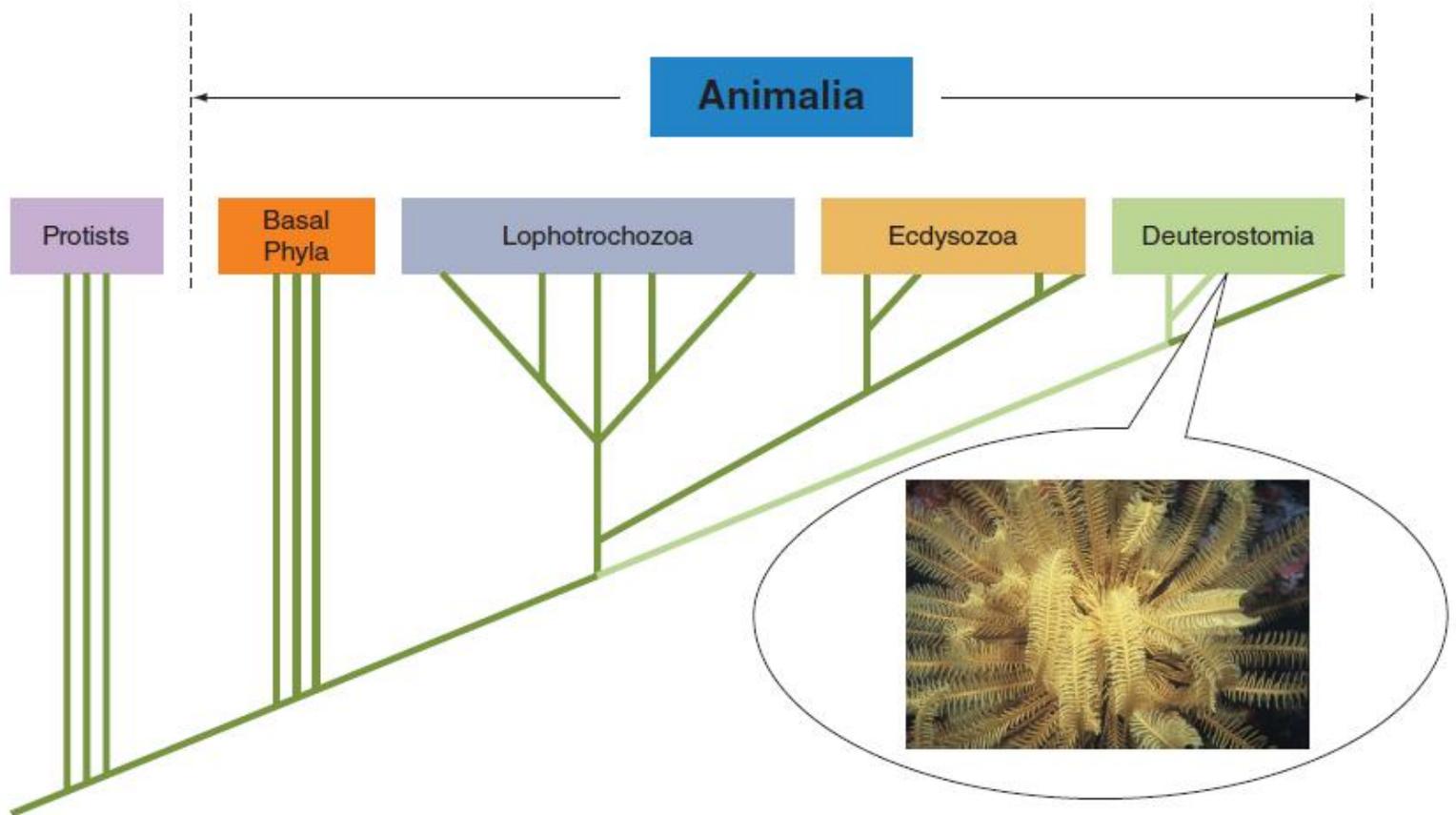


EQUINODERMOS

(Gr.echinos, espinoso; derma, piel)



Relación filogenética de los equinodermos con los otros animales



Características generales

- Son animales exclusivamente marinos
- Incluyen las estrellas de mar, las ofiuras, los erizos de mar, pepino de mar, dólar de mar, lirios de mar.
- Se conocen más de 8.000 especies
- Antiguo grupo de animales que se remontan hasta el cámbrico.
- Han evolucionado de animales con simetría bilateral, ya que sus larvas tienen simetría bilateral.
- Con hábitos bentónicos y se distribuyen desde ambientes intermareales hasta fondos profundos y en diferentes latitudes.
- En Argentina se registran más de 130 especies en la mayoría pertenecientes a las clases Asteroidea y Ophiuroidea
- Casi todos de vida libre, algunos comensales.

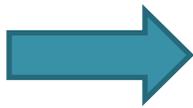
Características diagnósticas

- **Endoesqueleto dérmico formado por osículos calcáreos**, derivado del mesodermo
- **Sistema Vascular Acuífero** (Es una serie de canales llenos de líquido, derivado de un par de compartimentos celomáticos que se forma durante el desarrollo embrionario) con **una placa madreporita y pies ambulacrales**.
- **Simetría radial pentámera en adultos** y las formas larvarias son siempre bilaterales
- **Tejido conectivo mutable**: cambio de consistencia del cuerpo es decir pasar de un estado rígido a otro flexible. La rigidez y fluidez pueden ser rápidamente alterados por el sistema nervioso. Defensa, alimentarse, para entrar y sujetarse en refugios y para reproducirse asexualmente.
- Sistema hemal derivado de cavidades celómicas
- Sistema nervioso que consta de una red nerviosa, un anillo nervioso y nervios radiales.

PATRON ARQUITECTONICO DE LOS EQUINODERMOS

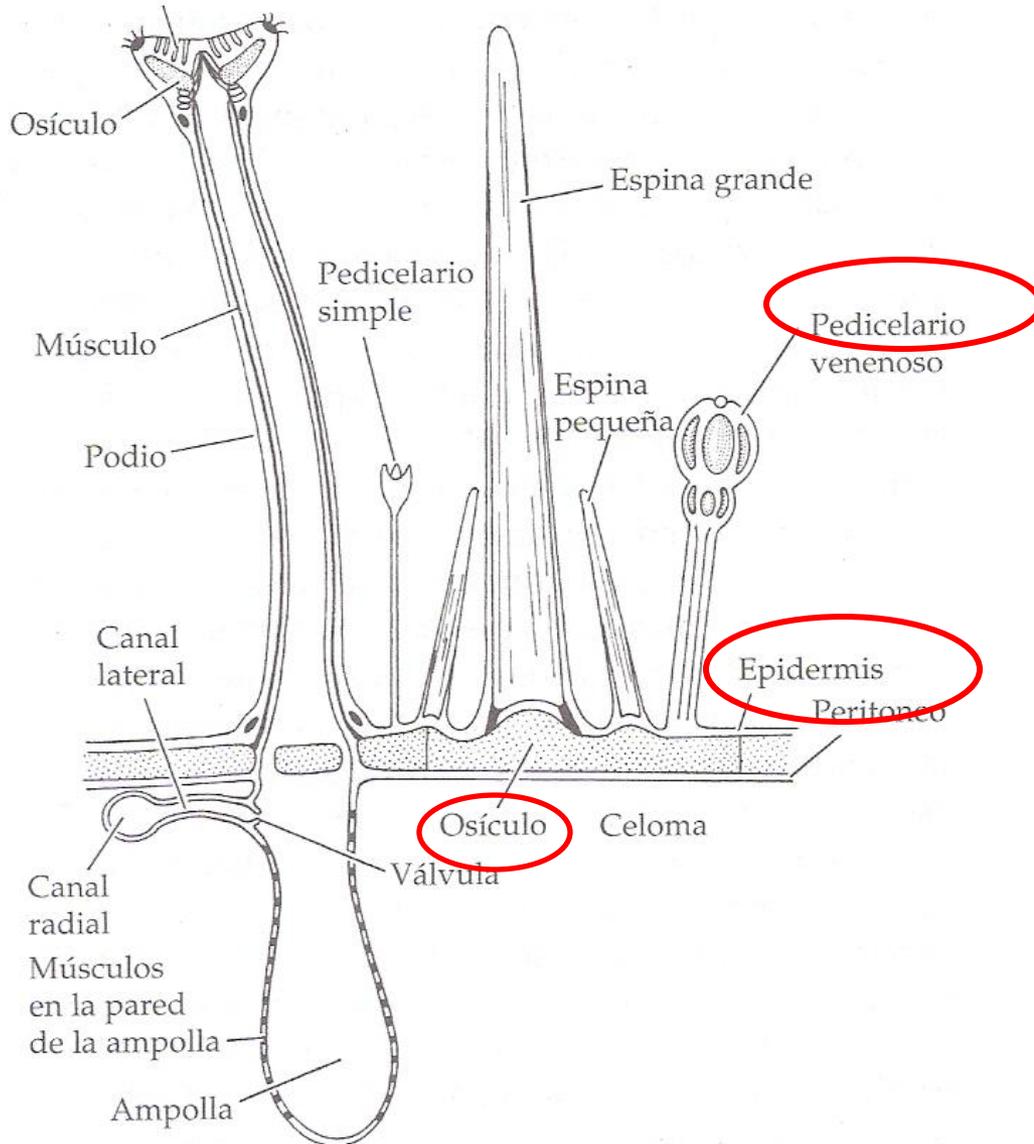
- ❖ **Modelo de organización:** órganos y sistemas
- ❖ **Tamaño corporal:** menos de 1 cm(ofiuras) hasta 2 m (pepinos de mar)
- ❖ **Forma corporal:** redondeada, cilíndrica, estrellada
- ❖ **Simetría:** bilateral en larvas, radial pentámera secundaria en adultos.
- ❖ **Cefalización:** sin cabeza. Se identifica una zona oral donde se encuentra la boca y una zona opuesta denominada aboral(contacto con el sustrato). Pocos órganos sensoriales. Sistema nervioso con un anillo circumural y nervios radiales
- ❖ **Cuerpo sin segmentar**
- ❖ **Cavidad del cuerpo:** celomados enterocélicos. Extenso celoma que forma la cavidad perivisceral y la del aparato acuífero.
- ❖ **Hojas embrionarias:** triblásticos
- ❖ **Origen de la boca:** deuterostomados (formación secundaria de la boca)

Características



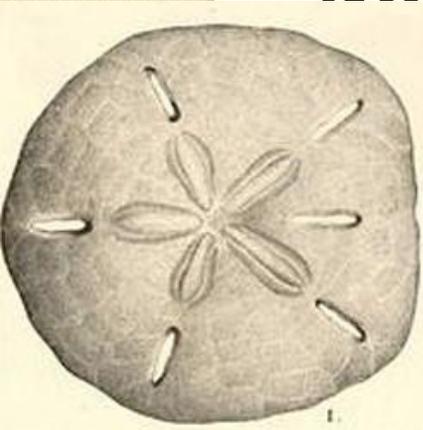
Estructura de la pared del cuerpo de los equinodermos

(A) Glándulas mucosas

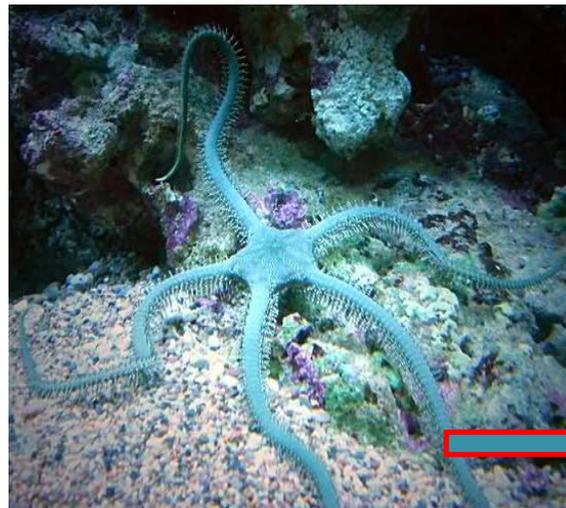


❖ El cuerpo de los equinodermos está cubierto por una epidermis, debajo una dermis derivada del mesodermo, que contiene los elementos esqueléticos denominados **osículos**, que formará el endoesqueleto calcáreo (carbonato de calcio).

❖ Endoesqueleto dérmico formado por osículos calcáreos, derivado del mesodermo



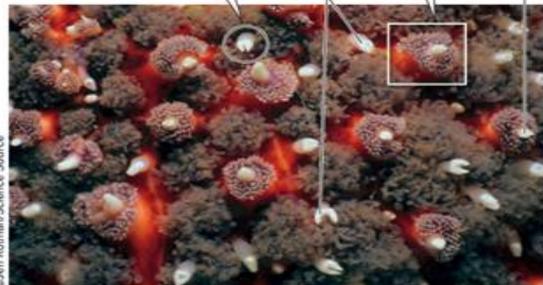
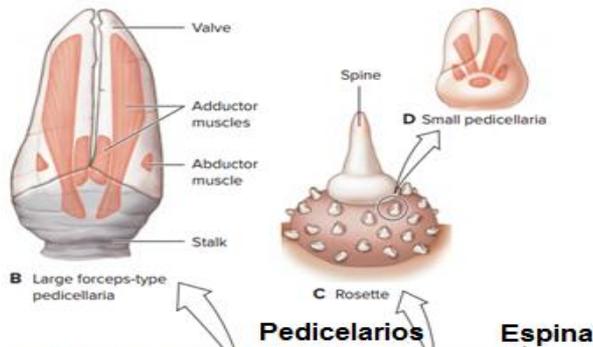
En los erizos, dólar de arena los osículos se unen y forman un **caparazón**



En los pepinos de mar los osículos están incrustados en la dermis.

En las ofiuras cada segmento del brazo contiene un osículo central llamado **vertebra**.

- Cuerpo cubierto por espinas

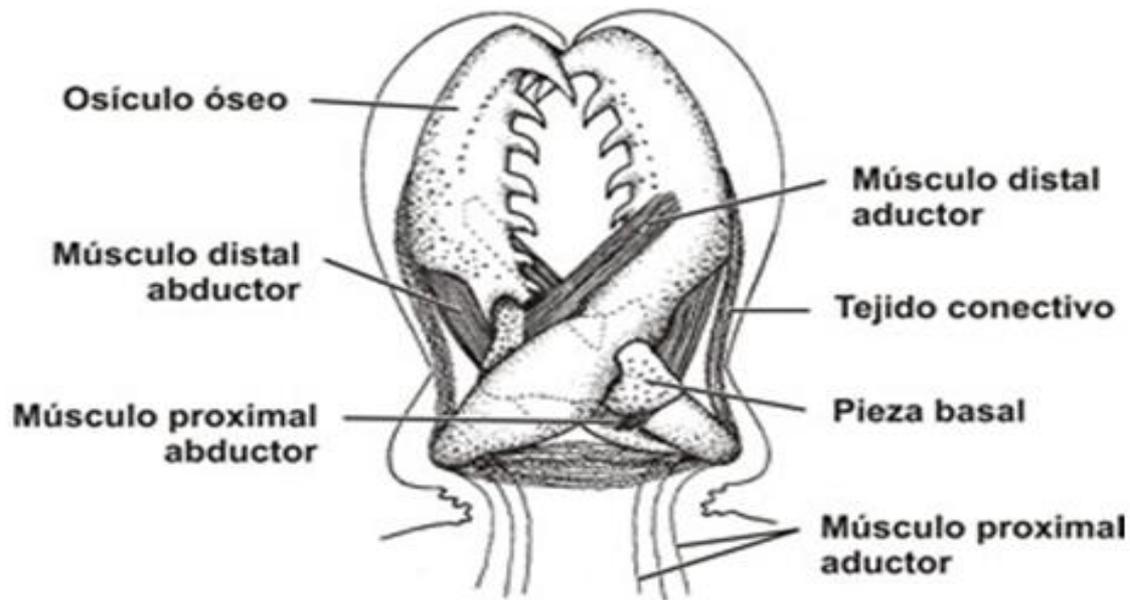


Durante la formación del esqueleto se producen tubérculos, diversos tipos de espinas fijas o móviles.

► En algunos grupos como los asteroideos y equinoideos el esqueleto también forma estructuras llamadas: **Pedicelarios.**

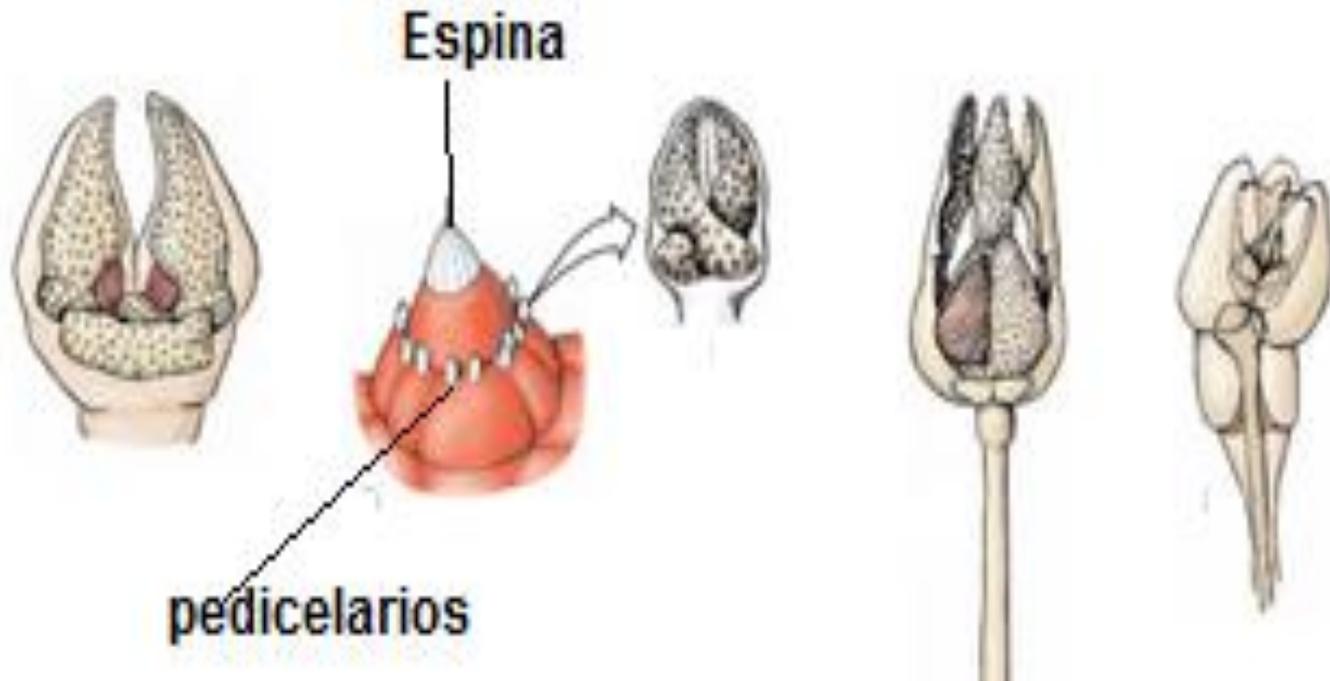


Son apéndices en forma de pinzas provistos de valvas que se mueven por medio de músculos.



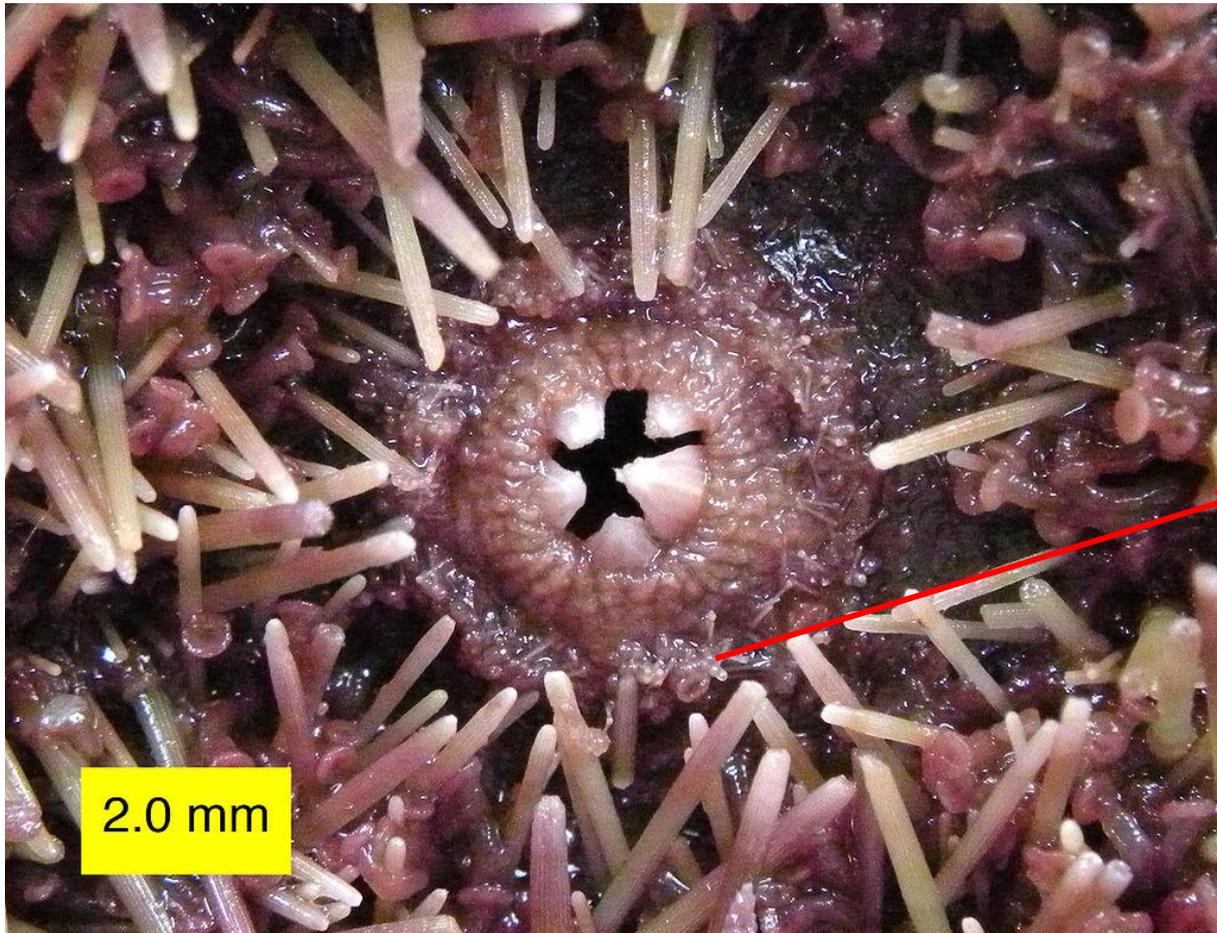
Función de los pedicelarios:
limpieza,
defensa,
capturar presas,
absorción de nutrientes del agua.

Tipos de Pedicelarios de estrella de mar y de erizos de mar



Los pedicelarios difieren en sus detalles estructurales, tamaño, distribución en el cuerpo. Algunos se elevan sobre pedúnculos, mientras que otros se asientan directamente sobre la superficie corporal pueden estar aislados o en grupos.

Membrana peristomial de un erizo de mar



**Pedicelarios
bucales**

2.0 mm

❖ El celoma esta bien desarrollado en la mayoría de los grupos, se forma por enterocelia.

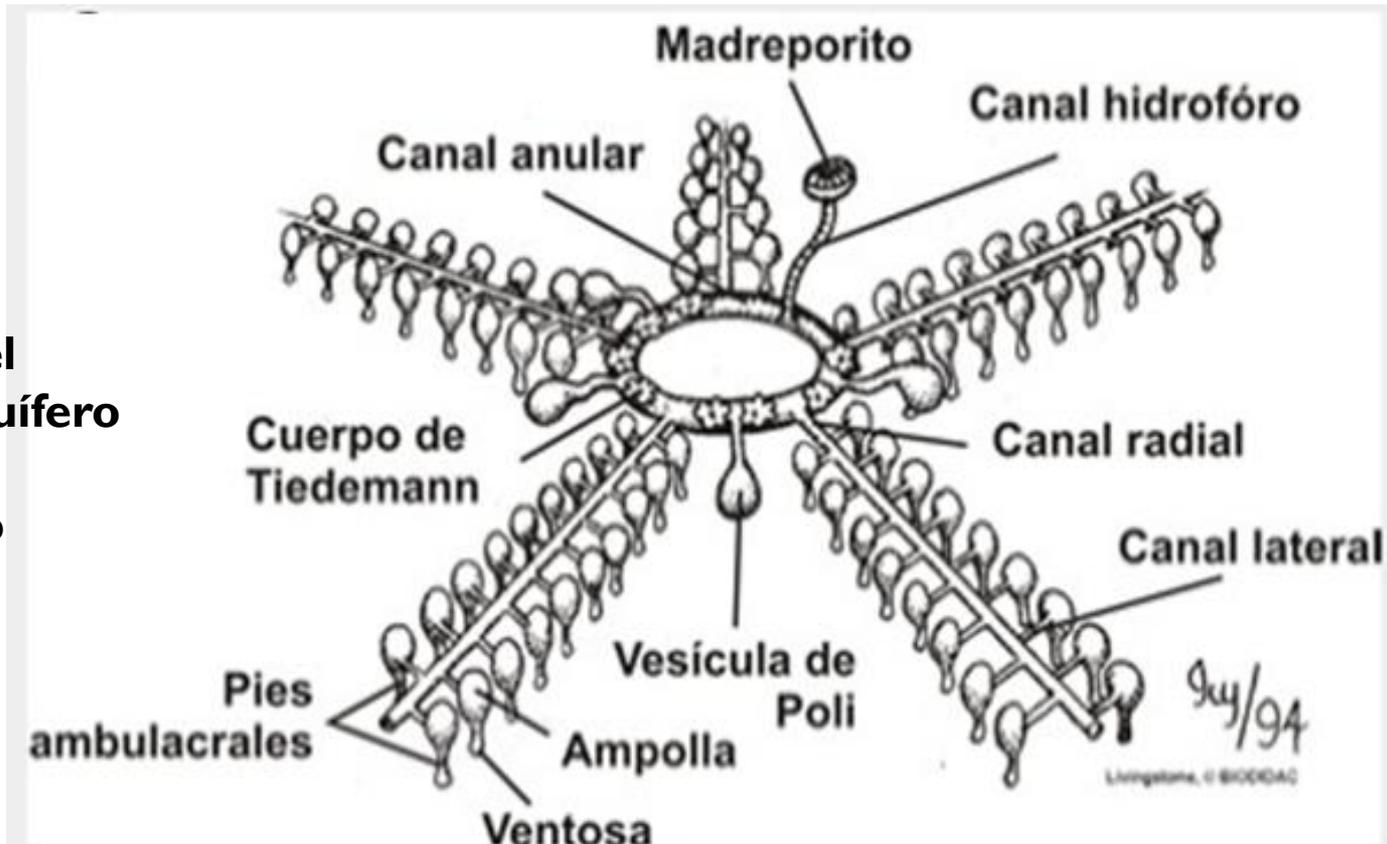
❖ Se describen derivados celomáticos por ejemplo:

sistema vascular acuífero, el revestimiento de las gónadas y ciertos senos neurales,

❖-Sistema Vascular Acuífero

-Es una serie de canales llenos de líquido, derivado de un par de compartimentos celomáticos que se forma durante el desarrollo embrionario) con **una placa madreporito y pies ambulacrales.**

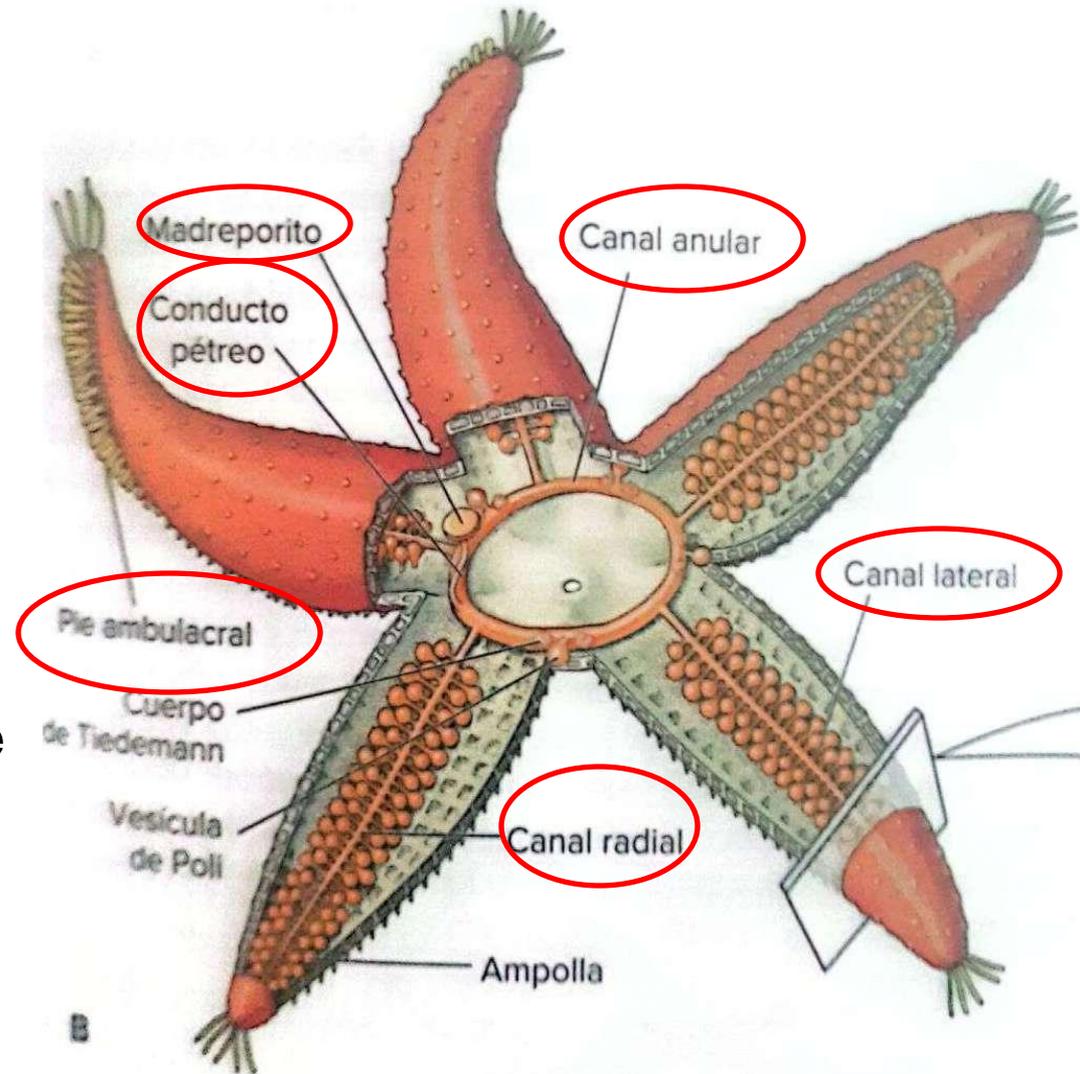
Estructura general del sistema acuífero en un Asteroideo



❖ El sistema vascular acuífero está formado por una serie de canales y apéndices de la pared del cuerpo.

❖ El líquido del sistema vascular acuífero es semejante al agua del mar, excepto por la presencia de **celomocitos** compuestos orgánicos como proteínas, iones de potasio.

❖ Recorrido del líquido por el aparato acuífero: madreporito-conducto pétreo-canal anular-canales radiales-canales laterales-pies ambulacrales.

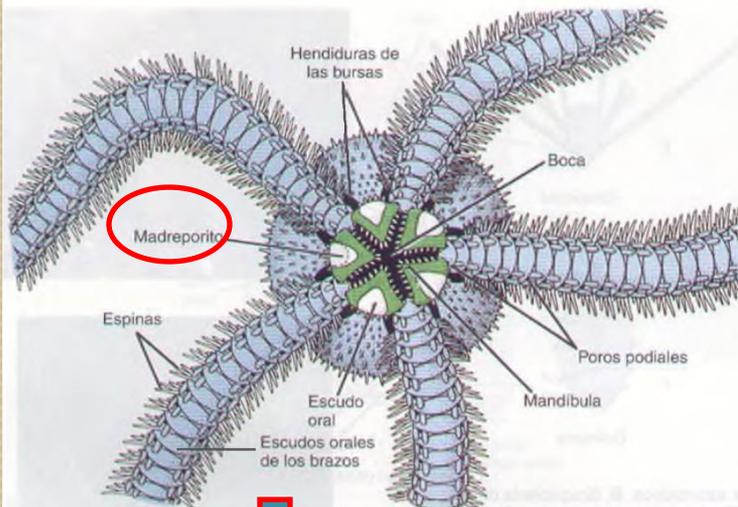


Sistema vascular acuífero de una estrella de mar

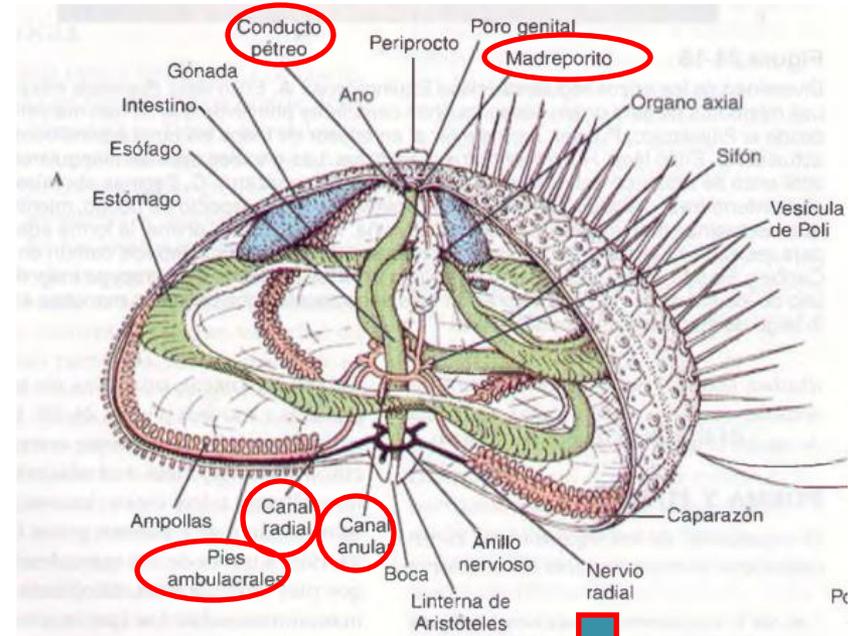
- ❖ Los canales están llenos de líquido
- ❖ Funciona como un sistema hidráulico durante la locomoción.
- ❖ En el canal anular se encuentran los **cuerpos de Tiedemann**, que se encargan de la producción de celomocitos, y las **vesículas de Poli**, son depósitos de reserva de líquido y sirven para regular la presión interna del sistema acuífero

Función del sistema vascular acuífero:

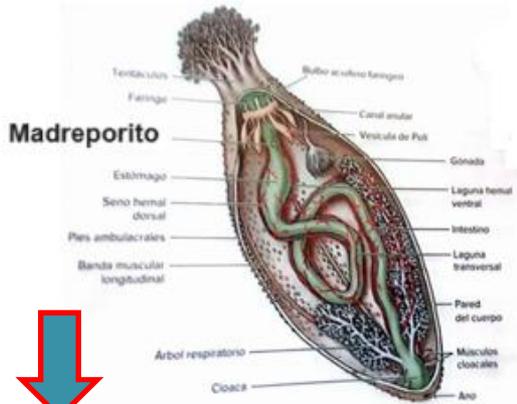
- ❖ Locomoción**
- ❖ Alimentación**
- ❖ Intercambio gaseoso**
- ❖ Excreción**



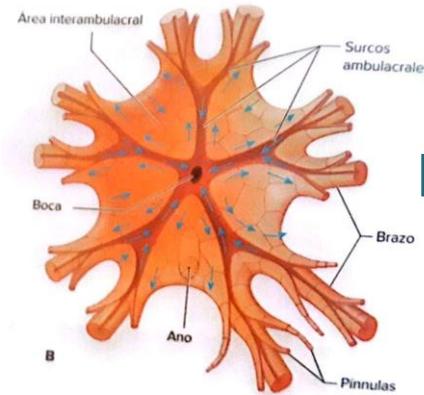
En un ofiuroido el madreporito esta en el interambulacro región oral.



En un erizo de mar el madreporito se ubica en la región aboral



En los pepinos de mar El madreporito es interna.



En los crinoideos el sistema vascular funciona solo con liquido celomático. No tienen madreporito externo.

❖ Simetría radial pentámera secundaria en adultos y las formas larvarias son siempre bilaterales



Bipinnaria

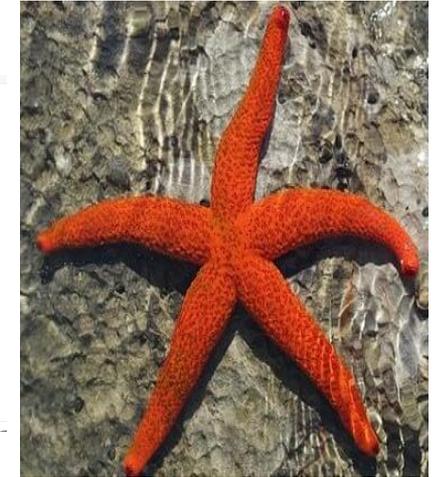


Braquiolaria



Ofioplúteo

Larva de ofiuroides



Equinoplúteo

Larva de equinoideos



Auricularia

Larva de holoturoideos



Doliolaria

Larva de crinoideos



Simetría bilateral superficial

❖ **Presencia de Tejido conectivo mutable:**

- ✓ Cambio de consistencia del cuerpo es decir pasar de un estado rígido a otro flexible.
- ✓ La rigidez y fluidez pueden ser rápidamente alterados por el sistema nervioso.
- ✓ Esta relacionado con la defensa, alimentarse, para entrar y sujetarse en refugios y para reproducirse asexualmente.

□ **-Tejido conectivo mutable:**

Erizos de mar en las grietas de las rocas



Autotomía de los brazos en ofiuras



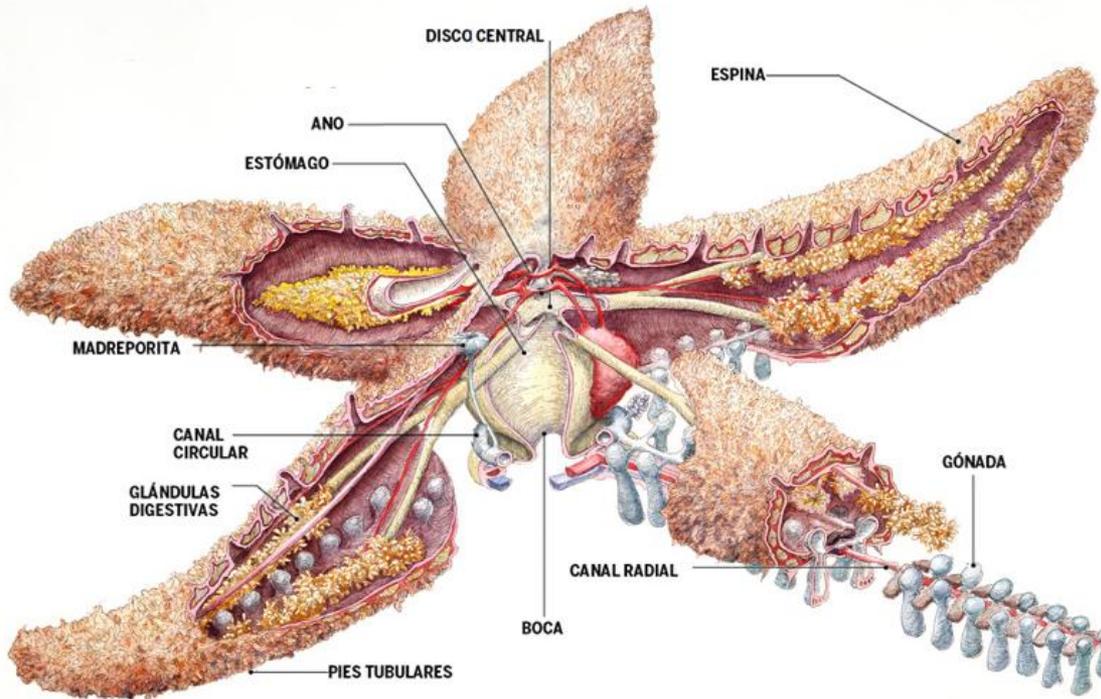
Estrella de mar alimentándose de una almeja



Liberación de túbulos de Cuvier en pepinos de mar

SISTEMA DIGESTIVO

En la mayoría de los grupos de los equinodermos el sistema digestivo es completo, a excepción de la ofiuras que carecen de ano.

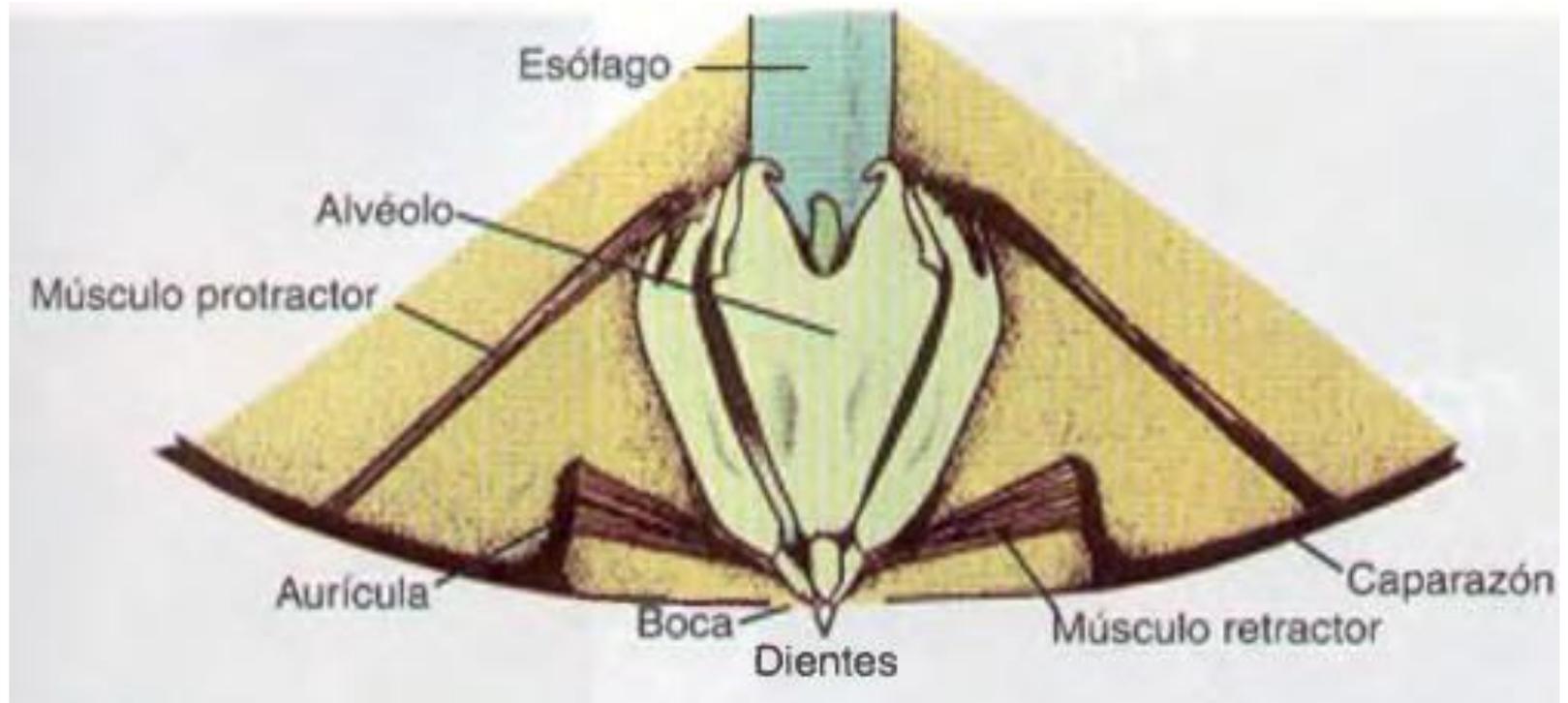


Sistema digestivo de una estrella de mar



Las estrellas de mar La mayoría son carroñeros o carnívoros y se alimentan de toda clase de invertebrados.

- ❖ En la mayoría de los erizos de mar regulares la alimentación depende de un complejo sistema de osículos y músculos (**Linterna de Aristóteles**)
- ❖ Es un aparato masticador y raspador de los erizos de mar, utilizan para raer algas del sustrato y para triturar el alimento.

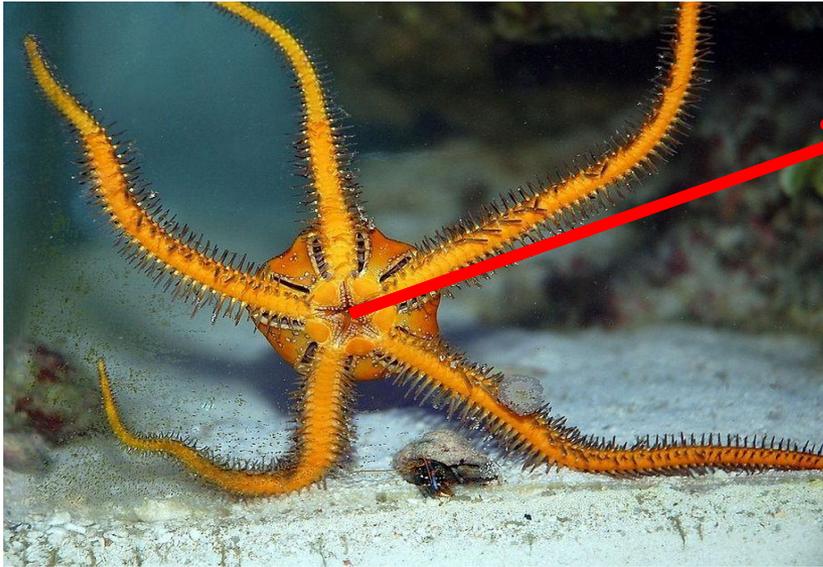




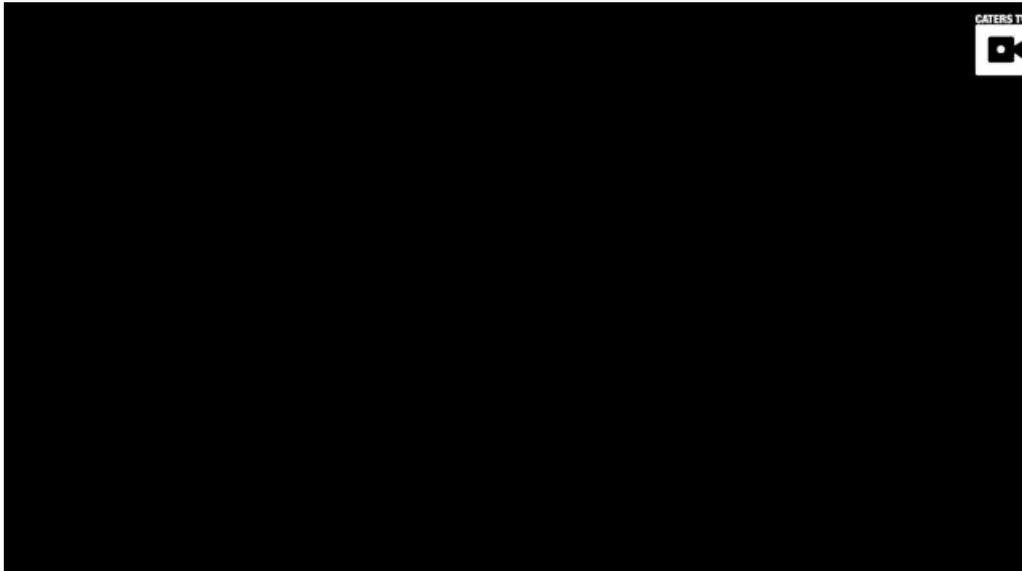
Los pepinos de mar tienen la boca rodeado de tentáculos, con los cuales capturan los nutrientes en suspensión.



Liberación de túbulos de Cuvier (túbulos ciegos y pegajosos) por el ano como un mecanismo de defensa.



La estrella serpiente solo tiene boca, carece de ano.



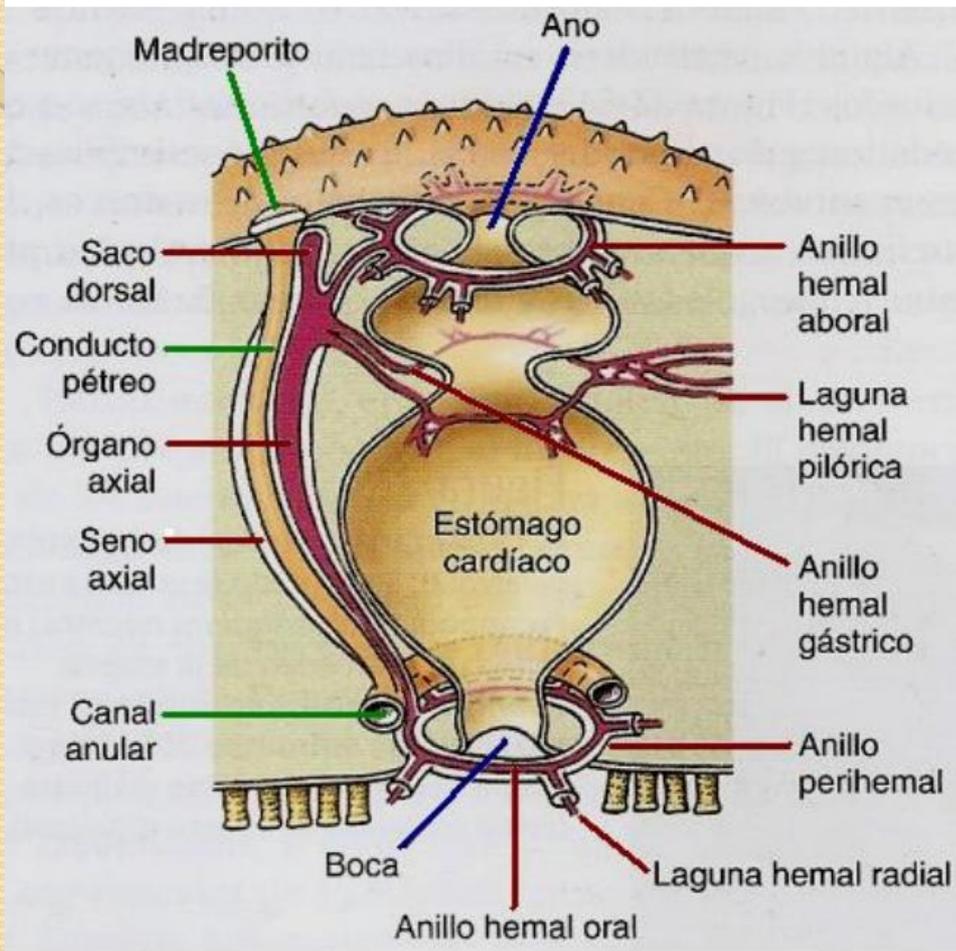
Alimentación de los crinoideos(pluma de mar)



Se alimentan de material en suspensión en el agua

Sistema circulatorio

El sistema circulatorio forma un **sistema hemal**



- ❖ El sistema hemal es un conjunto de conductos y espacios en su mayor parte encerrados en el interior de canales celomáticos denominados senos perihemales.

- ❖ Esta formado por el **órgano axial** esponjoso, alojado en su propio compartimiento celómico y conectado con dos anillos hemales, uno oral y otro aboral.

- ❖ El líquido celómico del anillo hemal aboral va hacia las gónadas y el del anillo hemal oral va hacia los pies tubulares.

- ❖ La función del sistema hemal podría ayudar a distribuir los nutrientes absorbidos por el tracto digestivo.

- ❖ En estrellas de mar y pepinos se ha sugerido que el sistema hemal transporta nutrientes en el líquido celómico hacia las gónadas.

- ❖ El órgano axial en asteroideos y equinoideos puede tener una función excretora.

- 
- En el órgano axial se producen **las células llamadas celomocitos.**
 - **Los celomocitos** cumplen varias funciones:
 - reconocimiento y fagocitosis de material.
 - síntesis de pigmentos y colágenos.
 - transporte de oxígeno(algunos celomocitos contienen hemoglobina).
 - transporte de material nutritivo.
 - digestión de partículas.
 - reparación.

Sistema respiratorio

- ❖ La mayoría de los equinodermos dependen de extensiones externas y de paredes delgadas para el intercambio gaseoso.
- ❖ Dependiendo el grupo de los equinodermos el intercambio gaseoso puede ser a través de las pápulas o branquias dérmicas, pies ambulacrales, bursas, arboles respiratorios.



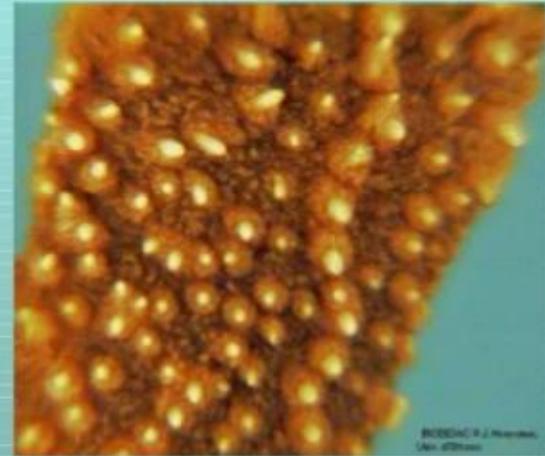
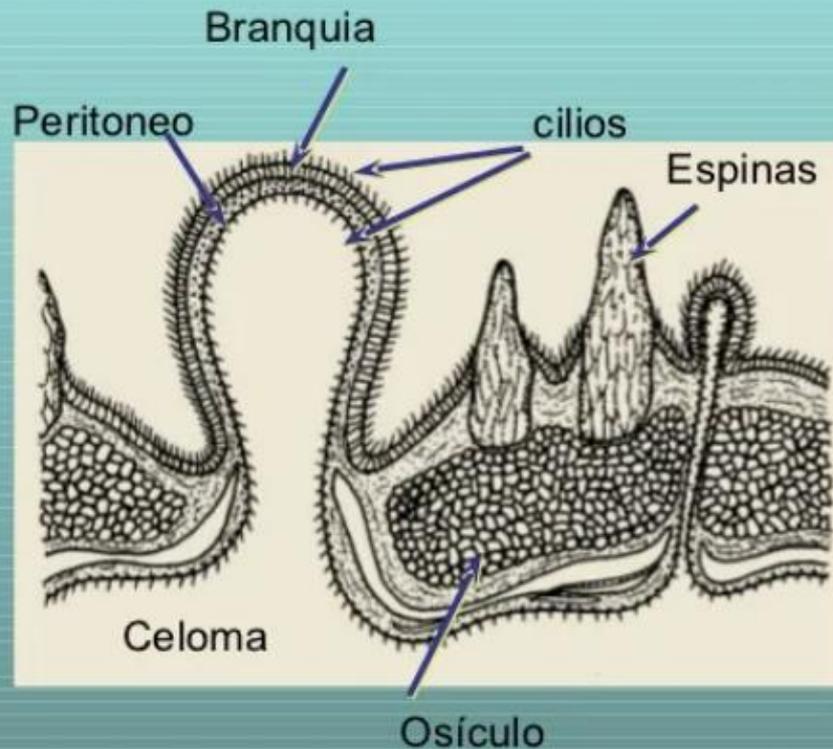
Estructura respiratoria de una estrella de mar: pápulas o branquias dérmicas y los pies ambulacrales



Pie ambulacral

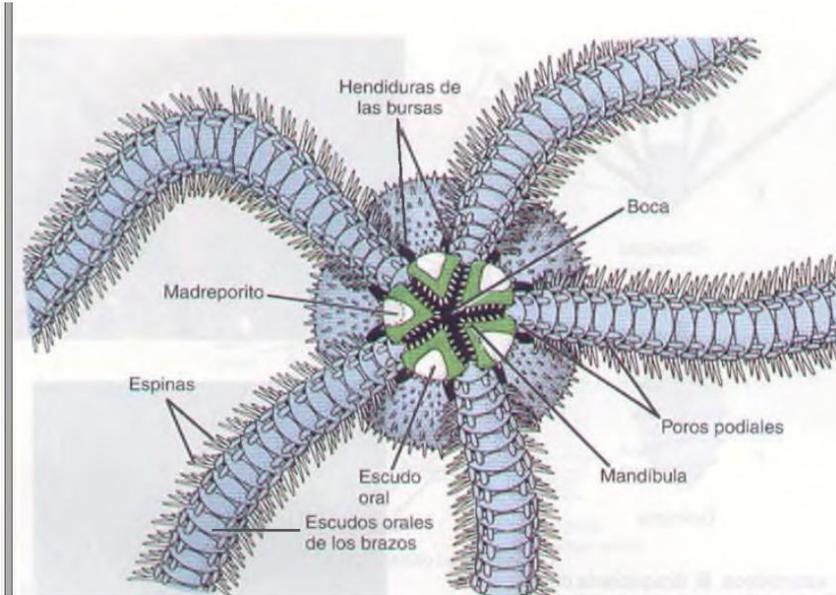
❖ En las estrellas de mar el intercambio gaseoso y excreción se producen por difusión a través de pápulas y los pies ambulacrales.

Branquias dérmicas (pápulas)



Pápulas dérmicas:
evaginaciones de la
pared del cuerpo, que
sobresalen en el celoma.

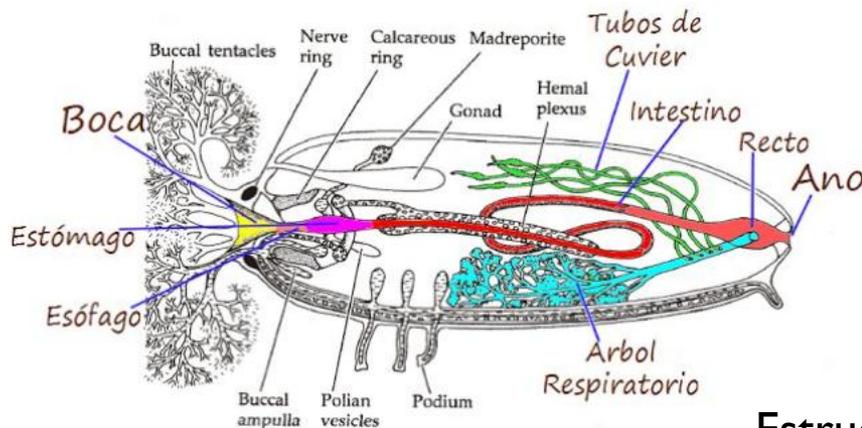
Intervienen en la
respiración y excreción



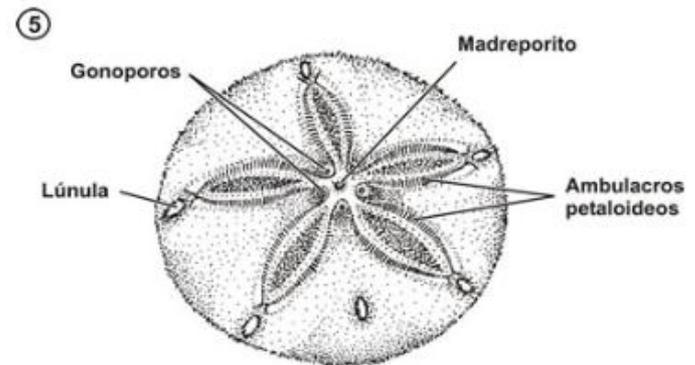
Estructura respiratoria en ofiuras:
Bursas(invaginaciones de la pared del cuerpo)



Estructuras respiratorias en los erizos de mar: podios, paredes delgadas del cuerpo



Estructura respiratoria en pepinos: árbol respiratorio



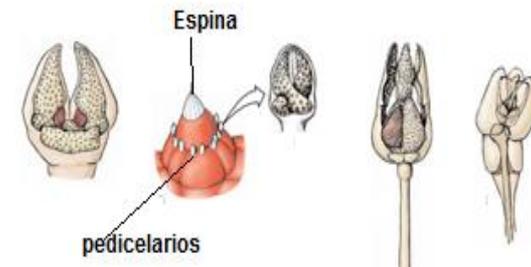
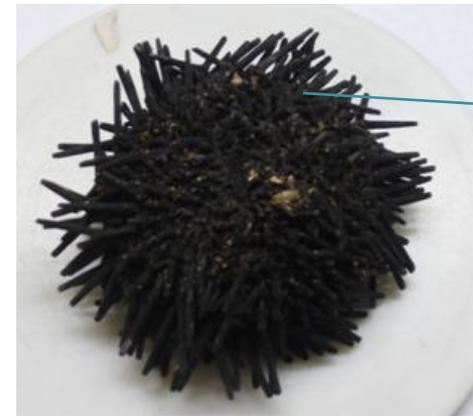
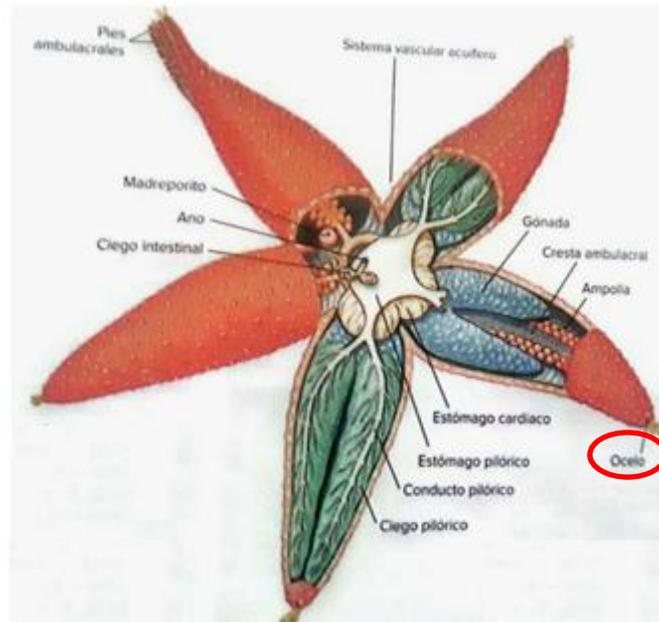
Estructura respiratoria en erizos irregulares como el dólar de arena: ambulacros petaloideos

Sistema excretor

- ❖ No presentan órganos excretores
- ❖ Carecen de capacidad para la osmorregulación, por lo que es raro que se encuentren en aguas salobres.
- ❖ Los desechos nitrogenados se difunden al exterior a través de la superficie del cuerpo (podios, pápulas)

Sistema nervioso

- ❖ Sistema nervioso es descentralizado, no tiene ganglios cerebroideos, con un anillo circummoral y nervios radiales.
- ❖ Sin cerebro
- ❖ Pocos órganos de los sentidos especializados
- ❖ Sistema sensorial con órganos táctiles, quimiorreceptores, pies ambulacrales, tentáculos terminales, fotorreceptores, estatocistos



Sistema reproductor

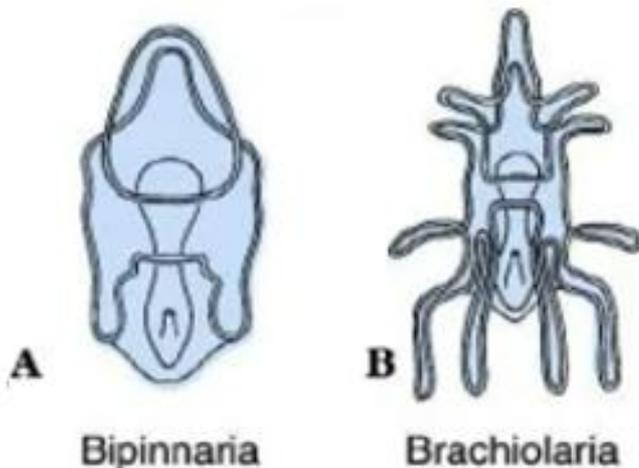


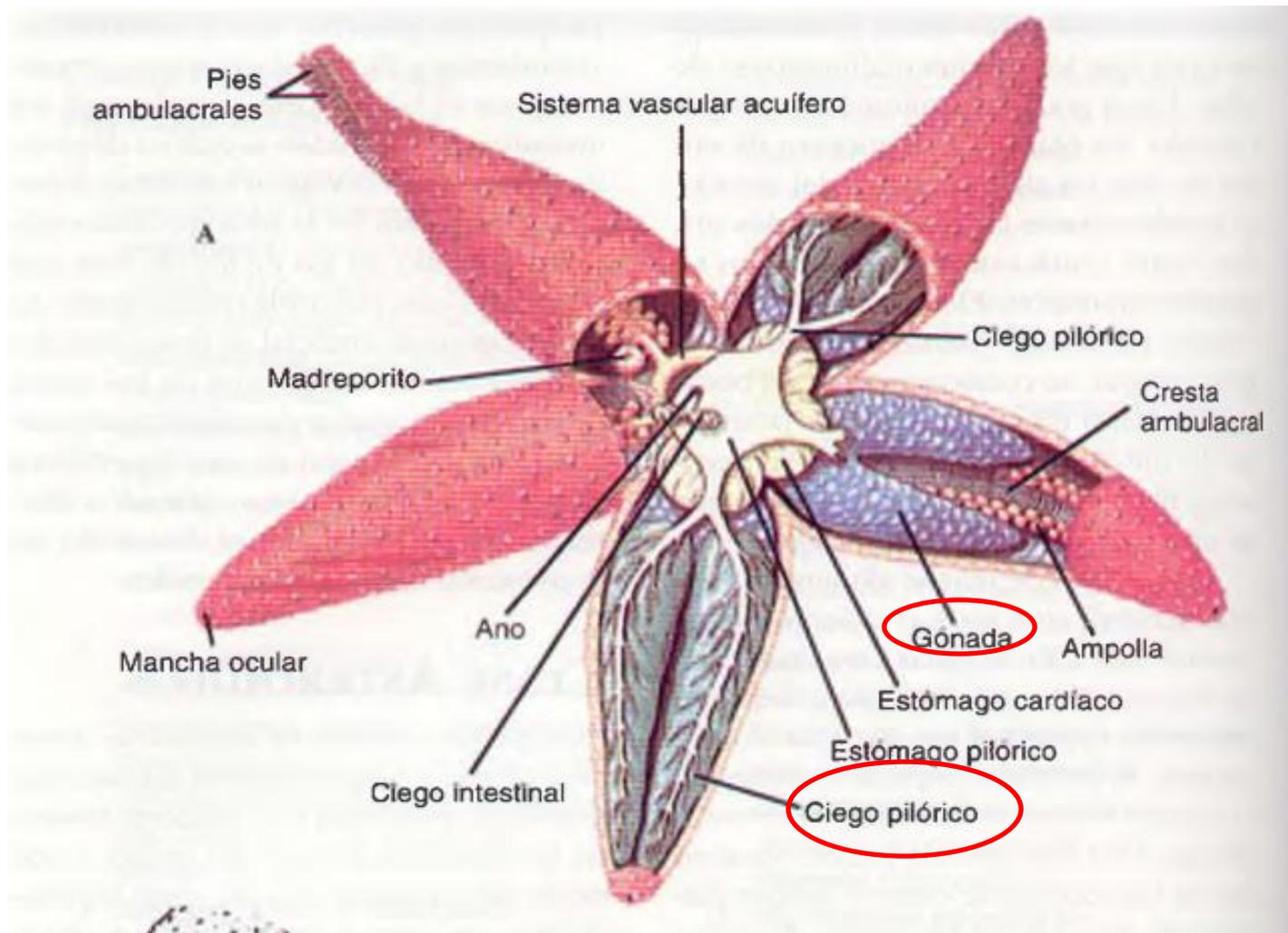
Un pepino de mar liberando espermatozoides al medio

- ❖ La mayoría son dióicos
algunas hermafroditas
- ❖ Reproducción sexual:
liberación de gametas al
medio
- ❖ Fecundación externa
- ❖ Desarrollo de diferentes
tipos de larvas
- ❖ Reproducción asexual
por fragmentación

REPRODUCCIÓN EN ESTRELLAS DE MAR

- ❖ Sexos separados
- ❖ Dos gónadas en cada brazo y los gametos salen a través de gonoporos interradales.
- ❖ Fecundación externa
- ❖ Formación de una larva **bipinnaria** con bandas ciliadas a lo largo de los brazos. Se transforma en **braquiolaria** (3 brazos adhesivos y una ventosa en el extremo anterior).
- ❖ Gran capacidad de regeneración

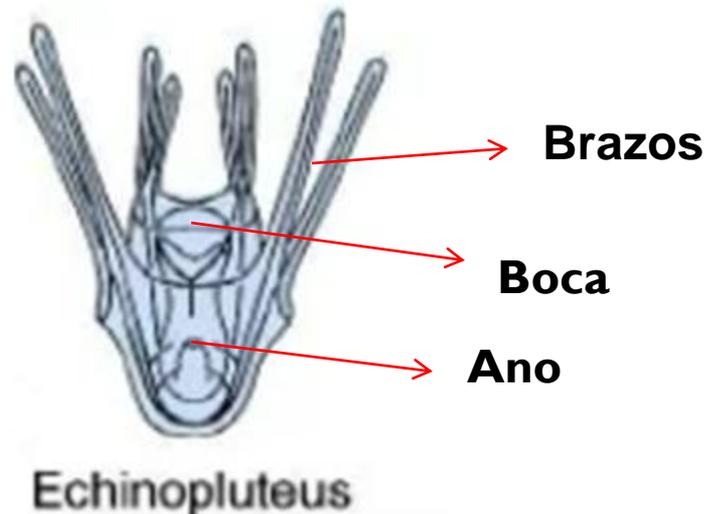




❖ Las gónadas y parte del digestivo se extienden dentro de cada brazo.

Reproducción en erizos

- ❖ Son dióicos
- ❖ Poseen 5 gónadas
- ❖ Las gametas se liberan al agua
- ❖ Fecundación externa
- ❖ Larva tipo **Equinopluteus** ((larva planctónica tiene 8 brazos larvarios puede nadar, alimentarse durante varios meses, tiene simetría bilateral



Ubicación taxonómica según Brusca 2016

Reino Animalia

Subreino Bilateria

Infrareino Deuterostomia

Phylum Echinodermata

Subphylum Asterozoa

Clase Ophiuroidea (estrella serpiente)

Clase Asteroidea (estrella de mar)

Clase Somasteroidea

Subphylum Crinozoa

Clase Crinoidea (Lirio de mar)

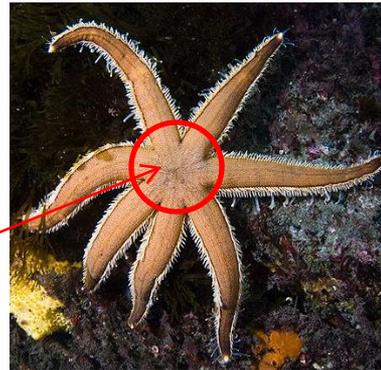
Subphylum Echinozoa

Clase Echinoidea (Erizo de mar, dólar de mar)

Clase Holothuroidea (Pepino de mar)

Clase Asteroidea

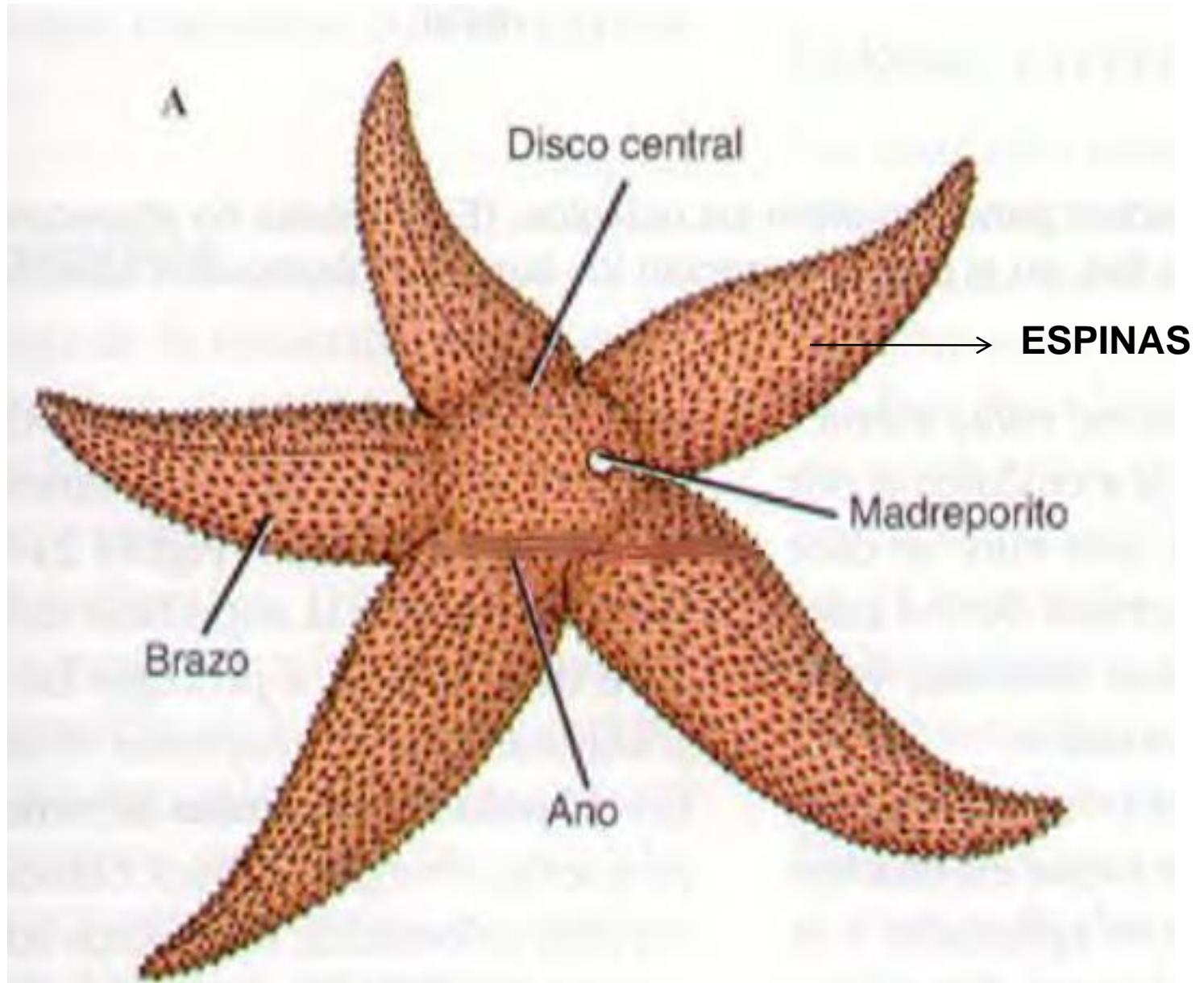
- ❖ Incluyen las estrellas de mar, las estrellas sol
- ❖ Cuerpo forma estrellada aplanado
- ❖ Cuerpo formado por 5 o más brazos que salen de un disco central
- ❖ Simetría pentámera radial secundaria
- ❖ En la superficie aboral del disco central se encuentra el ano y el madreporito.



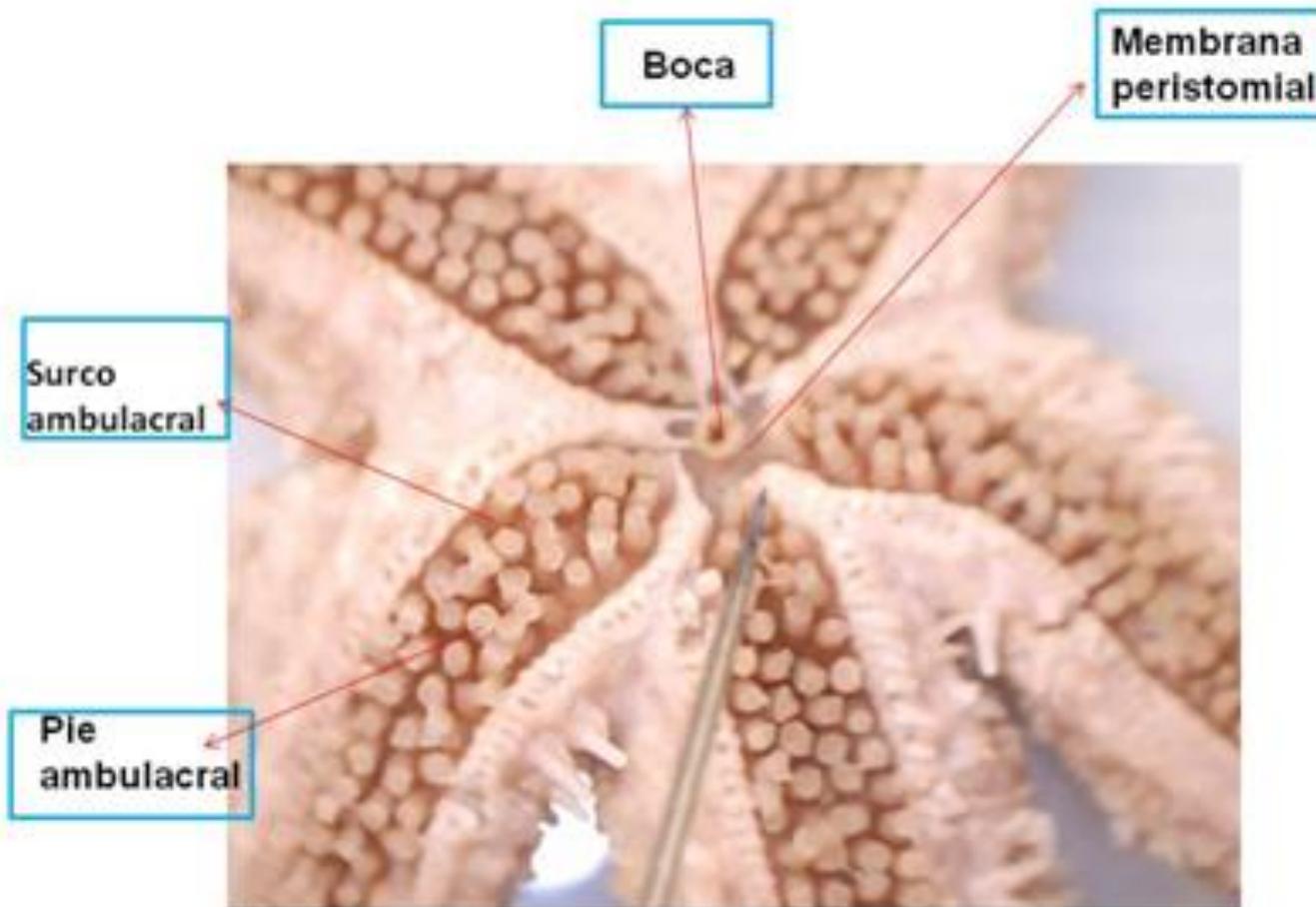
❖ Cuerpo cubierto por espinas, en la base de las espinas se encuentran los **pedicelarios**.



Morfología externa de una estrella de mar: región aboral



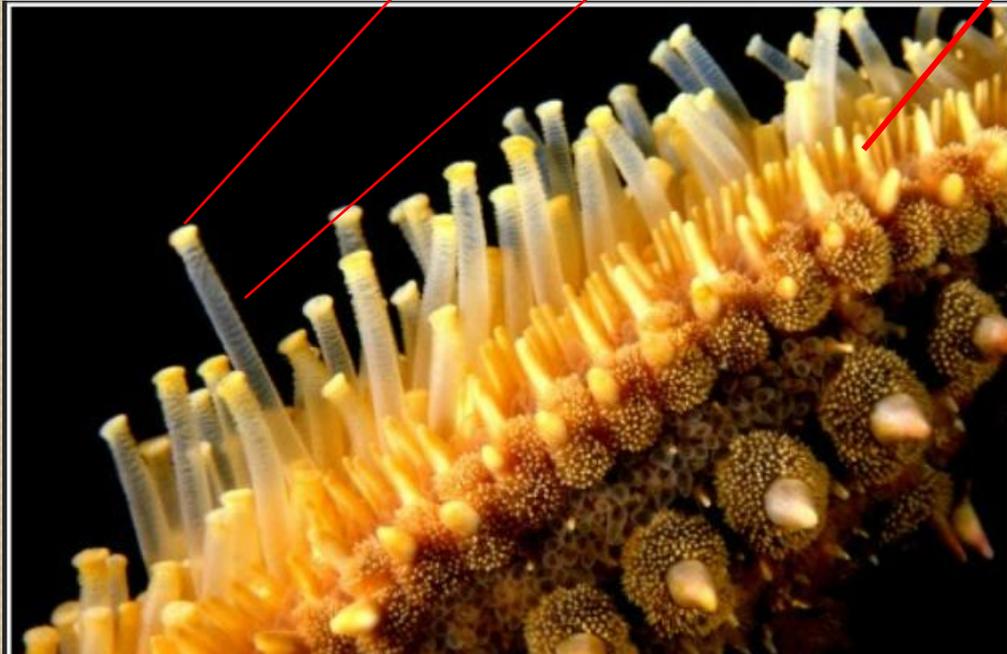
❖ La boca se sitúa en el centro de la superficie oral y está rodeada por una membrana peristomial. De la membrana emergen 5 surcos ambulacrales abiertos que contienen cuatro hileras de pies ambulacrales con ventosas.



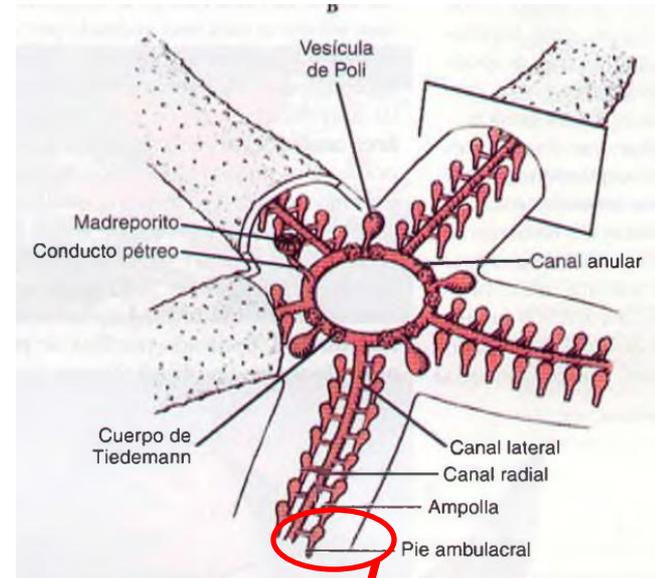
Pie ambulacral

Ventosa

Podio



El surco ambulacral de las estrellas de mar es abierto y se pueden localizar 2 a 4 filas de pies ambulacrales.



- ❖ Cada pie ambulacral consiste en una ampolla bulbosa y un podio hueco musculoso y provisto de una ventosa.
- ❖ Se utilizan fundamentalmente para la locomoción, adhesión al sustrato, sujetar presas durante la alimentación.

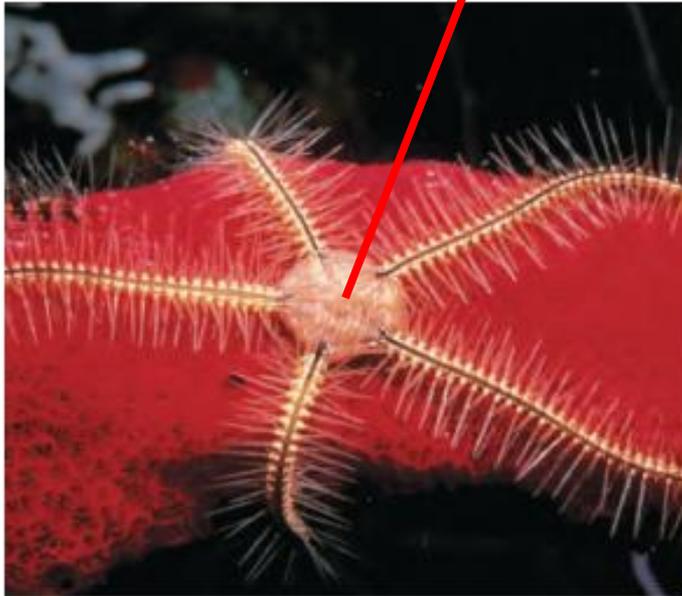
Clase Ophiuroidea

- ❖ Estrellas serpentiformes, estrellas frágiles o ofiuras
- ❖ Son pequeñas (mm, cm)
- ❖ Piel es coriácea con placas dérmicas y espinas.



❖ Disco central bien desarrollado aplanado redondo o pentagonal del cual surgen 5 brazos delgados largos que pueden estar o no ramificados.

Disco central



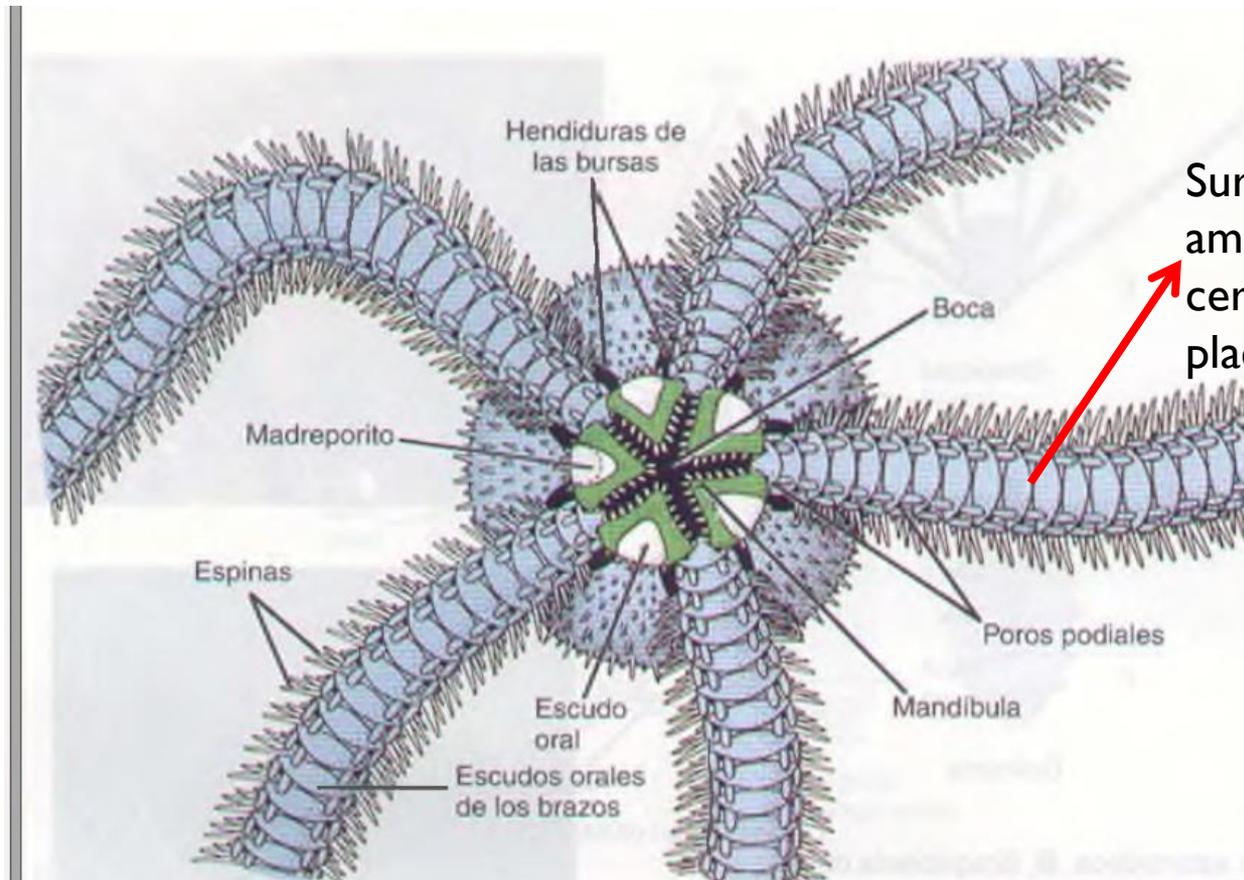
A

©Diane Nelson



B

❖ **Surcos ambulacrales cerrados** cubiertos por placas con orificios por donde salen los pies ambulacrales que se encargan de alimentación, respiración, locomoción y percepción sensorial.



Surcos ambulacrales cerrados por placas

❖ Brazos articulados y consisten en una serie de segmentos. Cada segmento posee una **vertebra** y alrededor de ellas se ubican placas dorsales, ventrales y laterales. Los segmentos están articulados en las vertebras mediante músculos y ligamentos.





❖ La boca dirigida hacia el sustrato esta rodeada por cinco placas orales móviles que actúan como mandíbulas.

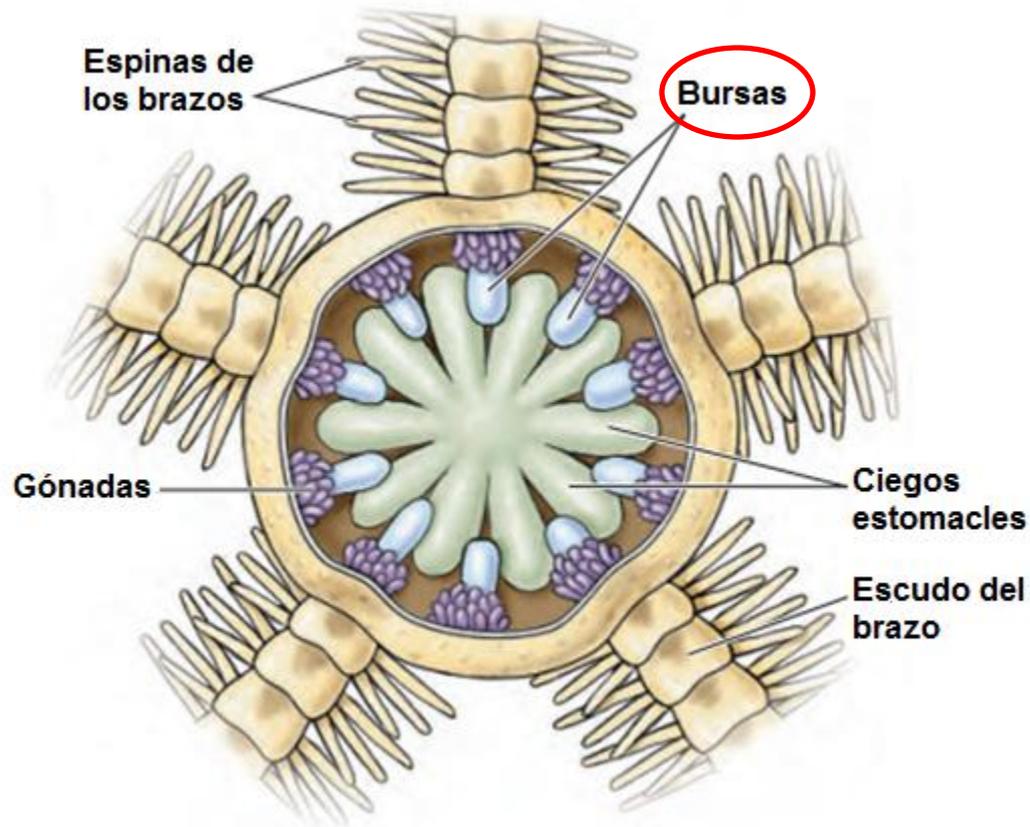
❖ No presentan pedicelarios

❖ Carecen de ano. Los materiales no digeridos se expulsan por la boca

❖ **Madreporito** ubicado en la región oral

❖ Locomoción: a través de los brazos principalmente, pies

❖ En la cara oral en la base de los brazos se encuentran cinco pares de invaginaciones llamadas **bursas**. Sirven para la respiración, excreción y como cámaras de crías para el desarrollo de los embriones.



Clase Echinoidea

- ❖ Los osículos están unidos formando un rígido **caparazón**



❖ No poseen brazos ni surcos ambulacrales, los pies están distribuidos en **5 áreas ambulacrales** dispuestas simétricamente, separadas por **áreas interambulacrales**.

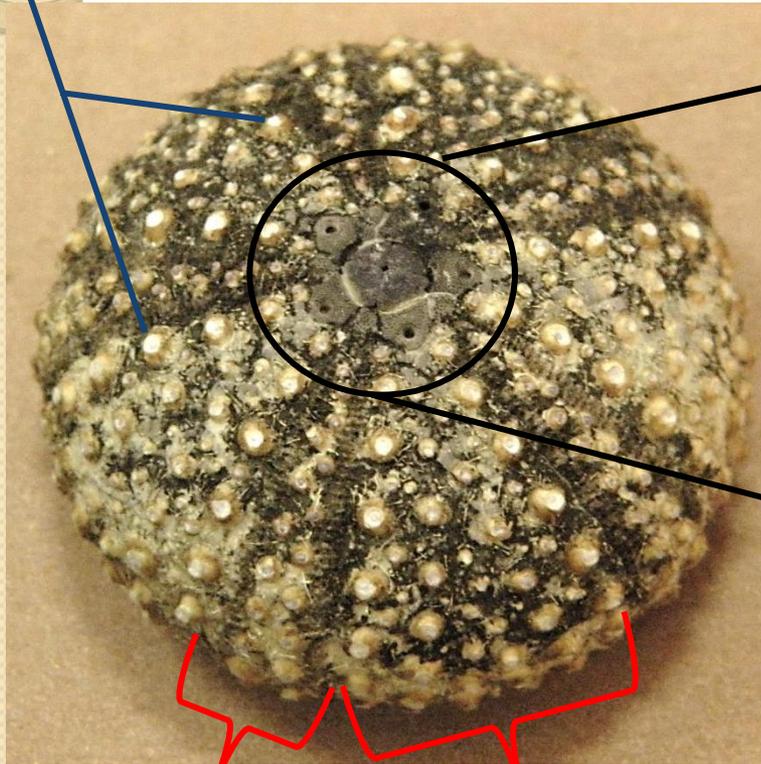
❖ Tanto las áreas ambulacrales e interambulacrales se encuentran las espinas móviles.

❖ Los pedicelarios se encuentran distribuidos por todo el cuerpo intervienen en la defensa, limpieza, captura de alimentos.



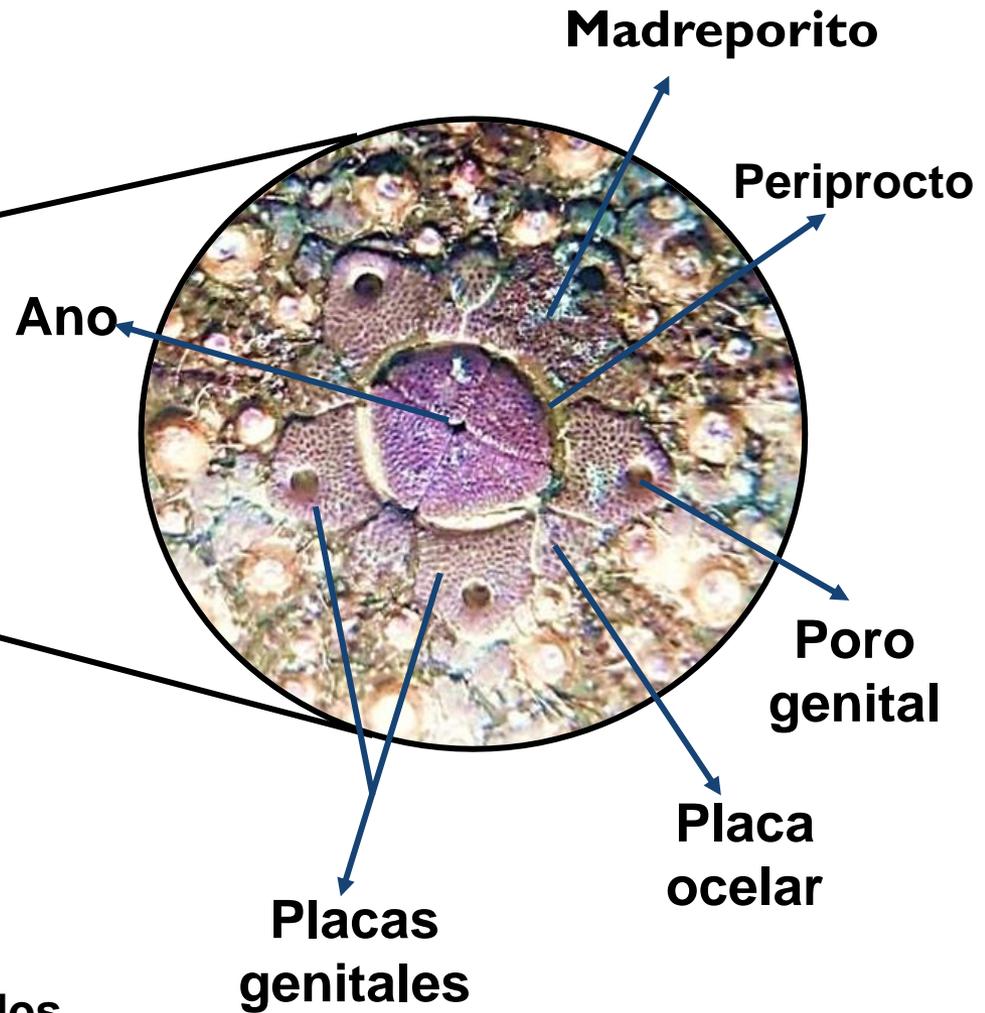
Morfología externa de Equinoideos regulares : región aboral de un erizo de mar.

Mamelones(lugar de inserción de las espinas)

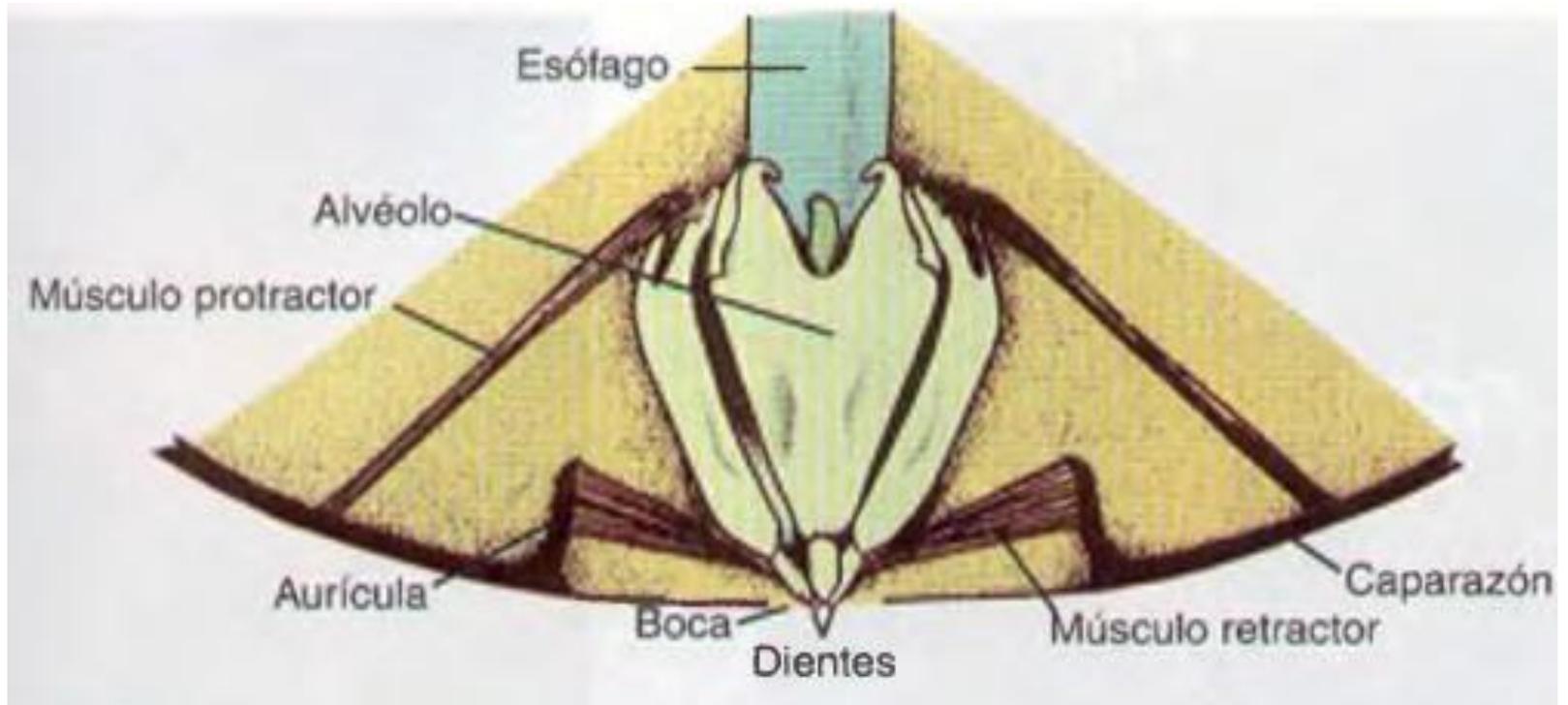


áreas ambulacrales

áreas interambulacrales



- ❖ Los adultos poseen un complejo sistema de osículos y músculos (**Linterna de Aristóteles**)
- ❖ Es un aparato masticador y raspador de los erizos de mar y dólares de arena.



erizo de mar-vista oral

- ❖ La linterna de Aristóteles esta formada por 5 piezas calcáreas llamadas pirámides. Cada pirámide tiene un canal donde se aloja un diente. La punta de cada diente sobresale



Boca

**Punta de los
dientes**



Linterna de Aristóteles

Espinas

❖ **Erizos regulares:**

- Presentan simetría pentarradial.
- Las áreas ambulacrales forman hileras continuas que van de la superficie oral a la aboral.
- Generalmente son globosos.
- Cuerpo cubierto por espinas largas

Erizo de mar



❖ **Erizos irregulares:**

- Presentan simetría bilateral secundaria superficial.
 - Las áreas ambulacrales se encuentran solo en la superficie oral y aboral, por la forma de pétalo se los llama “ambulacros petaloideos”.
 - Forma aplanada.
- Ej. Dólar de arena, erizo acorazonado



Dólar de arena



Erizo acorazonado

Clase Holothuroidea

- ❖ Forma del cuerpo: alargada, esférica, vermiforme.
- ❖ La boca y el ano se encuentran en extremos opuestos
- ❖ No presentan brazos
- ❖ Simetría bilateral secundaria superficial

Ano →



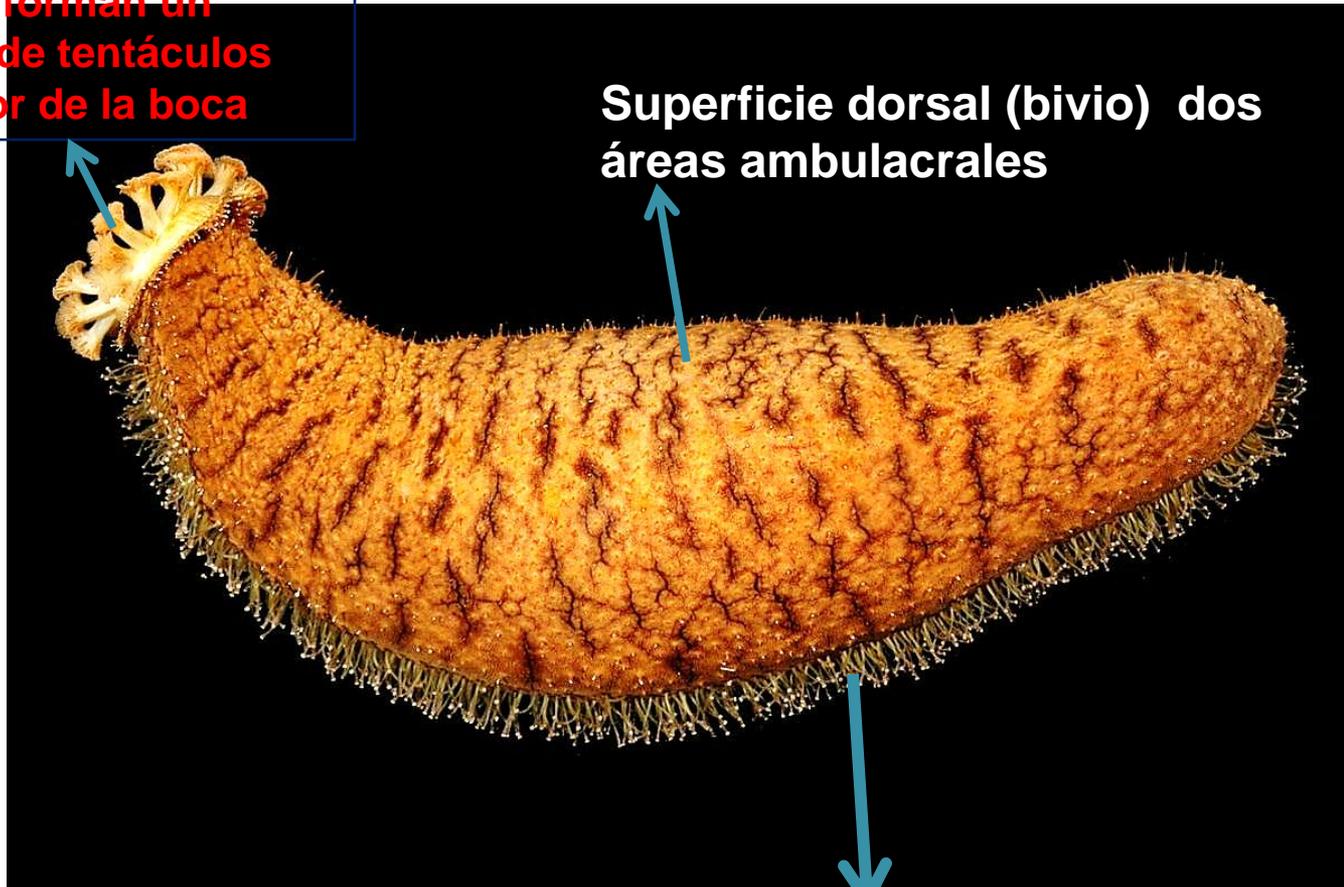
→ Boca

Diversidad de pepinos



Morfología externa de un pepino de mar

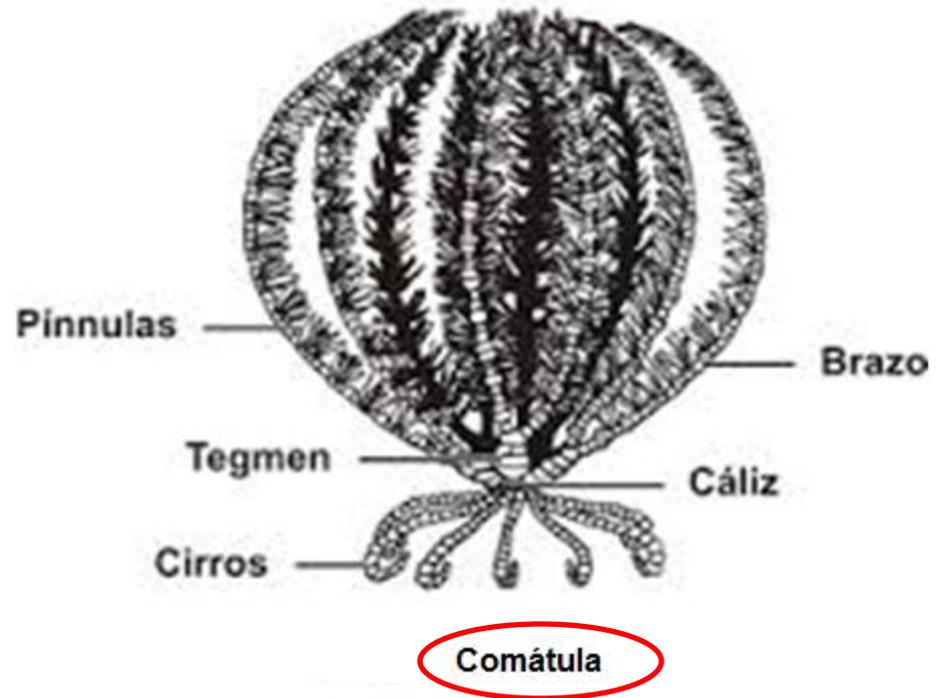
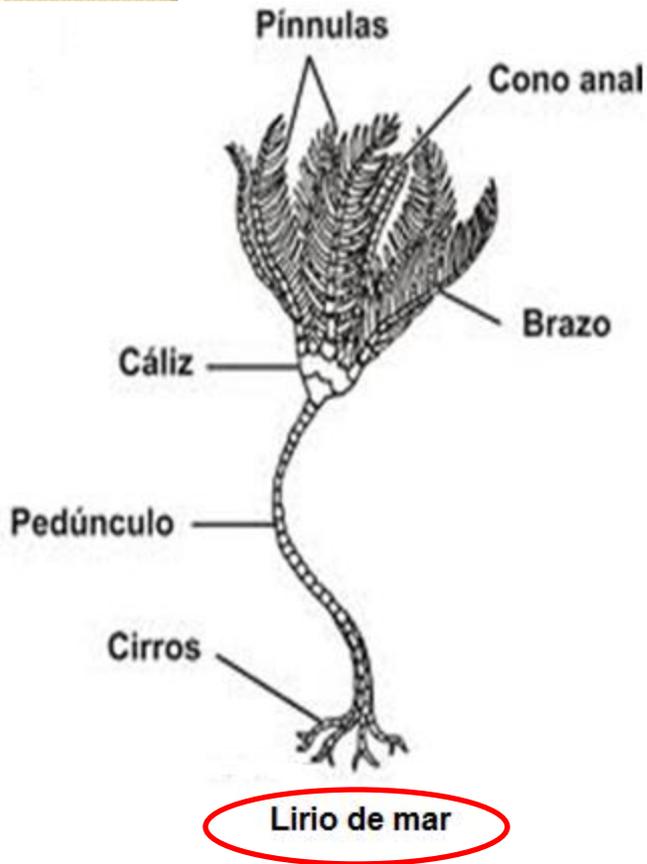
Los pies ambulacrales bucales forman un círculo de tentáculos alrededor de la boca



Superficie dorsal (bivio) dos áreas ambulacrales

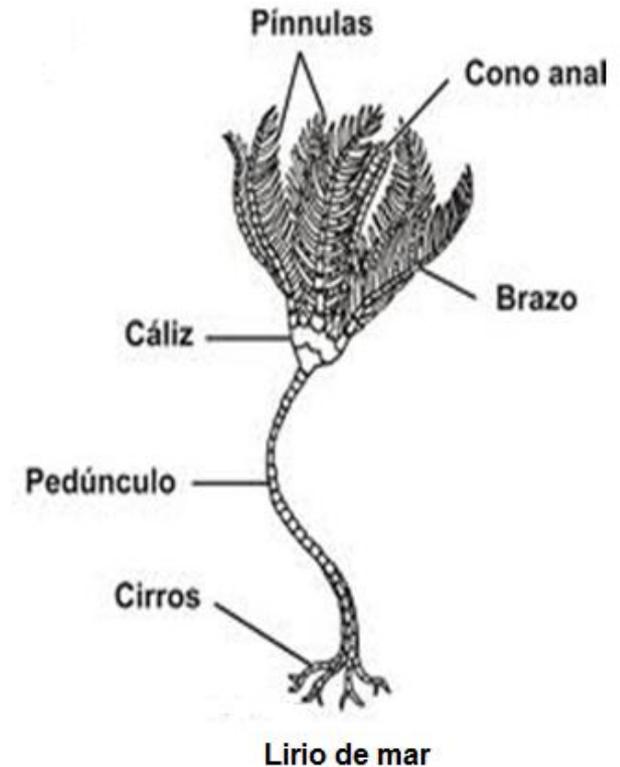
Superficie ventral(trivio): tres áreas ambulacrales donde se ubican los pies ambulacrales sirven para reptar y apoyarse al sustrato.

Clase Crinoidea



La parte principal del cuerpo se apoya sobre el sustrato por un largo **tallo** o por una serie de apéndices delgados y articulados llamados **cirros**.

- Los crinoideos son la más antigua de las clases actuales de los equinodermos
- Cuerpo formado por un pedúnculo y una corona
- Cara aboral se denomina **cáliz** y la cara oral **tegmen**
- El lado superior en el centro del cáliz se ubica la boca (superficie oral dirigida hacia arriba). El ano se encuentra sobre una chimenea anal cónica.



❖ Del disco central o cáliz irradian cinco brazos flexibles que se ramifican en muchos otros cada uno con pínulas laterales

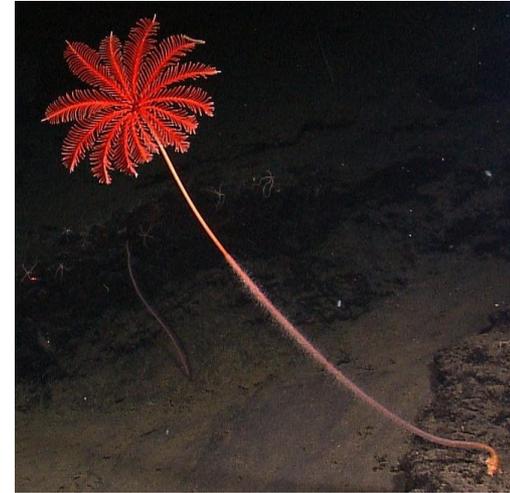
❖ Desde la boca parten cinco surcos ambulacrales abiertos y ciliados sirven para transportar los alimentos. Se prolongan por los brazos y por las pínulas. Los pies ambulacrales carecen de ventosas.

❖ Carecen de espinas, pedicelarios, placa madreporito

Morfología de Crinoideos

Lirio de mar

- ❖ Cuerpo en forma de flor
- ❖ Son sésiles
- ❖ Cuerpo formado por un pedúnculo basal de fijación y la corona
- ❖ El pedúnculo es articulado formado por osículos calcáreos y presenta cirros.



Comátulas o pluma de mar

- ❖ Vida libre
- ❖ Nadan elevando y bajando los brazos
- ❖ Brazos largos
- ❖ Conservan los cirros para adherirse al sustrato



Clase	Asteroidea	Ophiuroidea	Echinoidea	Holothuroidea	Crinoidea
Características del surco ambulacral	Abierto	Cerrado, cubierto de placas	Cerrado	Cerrado. Poseen áreas ambulacrales	Abierto ciliado
Brazos	5 o más brazos grueso	5 brazos delgados	Carecen	Carecen	5 brazos ramificados
Pies ambulacrales	Con ventosas	Carecen de ventosas y ampollas. Alimentación	Provistos de ampollas en el interior del caparazón. Con ventosas	Carecen de ventosas y modificados como papilas sensoriales	Carecen de ventosas.
Pedicelarios	Forma de pinza, provistos de pequeñas valvas	Ausente	Varios tipos.	Ausente	Ausente
Estructuras respiratorias	Branquias dérmicas(pápulas) y pies ambulacrales	Bursas y pies ambulacrales	Branquias peristomiales, pies ambulacrales	Arboles respiratorios, piel y los pies ambulacrales	Pies ambulacrales
Características del endoesqueleto	Placas calcáreas, unidas con tejido conjuntivo. Colágeno variable	Columna de osículos articulados entre si, unidos por músculos y cubierto por placas.	Carcasa endoesquelética o caparazón	Osículos muy reducidos	Osículos articulados
Localización de la boca	Superficie inferior	Superficie inferior	Superficie inferior	Región anterior	Cara superior
Localización del madreporito	Cara aboral	Cara oral	Cara aboral	Libre en el celoma	Carece de madreporito
Localización del ano	Cara aboral	Carece de ano	Cara aboral	Región posterior	Cara superior
Ejemplos	Estrella de mar, estrella de sol	Estrella serpiente	Erizo de mar, dólar de mar	Pepino de mar	Lirio de mar

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Brusca RC, W Moore, SM Shuster. 2016. Invertebrates 3° edición. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA.
- ❖ Calcagno JA. 2017. Los invertebrados marinos. 2ª edición. Ed. Vázquez Mazzini. vsip.info/los-invertebrados-marinospdf-pdf-free.pdf
- ❖ **Hickman CP, SL Keen, DJ Eisenhour, A Larson, HI Anson. 2021. Principios integrales de Zoología. 18° edición. McGraw-Hill Interamericana.**
- ❖ Ruppert, E.E. y R. Barnes. 1995. Zoología de los Invertebrados. Ed. Interamericana Mc Graw-Hill