

INDICE:

CAPITULO 1. REPRODUCCION DE LOS MOLUSCOS	4
1. FORMAS DE REPRODUCCION	4
1.1. Aspectos generales sobre la reproducción de los moluscos bivalvos	4
1.2. Reproducción de la ostra	5
1.3. Reproducción de los venéridos	5
1.4. Reproducción de los pectínidos	5
2. MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR	6
2.1. Descripción del aparato reproductor de los moluscos bivalvos	6
2.2. Aparato reproductor de la ostra	7
2.3. Aparato reproductor de los venéridos	7
2.4. Aparato reproductor de los pectínidos	7
3. CICLO REPRODUCTIVO	8
3.1. Definición	8
3.2. Fases	8
3.3. Gametogénesis	8
3.4. Factores que influyen en la gametogénesis	8
3.4.1. Factores ambientales	9
3.4.2. Factores endógenos	9
3.5. Métodos para la determinación de las fases del ciclo reproductivo	10
CAPITULO 2. LA PUESTA	13
1. DEFINICION Y DIFERENCIAS ENTRE LAS ESPECIES	13
2. FACTORES DETERMINANTES DE PUESTA	13
3. EPOCAS NATURALES DE LA PUESTA	14
CAPITULO 3. FECUNDACION	17
1. CONCEPTO	17
CAPITULO 4. DESARROLLO EMBRIONARIO	20
1. DEFINICION	20
2. FASES	20
2.1. Formación del huevo	20
2.2. Segmentación del huevo	20
2.3. Blastulación	21
2.4. Gastrulación	22
CAPITULO 5. DESARROLLO LARVARIO	24
1. BIOLOGIA LARVARIA	24
1.1. Morfología y tipos de larvas	24
1.2. Comportamiento	25
1.3. Alimentación	26
2. DESARROLLO LARVARIO DE LA OSTRAS	27
3. DESARROLLO LARVARIO DE LOS VENERIDOS	27
4. DESARROLLO LARVARIO DE LOS PECTINIDOS	28
CAPITULO 6: FIJACION Y METAMORFOSIS	30
1. DEFINICION DE LA FIJACION	30
2. DEFINICION DE LA METAMORFOSIS	30
3. FIJACION Y METAMORFOSIS DE LAS ESPECIES CULTIVADAS	30
3.1. Ostra	30
3.2. Venéridos	31
3.3. Pectínidos	32
TERMINOS DEL TEXTO RECOGIDOS EN EL GLOSARIO	34

1

Reproducción de los moluscos

Contenido

1. Formas de reproducción

- 1.1. Aspectos generales sobre la reproducción de los moluscos bivalvos
- 1.2. Reproducción de la ostra
- 1.3. Reproducción de los venéridos
- 1.4. Reproducción de los pectínidos

2. Morfología del aparato reproductor

- 2.1. Descripción del aparato reproductor de los moluscos bivalvos
- 2.2. Aparato reproductor de la ostra
- 2.3. Aparato reproductor de los venéridos
- 2.4. Aparato reproductor de los pectínidos

3. Ciclo reproductivo

- 3.1. Definición
- 3.2. Fases
- 3.3. Gametogénesis
- 3.4. Factores que influyen en la gametogénesis
 - 3.4.1. Factores ambientales
 - 3.4.2. Factores endógenos
- 3.5. Métodos para la determinación de las fases del ciclo reproductivo

1 FORMAS DE REPRODUCCION

1.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE LA REPRODUCCION DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS

Los moluscos bivalvos se reproducen sexualmente. Poseen órganos sexuales o gónadas que producen dos tipos de gametos, masculinos (espermatozoides) y femeninos (ovocitos u oocitos). La casi totalidad de las especies de este grupo liberan sus productos sexuales al mar, en donde tiene lugar la fecundación o unión de los gametos masculino y femenino; de esta unión, sale una célula llamada huevo o cigoto que da origen a un nuevo individuo.

Para que el animal libere sus células sexuales, o dicho de otro modo, tenga lugar una puesta de gametos, se necesitan unas condiciones determinadas tanto en el propio animal como en el medio donde habita.

El tiempo durante el que se dan estas condiciones óptimas se denomina época o temporada de puesta. En ella el animal está capacitado para liberar, total o parcialmente, sus gametos maduros, bien en una puesta o en puestas sucesivas. A lo largo del año puede haber una o varias épocas de puesta según la especie, sus necesidades y las características del hábitat.

La mayor parte de los moluscos bivalvos son unisexuales, es decir, los dos sexos están separados, en cuyo caso habrá individuos macho e individuos hembra. En estas especies es raro encontrar diferencias morfológicas evidentes entre macho y hembra, si se dan tales diferencias, se dice que la especie presenta dimorfismo sexual.

Los moluscos no unisexuales tienen en el mismo individuo los dos sexos. Un solo animal produce espermatozoides y ovocitos. Esto es lo que conocemos como hermafroditismo.

Podemos distinguir varios tipos de hermafroditismo que se clasificarían en:

- **Hermafroditismo funcional simultáneo**, si en una misma puesta el animal puede liberar los dos tipos de gametos.

- **Hermafroditismo consecutivo**, si a lo largo de su vida tiene un solo cambio de sexo, siendo normal el paso de una fase juvenil masculina a una fase adulta femenina.

- **Hermafroditismo rítmico consecutivo**, cuando en una época de puesta, y no en la misma puesta, el animal puede cambiar de sexo.

- **Hermafroditismo alternativo**, si el cambio de sexo aparece a intervalos grandes, por tanto, no se puede prever para la temporada de puesta siguiente el sexo que va a tener.



Ostra (*Ostrea edulis*).



Almeja fina (*Ruditapes decussatus*).



Vieira (*Pecten maximus*).



1.2. REPRODUCCION DE LA OSTRA

La ostra (*Ostrea edulis*) es una especie con hermafroditismo rítmico consecutivo, es decir, el mismo individuo funciona alternativamente como macho y como hembra durante una época de puesta.

Cuando alcanza su primera maduración sexual, que suele tener lugar en el primer año de vida, lo hace como macho. Una vez que el animal libera los espermatozoides, la gónada empieza a producir ovocitos y después de la puesta vuelve a producir espermatozoides. Esta alternancia, normalmente bastante rápida, la mantendrá durante toda su vida. Por tanto, es frecuente observar en la fase de transición productos sexuales de ambos sexos dentro de un mismo individuo.

La mayoría de los moluscos bivalvos tienen fecundación externa. Sin embargo, la ostra presenta un mecanismo de fecundación especial, en el que la hembra, a diferencia del macho que libera sus células sexuales al mar, retiene los ovocitos, después de ser expulsados de la gónada, en el interior de la cavidad paleal, en donde son fecundados por los espermatozoides procedentes de otras ostras.

Las larvas resultantes permanecen dentro de la cavidad paleal de la ostra de 7 a 10 días antes de ser expulsadas al mar (larvíparas).

1.3. REPRODUCCION DE LOS VENERIDOS

Las almejas son especies unisexuales, que no presentan dimorfismo sexual, siendo necesaria la observación de sus gónadas para determinar el sexo. No obstante, se han encontrado unos pocos casos de hermafroditismo, pero estos son extremadamente raros.

Los animales maduros liberan los gametos masculinos y femeninos al mar, en donde tiene lugar la fecundación. Es por tanto una fecundación externa.

1.4. REPRODUCCION DE LOS PECTINIDOS

Las formas de reproducción de esta familia varían según la especie. Al ser una familia muy numerosa, nos limitaremos a las especies comerciales de las costas españolas que son: la vicira (*Pecten maximus*), el vano (*Pecten jacobus*), la volandeira o zamburiña francesa (*Chlamys opercularis*) y la zamburiña (*Chlamys varia*).

La vicira, el vano y la volandeira o zamburiña francesa son hermafroditas del tipo funcional simultáneo, es decir, para una misma puesta el animal tiene la gónada con los dos tipos de gametos maduros. Sin embargo, la liberación de las células sexuales al mar no se produce al mismo tiempo, es decir, un individuo no libera al unísono espermatozoides y ovocitos. Los pectínidos emplean este mecanismo para evitar la autofecundación (la unión de ovocitos y espermatozoides de un mismo animal), que da lugar a gran número de huevos anormales y no viables.

NOMBRE	ESPECIE	FORMA DE REPRODUCCION
Almeja babosa	<i>Venerupis pullastra</i>	unisexual
Almeja fina	<i>Ruditapes decussatus</i>	unisexual
Almeja japonesa	<i>Ruditapes philippinarum</i>	unisexual
Berberecho	<i>Cardium edule</i>	unisexual
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	unisexual
Ostra plana	<i>Ostrea edulis</i>	hermafrodita rítmica consecutiva
Ostra americana	<i>Crassostrea virginica</i>	hermafrodita alternativa
Ostra japonesa	<i>Crassostrea gigas</i>	hermafrodita alternativa
Vicira	<i>Pecten maximus</i>	hermafrodita funcional simultáneo
Vano	<i>Pecten jacobeus</i>	Hermafrodita funcional simultáneo
Volandeira	<i>Chlamys opercularis</i>	Hermafrodita funcional simultáneo
Zamburiña	<i>Chlamys varia</i>	Hermafrodita alternativa

A diferencia de las especies anteriores, la zamburiña tiene los sexos separados. No obstante, existe una cierta alternancia de sexos a lo largo de su vida. En general hay un porcentaje elevado de ejemplares jóvenes que son macho. Se desconoce a que talla o edad tiene lugar el cambio de sexo. Esta forma de reproducción podemos considerarla como un hermafroditismo de tipo alternante.

2 MORFOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR

2.1. DESCRIPCION DEL APARATO REPRODUCTOR DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS

El aparato reproductor de los moluscos lamelibranquios es muy simple: está formado por las glándulas genitales o gónadas y los conductos evacuadores.

Las glándulas sexuales son normalmente estructuras pares que a veces aparecen fusionadas en el centro y, cuando maduran, ocupan una gran parte de la masa visceral. La forma de la gónada es acinosa más o menos ramificada, donde dichas ramificaciones se insertan entre los órganos del cuerpo. Los acinos están surcados por numerosos canales finos y cortos que se unen para constituir canales más importantes, y éstos a su vez se juntan en un solo canal o conducto evacuador denominado gonoducto; todo este entramado da a la gónada un aspecto de red tupida.

Al carecer los conductos evacuadores de estructuras musculares, la expulsión de los gametos maduros se realiza mediante el movimiento de los cilios de las células que tapijan estos conductos.

En casi todas las especies, los productos sexuales salen a la cavidad paleal por el orificio urinario, ya que el gonoducto está comunicado directamente con el riñón. Sin embargo, en algunas especies, como por ejemplo en el mejillón, el gonoducto termina en una papila genital próxima al orificio renal, estando totalmente diferenciadas las vías genitales de las vías urinarias.



Zamburiña (*Chlamys varia*).



Volandeira (*Chlamys opercularis*).

2.2. APARATO REPRODUCTOR DE LA OSTRA

La gónada de la ostra es una estructura difusa que en estado de reposo sexual prácticamente no existe. Cuando alcanza el máximo desarrollo aparece como un órgano tubular ramificado y fusionado por el lado dorsal, formando así una estructura continua que envuelve la glándula digestiva y demás órganos, llegando a ocupar toda la masa visceral.

Los canales genitales tienen un diámetro que incrementa gradualmente a medida que éstos se fusionan, convergiendo al final en un ancho gonoducto por el que el animal descarga las células sexuales maduras.

2.3. APARATO REPRODUCTOR DE LOS VENERIDOS

Las glándulas sexuales están situadas entre la masa visceral y su desarrollo varía según la edad del animal y la época del año.

Cuando las almejas alcanzan la madurez sexual, sus gónadas están considerablemente engrosadas, recubriendo los demás órganos y abultando el cuerpo del animal que aparece fuertemente abombado.

Desde un punto de vista anatómico, las gónadas están formadas por acinos muy ramificados. Estos acinos aparecen surcados por numerosos conductos de diámetros distintos, donde los más finos se unen convirtiéndose en conductos mayores, que a su vez se juntan para dar origen a un solo conducto excretor ciliado que conecta directamente con la uretra. Los gametos y la orina son por tanto excretados por el mismo orificio.

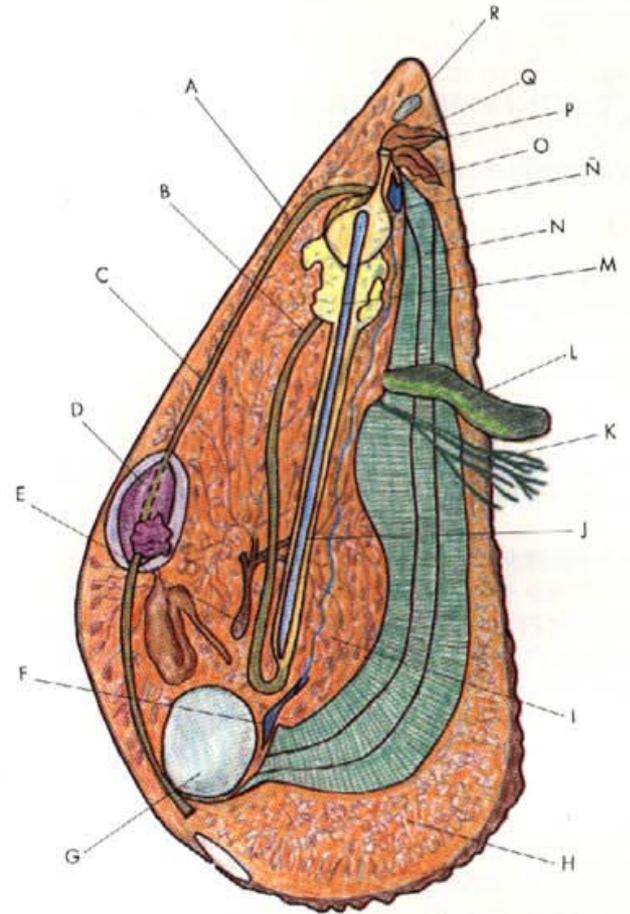
2.4. APARATO REPRODUCTOR DE LOS PECTINIDOS

A diferencia de la mayoría de los bivalvos, la gónada de los pectínidos no es una estructura difusa, sino que es un órgano impar totalmente diferenciado, unido al cuerpo del animal en las proximidades del músculo aductor.

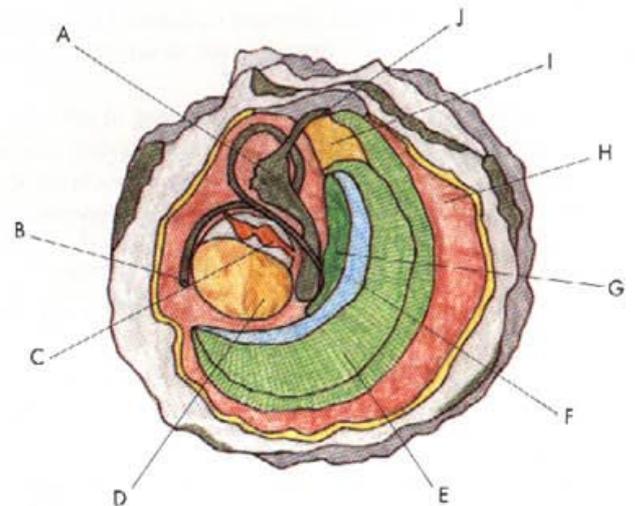
En las especies hermafroditas, como la vieira, se diferencian claramente dos partes en el aparato reproductor. Una porción anterior, de color crema y productora de espermatozoides que corresponde al testículo, y otra porción posterior, de color anaranjado y productora de ovocitos que corresponde al ovario.

En las especies unisexuales, la gónada es una estructura impar de color y aspecto uniforme. Como ejemplo de este grupo es la zamburiña, cuya gónada es de color crema, y generalmente de color más pálido en los machos que en las hembras.

La gónada rodea parte del tubo digestivo y está constituida por numerosos conductos terminados en una fina trama de folículos. Estos canales o conductos se unen sucesi-



Anatomía interna del mejillón. A. Glándula digestiva. B. Intestino. C. Recto. D. Pericardio. E. Oviducto o Espermiducto. F. Ganglios viscerales. G. Músculo aductor posterior. H. Manto. I. Gónada. J. Saco del estilo cristalino. K. Biso. L. Pie. M. Estilo cristalino. N. Branquias. Ñ. Estómago. O. Ganglios cerebrales. P. Boca. Q. Palpos labiales. R. Músculo aductor anterior.



Anatomía interna de la ostra. A. Estómago. B. Ano. C. Cloaca. D. Músculo Aductor. E. Branquias. F. Intestino. G. Gonoducto. H. Manto. I. Palpos labiales. J. Boca.

vamente hasta formar el gonoducto que se abre al riñón, por donde se expulsan al exterior las células sexuales una vez maduras.

3 CICLO REPRODUCTIVO

3.1. DEFINICION

Podemos definir el ciclo reproductivo como el ciclo completo de sucesos a partir de la activación de la gónada, desde el principio hasta el fin de la producción de las células sexuales (gametogénesis), finalizando o no en el desove o puesta.

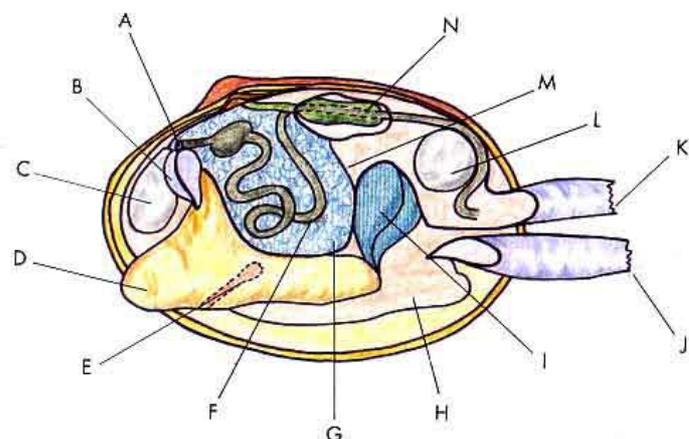
Los ciclos reproductivos pueden ser anuales, semianuales o continuos; en general, en nuestras latitudes los ciclos son anuales y en algunos casos bianuales.

3.2. FASES

El ciclo reproductivo de los bivalvos, bajo el que subyace el ciclo gametogénico, puede dividirse en dos períodos:

Período reproductivo, que comienza con la iniciación de la gametogénesis y culmina con la emisión de los gametos.

Período vegetativo o período reproductivo inactivo, durante el cual los gametos residuales son eliminados.



Anatomía interna de la almeja fina. **A.** Boca. **B.** Palpos labiales. **C.** Músculo aductor anterior. **D.** Concha marginal. **E.** Cavidad bisógena. **F.** Tractos intestinales. **G.** Gónada. **H.** Mango. **I.** Branquias. **J.** Sifón inhalante. **K.** Sifón exhalante. **L.** Músculo aductor posterior. **M.** Masa visceral. **N.** Cavidad pericárdica.

3.3. GAMETOGENESIS

Como su propio nombre indica, la gametogénesis es el conjunto de procesos necesarios para la formación de gametos maduros, es decir, aptos para fecundarse y obtener así un nuevo animal.

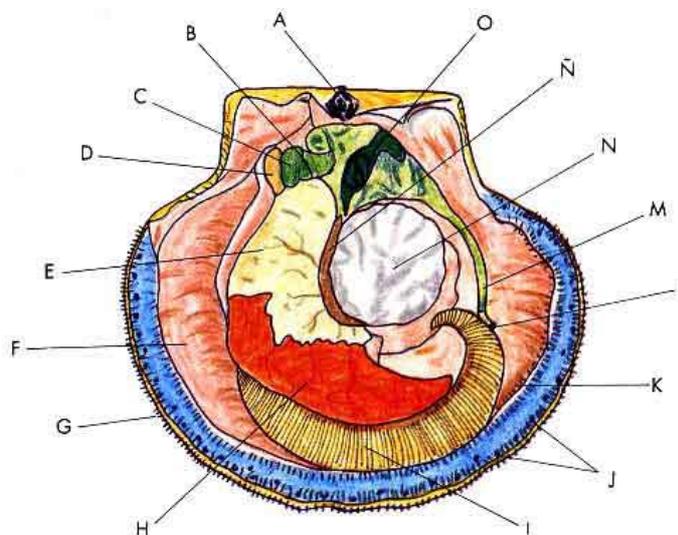
Con estos procesos se originan dos tipos de gametos: espermatozoides (células sexuales masculinas) y ovocitos u oocitos (células sexuales femeninas). Según se formen unos u otros se hablará de **espermatogénesis** o de **ovogénesis (oogénesis)** respectivamente.

En especies unisexuales, la gónada del macho realiza la espermatogénesis y la de la hembra la ovogénesis. Mientras que en especies hermafroditas, la gónada de un animal experimenta la gametogénesis de los dos tipos de gametos, ya sea al mismo tiempo o no, dependiendo del tipo de hermafroditismo.

El conjunto de todos los cambios que se producen en la gónada durante la gametogénesis recibe el nombre de ciclo gametogénico. Este ciclo, según la especie, es más o menos complejo.

3.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GAMETOGENESIS

Todo el proceso gametogénico es una respuesta controlada genéticamente a las variaciones del medio ambiente. Las investigaciones realizadas sobre el ciclo



Anatomía interna de la vieira (Según Mason). **A.** Ligamento. **B.** Palpos labiales. **C.** Boca. **D.** Pie. **E.** Testículo. **F.** Manto. **G.** Tentáculos sensoriales marginales. **H.** Ovario. **I.** Branquias. **J.** Ojos. **K.** Tentáculos sensoriales. **L.** Ano. **M.** Recto. **N.** Músculo aductor. **Ñ.** Riñón. **O.** Glándula digestiva.

Gametogénesis

Cuando comienza la gametogénesis, la gónada está formada solamente de "células germinales primordiales" (**gonocitos**), unidas entre sí al tejido conectivo y semejantes en macho y hembra.

Estas células sufren varias divisiones mitóticas, dando lugar a grupos de células que por diferenciación dan origen a "células goniales" (**espermatogonias primarias** y **ovogonias primarias** según el sexo), que se agrupan en folículos.

En este momento, la gónada está integrada por un conjunto de folículos tubulares compuestos de "gonias" o "células goniales" y "células foliculares" de poca importancia. Una vez formadas las "células goniales", la **espermatogénesis** y **ovogénesis** se diferencian.

En la **ovogénesis**, las **ovogonias primarias** se distinguen de sus células precedentes por tener un tamaño más reducido, el núcleo más claro y un solo nucléolo. Parte de estas células quedan en reposo, mientras que la otra parte se divide rápidamente dando lugar a **ovogonias secundarias o terminales**. Estas sufren un profundo cambio en apariencia y tamaño dando origen a los **ovocitos**, entre los que suelen aparecer ovogonias en estado de reposo y otras que no han terminado aún su desarrollo.

Los **ovocitos** pasan por dos fases de maduración antes de ser emitidos:

- En la primera fase (previtelogénesis), los ovocitos aumentan de tamaño, los cromosomas se difumi-

nan y la cromatina forma finas trabéculas. En esta fase no se observa acumulación de sustancias de reserva.

- En la segunda fase (vitelogénesis), el ovocito crece muy rápidamente, el núcleo aumenta considerablemente de tamaño, la cromatina se hace cada vez más difusa y menos coloreable, y el citoplasma acumula gránulos de sustancias de reserva.

El ovocito maduro es completamente redondo y tiene la dotación cromosómica diploide.

Durante la **espermatogénesis**, las **espermatogonias primarias** tienen un tamaño menor y un núcleo más claramente diferenciado que sus células madres (**gonocitos**). Están dispuestas formando una capa sobre la pared del folículo.

Después de sucesivas divisiones mitóticas se originan las **espermatogonias secundarias** que darán lugar a **espermatoцитos de primer orden**. Estos sufren la primera división meiótica (división reduccional de la dotación cromosómica) de la que se obtienen **espermatoцитos de segundo orden**. Dichos espermatoцитos quedan libres en los folículos formando una banda concéntrica sobre la capa de **espermatogonias**.

Los **espermatoцитos de segundo orden** son difíciles de observar, al transformarse rápidamente mediante la segunda división meiótica en **espermátidas**.

Finalmente, de cada **espermátida** saldrá un **espermatozoide** con dotación cromosómica haploide.

reproductivo muestran que la actividad reproductora de una especie se produce por la interacción de **factores ambientales** y **factores endógenos**.

3.4.1. Factores ambientales

Los factores ambientales que más influyen en el crecimiento de la gónada y en la gametogénesis son:

• Temperatura

La gametogénesis de muchas especies está relacionada con los cambios estacionales de temperatura, iniciándose, bien cuando las temperaturas declinan, en otoño, bien cuando aumentan, en primavera y verano. Por ejemplo, la almeja fina (*Ruditapes decussatus*) inicia la gametogénesis en primavera, desova en verano y está inactiva hasta la primavera siguiente.

No obstante, estos ciclos pueden verse alterados por variaciones anuales de la temperatura, adelantando o atrasando el ciclo. Dicho efecto ha sido aprovechado para forzar la maduración de los bivalvos.

• Alimento

La gametogénesis es un proceso que requiere bastante energía, en consecuencia, la movilización de los nutrientes del alimento ingerido hacia la gónada es esencial para el desarrollo de los gametos.

En la mayoría de los bivalvos, este desarrollo no depende directamente del alimento ingerido sino que depende de las reservas almacenadas o de ambos factores, es decir, del alimento ingerido directamente y de las reservas del animal.

3.4.2. Factores endógenos

Los factores endógenos a tener en cuenta para el desarrollo sexual del animal son: *sistema nervioso* y *sistema hormonal*.

Ambos están interrelacionados estructural y funcionalmente, actuando el sistema nervioso sobre la neurotransmisión y sobre la síntesis y descarga de secreciones hormonales.

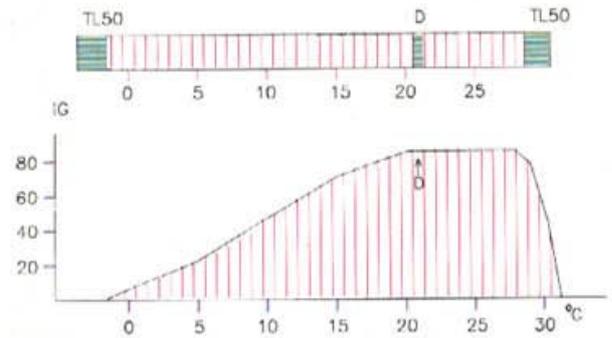
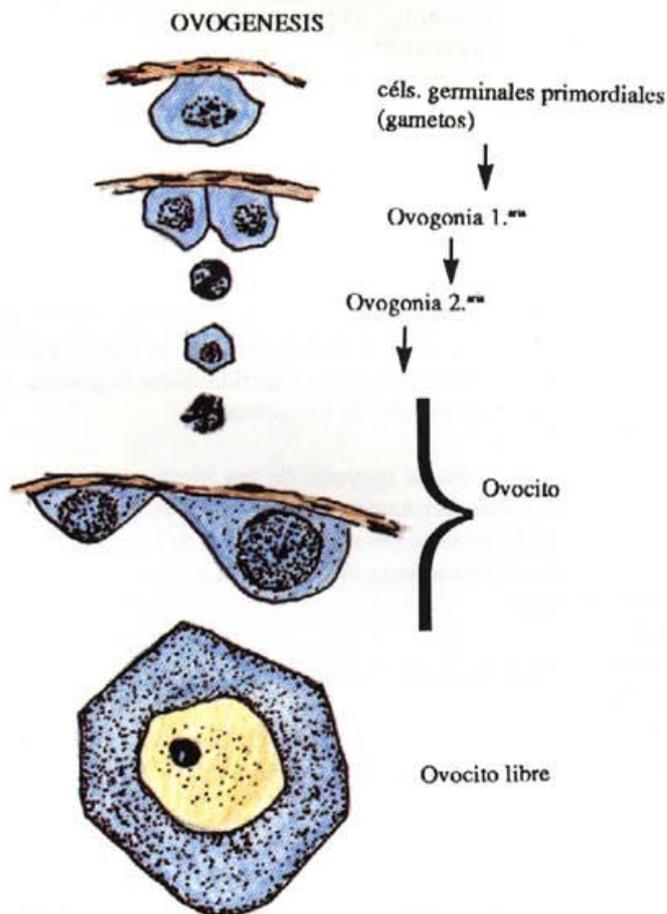
3.5. METODOS PARA LA DETERMINACION DE LAS FASES DEL CICLO REPRODUCTIVO

El sistema más utilizado es el "examen microscópico de cortes histológicos de la gónada", que posteriormente se relacionan con distintos números de estados de madurez. Este sistema es muy laborioso y consume mucho tiempo, si bien da una información mucho más precisa que cualquier otro método.

De todos modos también se emplean otros métodos, con más o menos aproximación según la especie, como son:

- *Observación de frotis de la gónada*, que permite medir la talla de los ovocitos y así poder determinar si están o no maduros.
- *Cálculo de los Índices de Condición*, que relacionan el contenido en carne del animal con el peso o volumen interno de la concha.
- *Cálculo del Índice Gonadal*, que relaciona el peso o volumen de la gónada con el peso o volumen del animal entero.

A partir de los índices de Condición y Gonadal, se pretende determinar la condición reproductiva de animales de talla distinta, y conocer la variación del tamaño de la gónada en las distintas épocas del año. No obstante, a menos que se acompañe de examen microscópico, estos índices son poco indicativos del grado de maduración sexual.

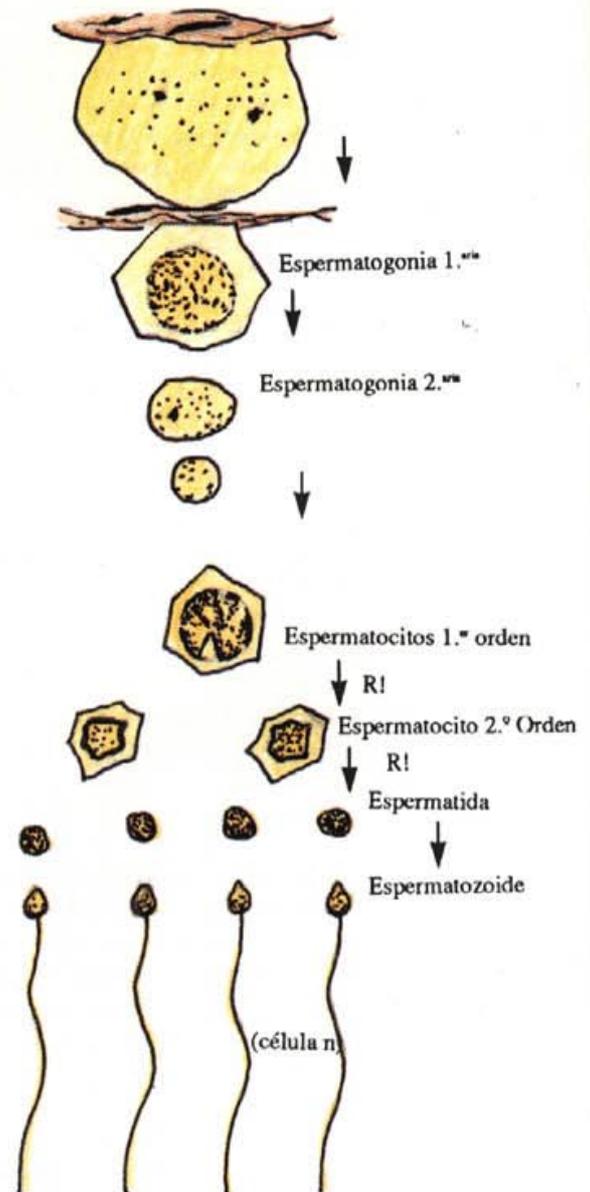


Ciclo reproductivo anual de la ostra japonesa

D, temperatura mínima requerida para el desove

IG, Índice gonadal.

TL, Temperatura letal



Ciclo gametogénico de moluscos bivalvos. RI División reduccional [Según Tranter].

Actividades

Práctica I.- DISECCION DE LA VIEIRA

Material:

- Cuchillo
- Bisturí
- Tijeras
- Papel de filtro
- Porta-objetos
- Cubre-objetos
- Microscopio
- Calibre

Método:

1) Colocar un papel de filtro en la superficie donde se va a realizar la disección. A continuación se coge una vieira y con la ayuda de un cuchillo se separa el músculo de la valva izquierda (valva plana) procurando no separar totalmente las dos valvas. Se coloca en equilibrio sobre los bordes ventrales de las dos valvas encima del papel de filtro para que escurra el agua y nos sea más fácil separar las distintas partes del animal.

2) Se separan las dos valvas, quedando el cuerpo en la valva derecha (valva convexa), y se colocan los dedos bajo el manto y las vísceras tirando hacia arriba para levantar el tejido conjuntivo que envuelve al músculo, quedando éste unido a la valva.

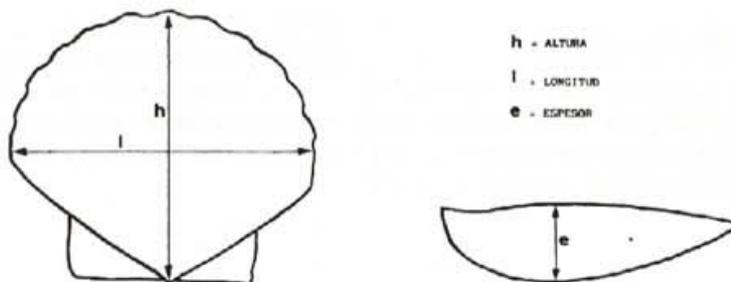
3) La gónada se separa del resto del cuerpo, seccionando con un bisturí en el límite del hepatopáncreas y después se corta el pie, de esta forma queda la gónada hermafrodita aislada.

4) Opcionalmente podemos separar la parte femenina (naranja) de la masculina (crema) cortando la gónada con unas tijeras.

5) Medir la concha con un calibre (ajustando al milímetro inferior), tomando las siguientes medidas: longitud, altura y espesor.

6) Dibujar la disposición de sus órganos que se ven una vez abierto el animal, fijándose especialmente en la gónada.

7) Observación de la gónada al microscopio. Para lo cual se coge con un bisturí, o algo similar, un poco de gónada masculina y se extiende en un porta-objetos se añade una gota de agua y se cubre con un cubre-objetos; seguidamente la muestra así preparada se observa al microscopio; con la parte femenina de la gónada se realiza la misma operación. Finalmente se anotan las diferencias encontradas al observar la muestra de ovario y de testículo.



Práctica II.- DETERMINACION DEL SEXO DE LAS OSTRAS

Material:

- 10 ostras grandes
- Cuchillo
- Bisturí
- Porta y cubre-objetos
- Pipeta de 1 ml (o 1 pipeta Pasteur)
- Microscopio
- Agua de mar filtrada a 1 ó 10 μ

Condiciones:

La experiencia se realizará en el laboratorio, preferentemente entre marzo y mayo. Puede realizarse con ostras que procedan directamente del mercado.

Método:

1) Abre cuidadosamente una de las ostras, con la ayuda de un cuchillo, cortando el músculo aductor.

2) Con la punta del bisturí pincha el cuerpo de la ostra y extiende una pequeña porción del mismo sobre un porta-objetos.

3) Añade una gota de agua y cúbreala con un cubre-objetos.

4) Observa la preparación al microscopio, anotando si se ven ovocitos o espermatozoides, o ambas cosas.

5) Repite la operación con el resto de las ostras.

6) Haz una relación de los machos y hembras encontrados, así como de los ejemplares hermafroditas.

Autoevaluación

1 Relaciona entre sí las dos listas de vocablos:

1	Hermafroditismo rítmico consecutivo	A	Vieira		
2	Ovocito	B	<i>Ruditapes decussatus</i>		
3	Almeja babosa	C	<i>Ostrea edulis</i>		
4	Almeja fina	D	Conducto evacuador		
5	Gonoducto	E	<i>Venerupis pullastra</i>		
6	Hermafroditismo funcional simultáneo	G	Gameto femenino		

2 Diferencia entre estos pares de vocablos:

- Ovocito/espermatozoide
- Unisexual/hermafrodita
- Espermatogénesis/ovogénesis
- Nutrientes/alimento
- Índice de Condición/Índice Gonadal

3 Señala cuáles de estas frases son verdaderas y cuáles falsas:

- Los moluscos bivalvos, al igual que otros muchos invertebrados pueden reproducirse sexual o asexualmente.
- La fecundación interna es un caso frecuente entre los moluscos bivalvos.
- Dado que la ostra (*O. edulis*) es una especie hermafrodita, un individuo puede fecundarse a sí mismo.
- Los moluscos bivalvos hermafroditas tienen un solo gonoducto, donde desembocan los conductos evacuadores de las gónadas masculina y femenina.

Aplicaciones

1 Los animales sésiles, que viven fijos al sustrato y aquellos que tienen movimientos muy limitados, tienen grandes dificultades para que los espermatozoides “encuentren” el ovocito y, por tanto, para fecundarlo. ¿Por qué mecanismos pueden resolver esta dificultad?

2 En el mismo caso, se encuentran las plantas superiores. ¿Qué soluciones aportan para favorecer el encuentro del grano de polen con el ovario y el óvulo?

3 ¿Qué relación hay entre el ciclo reproductor y el contenido en carne de los moluscos comestibles?

Conoce tu entorno

1 Hay una cierta idea generalizada de que el hermafroditismo es infrecuente en la naturaleza. Sin embargo, no es así. Con ayuda de una enciclopedia investiga el tipo de morfología sexual (hermafrodita o unisexual) de las siguientes especies:

1. Caracol	9. Lombriz de tierra
2. Mejillón	10. Rana
3. <i>Pinus pinaster</i>	11. Patata
4. <i>Tenia solitaria</i>	12. Percebes
5. Medusa Aurelia	13. Sanguijuelas
6. Nécora	14. Tojo
7. Cerezo	15. Coral rojo
8. Manzano	16. Roble

2 Muchas especies vegetales pueden reproducirse asexualmente. Esta circunstancia la aprovechan los agricultores en buen número de ocasiones. ¿Podrías señalar, los cultivos y las técnicas más comunes en tu región basados en esta modalidad reproductiva?

1 DEFINICION Y DIFERENCIAS ENTRE LAS ESPECIES

Una vez que la gónada ha alcanzado su máximo desarrollo y las células sexuales adquieren su completa madurez, tiene lugar la expulsión de los gametos o puesta. La expulsión de ovocitos se conoce como **desove** y la expulsión de espermatozoides como **espermación**.

Las **ostras** pertenecen a una familia que tiene un comportamiento en la puesta distinto del resto de los moluscos bivalvos. Los ovocitos y espermatozoides son descargados en la cámara suprabranquial. Si el producto descargado es esperma, éste es expulsado al exterior por medio de la corriente exhalante; pero si se liberan ovocitos, éstos no siguen el mismo camino que el esperma, sino que son transportados en contra de la corriente exhalante a través de las branquias y conducidos a la cámara inhalante.

En las ostras del género *Ostrea*, los ovocitos, después de ser liberados por la gónada, no son expulsados al exterior, sino que permanecen en la cámara inhalante para ser fecundados por el esperma que llega por la corriente de agua que filtra la ostra hembra. La talla media de sus ovocitos oscila entre 110 y 130 μ .

Los **pectínidos** expulsan al exterior ovocitos y esperma a través de la corriente exhalante. Las especies hermafroditas pueden expulsar en una misma puesta los dos tipos de gametos, pero esta expulsión no es simultánea para evitar la autofecundación. Normalmente, expulsan primero esperma y al cabo de cierto tiempo, que puede ser minutos u horas, expulsa ovocitos. No obstante esto no es categórico, ya que se dan algunos casos donde la primera expulsión es de ovocitos.

El número medio de ovocitos expulsados por puesta varía de unas especies a otras, estando entre los 11 millones de *Pecten maximus* (vieira) y los 4 millones de *Chlamys varia* (zamburiña). El diámetro de los ovocitos es del orden de las 65 μ .

Al igual que en los pectínidos, los **venéridos** expulsan los gametos al exterior cuando la gónada está madura. La expulsión la realizan a través del sifón exhalante. Las hembras liberan ovocitos y los machos espermatozoides.

El número de ovocitos liberados en cada puesta varía de unas especies a otras, oscilando entre los dos millones de *Venerupis pullastra* (almeja babosa) y un millón de *Ruditapes decussatus* (almeja fina).

2 FACTORES DETERMINANTES DE LA PUESTA

El inicio de la puesta responde a una combinación de factores de orden genético, térmico, mecánico y hormonal.

- **Temperatura**- Se considera como una de los factores de mayor incidencia sobre el control de la puesta, aunque el comportamiento respecto a ella difiere notablemente de unas especies a otras.

Contenido

1. Definición y diferencias entre las especies
2. Factores determinantes de la puesta
3. Epocas naturales de puesta

Según algunos autores, la emisión de los gametos sólo se produce cuando las aguas sobrepasan un nivel mínimo de temperatura, que puede variar dentro de una misma especie de una a otra época del año.

Las diferentes especies que ocupan una misma área geográfica pueden tener comportamientos distintos con relación a la temperatura. Por otro lado, no todos los miembros de una especie tienen el mismo comportamiento respecto a este factor.

- **Salinidad-** El descenso de la salinidad de las aguas parece ser que estimula la liberación de gametos maduros.

- **Iluminación-** La influencia de este factor sobre la actividad sexual de los moluscos es un fenómeno poco estudiado.

- **Estímulos mecánicos-** Tales como vientos fuertes, mareas, etc, ejercen una influencia escasa en la puesta de poblaciones naturales.

- **Estímulos químicos-** Los gametos de muchos organismos de fecundación externa producen sustancias que facilitan la fecundación. Así pues, el espermatozoide produce compuestos de tipo proteico y con un alto contenido en zinc, que tienen propiedades activadoras de la puesta sobre individuos de la misma especie.

- **Neurosecreción-** Los ganglios cerebrales y viscerales de los bivalvos, juegan un importante papel en el control de la reproducción.

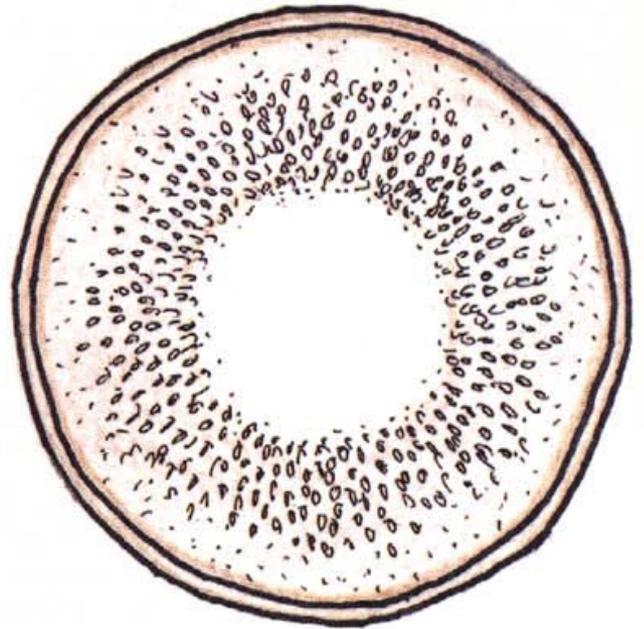
La secreción de los ganglios cerebrales, aunque activa la gametogénesis, parece impedir la maduración final de los gametos, y la puesta no se produce mientras esta secreción esté presente.

3 EPOCAS NATURALES DE PUESTA

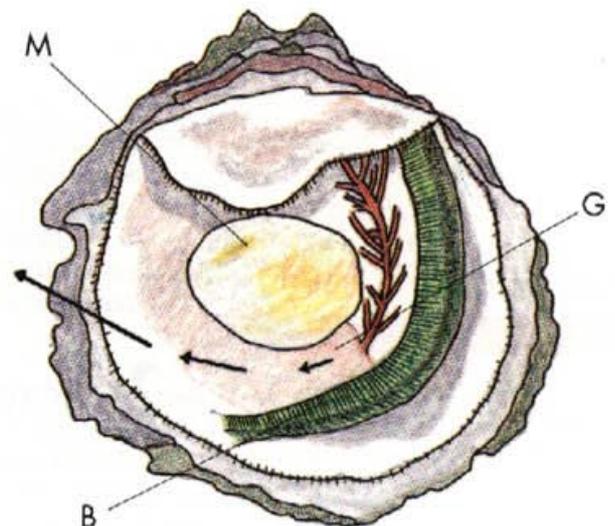
La época de puesta de los distintos moluscos bivalvos varía considerablemente de unas zonas a otras y de una a otra especie.

La ostra (*Ostrea edulis*) de las costas gallegas comienza a realizar puestas en los meses de marzo-abril, y continúa en junio-julio. Después de una breve recuperación se producen nuevos desoves, más o menos abundantes, según sean las condiciones del año. Estas puestas pueden prolongarse hasta finales de noviembre.

La almeja fina (*Ruditapes decussatus*) de la ría de Arousa inicia la gametogénesis en primavera, coincidiendo con el aumento de temperatura, y alcanza la madurez en pleno verano. El desove tiene lugar en los meses de julio-agosto, y se mantiene en fase de reposo hasta la primavera siguiente.



Ovocito maduro.



Ruta seguida por los espermatozoides de la ostra al ser liberados. M. Músculo aductor. G. Poro genital. B. Branquias.

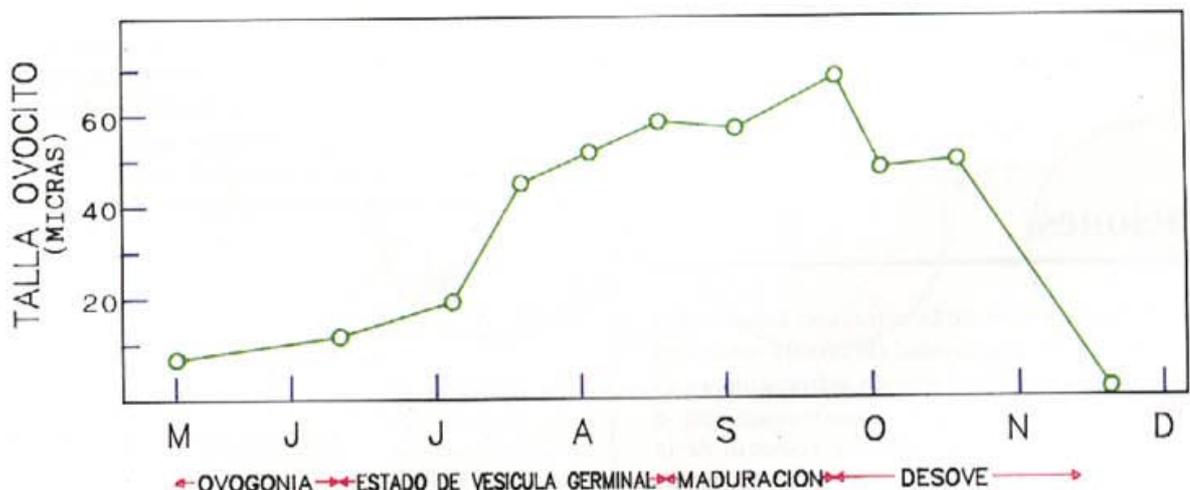
La almeja babosa (*Venerupis pullastra*) llega a la primavera madura, teniendo los desoves en la época de subida de las temperaturas. Después del desove, comienza a madurar de nuevo, de forma que si las condiciones son favorables puede haber una nueva puesta otoñal. En caso contrario, se mantiene madura hasta la primavera, fecha en la que se producirá el desove.

La vieira (*Pecten maximus*) inicia el desarrollo de la gónada después de su primer invierno, teniendo la gónada madura al llegar a su segundo invierno. El primer desove

tiene lugar a finales de la siguiente primavera, cuando la vieira tiene dos años recién cumplidos. Los desoves pueden tener lugar desde la primavera hasta finales del verano.

La zamburiña (*Chlamys varia*) muestra su primera maduración sexual en la primavera del siguiente año al de la fijación. Desova en primavera y verano.

La volandeira (*Chlamys opercularis*) puede iniciar los desoves cuando tiene una edad de 6 meses, empezando en marzo y continuando hasta el otoño.



Cambio de la talla media de los ovocitos de *Argopecten irradians* durante su ciclo reproductor (Según Sastry).

Autoevaluación

- 1** Completa las siguientes frases:
 - a. La ostra expulsa los espermatozoides a ...
 - b. En la ostra los ovocitos son conducidos a través de las branquias hacia ...
 - c. Los venéridos expulsan los espermatozoides a través del sifón ...
 - d. Los ganglios cerebrales y viscerales de los bivalvos, juegan un... papel en el control de la reproducción.
 - e. La expulsión de los ovocitos se conoce como... y la expulsión de espermatozoides como....

- 2** Diferencia los siguientes pares de vocablos:
 - a. Sifón exhalante - sifón inhalante
 - b. Espermatozoide - Esperma
 - c. Hermafroditismo - autofecundación
 - d. Ganglios cerebrales - ganglios viscerales

- 3** Define en que meses se producen los primeros desoves del año en Galicia (Rías Bajas) de las siguientes especies:
 - a. Ostra
 - b. Almeja fina
 - c. Almeja babosa
 - d. Vieira
 - e. Zamburiña
 - f. Volandeira

Aplicaciones

- 1** El carácter larvíparo de la ostra, con fecundación de los óvulos en una cavidad (la cámara inhalante) de la hembra, es relativamente infrecuente en el medio marino. Valora las ventajas e inconvenientes que, a tu juicio, tiene este tipo de fecundación respecto de la fecundación externa, bastante mas frecuente en los bivalvos.

- 2** Parece confirmarse que el descenso de la salinidad de las aguas estimula la liberación de gametos maduros en algunas especies de bivalvos. ¿Puede establecerse una relación entre este hecho y el que muchos moluscos vivan en zonas estuáricas, con importantes cambios de salinidad en aguas más o menos superficiales, y abunden en la zona intermareal e infralitoral.

Conoce tu entorno

- 1** La influencia de la temperatura en el control de la puesta parece evidente, al menos en los animales de "sangre fría". ¿Podrías diseñar un experimento, con animales vivos, relativamente sencillo que demostrara ese hecho?. ¿Podrías deducirlo de la simple observación? Inténtalo,

- 2** En los animales de "sangre caliente", particularmente en los mamíferos, la temperatura, la salinidad o la iluminación tienen poca o nula importancia a la hora de producirse la puesta o el parto. ¿Cuales son los factores que, en este caso, tienen una importancia fundamental?

- 3** Hemos definido el **desove** como la expulsión de los ovocitos, la **espermiación** como la expulsión de los espermatozoides. Sin embargo el concepto de **puesta** parece más ambiguo, ya que unas veces se utiliza como sinónimo de desove-espermiación (almejas, vieiras), otras como "expulsión de larvas" (ostra), otras como depósito del huevo en el nido (aves), otras como "parto" (mamíferos), etc. Partiendo de todas estas acepciones del término **puesta**, intenta definirlo buscando cual es el elemento o hecho común a todos estos fenómenos.

3

Fecundación

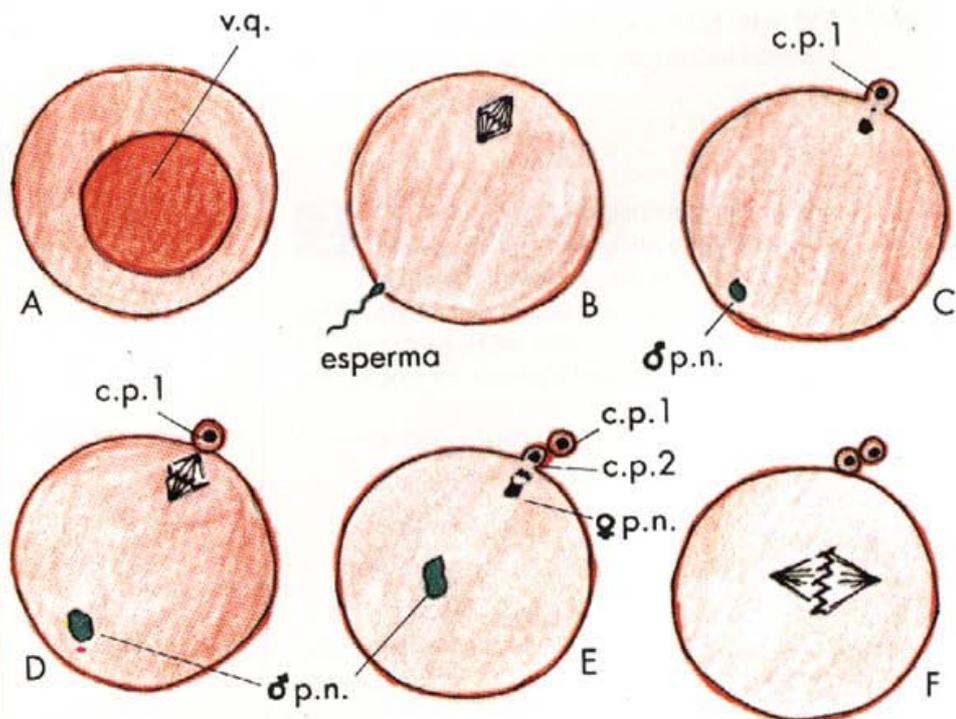
1 CONCEPTO

La fertilización o fecundación envuelve los siguientes pasos:

- 1.-Contacto entre el espermatozoide y el ovocito.
- 2.-Penetración del espermatozoide en el ovocito.
- 3.-Activación del ovocito.
- 4.-Fusión del pronúcleo masculino y femenino formándose el huevo o cigoto.

Los machos expulsan al exterior espermatozoides maduros y las hembras emiten ovocitos que terminarán su maduración una vez liberados. No hay que olvidar que la ostra no libera al exterior los ovocitos y, por tanto, la maduración de éstos y la fecundación tienen lugar en el interior de la cámara paleal de la hembra.

El proceso de la maduración del ovocito expulsado comprende: disolución de la vesícula germinal, dos divisiones meióticas y formación de dos cuerpos polares. El comienzo de la disolución de la vesícula germinal va a depender de la espe-



Fertilización del ovocito de *Pecten maximus*.

A. Ovocito liberado. v.q. vesícula germinal.

B. Penetración del espermatozoide.

C. D. y E. Formación de los cuerpos polares, [c.p.] migración del [p.n.] pronúcleo masculino hacia el pronúcleo femenino.

F. Metafase de la primera división.

Contenido

1. Concepto

cie, en unas ésta se rompe antes o inmediatamente después de la puesta, permaneciendo en este estado hasta que tiene lugar la fecundación, mientras que en otras especies, la vesícula germinal no se disuelve hasta después de la fecundación.

Algunas sustancias producidas por los gametos expulsados juegan un papel importante en la fertilización. Las sustancias producidas por el ovocito aglutinan el espermatozoide y aumentan su movilidad, y las producidas por el espermatozoide provocan la destrucción de la membrana del ovocito.

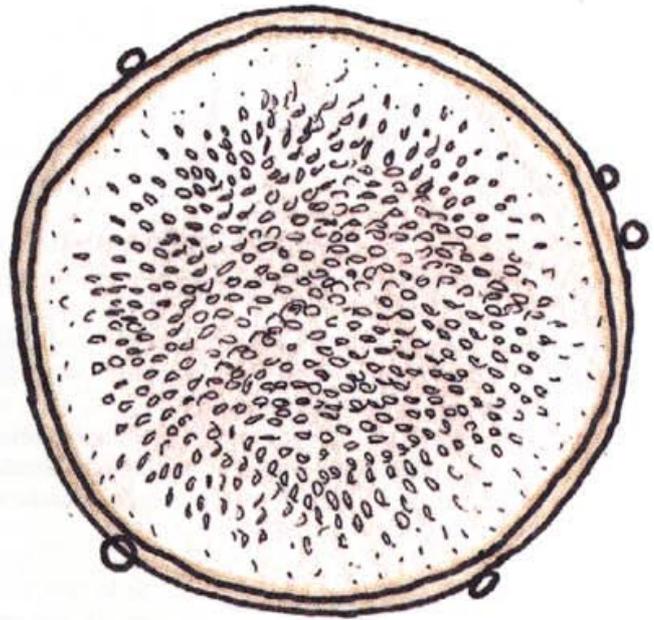
El espermatozoide penetra por cualquier parte del ovocito, produciéndose, pocos segundos después, una membrana de fertilización que impedirá el paso de nuevos espermatozoides.

Varios espermatozoides pueden rodear el mismo ovocito, pero sólo uno penetra en su citoplasma, siendo el resto expulsados al comienzo de la segmentación. Sin embargo, cuando hay un número elevado de espermatozoides (suele ocurrir en experiencias de laboratorio) pueden penetrar más de uno dando lugar a divisiones del huevo anormales. Esta penetración de más de un espermatozoides en un mismo ovocito se llama polispermia; por tanto hay que tener cuidado en trabajos de fecundación controlada, de no emplear concentraciones que sobrepasen los 5-10 espermatozoides/ovocito.

Una vez formada la membrana de fertilización se produce la reducción cromosómica del ovocito. A continuación se forma el primer cuerpo polar, y más tarde el segundo

cuerpo polar, ambos en el mismo polo del animal. El tiempo entre la fertilización y la formación de los cuerpos polares está aparentemente afectado por las condiciones del núcleo del ovocito y por la temperatura.

Una vez formado el huevo, con la dotación cromosómica diploide, empieza a segmentarse para sufrir todo el proceso embrionario.



Aspecto del ovocito después de la entrada del espermatozoide y de la rotura de la membrana nuclear.

Actividades

Autoevaluación

- 1** Señala cuales de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuales falsas:
 - a. En todos los moluscos bivalvos se produce el desove inmediatamente después de la fecundación.
 - b. Las viciras expulsan al agua mayor número de ovocitos que las almejas.
 - c. La meiosis es una condición indispensable para que un ovocito de bivalvo pueda ser fecundado por el espermatozoide.
 - d. Pueden obtenerse larvas viables tras la penetración simultánea de varios espermatozoides en un ovocito.

- 2** Distingue y relaciona los siguientes términos:
 - a. Haploide - Diploide
 - b. Meiosis - Reducción cromosómica
 - c. Polispermia - Segmentación anómala

Aplicaciones

- 1** La polispermia (penetración de más de un espermatozoide en un mismo óvulo) es un fenómeno cuya frecuencia aumenta cuando hay un número excesivo o muy importante de espermatozoides en las proximidades de los ovocitos maduros. Por otro lado un número excesivamente bajo de espermatozoides disminuye drásticamente la posibilidad de encuentro de los espermatozoides y los óvulos y, por tanto, de la fecundación. ¿Qué mecanismos actúan en el medio marino para evitar uno u otro riesgo?

Conoce tu entorno

- 1** La fecundación del gameto femenino por el masculino es un proceso inherente a la reproducción sexual. Sin embargo hay especies que logran tener descendencia muy numerosa, sin necesidad de fecundación aunque partiendo de células sexuales. Es la partenogénesis, tan frecuente en muchos insectos conocidos (algunas hormigas, abejas, etc). Con ayuda de una enciclopedia o la bibliografía adecuada investiga la naturaleza de este proceso y que consecuencias tiene para la descendencia.

- 2** Conseguir que el espermatozoide alcance el óvulo es una de los principales problemas para todas las especies animales. En este sentido la Evolución animal sigue unas pautas muy claras, que buscan favorecer ese encuentro. ¿Que relación podrías establecer entre esta necesidad y los términos biológicos que se enumeran?:
 - a. Gregarismo
 - b. Cortejo
 - c. Ferohormonas
 - d. Acoplamiento sexual, coito

¿Podrías señalar algún otro concepto directamente relacionado con la necesidad de favorecer el encuentro de ambos gametos en los mamíferos o en las aves?

4

Desarrollo embrionario

1 DEFINICION

El desarrollo embrionario de los moluscos engloba una serie de procesos, que van desde la fecundación del ovocito por el espermatozoide hasta la aparición de la primera forma larvaria (larva trocófora).

Se puede dividir en las siguientes partes:

- . Formación del huevo o cigoto.
- . Segmentación del huevo.
- . Formación de la blástula.
- . Formación de la gástrula.

2 FASES

2.1. FORMACION DEL HUEVO

En el momento de la puesta en los moluscos bivalvos, los machos expulsan al exterior espermatozoides con n cromosomas (dotación haploide), mientras que las hembras producen ovocitos con $2n$ cromosomas (dotación diploide).

Durante el proceso de la fecundación, este ovocito experimenta dos divisiones meióticas, y se transforma en un óvulo con n cromosomas (dotación haploide), a la vez que se forman dos cuerpos polares que permanecerán unidos al embrión durante todo el desarrollo embrionario.

Después de formarse el óvulo, tiene lugar la fecundación, proceso mediante el cual el pronúcleo masculino se fusiona con el pronúcleo femenino y se origina una célula con dotación cromosómica diploide ($2n$) denominada **huevo o cigoto**.

Este huevo sufrirá una serie de transformaciones hasta convertirse en un individuo con las mismas características que su progenitor. Dichas modificaciones se realizarán mediante un desarrollo embrionario, un desarrollo larvario y una metamorfosis.

2.2. SEGMENTACION DEL HUEVO

La célula huevo comienza a dividirse en células más pequeñas por estrangulamiento de su citoplasma. Este proceso recibe el nombre de **segmentación** y las células resultantes de esta división se denominan **blastómeros**.

La primera segmentación, que tiene lugar una vez formado el segundo cuerpo polar, divide al huevo, meridionalmente, en dos células desiguales. La célula pequeña en el polo animal y la mayor en el opuesto que es el polo vegetal. Este polo vegetal se abomba y se forma el primer lóbulo polar.

Contenido

1. Definición

2. Fases

- 2.1. Formación del huevo
- 2.2. Segmentación
- 2.3. Blastulación
- 2.4. Gastrulación

El plano de la segunda división, también meridional al huevo, forma con el de la primera un ángulo de 90°. De este modo el huevo queda dividido en cuatro cuadrantes.

La tercera división separa cada cuadrante en dos células desiguales, una pequeña o **micrómero** y una grande o **macrómero**, quedando al final de esta división 4 macrómeros en el polo vegetal y 4 micrómeros en el polo animal.

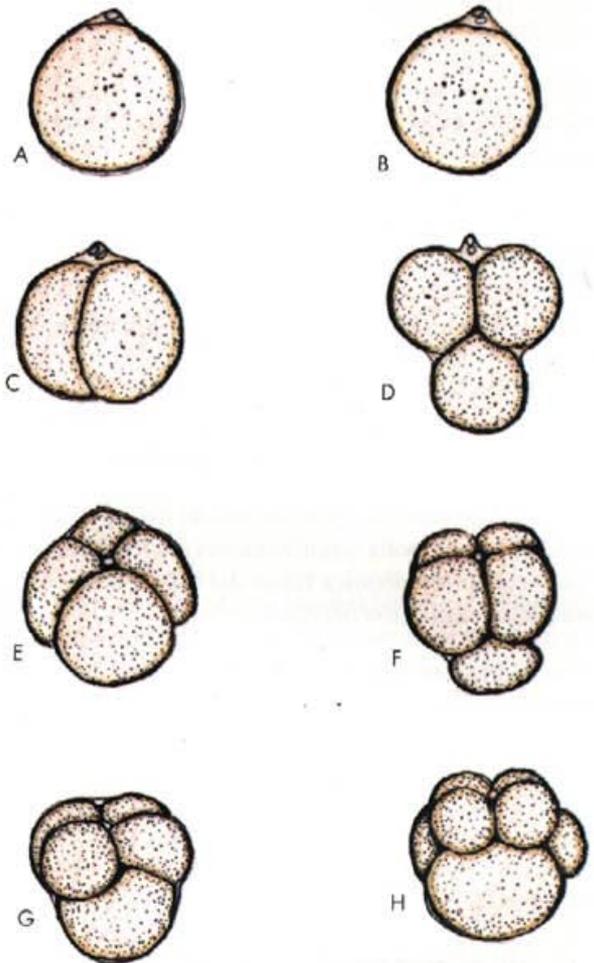
En la cuarta y quinta división resultan 16 y 32 blastómeros, saliendo de cada micrómero dos células pequeñas y de cada macrómero una célula grande y una pequeña. Al terminar la quinta división los micrómeros envuelven a los macrómeros.

Este tipo de división, donde los blastómeros recién formados giran y cambian su posición en el embrión, corresponde a una segmentación espiral que conduce a la formación de una **mórula** irregular, en la que los micrómeros se desarrollan, desde el polo animal hacia el polo vegetal, sobre la superficie de los macrómeros.

2.3. BLASTULACION

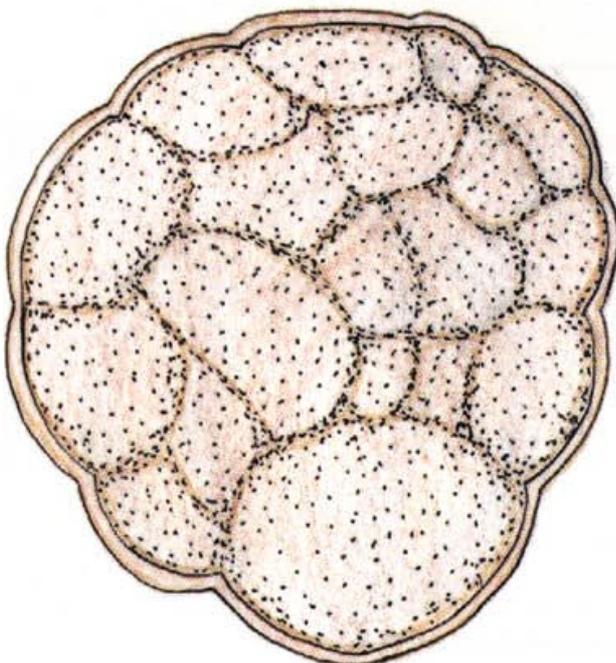
Las sucesivas segmentaciones del huevo, dividiéndose los micrómeros mucho más rápidamente que los macrómeros, dan lugar a la **blástula**, que está formada por un conjunto de células epiteliales denominado **blastodermo** y por un espacio cerrado lleno de líquido que se llama **cavidad de segmentación** o **blastocoele**. Esta cavidad se origina a partir del sistema de lagunas intercelulares que se forman durante la segmentación.

En el estado de blástula, aparecen grupos de cilios alrededor de la región ecuatorial del embrión, al igual que en las células apicales del polo animal. En este último polo se disponen formando un anillo.

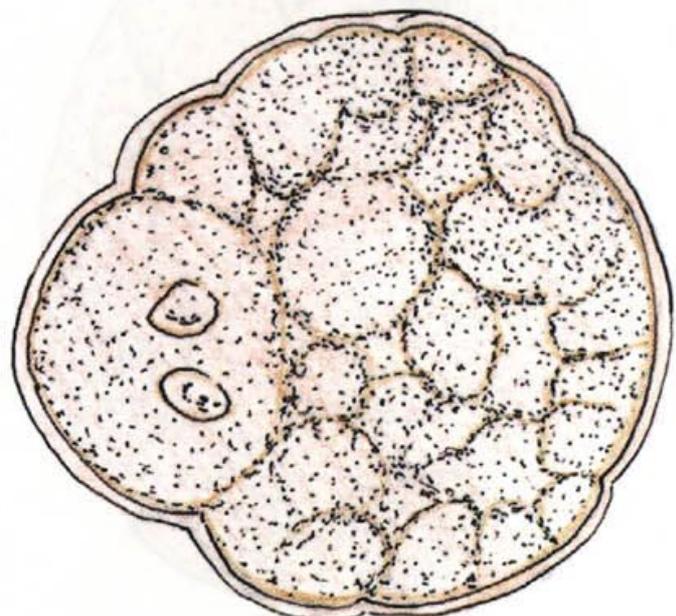


Primeras divisiones del huevo en moluscos bivalvos
[Según Wada].

A. Formación del primer cuerpo polar. **B.** Formación del segundo cuerpo polar. **C.** Primera división del huevo. **D.** Segunda división del huevo. **E. a H.** Sucesivas segmentaciones del huevo.



Formación de la blástula [Según Galtsoff].



Blástula en estado avanzado [Según Galtsoff].

2.4. GASTRULACION

La gastrulación, o formación de la **gástrula**, es la diferenciación de las capas germinales que dan origen a los esbozos de los órganos del animal. Ocurre casi siempre por desplazamientos celulares.

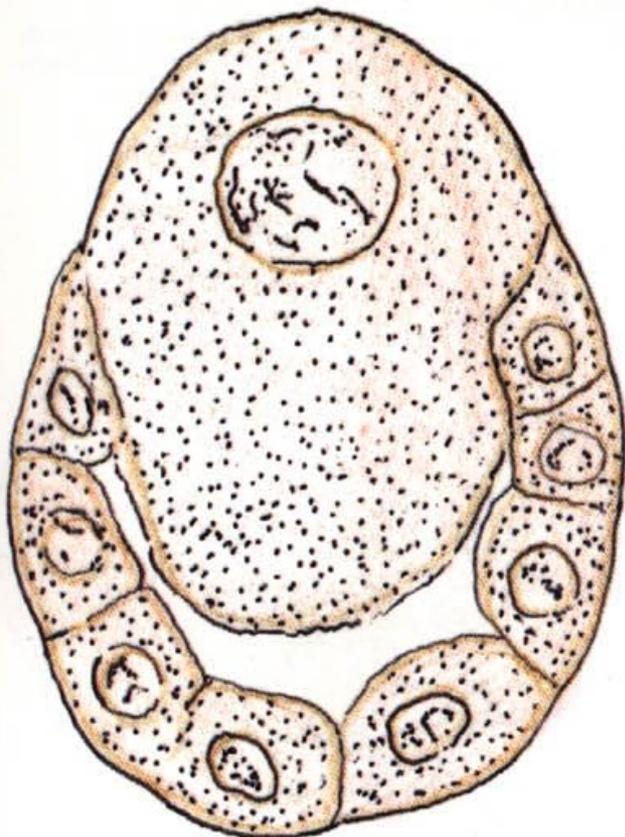
La gástrula esta integrada por capas que reciben el nombre de **hojas blastodérmicas** o **germinativas**, y corresponden a:

- El **ectodermo**, que es la hoja blastodérmica externa.
- El **endodermo**, que es la interior.
- El **mesodermo** que es la intermedia. Esta hoja blastodérmica es la que presenta mayor variabilidad.

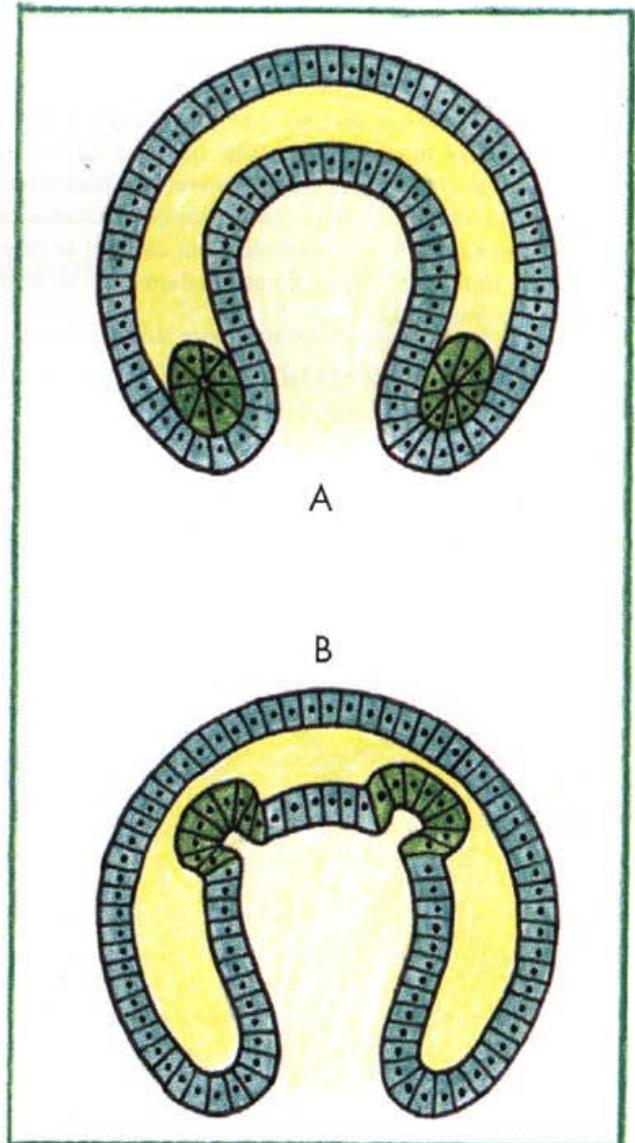
El proceso de gastrulación de los moluscos puede ser, tanto por **epibolia** (recubrimiento del material penetrante por la parte ectodérmica futura del blastodermo) como por **embolia** (invaginación del blastodermo).

Si es por embolia, el blastodermo se invagina en el blastocele y forma la cavidad intestinal primitiva o **arquenterón**. Esta cavidad también se forma si la gastrulación es por epibolia, ya que al final del este proceso se produce una invaginación. La abertura que se forma por dicha invaginación se denomina **blastoporo**, el cual aparece ancho al comienzo y luego se va cerrando. Es en esta zona donde se formará la futura boca.

El desarrollo de la gástrula da como final una forma larvaria, comenzando en ese momento el desarrollo larvario.



Estado temprano de la gástrula (Según Galtsoff).



Esquema de diferentes tipos de gastrulación.
A. Moluscos. B. Equinodermos.

Actividades

Autoevaluación

1 Relaciona entre sí las dos series de términos:

1	3ª división del huevo	A	Embolia		
2	Blastocele	B	Macrómero		
3	Hoja blastodérmica	C	Cavidad de segmentación		
4	Gastrulación	D	Endodermo		

2 Contesta, según corresponda, **SI**, **NO** o **DEPENDE** a las siguientes frases:

- Los ovocitos de bivalvos son diploides mientras que los espermatozoides son haploides.
- El ovocito se transforma en óvulo, tras sufrir dos divisiones meióticas en el agua que reducen a la mitad su número de cromosomas.
- Si observo la gastrulación de un molusco seguramente encontraré una gastrulación por epibolia.
- El número de micrómeros que se observan en la 3ª División del huevo es doble del de macrómeros.

Aplicaciones

1 Durante la gastrulación se diferencian las capas u hojas blastodérmicas, denominadas ectodermo (la exterior), endodermo (la interior) y mesodermo (la intermedia). A partir de cada una de ellas se forman los diferentes órganos, aparatos y sistemas del cuerpo de los moluscos. Con ayuda del glosario y la bibliografía oportuna, investiga el origen de cada una de los grandes aparatos y sistemas (nervioso, digestivo, circulatorio, etc).

2 Con ayuda de la bibliografía adecuada, investiga el origen embriológico de esos mismos aparatos en la especie humana. Compara los resultados. ¿Qué conclusiones sacas? Refuerza tu opinión, investigando lo mismo en otro grupo animal, por ejemplo, en las aves o los peces.

Conoce tu entorno

1 Una vez formado el cigoto o célula huevo, comienza su rápida segmentación para ir produciendo todas las células, tejidos y órganos que conformarán el animal adulto. Esta segmentación del cigoto se produce, lógicamente, en todos los animales pluricelulares. Con ayuda de una enciclopedia o de bibliografía adecuada, investiga cómo se producen las primeras segmentaciones y la formación de la mórula, blástula y gástrula en la especie humana. Haz un resumen.

2 Compara el resumen que has hecho en la investigación anterior y compáralo con lo descrito en este texto sobre la segmentación, blastulación y gastrulación en los moluscos. ¿Qué consideras más decisivo, las analogías o las diferencias? ¿Por qué?

1 BIOLOGIA LARVARIA

1.1. MORFOLOGÍA Y TIPOS DE LARVAS

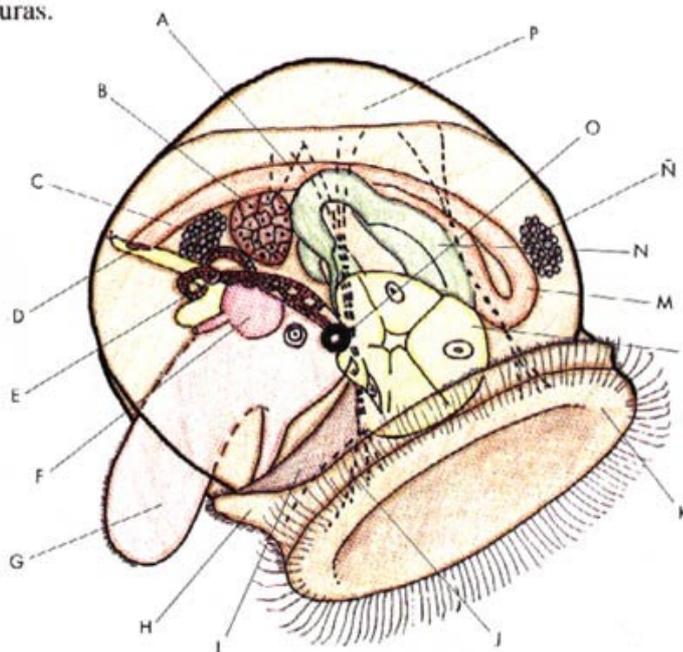
Las primeras formas larvarias móviles, procedentes de la división del huevo, se conocen con el nombre de **larvas trocófora**.

Cuando el embrión entra en la fase de trocófora, aparecen dos importantes estructuras:

- Una corona de cilios móviles conocida como "**prototroca**", que está centrada en el polo animal y realiza eventualmente la función de locomoción de la larva.
- La "**glándula de la concha**", que es una invaginación ectodérmica más cerca del polo animal que del vegetal, encargada de secretar una concha larvaria rudimentaria.

El tiempo que el embrión está en este estado larvario es de 24 a 48 horas según la especie. Durante ese tiempo, tienen lugar algunos cambios en la morfología externa de la larva trocófora, como:

- Evaginación de la glándula de la concha.
- Secreción y expansión de la concha.
- Formación del penacho anal y ano.
- Formación gradual del velo.
- Formación de la cavidad del manto, en la que se desarrollarán el pic y otras estructuras.



Larva veliger (Según Drdmann). **A.** Músculos retractores del pie. **B.** Corazón. **C.** Músculo aductor posterior. **D.** Ano. **E.** Primordio branquial. **F.** Glándula del viso. **G.** Pie. **H.** Boca. **I.** Esófago. **J.** Boca. **J.** Músculo retractor del velo. **K.** Velo. **L.** Glándula digestiva. **M.** Intestino. **N.** Estómago. **Ñ.** Músculo aductor anterior. **O.** Ojo. **P.** Umbo.

Contenido

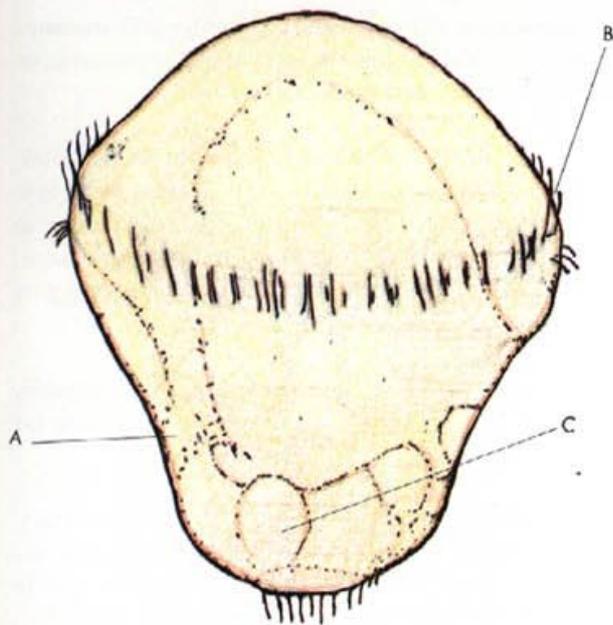
1. Biología larvaria

- 1.1. Morfología y tipos de larvas
- 1.2. Comportamiento
- 1.3. Alimentación

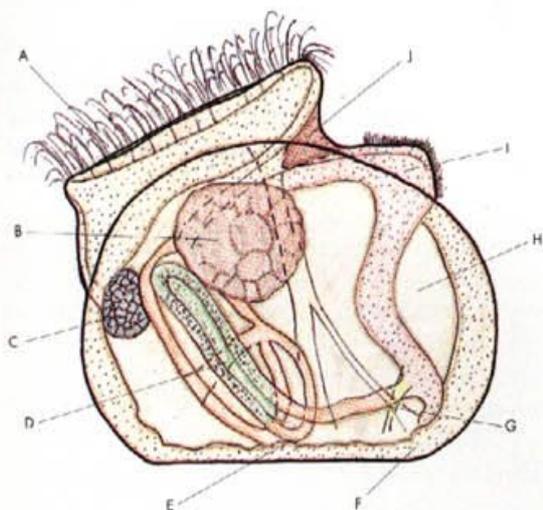
2. Desarrollo larvario de la ostra

3. Desarrollo larvario de los venéridos

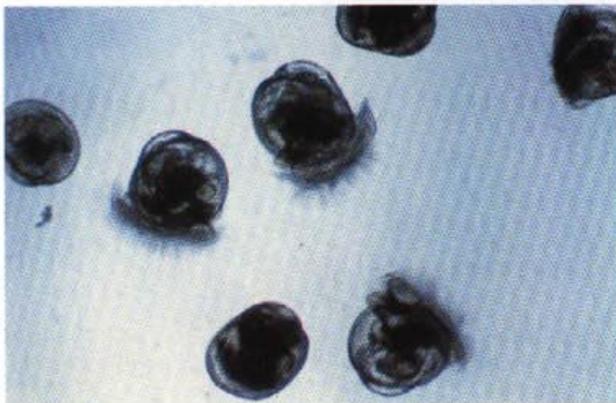
4. Desarrollo larvario de los pectínidos



Larva trocófora de molusco bivalvo. A. Glándula de la concha. B. Prototroca. C. Células Mesodérmicas.



Larva veliger (charnela recta) de molusco lamelibranquio (Según Galtsoff). A. Velo. B. Glándula digestiva. C. Músculo aductor anterior. D. Estómago. E. Intestino. F. Concha. G. Ano. H. Cavidad del manto. I. Dudimento del pie. J. Boca.



Larvas de ostra nadando.

Una vez realizados estos cambios el embrión alcanza el estado de **larva veliger**.

La larva veliger, según va creciendo recibe diferentes nombres, que hacen referencia a los cambios más patentes en su morfología:

- Charnela recta o forma en D.
- Umbonada.
- Pediveliger.

La larva veliger tiene una morfología más compleja que la larva trocófora, y posee estructuras larvarias que desaparecen al finalizar el desarrollo larvario.

La prototroca de la trocófora da lugar a un "velo ciliado" en el margen exterior, que servirá a la larva veliger para su locomoción. Además presenta un "pie" rudimentario que aparece bajo la boca y alcanza su completo desarrollo al final de la vida larvaria.

Cuando la concha rodea las partes blandas, la larva ha alcanzado la fase veliger de charnela recta o de larva en D. Algunos autores denominan a esta fase Prodisoconcha I. El órgano más característico de la larva en D es el velo que se mantiene durante todo el estado de veliger.

A continuación la charnela se curva y desarrolla el umbo, que permanece hasta la metamorfosis, pasando a denominarse larva umbonada.

Al alcanzar una talla determinada, que variará según las especies, aparece el pie, que es un órgano contráctil cubierto de cilios, la "glándula del bisco" y dos o tres filamentos branquiales primarios. Esta fase larvaria se conoce como larva pediveliger.

En algunas especies de moluscos (por ej., la ostra y los pectínidos) esta larva presenta una "mancha ocular", u "ojo", que indica, junto con la formación del pie, la proximidad de la fijación y posterior metamorfosis.

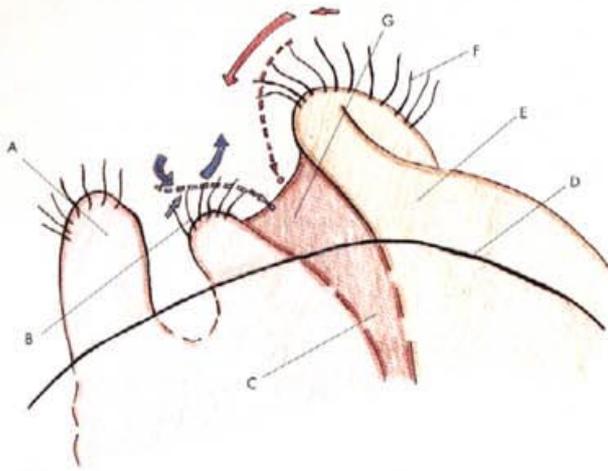
1.2. COMPORTAMIENTO

Las larvas de moluscos bivalvos son formas móviles pelágicas, integrantes del meroplancton marino.

Los bivalvos producen un gran número de larvas para asegurar la continuidad de la especie, ya que muchas se pierden durante el desarrollo y en los meses que siguen a la fijación, principalmente, por la predación (peces e invertebrados carnívoros del sistema pelágico) y por el hambre.

Algunos autores han señalado que, cerca del 57% de las larvas de invertebrados, son de lamelibranquios y dominan el meroplancton en verano y en invierno.

Las fases larvarias, además de asegurar la especie, al ser arrastradas de la zona de puesta por las corrientes mari-



Captura de alimento en larva de bivalvo [Según Strathman, John y Fonseca]. **A.** Pie. **B.** Cilios posteriores. **C.** Esófago. **D.** Concha. **E.** Velo. **F.** Cilios anteriores. **G.** Boca.
FLECHAS: Roja discontinua-Azul discontinua. Corriente de partículas hacia la boca. **Azul-Roja.** Corrientes en remolino provocados por los cilios.



Larva de ostra recién emitida.



Larva pediveliger de ostras, sacando el pie.

nas (una corriente oceánica de sólo 0.5 Km/h puede transportar una larva 150-500 km antes de su fijación), representan un papel esencial en la dispersión de los bivalvos.

Las larvas comienzan a nadar desde el estado de trocófora, merced a la corona de cilios que aparece en el lado ventral de la larva. Cuando llegan al estado de veliger lo hacen con la larga ciliatura marginal del velo. La larva, durante la natación, extiende el velo fuera de las valvas y en estado de reposo lo esconde dentro de la concha.

De todos modos, al tener un tamaño muy pequeño, su propia natación no puede contrarrestar la acción de las corrientes oceánicas y son arrastradas por éstas.

A medida que la larva crece - aumenta en tamaño y peso - la natación se va haciendo cada vez más difícil, facilitando el que, cuando esté totalmente desarrollada, pueda sumergirse hasta el fondo para formar parte del bentos.

1.3. ALIMENTACION

El sistema de alimentación de las larvas de los moluscos bivalvos varía según el tipo de larva.

Cuando están en la fase de trocófora se alimentan de sus propias reservas, mientras que a partir del estado de larva veliger se alimentan del plancton, mediante mecanismos de filtración.

El alimento lo capturan gracias a la ciliatura del velo. Esta ciliatura consta de una banda pre-oral de largos cilios y una banda post-oral de ciliatura corta. El batir de los cilios de la banda pre-oral produce una corriente de agua hacia el interior. Dicha corriente lleva en suspensión las partículas de alimento, que son recogidas y conducidas hacia el surco que hay entre los dos bandas, para pasar a la boca mediante el movimiento de los cilios de la banda post-oral.

Las partículas ingeridas se seleccionan antes de llegar al estómago de la larva, rechazando las no aptas.

El proceso de digestión está condicionado por:

- La concentración de partículas que hay en el agua.
- El grado de saciedad del intestino.
- La digestibilidad de las partículas ingeridas.

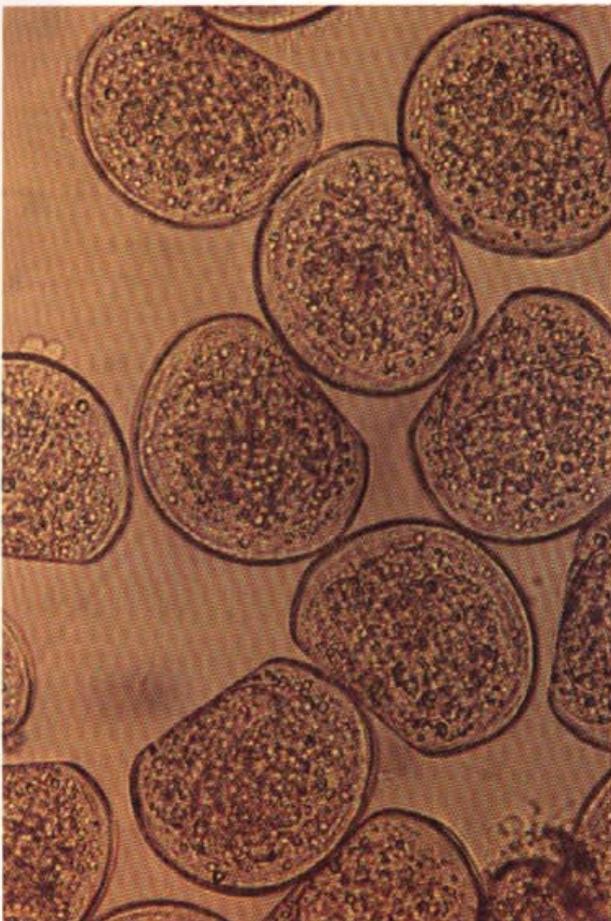
La selección de partículas está condicionada por:

- La talla de las partículas.
- La concentración de partículas.
- La talla de la larva.
- Los factores ambientales.

Por ejemplo, la larva del mejillón tiene un máximo de retención para partículas de 2-6 μ de diámetro, mientras que las partículas mayores de 9 μ de diámetro no son retenidas.



Larva pediveliger de ostra nadando, con el velo extendido.



Larva D-veliger (24 horas) de almeja.

El régimen alimenticio de las larvas va desde algas fitoplanctónicas, de aspecto, tamaño y digestibilidad adecuada, hasta materia orgánica particulada en suspensión.

2 DESARROLLO LARVARIO DE LA OSTRA

La ostra plana (*Ostrea edulis*) tiene el desarrollo larvario dividido en dos fases: la primera fase se desarrolla dentro de la concha y la segunda en el exterior.

La hembra incuba los ovocitos en la cámara inhalante por un espacio de tiempo de 7 a 10 días. En este período se produce el desarrollo embrionario y parte del larvario (hasta el estado de larva veliger en D), siendo expulsados al exterior en forma de larvas bien desarrolladas, móviles y capaces de alimentarse.

Durante este proceso, la ostra abre sus valvas ampliamente, y por bruscas contracciones del músculo expulsa nubes de larvas. Estos movimientos se repiten varias veces a intervalos irregulares y parecen requerir varias horas para completarse.

Durante el período de incubación, la masa formada por los huevos o embriones o larvas muestra un cambio de color, pasando, gradualmente, de un color inicial blanco, a gris y finalmente casi negro.

El número de larvas producidas varía según la talla y edad de la ostra. Aunque no es infrecuente, sobre todo en ostras jóvenes, encontrar puestas con un número reducido de larvas expulsadas (100.000), la media de larvas por puesta, en condiciones normales de criadero y ostras maduras, oscila entre 800.000 y 1.500.000.

La talla media de las larvas veliger recién emitidas oscila entre 150-180 μ de longitud máxima (paralela a la charnela).

Después de transcurridos de 10 a 15 días desde su expulsión (tiempo que puede variar a causa de determinados factores como la temperatura y el abastecimiento de comida), y con un tamaño próximo a las 250 μ , aparece en las larvas una mancha conocida con el nombre de "ojo", que indica la proximidad del momento en que dejan de nadar y se fijan sobre el substrato.

3 DESARROLLO LARVARIO DE LOS VENERIDOS

En las almejas, como en la mayoría de los moluscos bivalvos, la fecundación y el desarrollo larvario, tienen lugar en el exterior.

La primera forma móvil es la larva trocófora, que dura de 24 a 48 horas. A continuación, pasa a larva D veliger con una talla de, aproximadamente, 100 μ . Cuando se acerca



Larva pediveliger de almeja.

a las 160 μ , está en fase de larva veliger umbonada y al alcanzar las 220-230 μ aparece el pie completamente desarrollado, llegando al estado de larva pediveliger. Seguidamente busca un substrato adecuado para fijarse y sufrir la metamorfosis.

La duración de este desarrollo, que oscila entre los 10 y los 20 días, está condicionado por factores ambientales, tales como la temperatura y la salinidad, y por el alimento disponible.

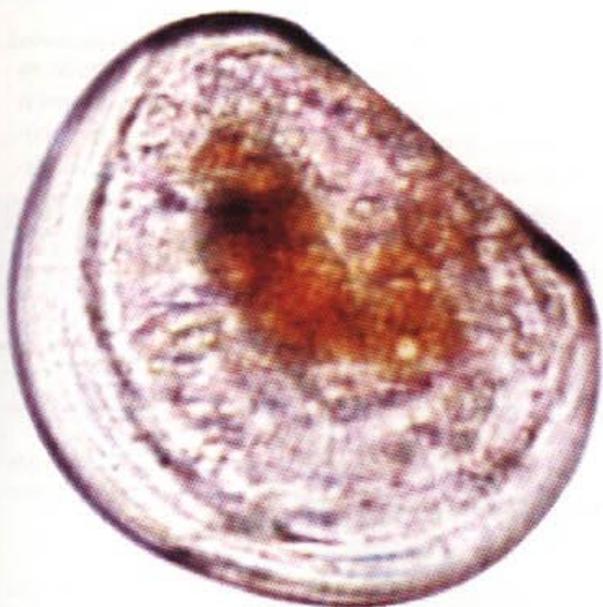
4 DESARROLLO LARVARIO DE LOS PECTINIDOS

El desarrollo larvario de esta familia es similar al descrito para las almejas.

En la vieira, el paso de ovocito fecundado a larva D veliger dura unas 48 horas. Esta larva tiene una talla media de 115-120 μ . Cuando llega a la fase de larva umbonada mide ya unas 180 μ y cuando alcanza el estado de pediveliger (aparece el pie y la mancha ocular) su talla es de 225-230 μ .

El tiempo que va desde la primera forma larvaria hasta la larva pediveliger (se prepara para la fijación) oscila entre 30 y 35 días, en función de la temperatura del agua y el alimento disponible.

Tanto la volandeira como la zamburiña, tienen larvas de menor tamaño que la vieira. Así, las larvas D veliger o veliger de charnela recta tienen una talla media de 95-100 μ y las pediveliger alcanzan las 210 μ .



Larva veliger de vieira de 5 días



Larva pediveliger de vieira

Autoevaluación

1 Encuentra los siguientes términos en la sopa de letras: BENTOS, BISO, EMBOLIA, OJO, OVOCITO, PEDIVELIGER, UMBONADA, VALVA, VELO, y VIEIRA. Pueden leerse de derecha a izquierda, de izquierda a derecha, horizontal o en diagonal, de arriba abajo o de abajo arriba.

L	O	C	V	A	I	L	O	B	M	E	O
P	A	R	S	R	I	M	O	N	I	C	V
R	E	T	O	I	R	U	O	E	I	U	O
C	A	D	S	E	N	L	O	G	V	M	C
E	R	A	I	I	E	N	A	O	H	B	I
B	A	S	B	V	T	L	A	S	I	O	T
E	E	M	P	R	E	L	O	R	A	N	O
D	L	N	A	P	S	L	E	R	P	A	E
N	T	E	T	Q	U	E	I	S	O	D	P
L	A	O	J	O	D	E	L	G	N	A	R
T	E	D	L	A	S	P	A	T	E	G	O
N	I	A	V	A	L	V	A	Y	A	R	V

2 Encuentra el término definido por las siguientes frases:

- Primeras formas larvarias móviles de los moluscos bivalvos, que presentan una corona de cilios.
- Fase larvaria de los moluscos inmediatamente posterior a la trocófora.
- Órgano contráctil de los moluscos, cubierto de cilios.
- Gameto femenino maduro, una vez sufrida la reducción cromosómica.
- Hoja blastodérmica externa.
- Proceso de gastrulación por invaginación del blastodermo.

Aplicaciones

1 Las larvas de los moluscos bivalvos son natantes y llevan una vida libre como miembros del zooplankton (meroplankton animal). Con la ayuda del texto y la bibliografía adecuada define los órganos y estructuras de la larva directamente relacionadas con la natación o la flotabilidad.

- En la larva trocófora.
- En la larva veliger.

2 Los cilios (o pestañas vibrátiles, como también se les llamaba) son estructuras particularmente importantes en la vida animal, cuyo funcionamiento básico es siempre el mismo: provocar corrientes en el medio líquido que lo impulsen en una determinada dirección, ya sea para provocar el arrastre de partículas en suspensión o provocar desplazamientos. Por ello, están presentes en multitud de órganos de prácticamente todos los grupos y especies animales, incluida la especie humana. Investiga y localiza algunas estructuras ciliadas, definiendo su función, en:

- La especie humana.
- Los peces teleósteos.

Conoce tu entorno

1 La existencia de desarrollos larvarios y metamorfosis más o menos complicadas es frecuente en el reino animal. En el texto se citan las larvas o fases larvarias de los moluscos: Trocófora, veliger (charnela recta, umbonada, pediveliger). Investiga y compara la sucesión de larvas en otros grupos animales, por ejemplo, en:

- Crustáceos
- Mariposas
- Mosca

2 Al estudiar la puesta de las ostras, hemos citado que, en circunstancias normales, una sola ostra puede producir entre 800.000 y 1.500.000 larvas por puesta. Suponiendo que cada ostra sólo tenga una puesta al año y tenga una vida media de 15 años ¿qué mortalidad debe esperarse entre las larvas para que la población de ostras adultas se mantenga estable, es decir, ni aumente ni disminuya?

3 ¿Qué razón, si es que la hay, consideras que subyace tras ese "aparente" despilfarro de la naturaleza?

6

Fijación y Metamorfosis

1 DEFINICION DE LA FIJACION

Llamamos "fijación" a todo el proceso que llevan a cabo las larvas de los moluscos bivalvos para adherirse a un sustrato. Una vez el animal fijado, termina su vida larvaria.

Para la realización de este complejo proceso es necesario el desarrollo de determinadas estructuras larvarias, y un cambio en el comportamiento de la vida de la larva. Este cambio consiste, principalmente, en el paso de la vida pelágica libre a la vida bentónica, más o menos sedentaria y, finalmente, si es el caso, a individuo inmóvil.

La fijación, no sólo está condicionada por características propias de la especie y de la larva (grado de desarrollo, talla, etc), si no que también está afectada por las características físicas del medio y por determinados factores ambientales.

Para muchas especies de moluscos bivalvos, esta fase final de la vida larvaria, previa a la metamorfosis, es la más delicada del desarrollo, produciéndose, en ella, grandes mortalidades.

2 DEFINICION DE LA METAMORFOSIS

La "metamorfosis" engloba todos los fenómenos que llevan a cabo las larvas para adquirir las estructuras y el aspecto de un animal adulto, y que permiten el paso de la vida planctónica, o natante, a la vida bentónica. Representa el paso de la larva, a semilla o juvenil y, por tanto, el fin del desarrollo larvario.

Comienza la metamorfosis, inmediatamente después de la fijación. En su curso desaparecen partes de las estructuras larvarias, aparecen otras nuevas y se reordenan órganos ya existentes.

Mientras dura este proceso el animal no come, es decir, no consume alimento del exterior, alimentándose de las propias reservas.

3 FIJACION Y METAMORFOSIS DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

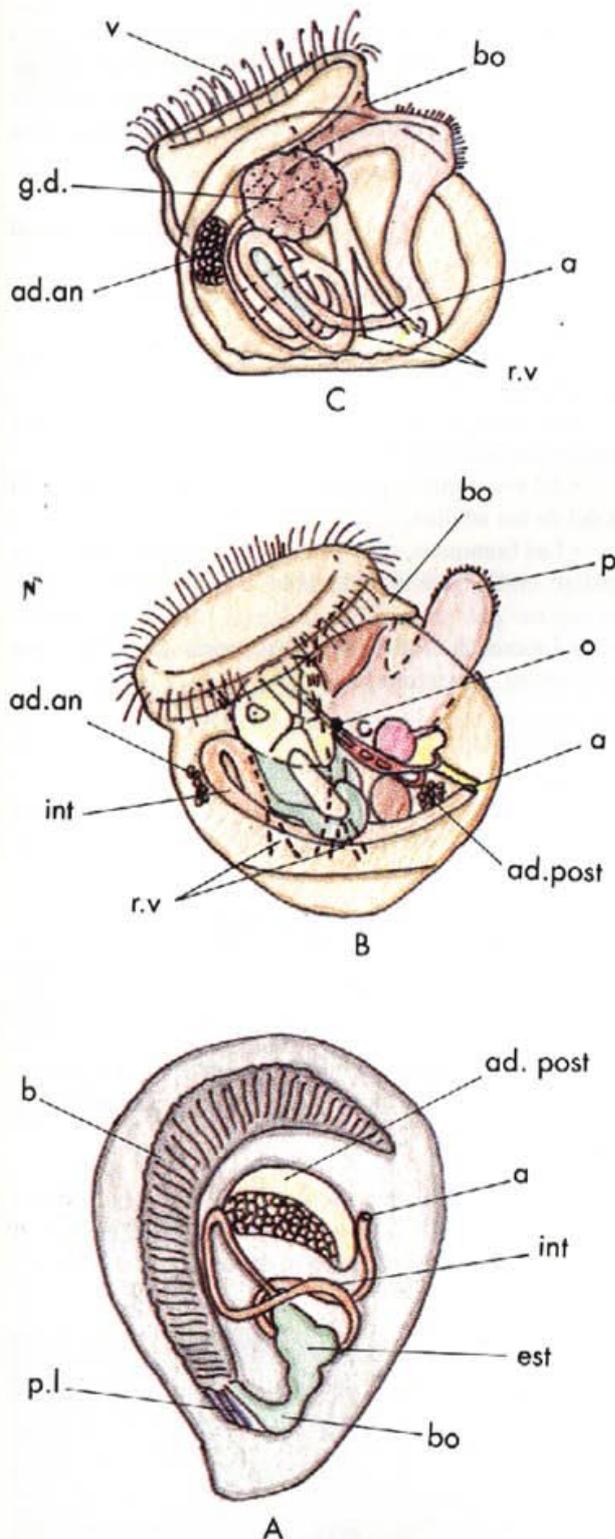
3.1. OSTRA

Las larvas de ostra, como las de los demás moluscos bivalvos, pasan por un período (desarrollo larvario) de alimentación, crecimiento y diferenciación, preparatorio para la fijación y metamorfosis.

Entre los elementos característicos de las larvas próximas a la fijación (larvas pediveliger), destaca la presencia de un "pie" bien desarrollado, cubierto de cilios, en cuya base aparece la "glándula bisógena". Estas dos estructuras desaparecen después de la fijación. De hecho, el pie aparece justo antes de la fijación y se reabsorbe totalmente una vez que la larva se adhiere al sustrato.

Contenido

1. Definición de la fijación
2. Definición de la metamorfosis
3. Fijación y metamorfosis de las especies cultivadas
 - 3.1. Ostra
 - 3.2. Venéridos
 - 3.3. Pectínidos



Dibujo que muestra los cambios topográficos de varios órganos de la ostra plana, durante la transición de larva D-veliger (A) a larva pediveliger (B) y a post-larva (C) (Según Galtsoff).

a. Ano. **ad.an.** músculo aductor anterior. **ad.post.** músculo aductor posterior. **b.** branquias. **bo.** boca. **est.** estómago. **g.d.** glándula digestiva. **int.** intestino. **o.** ojo. **p.l.** palpos labiales. **p.** pie. **r.v.** músculos retractores del velo. **v.** velo.

La larva totalmente desarrollada tiende a irse hacia el fondo, y nada con el pie saliendo entre las valvas. Cuando éste toca una superficie sólida, la larva deja de nadar, recoge el velo parcialmente y comienza a arrastrarse sobre el pie. Este comportamiento puede alterarse, reiniciándose la natación (el pie se recoge, el velo se expande y la larva nada). El arrastre se mantiene hasta que la ostra encuentra un sustrato adecuado (rocas del fondo, conchas de ostra, etc.), en cuyo caso, extiende el pie, gira de lado, con la valva izquierda tocando el sustrato, y se para. La glándula del biso descarga un líquido cementante que fija definitivamente la larva en pocos minutos. Una vez que la larva está fijada, si se la despegar no tiene capacidad para volver a pegarse de nuevo.

Muchos invertebrados marinos son capaces de realizar una selección precisa de hábitats específicos en el momento de la fijación y metamorfosis. En este sentido, las larvas de ostra tienen un comportamiento gregario, es decir, seleccionan superficies para fijarse asociadas con organismos de la misma especie; se ha observado, que la presencia de ostras recién fijadas estimula de alguna forma la fijación de nuevas larvas en sus proximidades.

Una vez que el animal está fijo, comienza el cambio de larva a juvenil. Durante la metamorfosis, algunos órganos larvarios desaparecen, y los que permanecen se reorganizan:

- La posición de la boca y del ano cambia, girando aproximadamente 180°, en sentido contrario al de las agujas del reloj.
- El velo y sus músculos retractores desaparecen, al igual que el pie y el músculo aductor anterior.
- El músculo aductor posterior gira en la misma dirección que la boca y el ano.
- Desaparecen las manchas oculares y el pie.
- El animal, ya metamorfoseado, comienza a secretar la concha definitiva, conocida como disoconcha.

Al final del proceso, el individuo tiene el aspecto y las características de sus progenitores.

3.2. VENERIDOS

Al igual que las larvas de los demás moluscos bivalvos, las larvas de almejas sufren una importante transformación cuando se preparan para la fijación.

Durante esta fase alternan períodos de natación, para los que se valen del velo, con otros en que se arrastran por el fondo, sirviéndose del pie. Después de un tiempo más o menos corto, la larva se fija temporalmente al fondo, mediante una estructura filamentososa, el biso, secretada por la glándula bisógena.

Este biso, que en los estados jóvenes y en condiciones naturales, sirve para anclarse al sustrato y evitar ser



Postlarva de ostra.

arrastrados por las corrientes, se mantiene en los adultos incluso de varios centímetros. El sustrato al que se suelen adherir suele consistir en granos de arena de muy pequeño tamaño.

La metamorfosis empieza inmediatamente después de la fijación de la larva. Algunos órganos larvarios desaparecen y otros se reorganizan para así transformarse en adulto con la misma forma y estructura que sus progenitores. Para ello:

- La boca gira y se coloca en la zona anterodorsal cerca de la charnela.
- El ano también gira, desde una orientación posterodorsal a una posición posteroventral.
- Los músculos retractores del velo desaparecen y son reemplazados por los músculos paleales.
- El velo sufre una desintegración gradual hasta desaparecer definitivamente.
- El pic cambia progresivamente para adquirir la forma del de los adultos.
- Las branquias, muy primitivas en la pediveliger, se desarrollan notablemente, apareciendo finalmente los sifones.
- La concha definitiva o disoconcha se secreta una vez completada la metamorfosis.

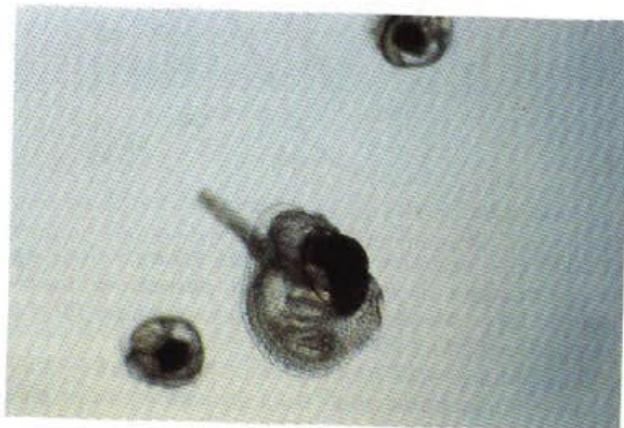
3.3. PECTINIDOS

El proceso de fijación y metamorfosis en las larvas de pectínidos es, prácticamente, igual al descrito en el apartado anterior, salvo en algunos aspectos como:

- Los sustratos preferidos para la fijación son superficies filamentosas, como algas, briozoos e incluso filamentos de redes.
- En la zamburiña el biso es permanente, los animales adultos viven fijos a un sustrato pudiendo despegarse y volver a fijarse.
- Durante la metamorfosis el pic se atrofia pero no desaparece. El músculo aductor anterior se desintegra y el posterior gira en sentido contrario al de las agujas del reloj.



Postlarva de almeja.



Postlarva de vieira.

Actividades

Autoevaluación

- 1** Completa las siguientes frases:
- Con la fijación y la metamorfosis el molusco pasa de la vida pelágica libre a la _____.
 - Para fijar la larva al sustrato, la glándula del bisco descarga un _____.
 - La concha definitiva se conoce con el nombre de _____.
 - Los sustratos preferidos por las almejas para la fijación son _____. Los preferidos por los pectínidos son _____.

- 2** Distingue las frases verdaderas y falsas
- Todos los moluscos bivalvos, una vez que sufren la fijación pasan a llevar una vida bentónica sésil.
 - Todos los moluscos bivalvos presentan una fase en la que sus larvas se fijan al sustrato, aunque después vuelvan a la vida libre natante.
 - Todas las estructuras y órganos de la larva se mantienen, aunque ligeramente modificados, en el adulto.

- 3** Algunos órganos y estructuras presentes en las larvas de los moluscos desaparecen con la metamorfosis. Otros se mantienen. Marca con una X, el recuadro que corresponda (SI se mantiene, NO se mantiene, desaparece o se reabsorbe).

A. OSTRAS	SI	NO
Concha		
Boca		
Velo		
Músculo aductor posterior		
Músculo aductor anterior		
Pie		
Mancha ocular		
B. ALMEJAS	SI	NO
Boca		
Músculos retractores del velo		
Velo		
Pie		

Aplicaciones

- 1** Los moluscos terminan su vida larvaria tras la "fijación" a un sustrato, lo que implica importantes modificaciones, tanto orgánicas (modificación o desaparición del pie, desaparición de las manchas oculares, etc) como de comportamiento (paso de la vida pelágica libre a la bentónica, más o menos sedentaria. Sin embargo, un importante número de moluscos, después de la fijación, vuelven a la vida natante. En función de estas características marca con una X el recuadro que corresponda.

ESPECIE	SESEL	RELATIVAMENTE	SEDENTARIA NATANTE
Ostra			
Almeja			
Berbercho			
Vieira			
Navaja			
Zamburiña			
Volandreira			

- 2** La locomoción en el agua para organismos que, como la vieira, tienen una fuerte concha, muy pesada en relación al resto del cuerpo, es dificultosa. ¿De qué medios se valen para impulsar su cuerpo? ¿Lo consideras un medio eficaz? Razónalo.

Conoce tu entorno

- 1** La fase de vida larvaria termina en los moluscos con la metamorfosis. En ella, la larva sufre una serie de cambios y adquiere la forma y estructuras del animal adulto.

Como habrás podido observar en las ilustraciones de este tema, las larvas de las distintas especies de bivalvos son muy semejantes. ¿Los adultos también lo son? ¿Como es esto posible? ¿En qué se diferencian especies como la ostra, la almeja fina, la almeja babosa y la vieira?

- 2** Las transformaciones operadas durante la metamorfosis condicionan la forma de vida de la especie. ¿Por qué la ostra y la vieira no pueden vivir enterradas? ¿Las almejas podrían vivir sobre las rocas? ¿Qué pasaría si todas las especies de bivalvos tuvieran sifones y un pie bien desarrollado?

- 3** ¿Qué razón, si es que la hay, consideras que subyace tras ese "aparente" despilfarro de la naturaleza?

Términos del texto recogidos en el glosario

A

Acino
Aglutinación
Alga
Anterodorsal
Apical
Arquenterón
Autofecundación

B

Bentónico
Bentos
Biso
Bisturí
Bivalvos
Blastocelc
Blastodermo
Blastómero
Blastoporo
Blástula
Blastulación
Branquia
Briozoos

C

Calibre
Cámara inhalante
Cámara branquial
Cavidad paleal
Célula folicular
Célula germinal
Célula gonial
Ciclo gametogénico
Ciclo reproductivo
Cigoto
Cilio
Citoplasma
Concha
Conducto evacuador
Contráctil
Corriente exhalante
Corriente marina
Corriente oceánica
Corte histológico
Cortejo
Cromatina
Cromosoma
Cubre-objetos
Cuerpos polares

CH

Charnela

D

Desarrollo embrionario
Desarrollo larvario
Desove
Digestibilidad
Dimorfismo
Diploide
Disección
Disoconcha
División meiótica
División mitótica
División reduccional
Dorsal
Dotación cromosómica

E

Ectodermo
Embolia
Embrión
Endodermo
Endógeno
Epibolia
Especie
Esperma
Espermátida
Espermatocito
Espermatogénesis
Espermatogonias
Espermatozoide
Espermiación
Estímulo mecánico
Estímulo químico
Estuario
Evaginación
Exhalante

F

Familia
Fecundación
Fertilización
Fero hormonas
Fijación
Filamento
Fitoplancton
Flotabilidad
Folículo
Frotis

G

Gameto
Gametogénesis

Ganglio cerebral
Ganglio visceral
Gástrula
Gastrulación
Género
Genético
Glándula bisógena
Glándula de la concha
Glándula digestiva
Glándula genital
Gónada
Gonias
Gonocito
Gonoducto
Gránulo
Gregarío

H

Hábitat
Haploide
Hepatopáncreas
Hermafroditismo
Histología
Hoja blastodérmica
Hoja germinativo
Hormona
Huevo

I

Iluminación
Incubación
Incubar
Índice de Condición
Índice Gonadal
Infralitoral
Ingestión
Inhalante
Intermarcal
Invaginación

L

Lamelibranquio
Larva
Larva pediveliger
Larva trocófora
Larva umbonada
Larva veliger
Larvíparo
Líquido cementante

M

Macrómero
Maduración

Mancha ocular
Manto
Masa visceral
Meiosis
Membrana
Meroplancton
Mesodermo
Metafase
Metamorfosis
Micrómero
Microscopio
Mórula
Músculo aductor
Músculo paleal
Músculo retractor

N

Natante
Neurosecreción
Neurotransmisión
Núcleo
Nucléolo
Nutriente

O

Ojo
Oocito
Oogénesis
Orificio renal
Ovario
Ovocito
Ovogénesis
Ovogonia
Ovulo

P

Papila genital
Partenogénesis
Pelágico
Penacho anal
Pie
Pipeta
Plancton
Pluricelular
Polispermia
Porta-objetos
Posterodorsal
Posteroventral
Post-oral
Predador
Pre-oral

Previtelogénesis
Prodisoconcha
Pronúcleo
Prooviducto
Proteico
Prototroca
Puesta

R

Reducción cromosómica
Riñón

S

Salinidad
Secreción
Secretar
Segmentación
Semilla
Sésil
Sifón
Sistema hormonal
Sistema nervioso
Suspensión
Sustrato

T

Tejido conectivo
Teleósteos
Testículo
Tubo digestivo

U

Unisexual
Umbo
Uretra

V

Valva
Velo
Ventral
Vesícula germinal
Vía genital
Vía urinaria
Vitelogénesis
Vibrátil

Z

Zinc
Zooplancton