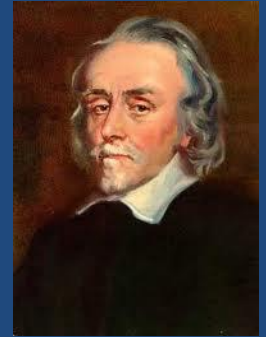


LA CONTINUIDAD DE LA VIDA ANIMAL

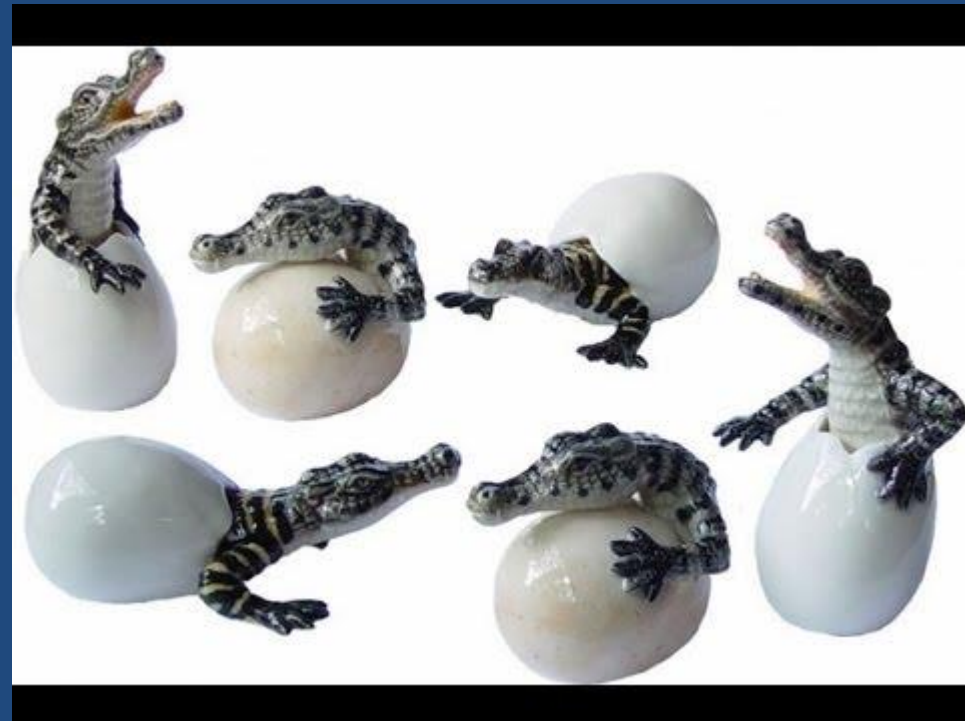
LA NATURALEZA DEL PROCESO REPRODUCTOR

LA REPRODUCCIÓN ANIMAL ES MUCHO MAS COMPLEJA QUE LO PROPUESTO POR WILLIAM HARVEY EN 1651:

“omne vivum ex ovo”



1. todo ser vivo procede del desarrollo de un **huevo**
2. Huevos inician su desarrollo por algún tipo de **influencia debida al semen**
3. Reproducción sexual: **unión física** de los dos progenitores



REPRODUCCIÓN ANIMAL

Reproducción asexual



Reproducción sexual



REPRODUCCIÓN ANIMAL

ASEXUAL O VEGETATIVA

- **1 Progenitor** sin células reproductoras especiales
- **Descendientes** genéticamente idénticos
- **Simple, directa y rápida**
- Mutaciones se manifiestan inmediatamente; evolución actúa rápido
- Reduce variaciones

SEXUAL

- **En gral 2 progenitores** con células especiales haploides (**gametos**)
- **Descendientes** genéticamente únicos. **Diferentes a progenitores.**
- **Compleja. Unión de dos gametos** forma **cigoto**. Desarrollo complejo
- Mutaciones a menudo no se expresan inmediatamente
- **Multiplica variaciones** y posibilita proceso evolutivo más rico y diversificado

REPRODUCCIÓN ASEXUAL

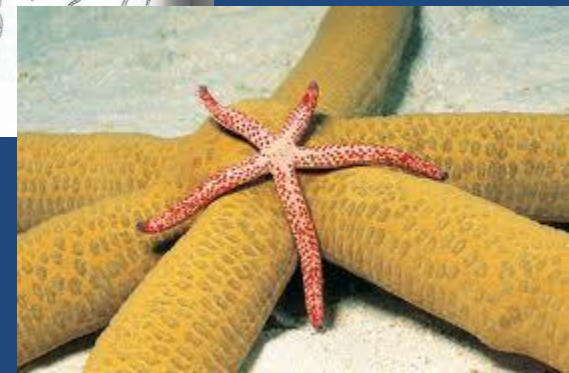
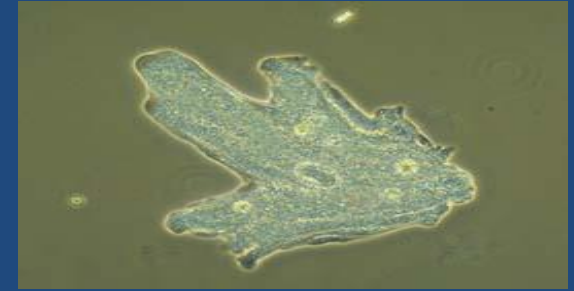
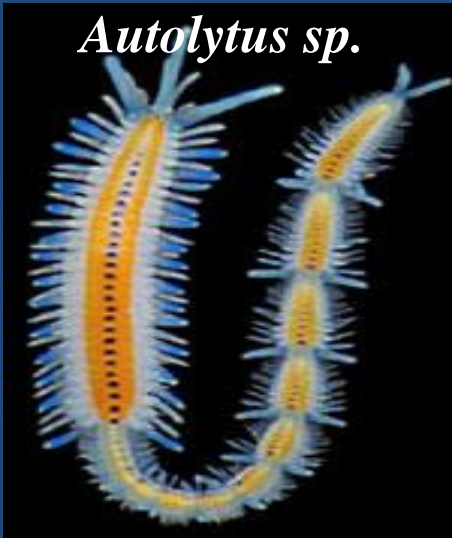
- Forma muy antigua y exitosa de reproducción: 3500 m.a.
- Producción de individuos **sin gametos**
- No es necesaria pareja de sexos diferentes
- **Descendientes** con igual genotipo: **clones**
- **Inexistente en vertebrados**

REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Algunos ejemplos:

- “Protozoos” *
- Poríferos
- Cnidarios
- Equinodermos
- Anélidos
- Nemertinos

Autolytus sp.

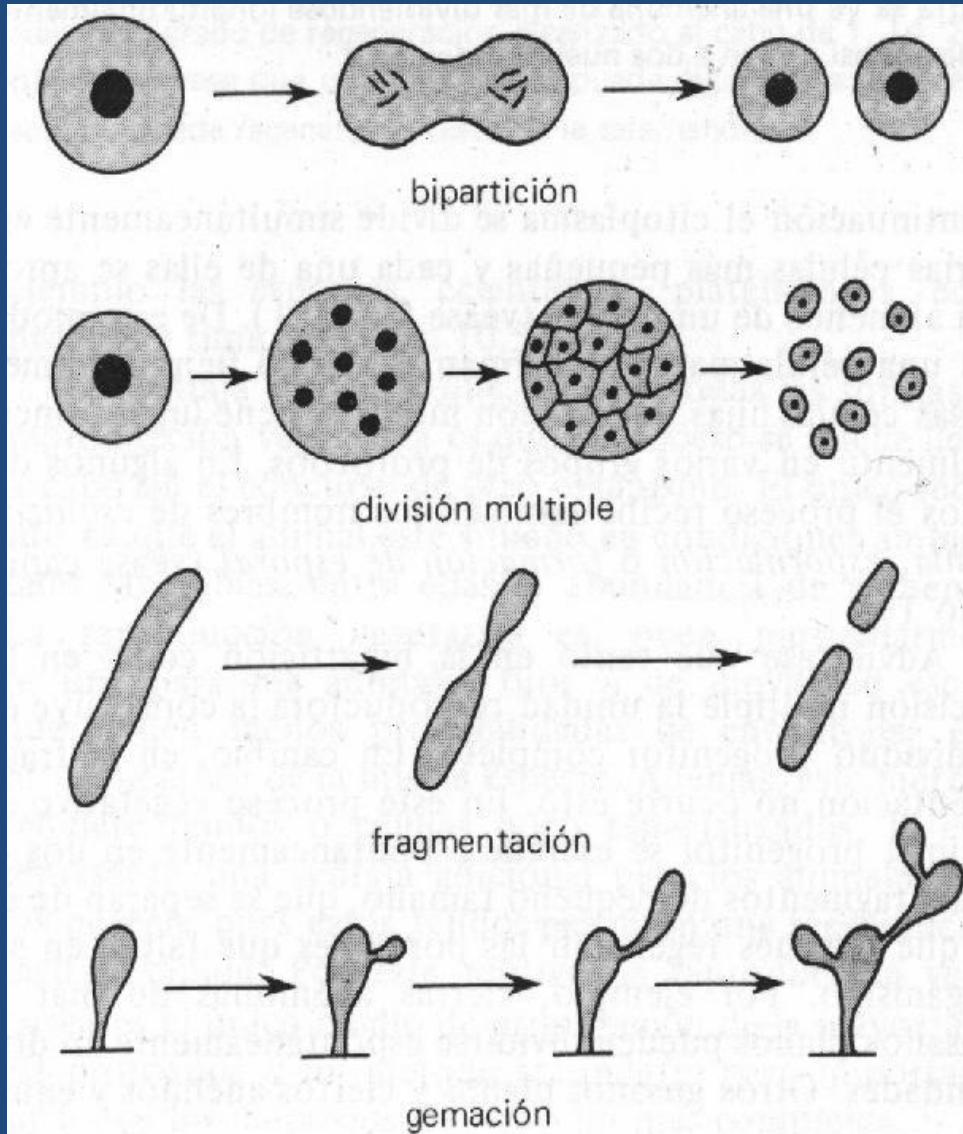


* Protozoos No son animales;
grupo artificial

REPRODUCCIÓN ASEXUAL: tipos

- División binaria o bipartición
- División múltiple
- Gemación
- Gemulación
- Fragmentación

Reproducción vegetativa o asexual



Bipartición o división binaria:

Ej: "Protozoos"

División múltiple:

Ej: Protozoos parásitos

Fragmentación:

Anémonas de mar (Cnidaria),
gusanos planos, Anélidos, etc.

Gemación:

Porifera (esponjas),

Cnidaria, Gusanos Planos, etc.

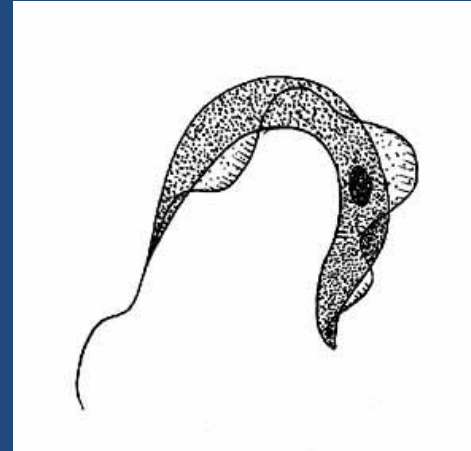
División binaria

El cuerpo del progenitor se divide por **mitosis** en dos partes iguales.

Longitudinal:
“protozoos” flagelados

Transversal: ciliados

Longitudinal (“protozoo”
Flagelado)

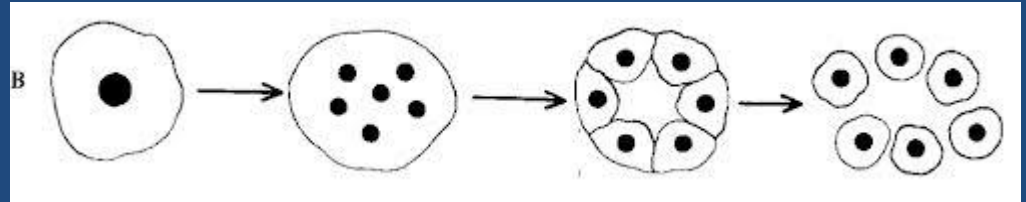


Transversal (protozoo ciliado)

División múltiple

Varias divisiones nucleares mitóticas previas división del citoplasma.

“Protozoos” parásitos,
ej: *Plasmodium vivax*
malaria



Gemación

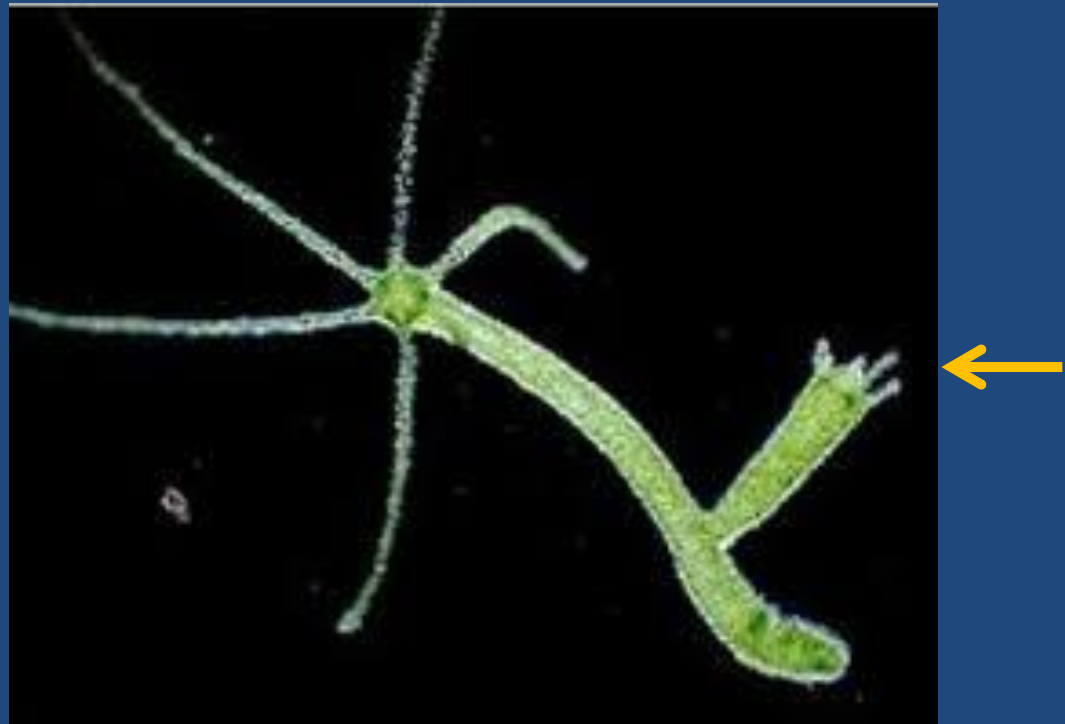
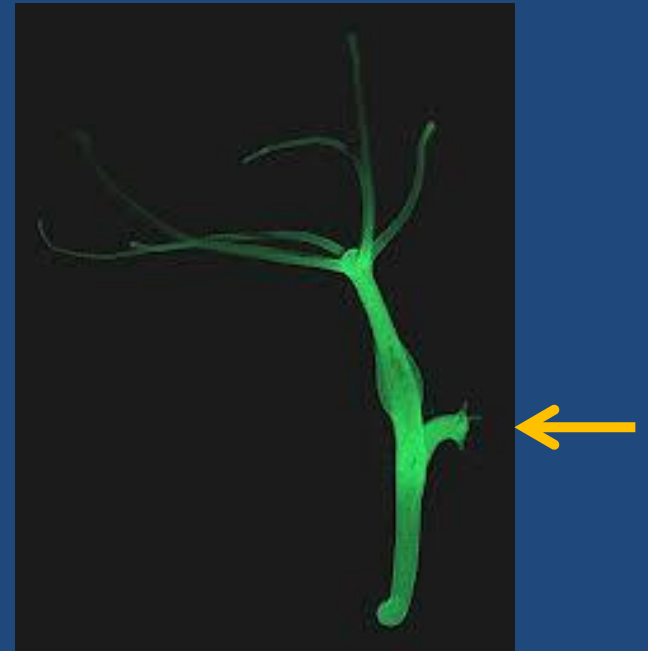
División desigual de organismo pluricelular.

Nuevo individuo como **yema** del progenitor, desarrolla órganos y se separa.

Varios grupos de animales.

Importante en Cnidarios

Ej.: *Hydra sp*



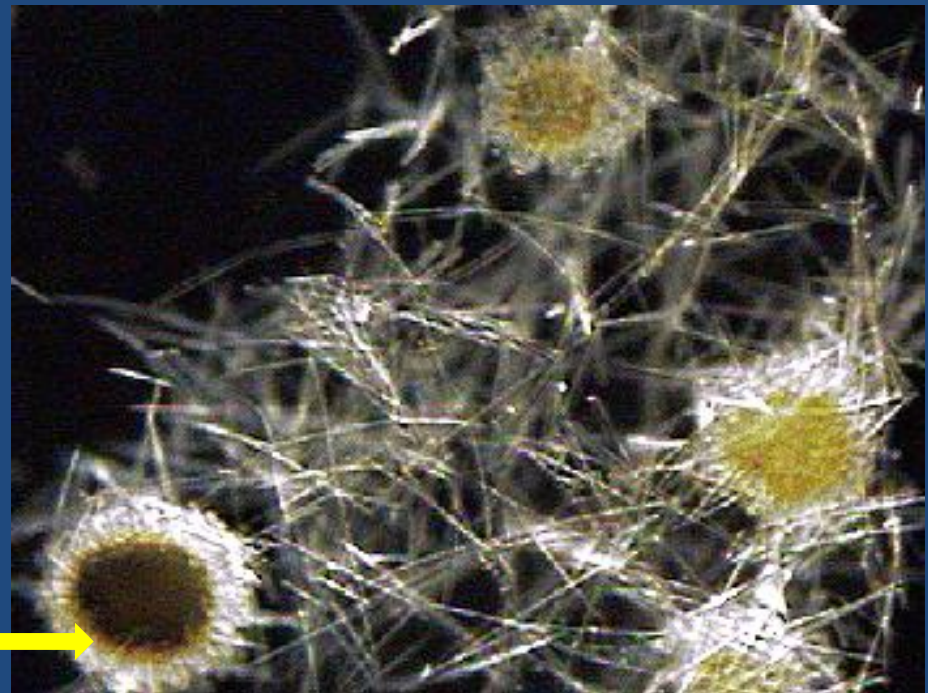
Gemulación

Nuevo individuo a partir de **gémula (G)**: agregado celular rodeado por cápsula resistente.



Ej: **esponjas de agua dulce**. (Gs se forman en otoño, soportan invierno y sus células internas se activan en primavera, saliendo de la cápsula y formando nueva esponja)

Gémula



Fragmentación



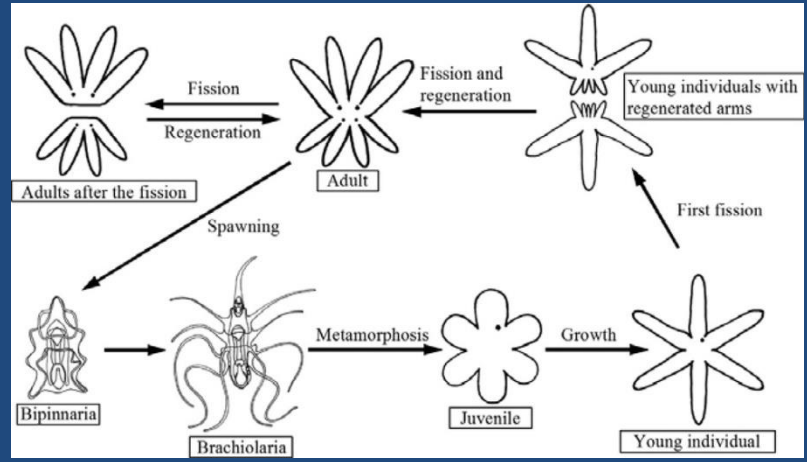
Cnidarios (algunas anémonas)

Animal pluricelular se divide en dos o más fragmentos; c/u es capaz de convertirse en un individuo completo.



Algunos Anélidos

Nota: implica la regeneración de la porción restante



Algunos estrellas de mar

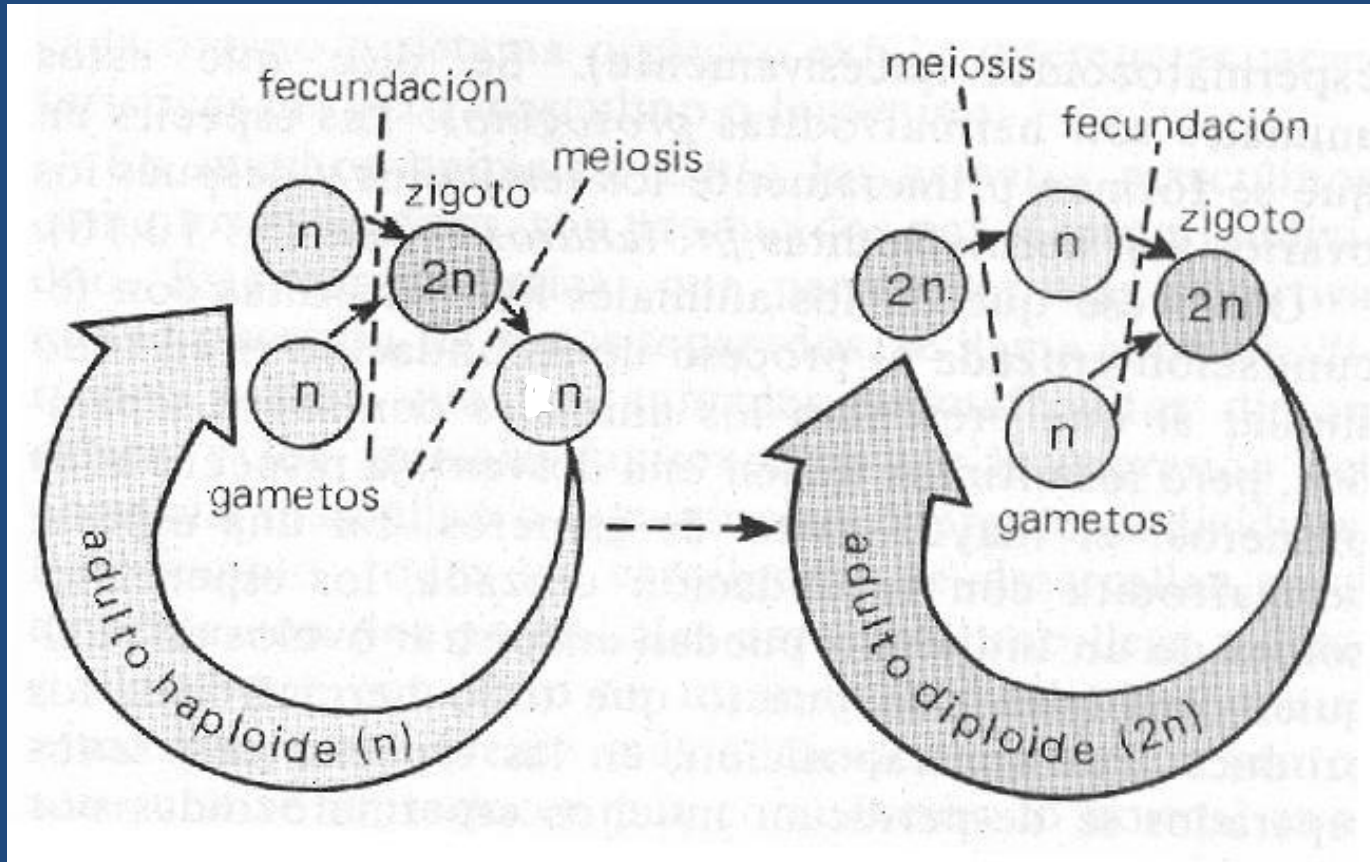
Equinodermos

REPRODUCCIÓN SEXUAL: reproducción a partir de gametos

- Nuevos individuos a partir de gametos
- Formación gametos mediante *meiosis* (HAY EXCEPCIONES !)
- Unión de pronúcleos haploides de ambas gametos (*Fecundación= singamia*); HAY EXCEPCIONES!

Reproducción animal

Meiosis y ciclo biológico



Ciclo haploide o haplobionte

Ciclo diploide o diplobiontes (el más común)

Nota: Hay ciclos haplodiplobiontes; Ej: "protozoos", insectos, etc.

TIPOS DE REPRODUCCIÓN SEXUAL:

2. HERMAFRODITISMO

- 1. BIPARENTAL



3. PARTENOGENÉISIS



- Progenitores de diferente sexo, macho y hembra: **dioicos o gonocóricos**

- C/ progenitor forma sólo 1 tipo de gametas:

 - Óvulos: grandes, inmóviles, escasos

 - Espermatozoides: pequeños, móviles, abundantes

- **Gametas por meiosis** en órganos sexuales primarios o gónadas (ovarios o testículos)

- **Fecundación**: fusión pronúcleos haploides restaura diploidía

- **Genotipo Descendientes diferente a progenitores**

1. BIPARENTAL



**La más común en
Invertebrados y
Vertebrados**

2. HERMAFRODITISMO

Órganos femeninos y masculinos en un mismo individuo.

Monoicos

Ej: Invertebrados sésiles, excavadores, endoparásitos y otros:

mayoría gusanos planos, lombrices (anélidos), caracoles terrestres, etc.; algunos vertebrados (peces)

Ventaja: todos los individuos producen huevos

Mayoría **fecundación cruzada** y **mecanismos para evitar Autofecundación**



- TIPOS DE HERMAFRODITISMO:
- HERMAFRODITISMO SIMULTÁNEO
- HERMAFRODITISMO SECUENCIAL



**Hermafroditismo
simultáneo**
Ejemplos

- Lombrices y sanguijuelas
- Caracoles y babosas de jardín



Conceptos a explorar: autofertilización o autogamia (=cigota; \neq R!); fecundación cruzada

Hermafroditismo secuencial

- **Proteroginia** (primero hembras, luego macho)

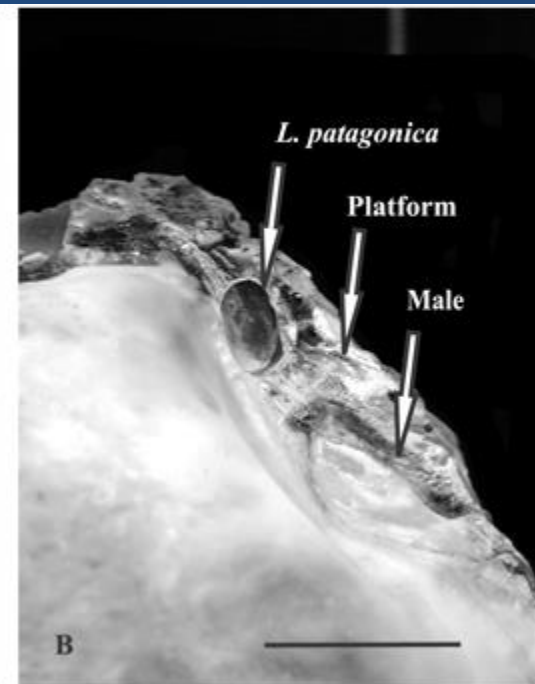
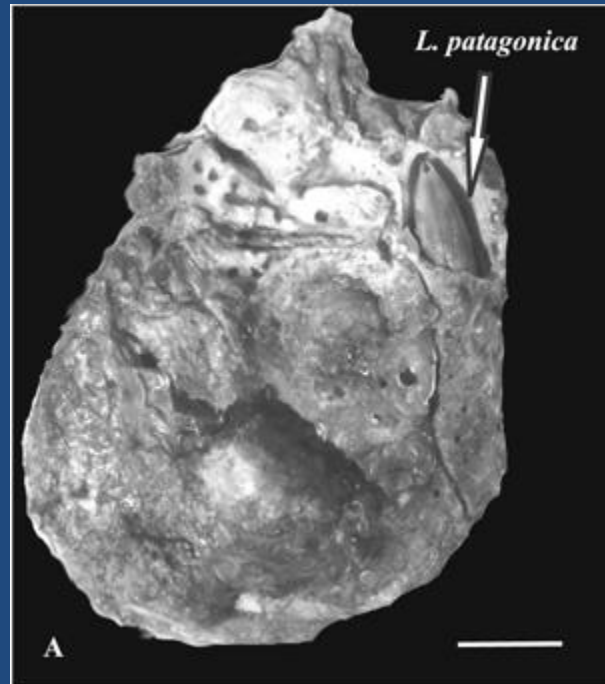


▲ **Fig. 46-4. Inversión sexual en un hermafrodita secuencial.** Un lábrido de cabeza azul del Pacífico macho y dos hembras más pequeñas se alimentan de un erizo de mar. Todos los individuos de esta especie nacen con el sexo femenino, pero el pez más antiguo y más grande finaliza su vida como macho.

Hermafroditismo secuencial

- **Protandria**
(primero macho, luego
hembra); macho enano;
neotenia-

Algunas Ostras



Hermafroditismo secuencial

Alterna sexo en la pila
según el sexo
del individuo sobre el que
se apoya



- *Crepidula fornicata*
Molusco gasterópodo
(caracol marino)



3. PARTENOGENÉNESIS

“ORIGEN VIRGEN”: desarrollo de un embrión a partir de un **óvulo sin fecundar**

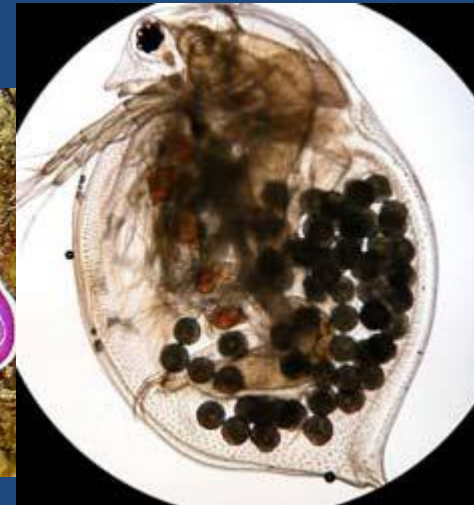


Tipos:

Ameiótica: sin meiosis, el óvulo se forma por “mitosis”.

Ej: platelmintos, rotíferos, crustáceos, insectos.

Amíctica o Apomíctica



Descendientes son clones del progenitor: los cromosomas complementarios de los progenitores pasan intactos a la descendencia



¿Es asexual entonces la partenogénesis ameiótica o una forma incompleta de reproducción sexual? Es la partenogénesis en general sexual o asexual?

PARTENOGENÉISIS

Meiótica: Por meiosis se forman óvulos haploides activados o no por influencia masculina. **Míctica (mayormente Automíctica)**

Ejs: Algunos peces: hembra inseminada por macho; espermatozoos activan óvulos sin entrar al mismo.

Algunos platelmintos, rotíferos, anélidos, ácaros, insectos: óvulos haploides empiezan desarrollo espontáneamente sin intervención de machos.

La condición diploide se puede restablecer por **duplicación de los cromosomas** o por **automixis** (unión de núcleos haploides de un mismo Individuo y una misma meiosis). *

También hay algunos ejemplos en lagartos y pavos (PERO NO ES LA REGLA EN REPTILES NI EN AVES !!)

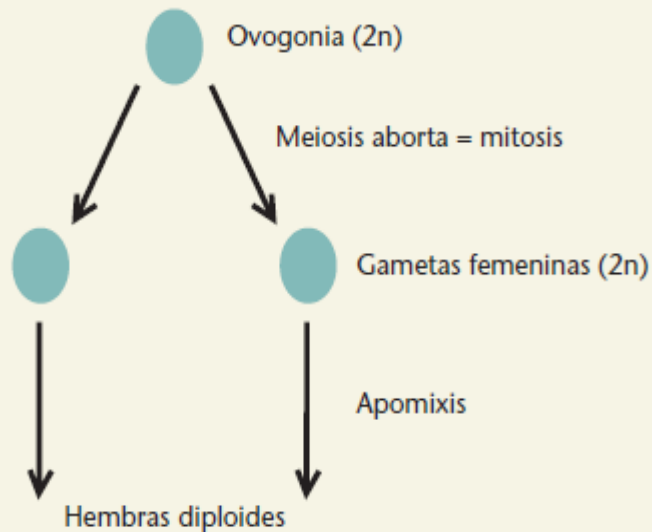


PARTENOGENÉNESIS APOMÍCTICA Y AUTOMÍCTICA

PARTENOGENÉNESIS APOMÍCTICA (APOMIXIS)

Se suprime la división reduccional de la meiosis y solo tiene lugar una división de maduración similar a una mitosis, que da por resultado una gameta femenina con un número cromosómico igual al de las células somáticas ($2n$). Como no existe recombinación por *crossing-over* (intercambio de segmentos entre cromátidas hermanas), los descendientes de hembras apomícticas son clones de sus madres. Los gorgojos exhiben este tipo de partenogénesis.

PARTENOGENÉNESIS APOMÍCTICA



PARTENOGENÉNESIS AUTOMÍCTICA (AUTOMIXIS)

Ocurre una meiosis normal, de modo que la gametogénesis da por resultado cuatro núcleos haploides, y uno de ellos (normalmente el ovocito) se fusiona con un cuerpo polar, restituyéndose así el número diploide en la descendencia. La principal diferencia entre reproducción sexual y automixis es que en la primera hay fertilización por un espermatozoide (anfimixis) y en la segunda se produce una autofecundación (automixis). Este tipo de partenogénesis se ha observado en bichos palos, moscas blancas y polillas.

PARTENOGENÉNESIS AUTOMÍCTICA

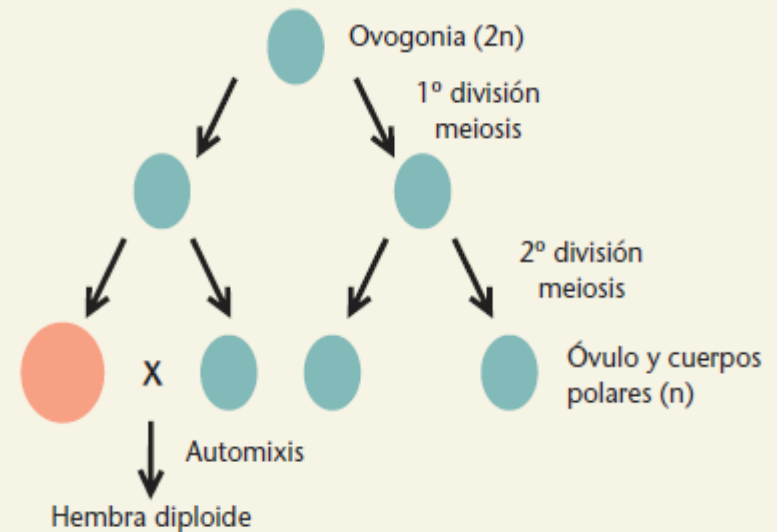


Figura 2. Esquema que ilustra la gametogénesis en organismos con partenogénesis automíctica (con meiosis y autofecundación entre óvulo y un cuerpo polar) y apomíctica (sin meiosis, con gametas femeninas diploides, capaces de producir hembras que son clones de sus madres).

AMEIOTICA

MEIOTICA

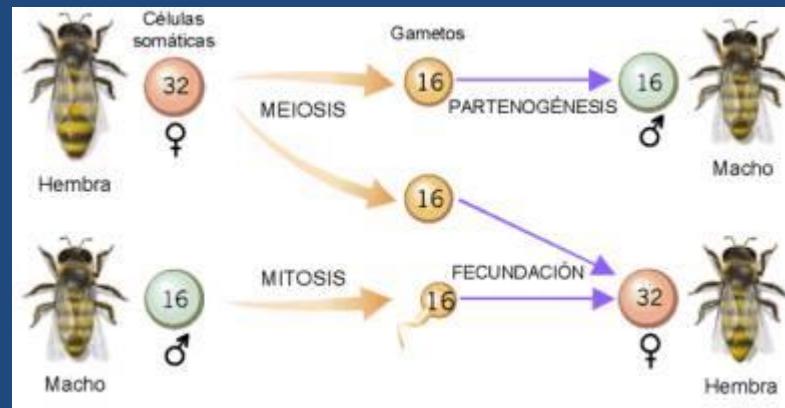
PARTENOGENÉISIS (el caso de las abejas; insectos himenópteros)

Huevos fecundados:
hembras diploides (reinas u obreras).

Huevos no fecundados:
machos haploides (zánganos).



Nota: Haplodiploidía



Algo mas sobre PARTENOGENESIS en vertebrados

En algunos lagartos la meiosis está tan modificada que los descendientes de la madre son prácticamente clones.

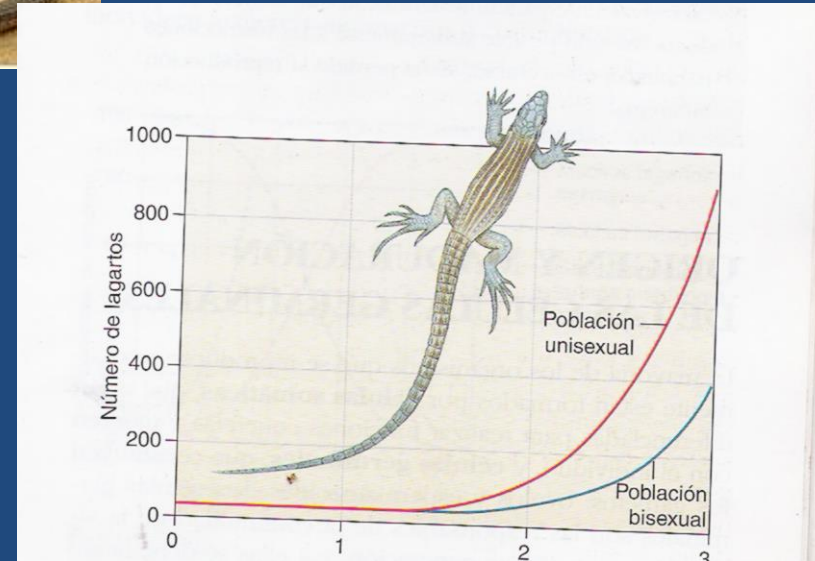


¿Por qué a partir de óvulos y no de espermatozoides?

VENTAJAS: atajo que reduce los pasos necesarios en la reproducción biparental. Solucionar problema del encuentro machos y hembras

DESVENTAJAS: capacidad limitada de recombinación genética si el ambiente cambia bruscamente.

Nota: en reptiles la regla es la reproducción biparental como en el resto de los vertebrados



Cambio de roles en hembras
Partenogenéticas de algunos lagartos

a) Las dos iguanas de esta fotografía son hembras de *C. uniparens*. La que se encuentra en la parte superior desempeña el papel de macho. Cada dos o tres semanas durante la temporada de reproducción los individuos cambian su papel en la actividad sexual.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL

- **VENTAJAS:**

- Asegura la producción de genotipos nuevos y en consecuencia incrementa la posibilidad de adaptarse a cambio de las condiciones ambientales.
- Más eficaz que la reproducción asexual en la colonización de nuevos ambientes (nichos ecológicos distintos)

- **DESVENTAJAS:**

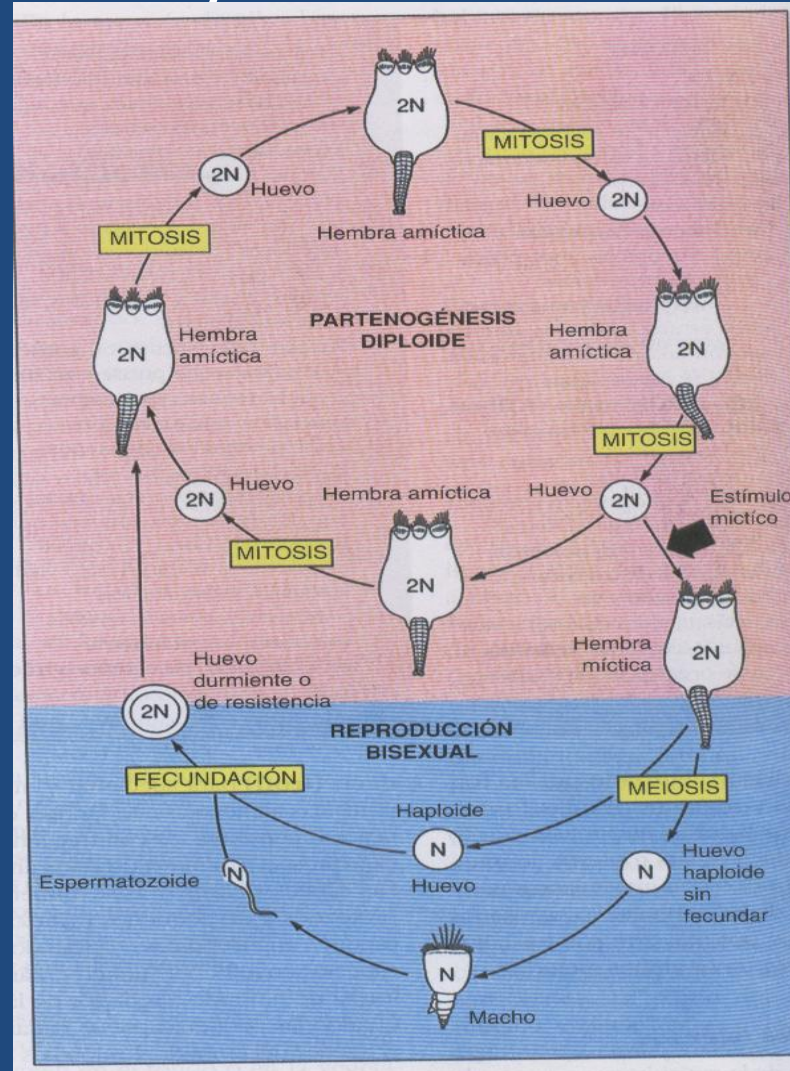
1. Requiere **más tiempo y energía** que la reproducción asexual.
2. Reunión y coordinación de la **pareja reproductora** para sus actividades.
3. **“Coste de la meiosis”**: genoma se divide durante la meiosis y sólo pasará a la siguiente generación la mitad de sus genes
4. **Despilfarro en la producción de machos**: muchos no llegan a reproducirse

- **CONCEPTO A EXPLORAR: PARADOJA DEL SEXO**

La estacionalidad de los procesos reproductivos

Influencia del ambiente y de la regulación hormonal

Alternancia de ciclos Sexuales y asexuales*



Asexual o partenogénesis ameiótica:
buenas condiciones
Ambientales

Sexual: condiciones críticas

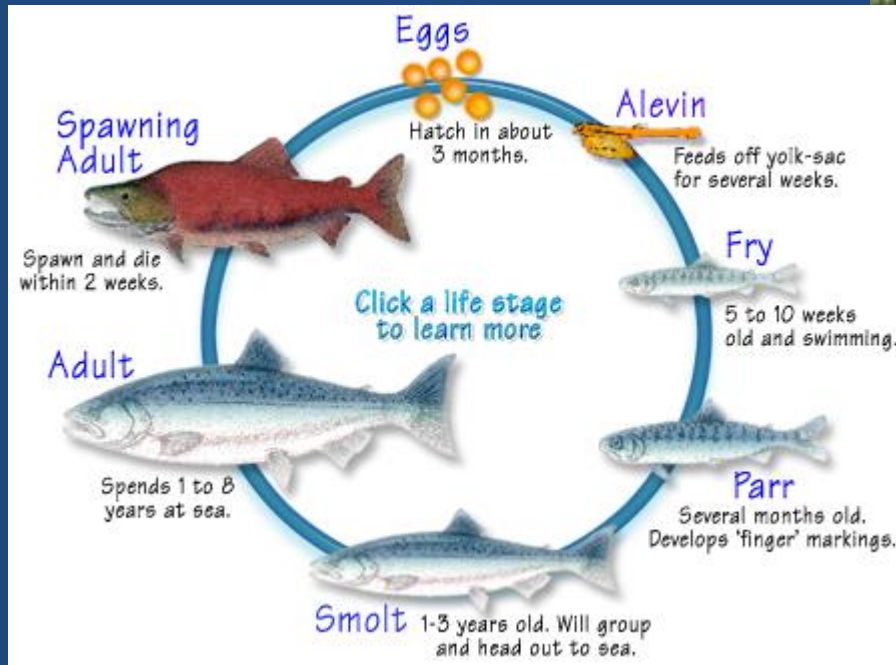


* o biparentales y partenogenéticos; explorar

En general las estaciones reproductivas están coordinadas con condiciones ambientales favorables. Generalmente hay vinculación entre percepción de variables ambientales (receptores) – neurosecreciones y niveles hormonales.

Animales semélparos

(se reproduce 1 sola vez en la vida y luego muere ; Ejemplo
Salmon del Pacífico
Pulpos, calamares, etc.)



Animales iteróparos

- La gran mayoría. Se reproducen en varias o numerosas ocasiones o estaciones reproductivas durante su ciclo biológico

ORIGEN Y MADURACIÓN DE LAS CÉLULAS GERMINALES

- Organismos sexuales:
 - Células somáticas
 - Células germinales:
 - Células germinales primarias: **origen en el comienzo del desarrollo embrionario** (endodermo o membranas extraembrionarias) y luego **emigran a las gónadas**.
 - Línea germinal: asegura la continuidad de las células germinales desde una generación a la siguiente

Espermatogénesis

Túbulos seminíferos:

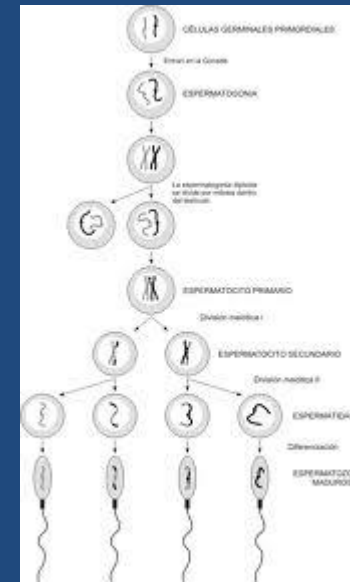
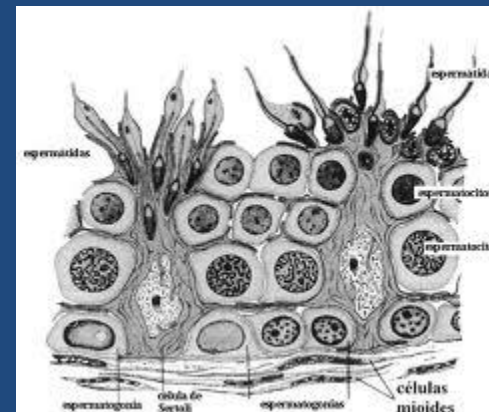
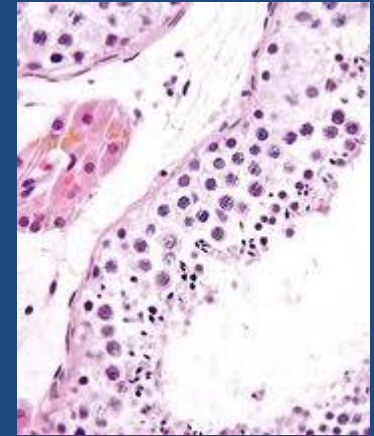
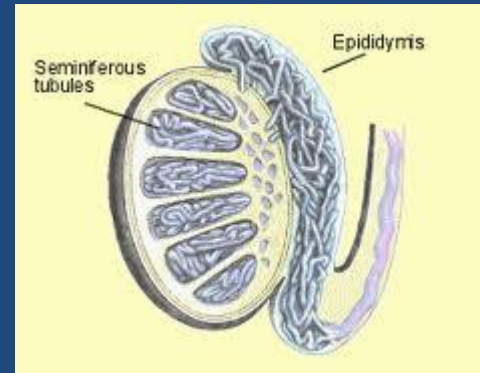
Espermatogonias (2n)

Espermatocito primario (2n)

Espermatocitos secundarios (n)

Espermátidas (n)

Espermatozoides (n)



Espermatogénesis

Espermatozoides:

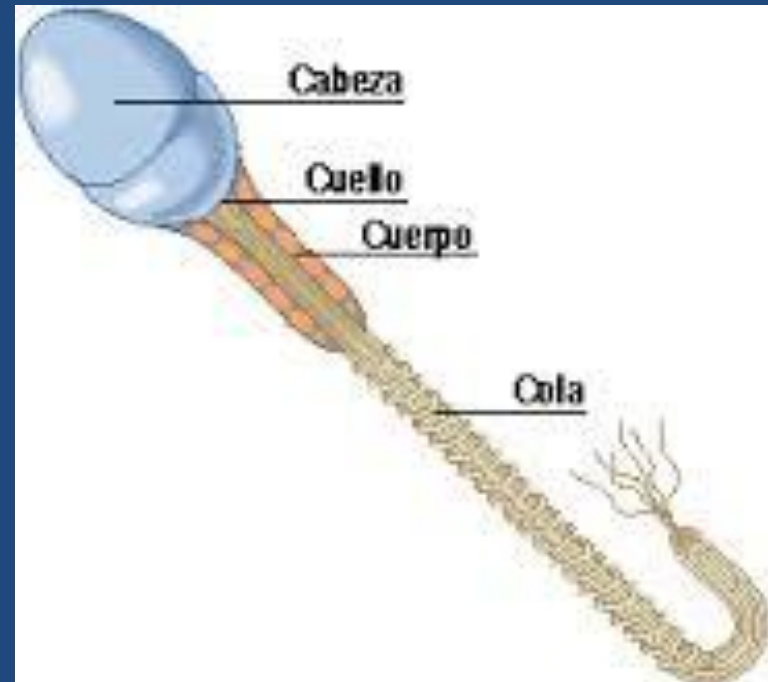
Citoplasma reducido

Condensación del núcleo:
cabeza con acrosoma

Porción intermedia:
mitocondrias

Cola flagelar

En todos los animales de
reproducción sexual el nº de
espermatozoides es
muchísimo mayor que el de
óvulos.



Ovogénesis

Ovogonias (2n)

Ovocitos primarios (2n)

Ovocito secundario (n)- primer cuerpo polar (n)

Ovótida (n)-cuerpo polar (n)

Ovótida (n)- 3 cuerpos polares (n)

Óvulo maduro (n)

Vertebrados y muchos invertebrados:

La meiosis se completa, en el momento de la ovulación (aves y mayoría de mamíferos) o poco antes de la fecundación (invertebrados, peces teleósteos, anfibios y reptiles)

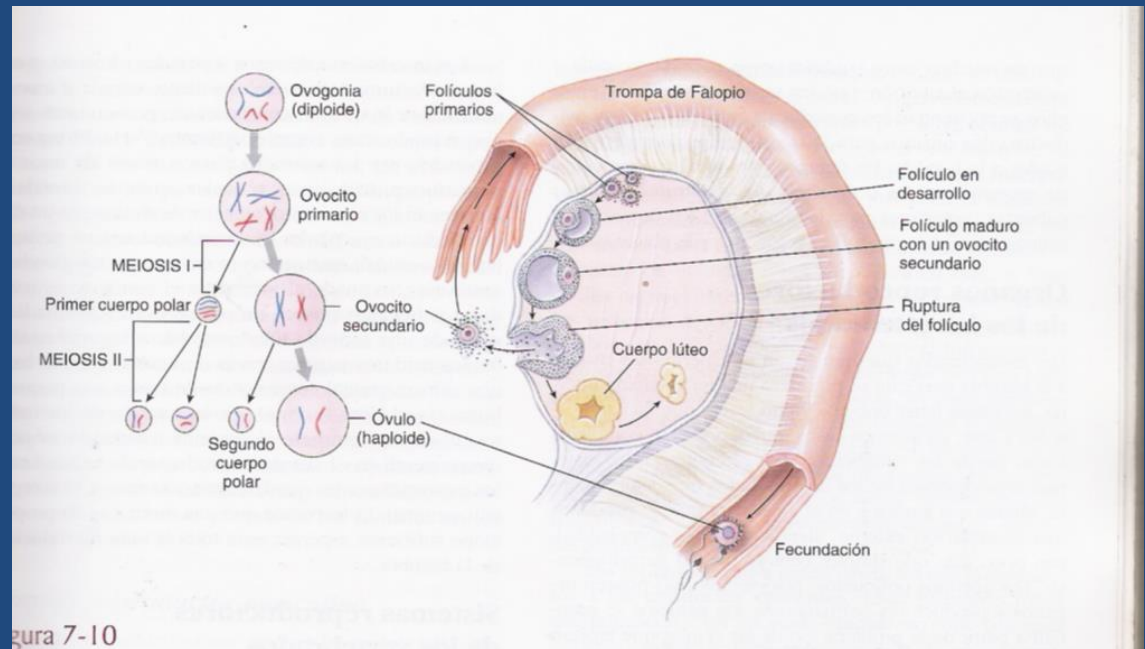
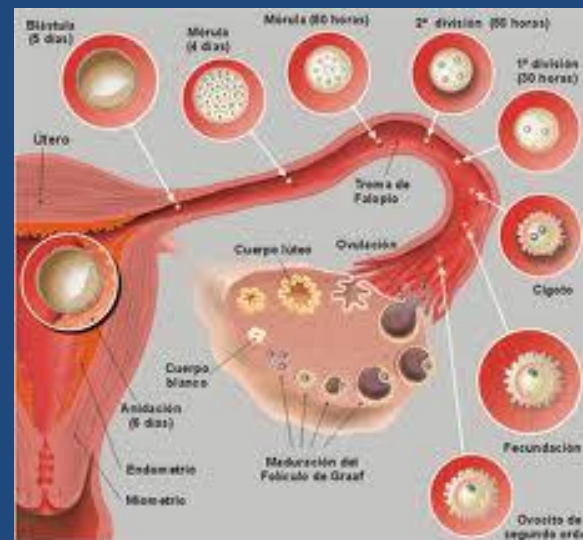
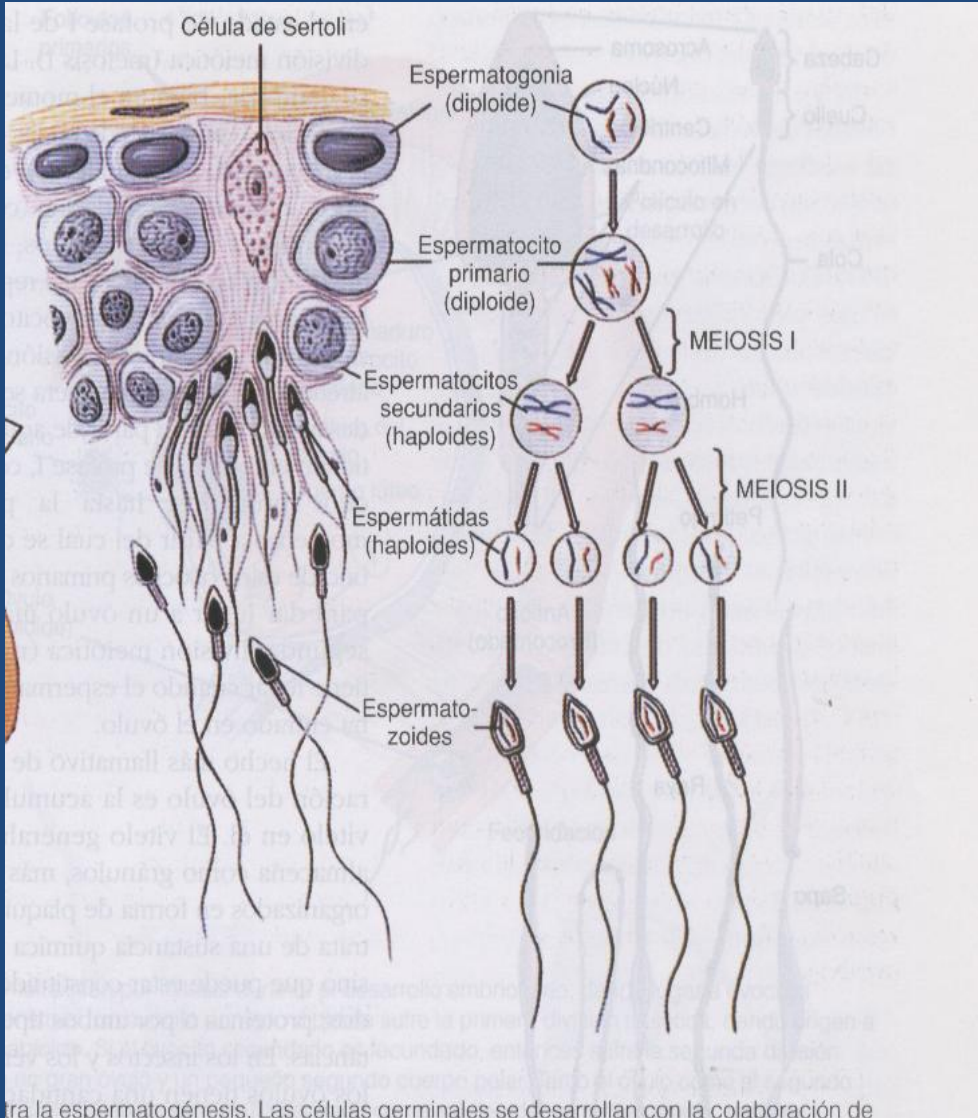


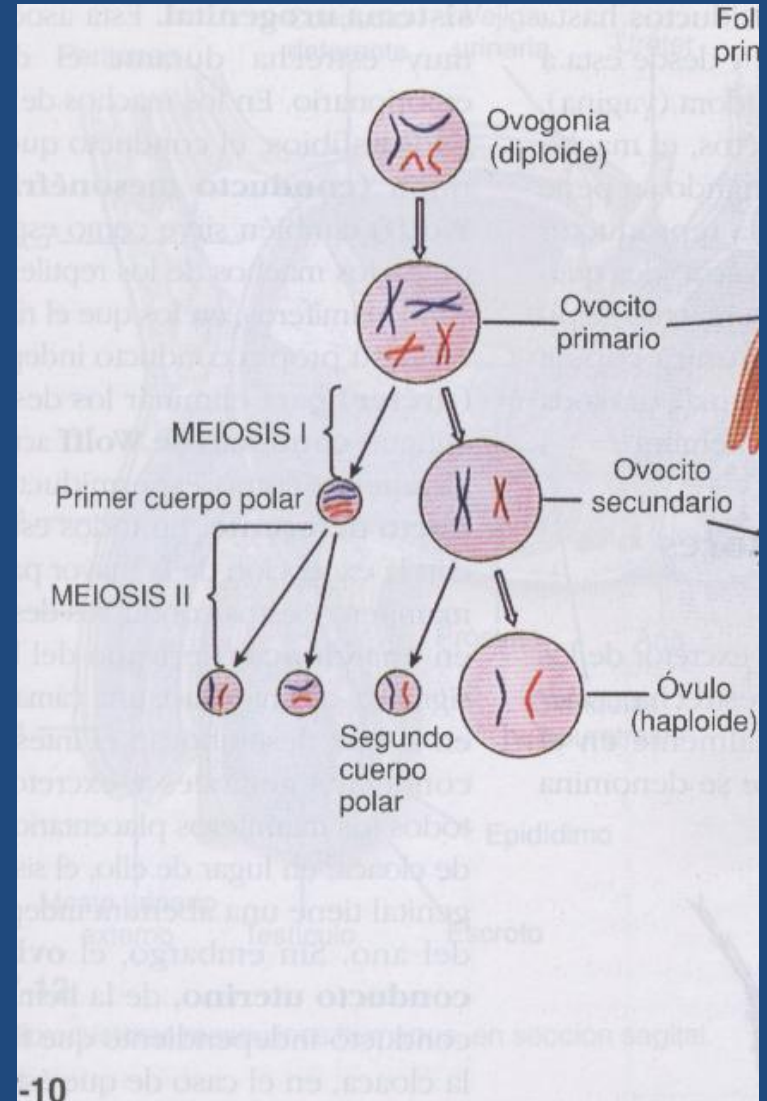
Figura 7-10



Espermatogénesis y ovogénesis



En la espermatogénesis. Las células germinales se desarrollan con la colaboración de



DETERMINACIÓN DEL SEXO

- **Cromosómica :**

- gran > ría mamíferos (XX-XY; macho heterogamético),
- aves y mayoría de reptiles (ZW, ZZ; hembra heterogamética),
- peces: XO, XY, ZW y otros
- Anfibios: no hay cromosomas sexuales; control genético
- Insectos: varios tipos; cucarachas , langostas , moscas: similar a mamíferos
- Himenópteros sociales (abejas , avispas); haplodiploidía
- Cromosomas supernumerarios: algunos insectos, etc.

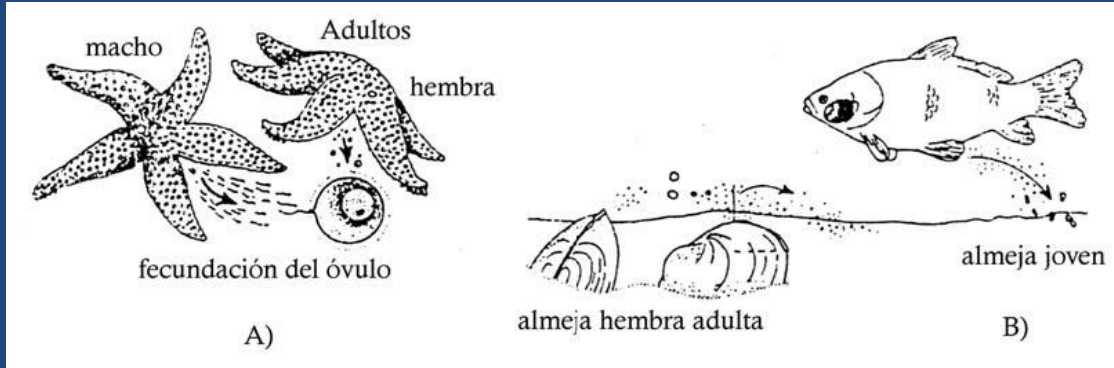
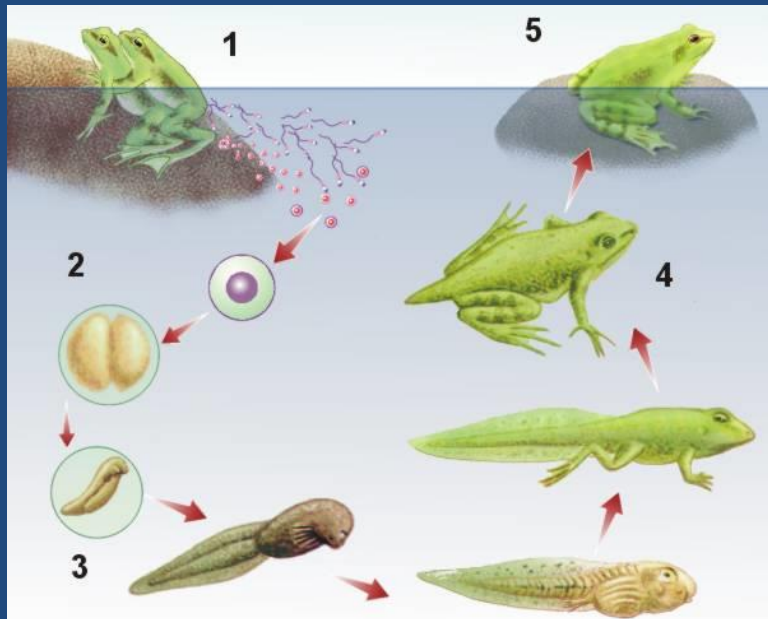
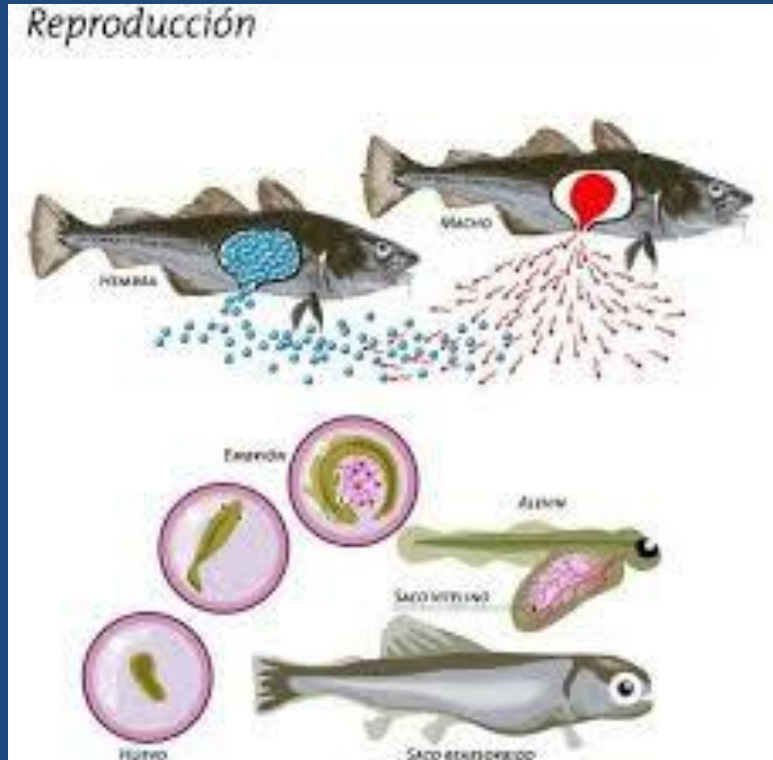
- **No cromosómica o no genética estrictamente**

- Muchos peces y reptiles carecen de cromosomas sexuales; género determinado por otros factores: temperatura o comportamiento
- Temperatura de incubación en nido: porcenta muchas tortugas, algunos lagartos
- Estímulos sociales: peces hermafroditas
- Polución
- Equiúridos (*Bonellia sp*)
- *Crepidula fornicata*.
- Otros ejemplos



Bonellia viridis

Fecundación Externa



FECUNDACIÓN INTERNA

Fecundación dentro de la hembra;
generalmente en alguna
porción especializada o no del oviducto

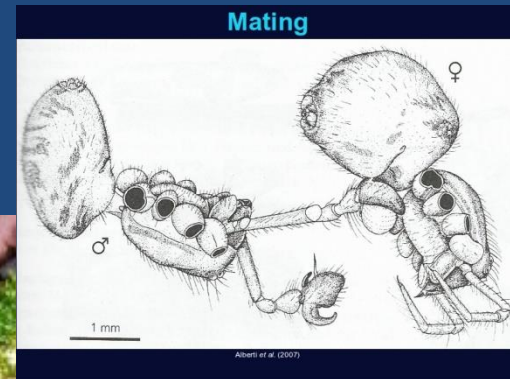
Órganos copuladores (penes, hemipenes)
(trans f.directa)

Espermatóforos (transferencia indirecta)

Impregnación (transferencia indirecta)

Yuxtaposición de cloacas
(Mayoría de aves; transf. directa)

ETC.



ESTRUCTURA DE LOS ORGANOS REPRODUCTORES

- Estructura semejante en todos los animales sexuales
- Órganos reproductores animales sexuales:
 - Órganos primarios: gónadas: óvulos, espermatozoides, hormonas sexuales
 - Órganos accesorios: ayudan a las gónadas en los procesos de formación, conducción y liberación de gametos. Protección al embrión. Cópula
 - Gonoductos (espermiductos, oviductos)
 - Órganos para almacenamiento de espermatozoides o vitelo
 - Órganos para formar cubiertas protectoras de los huevos
 - Órganos nutritivos: glándulas vitelógenas, placenta
 - Órganos copulatorios

MODELOS DE REPRODUCCION

- OVÍPAROS
- OVOVIVÍPAROS
- VIVÍPAROS

OVÍPAROS

Se desarrollan a partir de huevos depositados en el medio-

Fecundación interna

Fecundación externa

Algunos abandonan sus huevos al azar

Otros proporcionan cuidados especiales

Invertebrados (la gran mayoría)

Vertebrados (mayoría menos mamíferos)

Animales ovíparos



El periquito

Rosa F.



OVOVIVÍPAROS

Retención de huevos en el cuerpo.
Embrión recibe el alimento a partir del vitelo almacenado en el huevo.

Invertebrados

- Algunos Anélidos
- Algunos Escorpiones
- Algunos Insectos
- Algunos Moluscos , etc.
- Algunos Equinodermos

Vertebrados

- Algunos Anfibios
- Algunos Peces óseos
- Algunos Tiburones
- Algunos Reptiles



VIVÍPAROS

El embrión obtiene los alimentos directamente de la madre.

Conexión anatómica entre el embrión y la madre

Fecundación interna

Mamíferos

Peces Elasmobranquios: algunos

Anfibios: algunos

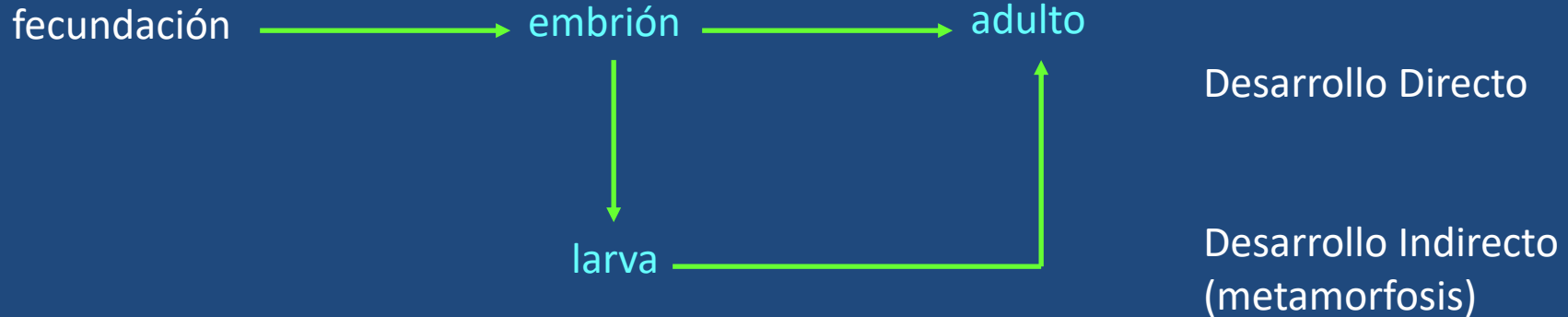
Reptiles: algunos

Invertebrados: escorpiones



Modos de desarrollo (directo e indirecto) y tipos de reproducción

* Reproducción gamética



* Reproducción vegetativa

adulto → adulto



Nota: explorar relación con Ovíparos, Ovovivíparos y vivíparos