

Tema 1

1. Definición de Biología

Etimológicamente, la biología es la ciencia que estudia la vida. Nosotros la entendemos como la ciencia que estudia los seres vivos, los fenómenos vitales y las causas que los determinan.

2. Fenómenos vitales

Se considera ser vivo cualquier ser que posee ciertos atributos, denominados fenómenos vitales, y que son la reproducción el crecimiento y la regeneración. Así mismo, son características de los seres vivos la transmisión hereditaria y los fenómenos de relación, excitabilidad y metabolismo.

3. Niveles de organización de los seres vivos:

En la actualidad se pueden distinguir cinco reinos:

- Moneras: Formados por virus, bacterias, etc.
- Protistas: Entre los que se encuentran los protozoos y las algas sencillas.
- Fungi: Formado por los hongos inferiores y superiores.
- Animal.
- Vegetal.

4. Ciencias biológicas de aplicación

- general – protozoología (protozoos)
- helmintología (helminetos)
- malacología (moluscos)
- Animal (zoología) – entomología (insectos)
- especial – ictiología (peces)
- herpetología (reptiles)

Biología – ornitología (aves)

- mastozoología (mamíferos)

Aplicada (zootecnia)

- Vegetal (botánica)
- Morfología externa

- Citología
- Morfológicas – Histología
- Anatomía
- Anatomía comparada

C. biológicas

- Paleontología
- Fisiología (Funcionam. de órg., aparatos y sist. de los S. V.)
- Embriología
- Fisiológicas – Genética
- Ecología (Incluye Oceanografía, Hidrobiología, etc.)
- Etología (Comportamiento de los animales)
- Psicología (Comportamiento psicológico de los seres vivos)

5. Origen de la vida. Evolución

El Big – Bang se produjo hace 16.000 millones de años. La vía láctea apareció hace 12.000 millones de años y el Sol y la Tierra hace 5.000 y 4.500 millones de años respectivamente.

Hace 3.500 millones de años se formaron la corteza terrestre, que tiene un grosor de 35 Km, el manto (que alcanza una profundidad de 2.900 Km), y el núcleo.

La atmósfera ha sufrido varios cambios a lo largo del tiempo. Se pueden distinguir tres atmósferas diferentes hasta llegar a la actual:

a) En la primera atmósfera terrestre había agua, CH⁴, NH³, Helio, Neón y Argón. Su duración fue de aproximadamente 500 a 1000 millones de años.

b) La segunda atmósfera: Por efecto de los rayos UVA, las moléculas de agua comienzan a vibrar y los átomos se separan por fotodisociación, formándose Hidrógeno y Oxígeno. El Hidrógeno se pierde y el Oxígeno se une al metano para formar dióxido de Carbono y agua, así como al amoníaco para formar nitrógeno y vapor de agua.

c) La tercera atmósfera o atmósfera actual: Está formada por agua, dióxido de carbono (0,03%), Nitrógeno (78%), Oxígeno (21%) y Argón (1%).

En esta atmósfera el Hidrógeno ha dejado de escapar al espacio, lo que hace que el Oxígeno quede retenido y sea capaz de formar Ozono, que acaba formando una capa externa que absorbe los rayos ultravioleta. La fotodisociación no desaparece totalmente, pero sí disminuye en gran medida, por lo que ahora el oxígeno se separa de la molécula de agua por medio de la fotosíntesis. Aumenta la concentración de oxígeno y disminuye la de dióxido de carbono.

Se cree que la vida surgió entre la primera y la segunda atmósfera.

Para que fuera posible la creación de vida, debieron darse cuatro procesos:

- El calor interno de la Tierra.
- La energía eléctrica de las tormentas.
- La descomposición radioactiva de isótopos.
- Los rayos UVA, que actúan sobre el agua produciendo la fotodisociación.
- En una menor proporción, el impacto de los meteoritos sobre la Tierra.

Miller trató de reproducir los procesos que se produjeron en la atmósfera primitiva y obtuvo ácido láctico, urea, ácido fórnico, ácido cianhídrico y dos aminoácidos: la alanina y la glicocola.

En experimentos posteriores pudieron sintetizarse otros aminoácidos.

Se encontraron azúcares complejos fijados a las rocas con una antigüedad de 3000 millones de años.

No se sabe exactamente cómo se formaron las primeras células. Antes de que aparecieran tuvo que haber seres con capacidad para reproducirse, como los priones, que son seres menos desarrollados que los virus, pero que pueden producir enfermedades importantes como la de las vacas locas.

6. Teorías de la evolución

Existen dos grandes corrientes:

- La corriente fijista, en la que destacan Linneo (creador de la sistemática zoológica moderna) y Cuvier que desarrolló la teoría de los cataclismos, según la cual los desastres naturales habían acabado con los animales, surgiendo después otros más desarrollados.
- La corriente evolucionista, en la que destacan personajes como Lamarck y Darwin. Lamarck propuso una teoría evolucionista que se basaba en dos puntos: La función crea el órgano, y los caracteres adquiridos se heredan. Darwin explica que el proceso evolutivo se basa en la variabilidad de la descendencia y la selección natural. Los descendientes de una misma pareja son distintos entre si y, ante un ambiente hostil, se plantea entre ellos una lucha por la supervivencia, en la cual se eliminan los individuos menos aptos y persisten los mejor adaptados. Estos son los que se reproducen y transmiten sus caracteres.

El neodarwinismo es una corriente evolucionista que surgió a partir de las ideas expuestas por Darwin; por lo que admite la existencia de la variabilidad genética y la selección natural. Introducen las ideas de microevolución o especiación (si un determinado animal se aísla, evoluciona de tal forma que al final se convierte en una especie diferente, como por ejemplo los pinzones), y de macroevolución, que consiste en el paso de, por ejemplo, un anfibio a reptil.

7. Pruebas de la evolución

- Morfológicas: Se basan en la comparación de órganos entre diferentes especies. Existen semejanzas entre grupos próximos. Hay estructuras homólogas (igual origen, función diferente, como el ala, la pata y la aleta), y análogas (igual función, distinto origen, como el ala de un ave y el de un insecto). Por otra parte, existen órganos vestigiales, que en organismos predecesores posiblemente tuvieron importancia pero que en los

organismos actuales se encuentran reducidos y en desuso, como la muela del juicio y el apéndice vermiforme en el hombre.

- Paleontológicas: Se basan en el estudio de los fósiles, en los que se puede observar un aumento de diversidad a lo largo del tiempo.
- Domesticación: Distintas razas de perros, etc.
- Taxonómicas: Parentesco entre grupos taxonómicos. Debido al proceso evolutivo, aparecen organismos puente entre los diferentes grupos taxonómicos, como los mamíferos monotremas, que poseen características intermedias entre los reptiles y los mamíferos.
- Biogeográficas: Se basan en la distribución geográfica de las especies. Cuanto más alejadas o aisladas están las zonas, más diferencias presentan su flora y su fauna.
- Fisiológicas: Funciones biológicas iguales en todos los organismos.
- Embriológicas: Se basan en el estudio comparado del desarrollo embrionario de los animales. Existe similitud entre muchos grupos en los primeros estadios embrionarios; además, durante el desarrollo embrionario se muestran y aparecen todas las características que un ser vivo ha tenido a lo largo de su evolución. Por ejemplo, en el embrión de una gallina se pueden observar arcos aórticos similares a los de los peces.
- Bioquímicas: Se basan en el estudio comparado de las moléculas similares de grupos de seres vivos diferentes. El ADN tiene un origen único.
- Genéticas: Igual código genético en todos los animales.
- Parasitológicas: Parásitos sólo de hombre y mono (tronco evolutivo común).
- Etológicas: El mismo estímulo puede provocar respuestas diferentes.
 - Serológicas: Se basan en el estudio comparado de las reacciones de aglutinación en organismos distintos.

Tema 2

La reproducción

1. Introducción

La reproducción es un fenómeno vital para la supervivencia de cada una de las especies aunque no sea realmente importante para el ser vivo en concreto.

Consiste en la formación de una nueva generación parecida a los progenitores e implica la transferencia de información genética.

La reproducción puede ser molecular; es la capacidad que tienen los ácidos nucleicos para autoduplicarse. Es la forma en que se reproducen los virus y crecen las células.

Los seres pluricelulares poseen dos tipos de células: Las células germen, que son capaces de reproducirse, y las células somáticas, que no pueden reproducirse, salvo en casos excepcionales, como lo es la regeneración.

2. Tipos de reproducción

(ver esquema en fotocopia 1).

Se pueden diferenciar dos grandes tipos de reproducción:

a) Reproducción asexual

Es aquella en la que existe un solo progenitor, dando descendientes idénticos entre sí y, por tanto, idénticos a dicho progenitor. Existen varias formas de reproducción asexual:

- Por esporas: El nuevo ser se desarrolla a partir de una célula especializada denominada espora. Es un tipo de reproducción asexual llamado esporulación.
- Multiplicación vegetativa: El nuevo ser se desarrolla a partir de un fragmento del organismo progenitor, que se separa de él. Puede ser:
 - Por escisión: Es la partición del ser para dar lugar a dos individuos. Se pueden dar tres casos diferentes:
 - Arquitomía: Se da cuando primero se regeneran las células y a continuación se produce la división.
 - Paratomía: Es el proceso contrario; es decir, primero se produce la división celular y más tarde cada uno de los nuevos individuos se regenera.
 - Embrionía: Es un proceso que sólo se da en los embriones. Consiste en la escisión de dos embriones dando lugar, en mamíferos, a gemelos univitelinos.
- Por gemación: El nuevo ser aparece a partir de un grupo de células denominado yema. Es un tipo de reproducción característica del *Echinococcus granulosus*, un platelminto de la clase cestodos que produce los quistes de los perros y que en ocasiones puede afectar al hombre.
- Regeneración: Es la facultad de reconstruir parte de un cuerpo a partir de células somáticas. Es un proceso inversamente proporcional al estado de evolución del individuo, de forma que los anélidos pueden regenerarse totalmente, los moluscos pueden regenerar su pie, los artrópodos los apéndices mientras mudan, los peces las aletas y las mandíbulas, los batracios, en estadios larvarios, las extremidades y la cola, los reptiles la cola, aunque no totalmente (la parte ósea sólo puede sustituirse por un eje cartilaginoso), y por último en aves y mamíferos solo se pueden producir cicatrices e hipertrofia compensadora, es decir, que cuando falta o deja de funcionar un órgano par, el otro se hipertrofia para compensar la pérdida.

b) Reproducción sexual

Este tipo de reproducción tiene la ventaja biológica de promover la variación genética de la especie gracias a su carácter en especial biparental y a la recombinación genética. La reproducción sexual puede ser:

- Cariogamia: Es característica de los seres unicelulares. En ella, todo el organismo actúa en el proceso reproductivo. Existen dos tipos: La conjugación (Se produce cuando dos organismos similares se unen e intercambian material genético contenido en su núcleo) y la autogamia (La fecundación se realiza dentro de un mismo individuo. Por ejemplo, en las flores, cuando el polen pasa del estambre al estigma de una misma flor)
- Gamética: Es característica de los seres pluricelulares. Intervienen las células germinativas o gametos. Derivan prácticamente del cigoto y se continúan de generación en generación (teoría de la inmortalidad de

Weismann). Este tipo de reproducción la presentan:

- Seres gonocóricos o unisexuales: Hay dos tipos de reproducción: La anfigonia, que comprende la hologamia (cuando los dos seres son iguales) y la merogamia (cuando se trata de gametos diferentes), y la partenogénesis, que se trata con más detalle en el tema siguiente.
- Seres hermafroditas: Pueden ser protándricos, andróginos (aunque reúnen los dos sexos, no pueden ser fecundados aisladamente) o protóginos.

3. La meiosis

Es un proceso que reduce a la mitad el número de cromosomas de las células en que se produce, es decir, en las células que dan lugar a los gametos. Consiste en dos divisiones celulares pero con una sola síntesis de ADN que da lugar a una sola dotación cromosómica. La meiosis consta de cuatro fases fundamentales:

a) *Interfase premeiótica*: Es donde se produce la síntesis de ADN, originando cada cromátida una cromátida gemela que queda unida por el centrómero a la progenitora.

b) *División meiótica*: Consta de cuatro etapas:

1. Profase I: La envoltura nuclear permanece intacta, pero desaparece al final, al mismo tiempo que se desintegra el nucleolo y se forman los microtúbulos del huso. Consta de cinco fases:

- Leptoteno: Marca el comienzo de la profase I, cuando los cromosomas se han hecho visibles, aunque no lo suficiente como para distinguir las cromátidas, que permanecerán estrechamente unidas hasta el final de la Profase I. Los extremos de cada cromosoma se encuentran unidos a la lámina fibrosa mediante una estructura llamada placa de unión.
- Zigoteno: Se inicia el proceso de sinapsis.
- Paquiteno: Tiene lugar el proceso de sobrecruzamiento entre cromátidas no hermanas. La consecuencia de este intercambio es la recombinación genética, ya que a partir de este momento los cromosomas no son completamente paternos o maternos, puesto que una de sus cromátidas está formada por segmentos alternantes paternos y maternos.
- Diploteno: Los cromosomas homólogos se repelen, aunque permanecen unidos por unos puntos, denominados quiasmas, que reflejan los lugares donde tuvo lugar el sobrecruzamiento.
- Diacinesis: Los cromosomas adoptan la configuración más compacta, lo que permite apreciar por primera vez las dos cromátidas de cada cromosoma. Al final de esta fase comienza la desaparición de la envoltura nuclear y del nucleolo y se forma el huso entre los diplosomas, al mismo tiempo que empiezan a formarse los microtúbulos cinetocóricos.

2. Metafase I: Los cromosomas, espiralizados al máximo, se ven perfectamente y se colocan en el plano ecuatorial de la célula orientándose en círculo y colocándose sobre sus centrómeros dando lugar a la placa ecuatorial o estrella madre.

3. Anafase I: Los quiasmas se separan y cada homólogo se desplaza hacia un polo opuesto de la célula.

4. Telofase I: Se regenera la envoltura nuclear alrededor de cada núcleo y desaparecen las fibras del huso. Los cromosomas experimentan una ligera descondensación.

c) *Interfase*: Es muy breve y no tiene lugar síntesis de ADN. Al cabo de poco tiempo, cada núcleo se prepara para continuar con la segunda división de la meiosis.

d) *División mitótica*: Es un proceso muy similar a la mitosis.

1. Profase II: Desaparecen las membranas nucleares y aparecen los nuevos husos, orientados perpendicularmente al primero.

2. Metafase II: Los cromosomas se disponen en la placa ecuatorial.

3. Anafase II: Se rompen los centrómeros. Cada cromátida emigra a un polo opuesto de la célula atraída por las fibras de su cinetocoro.

4. Telofase II: Se agrupan los cromosomas y se desespiralizan; se forma la envoltura nuclear y se produce la citocinesis o división del citoplasma.

(Ver esquema y dibujos del proceso meiótico y dibujos sobrecruzamiento en fotocopias 8, 10, 11 y 12).

4. Diferencias entre la segunda división del proceso meiótico y la mitosis normal

<i>Segunda división</i>	<i>Mitosis normal</i>
n cromosomas	2n cromosomas
En la interfase no se sintetiza ADN. Se elimina el periodo s	Se sintetiza ADN y sí existe periodo s
Los cromatidios portan distinta información	Los cromatidios portan idéntica información
Puede durar días, semanas o incluso años	Su duración varía entre 2-5 minutos y pocas horas.

5. Gametogénesis

Es el conjunto de transformaciones que experimenta la célula sexual primitiva indiferenciada para dar lugar a un gameto apto para la reproducción. Puede dividirse en espermatogénesis y ovogénesis. (ver esquema general en fotocopia 2)

a) *Espermatogénesis*

Consta de cuatro fases (ver esquemas en fotocopias 3 y 4):

1. Fase de proliferación o multiplicación: Las células germinales se multiplican activamente mediante mitosis formando las espermatogonias, que son células diploides.

2. Fase de crecimiento: Las espermatogonias aumentan de tamaño y se transforman en células más grandes, también diploides, llamadas espermatocitos de primer orden.

3. Fase de maduración: Cada espermatocito de primer orden, mediante la primera división meiótica, da lugar a dos espermatocitos de segundo orden, que ya son células haploides. Cada uno de éstos, mediante la segunda división meiótica, da lugar a dos espermátidas, que también son haploides.

4. Fase de espermiogénesis: Las espermátidas se transforman en espermatozoides mediante un proceso de diferenciación.

b) *Ovogénesis*

La ovogénesis consta de tres fases:

1. Fase de proliferación o multiplicación: Las células germinales originan las ovogonias, que son diploides, mediante mitosis sucesivas.
2. Fase de crecimiento: Se caracteriza por la acumulación de materia de reserva, deutoplasma, que determina una notable hipertrofia de la célula. Este acumulo de vitelo es variable según los diversos grupos zoológicos. El núcleo experimenta la profase meiótica, de tal manera que el final de la vitelogénesis suele coincidir con la fase de diacinesis.
3. Fase de maduración: Las células cuya vitelogénesis ha concluido se denominan ovocitos de primer orden, el cual sufre la meiosis originando dos células totalmente desiguales: Una grande, haploide, con casi la totalidad del deutoplasma del ovocito de primer orden, llamada ovocito de segundo orden, y otra pequeña, también haploide, pero carente prácticamente de citoplasma, denominada primer corpúsculo polar o polocito, y que se considera como una célula abortiva o degenerativa. Finalmente, el ovocito de segundo orden experimenta una segunda división mitótica originando dos células igualmente diferentes: Un óvulo de gran tamaño y una pequeña célula, que será el segundo corpúsculo polar, y que también degenera. A veces, el primer corpúsculo polar puede dar lugar a un tercer y un cuarto corpúsculo polar, que son células carentes de citoplasma y, por tanto, abortivas.

En la ovogénesis el periodo de maduración de los ovocitos varia con el tipo de ser vivo a que nos refiramos; así, podemos distinguir tres modalidades de maduración:

1. Las dos divisiones de maduración se realizan en el ovario. Es el caso de los equinodermos.
2. Se libera el ovocito de primer orden. La fecundación desencadenará las dos divisiones de maduración. Esta modalidad se da en áscaris y moluscos.
3. La primera mitosis de maduración se da en el momento de la ovulación. El ovocito de segundo orden es el fecundado, y esto desencadena la segunda división y la expulsión del segundo polocito. Es el tipo de ovogénesis que se da en vertebrados.

c) Semejanzas entre espermatogénesis y ovogénesis

1. Proceden de una línea celular particular: la línea germinal, por lo que son células germinales o germinativas, mientras que el resto son células somáticas.
2. Son elaboradas por gametogénesis, que conlleva el paso de células diploides a haploides, así como un sobrecruzamiento de las cromátidas.
3. Son células capaces de individualizarse y de separarse del organismo que las ha elaborado.
4. Tiene un mismo destino común: La fecundación.
5. Son células totipotentes.
6. Teoría de la inmortalidad de Weismann.

d) Diferencias fundamentales entre espermatogénesis y ovogénesis

<i>Espermatogénesis</i>	<i>Ovogénesis</i>
Evolución sin pausas	Evolución con pausas (ciclo anestro)

Se produce una gran cantidad de espermatozoides	Se producen unos 500 óvulos a lo largo de toda la vida del animal
Cantidad pequeña de deutoplasma o vitelo nutritivo	Gran cantidad de deutoplasma
De cada espermatogonia salen cuatro espermatozoides	De cada ovogonia sale un solo óvulo; las otras tres células degeneran
Varios espermatozoides evolucionan en relación a una sola célula de Sertoli (célula nutritiva)	Un óvulo evoluciona entre numerosas células nutritivas o vitelinas
Sólo tiene una membrana: La plasmática	Posee un complejo de membranas ovulares

Tema 3

1. Neotenia

Es un tipo de reproducción, sexual, característica de las larvas (completar con un libro de Biología).

2. Partenogénesis: Arrenotoquia y telitoquia

La partenogénesis es un tipo de reproducción sexual caracterizada por el desarrollo de un óvulo que dará lugar a un nuevo individuo sin la colaboración del espermatozoide.

Fue descrita por Dwen en 1849.

a) Tipos de partenogénesis

- Experimental: Provocada o inducida
- Accidental
- Partenogénesis
- Natural – Constante
- Habitual
- Cíclica: Consiste en la alternancia de

partenogénesis y gametogénesis.

Se pueden distinguir tres tipos de partenogénesis en función del sexo de los individuos:

1. Partenogénesis anfitóquica o deuterotoquia: Da lugar a machos y hembras indistintamente.
2. Arrenotoquia: Sólo se originan machos.

En ciertos grupos de animales, como las abejas (*apis mellifica*), las hembras proceden de óvulos fecundados, mientras que los machos nacen por partenogénesis. Este fenómeno fue descrito por Diterzon en 1845. También ha sido descrito en rotíferos, ácaros y cuatro órdenes de insectos.

Siguiendo con el ejemplo de las abejas, podemos encontrar que se distribuyen en tres grupos: la reina, las obreras (que son individuos diploides), y los zánganos (que son individuos haploides).

La reina, cuando alcanza la madurez sexual, comienza el vuelo nupcial. El zángano con el que copula, suele acabar muriendo. La reina posee un esfínter que, en el momento de la puesta, puede abrirse y cerrarse arbitrariamente, dejando pasar o no a los espermatozoides, de forma que aquellos huevos que han sido fecundados darán lugar a hembras y los que no lo han sido, a machos.

La reina tiene una vida de tres a cinco años. Puede poner 2000 huevos al día en la época de reproducción, que se extiende desde Mayo hasta Septiembre.

3. Telitoquia: Sólo se originan hembras.

Es un fenómeno muy poco común, que se da en la artemia salina, que es un crustáceo, y en algunos insectos. Se da cuando una especie necesita aumentar rápidamente el número de individuos, dando lugar a muchas hembras. Los individuos que surgen de este tipo de reproducción son diploides.

En esta modalidad de reproducción no hay individuos macho y, si los hay, son individuos estériles.

b) Gamogénesis en la partenogénesis

En la arrenotoquia, la célula inicial madura y se transforma en espermatogonia, que a su vez da lugar al espermatocito de primer orden. Este sufre una mitosis atípica para formar dos células: el espermatocito de segundo orden y un fragmento citoplasmático (sin material nuclear), que degenera. El espermatocito 2 se divide para dar dos espermatidas, que formarán dos espermatozoides maduros.

Existen tres modalidades de ovogénesis telitóquica:

1. Partimos de una ovogonia, que madura y pasa a ovocito de primer orden. Con este ovocito se obtienen un ovocito de segundo orden y un polocito anucleado. En el ovocito de segundo orden se produce una mitosis que da lugar a un óvulo y un polocito de segundo orden. Cada óvulo dará lugar a un individuo.

2. Tenemos una ovogonia, que se transforma en ovocito de primer orden. Éste se divide mediante meiosis para dar lugar al ovocito de segundo orden, que es haploide, y a un polocito de primer orden. El ovocito 2 se divide por mitosis para dar un óvulo y un polocito de segundo orden. El óvulo incorpora en su citoplasma al polocito de segundo orden y se genera un óvulo diploide.

3. Partimos de la ovogonia, que se transforma en ovocito de primer orden. Se produce la meiosis y se forma un polocito y un ovocito de segundo orden. Este sufre una mitosis dando lugar al óvulo y a otro polocito. El óvulo comienza a dividirse como si hubiera sido fecundado. En la primera división, las dos células resultantes se funden y dan lugar a una sola célula diploide.

c) Otras modalidades de partenogénesis

1. Paidogénesis: Es un tipo de reproducción sexual por partenogénesis de una larva (no confundir con la neotenia, que no está dentro de la reproducción por partenogénesis). Fue descrita en 1885 por Von Baer en el *miastor metroloas*, que es un díptero.

2. Heterogonia: Consiste en la alternancia de generaciones sexuales con partenogénesis. Es una partenogénesis cíclica. Se da en pulgones, rotíferos y algunos himenópteros:

A finales de Otoño, por reproducción sexual se genera el llamado huevo de invierno, que posee una cubierta dura que protege el material genético. En primavera aparece una generación de hembras, que se reproducen por partenogénesis sucesivas veces. Al final de verano aparecen generaciones de machos y hembras por deuterotoquia, que vuelven a reproducirse por reproducción sexual, dando lugar nuevamente a los huevos de

invierno y cerrando el ciclo.

3. Partenogénesis experimental o artificial: Consiste en la generación de individuos sin el concurso de espermatozoides pero sí del hombre. Se produce mediante estímulos físicos (frío, calor, presión), químicos (soluciones de alcaloides o ácidos grasos) o mecánicos (punción, agitación).

Mediante esta reproducción nunca se han podido obtener mamíferos. Lo más que se ha conseguido, gracias a los estudios de Thibault y Pérez García en 1959, fue la división partenogenética de óvulos de mamíferos mediante el frío y mórulas de hasta 240 blastómeros, que al 6º día degeneraron.

3. Ginogénesis

Fue descrita por Belar en 1924. En este tipo de reproducción sí participan el óvulo y el espermatozoide para formar un individuo. Pero en este caso el óvulo es una célula diploide, que necesita el centrosoma del espermatozoide, no el núcleo, que degenera. No hay cariogamia.

Este tipo de reproducción es característica de algunos nemátodos.

4. Androgénesis

Consiste en la división autónoma del gameto masculino. Es siempre artificial, por lo que no se observa en la naturaleza, ya que el espermatozoide es pobre en material citoplasmático. Consiste en quitarle al óvulo el núcleo e implantar el de un espermatozoide.

5. Clonación

Es una técnica que consiste en implantar núcleos de células somáticas en el interior de un óvulo desprovisto de su correspondiente material nuclear, con lo que se origina un ser idéntico al donador. Se pueden obtener tantas copias como se quiera.

6. Metagénesis

Se caracteriza por la alternancia de la reproducción sexual con la reproducción asexual, que puede ser por multiplicación vegetativa, gemación o escisión.

Fue descrita por Chaminso en 1919. Es típico de hidrozooos y escifozoos (Medusas).

Por ejemplo, la medusa *aurelia aurita*, en estadio adulto crea gametos masculinos y femeninos, que dan lugar a una larva plana, que emigra al fondo marino formándose el pólipo rojo, que se segmenta por reproducción asexual. Cada uno de estos planos da lugar a unas larvas, que se sueltan según van madurando convirtiéndose en pequeñas medusas, y se cierra el ciclo.

Tema 4

1. Bionomía geográfica

La biogeografía estudia las razones por las que los seres vivos habitan en unos lugares u otros.

Como consecuencia de las glaciaciones y las eras geológicas, en la mayor parte de Europa desaparecieron las especies que no pudieron adaptarse a ese clima. La Península Ibérica fue un refugio para esas especies, ya que el clima era más favorable y los Pirineos actuaban como una barrera.

Las especies cosmopolitas son aquellas que viven en todos los países del globo donde se encuentran condiciones propicias para su desarrollo; en su distribución no existen limitaciones de tipo histórico, sino sólo las que se pueden llamar estrictamente ecológicas; en cambio, llamamos especie local o de distribución limitada a aquellas que se limitan a una región, un continente o un país. Son especies endemitas o endemismos.

3. Ecología acuática: Clasificación de sus organismos

La Limnología es la ciencia que estudia las aguas continentales, y la Oceanografía, estudia las aguas oceánicas.

La cadena trófica explica las relaciones alimentarias de los seres vivos.

El plancton es el conjunto de seres vivos que habitan en el agua y que poseen unos movimientos limitados (cilios, flagelos, etc.) Se trasladan principalmente debido al movimiento del agua.

El fitoplancton es el sustrato nutritivo de las especies acuáticas. Está formado por microorganismos y algas unicelulares, como las diatomeas.

En el zooplancton también se incluyen larvas que, cuando crezcan, pertenecerán a especies mayores, pero que, de momento, se encuentran flotando y sirven de alimento a peces más grandes.

En los ecosistemas acuáticos, el primer eslabón de la cadena trófica está formado por el fitoplancton.

Los consumidores primarios, que se alimentan del fitoplancton, son seres herbívoros, como algunos peces, entre los que se incluyen los grandes cetáceos, que son capaces de filtrar el alimento. El zooplancton está formado por animales invertebrados de pequeño tamaño (microorganismos); también son consumidores primarios y a su vez fuente de alimentación para peces, etc. En este caso la cadena es muy corta, puesto que sólo tiene dos eslabones. Lo normal es que las cadenas sea mucho más complejas.

Las cadenas cortas tienen la desventaja de ser muy frágiles, ya que si algún eslabón falla, los demás no son capaces de subsistir, al no existir otras opciones.

El plancton lo forman tanto el zooplancton como el fitoplancton.

Algunas especies se han adaptado de tal forma que son capaces de filtrar fitoplancton, zooplancton, e incluso comer pequeños insectos, asegurando así su subsistencia.

Existen cuatro tipos de ecosistemas acuáticos:

- Oligotrófico: El más característico son los lagos profundos de alta montaña. Poseen pocas sustancias nutritivas, poco fitoplancton y aguas muy limpias. La evolución de la productividad en el cultivo de peces se encuentra en equilibrio.
- Mesotrófico: Son lagos poco profundos y aguas menos transparentes que en el ecosistema anterior. La evolución de la productividad en el cultivo de peces se encuentra aumentada en este caso.
- Eutrófico: La evolución de la productividad de peces es máxima. Este exceso, al final, no puede ser soportado por el ecosistema. La eutrofización conlleva una cierta degradación del medio.
- Salino: Es característico de las aguas marinas. En este caso la evolución de la productividad en el cultivo de peces se encuentra disminuida.

El sistema distrófico es un sistema en desequilibrio. Se caracteriza porque se pasa de un ecosistema lleno de vida a un ecosistema de degradación y muerte.

a) Ecosistemas marinos

Se pueden distinguir varias zonas marítimas:

Zona litoral

Zona nerítica Zona oceánica

Dominio bentónico Dominio pelágico Zona fótica

Plataforma continental

Talud continental Zona afótica

Zona abisal

Los animales que pertenecen al dominio bentónico viven asociados al suelo. Los que pertenecen al dominio pelágico, nadan libremente en el agua.

4. El agua

El agua existe en forma líquida en una amplia gama de temperaturas presentes en gran parte de la Tierra y fuera de la cual los procesos vitales se vuelven lentos o se detienen completamente. Aun cuando la temperaturas descienden por debajo de 0° C, el hielo flotante sobre el agua proporciona un manto térmico para el agua líquida, y sus habitantes, que se encuentran por debajo. La forma sólida de todas las demás sustancias es siempre más densa que la forma líquida. Si esto sucediera también con el hielo, las masas de agua se congelarían desde el fondo hacia arriba y en muchos casos nunca podrían derretirse en verano.

El agua tiene mayor capacidad calórica que cualquier otra sustancia común. Esto significa que se requiere más calor para elevar la temperatura del agua un determinado n° de grados que en el caso de cualquier otro material. Inversamente, al enfriarse en un n° dado de grados, el agua entrega mayor cantidad de calor que cualquier otro material común. Esta propiedad es importante tanto a nivel individual como global. Para el organismo individual, la alta capacidad calórica del agua lo defiende de cambios repentinos de temperatura. En una escala mayor, los océanos y otras grandes masas de agua moderan las fluctuaciones estacionales de la temperatura. Por esta razón, las zonas costeras son más frescas en el verano y más calientes en el invierno que las regiones continentales de la misma latitud.

El valor de vaporización del agua es mayor que el de cualquier otra sustancia común. Esta característica es de enorme significado para la regulación de la temperatura del cuerpo e muchos animales. El sudor y el jadeo son dos actividades comunes del comportamiento mediante las cuales los mamíferos y algunos reptiles disminuyen la temperatura del cuerpo. La efectividad de estas actividades proviene de la gran cantidad de calor del cuerpo que se utiliza en la evaporación del agua.

a) Estratificación térmica

Existe una distinción por zonas en el agua, lo que implica un movimiento del agua porque las capas más frías tienden a ocupar la parte de abajo.

En Verano, la luz calienta la parte más superficial y el O₂ se concentra arriba, de modo que los peces tienden

a subir.

En Otoño, el viento es más frío, haciendo que la temperatura del agua se homogenice.

Tema 5

Etología

1. Introducción

La etología es el estudio del comportamiento o conducta de los animales.

El estudio del comportamiento de los animales en estado natural nos va a hacer ver los comportamientos anómalos que muestran patologías.

2. Comportamiento

Se puede definir como el conjunto de actos que mantienen vivo a un animal. Se produce por estímulos tanto internos como externos, salvo reacciones nerviosas fortuitas o espontáneas.

Se basa en las características de cada individuo, determinado por su dotación genética, por lo que estos comportamientos están fijados genéticamente, aunque van a presentar una cierta variabilidad individual.

Existen características del sistema nervioso reguladas por dotación genética, por lo que cada uno tendrá así una forma de expresar la respuesta. Así mismo, estas respuestas estarán reguladas por el sistema endocrino, que por medio de las hormonas controlan el interior del organismo, e igualmente influirá el sistema locomotor.

El organismo también generará respuestas frente a los estímulos del medio ambiente.

El comportamiento dependerá de la intensidad de los estímulos y de las características anatómicas y morfológicas, así como de la fisiología del animal en ese momento (la respuesta a un determinado estímulo no será igual en un adulto que en una cría).

El comportamiento puede ser:

a) Heredado

1. Taxias: Se trata de responder a un estímulo dirigiéndose automáticamente hacia él, retirándose de él o manteniendo un determinado ángulo con respecto a él. Pueden ser susceptibles de evolución y maduración y desaparecen con el estímulo.

2. Reflejos no condicionados: Son los más elementales, como retirar la mano frente a un pinchazo. En los reflejos no condicionados no interviene el sistema nervioso central, y la conducta es estereotipada (ante ese estímulo se producirá siempre la misma respuesta) y específica.

Según se asciende en la escala ecológica, el número de reflejos no condicionados disminuye.

3. Comportamiento instintivo: En este caso sí interviene el sistema nervioso central, ya que se trata de un comportamiento más complejo que el anterior. Puede comprender una serie de acciones complejas, pero sigue siendo un tipo de comportamiento bastante inflexible, al igual que el anterior.

En la mayoría de las circunstancias, el comportamiento instintivo favorece la supervivencia de la especie. La realización de actividades instintivas depende a menudo de las condiciones del ambiente interno en el organismo. Por ejemplo, en muchos vertebrados el comportamiento de cortejo y apareamiento no ocurriría a menos que se hallen presentes en la sangre hormonas sexuales.

b) Adquirido

Son todos aquellos comportamientos que han sido aprendidos. Dentro de este grupo se encuentran:

1. Reflejos condicionados: Son los más elementales. Se trata de una respuesta que, como resultado de la experiencia, llega a ser producida por un estímulo diferente de aquél que originariamente lo desencadenó. La demostración más clásica de la existencia de este tipo de reflejos es el experimento del perro de Pavlov. Pavlov descubrió que si se coloca alimento en la boca de un perro, se promueve la salivación (reflejo simple e innato). Descubrió también que si hacía sonar una campana cada vez que introducía un trozo de carne en la boca del perro, al final éste salivaba con sólo oír el sonido de la campana.

2. Comportamiento aprendido: Este segundo tipo puede dividirse en:

– Condicionamiento instrumental: Se trata de que los animales realicen tareas que no son innatas; por ejemplo, si se colocan varias palancas que el animal puede accionar, y sólo en una de ellas obtiene comida, al final el animal va derecho a la palanca que le proporciona el alimento. Este tipo de comportamiento se denomina también de ensayo y error. Con este experimento se logra que el animal acabe haciendo lo que queremos (se ha llegado a conseguir que una paloma toque un piano de juguete).

– Intuición o razonamiento: Este comportamiento es típico de animales superiores. Se trata de un aprendizaje por comprensión de la relación entre el objeto que quiere conseguir y los medios de que dispone. Por ejemplo, si colgamos un plátano en alto y le proporcionamos a un chimpancé una serie de cajas, al final acabará apilándolas para poder subir a ellas y coger el plátano.

– Aprendizaje instantáneo: Se da únicamente en periodos críticos o de cambios bruscos, como el nacimiento, la pubertad, o el periodo post-parto de una hembra. Si no es aprendido en este momento, no llegará a producirse. Además, este aprendizaje sólo afecta a algunas facetas, como la sexual, la del seguimiento, la del canto, etc.

Un ejemplo característico de este tipo de aprendizaje es el de los patos, que toman como a su madre a lo primero que ellos ven moverse al nacer.

– Habitación o acostumbramiento: El animal se acostumbra a no reaccionar a estímulos frente a los que antes reaccionaba. Consiste, por tanto, en la anulación o pérdida de una pauta de conducta. Este tipo de comportamiento puede observarse muy bien en ciertos animales que antes huían en el momento en que notaban la presencia del hombre y ahora, sin embargo, se han acostumbrado a vivir cerca de las ciudades.

3. Aspectos del comportamiento

El comportamiento puede ser:

a) Individual: Es el conjunto de actos que tienen por objeto mantener a un determinado ser en buen estado.

b) Social: Comprende las reacciones de los individuos ante otros seres, ya sean de la misma especie o de otra. El grado de evolución de los individuos es paralelo al de los mecanismos que poseen para emitir señales y recibirlas, es decir, para comunicarse. Esto es importante porque la comunicación es la base del comportamiento social.

Las señales pueden ser factiles (sólo en animales superiores), auditivas, sonoras, visuales, olorosas (por ejemplo las feromonas de los mamíferos, características generalmente en la época de reproducción).

4. Comportamiento agresivo

Este tipo de comportamiento se observa en todos los animales, independientemente de su grado de evolución.

Permite administrar el espacio y los recursos, así como defenderse contra los depredadores. También está relacionado con la protección de crías y la competencia de dos machos por una hembra.

Se manifiesta por actitudes y movimientos de ataque reales o ficticios, de defensa, ignorancia del adversario y huida.

Depende de varios factores, como la especie (unas especies son más agresivas que otras), la raza, la edad (los más jóvenes son los menos agresivos, y los animales que se encuentran en periodo de pubertad los que más), y el momento.

El clima y el espacio también influyen; así, los animales que se encuentran encerrados en sitios pequeños son más agresivos que los que poseen un espacio vital adecuado.

5. Comportamiento reproductivo

Comprende el reconocimiento de los sexos por manifestaciones externas (colores, movimientos, sonidos, olores, etc.).

Tras el reconocimiento se da el cortejo y galanteo, que conduce a la aceptación o no de la hembra y disminuye la agresividad entre ellos provocando atracción.

El último paso es la formación de la pareja; este paso es característico de vertebrados aunque también se presenta en algunos invertebrados. Favorece la reproducción. Se puede dar entre un macho y una hembra, un macho y varias hembras, o una hembra y varios machos, como es el caso de los elefantes.

6. Ritmos biológicos

Son comportamientos cíclicos que están programados genéticamente. Para que se produzca su desencadenamiento son necesarios estímulos externos, generalmente cambios cíclicos ambientales.

En ocasiones, aunque no se den estos cambios ambientales, los comportamientos se siguen produciendo, como es el caso de la migración de las aves.

Los cambios pueden ser de varios tipos: De alta frecuencia, como los movimientos cardiacos y respiratorios, de temperatura y alimentación, circadianos, como la relación entre sueño y actividad, y circanuales, como los tiempos de actividad, reposo sexual y migraciones.

7. Migraciones

Varios animales deben migrar en los cambios de temperatura, ya que son incapaces de soportar ciertas temperaturas. El ejemplo más clásico es el de la aves, como las cigüeñas.

Generalmente, las aves migran en bandadas, aunque se dan casos aislados, como el cuco, que lo hace solo.

Pero no son las aves los únicos animales que migran. Entre los reptiles se puede destacar a las tortugas, entre

los mamíferos, a las ballenas, entre los peces es conocida la migración del salmón al nacimiento de los ríos y, en el caso de los insectos, la mariposa monarca.

Tema 6

Protozoos

1. Definición

Son seres unicelulares eucarióticos. Algunos forman colonias. Los unicelulares no son sencillos, sino que forman organismos completos, con muchas estructuras complejas. Los seres coloniales presentan un solo tipo de células.

2. Características generales

Pertenecen al Reino Protoctistas (antes Protistas).

Se han descrito más de 64.000 especies, aunque más de la mitad son fósiles.

La mayoría son seres microscópicos, aunque algunos son lo suficientemente grandes como para ser observados a simple vista.

Presentan todos los tipos de simetría; además, su forma puede ser variable o constante (oval, esferoidal, etc.)

No aparecen hojas blastodérmicas.

No existen tejidos, ni órganos, pero presentan orgánulos especializados en funciones esqueléticas, locomotoras, etc.

Se encuentran donde existe posibilidad de vida, pudiendo ser de vida libre, parásitos, comensales o mutualistas. Por lo tanto, se les considera seres muy adaptables, si bien requieren humedad permanente, tanto si viven en ambientes marinos o dulceacuícolas, en el suelo, en la materia orgánica en descomposición o sobre plantas o animales. Pueden ser sésiles o nadadores y constituyen una gran proporción de los seres vivos flotantes o planctónicos.

La locomoción la realizan mediante pseudópodos, flagelos o cilios.

Algunos presentan un endoesqueleto simple o un exoesqueleto, pero la mayoría son desnudos.

Presentan todos los tipos de nutrición: Autótrofa, heterótrofa, y saprozoica.

Pueden reproducirse asexualmente por bipartición pluripartición, gemación y formación de quistes, o bien sexualmente por singamia (unión de gameto masculino y femenino) o conjugación, formando un cigoto.

Tema 7

Metazoos

1. Definición

Se considera metazoo a todo aquel organismo multicelular que digiere comida, incluidas esponjas y animales superiores.

2. Características generales

Los metazoos son animales pluricelulares con células especializadas y que constituyen tejidos. Sus células delimitan una cavidad que comunica con el exterior.

Proceden de una célula huevo o cigoto que por sucesivas mitosis formará las células de su cuerpo, diferenciándose los distintos tipos de células mediante el desarrollo embrionario.

Poseen hojas blastodérmicas, aunque no todos tienen las tres (endodermo, mesodermo y ectodermo), sino que podemos encontrar seres diblásticos y triblásticos

3. Celenterados y celomados

a) Celenterados

Son animales celenterados todos aquellos cuyo cuerpo es un cilindro hueco y con una sola abertura, la boca, a través de la cual penetra el alimento a una cavidad interior denominada cavidad gastrovascular o celénteron.

Al grupo de los celenterados pertenece el filum de los cnidarios (pólipos, medusas, hidras, etc.), que son diblásticos, y el de los ctenóforos, que son triblásticos.

b) Celomados

El celoma es una cavidad que se forma durante el periodo embrionario del individuo, bien por enterocelia como por esquizocelia.

Según su celoma los seres vivos se pueden dividir en:

- Acelomados: Son aquellos que carecen de celoma, y en los cuales el mesodermo se llena de células parenquimales.
- Pseudocelomados: El espacio queda más o menos vacío, aunque aun quedan algunas células.
- Celomados: El mesodermo forma una estructura perfecta dejando una cavidad en su interior.

4. Protostomos y deuterostomos

a) Protostomos

Se consideran protostomos a aquellos animales cuya boca se forma a partir del blastoporo. Los nemátodos, anélidos, arácnidos y varios individuos más pertenecen a este grupo.

b) Deuterostomos

Son aquellos individuos cuya boca no procede del blastoporo, que se cierra, sino de otro sitio. A este grupo pertenecen equinodermos (pepinos de mar), tunicados, vertebrados, etc.

Los metazoos que tienen una mayor interés veterinario son: Plelmintos, nemátodos, nematomorfos, acantocéfalos, anélidos, artrópodos, moluscos, braquiópodos, equinodermos y vertebrados.

Tema 8

Platelmintos

1. Características generales

Los platelmintos son los metazoos protostomos menos desarrollados.

La mayoría de los platelmintos son individuos hermafroditas, aunque también existen seres dioicos, es decir, que presentan sexos separados.

Son individuos acelomados.

El aparato reproductor, complejo, abarca la mayor parte de su cuerpo; los huevos son heterolecitos y el desarrollo suele ser indirecto, con varias fases larvarias, aunque en algunos casos el individuo puede presentar un desarrollo directo.

Se mueven mediante contracciones de la capa muscular de la pared de su cuerpo, favorecidas por secreciones mucosas.

El sistema nervioso se acumula formando ganglios, de los cuales sale un cordón nervioso por debajo del aparato digestivo. Los ganglios reciben el nombre de cefalizaciones ganglionarias.

Los platelmintos poseen un cuerpo sólido, generalmente aplanado dorsoventralmente, y con una epidermis blanda, que puede ser ciliada (como en el caso de los turbelarios), o bien presentar cutículas, más resistentes (como los trematodos y los cestodos). No tienen esqueleto.

Presentan simetría bilateral, con los extremos anterior (que corresponde a la cabeza, donde se encuentra el comienzo de la cefalización ganglionar), y posterior del cuerpo bien definidos.

El aparato digestivo está formado por la boca y el tubo digestivo, y acaba en un saco ciego, por lo que no presentan ano. No todos los platelmintos poseen aparato digestivo.

Los órganos sémbricos están poco desarrollados.

2. Sistemática

a) Clase turbelarios

Viven en agua dulce y presentan vida libre. Su epidermis es ciliaria. Ejemplo: Planarias.

b) Clase trematodos

A esta clase pertenecen las duelas, que son parásitos internos y externos principalmente de vertebrados. Presentan una cutícula externa y órganos adhesivos constituidos por ventosas y a veces ganchos con las que se fijan al hospedador. La mayoría son individuos hermafroditas y presentan aparato digestivo. Existen dos subclases:

1. Subclase monogénéticos o polistómidos: Su ciclo biológico es monoseno, es decir, que sólo se fijan a un hospedador. Del huevo sale una larva ciliada que se fija al hospedador, desarrollándose el individuo adulto. Tienen dos ventosas en el extremo posterior, que suelen estar provistas de ganchos; en el extremo anterior, pueden tener o no ventosas, y en el caso de que sí tengan, sólo poseen una. Son ectoparásitos, normalmente de peces, batracios y reptiles, fijándose en las aletas, las escamas o las branquias. Se alimentan de sangre y células epiteliales originando lesiones graves. Un ejemplo significativo es la *Sphyrnura osteri*, que es un

parásito de peces.

2. Subclase digenéticos o digenea: Su ciclo biológico es heteroseno, es decir, que se fija a dos o más hospedadores a lo largo de su vida. Son parásitos internos, y muchos de ellos de interés veterinario. Se caracterizan por tener una cutícula en el orificio bucal y otra en posición ventral. Dentro de esta subclase se pueden distinguir tres familias: En todos los casos, el primer hospedador de estos parásitos es un gastrópodo.

Familia Schistosoma: Es un parásito del hombre y los rumiantes. Son dioicos. El individuo adulto vive en el intestino, los vasos sanguíneos y la vejiga de la orina de su hospedador. Los huevos salen con las heces dando lugar a una larva ciliada llamada miracidio. Esta larva nada libremente hasta poder introducirse en un gastrópodo bien a través de su epidermis o bien siendo ingerida. Una vez se encuentra parasitando al gastrópodo, se transforma en otra forma larvaria, llamada esporocisto, que tiene forma de saco. Esta nueva larva se multiplica por partenogénesis dando lugar a las redias, que emigran al hígado y se transforman en cercarias. Éstas son formas larvarias nadadoras capaces de salir del gastrópodo al que parasitan, y de introducirse en la piel del hombre o del rumiante, siempre que se halle en medio húmedo, para llegar a sus vasos sanguíneos, su intestino, etc., parasitándolo.

Familia Fasciólidos: Destaca la fasciola hepática porque se hospeda en rumiantes, generalmente corderos y cría de ganado vacuno y, esporádicamente, en el hombre. Este parásito causa a los animales caquexia ictero verminosa.

Presenta una ventosa oral y otra ventral. Es un individuo hermafrodita.

El individuo adulto habita en los conductos biliares y el hígado. Sus huevos son expulsados por las heces; de ellos sale una larva ciliada o miracidio que penetra en un gastrópodo acuático y se transforma en un esporocisto; éste se divide por partenogénesis y da lugar a redias, que en los caracoles emigran al hígado y se transforman en cercarias, que presentan una cola larga, y que son capaces de taladrar los tejidos del caracol para salir al exterior. A continuación se enquistan en la hierba convirtiéndose en metacercarias. Entran en el herbívoro por ingestión de la hierba en que se encuentran enquistadas y viajan hasta los conductos biliares y el hígado del nuevo hospedador, cerrando el ciclo.

Familia ditrocélidos: Destaca el ditrocélido denticum, que es un hospedador de los rumiantes. Sus hospedadores intermedios son gastrópodos no acuáticos. En los rumiantes se aloja en la vesícula y conductos biliares, provocando enfermedades similares a las que producen los fasciólidos.

c) Clase cestodos

Son platelmintos con el cuerpo largo, blanco o amarillento, y con muchos segmentos semejantes entre sí. Los más conocidos de este grupo son las tenias.

Los cestodos son endoparásitos del intestino de los vertebrados. Su ciclo biológico es heteroseno, puesto que sus formas larvarias se encuentran parasitando otros tejidos de otros hospedadores. Presentan uno o dos intermedios larvarios, aunque excepcionalmente se puede dar un ciclo auto-heteroseno, es decir, que una larva infecte al mismo individuo durante todo el ciclo biológico.

No presentan tubo digestivo, sino que absorben el alimento a través de su pared corporal a partir de los elementos internos que encuentran en el individuo al cual parasitan.

Poseen una cabeza o escólex con órganos de fijación, que pueden ser:

- Botrios: Órganos que no presentan musculatura propia.

- Botridios: Expansiones laminares subdivididas en fosetas y que presentan musculatura propia.
- Ventosas o acetábulos: Órganos de fijación más potentes, con forma de disco y musculatura propia en disposición radial.
- Ganchos o garfios: Pueden estar unidos a los botrios o a los botridios o bien formando una corona de ganchos.

Además de la cabeza, los cestodos poseen un cuello, que corresponde a su zona de crecimiento, seguido por un cuerpo o estróbido, que generalmente está constituido por segmentos o proglotis, que se van haciendo mayores y más viejos a medida que nos separamos del cuello.

Tienen respiración anaerobia y carecen de órganos de los sentidos.

La gran mayoría son individuos hermafroditas. Su aparato reproductor se encuentra repetido para cada proglotis. El aparato genital femenino está constituido por un único ovario, mientras que el aparato genital masculino lo forman varios testículos. Poseen un poro genital, que sirve para ambas secreciones, y un cirro, que es por donde se transporta el espermátóforo.

La fecundación se puede producir con el cirro a la parte femenina de la misma proglotis, o bien entre dos proglotis del mismo individuo, o entre varias proglotis de individuos diferentes.

Se pueden distinguir dos subclases dentro de los cestodarios:

1. Subclase cestodarios

2. Subclase eucestodos: Existen dos órdenes dentro de esta subclase: los pseudofilídeos, al cual pertenece la *Diphylobotrium latum*, y los ciclofilídeos o tenioideos, al cual pertenecen las tenias, y que es el que se va a estudiar por tener interés veterinario.

Las tenias pertenecen a la familia *teniidae*. El ciclo biológico de las tenias es muy similar en todas las especies, por lo que sólo se va a describir el de la *tenia solium*, solitaria o tenia del cerdo.

La solitaria, en estado adulto, puede medir de dos a ocho metros de longitud y se localiza en el intestino humano. Las proglotis maduras se desprenden y salen con las heces. Los huevos están cubiertos por una oncosfera provista de tres pares de ganchos, y entran en el intestino del hospedador, que generalmente es un cerdo, mediante ingestión. Los huevos se liberan en el intestino de este hospedador, para posteriormente entrar en el torrente sanguíneo y enquistarse en el músculo. Allí aparece una nueva forma larvaria: el cisticerco, que posee un escólex o cabeza invaginada con líquido en su interior. Cuando un cerdo que está poco cocinado es ingerido por el hombre, el escólex se desinvagina y se fija a la pared del intestino, dando lugar al individuo adulto.

También existen otras tenias que poseen interés veterinario, como la *tenia saginata* o de la vaca, que es similar a la anterior, sólo que en este caso el hospedador intermedio es un rumiante en vez de un suido.

Por último, encontramos la *tenia echinococcus* o *Echinococcus granulosus*, cuyo hospedador intermedio puede ser un bóvido, un óvido o el hombre. Puede producir quistes hidatídicos por la invasión de las tenias en estado larvario en el hígado, el pulmón o el cerebro del hospedador intermedio. Es en estos órganos donde se reproducen por gemación dando lugar a dicho quiste hidatídico. El hospedador definitivo de estas tenias son los cánidos y los felinos.

Son las más pequeñas, puesto que miden de dos a ocho milímetros. Sólo presenta tres o cuatro proglotis y su

ciclo biológico es muy similar al de las tenias vistas anteriormente.

Tema 9

Acantocéfalos y nemátodos

1. Acantocéfalos. Características generales

Los acantocéfalos son metazoos triblásticos y pseudocelomados.

Son todos parásitos obligados. Presentan una trompa o probóscide rodeada de ganchos que le sirven para fijarse al hospedador; esta trompa puede estar retraída en un receptáculo y a veces va seguida de un cuello. El tamaño de los acantocéfalos puede oscilar entre 1 y 60 centímetros.

En cuanto al cuerpo, tiene forma cilíndrica y presenta simetría bilateral. No están segmentados aunque sí se distinguen dos zonas separadas entre sí por una invaginación:

- Prosoma: Es la zona formada por la trompa y el cuello. Su tamaño es variable. Las espinas de la trompa son características de cada especie.
- Tronco o parte posterior: La pared del cuerpo está compuesta por una cutícula fina, una epidermis gruesa y una dermis fina. Presenta también una capa de células musculares en sentido longitudinal y circular. La epidermis presenta unas estructuras en número constante formadas por núcleos gigantes. En la región del cuello hay dos bolsas llamadas lemniscos que están unidas al receptáculo de la trompa y cuya misión es mantener líquido para poder invaginar y evaginar la trompa.

Los ganchos de la trompa pueden causar graves daños en el intestino del hospedador al fijarse.

Presentan formas larvarias, que parasitan a los artrópodos, mientras que los adultos son parásitos de vertebrados. Están difundidos por todos los medios, de modo que pueden parasitar tanto a animales terrestres como acuáticos.

a) Órganos de los sentidos: En los acantocéfalos, están muy reducidos, limitándose a unas pequeñas formaciones a nivel de la trompa y el aparato reproductor.

b) Sistema nervioso: Está formado por un ganglio que se encuentra situado en el receptáculo de la trompa y que envía una serie de nervios para inervar las estructuras sensitivas de la trompa. También posee un par de cordones nerviosos que van a cada lado del cuerpo y que inervan la zona del aparato reproductor.

c) Aparato digestivo y respiratorio: En acantocéfalos estos aparatos no existen. La digestión se realiza por un mero paso del alimento a través de la cutícula.

d) Aparato reproductor: Es el más importante. Son seres dioicos, es decir, que poseen sexos separados. Las hembras tienen un tamaño superior al de los machos. El aparato reproductor de éstos está compuesto por dos testículos que se encuentran envueltos en un saco ligamentario, unido al receptáculo de la trompa. Los testículos se continúan con dos espermiductos, de forma que una vez que los espermatozoides salen del testículo se pueden acumular en los espermiductos o en una vesícula seminal.

Dentro de la bolsa genital del macho existe un aparato copulador que sirve para sujetar a la hembra durante la cópula.

Existen unas glándulas que, mediante unos conductos, vierten su contenido al final del aparato genital. Su

función consiste en que una vez se ha producido la cópula el producto de las glándulas taponen el conducto para que no haya un reflujo y por tanto no se pierdan los espermatozoides.

En la hembra, el ovario está envuelto por un saco ligamentario que al romperse, provoca la salida de los óvulos dentro del cuerpo, donde se produce la fecundación.

2. Acantocéfalos: Ciclo biológico

El huevo fecundado posee una membrana de fecundación por debajo de la membrana del huevo. Dentro, se forma un embrión que, junto a la membrana, recibe el nombre de acantor. El acantor es la forma infestante para el hospedador intermedio, es decir, para el artrópodo, dentro del cual se suelta, dando lugar a otra larva llamada acantela, que ya se considera un acantocéfalo joven dado que posee todos los aparatos excepto el reproductor. Cuando la acantela entra en el vertebrado u hospedador definitivo, es cuando se forma el acantocéfalo adulto.

Cuando la larva infestante es un individuo acuático, el hospedador intermedio es un crustáceo; cuando es terrestre, el hospedador intermedio es un insecto. El hospedador definitivo puede ser, por lo tanto, un vertebrado acuático o terrestre.

3. Nemátodos. Características generales

Los nemátodos son metazoos triblásticos y pseudocelomados.

Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y poseen simetría bilateral. Al igual que los acantocéfalos, no tienen el cuerpo segmentado. En cuanto al tamaño, podemos encontrar desde seres microscópicos hasta ejemplares de un metro de longitud.

Pueden ser seres libres o bien parásitos tanto de vegetales, como de animales, o del hombre. Colonizan todos los ambientes ya sean húmedos, desérticos o acuáticos. Su poder patógeno depende del tipo de parásito del que se trate y del número que exista dentro del mismo hospedador. Casi todos ellos presentan una fase de huevo o larva con vida libre.

La pared de su cuerpo es un saco músculo cutáneo en el que se encuentran el sistema nervioso y el aparato excretor delimitando una cavidad donde están los aparatos reproductor y digestivo.

Tienen una cutícula que puede presentar estructuras tales como sedas, papilas, anillos, etc., todos con una función sensitiva. Bajo esta cutícula se encuentra la epidermis y, debajo de ésta, una capa de fibras musculares en sentido longitudinal. De la cutícula emergen unas invaginaciones dentro de las cuales hay un número determinado de células microepiteliales que permiten clasificar a los nemátodos en dos clases:

- Nemátodos meromíarios: Son aquellos que tienen en cada campo de dos a cuatro células microepiteliales.
- Nemátodos polimíarios: Son aquellos que tienen más de cuatro células microepiteliales en cada campo.

Invaginación dorsal

Invaginación lateral Invaginación lateral

Invaginación ventral

a) *Aparato digestivo*: Es completo y permanente. Presenta una boca, que puede estar o no provista de estructuras tales como ganchos, labios, dientes, arpones, etc. Se continua con una cavidad llamada protostoma,

que a su vez se continua con otra que recibe el nombre de telostema. Tras las cavidades se encuentra una faringe musculosa con capacidad para succionar. Tras la faringe se encuentra el intestino, que desemboca en el ano, aunque existen ciertos nemátodos parásitos que carecen de él, yendo a terminar el intestino en un saco ciego.

b) *Aparato excretor*: Está formado por dos conductos laterales denominados conductos acuíferos y otro transversal que los une, dando forma de H.

No presentan aparato circulatorio ni respiratorio.

c) *Sistema nervioso*: Está formado por un anillo que rodea la faringe y que emite fibras nerviosas para inervar las distintas zonas del cuerpo.

d) *Aparato reproductor*: Tienen sexos separados, es decir, son dioicos. La hembra tiene un tamaño superior al macho. Pueden existir formas hermafroditas o que se reproduzcan por partenogénesis.

El aparato reproductor de la hembra consta de dos ovarios que se continúan por dos oviductos que van a desembocar en dos úteros, uniéndose en una vagina común.

En cuanto al macho, presenta un testículo, y un espermiducto que desemboca en el aparato copulador.

La fecundación es interna y suelen ser seres ovíparos, aunque se han dado casos de ovoviviparismo e incluso de viviparismo.

4. Nemátodos: Ciclo biológico

a) *Ciclo biológico monoxeno*: Es aquel en que el parásito sólo tiene un hospedador. Se forman tres larvas. La larva tres es la forma infestante, hasta llegar al individuo adulto. Cuando el huevo sale al exterior pueden pasar varias cosas:

- El huevo es ingerido por el hospedador definitivo. Dentro de dicho huevo se desarrollan las larvas uno y dos. La larva tres da lugar al nemátodo adulto.

- Las larvas uno y dos se desarrollan dentro del huevo. La larva tres se libera al exterior y penetra en el hospedador, dando lugar al individuo adulto.

- El hospedador ingiere el huevo. La larva uno sale y las tres larvas se desarrollan fuera del huevo, pero dentro del hospedador.

- Se libera y desarrollan las larvas uno, dos y tres en el exterior. La última penetra en el hospedador. En este caso la larva tres da lugar al nemátodo adulto en el exterior produciéndose la cópula, y desarrollándose el huevo y las tres larvas en el terreno, con el paso posterior de la larva tres al hospedador.

b) *Ciclo biológico heteroxeno*: En este caso existen dos hospedadores: el intermediario (que puede ser un molusco, un insecto o un roedor) y el definitivo. Los huevos pueden hacer dos cosas:

- Permanecer en el hospedador: El desarrollo de la larva uno y dos o sólo de la uno sucede en el exterior antes de entrar en el hospedador intermediario para dar lugar a la larva tres.

- Ser liberados al exterior: Las fases larvarias pueden desarrollarse todas en el hospedador intermediario tras la ingestión del huevo o bien formarse la larva uno, o la uno y la dos en el exterior antes de penetrar en el hospedador intermediario. Una vez formada la larva tres en el hospedador intermediario pasa al hospedador

definitivo por ingestión o por inoculación sin fases libres. En otros casos la larva tres se libera al terreno para pasar posteriormente al hospedador definitivo.

c) *Ciclo biológico autoheteroxeno*: Existen también dos hospedadores, pero el definitivo y el intermedio son el mismo. En este caso, tanto el nemátodo adulto como los huevos y las formas larvarias se desarrollan en el interior de un solo hospedador.

Tema 10

Moluscos

1. Interés veterinario

Los moluscos tienen interés veterinario por diversas razones.

Son objeto de cría controlada en acuarios, estuarios, etc. porque varias especies son de consumo humano. Así mismo, sus conchas pueden ser utilizadas como fuente de calcio o tener función ornamental.

Las perlas, que se usan en joyería, etc. son características de determinadas ostras, como las del género *meleagrina*. Se obtienen cuando un cuerpo extraño llega a su hepatopáncreas, o bien cuando contactan con individuos de otras especies de moluscos.

Por último, ciertas especies de moluscos son hospedadores intermediarios de algunos parásitos.

2. Características generales

Los moluscos son metazoos pluricelulares, que pueden estar celomados o pseudocelomados, dado que la cavidad celómica se encuentra reducida a una cavidad renopericárdica, en la que están el corazón y los nefridios, y gonadal, donde se encuentran las gónadas. A veces ambas cavidades se comunican, dando lugar a la cavidad renogonadalpericárdica.

Son individuos protostomos. En general presentan simetría bilateral, que se pierde en los gastrópodos.

Su cuerpo es blando y no presenta segmentación excepto en monoplacóforos.

3. Anatomía externa

La cabeza se encuentra muy desarrollada en algunos casos.

Consta de un pie, que es una estructura muscular en cuya base pueden existir células secretoras de mucina que lo humedecen.

Presentan un saco visceral, que incluye una masa visceral envuelta por una membrana muscular llamada manto o paleo que suele segregar la concha. Ésta puede encontrarse bien recubriendo al manto o siendo recubierta por él.

La cavidad paleal está determinada por un repliegue libre del manto o paleo, que en algunas clases tiene funciones respiratorias.

4. Anatomía interna

a) *Aparato respiratorio*: Presentan branquias tenidiales, cuya forma es parecida a la de una pluma, con un eje

central del que salen laminillas respiratorias o branquiales.

Otros moluscos presentan branquias filamentosas, que son más complejas que las anteriores.

En algunos casos, la cavidad paleal actúa como un pseudopulmón.

Por último, los moluscos más primitivos poseen branquias segmentarias constituidas por papilas que están distribuidas por toda la superficie de su cuerpo, como es el caso de los moluscos nuri-branquios. Estas papilas están muy vascularizadas para poder captar la mayor cantidad de oxígeno posible.

b) Aparato digestivo: Comienza en el orificio bucal y se continua con una dilatación de paredes musculares que forman el bulbo o cavidad bucal. De ella parte el esófago, donde hay glándulas salivales que secretan amilasas y celulasas para iniciar la digestión. A continuación, se encuentran el estómago, donde vierte sus secreciones el hepatopáncreas, y detrás del estómago, se localizan el intestino y el ano.

c) Aparato circulatorio: Los moluscos tienen circulación simple, por lo que el corazón solo recibe sangre arterial. Además, se trata de circulación abierta, es decir, que el fluido se extravasa para llegar a los tejidos. El corazón está constituido por un ventrículo y tantas aurículas como branquias posea.

En determinados sifonópodos la circulación se complica algo más.

El fluido sanguíneo contiene hemocianina, que es una cromoproteína no porfirínica, que es incolora cuando la sangre no está oxigenada, y de color azul cuando sí lo está.

Presentan unas células, en pequeña cantidad, denominadas amebocitos, que son protoleucocitos.

d) Aparato excretor: Es de tipo nefridiano. Las nefronas tienen forma de embudo. Filtran en la cavidad pericárdica y descargan en el orificio excretor.

e) Aparato reproductor: Tienen reproducción sexual. Poseen dos gónadas, aunque a veces sólo tienen una. Son seres dioicos, es decir, que tienen sexos separados, a pesar de lo cual muchos gastrópodos y pelecípodos son hermafroditas.

En los gastrópodos terrestres y de agua dulce y en sifonópodos, el desarrollo embrionario es directo, es decir, que presentan huevos telolecitos con gran cantidad de vitelo nutritivo. No tienen estadios larvarios.

En el resto de los moluscos el desarrollo es indirecto. Los huevos son heterolecitos y presentan dos estadios larvarios: Una es una larva trocófora similar a los anélidos, con una concha dorsal y cilios. Tiene vida planctónica, es decir, que flota a la deriva. A partir de ella se desarrolla una larva veliger característica de moluscos con un pie, una concha bivalva y un velo ciliado. Al principio nada con el velo extendido, y más tarde va a vivir al fondo, presentando vida bentónica hasta dar lugar al individuo adulto en estado juvenil.

f) Sistema nervioso: Está formado por ganglios y cordones nerviosos. En líneas generales presentan un par de ganglios cerebroideos, un par de ganglios pleurales y dos pedios. Suelen presentar ganglios viscerales distribuidos por todo el cuerpo. Están comunicados por dos cordones nerviosos que suelen estar en posición horizontal. Reciben el nombre de comisuras cuando se encuentran uniendo dos ganglios pares, y de conectivos si unen diferentes ganglios. En muchos gastrópodos y sifonópodos hay una concentración de los ganglios cerebroideos, pleurales y pedios alrededor del esófago formando un anillo esofágico, que en muchos sifonópodos da lugar a un pseudocerebro protegido por un pseudocráneo cartilaginoso. En las otras clases este pseudocerebro no existe, dado que tienen menos ganglios, que por tanto están menos concentrados y que están menos irrigados.

5. Órganos de los sentidos

a) *Vista*: Poseen células visuales o manchas oculares en la cabeza o a lo largo de los bordes del manto y en los sifones. Actúan como fotorreceptores excepto en sifonópodos, que tienen órganos visuales más desarrollados y con una clara función visual.

b) *Oído*: Actúa también como órgano del equilibrio. Está representado por los estatocistos, que son formaciones vesiculares más o menos redondeadas en cuyo interior existen gránulos calcáreos que van a estimular las células sensoriales durante el movimiento del animal. Como consecuencia, controlan el equilibrio de estos animales en función de la gravedad.

c) *Tacto*: Los moluscos poseen células sensitivas táctiles a lo largo de la superficie del manto que no está recubierto por la concha. Estas células, denominadas células neuroepiteliales, son sensibles a contactos, cambios de temperatura y cambios higrométricos.

d) *Olfato*: Los moluscos acuáticos presentan osfradios, que son quimiorreceptores característicos de este tipo de animales. Los osfradios detectan las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua. Se localizan en el trayecto de las corrientes respiratorias inhalantes, es decir, por donde entra agua en el individuo. En los moluscos terrestres hay receptores olfativos, que son células neuroepiteliales, en los tentáculos y los labios. Están asociados al sentido del gusto.

6. Sistemática

a) *Clase aplacóforos o solenogastros*: Es la única clase en la que ninguno de los moluscos presenta concha. Poseen espículas calcáreas. Viven en el fango marino, y no tienen interés veterinario.

b) *Clase monoplacóforos*: Poseen una concha dorsal única parecida a la de las lapas. Se diferencian de ellas por tener al menos tres pares de impresiones musculares. Es la única clase en la que los individuos están segmentados. Son todos animales marinos. Tampoco tienen interés veterinario.

c) *Clase poliplacóforos*: Presentan una concha formada por ocho láminas solapadas como si fueran tejas. También son animales marinos y no tienen interés veterinario.

d) *Clase escafópodos o de los olenocantos*: Presentan una concha similar al incisivo de un elefante, con dos aberturas en los extremos de la misma. Son animales marinos que viven a más de 6000 metros de profundidad.

e) *Clase pelecípodos*

f) *Clase gastrópodos*: Llevan el vientre arrastrando por el suelo. Son los moluscos que mayor representación tiene, con un 50%. También es la clase que presenta una mayor diversidad. Tiene una marcada asimetría, que se manifiesta externamente por un arrollamiento en espiral tanto del saco visceral como de la concha, e internamente porque durante el periodo embrionario experimentan un fenómeno de flexión ventral. Como consecuencia, el ano se aproxima a la boca. Tras la flexión experimentan un fenómeno de torsión del saco visceral produciéndose un giro de 180° en dirección contraria a las agujas del reloj, de forma que al final muchos órganos que deberían estar en la parte derecha acaban en la izquierda. Algunos órganos desaparecen, encontrando solamente uno. Los individuos de la subclase estroptoneuros tienen los cordones conectivos o pleuroviscerales cruzados en el estadio adulto; este cruzamiento recibe el nombre de quiastoneuria. El resto de gastrópodos se agrupan en la subclase eutinerios.

g) *Clase sifonópodos*

Tema 11

Gastrópodos, pelecípodos y sifonópodos

1. Gastrópodos: Características generales

Presentan una concha externa que puede estar desarrollada (helícidos) o atrofiada (limnácidos). Tiene una función defensiva y está completada con la formación de un velo membranoso llamado epifragma, que es una formación temporal que se forma cuando las condiciones ambientales son adversas. Otros individuos, como los litóridos, presentan un velo calcáreo llamado opérculo.

Tienen un orificio bucal y, los estilomatóforos, otro genital, situado por detrás de la base del tentáculo posterior derecho.

El saco visceral reposa sobre el pie, que tiene forma alargada, con músculos, y es utilizado por el gastrópodo para la locomoción. Además, posee glándulas secretoras de mucina que, aparte de lubricar todo el cuerpo, evitan su deshidratación.

Poseen un bulbo bucal y una mandíbula quitinosa en la parte superior de la boca, así como una rádula en la parte inferior. Los dientes son regenerados constantemente.

2. Gastrópodos: Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Consta de un orificio bucal, un esófago, que se continua con el estómago, y un intestino plegado.

b) *Aparato respiratorio*: Tienen varios tipos de respiración: Pueden respirar bien mediante tenidios, como es el caso de los prosobranquios, o bien mediante pseudopulmones. La cavidad paleal es quien hace las veces de pseudopulmón. Este tipo de respiración, característica de los pulmonados, es compaginada con la respiración cutánea.

c) *Aparato reproductor*: Los gastrópodos prosobranquios presentan sexos separados; en cambio, los pulmonados y los opistobranquios son hermafroditas. Además, los pulmonados son hermafroditas insuficientes, es decir, que deben reproducirse mediante fecundación cruzada.

3. Gastrópodos: Sistemática

a) Subclase *Estreptoneuria*

1. Orden prosobranquios: La cavidad del manto se abre anteriormente. Poseen tenidios delante del corazón y dos tentáculos. Son seres dioicos, con una abertura genital y, en general, son seres marinos.

– Suborden diotocardios: Tienen dos tenidios y dos aurículas. La forma de la concha suele ser cónica. Se distinguen tres familias: La familia Haliotidae, Fisurellidae y Patellidae (lapas).

– Suborden monotocardia: Tienen un tenidio y una aurícula. Algunos de ellos viven en aguas continentales. Destaca la familia Littorinidae, a la que pertenece la *Littorina littorea* o bígaro común.

b) Subclase *Eutineuria*

1. Orden Opistobranquios: Son animales marinos. La cavidad del manto se abre posteriormente. Pueden presentar o no un tenidio detrás del corazón; tienen una sola aurícula y dos pares de tentáculos. Son individuos

hermafroditas.

- Suborden Tectibranchia: Presentan una concha interna.

- Suborden Nudibranchia: El animal adulto no tiene concha ni verdadero tenidio. Respiran por branquias externas o por la piel. Carecen de cavidad paleal. Destaca la familia Doridae, a la que pertenecen las babosas de mar.

2. Orden Pulmonados: La cavidad del manto se abre anteriormente. Presentan un pseudopulmón y son hermafroditas.

- Suborden Basomatóforos: Presentan dos tentáculos no retráctiles y ojos en la base de dichos tentáculos. Tienen dos orificios genitales. Destacan dos familias: La familia Limnaeidae, que son hospedadores intermediarios de la fasciola hepática, y la familia Planorbidae, que son hospedadores intermediarios de los trematodos.

- Suborden Stilomatóforos: Poseen cuatro tentáculos retráctiles. Los ojos están situados en el extremo superior de los tentáculos posteriores. Presentan un orificio genital. Destacan dos familias: La familia Helicidae, cuya concha se encuentra en espiral sobre un eje, y a la que pertenecen la helix aspersa, la helix pomatia y la helix lucorum, y la familia Limacidae, a la que pertenecen las babosas.

4. Pelecípodos: Características generales

Tienen el pie en forma de hacha; de ahí su nombre (pele = hacha, podo = pie).

Son seres bivalvos, ya que presentan una concha formada por dos valvas. También son conocidos como lamelibranquios por tener las branquias en forma laminar.

Su pie apenas sirve como órgano locomotor. La mayoría de los pelecípodos excavan en el fango, mientras que otros, como el berberecho, se mueven a saltos con el pie.

Muchos viven fijos al sustrato, como los mejillones, que se fijan por el biso, y las ostras, que se sujetan con sustancias cementantes secretadas por el manto.

5. Pelecípodos: Anatomía interna

a) Aparato digestivo: Son individuos filtradores. El agua que pasa a través de las branquias es empujada por los cilios que poseen hasta llegar al orificio bucal. También poseen palpas que seleccionan las partículas.

En el estómago poseen un tallo cristalino, que es una especie de glándula que segrega amilasas y celulasas. Cuando el alimento llega al estómago, la glándula deja caer su secreción para que comience el proceso de digestión.

b) Aparato reproductor: La mayoría de los pelecípodos son seres dioicos, aunque hay algunos seres hermafroditas, como es el caso de las ostras. La fecundación es interna en pelecípodos de agua dulce, ostras y mejillones. En todos los demás es externa.

6. Pelecípodos: Sistemática

a) Orden Filibranquios: Comprende cuatro familias: La familia Mililidae, la Pectinidae, a la cual pertenece el Pecten Jacobaeus, la Ostreidae, a la que pertenece la ostra meleagrina y la pteridae.

b) *Orden Eulamelibranquios*: Comprende varias familias: Unionidae (almejas), Cardiacidae (berberechos), Vaneracidae (chirla), Telinacidae (coquina), Solenidae (navaja), Teredinidae y Pholaniidae.

c) *Orden Septibranchios*

d) *Orden Protobranchios*: En este orden podemos destacar la familia Nuculidae.

7. Sifonópodos: Características generales

Los sifonópodos son los invertebrados y los moluscos más evolucionados. Son los que presentan una mayor movilidad. Para su locomoción se sirven del manto, que tiene un borde inferior terminado en punta y uno superior libre.

Tienen la capacidad de cerrar con fuerza el borde libre del manto y expulsar con fuerza el agua del sifón.

8. Sifonópodos: Anatomía interna

a) *Aparato reproductor*: Son seres dioicos. La fecundación es interna y tiene lugar en la cavidad paleal de la hembra. En decabraquios uno de los tentáculos, generalmente el tercero de la izquierda, se modifica transformándose en el órgano copulador, llamado hectocotilo. Con él recoge de la cavidad paleal el espermatóforo y lo deposita en el de la hembra. El extremo del brazo se desprende y el hectocotilo ya se introduce sólo en la cavidad paleal de la hembra, ya que si no ésta se comería al macho. En el caso del nautilus se desprenden cuatro brazos, que están modificados permanentemente. Los espermatozoides son eyaculados envueltos en una cubierta gelatinosa formando los espermatóforos.

b) *Sistema nervioso*: Los sifonópodos poseen un pseudocerebro y un pseudocraneo.

c) *Aparato circulatorio*: Los tetrabranchiales presentan circulación simple y abierta; en cambio, en individuos dibranquiales tiende a ser cerrada.

d) *Aparato respiratorio*: Además de branquias, poseen un corazón branquial que les sirve para impulsar la sangre, acelerando así el intercambio gaseoso.

9. Sifonópodos: Sistemática

a) *Subclase Tetrabranchiales*: Se caracterizan por tener dos pares de tenidios. Poseen una concha externa enrollada en espiral y carecen de bolsa de la tinta. Presentan de 60 a 80 tentáculos o brazos sin ventosas, aunque con sustancias adhesivas. Sus ojos están poco evolucionados para ser sifonópodos. No tienen lente. Actualmente sólo existe un género vivo: el nautilus, que vive en las costas del Pacífico y que se utiliza como alimento.

b) *Subclase Dibranquiales*: Presentan dos branquias tenidiales. Su cuerpo es cilíndrico o globuloso, y a menudo tiene aletas. Pueden tener una concha interna, como es el caso de los sépidos o los calamares, nidamental, como la de las hembras del argonauta argo, o estar ausente, como en los pulpos. Poseen ojos con lentes, muy desarrollados, parecidos a los de los vertebrados. Se diferencian de éstos en que la imagen de la retina no está invertida y en su origen embrionario, ya que los ojos de estos sifonópodos derivan del ectodermo y los de los vertebrados derivan del tubo neural. Sí presentan bolsa de tinta.

1. *Orden Decabraquios*: Antes recibían el nombre de decápodos, pero ahora ese término se ha dejado para los crustáceos. Presentan 10 brazos en la cara interna: 8 cortos y con ventosas y 2 largos y con ventosas sólo en su extremo distal. Se pueden destacar cuatro géneros: Espirúlidos (spirula de los mares profundos), Omatostréfidos o voladores, Sépidos (sepia) y Loliginidos (calamares).

2. Orden Octobraquios u octópodos: Poseen ocho brazos iguales y muy largos, con ventosas en toda la cara interna. Destacan dos familias: Octopodidos, a la cual pertenece el pulpo, que tiene una concha muy reducida o ausente y que se mueven poco, y la familia de los Argonauticos, a la que pertenece el argonauta argo, que vive en el Atlántico y el Mediterráneo. Es un importante ejemplo del dimorfismo sexual característico de los sifonópodos, ya que los machos son menores que las hembras. La hembra produce una concha nidamental, en la que almacena los huevos que pone. Las crías la rompen al nacer dado que es muy fina.

Tema 12

Artrópodos

1. Características generales

Son metazoos protostomos, triblásticos, celomados o celomados por esquizocelia y con simetría bilateral.

Constituye el grupo que posee un mayor número de animales conocidos, con alrededor de un millón de especies.

Dominan los sistemas acuáticos y terrestres.

Son seres hiponeuros, es decir, que tienen el sistema nervioso situado en posición ventral. Además, se trata de un sistema nervioso ganglionar y escaleriforme.

Tienen el cuerpo dividido en metámeros; presentan un exoesqueleto esclerotizado y duro, con apéndices articulados. Poseen tagmatización corporal y hemocele; su musculatura es estriada y carecen de epitelios ciliados.

Presentan circulación abierta y poseen un corazón con ostiolas, que son orificios por los cuales entra la sangre.

Pueden respirar bien por traqueas, o por branquias.

Son seres dioicos, es decir, que presentan sexos separados, y son básicamente ovíparos. Crecen mediante sucesivas mudas.

2. Esqueleto

Tiene función de protección, sostén e independencia respecto del medio. Suele ser impermeable, lo cual le aísla del exterior. Poseen una parte de células vivas.

Se pueden distinguir varias estructuras tegumentarias, como las apófisis, que son invaginaciones digitiformes (con forma de dedo), los surcos, que son crestas internas, los apodemas o fragmas, que separan distintos segmentos y sirven para la inserción de músculos, o las suturas, que son la parte exterior del fragma.

(ver esquema del esqueleto en fotocopias. Pág. 2)

3. Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Consta de tres partes:

1. Estomodeo: Comprende la boca, faringe, esófago, buche y proventrículo o estómago masticador.

2. Mesodeo: Intestino medio, ciegos gástricos y tubos de Malpighi.

3. Proctodeo: Intestino, recto y ano.

Tanto el estomodeo como el proctodeo están recubiertos por cutícula. Por tanto, cuando el animal muda, también cambia la parte anterior y posterior de su tubo digestivo.

b) Aparato circulatorio: Es casi inexistente en insectos. Está muy relacionado con el aparato respiratorio. Tiene un sistema lagunar y el corazón se sitúa en posición dorsal.

Poseen hemolinfa y células en su interior con función defensiva llamadas hemocitos. Como pigmento respiratorio pueden tener hemocianina o hemoglobina.

c) Aparato respiratorio: La mayor parte de los artrópodos presentan respiración traqueal (insectos) o branquial (crustáceos, por medio de pleurobranquias, artrobranquias o podobranquias, que están unidas a los artejos de las patas).

Algunos artrópodos pueden presentar respiración cutánea, como es el caso de los artrópodos parásitos, que carecen de aparato respiratorio, pulmonar, como los quelicerados, que tienen traqueas modificadas, o anal, como los parásitos.

d) Aparato excretor: Los crustáceos tienen glándulas antenales y maxilares, pudiendo presentar sólo una o los dos. Los arácnidos poseen glándulas coxales y los insectos y miriápodos (ciempiés), tubos de Malpighi.

También presentan riñones, donde se acumulan uratos y guanina; nefrocitos, que actúan como células excretoras acumulando sustancias para expulsarlas luego al exterior, y mudas, que son las paredes del tubo digestivo y la traquea.

e) Sistema nervioso: Es ganglionar y escaleriforme. La parte anterior o supraesofágica se encuentra formando un ganglio supraesofágico que consta de tres partes: El protocerebro, el deutocerebro y el tritocerebro. También presentan un ganglio subesofágico dividido en una parte mandibular, una maxilar y otra labial.

El sistema nervioso simpático se sitúa en la parte ventral y consta de una porción esofágica anterior y otra posterior que inerva el sistema visceral.

f) Aparato reproductor: Los artrópodos presentan todos los tipos de reproducción posibles, dentro de la reproducción sexual. La mayoría son seres ovíparos, aunque existen pequeños grupos vivíparos que pueden tener o no órganos copuladores. En caso afirmativo, el órgano copulador no es más que un apéndice modificado.

4. Órganos de los sentidos

Están formados por células ectodérmicas sensitivas recubiertas por cutícula y que se acompañan de pelos o sedas unidos a una célula, que a su vez está unida a un músculo que se continúa con un nervio.

Presentan órganos olfatorios, que se encargan de la búsqueda de alimentos; táctiles, que se encuentran en las antenas; térmicos, que detectan los cambios de temperatura y también se sitúan en las antenas; escolopóforos, típicos de insectos, y que se encargan de recibir vibraciones; fonorreceptores; estáticos, formados por estatolita, y visuales, que pueden ser ojos simples o compuestos.

5. Sistemática: Tipo artrópodos

a) Subtipo Trilobitomorfos (fósiles)

b) Subtipo Quelicerados

1. Clase Pignogónidos (sin interés veterinario)

2. Clase Merostomas (sin interés veterinario)

3. Clase Arácnidos

c) Subtipo Anteníferos o mandibulados

1. Clase Crustáceos

2. Clase Insectos

6. Segmentación

a) Anteníferos: Tienen el cuerpo dividido en 21 segmentos. Poseen cabeza, tórax y abdomen, pudiendo encontrarse la cabeza unida al tórax (cefalotórax), o el tórax unido al abdomen (tronco).

La cabeza comprende los siete primeros segmentos:

1° Segmento ocular o preantenal

2° Segmento antenal

3° Segmento premandibular

4° Segmento mandibular

5° Segmento del primer maxilar

6° Segmento del segundo maxilar

7° Forcípulas o mandíbulas (no se encuentra en todos los anteníferos)

El tórax comprende los tres siguientes segmentos en insectos, formando las patas, y del 8° al 15° en crustáceos. En éstos últimos, los segmentos 8, 9 y 10 reciben el nombre de maxilípedos, que son apéndices torácicos al servicio de las patas, y los segmentos 10° al 15°, el de ambulacrales, que son las patas.

Por último, el abdomen lo forman los segmentos 11° al 21° en insectos, y del 16° al 21° en crustáceos.

b) Quelicerados: Tienen el cuerpo dividido en 20 segmentos. Se distingue un prosoma y un opistosoma, que a su vez se divide en mesosoma y metasoma.

El prosoma, que estaría formado por la cabeza y el tórax, tiene ocho segmentos. La cabeza está formada por tres:

1° Ocular o prequeliceral

2° Queliceral

3º Pedipalpal

El tórax está formado por los cinco que quedan. El 4º, 5º, 6º y 7º forman los apéndices ambulacrales o locomotores, y el 8º el quilario, que es un órgano en forma de disco por el cual sale la seda.

El mesosoma está formado por siete segmentos:

9º Órganos genitales

10º Peines, que ayudan en la reproducción

11º, 12º, 13º, 14º Sacos pulmonares

15º Sin apéndices

Por último, el metasoma comprende los segmentos 16º al 20º.

c) *Apéndices*: Existen dos tipos: Los apéndices unirramios, y los birramios.

(ver esquema de apéndices en fotocopias, pág. 9)

Tema 13

Crustáceos

1. Características generales

Se conocen unas 26.000 especies de crustáceos. Son casi tan importantes en el mar como lo son los insectos en la tierra. Abundan en el plancton de las aguas marinas y continentales, excepto un pequeño grupo que vive fuera del mar.

Generalmente, son seres dioicos, es decir, que presentan sexos separados.

Su ciclo biológico es indirecto, presentando una larva que suele recibir el nombre de nauplius. Suelen pasar por diferentes estadios hasta convertirse en adultos.

Son artrópodos anteníferos, con el cuerpo dividido en tres segmentos: El pereion o cefalotórax, el pleon o abdomen y el telson, que no es un segmento como tal.

El pereion y a veces también el abdomen pueden encontrarse recubiertos por el caparazón.

Los malacostráceos o crustáceos superiores poseen 21 segmentos. Sin embargo, los entomostráceos o crustáceos inferiores tienen un número variable de segmentos. Además, estos últimos presentan una concha bivalva.

Presentan dos pares de antenas: Las anténulas, situadas en el segmento antenal, y las antenas, situadas en el segmento premandibular.

Poseen respiración branquial, y en cuanto al aparato excretor, pueden presentar glándulas antenales, maxilares o ambas.

a) *Apéndices*: Suelen presentar un par de apéndices por segmento. La cabeza está dividida en siete segmentos;

en los dos primeros se encuentran las anténulas y las antenas respectivamente. El tercer segmento está formado por la mandíbula, que puede tener o no palpas. El cuarto y el quinto están formados por la primera y segunda maxilas, que siempre tienen palpas. En el sexto segmento se sitúan los ojos y el séptimo no tiene nada.

El tórax consta de ocho segmentos. En los tres primeros, o pereopodos, se sitúan el primer, segundo y tercer maxilípedos respectivamente. Los otros cinco están formados por pereopodos o patas.

El abdomen está formado por seis segmentos, que carecen de función ambulacral. Las hembras los usan para producir corrientes de agua y en el macho se modifican para la cópula. El último par de apéndices son los urópodos, que son apéndices birramios. El conjunto de los dos urópodos y el telson forman el abanico caudal, característico de malacostráceos, y en especial de decápodos, donde forman la aleta caudal. En ocasiones están adaptados al salto como ocurre con la pulga de mar. Es una característica de los anfípodos. En entomostráceos, el telson y los urópodos forman la furca.

(ver esquema de furca y abanico caudal en fotocopias, pág. 7).

2. Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Es igual que el definido para los artrópodos en el tema anterior. El buche y el estómago glandular son de gran importancia.

b) *Aparato circulatorio*: Presentan circulación abierta. El corazón está situado en posición dorsal. Está comunicado mediante brazos con las branquias.

c) *Aparato respiratorio*: Tienen branquias de epipodito. En algunos casos la respiración es cutánea o anal.

Algunos, como los isópodos (cochinillas de la humedad), presentan aeríferos, que son unas branquias modificadas porque viven fuera del agua. Estos animales aprovechan la poca humedad que existe para obtener el oxígeno. Son capaces de utilizar el oxígeno directamente del aire, aunque primero tienen que filtrarlo por el agua.

d) *Aparato reproductor*: Tienen sexos separados, excepto los cirrípedos (percebes), y algunos decápodos. En ocasiones pueden presentar dimorfismo sexual (diferente tamaño o apariencia). Se pueden dar también casos de inversión sexual, es decir, que nazcan hembras y al final actúen como machos, o de intersexualidad (su sexo no está definido, y en un momento dado actúan como machos o como hembras).

Los branquiópodos y los ostrácodos pueden reproducirse por partenogénesis.

3. Desarrollo

Los crustáceos presentan desarrollo indirecto. Las formas larvarias varían con el tipo del que se trate; así, los Decápodos pueden presentar tres tipos de larvas diferentes: La Zoea, la Mysis y la Megalopa. Los Anostrácodos tienen dos tipos, aunque la más típica es la Nauplius, que tiene tres apófisis: antena, anténula y mandíbula. La otra larva recibe el nombre de Metanauplius. Por último, la larva característica de los cirrípedos es la Cypris.

4. Sistemática

a) *Subclase Branquiópodos*: Tienen branquias en las patas, de ahí su nombre.

1. Orden Anostrácodos: El crustáceo más característico de este grupo es la *Artemia salina*, que vive en el mar

y se utiliza para la cría de peces marinos como el rodaballo y la lubina. Tiene una gran importancia veterinaria.

2. Orden Cladoceros: Destaca la *Daphnia pulex*, que también tiene importancia veterinaria. Es un ser microscópico, típico de aguas continentales. Se usa para alimentar a los alevines de peces que se crían en cautividad como las truchas, las carpas, etc.

b) *Subclase Ostracoda*: Destaca el *Cypris virens*, que vive en los fondos de las aguas continentales. También es utilizado para la cría de peces, aunque en menor grado ya que no les gusta.

c) *Subclase Copepoda*: En este grupo el macho es quien porta los huevos. También son seres microscópicos. Se pueden encontrar tanto en aguas sulfurosas de los géisers como en aguas polares. Son utilizados como bioindicadores.

d) *Subclase Branquiura*: Carecen de interés veterinario.

e) *Subclase Cirrípeda*: A esta subclase pertenecen el percebe, que vive apoyado sobre el suelo, la lepa, que se apoya sobre objetos que flotan como barcos, corchos, etc., y que no son de consumo humano, y la balanus, que vive pegada a las conchas de los mejillones, las tortugas, los peces, etc. Carece de pie y es un parásito.

f) *Subclase malacostráceos*:

1. Serie eumalacostráceos:

– Superorden sincáridos: A este grupo pertenece el camarón.

– Superorden hoplocáridos: Destaca la esquila mantis, vulgarmente llamada galera, que tiene una forma similar a la mantis religiosa. Tiene cinco maxilípedos en lugar de tres pero sólo posee seis patas. Se utiliza en las zonas costeras para la paella.

– Superorden peracáridos: Cochinilla.

– Superorden Eucáridos

– Orden decápodos: Este es el grupo al que pertenecen crustáceos como el bogavante, la langosta, etc.

Las características más importantes de los malacostráceos son:

Tienen 21 segmentos y telson.

Sus anténulas y sus apéndices abdominales son birramios y poseen una glándula verde o antenal; además, los tres primeros apéndices torácicos se encuentran al servicio de la boca. El cuarto y el quinto par de apéndices abdominales están transformados en pinzas o quelas.

Tienen caparazón.

Su corazón se encuentra en posición dorsal.

Poseen branquias fijadas a los apéndices torácicos.

Los ciegos intestinales están dirigidos hacia atrás.

Presentan sexos separados.

Las larvas tienen un ojo compuesto en posición central, mientras que los adultos tienen dos ojos compuestos, que pueden ser sentados (apoyados contra el cuerpo), o pedunculados (situados en el extremo de un pedúnculo).

5. Diferencias entre malacostráceos y entomostráceos

<i>Malacostráceos</i>	<i>Entomostráceos</i>
Número fijo de segmentos	Número variable de segmentos
Abanico caudal	Furca
Macroscópicos	Microscópicos
Apéndices abdominales	No presentan apéndices abdominales
Anténulas birramias	Anténulas unirramias
Excreción: Glándulas antenales	Excreción: Glándulas maxilares
Reproducción: Sexos separados	Reproducción: Hermafroditas

Tema 14

Insectos

1. Características generales

Del millón de especies de artrópodos que se conocen, alrededor de 900.000 son insectos. Ocupan todos los hábitats excepto el marino, ya que incluso en aguas continentales aparecen algunas larvas de insectos. Continuamente están apareciendo y desapareciendo especies de insectos.

Los insectos pueden ser útiles al hombre porque contribuyen a la polinización de las plantas, o a la producción de miel, como es el caso de las abejas. Sin embargo, en otras ocasiones pueden ser perjudiciales por ser portadores o vectores de enfermedades, y por producir ellos mismos las enfermedades. Además, pueden ser bastante molestos.

Su tamaño suele variar entre dos y cuarenta milímetros, aunque a veces pueden alcanzar un tamaño de 20 o 30 cm.

Su tegumento es igual al descrito para los artrópodos en general, extendiéndose al aparato respiratorio y al digestivo. El tegumento puede presentar procesos cuticulares (pelos, sedas, espolones, etc.), cuya función puede ser sensitiva, mecánica o defensiva.

El cuerpo de los insectos se divide en tres zonas: Cabeza, tórax y abdomen. La cabeza está formada por siete segmentos, que sólo son visibles cuando el insecto se encuentra en estado larvario, ya que en el adulto se funden. Tienen un par de ojos compuestos laterales y tres ocelos medianos. Además, existen un par de antenas multiarticuladas y piezas bucales, compuestas por un par de mandíbulas y por dos pares de maxilas que poseen palpos de función táctil.

El segundo par de maxilas se fusiona formando el labio. Anteriormente, las mandíbulas están protegidas por una expansión encefálica denominada labro.

Las piezas bucales de los insectos pueden sufrir numerosas modificaciones para adaptarse a una gran variedad de tipos de alimentación. Así, podemos encontrar insectos con aparatos bucales de tipo masticador, lamedor – chupador o picador – chupador.

El tórax está compuesto por tres segmentos, denominados protórax, mesotórax y metatórax. Cada segmento presenta un par de patas marchadoras, que pueden estar modificadas secundariamente para saltar, escalar, nadar o atrapar presas; Además, sus extremos pueden terminar en uñas, ventosas o polvillos. Los segmentos segundo y tercero pueden presentar un par de alas cada uno, aunque pueden presentar dos pares o ninguna, y no se consideran apéndices, sino expansiones laminares de la cutícula del tórax.

Las alas son expansiones notopleurales del tegumento en forma de finas membranas. Hay dos pares de alas, uno en el mesotórax y otro en el metatórax. El desarrollo y la consistencia de cada par y la consistencia de cada par de alas es muy variable según el tipo de insectos.

No todos los insectos presentan alas. Los que carecen de ellas se llaman apterigotas, como es el caso de los Tisanuros, y los que sí las tienen, pterigotas, que son el resto de los insectos. Algunos pterigotas han perdido las alas secundariamente y no tienen capacidad para volar, como es el caso de las pulgas.

Existen tres tipos de alas: los elitros, que son las alas típicas de los coleópteros, los hemolitros, que son típicas de las chinches y que tienen el primer par de alas modificadas y la parte más cercana al cuerpo queratinizada, y los altercos o balancines, que son las alas típicas de las moscas. En este caso el segundo par de alas se encuentra modificado.

El abdomen está compuesto por once segmentos que carecen de apéndices. El único resto de apéndices abdominales que presentan algunos insectos es un par de cercos sensoriales en el decimoprimer segmento, con función sensorial, de ataque y defensa. El gonoporo se abre en la zona terminal o subterminal del abdomen. Puede tener gonoporos en los machos u oviscapto en las hembras.

2. Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Es igual que el explicado para los demás artrópodos. Se puede destacar la existencia de unas glándulas salivales en los insectos que producen amilasa y anticoagulantes, y en algunos casos, seda. Además poseen glándulas faríngeas y labiales que producen, por ejemplo en las abejas obreras, la jalea real.

Las piezas bucales varían con el tipo de alimentación. Con ellas colaboran el labro y la hipofaringe, que son estructuras cefálicas no bucales. Existen varios tipos de aparatos bucales: chupador – picador (mosquito), chupador (mariposas, que tienen una especie de ventosas), masticador – lamedor o chupador – masticador (saltamontes), lamedor (moscas).

b) *Aparato circulatorio*: Está limitado a un vaso o corazón dorsal. Está reducido ya que no es preciso para llevar el oxígeno a las células dado que de ello se encargan las traqueas.

c) *Aparato respiratorio*: Poseen respiración traqueal. Tienen orificios en el exterior denominados estigmas. Ocho de ellos están situados en el abdomen y tres en el tórax.

Las tráqueas se ramifican en el interior del cuerpo hasta convertirse en traqueolas.

d) *Aparato excretor*: Los órganos más importantes de este aparato son los tubos de Malpighi. Además, poseen varias glándulas, como las labiales, las anales, las ceruminosas (para producir cera), las sericígenas (que les sirven para producir seda), las venenosas y las glándulas de la muda.

e) *Sistema nervioso*: Es el mismo que el descrito para los artrópodos en general.

f) *Aparato reproductor*: La hembra tiene dos ovarios formados por unas estructuras llamadas ovariolas u ováridas, que corresponden a cada segmento abdominal. De cada una salen dos conductos que desembocan en la vagina, a la que también van a parar dos glándulas accesorias que forman la albúmina del huevo. Por

último, presentan una espermateca.

Los machos tienen dos testículos, formados como los ovarios, que se continúan con un vaso deferente al que continúan dos vesículas seminales que, a su vez, se unen formando un conducto que desemboca en el pene. A las vesículas seminales desembocan dos glándulas accesorias encargadas de formar el espermátóforo.

3. Órganos de los sentidos

a) *Ojos*: Pueden ser simples, de los cuales tienen tres, situados en forma de triángulo invertido, o compuestos, que tienen dos, y que se sitúan algo más abajo que los otros. Los ojos simples les sirven para la visión nocturna, por lo que están muy desarrollados en animales que viven de noche o en zonas muy oscuras, como la abeja o la hormiga. Los ojos compuestos, sin embargo, están adaptados a una visión diurna.

Los sensilios son los órganos sensitivos más importantes, aunque podemos encontrar muchos más:

b) *Órganos olfatorios*: Se encuentran en los palpos bucales y sirven para buscar alimentos.

c) *Órganos táctiles*: Se sitúan en las antenas.

d) *Órganos térmicos*: También se sitúan en las antenas. Sirven para detectar cambios térmicos.

e) *Órganos receptores*: Son detectores de las vibraciones. También reciben el nombre de escolopoforos.

f) *Órganos fonorreceptores*: Son receptores de sonido. Se encuentran a la altura de los estigmas torácicos. Son unas membranas que informan al insecto de los ruidos que se producen en el exterior.

g) *Órganos estáticos vesiculares*: También reciben el nombre de estatolitos.

Existen otros órganos auditivos que están formados por ganglios y nervios que colaboran con los órganos fonorreceptores.

h) *Órganos productores de sonidos*: Los insectos pueden emitir sonidos de muy diversas formas: Golpeando con la cabeza paredes o troncos; frotando las alas entre sí, o con los pelos, o el tercer par de patas entre sí, como es el caso del saltamontes; golpeando el suelo con las patas, etc.

Algunos insectos poseen órganos lumínicos, que generalmente son acúmulos de bacterias fluorescentes que por excitación hormonal producen luz.

4. Reproducción y desarrollo

La fecundación es interna y son animales fundamentalmente ovíparos.

El desarrollo es generalmente indirecto, producido mediante diversas mudas. Existen cuatro tipos de metamorfosis:

a) *Ametabolia*: No hay metamorfosis. El individuo que sale del huevo es igual que el individuo adulto.

b) *Heterometabolia*: Es una metamorfosis incompleta. Del huevo salen unas ninfas que difieren del individuo adulto en el tamaño y el color y el tamaño de las alas. Es el caso de las cucarachas.

c) *Holometabolia*: Esta vez sí se trata de una metamorfosis completa. Es el caso de los mosquitos o los lepidópteros. Del estadio de huevo, el individuo pasa al de larva y a continuación al de pupa, antes de llegar al

estadio adulto.

d) *Catametabolía*: También se la conoce como metamorfosis inversa. En este caso el adulto está menos desarrollado que el estadio de larva, de forma que son las larvas quienes se reproducen (neotenia), y no el adulto.

Existen dos hormonas para regular la muda de los insectos; una la inhibe (neotemina u hormona juvenil) y la otra la facilita (eodisona?)

Tema 15

Arácnidos

1. Características generales

El grupo de los arácnidos es muy amplio. Son animales quelicerados y terrestres. Poseen cuatro pares de patas marchadoras. Respiran por medio de traqueas laminadas o tubulares. Los quelíceros suelen estar relacionados con glándulas de veneno. Presentan glándulas coxales como órgano excretor y tienen desarrollo directo, es decir, que no hay metamorfosis, excepto en los ácaros. Presentan sexos separados y son generalmente ovíparos.

Se conocen unas 28.000 especies, todas terrestres y carnívoras.

Los arácnidos tienen importancia veterinaria dado que los ácaros son parásitos tanto del hombre como de los animales. Pueden actuar como reservorios o vectores de enfermedades. Además, algunas especies poseen veneno, lo que los hace peligrosos para los animales y el hombre.

Tienen el cuerpo dividido en dos regiones separadas por el pedicelo: el prosoma, que tiene tres segmentos cefálicos, donde se encuentran los quelíceros (primer par de apéndices), con los que pueden inocular veneno, y los pedipalpos (segundo par de apéndices), además de las piezas bucales, y cinco torácicos, y el opistosoma, con doce segmentos excepto en ácaros y araneidos, que no tienen segmentos. El opistosoma, además, puede separarse en mesosoma y metasoma.

Las patas pueden estar modificadas para nadar, retener presas, devanar la seda, transportar semen o recibir sensaciones táctiles.

Pueden estar recubiertos de pelos, sedas, espinas, escudos, etc.

2. Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Carecen de apéndices mandibulares como tales, ya que inoculan líquidos salivales que licúan la presa para poder luego succionarla. El resto del aparato digestivo es igual al descrito para el resto de artrópodos, a diferencia del potente esófago chupador que poseen.

b) *Aparato respiratorio*: Respiran por tráqueas tubulares o laminares dependiendo del grado de evolución. Los arácnidos más primitivos respiran por traqueas laminares que se ensanchan formando un saco y convirtiéndose en láminas. Pueden recibir también el nombre de sacos pulmonares por su parecido con los pulmones.

Los arácnidos más evolucionados respiran por traqueas tubulares, semejantes a las de los insectos. Desembocan al exterior mediante estigmas.

Los parásitos presentan respiración cutánea o anal.

c) *Aparato circulatorio*: Los arácnidos presentan circulación sencilla y abierta. El corazón es tubuloso y con ramificaciones que irrigan todo el cuerpo del animal.

d) *Aparato excretor*: Está formado a base de glándulas coxales situadas en la base de las patas. Poseen, al igual que los insectos, tubos de Malpighi, aunque en este caso se encuentran menos desarrollados.

e) *Sistema nervioso*: Es ganglionar y escaleriforme, igual al descrito para el resto de los artrópodos.

f) *Órganos de los sentidos*: Poseen sólo ojos simples repartidos por la parte dorsal de la cabeza.

En cuanto al sentido del tacto y a las sensaciones químicas, los receptores se encuentran situados en las patas. Están muy desarrollados, al igual que el órgano receptor de la temperatura, por el que normalmente se guían para capturar a sus presas dado que apenas si ven (sólo son capaces de distinguir la luz de la oscuridad).

g) *Aparato reproductor*: La hembra posee ovarios, oviducto y vagina y, en algunos grupos, también espermateca.

En cuanto al macho, presenta testículos, conducto deferente y apertura sexual.

La fecundación es externa en unos grupos e interna en otros; en las arañas, el macho inyecta el semen a la hembra donde puede, ya que el tamaño de la hembra es mucho mayor que el del macho y lo considera presa. El macho suele traer una presa grande para la hembra y copula con ella mientras la devora, aunque si ella termina antes que el macho, luego se lo come a él.

En otros casos el macho deposita los espermatozoides en el suelo y la hembra los va recogiendo con una especie de peines para acercarlos al poro genital.

Como ya se ha señalado anteriormente, el dimorfismo sexual es muy marcado. Son animales generalmente ovíparos, aunque se han dado casos de viviparismo y partenogénesis.

El desarrollo es directo excepto en ácaros: De los huevos salen larvas que poseen seis patas. Tras la metamorfosis, se convierten en ninfas, que tienen ocho patas. Existen tres estadios de ninfa: la protoninfa, la deutoninfa y la tritoninfa. A continuación se da otra metamorfosis, hasta llegar al individuo adulto. En cuanto al ser al que parasitan, se pueden dar varios casos; o bien el ácaro vive siempre dentro del mismo individuo, o vive dentro de uno hasta llegar al segundo estadio de ninfa y luego se traslada a otro.

3. Sistemática (no entra)

a) *Orden escorpiones*: Escorpiones

b) *Orden Uropigios*

c) *Orden araneidos*: Arañas verdaderas.

1. Suborden Opistotelos

– Infraorden Migalomorfos: Migalas

– Infraorden Araneomorfos

- Familia Fólcidos
- Familia Araneidos
- Familia Licósidos
- Familia Tomísidos
- Familia Terídios
- Familia Agelénidos
- Familia Pisáuridos
- Familia Saltícidos

d) Orden Amblipigios

e) Orden Pseudoescorpiones

f) Orden Opiliones

g) Orden Ácaros

– Familia Ixódidos: Garrapatas

– Familia Trombidíidos

– Familia Gamásidos

– Familia Oribátidos

– Familia Sarcóptidos

h) Orden Palpígrados

i) Orden Esquizómidos

j) Orden Ricinúleos

k) Orden Solífugos

Tema 16

Cordados

1. Características generales

Son seres deuterostomos, es decir, que su ano procede del blastoporo. Tienen algunas características comunes, como la forma embrionaria, aunque se trata de un grupo muy heterogéneo.

Es complejo demostrar su origen común debido a que sus antecesores tenían el cuerpo blando y por ello no se

han podido encontrar fósiles.

Se pueden distinguir tres subtipos: Los vertebrados, los cefalocordados y los tunicados.

2. Características anatomo – morfológicas de los cordados

a) *Cuerda dorsal única o notocorda*: Es el principal órgano de sostén del cuerpo de los cordados embrionarios; de hecho la notocorda constituye el eje de su cuerpo. Está localizada entre los tubos neural y digestivo. Es un eje elástico que contiene una matriz gelatinosa y que está revestido por tejido conjuntivo. En los tunicados se reduce, quedando sólo un fragmento en la región caudal. Sin embargo, en cefalocordados permanece y en vertebrados sufre ciertas modificaciones, dependiendo de la clase: En peces, anfibios y reptiles está rodeada por la columna vertebral; en ciclostomos, a los que pertenece la lamprea, desaparece como en los tunicados; por último, en aves y mamíferos se rodea por la columna vertebral, que más tarde sustituirá a la notocorda en el individuo adulto.

b) *Presencia en los embriones del tubo neural*: Constituye el cordón nervioso principal y se localiza en la parte dorsal del embrión, por encima de la notocorda. En tunicados se reduce, aunque los individuos adultos presentan un ganglio cerebral situado en la parte superior del cuerpo, entre la boca y el ano, formando un pseudocerebro. En cefalocordados se mantiene como cordón nervioso principal; además, presenta una dilatación en su parte superior, formando una vesícula cerebral. En vertebrados da lugar a la médula espinal, presentando un gran encéfalo que está protegido por un cráneo, que puede ser óseo o cartilaginoso.

c) *Presencia de hendiduras branquiales*: Se encuentran en número par. Se desarrollan en el embrión a ambos lados de la faringe. En tunicados y cefalocordados se mantienen, constituyendo su principal método de respiración. En reptiles, aves y mamíferos se cierran enseguida ya que no son funcionales. En anfibios las podemos encontrar en las larvas, y se cierran durante la metamorfosis. En peces son funcionales en el embrión, y luego se modifican para constituir las branquias, excepto en ciclostomos, que mantienen las hendiduras branquiales en el estadio adulto.

d) *Presencia de la cola por detrás del ano*: Persiste en cefalocordados y en algunos vertebrados. En tunicados desaparece.

3. División de los cordados

a) *Tunicados*: Son animales marinos. Presentan todas las características propias de los embriones. Viven fijos al sustrato. Los individuos adultos se recubren por una capa o túnica elástica formada por celulosa. Son hermafroditas y presentan reproducción tanto sexual como asexual (en ocasiones se pueden reproducir por gemación). Constituyen el subtipo más primitivo dentro de los cordados. A este subtipo pertenecen las ascidias.

b) *Acranios o cefalocordados*: A este subtipo pertenece el anfioxus, que es un individuo marino característico de los mares cálidos y templados. Viven en aguas litorales a poca profundidad. Los estadios larvarios poseen cilios y flotan a la deriva. Sin embargo, los adultos suelen vivir hundidos en la arena, proyectando al exterior su parte anterior. Poseen cola, aunque está transformada en aleta caudal. El aparato circulatorio no está totalmente cerrado. Poseen corazones branquiales, al igual que los cefalópodos. La fecundación es externa y poseen un gran número de gónadas.

c) *Vertebrados o craneotas*: Presentan cráneo, de ahí su nombre. Son los cordados más evolucionados. Su cuerpo está dividido en tres partes:

1. Cabeza: Está constituida por un encéfalo, la abertura bucal y los principales órganos de los sentidos.

2. Tronco: En él se encuentran el aparato digestivo, el excretor y el reproductor, rodeados por la cavidad celómica o celomática. Del tronco parten las extremidades, que pueden ser pares o impares.

3. Cola: Está más desarrollada en los individuos acuáticos, donde da lugar a la aleta caudal, igual que en el anfibio.

Los reptiles, aves y mamíferos poseen un cuello situado entre la cabeza y el tronco. Los mamíferos, además, poseen un diafragma que divide su tronco en tórax y abdomen.

4. Formaciones cartilaginosas u óseas de los vertebrados

Pueden ser externas, en cuyo caso hablaremos de dermoesqueleto, o internas, denominadas endoesqueleto.

El dermoesqueleto lo constituyen las escamas óseas de los peces y los escudos óseos característicos de los peces, los reptiles (tortugas, cocodrilos, etc.) y ciertos mamíferos, como el armadillo.

El endoesqueleto está formado por piezas cartilaginosas y óseas unidas entre sí por articulaciones. Se pueden diferenciar tres partes: el esqueleto de la cabeza, el del tronco y el de las extremidades.

1. Cabeza: Lo constituye el cráneo, que puede ser cartilaginoso, óseo, o de ambos tipos a la vez.

2. Tronco: Formado por la columna vertebral, que rodea a la notocorda o la sustituye. La columna vertebral está formada por vértebras, que se pueden dividir en arcos y cuerpo vertebral, que rodea a la notocorda formando un anillo.

3. Extremidades: Pueden ser pares o impares. Las pares se articulan con la columna vertebral mediante cinturas articulares. Éstas pueden ser de dos tipos:

– Torácica o escapular: Es la que une la columna vertebral con las extremidades torácicas y las aletas pectorales.

– Pélvica o abdominal: Es la que une la columna vertebral a las extremidades abdominales, a las aletas pelvianas o ventrales y a las alas de las aves.

Las extremidades también pueden ser impares en peces y ciclostomos. Están representadas por la aleta caudal, la dorsal y la anal, que además no suelen estar articuladas con el esqueleto.

5. Vertebrados: Producciones córneas anexas a la epidermis.

a) *Plumas*: Son características de las aves. Las utilizan para volar y para mantener la homeotermia.

b) *Pelos*: Característicos de mamíferos. Tienen una función protectora ya que, al igual que ocurre con las plumas en las aves, mantienen la homeotermia.

c) *Escamas córneas*: Las encontramos en reptiles, como las tortugas y los cocodrilos, donde están muy desarrolladas y dan lugar a escudos. También se pueden encontrar en algunos anfibios, como los sapos, aunque están muy reducidas, en las patas de las aves, la cola de las ratas y el cuerpo de los armadillos.

d) *Uñas*: Las encontramos en aves, reptiles y mamíferos.

e) *Cuernos*: Son formaciones características de mamíferos, y especialmente de bóvidos. Se trata de protuberancias óseas frontales permanentes y recubiertas por un estuche córneo que crece continuamente. No

deben confundirse con las astas, ya que éstas no son formaciones córneas como tales debido a que están hechas de tejido conjuntivo calcificado y revestido por tejido epidérmico. Además, se desprende anualmente tanto la epidermis que la recubre como el estuche córneo que se calcifica. Son típicas de cérvidos machos.

f) *Pico*: Está constituido por vainas córneas que recubren las maxilas y sustituyen a los dientes en las aves, las tortugas y los mamíferos prototerios como el ornitorrinco.

g) *Dientes*: Son estructuras córneas en ciclostomos y anfibios. En los demás grupos están formados por dentina, y pueden estar recubiertos o no por esmalte.

6. Vertebrados: Sistemática

a) *Grupo Agnatostomos*: Carecen de mandíbula inferior y son anamniotas.

1. Superclase ictiopterigios: Tienen aletas impares y son individuos nadadores.

– Clase agnatos o ciclostomos.

b) *Grupo Gnatostomos*: Poseen mandíbula inferior.

1. Superclase peces o tetrapterigios: Son anamniotas y poseen aletas dado que son individuos nadadores.

– Clase condricios

– Clase osteictios

2. Superclase tetrápodos: Tienen extremidades pares.

– Clase anfibios: Son anamniotas

– Clase reptiles: Ya son individuos amniotas

– Clase aves: Amniotas

– Clase mamíferos: Amniotas

Tema 17

Agnatos y condricios

1. Agnatos: Sistemática

Carecen de mandíbula. Tienen la boca redondeada y los bronquios situados en el interior de bolsas branquiales. Poseen un orificio nasal en posición dorsal que puede estar comunicado o no con la faringe.

a) *Orden petromizoniformes*: A este orden pertenecen las lampreas. Tienen siete pares de aberturas branquiales y dos aletas dorsales.

b) *Orden mixiniiformes*

2. Agnatos: Morfología externa y anatomía interna

Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico, serpentiforme y comprimido caudalmente. La piel es lisa, blanda y desnuda. Tienen una aleta anal rodeando la cola y, los petromizoniformes, dos aletas dorsales. La cabeza es oblicua, con la boca abriéndose en el centro.

Su esqueleto es cartilaginoso. Se encuentra representado por el cráneo y la cuerda dorsal. Las aletas están sostenidas por radios cartilaginosos.

a) *Aparato digestivo*: Se abre en la boca, que tiene forma de embudo y la capacidad de succionar y morder. Posee una serie de papilas y una corona de dientes, excepto en mixiniformes, donde sólo hay un diente dorsal. Esta especialización de la boca se debe a la forma de vida de los agnatos, ya que son semiparásitos. Su vida adulta la pasan fijados a otros peces, alimentándose de su sangre. En el fondo de la boca encontramos una lengua protractil, a la que desembocan un par de glándulas que secretan una sustancia anticoagulante. La boca se continúa con la faringe, y ésta con el esófago. Los agnatos carecen de estómago, por lo que detrás del esófago se encuentra directamente el intestino, que desemboca en la cloaca. Tienen un hígado situado al principio del intestino y un páncreas difuso.

b) *Aparato respiratorio*: Los agnatos tienen siete orificios branquiales comunicados con unos sacos donde se encuentran las branquias. En mixiniformes el número de branquias puede variar hasta 16. El agua entra y sale por las hendiduras branquiales en los individuos adultos. En las larvas el agua entra por la boca y sale por las branquias.

c) *Aparato circulatorio*: Poseen un corazón situado en un saco pericárdico. Tienen un ventrículo y una aurícula. La sangre sale del corazón por la aorta ventral media y va a las branquias, donde se oxigena. Allí es recogida por la aorta dorsal media, que se encarga de repartir la sangre por las distintas estructuras del cuerpo. Un saco venoso recoge la sangre para llevarla de vuelta al corazón.

d) *Aparato excretor*: Presentan riñones protonefros o mesonefros. Los productos de desecho son transportados por unos conductos semejantes a los uréteres y son eliminados al exterior por el seno urogenital.

e) *Sistema nervioso*: El cerebro es menos importante que los órganos de los sentidos. Lo que podemos llamar cerebro como tal es el telencéfalo, ya que en las otras zonas se localizan los lóbulos olfatorios y ópticos. La médula espinal es aplanada. Presenta nervios dorsales y ventrales.

Podemos destacar la presencia de la línea lateral, que actúa como órgano sensorial. Es un conjunto de células que siguen una línea que va de la cabeza a la cola, y se encarga de recibir estímulos, fundamentalmente de presión.

f) *Aparato reproductor*: Consta de unas gónadas que no se continúan con ningún conducto. Los gametos salen directamente a la cavidad abdominal y son expulsados a través del seno urogenital. Las lampreas tienen sexos separados, mientras que los mixiniformes son seres hermafroditas.

3. Agnatos: Ciclo biológico de las lampreas

La fecundación se produce en los ríos, donde nacen las larvas, que se pueden mantener en este estado incluso varios años. Una vez que se produce la metamorfosis, el individuo baja por el cauce del río hasta el estuario y sale al mar. El resto de su vida lo pasa en el mar unido a otros peces, hasta que alcanzan la madurez sexual. En ese momento vuelven al río y suben a las cabeceras, donde se aparean, de forma que se cierre el ciclo.

La mayor parte de las lampreas mueren tras la reproducción.

4. Condrictios: Sistemática

a)

1. Orden escualiformes: Es el grupo al que pertenecen los tiburones.

2. Orden rayiformes

b) *Holocéfalos*: Tienen menor interés veterinario.

5. Condrictios: Morfología externa

Los condrictios presentan esqueleto cartilaginoso, pudiendo presentar en ocasiones sales cálcicas, aunque nunca tejido óseo. Tienen branquias en forma de láminas, y la boca está en posición ventral, con forma de hendidura transversal.

Su cuerpo puede ser fusiforme o aplanado dorsoventralmente, como es el caso de las rayas. La piel es gruesa, presenta glándulas mucosas y las escamas son placoideas o denticulos dérmicos. En cuanto a las aletas, tienen aletas pares (las pectorales, que están muy desarrolladas en rayiformes, y las pelvianas) e impares (las dorsales, la anal y la caudal, que suele ser heterocerca, es decir, que tiene un lóbulo mayor que otro).

6. Condrictios: Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Se abre en la boca, y presenta dientes cónicos y aserrados en el caso de los tiburones, y planos en las rayas. Estos dientes se van mudando a medida que se desgastan, existiendo siempre una segunda línea de dientes para cuando falten los primeros.

Detrás de la boca, encontramos un esófago y un estómago voluminoso. A continuación se sitúa el intestino, que presenta una válvula espiral, cuya misión es enlentecer el paso del alimento y aumentar la superficie de absorción. Si no tuvieran esta válvula, el alimento pasaría demasiado deprisa y el animal no podría absorber los nutrientes.

Aunque pertenece al aparato digestivo, la misión de la faringe es básicamente respiratoria, ya que las branquias están conectadas a ella.

Presentan un hígado voluminoso y rico en lípidos. Además de su misión digestiva, actúa como órgano de flotación, ya que esta clase carece de vejiga natatoria.

El hígado del tiburón es de consumo humano, ya que al ser rico en lípidos se aprovecha para extraer aceite.

b) *Aparato respiratorio*: Se abre al exterior mediante aberturas branquiales, que en el caso de los tiburones pueden ser 5, 6 o 7, aunque lo normal es que tengan cinco, y en las rayas son siempre cinco. Estas aberturas están íntimamente relacionadas con la faringe y en algunos tiburones, así como en todas las rayas, existen unos orificios especiales denominados espiráculos, por los que entra el agua a las branquias. En este caso el agua penetra por la boca y de allí pasa a las branquias.

c) *Aparato excretor*: Los condrictios presentan dos riñones de tipo mesonefro, es decir, que carecen de uréteres, presentando otro tipo de estructura. Los productos de desecho los vierten en unos conductos llamados conductos de Wolff, que equivalen a los uréteres, y que a su vez desembocan en la cloaca, aunque antes pasan por el orificio urogenital.

d) *Aparato circulatorio*: La circulación de los condrictios es simple y cerrada. Poseen un corazón que consta de un saco venoso, una aurícula, un ventrículo y un cono arterial. La sangre sale del corazón por el cono arterial, llega a la aorta ventral, que la lleva hasta las branquias, donde se oxigena. A continuación pasa a la

aorta dorsal, que la reparte por todo el cuerpo. El sistema venoso recoge esa sangre y la lleva de vuelta al corazón a través del saco venoso.

e) *Aparato reproductor*: Tienen sexos separados. Lo normal es que sean seres ovíparos, aunque en ocasiones se pueden dar casos de ovoviviparismo e incluso de viviparismo. Esto depende de cada familia.

El aparato reproductor masculino está relacionado con el aparato urinario. De los testículos parte un conducto deferente. Existe a continuación un tubo contorneado con la misma función que el epidídimo y que luego desemboca en el conducto de Wolff. A partir de ahí hay un ensanchamiento, que corresponde a las vesículas seminales, que van a desembocar en el seno urogenital.

La hembra sí presenta separación entre el aparato genital y el excretor. Poseen un solo ovario, que se continúa con los conductos de Müller, a los que siguen las glándulas nidamentarias, que se encargan de segregar las envolturas del embrión. Tienen dos úteros, que al llegar a la altura del seno urogenital se abren en un único conducto. En las especies vivíparas se forma una placenta vitelina en los úteros.

Los holocéfalos presentan un aguijón situado delante de la aleta dorsal.

f) *Órganos de los sentidos*: La línea lateral sigue siendo de gran importancia, ya que presenta una serie de aberturas al exterior con células ciliadas cuya función es fundamentalmente actuar como sensores de presión.

Esta clase posee unas estructuras especiales denominadas vesículas de Savi y ampollas de Lorenzini. Ambas estructuras son órganos electrorreceptores, es decir, que tienen la capacidad de distinguir campos eléctricos, lo que es muy importante para estos animales, ya que lo necesitan para cazar. También poseen orificios nasales sobre la boca que les permiten distinguir los olores en el agua.

Tema 18

Osteictios

1. Características generales

Las vértebras se van cerrando según se llega a la aleta caudal. La musculatura tiene disposición metamérica.

2. Anatomía interna

a) *Aparato digestivo*: Existen ligeras variantes según se trate de peces carnívoros o herbívoros, como la perca. Está formado por una boca, una lengua fija, que se continúa con la faringe, las cavidades branquiales y el estómago, que en herbívoros es grande y dilatado. A continuación encontramos un intestino medio, que es más largo en peces herbívoros. Poseen una serie de apéndices o ciegos pilóricos que corresponderían a nuestro apéndice. Los carnívoros tienen un mayor número de estos apéndices.

Presentan hígado, bazo y, algunos, vesícula biliar. El páncreas no está diferenciado, sino que encontramos una serie de células que se van a insertar entre los ciegos pilóricos.

La dentadura es variable. Los peces herbívoros tienen los dientes diferenciados en incisivos, molares, etc. En algunos casos, los dientes no se insertan en la mandíbula, sino en la lengua, el paladar o incluso la faringe.

b) *Aparato respiratorio*: Los peces respiran por branquias. En osteictios encontramos un mecanismo por el cual el agua penetra por la boca. Se abren los opérculos y se irrigan los epitelios branquiales, produciéndose la captación del oxígeno disuelto en el agua.

Generalmente hay cuatro láminas branquiales, aunque a veces sólo presentan tres, formadas por una serie de filamentos muy finos y capas transversales. Son órganos muy delicados.

En las branquias podemos encontrar un vaso de sangre arterial y otro de sangre venosa, que se dividen en múltiples capilares. La circulación sanguínea arterial debe ir a contracorriente de la del agua, ya que de esta manera se aprovecha hasta en un 90% del oxígeno que hay disuelto.

También existen otros órganos que intervienen en la respiración en algunos peces, como el tegumento, la vejiga natatoria o la mucosa intestinal.

c) Aparato circulatorio: La circulación es simple y cerrada. Poseen una aurícula y un ventrículo. El corazón no recibe sangre arterial, sólo venosa. El volumen sanguíneo es mucho menor comparativamente que el de los mamíferos; por ello, cuando se produce una intoxicación, aguantan mucho menos y el fenómeno de la putrefacción es mucho más rápido. El volumen sanguíneo de los peces de aguas continentales es un 10% de su peso.

d) Aparato reproductor: Podemos encontrar desde peces bisexuales, pasando por fenómenos de intersexualidad transitoria o hermafroditismo funcional (definitivo, esporádico o potencial), hasta llegar a la inversión sexual (anguilas). Por tanto, la explicación del fenómeno reproductivo en peces es muy compleja.

3. Órganos de los sentidos

a) Osmorregulación: Es un fenómeno que varía mucho de los peces de aguas continentales a los de aguas marinas. Los primeros poseen unos glomérulos renales de gran tamaño comparados con los otros. Los peces de aguas marinas son grandes bebedores de agua, que introducen por la boca y eliminan por las branquias, junto con gran cantidad de sales. Producen una orina escasa e hipertónica.

b) Línea lateral: Es un conducto que se extiende desde la parte anterior a la posterior y por donde penetra el agua. Está comunicada con el oído. Se trata de un receptor de presiones, movimientos y ondas del agua. También actúa como órgano del equilibrio.

c) Fosas nasales: Poseen un solo orificio nasal, separado en dos partes por una lengüeta. Sirve para detectar olores mediante una serie de terminaciones nerviosas. No está comunicado con ningún otro aparato, sino que se encuentra completamente aislado.

d) Vista: Tienen una excelente vista de cerca, pero muy mala de lejos. Es un sentido muy importante. Se diferencian del ojo de un ave o de un mamífero en que en los peces el cristalino es esférico. Por tanto, la única forma que tienen para adaptar su visión es sacar o retraer el cristalino, ya que además de esférico es deformable.

4. Vejiga natatoria

No la encontramos en todos los peces. Interviene en la flotación. Está formada por una dilatación del intestino situada en la región dorsal del pez. Puede comunicar o no con el aparato digestivo, lo cual se usa para dividir a los peces en dos grandes grupos:

a) Fisóstomos: El aparato digestivo y la vejiga natatoria están comunicados. Es el caso de peces como la trucha o el salmón, que tienen una vejiga natatoria monocameral, o la carpa y la tenca, que tienen una vejiga natatoria bicameral. El llenado y vaciado de estos peces se hace a través de la boca.

b) Fisoclistos: La vejiga natatoria no está comunicada con el aparato digestivo. También encontramos vejigas natatorias monocamerales (arenque, sardina), y bicamerales (). En este caso se vacía por medio de una

glándula que recibe el nombre de glándula oval y se llena por medio de la glándula roja. Ambas están muy irrigadas.

c) Funciones de la vejiga natatoria

1. Flotación.
2. En algunos peces o en determinadas circunstancias puede intervenir en la respiración.
3. Emisión de sonidos: actúa como una caja de resonancia.
4. Sensibilidad o equilibrio. En algunos peces, comunica con el oído.
5. Audición.

Tema 19

Anfibios

1. Características generales

Son vertebrados, tetrápodos, y con temperatura corporal variable. Presentan una doble vida agua – tierra, ya que han conquistado el medio terrestre, pero no pueden dejar de depender del agua dado que son anamniotas, y por tanto el desarrollo embrionario se da en medio acuático.

Los anuros presentan cuerdas vocales, que consisten en dos bandas elásticas situadas en la laringe. Las bolsas de croar, sacos vocales o sacos resonadores se sitúan bajo la boca, y no son más que dilataciones de la piel o la tráquea.

La piel de los anfibios es fina y desnuda excepto en ápodos. Es permeable al oxígeno y al dióxido de carbono. En adultos sufre mudas periódicas. En anuros sólo está unida al cuerpo mediante unas líneas, formando cavidades subcutáneas, que antiguamente se utilizaban para experimentación (La rana Galli se utilizaba para hacer tests de embarazo).

La piel está muy vascularizada y posee glándulas cutáneas mucosas y serosas que sirven para mantener la piel húmeda y evitar la evaporación. Las glándulas parótidas son características de salamandras y bufónidos. Producen secreciones tóxicas paralizantes e irritantes.

En cuanto a la coloración, suele ser fija, aunque en determinados casos y estados pueden cambiar de color, como es el caso de los anfibios que presentan librea nupcial (época de celo). Por ejemplo, los tritones macho, en esta época, a nivel ventral, se produce una mayor coloración de la piel debido a los melanóforos.

Se usan en Haití para eliminar plagas de insectos.

2. Modificaciones estructurales

a) Esqueleto y órganos:

1. Paso de branquias a pulmones.
2. Refuerzo del tegumento externo, lo que evita pérdidas de agua.

3. Refuerzo del esqueleto, lo que les permite vivir fuera del agua.
4. Desarrollo de extremidades pares.
5. Eliminan urea en vez de amoníaco, como ocurría con los seres acuáticos, que es menos tóxica y más soluble que éste. Los individuos completamente terrestres, sin embargo, eliminan ácido úrico, que es menos tóxico y más soluble aun que la urea.

b) Transformaciones evolutivas con relación a los órganos de los sentidos

1. Fosas nasales comunicadas con la cavidad bucal.
2. Glándulas lacrimales y conductos lacrimales que les sirven para mantener siempre el globo ocular humedecido.
3. Ojos protegidos por párpados en anuros y urodelos.
4. Presentan oído medio, es decir, tímpano y membrana timpánica, aunque sólo ápodos y anuros. Los urodelos presentan sólo oído interno.

3. Anatomía interna

a) Esqueleto: Los anfibios presentan un cráneo óseo – cartilaginoso. Pueden presentar costillas en las vértebras torácicas, aunque carecen de esternón, y nunca alcanzan la región ventral, por lo que carecen de caja torácica. La notocorda está cubierta por la columna vertebral. Sólo presentan una vértebra cervical: El atlas. También tienen una sola vértebra sacra. En la región caudal, sin embargo, los urodelos presentan gran número de vértebras, y los anuros sólo una.

b) Aparato digestivo: Presentan una boca amplia, con dientes córneos y pequeños, en las especies que tienen dientes; el sapo, por ejemplo, carece de ellos. Las salamandras poseen dientes tanto en la mandíbula anterior como en la posterior, que se regeneran constantemente.

La lengua, carnosa, está insertada en el extremo anterior del suelo de la boca. La familia tipidae carece de ella. Las ranas y algunos tritones la lanzan hacia fuera (lengua protráctil), de forma que les sirve para capturar el alimento dado que además poseen secreciones de mucosa que les ayuda a capturar a las presas, que se quedan pegadas a su lengua. No mastican, aunque la mayoría de los anfibios tengan dientes.

c) Aparato circulatorio: En los estadios larvarios la circulación es sencilla, presentando un solo ventrículo y una aurícula.

Los individuos adultos, sin embargo, presentan un corazón con dos aurículas, que ya están total o parcialmente divididas en dos, y un ventrículo.

La circulación es doble e incompleta. La sangre pulmonar va a la aurícula izquierda, que es la primera que se contrae. La sangre arterial llega al ventrículo y se distribuye mediante el seno aórtico por todos los tejidos. A la entrada del tronco aórtico hay una válvula que impide que la sangre refluya. A continuación se contrae la aurícula derecha, que lleva sangre venosa. Esta sangre va al ventrículo y de ahí a los pulmones por la arteria pulmonar. De esta manera se consigue que la sangre arterial y la venosa no se mezclen.

d) Aparato respiratorio: Los anfibios, en estadios larvarios, poseen tres o cuatro pares de branquias, que no son más que evaginaciones de la epidermis. En anuros, están cubiertas por una lámina con un orificio externo llamado espiráculo. En ápodos y urodelos las branquias son externas, por lo que carecen de dicha lámina. Son

permanentes en formas neoténicas de urodelos, es decir, que en las familias Proteidae y Sirenidae las branquias no se cierran tras la metamorfosis.

Los individuos adultos presentan pulmones, que son invaginaciones huecas de la pared corporal. Normalmente tienen dos sacos pulmonares, aunque los ápodos sólo tienen uno. Carecen de caja torácica, de forma que la inspiración la realizan por medio de la lengua y la musculatura colindante.

Los individuos adultos, además, presentan respiración cutánea, ya que tienen una epidermis muy vascularizada que permite el intercambio gaseoso entre los vasos y el medio externo. La piel, que tiene pocas capas de células, es permeable al oxígeno y al dióxido de carbono. Poseen también unas glándulas mucosas que humedecen la piel continuamente. Este tipo de respiración es muy importante. De hecho, durante la hibernación, prácticamente sólo respiran a través de la piel.

Por último, algunos individuos, como las salamandras del género *Spelerpes*, presentan respiración bucofaríngea, es decir, que el intercambio gaseoso se efectúa en los vasos de la membrana mucosa de la cavidad bucal, aprovechando que se encuentra muy irrigada.

e) Aparato reproductor: Presentan sexos separados y gónadas pares. La fecundación es interna en apodos, interna e indirecta en urodelos (el macho agarra a la hembra, expulsa el espermatóforo, lo coge con las manos y lo introduce en la hembra), y externa en anuros.

Los anuros presentan dimorfismo sexual, ya que el macho es de menor tamaño que la hembra, y presenta callosidades y tubérculos en la parte interior de los dedos, sobre todo en las extremidades anteriores. Esto también ocurre con las salamandras.

En urodelos los machos presentan librea y cresta nupcial durante la época de celo.

En urodelos y anuros la fecundación se produce en el agua, excepto en el sapo partero y la salamandra común.

El desarrollo embrionario es indirecto, encontrando una larva acuática. Durante la metamorfosis se cierran las branquias, se desarrollan los pulmones, desaparece la cola y se desarrollan las extremidades tanto traseras como delanteras.

f) Órganos de los sentidos: Poseen párpados. En cuanto al oído, carecen de oído externo, pero sí que tienen tímpano.

4. Sistemática

a) Orden Apodos o Gimnofiones: Son individuos tropicales, que viven en América del Sur y Asia, por lo que no los encontramos en nuestra geografía. Carecen de extremidades y tienen un solo pulmón. Los ojos, rudimentarios, están cubiertos por piel, y carecen de párpados. Están casi ciegos. Poseen oído medio. Tienen una cola corta, cuerpo vermiforme y largo, cubierto por escamas. Presentan vida subterránea.

b) Orden Urodelos o Caudados: Es el orden al que pertenecen los tritones y las salamandras. Suelen tener dos pares de extremidades de tamaño similar, cola larga, y movimientos ondulatorios. Están menos especializados y por tanto son principalmente acuáticos. Suelen vivir en el hemisferio Norte.

1. Familia Proteidae y Sirenidae: Muchos de ellos no desarrollan extremidades posteriores. Casi todos son permanentemente acuáticos, por lo que los adultos presentan tres branquias externas. Se puede destacar el ajolote, que tiene fines experimentales, aunque no en nuestra geografía, sino en la americana.

2. Familia Salamandridae: Los más representativos son los tritones, que alternan una fase acuática con una

corta vida terrestre, y las salamandras, que tienen una vida principalmente terrestre. Los tritones tienen la cola aplanada en sentido lateral para poder nadar, mientras que la salamandra sólo la tiene así en sus estadios larvarios; luego se convierte en una cola de sección redondeada. El cuerpo de ambos es alargado y la cola larga. Son animales propios del hemisferio Norte.

– Género Triturus

– Género Salamandras

c) *Orden Anuros*: Es el grupo al que pertenecen ranas y sapos. Las extremidades anteriores son menores que las posteriores. Presentan branquias internas ocultas por la membrana opercular. Poseen membranas interdigitales en las extremidades posteriores para facilitar el salto y la natación. Tanto urodelos como anuros, estas extremidades tienen cinco dedos y están más desarrolladas que las anteriores, que sólo tienen cuatro (en el caso de los anuros). Carecen de cola y son cosmopolitas, aunque su medio ideal es aquel que tiene temperaturas elevadas y humedad. En la Península Ibérica hibernan desde finales de Otoño hasta principios de Primavera.

1. Familia Bufonidae: Es a la que pertenece el Bufo Bufo o sapo común.

2. Familia Discoglossidae: Aquí encontramos el Alytes obstetricans o sapo partero común, que se caracteriza por ser el macho quien lleva la puesta, manteniéndola en su espalda hasta que eclosionan los huevos.

3. Familia Ranidae: A esta familia pertenece la Rana perezi o rana común y la Rana ibérica o rana patilarga. Ambas pueden usarse en explotaciones o a nivel experimental, aunque esto se hace muy poco ya que se reproducen mal.

4. Familia Pipidae: Es la familia de la Xenopus laevis o ranas sin legua.

5. Familia Hylidae: Ranitas arborícolas o de San Antonio. Son individuos trepadores, cuyos dedos terminan en discos adhesivos.

Tema 20

Reptiles

1. Características generales

Los reptiles aparecieron hace 270 millones de años, en el periodo Carbonífero de la era Paleozoica. Pertenecen a la rama de los batracios.

Evolucionaron gracias al desarrollo de un tipo de huevo que les permitió crecer y desarrollarse fuera del agua.

Son los primeros vertebrados amniotas.

Algunas características de esta adaptación son:

1. Poseen respiración pulmonar.

2. Tienen una piel seca y algo impermeable.

3. Los riñones acumulan un volumen pequeño de orina, pero con una alta concentración como consecuencia de una modificación del metabolismo del nitrógeno, de forma que el producto final ya no es la urea, sino el

ácido úrico.

4. Las pérdidas de agua osmótica se reducen a la mitad.

- El huevo se encuentra encerrado.

Son animales poiquiloterms, es decir, de sangre fría. Su temperatura es algo superior a la temperatura ambiente, pero carecen de mecanismos reguladores.

Su fecundación es interna. Tienen el corazón parcialmente dividido. Carecen de glándulas cutáneas y la piel es escamosa, pudiendo presentar a veces piezas óseas o auténticas corazas.

Tanto su cuerpo como su cola son delgados. La cabeza está bien desarrollada; puede tener forma oval, subglobular o triangular.

Pueden presentar párpados, aunque esto no ocurre siempre. Aquellos reptiles que carecen de ellos los suplen con una membrana ocular transparente llamada membrana nictitante.

2. Anatomía externa

a) Piel: Tienen la piel provista de escamas, que suelen ser triangulares, lisas aquilladas o acanaladas.

En algunos casos pueden estar más desarrollados, apareciendo los escudetes, que son verdaderas placas óseas separadas entre sí y con una cubierta cornificada en todo el espesor de la piel. Es el caso de los cocodrilos. Las tortugas presentan placas óseas con una cubierta córnea unidas a los huesos del esqueleto y entre sí.

La tortuga laúd tiene placas óseas pequeñas, formando un mosaico, y recubiertas por una piel coriácea.

En cuanto a las glándulas, las lagartijas poseen glándulas femorales, situadas a ambos lados de los muslos por su parte interna. Los cocodrilos tienen glándulas en las mandíbulas y en las proximidades del ano. Por último, los ofidios tienen glándulas odoríferas que les sirven para marcar el territorio.

b) Dientes: Todos los reptiles tienen dientes excepto las tortugas, cuyas mandíbulas están recubiertas por placas corneas cortantes.

En los ofidios, los dientes se encargan de sujetar y dirigir los alimentos hacia el interior de la boca. No los usan para masticar. Presentan colmillos, que son unos dientes especiales con los que inyectan el veneno. El tipo de colmillos permite clasificar a los ofidios en tres grandes grupos:

1. Opistoglifos: Los colmillos se sitúan en la parte posterior de la mandíbula superior con un surco en la cara interna. Son el grupo menos peligroso, ya que tienen que morder completamente para poder inyectar el veneno.

2. Proteroglifos: Los colmillos se sitúan en la parte anterior de la mandíbula superior. El conducto venoso discurre por una vaina de la membrana mucosa que rodea la base del colmillo. A este grupo pertenece la cobra.

3. Solenoglifos o veperinos: Son los que tienen el aparato venenoso más evolucionado y eficiente. Se sitúa en la parte anterior de la mandíbula superior. Posee un conducto que lo atraviesa internamente. Tienen los dientes plegados, de forma que se despliegan al abrir la boca.

c) Lengua: Varía mucho dependiendo de las especies. En serpientes es filiforme, larga y bífida; en cocodrilos

es carnosa y está unida al fondo de la boca, y en tortugas es corta y gruesa.

Los saurios tienen capacidad de prensión y protusión.

3. Anatomía interna

a) Aparato digestivo: Las características de la boca ya se han citado en apartados anteriores. En cuanto a las del esófago y estómago, ambos dependen de cada orden. Se puede destacar que en los cocodrilianos se diferencian dos partes: Una grande y con la pared gruesa, y otra pequeña y con la pared fina, que desemboca en el duodeno.

Los cocodrilianos y algunos ofidios no presentan ciego.

b) Aparato circulatorio: Presentan circulación doble e incompleta. Los cocodrilianos tienen el corazón completamente dividido en dos aurículas y dos ventrículo. El tabique de separación de los dos ventrículos no está cerrado del todo y permanece abierto en el individuo adulto. En quelonios, ofidios y saurios el tabique está menos desarrollado, por lo que primero bombea un lado del corazón y luego el otro, de manera que la sangre arterial y venosa no se mezclen.

c) Aparato respiratorio: No presentan músculo del diafragma, por lo que la cavidad torácica y la abdominal no se encuentran separadas. Respiran por la presión negativa generada en el movimiento de los músculos intercostales.

d) Sistema nervioso: La corteza del cerebro es lisa debido a la sustancia gris. La memoria y el aprendizaje están menos desarrollados que los nuestros.

e) Aparato reproductor: Tienen fecundación interna debido a la existencia de órgano copulador en el macho. Los rincocéfalos carecen de este órgano, y tanto los saurios como los ofidios presentan un hemipene, es decir, un órgano copulador doble. El de los cocodrilianos y las tortugas es simple.

Las hembras pueden ser ovíparas, ovovivíparas o vivíparas. Los cocodrilianos y las tortugas son siempre ovíparas, mientras que los saurios y los ofidios pueden ser ovovivíparas o vivíparas, como es el caso de las víboras.

Los reptiles presentan dimorfismo sexual. En cocodrilianos, los machos son de mayor tamaño que las hembras. En ofidios ocurre lo contrario. Por último, en saurios, en época de apareamiento, los machos aparecen con colores muy llamativos. A pesar de todo, es difícil saber distinguir un reptil macho de uno hembra.

4. Órganos de los sentidos

a) Vista: Los cocodrilos tienen los ojos bien desarrollados, con párpados, membrana nictitante y glándulas lacrimales. Las tortugas también tienen los ojos bien desarrollados. Poseen párpados escamosos y las glándulas lacrimales están adaptadas a la vida marina, así como las glándulas excretoras de sal. Los saurios tienen los párpados bien desarrollados, aunque más el inferior que el superior. Por último, los ofidios carecen de párpados; en su lugar tienen un escudo ocular transparente y membrana nictitante.

b) Oído: En general está poco desarrollado; algo más en saurios y muy poco en ofidios.

5. Sistemática

Se pueden definir cuatro grandes grupos:

a) Anápsidos:

1. Orden Quelonios: A este grupo pertenecen las tortugas.

- Suborden Criptodira: Su cuello se pliega en el plano sagital.
- Suborden Pleurodira: Su cuello se pliega en el plano horizontal.

b) Terápsidos:

1. Orden Ictiosaurios.

c) Diápsidos: Es el grupo más grande y variado:

1. Orden Cocodrilianos: Son los que más se asemejan en su evolución a las aves. Abarca tres familias y unas 21 especies:

- Familia Aligatores: Aquí podemos encontrar los caimanes, que tienen un hocico ancho y redondeado.
- Familia Cocodrilos: Es el grupo de los cocodrilos. Su hocico es más puntiagudo que el de la familia anterior.
- Familia Gaviales: Su hocico es alargado y termina en una protuberancia.

2. Orden Saurios: Abarca seis familias:

- Familia Agámidos: Camaleones
- Familia Iguánidos: Iguanas.
- Familia Anguidos: Luciones.
- Familia Anfisbénidos: Estos individuos han perdido las extremidades y tienen los ojos modificados.
- Familia Helodermátidos: En esta familia están comprendidas las dos únicas especies de saurios venenosos.
- Familia Varánidos: Dragón de Komodo.

3. Orden Ofidios: Es el grupo de reptiles que presenta una mayor homogeneidad morfológica. Comprende cuatro familias:

- Familia Boidos: Boa, anaconda, etc.
- Familia Colúmbidos opistoglifos.
- Familia Colúmbidos proteroglifos.
- Familia Vepéridos: Víboras y crótalos.

4. Orden Rincocéfalos: Los individuos pertenecientes a este orden sólo se encuentran en Nueva Zelanda. Son animales que sobreviven a temperaturas extremas; pueden mantener su metabolismo activo incluso a 3°C. Un ejemplo de esos animales es la Cuátara.

5. Orden Aves.

d) Sinápsidos

1. Orden Mamíferos.

Tema 21

Aves

1. Características generales

Son vertebrados, amniotas y ovíparos. En general hablamos de aves para referirnos a todos aquellos animales que tienen plumas.

2. Plumas

Son estructuras epidérmicas formadas por queratina. Proceden de las escamas de los reptiles y crecen a partir de una papila dérmica que la empuja hacia la epidermis, sobrepasándola.

Sus funciones básicas son mantener la homeotermia y volar.

a) Estructura: La estructura general de una pluma se estudia poniendo como ejemplo una pluma cobertera. Consta de un cálamo hueco introducido en la piel. A continuación se encuentra el raquis, que es el eje central que ya sale al exterior y en el cual se insertan las barbas, constituyendo el limbo o estandarte. Cada barba presenta bárbulas o barbillas insertas, que se van a solapar y enlazar con las bárbulas o barbillas de las barba vecina mediante ganchos.

b) Tipos de plumas:

1. Coberteras: Son las que recubren el cuerpo. Las de las alas reciben el nombre de remeras y las de la cola, timoneras. Estas últimas actúan como contrapeso cuando el ave está posada; también sirven para que los machos desplieguen la cola durante el cortejo y de timón en el vuelo. Las alas sirven para volar en casi todas las especies, excepto en algunas, en las que se encuentran retraídas, como ocurre con las aves del superorden Ratites, entre las que encontramos el avestruz, el emú y el ñandú, que son aves corredoras, no voladoras.

2. Protectoras o plumón: Son más pequeñas. Presentan barbillas libres, es decir, que carecen de ganchos. Sirven para aislar al individuo y se encuentran debajo de las coberteras. Pueden observarse en los individuos recién nacidos.

3. Filoplumas: Poseen un eje central o raquis con un penacho de pequeñas barbas en el extremo. Tienen vibrisas o cerdas con función táctil.

4. Muda: Son estructuras muertas que van reemplazándose gradualmente de forma que las plumas nuevas aparezcan antes de que la vieja se haya caído. Por ello las aves pueden seguir volando cuando mudan, excepto muchas de las anseriformes (pato, ganso, ánade real, etc.). Varias especies presentan una segunda muda justo antes de la época reproductiva para dar lugar al plumaje nupcial.

3. Pico

Está formado por mandíbulas óseas recubiertas por un estuche córneo que es lo que verdaderamente constituye el pico.

Tiene forma variable, dependiendo del tipo de alimentación. En ocasiones, la base de la parte superior del pico está recubierta por una piel espesa llamada cera. Es característica de las falconiformes. Para cada tipo de ave, encontramos los siguientes picos:

1. Anseriformes: Está aplanado en sentido vertical. Los bordes están aserrados debido a que son individuos que filtran las partículas del agua.
2. Ciconiformes: Es el orden de las garzas, las garcetas y las cigüeñas. Tienen el pico largo y fino para buscar alimentos en las grietas y para capturar insectos.
3. Passeriformes: Es el orden que comprende un mayor número de especies. Aquí entran los aviones y las golondrinas. Tienen un pico ancho y delicado que utilizan para capturar insectos durante el vuelo. Aves como el picogordo y el gorrión tienen un pico fuerte, cónico y robusto para comer semillas.
4. Galliformes: Aquí se incluyen las gallináceas, los faisanes, las perdices, las codornices, etc., que tienen un alto interés veterinario. Su pico es similar al de las passeriformes.
5. Columbiformes: Palomas, tórtolas, etc. Su pico es igual que el de las anteriores.
6. Falconiformes: Este orden comprende a las rapaces diurnas como las águilas, los gavilanes, los buitres y los halcones. Tienen un pico robusto con la extremidad distal curvada. Son aves carnívoras.
7. Estrigiformes: Es el grupo de las rapaces nocturnas como la lechuza, el cárabo y el búho.
8. Sitaciformes: Incluye loros y cacatúas.

4. Anatomía interna

Tienen un esqueleto osificado y con cavidades para liberar peso. Las aves que no vuelan poseen huesos neumatizados, es decir, con médula.

Presentan un largo cuello. La parte del raquis correspondiente al tronco se ha acortado para dar rigidez al cuerpo durante el vuelo. El esternón se ha alargado en su extremo caudal formando una quilla de forma triangular, donde van a insertarse los músculos del vuelo:

1. Músculo pectoral mayor: Se inserta en la porción lateral de la cabeza del húmero y en la quilla. Cuando se contrae, el ala baja y el cuerpo se eleva.
2. Músculo pectoral menor: se inserta en la quilla por debajo del pectoral mayor y en la porción posterior de la cabeza del húmero. Al contraerse sube el ala.

El cuerpo del ave descansa sobre sus extremidades distales. El dedo pulgar puede estar más o menos desarrollado, aunque en algunas aves se encuentra atrofiado.

La mayoría tienen pies anisodáctilos, es decir, que el pulgar se sitúa en posición posterior y los dedos 2º, 3º y 4º en posición anterior. También se pueden encontrar aves, como las sitaciformes, las estrigiformes y los cucos, que son aves trepadoras, con pies cigodáctilos. Esto significa que los dedos 2º y 3º se sitúan anteriormente, y el 1º (pulgar) y el 4º, son móviles, pudiendo dirigirlos anterior o posteriormente.

a) *Aparato digestivo*: Carecen de dientes y sus glándulas salivales están poco desarrolladas. Presentan una lengua delgada y coriácea salvo las sitaciformes, que tienen una lengua carnosa. Su faringe es corta y su esófago, largo, musculoso y elástico, se extiende hasta la base del cuello, donde se dilata formando un ancho

buche, que sirve para almacenar el alimento y llevárselo a las crías, a las que alimentan por regurgitación o bien dejando que la cría introduzca su pico casi hasta el buche de los padres.

Tienen el estómago dividido en dos partes: Un proventrículo anterior, blando, en el que se segregan los jugos gástricos, y un ventrículo posterior denominado molleja, cuyas paredes son musculosas y que hace las veces de diente. El alimento es triturado por la acción de la musculatura y por piedras que haya podido ingerir.

El aparato digestivo termina en una cloaca, que es la salida común de los aparatos digestivo, excretor y reproductor.

b) Aparato respiratorio: Es muy eficaz. Posee un gran entramado de branquias muy ramificadas, lo que hace que la superficie de intercambio gaseoso sea muy amplia a nivel pulmonar a pesar de que los pulmones propiamente dichos sean pequeños.

Presentan cuatro sacos aéreos pares y uno impar unidos a los pulmones. Les sirven para compensar el pequeño tamaño de los pulmones, ya que actúan como reserva de aire. Durante la inspiración, el aire entra por las branquias y una pequeña parte va a los pulmones, mientras que el resto se dirige a los sacos aéreos posteriores. Una parte del aire que había en los pulmones pasa a los sacos aéreos anteriores. En la espiración, el aire de los sacos aéreos posteriores pasa a los pulmones y el aire de los sacos aéreos anteriores sale al exterior. De esta forma se mantiene un flujo de aire continuo, de una sola dirección, a través del pulmón. Además, el flujo sanguíneo va a tener una dirección opuesta a la del aire, gracias a lo cual se crea un mecanismo contracorriente que asegura la completa oxigenación de la sangre.

c) Aparato reproductor: Las aves tienen sexos separados. La mayoría son monógamas, aunque existen aves polígamas, como es el caso de los avestruces, el ñandú y el pavo.

La edad a la que alcanzan la madurez sexual varía mucho con las especies; por ejemplo, el gallo la alcanza a los cinco meses de edad, mientras que las rapaces tardan varios años.

El aparato genital del macho consta de tres testículos, vías deferentes y aparato copulador o falo. Los testículos se sitúan cerca de la columna, por detrás de los pulmones. El aparato copulador es rudimentario, con aspecto de papila en gallos y pavos. Las palomas no lo presentan, y en avestruces y anseriformes está muy desarrollado. Consta de dos cuerpos separados por un surco, por donde es conducido el semen.

Para explicar el aparato genital de las hembras se toma como ejemplo el de una gallina, que alcanza la madurez sexual a los seis meses. Sólo poseen un ovario, el izquierdo, y un oviducto, que desemboca en la cloaca.

Los ciclos sexuales son estacionarios, es decir, que en nuestro clima la época de apareamiento tiene lugar en Primavera y Verano. La actividad sexual está condicionada por factores externos como puede ser la alimentación, la temperatura y, sobre todo, la luz.

En cuanto a las crías, pueden nacer totalmente formadas (prole precoz, es el caso de aves que incuban en el suelo, como las galliformes y las anseriformes), en cuyo caso son capaces de valerse por sí mismas desde el principio, o pueden necesitar el cuidado de sus padres al nacer (prole inepta). Nacen con los ojos cerrados y casi sin plumón. Son especies nidícolas como las columbiformes, las passeriformes y muchas falconiformes.

5. Órganos de los sentidos

Las aves tienen los sentidos del oído y la vista muy desarrollados. La mayoría tienen los ojos situados a ambos lados de la cabeza, en vez de estar en posición frontal. Esto les asegura un campo de visión monocular muy amplio, aunque el campo binocular sea muy pequeño. Como consecuencia, tienen una percepción pobre

de la profundidad. Las estrigiformes, sin embargo, tienen los ojos situados en posición frontal, por lo que tienen una visión monocular pequeña pero una amplia visión binocular que les permite conocer mejor las distancias. Además, cuentan con la capacidad de girar el cuello unos 180°.

Presentan membrana nictitante, transparente, que recubre la superficie del globo ocular, limpiándola de partículas de suciedad. También cubre los ojos de las aves nadadoras cuando se encuentran bajo el agua.

6. Sistemática

a) Supeorden Ratites: A este grupo pertenecen la avestruz, el ñandú y el emú

b) Superorden Carenadas

1. Orden Anseriformes

2. Orden Ciconiformes

3. Orden Passeriformes

4. Orden Galliformes

5. Orden Columbiformes

6. Orden Falconiformes

7. Orden Estrigiformes

8. Orden Sitaciformes

Tema 22

Mamíferos I

1. Características generales

Es la clase más evolucionada. Se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de pelo y por ser capaces de tener prole viva, así como por poder alimentarla en sus primeros momentos de vida con la leche que secretan sus glándulas mamarias.

a) Formaciones cutáneas:

1. Pelo: Puede ser de revestimiento, en cuyo caso será largo y pigmentado; lana o vello, que son pelos cortos, finos y densos y que se encuentran en animales jóvenes y en adultos en la época invernal, o pelo modificado, como ocurre con las espinas de los erizos o las vibrisas, que son pequeños pelos que están en contacto con las terminaciones nerviosas y que tienen funciones táctiles, como los bigotes de los felinos.

2. Cuernos: Son protuberancias óseas frontales revestidas por un estuche córneo persistente. Los animales que tienen cuernos reciben el nombre de caviornios. En los bóvidos los encontramos en número par y, en los rinocerontes, impar.

3. Astas: Están formadas por tejido conjuntivo denso con un revestimiento epidérmico delgado que se desprende fácilmente. Suelen estar ramificadas. Los animales que tienen astas reciben el nombre de

plenicornios. Son características de los cérvidos.

4. Uñas: Podemos diferenciar tres tipos de uñas:

- Garra o fálcula: Son alargadas, comprimidas y recurvadas. Se encuentran en los félidos.
- Uña o úngula: Son aplanadas. Características de los primates.
- Pezuña: Es la uña característica de los ungulados.

5. Glándulas cutáneas: Pueden ser:

- Mamarias: A su vez se dividen en alveolares cuando toda la glándula desemboca en el pezón y tubulares cuando desembocan en un área, pero no en el pezón porque no existe. Las mamas tubulares son características de los monotremas.
- Sudoríparas
- Sebáceas
- Odoríferas: Pueden ser anales, orbitales o interdigitales.

b) *Extremidades*: Tienen cuatro. Dependiendo del número de dedos, los mamíferos se clasifican en:

1. Pentadáctilos
2. Tetradáctilos
3. Tridáctilos
4. Bidáctilos

Además, podemos encontrar animales imparidigitígrados o perisodáctilos, cuando tienen un número impar de dedos, o paridigitígrados o artiodáctilos, cuando presentan un número par de dedos.

En cuanto a los sistemas de apoyo, podemos dividir a los mamíferos en:

1. Plantígrados: En este grupo encontramos a los úrsidos, que apoyan tanto los dedos como la planta.
2. Digitígrados: En este caso apoyan sólo los dedos. Es el caso del león.
3. Ungulados: Es típico de este grupo el caballo, que sólo apoya el extremo del dedo.

c) *Dientes*: Facilitan la identificación del régimen alimentario. Se pueden seguir varias clasificaciones:

1. Según su morfología: Encontramos animales homodontos, es decir, que tienen todos los dientes iguales, como los delfines, y heterodontos, como los perros, que tienen los dientes diferenciados en molares, incisivos, etc.
2. Según la duración de la dentición: Hay animales homofiodontos, que mantienen la misma dentición durante toda su vida, y difiodontos, que tienen dos dentaduras, como es el caso del hombre.

3. Según su crecimiento: Puede ser continuo, como ocurre con los roedores, o discontinuo, es decir, que los dientes crecen hasta un límite y luego paran.

2. Sistemática

a) *Subclase prototerios*: Son los únicos mamíferos ovíparos. Poseen cloaca y tienen un pico córneo, ya que se forman dientes, que luego se atrofian. A esta subclase pertenece el orden que posee glándulas mamarias tubulares. Es la más primitiva. Dentro encontramos el orden de los Monotremas, al que pertenece el ornitorrinco.

b) *Subclase terios*: Aquí podemos diferenciar dos infraclases:

1. *Infraclase metaterios*: Son animales vivíparos, aunque con gestación muy reducida (de diez a cuarenta días). Son implantarios o con la placenta muy reducida. El embrión no se desarrolla en el útero, sino en el marsupio o bolsa ventral. Su dentición carece de raíz y son monofiodontos. A esta infraclase pertenece el orden de los marsupiales, como el canguro.

2. *Infraclase euterios*: Son vivíparos placentarios, es decir, que el embrión se desarrolla en el útero materno. Tienen dos denticiones: la de leche y la definitiva. Se diferencia en multitud de órdenes, por lo que se tratará como un punto aparte.

3. Infraclase euterios

a) *Orden Insectívoros*: Es el orden más primitivo de esta infraclase. Comprende a los mamíferos vivos de menor tamaño. Poseen hocico con función táctil. Algunos mamíferos de este orden son el erizo y la musaraña.

b) *Orden Quirópteros*: Es el orden al que pertenecen los murciélagos. Son mamíferos voladores, por lo que las extremidades anteriores se encuentran modificadas en forma de ala. Los dedos de la mano son muy alargados, ya que desempeñan un papel fundamental para tensar la membrana alar o patagio, que es un repliegue cutáneo que se extiende entre las patas, el cuerpo, la cola y se inserta a los lados del dorso. El pulgar, libre, se encuentra provisto de una uña curvada.

Poseen un pie pentadáctilo con uñas muy desarrolladas ya que las necesitan para colgarse de los árboles.

Su pabellón auricular posee muchos pliegues cutáneos. Uno de ellos, llamado trago, es fundamental y se encuentra situado delante del meato auditivo.

Son animales nocturnos. Tienen un sistema de ecolocalización o sonar que les permite localizar objetos e incluso insectos. Emiten ondas en la laringe, por lo que deben volar con la boca abierta. La onda que emiten choca contra el objeto y vuelve. Los que tienen trago reciben ahí la onda que vuelve.

Podemos distinguir dos subórdenes:

1. *Megaquirópteros*: Son de gran tamaño. Son los murciélagos exóticos. Se alimentan de fruta (son frugívoros).

2. *Microquirópteros*: En este grupo se encuentran varias familias:

– Familia Vespertilionidos: comprenden las tres cuartas partes de los murciélagos que viven en Europa, entre ellos el murciélago común. Tienen el trago bien desarrollado.

– Familia Molósidos: En este grupo encontramos el murciélago rabudo, que tiene la cola gruesa y bien

desarrollada.

– Familia Rinolofidos: Carecen de trago, por lo que reciben el radar en los pabellones auditivos. En este grupo se encuentra el murciélago herradura.

c) *Orden Roedores*: Es el grupo más numeroso. Son animales pentadáctilos y plantígrados. Las diferentes familias se clasifican con arreglo al tipo de musculatura masticatoria que poseen. La mandíbula se mueve de adelante a atrás, lo que les facilita el poder roer. Los incisivos están muy desarrollados; tanto que sobresalen fuera de la boca, y crecen continuamente. Con el movimiento que hacen al roer, los incisivos acaban adoptando forma de cincel, es decir, que tienen un corte oblicuo en vez de recto. El roedor más grande es la Capibara, que puede llegar a pesar 30 Kilos.

1. Familia Esciúridos: Ardilla, marmota.

2. Familia Glíridos: Lirón.

3. Familia Ricétidos: Hámster.

4. Familia Múridos: Ratones y ratas.

5. Familia Cávidos: Cobayas.

d) *Orden Lagomorfos*: Comprende a los conejos y las liebres, por lo que NO SE PUEDEN CONFUNDIR CON LOS ROEDORES.

Los movimientos de la mandíbula son anteroposteriores para poder roer y transversales para triturar. Tienen dos denticiones con dos pares de incisivos superiores, aunque los de atrás son muy pequeños. Tienen los dientes cubiertos por esmalte tanto en la cara anterior como en la posterior, mientras que los roedores sólo la tienen en la cara anterior. Se comen las heces, lo que se denomina escatofagia fisiológica (por tanto no es una patología); con ello consiguen que el alimento pase dos veces por el aparato digestivo, de forma que la vitamina B se absorbe mejor. Destaca la familia de los Lepóridos, a la que pertenecen los conejos y las liebres.

e) *Orden Carnívoros*: Son todos placentarios. La biología de la depredación está muy desarrollada en ellos. Encontramos dos subórdenes:

1. Suborden Fisípedos: Son terrestres. Aunque la mayoría son carnívoros, encontramos algunos individuos omnívoros. Tienen un pelaje muy desarrollado. Poseen pelos intermedios, que forman las crines, los collares y los mechones y que son más gruesos. Tienen glándulas sudoríparas, sebáceas y anales. A ambos lados del ano se abre un saco anal tapizado por glándulas de sudor y sebáceas con musculatura de control voluntario denominado bolsa del perfume. La usan para marcar el territorio y como medio de defensa ante otros posibles atacantes. Es el olor que desprenden las mofetas. Podemos distinguir varias familias:

– Familia Mustélidos: Es la familia más importante de la fauna europea. Tienen el cuerpo delgado y flexible con extremidades cortas y piel densa muy apreciada en peletería. Poseen bolsa del perfume. Destacan la nutria (que es el único semiacuático), el tejón, la mofeta, el visón y la garduña.

– Familia Vivérridos: También poseen bolsa del perfume. Es la familia más numerosa de los carnívoros.

– Familia Prociónidos: Es el grupo de los mapaches. Son unos mamíferos parecidos a los osos

– Familia Cánidos: Lobo, zorro, perro, etc.

– Familia Félidos: Gato, tigre, león, etc.

– Familia Úrsidos: Son los carnívoros fisípedos más grandes. A este grupo pertenecen los osos.

2. Suborden Pinnípedos: Son carnívoros altamente especializados para la vida acuática, fundamentalmente marina. Tienen el cuerpo fusiforme y las extremidades transformadas en aletas. Distinguimos tres familias:

– Familia Otárridos: En este grupo encontramos al león marino. Sus aletas posteriores tienen la capacidad de girar hacia delante, lo que permite que anden en posición cuadrúpeda. Tienen pabellón auricular externo y cuatro pares de mamas. Nadan gracias a sus aletas anteriores, ya que las utilizan a modo de remos.

– Familia Odobénidos: Es el grupo de la morsa. Carecen de pabellón auricular externo. Los machos presentan unos grandes caninos superiores que crecen continuamente. Los utilizan en las luchas por el territorio.

– Familia Fócidos: En esta familia encontramos a las focas y a los elefantes marinos, que suelen tener una especie de trompa (de ahí su nombre). También carecen de pabellón auricular externo y tienen las extremidades posteriores muy reducidas, por lo que no pueden andar en posición cuadrúpeda, sino que deben arrastrarse. Tienen de dos a cuatro mamas. Nadan flexionando el tronco.

Tema 23

Mamíferos II

1. Sistemática: Infraclass euterios

a) *Orden Cetáceos*: Es el único orden adaptado para vivir únicamente en el mar. Tienen un cuerpo fusiforme con líneas hidrodinámicas. Su cabeza es más o menos cónica, terminada casi siempre en un hocico puntiagudo denominado pico o rostro.

La región del cuello no está diferenciada, ya que las vértebras se encuentran unidas, siendo la cabeza una prolongación del tronco.

Sus extremidades están adaptadas a su función natatoria; las extremidades anteriores están reducidas y cubiertas de piel, formando la aleta pectoral, que utilizan a modo de remos. Las extremidades posteriores han desaparecido, de forma que el cuerpo se estrecha gradualmente hasta formar la aleta caudal, que les sirve como órgano de propulsión.

Algunos presentan aleta dorsal, que es un repliegue de piel con tejido subcutáneo que se alza a lo largo de la línea media del dorso.

Son animales de piel desnuda, es decir, que carecen de pelo y glándulas.

Tienen una epidermis muy fina, de sólo 3 milímetros, aproximadamente. Debajo, encontramos un panículo adiposo grueso, de unos 13 cm.

Su anatomía interna está adaptada para las grandes inmersiones: El pulmón es rico en tejido elástico y las vías respiratorias y digestivas están separadas para permitirles comer bajo el agua; además, la caja torácica es colapsable para poder soportar la presión y el diafragma es oblicuo, no recto, de forma que los pulmones tienen más espacio.

Carecen de cuerdas vocales; los sonidos que emiten provienen de la laringe.

Tienen una gestación muy larga, que puede durar de 10 a 16 meses. Son los únicos mamíferos que nacen al revés, es decir, que lo último que sale es la cabeza. Esto evita que las crías se ahoguen al nacer, puesto que si saliera primero la cabeza, para cuando quisiera terminar la cría de nacer, ya habría muerto ahogada. De esta forma, la madre puede esperar a que salga la cría e, inmediatamente después, empujarla hacia el exterior para que coja aire.

Las glándulas mamarias se sitúan en unas bolsas abdominales ya que, como carecen de labios, las crías no pueden succionar la leche materna. Sin embargo, sí pueden presionar las bolsas abdominales, haciendo que salga la leche.

El chorro de vapor que vemos es el aire que espiran.

Podemos distinguir dos subórdenes:

1. Suborden Odontocetos: Son homodontos, es decir, que tienen todos los dientes iguales, pero carecen de función masticatoria. Son monofiodontos y carnívoros. Las ramas mandibulares están soldadas. Tienen un solo espiráculo y poseen sistema de ecolocalización. Se distinguen tres familias:

- Familia Fisetéridos: Cachalotes
- Familia Delfínidos: Delfines y orcas. Es la familia más grande.
- Familia Monodóntidos: Tienen la cabeza redondeada y carecen de pico. Es la familia de los belugas, que tienen una cierta movilidad en el cuello, y de los narvales, que se caracterizan por tener un diente que puede llegar a medir tres metros.

2. Suborden Mysticetos: No tienen dientes, sino barbas, es decir, láminas córneas dispuestas en la mandíbula superior una detrás de otra, pudiendo llegar a tener hasta 800 barbas. Estas barbas crecen continuamente. Los animales de este suborden se alimentan de plancton. Las ramas mandibulares están unidas por tejido conjuntivo. Tienen dos espiráculos y carecen de sistema de ecolocalización. Se distinguen dos familias:

- Familia Balénidos: Ballena franca, vasca o negra
- Familia Balenoptéridos: Es la familia vulgarmente llamada de los gigantes, ya que se encuentran animales como la yubarta y el rorcual azul, que puede medir 30 metros y pesar hasta 130 toneladas.

b) Orden Artiodáctilos: Son individuos paridigitígrados. El primer dedo falta y el segundo y el quinto están reducidos. Los metacarpianos y los metatarsianos están soldados formando la caña, excepto en suidos. Son animales ungulígrados, excepto los camélidos. Tienen dos pares de mamas: las inguinales y las abdominales. Podemos distinguir tres subórdenes:

1. Suborden Suiformes: Encontramos dos familias:

- Familia Suidos: Jabalí, cerdo, etc.
- Familia Hipopotámidos: Hipopótamos

2. Suborden Tilópodos

- Familia Camélidos: Camellos, dromedarios, etc.

3. Suborden Rumiantes

- Familia Cérvidos
- Subfamilia Cervinos: Ciervo
- Familia Bóvidos
- Subfamilia Bovinos: Buey, vaca
- Subfamilia Ovinos: Oveja
- Subfamilia Caprinos: Cabra
- Familia Jiráfidos: Jirafa

c) *Orden Perisodáctilos*: Son imparidigitígrados. El tercer dedo está más desarrollado, soportando todo el peso del animal. La extremidad anterior suele tener cuatro dedos y la posterior tres. Son ungulígrados y poseen un único par de mamas: Las inguinales. Encontramos dos subórdenes:

1. Suborden Ceratomorfos

- Familia Tapíridos: Tapir
- Familia Rinoceróntidos: Rinoceronte

2. Suborden Hipomorfos

- Familia Équidos: Caballos, cebras

d) *Orden Primates*: Es el orden más evolucionado, junto con el de los cetáceos. Sus aptitudes psíquicas están muy desarrolladas y sus hemisferios cerebrales son de gran tamaño. Poseen huellas dactilares (dermatoglifos). La mayoría tiene el pulgar oponible, excepto los calitrícidos. Encontramos dos subórdenes:

1. Suborden Prosimios o lemuroideos: La superficie de la piel de estos animales se encuentra desnuda desde la nariz al labio superior. Pueden tener glándulas que segregan mucosas, en cuyo caso recibirán el nombre de estreptorinos. Si carecen de esas glándulas, se llaman haplorinos. Tienen cavidades orbitarias abiertas y uñas planas en todos los dedos menos el segundo, en el que tienen una garra. En los dedos tienen una especie de pelotas con función táctil. Presentan dos pares de mamas. Suelen ser nocturnos y arborícolas.

- Infraorden Lemuriformes

2– Suborden Antropoideos: Son los primates superiores. Tienen cavidades orbitarias cerradas y los ojos desplazados hacia delante. Presentan visión binocular y uñas planas en todos los dedos. Son arborícolas y diurnos.

- Infraorden Platyrrinos: También llamados del Nuevo Mundo. En este grupo encontramos a los titís, los macacos, etc. Presentan un septo nasal ancho, orificios nasales laterales y tres premolares. Su cola es larga y, a veces, prensil.

- Familia Calitrícidos: Tienen 32 dientes, garras, pulgar no oponible y son seres pequeños, ya que pesan menos de 750 gramos. Suelen tener dos crías, siendo el macho quien cuida de ellas. A esta familia pertenecen los titís y los tamarinos.

- Familia Cébidos: Tienen 36 dientes, uñas, dedo oponible y son grandes, ya que pesan más de 750 gramos. Suelen tener una sola cría. Es la familia del mono saimiri y el mono aullador.
- Infraorden Certarrinos: Son los primates del viejo mundo, como el chimpancé, el gorila, etc. Tienen los orificios nasales dirigidos hacia adelante. Poseen dos premolares, septo nasal estrecho y cola corta.
- Familia Cercopitécidos: Es la familia más numerosa de entre los primates. Poseen tuberosidades isquiáticas debajo de la cola que, cuando la hembra está en celo, se hinchan y se ponen rojas. A este grupo pertenecen los cercopitecos, los macacos y los cinocéfalos (mandriles y papiones)
- Familia antropomorfos: A esta familia pertenecen los Hylobátidos (gibones), que tienen las extremidades muy largas, y los póngidos, que se dividen en tres grupos: Pongo (Orangután de Borneo y Sumatra), Pan (chimpancé común y enano) y Gorila de Costa (Guinea) y de Montaña (que está en peligro de extinción)

Tema 24

Sistemática vegetal

1. Diferencias entre el reino animal y el reino vegetal

	Animales	Vegetales
Nutrición	Heterótrofa	Autótrofa
Movimiento	Sí	No, excepto algas flageladas
Crecimiento	Limitado	Ilimitado
Sensibilidad	Sí	No
Pared celular	No	Sí, excepto hongos

2. Sistemática

a) *Historia*: Se pueden diferenciar cuatro etapas:

1. Clasificaciones preliminares: Se extiende desde el siglo IV a. C. Hasta mediados del s. XVIII. Destacan Aristóteles y Teofrasto, que clasificaron los vegetales en cuatro grandes grupos: árboles, arbustos, matas y hierbas.
2. Clasificaciones Linneanas: Siglo XVIII. Linneo clasificó las plantas en 24 clases, una para plantas sin flores y 23 para el resto, clasificándolas por el número de caracteres florales del androceo y del gineceo.
3. Clasificaciones naturales: Jussien. s XVIII.
4. Clasificaciones filogenéticas: Pretenden recoger los datos para establecer las relaciones evolutivas entre los diferentes organismos. Es el actual sistema de clasificación.

b) *Reinos*: Dentro de los vegetales podemos distinguir cuatro reinos:

1. El reino Monera, donde encontramos individuos procariotas, y unicelulares, y que pueden ser autótrofos o heterótrofos, como es el caso de las bacterias.
2. El reino Protocista, compuesto por seres eucariotas, que pueden ser autótrofos o heterótrofos (protozoos y algas), y unicelulares (colonias) o pluricelulares.

3. El reino Fungi: Pueden ser unicelulares o pluricelulares. Son todos heterótrofos y eucariotas, como los hongos.

4. El reino Plantae: Son seres eucariotas, pluricelulares, autótrofos, con pared celular típica, con tejidos y órganos. Es el grupo de las pteridofitas, las briofitas y las espermafitas.

3. Niveles de organización

a) *Nivel Protofitos*: En este nivel encontramos individuos unicelulares aislados, que pueden tener diversas formas:

1. Forma cocoide: Son inmóviles. Poseen pared celular. Son formas desnudas, es decir, que carecen de una pared que les proteja.

2. Forma monadoide: Son móviles, pudiendo tener uno o dos flagelos, y con forma alargada. Están recubiertos por una película flexible.

3. Forma ameboide: Son formas desnudas, pero móviles, ya que poseen pseudópodos. Son poco comunes.

4. Monadoameboide: También son formas desnudas. Tienen flagelos y pseudópodos.

Los cenobios son uniones de células que están entrelazadas por una masa gelatinosa y que pueden crecer, bien en una sola dirección formando filamentos, o en dos, formando planos, e incluso en tres, adoptando formas cúbicas e irregulares.

Los plasmodios son masas de plasma desnudas y plurinucleadas. Son estructuras típicas de hongos mucilaginosos.

b) *Nivel consorcio de agregación*: Son uniones de individuos que no presentan unión congénita de las células que los forman, es decir, que si rompemos el conjunto no dañamos a ninguna célula debido a que no existe especialización, sino que cada una es independiente respecto de las demás. Los nuevos individuos vuelven a unirse al grupo formando el consorcio.

c) *Nivel colonias*: En este caso sí que hay unión congénita entre las células y por lo tanto sí hay especialización, de modo que si rompemos la colonia las células resultan dañadas. A medida que se añaden individuos, se van especializando, de tal forma que algunos actúan como sostén, otros como reproductores, otros asimilando sustancias, etc.

d) *Nivel talofitos*: Está formado por individuos pluricelulares con una forma común filamentosa que puede tener o no polaridad. En caso de que la tenga, pueden formar filamentos simples o ramificados. Estos filamentos se suelen unir formando talos cladomianos, que pueden ser:

1. Macizos: Es la unión de varios talos por una matriz gelatinosa.

2. Laminares: Unión de varios talos por crecimiento lateral multiseriado de los filamentos. Pueden ser:

– Monoestromáticos

– Diestromáticos

3. Tubulares: Unión de varios talos por crecimiento circular.

4. Sifonales: Están formados por uno o varios filamentos en los que han desaparecido los tabiques intercelulares. Los núcleos pueden moverse a lo largo de todo el filamento.

5. Talos suprafilamentosos, pseudotisulares o con tejidos: Son talos macizos, que crecen por la actividad de una o varias células meristomáticas que dan células con distinta función.

e) *Nivel briofitos*: Pueden presentar hojas, como es el caso de las hepáticas, o filamentos, como ocurre con los musgos, es decir, que pueden tener organización foliosa o talosa.

f) *Nivel Cormofitos*: Es el nivel al que pertenecen las plantas terrestres con raíz, tallo y hojas.

4. Tipos de organización

a) *Bacterias*

b) *Algas procariotas*: Es el grupo de las cianofitas y las proclorofitas, que aún no son algas verdes pero que les falta muy poco.

c) *Algas eucariotas*: Son las algas acuáticas, que son fotoautótrofas y pueden ser tanto unicelulares como pluricelulares, con órganos reproductores unicelulares. Pertenecen al nivel talofitas.

d) *Mixofitas*: A este grupo pertenecen los hongos mucilaginosos. Son seres heterótrofos, que se alimentan mediante la ingestión de partículas y que carecen de pared celular. Pertenecen al nivel protofitas.

e) *Hongos*: Son seres heterótrofos, con digestión externa y absorción. Tienen pared celular y organización filamentosa. Pertenecen al nivel talofitas.

f) *Líquenes*: Son asociaciones entre hongos y algas. Pertenecen al nivel talofitas y carecen de importancia veterinaria.

g) *Embriofitas*: Son seres fotoautótrofos. Producen embriones. A este grupo pertenecen las plantas verdes que realizan la fotosíntesis. Se encuentran en el nivel briofitas, donde están los musgos y las hepáticas. A este tipo de organización pertenecen las pteridofitas (helechos, que se encuentran en el nivel de las cormofitas), y las espermatofitas.

Tema 25

Fotosíntesis

1. Introducción

Existen dos grandes grupos de individuos según el tipo de nutrientes que utilizan: Los heterótrofos y los autótrofos, que sintetizan materia orgánica a partir de materia inorgánica. Captan y aprovechan la energía lumínica que desprende el Sol.

La fotosíntesis consiste en la síntesis de una serie de bioelementos, como el C, N, H y O, para transformarlos en materia orgánica. Con la quimiosíntesis también se pasa de moléculas inorgánicas a orgánicas, aunque por otro método.

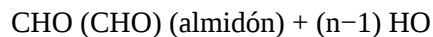
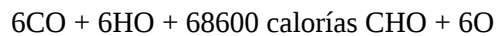
El oxígeno que se desprende de la fotosíntesis procede del agua. El carbono existe en cadenas constantes, debido a que su concentración en la atmósfera aumenta por la respiración, pero disminuye por fenómenos fotosintéticos.

– Hechos básicos:

1. Síntesis de materia orgánica a partir de inorgánica.
2. El oxígeno que se desprende en la fotosíntesis procede de la fotólisis del agua.
3. El fenómeno fotosintético se produce durante el día, ya que por la noche las plantas verdes se comportan como los animales.
4. Los fenómenos fotosintéticos y de respiración se producen simultáneamente durante el día.
5. Es fundamental para la vida.
6. El incremento del peso de los vegetales depende del CO_2 y del H_2O .

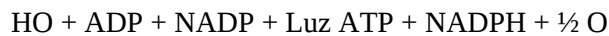
2. Fenómenos fotosintéticos

Anhidrido carbónico + agua + energía lumínica $\rightarrow$ Oxígeno + Materia orgánica



3. Fases o etapas de la fotosíntesis

a) Fase lumínica o fotoquímica: Se da en la membrana tilacoidea:



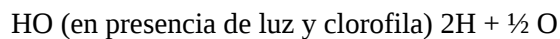
b) Fase oscura o química: Se da en la porción soluble no membranosa del cloroplasto:



a) Fase lumínica:

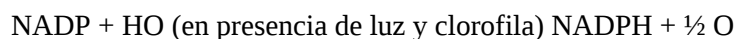
Se dan tres hechos fundamentales:

1. Desprendimiento de O_2 , procedente de la fotosíntesis del agua.



El Oxígeno procedente del agua es el que se libera, y el procedente del Dióxido de Carbono, el que va a formar la nueva molécula de agua. Esto se descubrió utilizando isótopos reactivos del Oxígeno.

2. Reducción de NADP a NADPH:



3. Síntesis de ATP a partir de ADP:

ADP + P (en presencia de luz y clorofila) ATP

Existen dos sistemas pigmentarios, imprescindibles en la fase lumínica de la fotosíntesis:

1. Pigmentado por clorofila I y carotenos.

2. Pigmentado por clorofila I y clorofila II. Unas sustancias llamadas cicobiliproteínas y carotenoides oxidados (xantófila, Violaxantina y Neasantina).

El sistema 1 sólo funciona cuando incide luz de longitud de onda superior a 683 nm, por la existencia de clorofila 700. Cuando incide un fotón con esta longitud de onda, se desplaza un electrón, que aumenta la energía y es captado por la ferredoxina (Fd, aunque para otros autores el aceptor primario es el FRS), que se oxida y transmite una enzima Fd-NADP reductasa.

La clorofila ha quedado oxidada, inactiva, por lo que tiene que recuperar su electrón.

El sistema 2 funciona cuando la longitud de onda es inferior a 673 nm. El electrón es desplazado a la plastoquinona, luego al citocromo B y al citocromo F. Se sintetiza una molécula de ATP y plastocianina, que transmite un electrón al sistema pigmentario 1.

El sistema 2 recupera su electrón por el desprendimiento de electrones y Oxígeno procedentes de la fotólisis del agua.

Cuando sólo funciona uno de los sistemas pigmentarios, la fuente de electrones no existe. El electrón sigue otra ruta y vuelve al sistema pigmentario 1. Se da lugar a la síntesis de dos moléculas de ATP. Es la fosforilación cíclica.

Por tanto, en la fosforilación acíclica funcionan los fotosistemas I y II, se produce la excitación de clorofilas, se reduce el NADP a NADPH, sintetizándose una molécula de ATP. Se produce la fotólisis de agua, se libera Oxígeno, el electrón no regresa al sistema pigmentario I y se da una fijación máxima de Dióxido de Carbono.

En la fosforilación cíclica, sin embargo, sólo funciona el fotosistema I; también se produce la excitación de clorofila, aunque no hay reducción de NADP. Se sintetizan dos moléculas de ATP. No se realiza ni la fotólisis del agua ni la liberación del Oxígeno. El electrón regresa a la clorofila del sistema pigmentario I. Desciende la fijación del Dióxido de Carbono.

b) Fase oscura

Antes se pensaba que la reacción que tenía lugar consistía en la unión del Dióxido de Carbono con el agua para dar formaldehído (CHO) y Oxígeno, de forma que con seis moléculas de CHO se formaba una molécula de Glucosa (CHO). Sin embargo, se ha descubierto que como realmente se da el fenómeno es así:

Ribulosa difosfato Ácido fosfoglicérico

c) Convergencia de las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis:

Ácido fosfoglicérico Aldehído fosfoglicérico

A partir de la glucosa se sintetiza el almidón, que es el primer glúcido que se sintetiza en la fotosíntesis.

Otro fenómeno de gran interés relativo a la fotosíntesis del carbono es el paso de ácido pirúvico a ácido málico y a ácido aspártico, que pasan Dióxido de Carbono a la

ribulosa-1,5-fosfato para que se produzca el ciclo de Calvin.

Tema 26

Asimilación fotosintética de azufre, fósforo y nitrógeno

1. Introducción

El carbono en la atmósfera existe en una pequeña cantidad (0,03%), mientras que el nitrógeno es muy abundante (73%); sin embargo, su asimilación es difícil, ya que se puede encontrar en tres fases: N elemental (sólo lo pueden captar las bacterias), NH y N que integran los nitratos.

2. Antecedentes históricos de la fotosíntesis del N

1. Variación de los nitratos (descienden) y las proteínas (aumentan), en hojas expuestas a la luz (fotoquímico).
2. En la oscuridad ocurre lo mismo, pero en menor cantidad.
3. Fotorreducción de nitratos (NO) a nitritos (NO) en presencia de luz.
4. Reducción afótica de nitritos (NO) a amoníaco (NH).

La síntesis de proteínas, con estos pasos previos, se realiza de la siguiente forma:

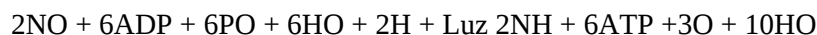
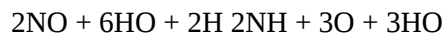
NO

H Ferredoxina NADPH

Cloroplasto

Luz

Hay dos pasos fundamentales: Uno de nitratos a nitritos, y otro de nitritos a amoníaco:



(no nos piden las reacciones, sólo saber los pasos).

En el citoplasma de la célula, el ácido cetoglútamico, que fija el nitrógeno, como consecuencia de la fijación del amoníaco, da lugar al ácido glutámico, que es el primer aminoácido que se origina en la fotosíntesis.

Tenemos el amoníaco en el interior del cloroplasto.

En el ciclo de Krebs se originan:

1. Ácido cetoglútamico, que fija el amoníaco originando el ácido glutámico, que a su vez fija otra molécula de amoníaco y origina un diaminoácido: la D-glutamina.
2. Ácido pirúvico, que capta un radical NH cedido por el ácido glutámico (y se convierte en ácido cetoglútamico). Se origina un aminoácido nuevo: La alanina.

3. Ácido oxalacético, que capta un radical NH, originándose ácido aspártico (otro aminoácido).

De esta forma, por donaciones de radicales de NH, se van a ir formando aminoácidos, hasta un número de 18.

Los dos aminoácidos que faltan por sintetizar, son azufrados, de manera que debe haber una reacción típica capaz de fijar azufre, es decir, una reacción fotosintética del azufre.

3. Asimilación fotosintética del azufre

El azufre se encuentra en el terreno en forma de sulfatos, que llegan por el xilema a las hojas. Es captado por una molécula de ATP, para formar adenosinfosulfato. Captan una molécula de fosfórico para dar fosfoadenosinfosulfato, que es captado por una proteína transportadora, el XS, dando lugar a la proteína transportadora sulfato (XSSOH). Se origina un tiol (XS-SH), que cede dicho radical tiol y se forma cisteína, un aminoácido azufrado, que puede formar un isótopo: la cistina.

En la fotosíntesis se produce un rendimiento:

1. Rendimiento cuántico: Es la luz solar captada por el vegetal: 26%

$$E = h \cdot \nu = c / \lambda$$

Siendo h la cte. universal de Plank, c la velocidad de la luz y λ la longitud de onda.

2. Rendimiento fotosintético: Es la relación entre la energía recibida y la almacenada. Es de un 1%.

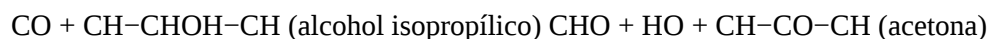
4. Otros tipos de fotosíntesis

En el principio de los tiempos, cuando había poca agua, el fenómeno fotosintético era distinto: Formas primitivas de fotosíntesis, merced a las cuales una serie de bacterias realizan la fotosíntesis, sin producir el fenómeno de la fotólisis del agua. Estas bacterias tienen pigmentos azulados, como ocurre con las cianofíceas.

1. Clorobacteriaceas: $CO + 2HS \rightarrow CHO + 2S + H_2O$ (en presencia de luz y bacterias).

2. Thiorhodaceas: $CO + HS + H_2O \rightarrow CHO + H_2S$ (en presencia de luz y bacterias).

3. Athiorhodaceas:



(En presencia de bacterias).

La fórmula general sería: $nCO + 2nHA \text{ (portador de H)} \rightarrow nCHO + 2nA + H_2O$

5. Factores fundamentales que influyen en la fotosíntesis

a) Externos

1. La iluminación: La luz es imprescindible como fuente de energía. Unos vegetales necesitan una mayor intensidad de luz que otros.

2. Temperatura: Debe ser la adecuada, que varía según el vegetal.

3. Concentración de carbónico: Si aumenta, se incrementa la síntesis de materia orgánica, ya que el carbónico es la fuente de materia orgánica.

4. Humedad: El agua es necesaria como fuente de electrones, excepto en las formas más primitivas.

b) Internos

1. Número de cloroplastos: Cuantos más haya, mayor eficacia fotosintética.

2. Cantidad de clorofila: Ocurre lo mismo que en el caso anterior.

Tanto la fase química como la lumínica se desarrollaron al ir evolucionando el planeta. El ATP y el NADPH no se pueden desarrollar fácilmente, ya que están en cantidades muy pequeñas. Por ello existe un nexo teleológico entre ambas fases.

El 10% de la materia orgánica que se genera procede de las plantas terrestres, y el otro 90%, de las plantas acuáticas.

El carbónico que existe en la atmósfera, por la captación lumínica fotosintética, se renueva cada 300 años. En cambio, el oxígeno tarda 2000 años en renovarse, en condiciones normales. (El hombre puede modificar estas cifras, debido a la emisión de gases, etc.).

6. Bacterias

Obtienen la energía a partir de la oxidación de compuestos nitrogenados. Se pueden dividir en dos grandes grupos, que constituyen los primeros pobladores de la Tierra:

a) Nitrosobacterias: Oxidan el NH a NO.

b) Nitrobacterias: Oxidan el NO a NO₂.

Las sulfobacterias obtienen la energía por oxidación del S y de compuestos sulfurados.

En condiciones aeróbicas, los autótrofos obligados oxidan el HS a SO₄:

$HS + O_2 \rightarrow SO_4 + 41.000 \text{ calorías}$

$S + O_2 \rightarrow SO_4 + 118.000 \text{ calorías}$

En condiciones anaerobias, se emplean los nitratos como agentes oxidantes para la oxidación del S, el HS y el NaSO₃.

Las ferrobacterias oxidan compuestos ferrosos y de manganeso. Así mismo, las hidrogenobacterias o bacterias del hidrógeno, se encargan de oxidar el hidrógeno mediante diferentes agentes oxidantes.

7. Ciclo del nitrógeno

Aminoácidos

Síntesis de aa Degradación de aa

por plantas en animales

NH N NH (fijación de N)

Desnitrificación Nitrificación por

por plantas bacterias del suelo

Nitrato

Tema 27

Algas eucariotas

1. División Pyrrophyta (dinoflagelados)

Son algas unicelulares, marinas, y que pueden formar colonias. Se caracterizan por presentar formas blindadas con una estructura rígida que la rodea denominada teca, formada por unas placas poligonales que encajan unas con otras para darla esa forma blindada. La membrana de la célula, junto con la teca, forman una estructura llamada anfiesma.

Poseen dos flagelos denominados sulco (flagelo liso con dos filas de mastigonemas, responsable del movimiento de avance y que actúa como un timón) y cingulo (flagelo ondulante con una sola fila de mastigonemas, responsable de los movimientos de rotación).

Pueden existir formas desnudas. Cuando las condiciones ambientales son desfavorables, pueden rodearse formando un quiste hasta que mejoren.

Son los principales productores primarios junto con las diacomeas y forman parte fundamental del fitoplancton. Además, son las responsables de las mareas rojas que producen intoxicaciones en los humanos y que se dan cuando hay un crecimiento excesivo de este tipo de algas, que eliminan una serie de toxinas pudiendo acarrear graves consecuencias.

La mayor parte de estas algas no son sintetizadoras, lo que las obliga a vivir como simbios, saprofitas o parásitas con otras especies. Destaca la simbiosis que forman con los corales para dar lugar a los arrecifes.

a) Reproducción

La mayoría de las especies sólo presentan reproducción asexual, que puede darse por bipartición, formación de esporas o esporulación. En las dos primeras, la célula se divide por mitosis especial o dinomitosis (caracterizada porque la separación de las cromátidas se realiza por acción de la membrana perinuclear, es decir, que no se forma huso acromático). A continuación se divide el citoplasma siguiendo un plano oblicuo que pasa justo por la zona donde se originan los flagelos. Una vez finalizada la división, cada célula regenera los flagelos y la parte de la teca que le falta.

En la reproducción por esporulación, dentro de la célula madre y por sucesivas mitosis, se van a formar células hijas idénticas a la madre pero sin teca. En un determinado momento, la célula madre rompe la teca, liberándose al exterior las células hijas, que volverán a formarla.

2. División Heterokontophyta (algas pardas)

Todas las algas pardas van a presentar dos flagelos de distinto tamaño.

a) Clase Bacillariophyceae (diacomeas)

Hay dos tipos morfológicos: Las algas unicelulares cocoides y los cenobios filamentosos en forma de abanico.

Se caracterizan por presentar un caparazón silíceo llamado frústulo, y que está formado por dos valvas: La epivalva o epiteca (valva superior), y la hipovalva o hipoteca (valva inferior).

1. Orden centrales: Reproducción: Pueden presentar tanto reproducción sexual como asexual, éste último tipo se da siempre por bipartición. Lo que se regenera es la hipoteca, por lo que cada vez es más pequeña (dibujo fotocopias). Cuando llega a un tamaño crítico, tiene lugar la reproducción sexual. El ciclo puede durar de dos a cinco años.

Unos individuos actúan como hembras y otros como machos. Se produce una meiosis, que da lugar a oosferas, y luego se dan sucesivas mitosis para formar espermatozoides. Tanto la hipoteca como la epiteca han desaparecido, ya que este tipo de reproducción no puede darse en el interior de una estructura tan rígida.

Aparece un cigoto, diploide, que regenera la hipoteca y la epiteca. A partir de esta nueva célula vuelve a empezar la reproducción asexual, cerrándose el ciclo.

2. Orden pennales: Reproducción: Es muy similar, alcanzándose también un tamaño crítico de la célula. En ese punto se produce una meiosis para formar cuatro núcleos, de los cuales dos degeneran. De las otras dos células, una se queda con la mayor parte del citoplasma. La fecundación se realiza entre una célula con gran cantidad de citoplasma y otra con poco.

3. Importancia biológica: Son los principales productores primarios. Forman parte del fitoplancton. Son responsables de las floraciones (cuando aumentan hasta llegar a un número en que resultan tóxicas, tanto por sus toxinas como por agotar el oxígeno). Forman rocas, con las que se puede fabricar dinamita, pasta de dientes, filtros, pinturas, etc.

b) Clase Phaeophyceae. Orden Laminariales

Forman las grandes algas marinas que se usan para alimentación humana y animal.

Su nombre viene de las grandes láminas que presentan. Están divididas en dos partes: una caulóide, donde están las láminas, y una filóide, donde están las raíces que se unen al suelo. Crecen tanto en longitud como en grosor.

Presentan reproducción sexual. Dentro de las láminas se diferencian unas zonas llamadas soros, que están formados por esporangios (órganos productores de meiosporas) y otras zonas intermedias llamadas paráfisis. Los esporangios dan lugar al gametofito masculino (que produce células espermáticas) y al femenino (que produce oogonios). Las células espermáticas se unen al oogonio y se forma un cigoto que dará lugar a la planta original.

3. División Rhodophyta (algas rojas)

a) Clase Rhodophytæ

1. Subclase Bangiophycidae (Protoflorideas).

2. Subclase Florideophycidae (Florideas).

Las algas rojas son unicelulares y, en su mayor parte, marinas. Se cultivan para consumo humano. Pueden presentar filamentos heterótricos, láminas mono o diestromáticas o talos cladomianos macizos.

Presentan tanto reproducción sexual como asexual. La reproducción sexual recibe el nombre de tricogamia, y consiste en la unión de un gameto masculino (espermacio) con uno femenino, que no es una estructura suelta, sino que está envuelto por una membrana, y que va a formar una especie de cuello de botella llamado tricógina.

En el caso de las protoflóriideas (tricogamia), el espermacio entra por el cuello, se forma un cigoto que sufre mitosis sucesivas para dar lugar a carposporas ($2n$). Cada una genera un esporofito ($2n$), que se une a la concha de un molusco. A partir de este punto el ciclo puede seguir dos caminos: O bien el esporofito forma monoesporas, que vuelven a dar lugar al esporofito, o bien a conchaesporas (n), por medio de la meiosis, que dan lugar a gametofitos. (dibujo fotocopia).

Importancia biológica: Van a servir para hacer medios de cultivo, pinturas, abono y fotografía.

En flóriideas la reproducción es algo diferente, El ciclo recibe el nombre de trigenético. Se forman unas estructuras por mitosis sucesivas, llamadas carposporangios. Estos dan lugar a carposporas ($2n$), que forman una estructura llamada tetraesporofito. Se produce una meiosis, que da lugar a una tetraespora (n), que formará nuevamente el gametofito. (dibujo fotocopia)

Tema 28

Hongos

1. Generalidades

Dentro de los hongos hay especies que tienen interés veterinario porque pueden producir toxinas o ser parásitos. Además, existen ciertos hongos que son comestibles.

Son seres heterótrofos. La mayoría posee pared celular, que suele ser compleja. Esta pared celular varía su composición dependiendo de los grupos, aunque todas tienen como componentes principales la quitina. También pueden encontrarse proteínas, enzimas, lípidos y, recubriéndola, una capa, que es un polímero de la glucosa (celulosa o manosa).

Todos los hongos tienen un aparato vegetativo y uno reproductivo o cuerpo fructífero. El vegetativo suele ser filamentoso, aunque en algunas especies puede ser unicelular. El conjunto se denomina micelio. Cada filamento del micelio se denomina hifa. Las hifas pueden ser septadas o aseptadas.

Todos los hongos parásitos tienen unas formaciones especiales llamadas hausterios. Son células diferenciadas que actúan como órganos de succión. Los filamentos septados tienen un poro a través del cual pueden pasar distintos orgánulos celulares y muchas veces también los núcleos. Esto da lugar a que existan células uninucleadas o binucleadas.

2. Aparato reproductor

Se pueden distinguir tres tipos de hongos dependiendo de como sea su micelio desde el punto de vista reproductivo:

1. Holocárpicos: Transforman todo el micelio en estructura reproductiva.
2. Eucárpicos: Sólo algunas partes se transforman en estructuras reproductivas.
3. Deuterocárpicos: Sólo presentan formas asexuales.

a) Reproducción asexual:

Puede darse por:

- Fragmentación: Se rompe un trozo de micelio que dará lugar a otro nuevo.
- Conirios: Células que se separan de las hifas y dan lugar a un nuevo ser.
- Dormidosporas: Ocurre lo mismo que en los conirios, pero esta vez las células están recubiertas por una pared.
- Gemación o formación de yemas.
- Mitosporas: Esporas producidas por mitosis. Es el tipo de reproducción asexual más común. Las esporas pueden ser exógenas (hacia el exterior) o endógenas (hacia el interior) dentro de un esporangio que, cuando se llena, se rompe y libera las esporas.

Las mitosporas pueden ser inmóviles, denominándose aplanosporas, o pueden moverse mediante flagelos, en cuyo caso reciben el nombre de zoosporas.

b) Reproducción sexual

Los hongos inferiores se caracterizan porque la cariogamia (unión de los núcleos), se da después de que las células se hayan unido para formar un cigoto. En hongos superiores, sin embargo, pasa mucho tiempo desde la unión celular hasta la cariogamia. Como consecuencia, dan lugar a una hifa cuyas células son binucleadas o dicarióticas.

En hongos inferiores se diferencian unos órganos productores de gametos o gametangios. Los hongos superiores carecen de ellos, y por tanto son las hifas las que se unen.

La fecundación en los hongos puede ser por: (cae fijo)

- Isogamia: Unión de dos gametos iguales, ambos móviles (flagelados).
- Anisogamia: Dos gametos de distinto tamaño, ambos móviles.
- Oogamia: Un gameto móvil masculino con uno inmóvil femenino.
- Gametangiogamia: Unión de gametangios.
- Somatogamia: Unión de células o hifas somáticas.
- Espermatización: Unión de un espermacio (gameto masculino que puede ser arrastrado por el aire) con una célula somática de talo compatible.

3. Sistemática (los nombres de la sistemática no entran).

a) División Oomycota

1. Orden Saprolegniales: Tienen un micelio ramificado con hifas sifonales y con rizoides para fijarse al suelo o al sustrato. Van a formar tabiques intercelulares cuando dan lugar a los órganos reproductores.

Presentan tres ciclos distintos de reproducción asexual:

- Monomórfico monoplanético: Partimos de un esporofito ($2n$). Produce un esporangio que dará lugar a una zoospora 1^a . Ésta da lugar a un quiste, que acabará por formar un esporofito.
- Dimórfica diplanética: Tenemos un esporofito a partir del cual se produce un esporangio que dará lugar a la zoospora 1^a . La zoospora se enquistará y más adelante forma una zoospora 2^a , que vuelve a enquistarse y al final genera un esporofito.
- Poliplanético: El camino es el mismo hasta que se forma la segunda zoospora y se enquista. A continuación se vuelve a generar la zoospora 2^a , otro quiste, otra zoospora, etc., hasta que un quiste da lugar a un esporangio, cerrándose el ciclo.

En cuanto a la reproducción sexual, los gametofitos (n) producen gametangios, que dan lugar a cigotas. Éstas generan un esporofito, que puede entrar en cualquiera de los ciclos anteriores o bien puede producir mediante meiosis un gametofito haploide y volver a empezar el ciclo sexual.

b) División Eumycota

1. Subdivisión Zygomycotina: Es el hongo del pan. Se caracteriza por tener hifas aseptadas, que se pueden reproducir asexualmente por mitosporas endógenas, o sexualmente por gametangioogamia. Los gametangios se unen, se forma un gameto $2n$ llamado zigospora, que se divide por meiosis en cuatro partes, de las cuales tres degeneran, quedando una que se multiplica para formar una zigospora adulta, que se rompe y da lugar a (?).

2. Subdivisión Ascomycotina: Sus hifas son septadas. Se reproducen asexual o sexualmente, en cuyo caso podemos diferenciar tres tipos de cuerpos fructíferos: El cleistotecio (Es una especie de bolsa con una serie de apéndices), el apotecio (Tiene forma de copa. En su interior hay células reproductivas y de sostén) y el peritecio (Bolsa con un orificio por el que van a salir las esporas. Es el caso de los pedos de lobo).

- Clase Ascomycetes
- Subclase Plectomycetidae
- Orden Eurotiales

a) Género *Penicillium*

b) Género *Aspergillus*

- Subclase Hymenoascomycetidae
- Orden Clavicipitales: Es un hongo parásito. A este orden pertenece el cornezuelo de centeno, parásito de cebada, centeno, trigo, etc. Produce LSD y una enfermedad llamada ergotismo, que puede ser mortal. No suele aparecer en seres humanos, pero sí es frecuente en animales que consumen centeno salvaje.
- Orden Tuberales: A este grupo pertenecen las setas comestibles más caras: Las trufas. Viven bajo tierra asociadas a raíces de arbustos y árboles como los nogales, los robles, etc. Existen trufas naturales y artificiales.

3. Subdivisión Basidiomycotina: Es el grupo de las setas comestibles. La parte sexual o cuerpo fructífero es el de la seta, que tiene basidios, en cuyo interior se encuentran las basidiosporas. El hongo está debajo.

Las royas y los carbones son setas parásitas que no forman cuerpo fructífero.

- Clase Basidiomycetes
- Subclase Heterobasidiomycetes
- Subclase Homobasidiomycetes.

Tema 29

Gimnospermas

1. Introducción

Las gimnospermas son plantas que presentan la semilla desnuda, es decir, que carecen de flor como tal.

Se pueden dividir en cuatro grupos: Las Cicadaceas, Ginkgo, Gnetophyta y Coniferophyta, que es la más importante.

El grupo de las coníferas comprende nueve familias y unas 500 especies. Por ejemplo, la familia Pinaceae (pinos, abetos, abetos americanos, cedros, etc.), la familia Cupressaceae, que comprende enebros, cipreses y falsos cedros, la familia Taxaceae, a la que pertenecen las secuoyas, que llegan a medir 112 metros, y la familia Taxaceae, en la que se encuentra el género *Taxus*.

Tienen interés biológico por la producción de madera, aceites, productos farmacéuticos, reforestación, etc.

El grupo de las Cicadaceae se caracteriza por su semejanza con las pteridofitas (helechos). Es el grupo menos evolucionado. El más evolucionado es el grupo Gnetophyta.

2. Ciclo biológico de las coníferas: El pino

Las gimnospermas tienen la semilla desnuda, por lo que carecen de ovario. El cono o estróbilos va a producir el gametofito masculino. En el cono hay una serie de escamas leñosas o microesporófilos, donde existe una estructura llamada microesporangio, en la que se van a producir los granos de polen, y que se encuentra en número de dos.

Los microesporositos van a dar lugar, por meiosis, a cuatro microsporas (n), que son células polínicas. Las microsporas siguen teniendo divisiones meióticas. Al final maduran para dar lugar al grano de polen, que es una estructura pluricelular y que se va a alojar en el microesporangio.

En las divisiones meióticas aparecen dos células degenerativas y una célula anteridial que genera una célula espermatófora y peduncular. La célula vegetativa, responsable del desarrollo del tubo polínico, se sigue dividiendo hasta generar el grano de polen.

La célula espermatógena, por mitosis, va a producir dos células espermáticas. De ellas, sólo una es funcional.

La estructura que protege al grano de polen se denomina esporoderma. Tiene una capa externa llamada extina, y otra interna o intina. El grano de polen también puede presentar una especie de alas.

El grano de polen totalmente desarrollado recibe el nombre de gametofito.

El cono femenino, estróbilos o piña, está constituido por una serie de escamas leñosas llamadas

macroesporofilos o megaesporofilos. Dentro de ellos nos encontramos con dos óvulos. Tiene una sola célula: La célula madre de las megasporas.

El megasporofito sufre una meiosis y da lugar a cuatro megasporas, de las que sólo una es funcional, y por tanto las otras tres degeneran.

La megaspora está rodeada por una serie de células con función protectora, que producen el integumento o entegumento. Éste llega a desarrollarse desde el borde apical, formando el micropilo, que es muy importante dado que al liberarse los granos de polen y ser captados por la escama leñosa deben entrar por él. La mucela segrega una sustancia para que los granos de polen no se vayan y se cierra el micropilo. el proceso de desarrollo, hasta llegar a la fecundación, dura alrededor de un año.

El cono masculino siempre está en la parte más baja del árbol.

El arquegonio es un ovario rudimentario.

Toda la megaspora evoluciona igual que el grano de polen (11 mitosis) y se forman los dos arquegonios, rodeados de células exteriores y una que va a ser fecundada: la ovocélula.

Cuando penetra el grano de polen, se produce la fecundación con la ovocélula. La dos células espermáticas son inmóviles.

Antes de formarse el embrión, aparece un proembrión, que tras una serie de divisiones longitudinales y transversales, genera un grupo de células.

El gametofito femenino es la megaspora con sus arquegonios y con capacidad de reproducción.

El embrión se puede dividir en varias partes:

- Cotiledones.
- Radícula: Esbozo de la raíz.
- Epicotilo o hipocotilo: Corresponden al tallo.
- Gémula.
- Glúmula: Yema

El embrión está protegido por la testa, que forma parte del tegumento.

Desde la fecundación hasta que se produce la semilla pasa otro año. Además la semilla puede encontrarse dentro de la piña durante seis años. Esta etapa se conoce como periodo de latencia. Una vez pasado este tiempo, la semilla cae al suelo y se desarrolla.

Tema 30

Angiospermas

1. Introducción

Es el grupo más importante y el que aparece en la escala evolutiva en último lugar. Tienen flores (órganos

donde se da la reproducción sexual). Las flores se han adaptado a los distintos vectores de polinización: animales, como insectos y aves.

Se utilizan como alimento y para la obtención de productos como maderas y fibras.

2. La flor

Es el órgano donde se va a producir la reproducción sexual, la meiosis y la fecundación.

El ciclo completo comprende una serie de fases:

- Formación de células reproductoras especiales resultantes de una meiosis.
- Polinización.
- Fecundación.
- Formación de frutos y semillas.
- Dispersión de frutos y semillas.
- Germinación de la semilla.

La semilla va a concluir este ciclo y el embrión que se encuentra dentro de ella será el responsable de la formación del nuevo individuo, que volverá a empezar el ciclo.

La flor se compone de cuatro verticilos: los sépalos (que envuelven a las otras estructuras, son de color verde y forman el cáliz), los pétalos (que son las hojas coloreadas y que forman la corola junto con los sépalos), los estambres y uno o varios carpelos, que forman la parte femenina de la flor.

Los estambres, que son la parte femenina de la flor, están formados por unos filamentos que sostienen a las anteras, siendo las responsables de la formación del polen. Al conjunto se le denomina androceo.

El gineceo consta de tres estructuras: Una parte ensanchada en su base (ovario), unos filamentos finos (estilos) y, en la parte superior, unidos al estilo, los estigmas.

Según si están los cuatro verticilos o falta alguno, se distinguen flores completas e incompletas. Se denominan flores perfectas aquellas que presentan estambres y pistilos, e imperfectas si carecen de alguno de ellos.

a) Androceo

Los estambres constan de anteras, que están formadas por la unión de cuatro sacos polínicos. En las primeras fases de la maduración, éstos presentan un conjunto de células que están en proceso de división y se denominan microesporocitos. Cada uno de ellos va a sufrir una meiosis y va a dar lugar a la formación de cuatro microsporas (n). Cada una de ellas se va a dividir por mitosis para dar lugar a la formación del grano de polen, que presenta dos células. La célula tubo y la célula generatriz. La función de este gametofito masculino es la formación de los núcleos espermáticos, que serán los responsables de la fecundación.

Una vez maduro el grano de polen, las anteras se abren, salen al exterior y cuando encuentran estigmas compatibles se da la polinización.

b) Gineceo

Los tejidos del ovario donde se unen los óvulos reciben el nombre de placentas, y la forma en que se distribuyen dentro del ovario, placentación. El óvulo es la estructura que se transforma en la semilla y que surge como una masa de células en forma de cúpula sobre la placenta. De este conjunto de células, las más externas van a formar una o dos capas protectoras denominadas integumentos. Por otro lado, una de las células más internas de esa masa se va a diferenciar en el megasporocito o célula madre de la megaspora, que va a crecer y se va a preparar para la meiosis. Los integumentos no van a rodear completamente al megasporocito, sino que van a dejar una abertura llamada micropilo.

Por otro lado, toda la zona que rodea al megasporocito se llama nucela.

A partir de aquí se forma el saco embrionario, cuando se produce la meiosis del megasporocito. Como consecuencia, se forman dentro de la nucela cuatro megasporas. De ellas, tres suelen degenerar (las que están más cerca del micropilo). La otra, alejada, aumenta de tamaño y se desarrolla en un saco embrionario maduro. Primero sufre tres mitosis consecutivas dando lugar a la formación de ocho células que van a emigrar de cuatro en cuatro a los extremos del saco embrionario.

Las ocho células se diferencian de la siguiente manera: En la parte inferior, una migra hacia el centro y la parte superior otra también, dando lugar a la célula madre del endospermo, que presenta dos núcleos polares resultantes de la migración de las células.

De las tres células que quedan abajo, una forma la célula huevo y las otras dos forman sinérgidas. Las tres células de la parte superior forman las células antípodas.

El resultado va a ser una planta haploide de siete células y ocho núcleos que ya está preparada para la fecundación.

3. Fecundación

Los granos de polen, al llegar a los estigmas, forman los tubos polínicos, que bajan por el estilo hasta llegar a un óvulo. Mientras crece el tubo polínico, la célula generatriz se divide por mitosis y da lugar a la formación de dos células espermáticas. Cuando el tubo polínico llega hasta el óvulo, penetra por el micropilo, entra al saco embrionario y se aproxima tanto a la célula huevo como a las células madre del endospermo.

Obtenemos dos estructuras: El cigoto (unión con la célula huevo), y la célula endospermática primaria, que será la que luego sirva de reserva alimenticia de la semilla.

Tanto las antípodas como las sinérgidas van a degenerar, de modo que ya tenemos la estructura que dará lugar a la semilla y al fruto.

La semilla es el óvulo fecundado y maduro, y el fruto, el ovario fecundado y maduro.

4. Sistemática

Encontramos dos grandes grupos:

a) *Dicotyledoneas*

Las nervaduras de sus hojas son paralelas. Las familias de interés veterinario son:

- F. Brassicaceae: Alimentación.
- F. Lamiaceae: Obtención de aceites esenciales.

- F. Malvaceae: Importancia económica.
- F. Rosaceae: Mayoría de los árboles frutales.
- F. Solanaceae: Alimentación. También tóxicas y medicinales.
- F. Fabaceae (leguminosas): Alimentación de personas y animales.

Se produce una simbiosis entre las raíces y las bacterias nitrificantes.

- F. Cucurbitaceae: Alimentación.
- F. Asteraceae: Alimentación.

b) Monocotiledoneas

Tienen nervaduras reticuladas. Se encuentran formando trímeros o múltiplos de tres.

- F. Liliaceae: Alimentación y ornamentación.
- F. Poaceae (gramíneas): Alimentación humana y animal.

4°C

4°C

19°C