

Modelos adaptativos en Zoología (Manual de prácticas)

8. Alimentación

Juan Pérez Zaballos. Ana García Moreno. Sergio Pérez González.

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Ciencias Biológicas.
Universidad Complutense de Madrid. c/ José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid.
zaballos@bio.ucm.es agmoreno@bio.ucm.es unlobogris@gmail.com

Resumen: Se explican adaptaciones y técnicas de alimentación de fluidos y sólidos en diferentes grupos de animales. Se adjuntan datos y figuras para poder comprobar algunos de estos tipos de alimentación en laboratorio.

Palabras clave: Alimentación. Fluidófagos. Micrófagos. Macrófagos.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es un proceso complejo al que los animales dedican gran parte de su tiempo, necesaria para sobrevivir y reproducirse. Todo lo que puede ser comido tiene un animal que se lo come, por lo que existen una enorme diversidad de sistemas y formas de alimentación. Los animales pican, mastican, muerden, exprimen, raen, ramonean, desmenuzan, raspan, filtran, engloban, succionan y absorben una increíble variedad de alimentos. Especies próximas pueden tener sistemas diferentes para evitar la competencia, como los tiburones (carnívoros y filtradores) o especies, incluso filos lejanos, pueden tener sistemas parecidos (convergencia) para la explotación de los mismos recursos (mariposas y colibríes). También puede ocurrir que un mismo animal presente diferentes tipos de alimentación en su ciclo vital: mariposas y orugas, mamíferos lactantes y adultos, etc.

Los animales pueden clasificarse según la naturaleza del alimento: **fitófagos** (herbívoros, frugívoros, etc.), **zoófagos** (carnívoros, insectívoros, etc), **saprófagos** (coprófagos, carroñeros, detritívoros y xilófagos), **polífagos** u **omnívoros**: (se alimentan indistintamente de materia animal, vegetal o mixta), **parásitos** (endo y ectoparásitos).

Nosotros vamos a seguir otro criterio, el que hace referencia a sus **características físicas** básicas.

- **Naturaleza fluida**

Fluidófagos. Alimentos líquidos, especializado.

- **Naturaleza sólida**

- ✓ **Micrófagos.** Alimentos sólidos pequeños o incluso microscópicos.
- ✓ **Macrófagos.** Alimentos sólidos grandes.

El estudio de la alimentación puede tratarse desde varios puntos de vista, pero en esta práctica vamos a tratar de las estructuras que sirven para coger, seleccionar o preparar el alimento en primera instancia (aparatos bucales, estructuras filtradoras, trituradoras, etc.).

En esta práctica veremos, en primer lugar, un documental (DVD, 2000 o 2004) que repasa diferentes modos de alimentación en varios grupos animales, atendiendo a diferentes tipos de alimentos (hojas, néctares, semillas, etc.).

Posteriormente veremos en el laboratorio diferentes estructuras según la naturaleza física del alimento.

ALIMENTACIÓN DE FLUIDOS

Algunos animales, debido a diversas adaptaciones a la vida parasitaria, y algunos de vida libre, presentan una dieta completamente líquida. La alimentación de fluidos no es un mecanismo primario, sino que proviene de diversas especializaciones secundarias en los diferentes grupos que se alimentan de esta manera.

Podemos señalar algunas adaptaciones comunes: todos necesitan un **órgano de bombeo**: labios suctores, faringes musculosas, etc. Es frecuente la existencia de **dos conductos** o un conducto **doble**. Si hay conducto doble, el bombeo es para meter, la salida del líquido es pasiva por presión, bien sea savia o sangre. Los animales que se alimentan de fluidos tienen una gran importancia como vectores de enfermedades por su acceso directo al medio interno.

Lamer

Si los fluidos están libres, pueden lamerse directamente (colibríes, moscas, abejas), pero si no están libres tiene que haber un mecanismo hiriente que permita el acceso a los líquidos internos (lampreas y mixines, murciélagos vampiros, p. e.).

- **Lampreas y mixines**

Usan bocas en forma de raspa y lengua con dientes para hacer grandes heridas circulares en sus huéspedes (Fig. 1). Se alimentan de la sangre que brota en esas heridas.



Figura 1. Detalle de la boca de una lamprea (*Petromyzon marinus* L.).

- **Murciélagos vampiros.** Usan sus dientes para hacer heridas punzantes en el ganado y lamer la sangre que rezuma. La saliva de estos murciélagos contiene un anticoagulante y un analgésico que evita las molestias de los efectos del corte.
- **Colibríes.** Lengua enrollada en tubo (Fig. 2).

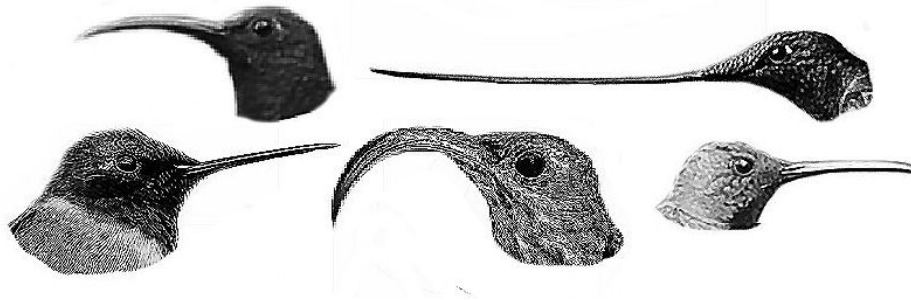


Figura 2. Detalle de algunos picos de colibríes.

- **Abejas (himenópteros).** Glosa o lengua (Fig. 3 A).

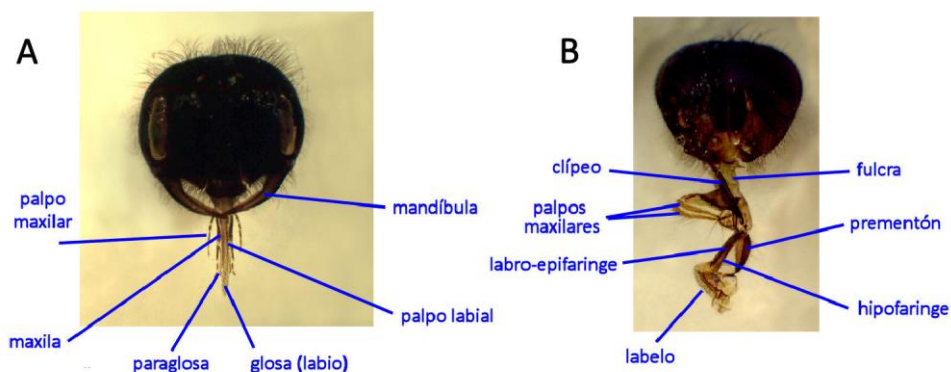


Figura 3. A. Detalle del aparato bucal de una abeja (vista posterior). B. Detalle del aparato bucal de una mosca (vista posterior de la cabeza y lateral del aparato bucal).

- **Moscas (dípteros).** Trompa o flabellum (Fig. 3 B).

Picar y succionar

Los insectos chupadores poseen, generalmente, finas estructuras chupadoras en la boca, bajo la forma de una probóscide. A menudo, las dos maxilas están modeladas de forma que constituyen dos canales que discurren hasta la punta de la probóscide. Uno de éstos, el canal dorsal, constituye el pasaje para la sangre o la savia chupada del hospedador. El otro, el canal ventral, lleva la saliva, que contiene anticoagulantes o enzimas procedentes de las glándulas salivales hasta el hospedador. La succión tiene lugar por la acción de una faringe muscular. Tras la alimentación, la mayor parte de los insectos pueden replegar la probóscide de forma que queda escondida.

- **Tábanos (dípteros).** Hipofaringe (Fig. 4 A), corta con las maxilas (no visibles en Fig. 4 A).

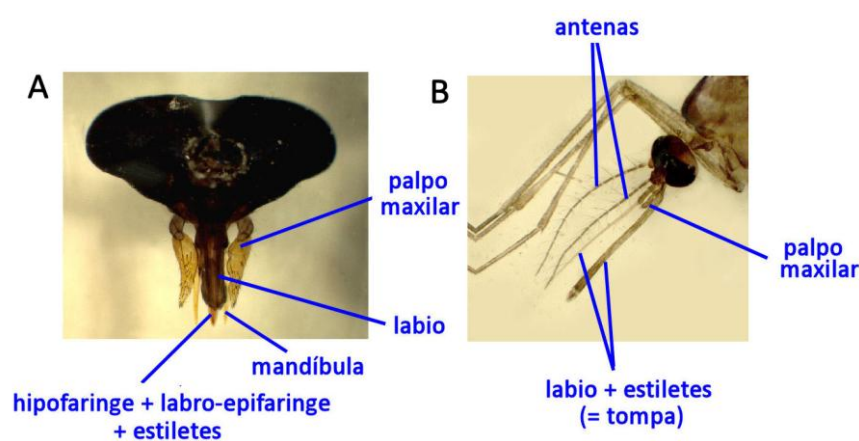


Figura 4. A. Detalle del aparato bucal de un tábano (vista posterior). B. Detalle del aparato bucal de un mosquito (Vista lateral).

- **Mosquitos (dípteros nematóceros)** (Fig. 4 B).
- **Chinches y pulgones (hemípteros)** (Fig. 5 A).

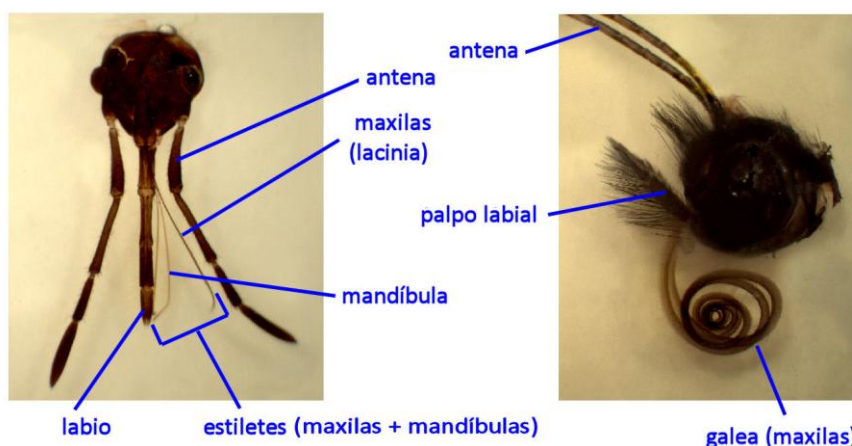


Figura 5. A. Detalle del aparato bucal de un chinche (vista frontal). B. Detalle del aparato bucal de una mariposa (vista lateral).

- **Mariposas.** Maxilas modificadas. Néctar de flores (Fig. 5 B).
- **Sanguijuelas (anélidos hirudíneos).** Con tres mandíbulas en la cavidad bucal, presentan glándulas que secretan **hirudina**. De hecho, los anticoagulantes de las sanguijuelas se han aislado químicamente y se usan en clínica. Las propias sanguijuelas todavía se usan con propósitos medicinales para reducir la hinchazón, al eliminar los fluidos extracelulares, tras diversas formas de cirugía (Fig. 6).

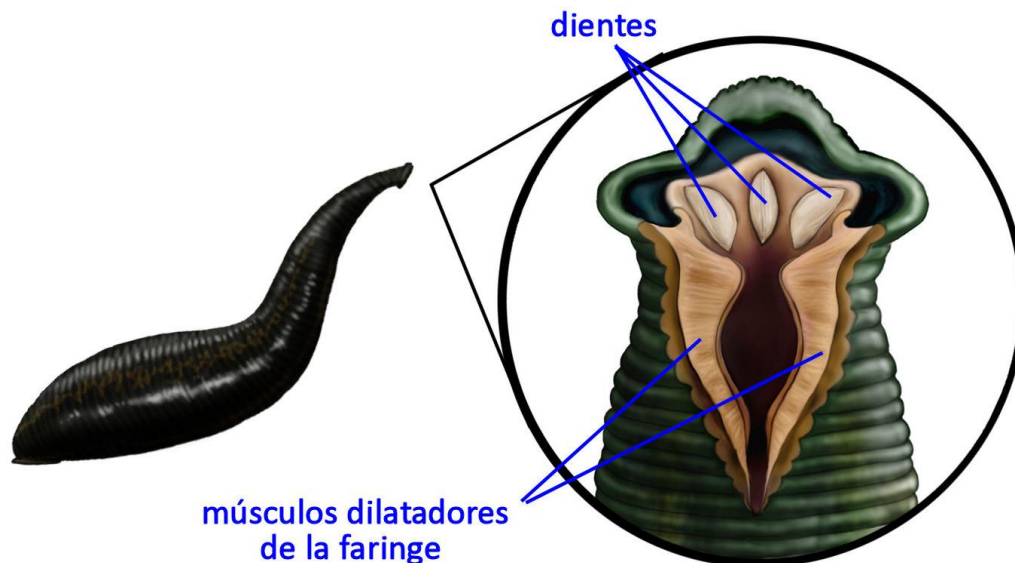


Figura 6. Las sanguijuelas son hematófagas . Cortan con las mandíbulas y succionan bombeando con los músculos dilatadores de la faringe.

ALIMENTACIÓN MICROFÁGICA

Los micrófagos son aquellos animales que se alimentan a base de pequeñas partículas, bien por algún proceso previo de trituración o parcelación, practicada por ellos mismos, o por la misma naturaleza del alimento.

Filtradores y detritívoros

Se alimentan de las partículas que tiene el agua en suspensión: “lluvia” de detritus. Este sistema es posible por la viscosidad del agua, en tierra no funciona. Cuando el alimento es “capturado” antes de caer al fondo, son animales **filtradores** o **suspensívoros**, pero cuando se toma después de caer, se habla de animales **detritívoros**. En general, este tipo de alimentación lleva implícito la creación de corrientes o aprovechamiento de las marismas, y la captura y el movimiento del alimento a base de cilios con moco en algunos (*Sabella* p. e., Fig. 7 A), con apéndices con sedas en otros (percebes, Fig. 7 B) o con láminas de queratina en forma de cepillo (barbas) en las ballenas (Fig. 7 C).

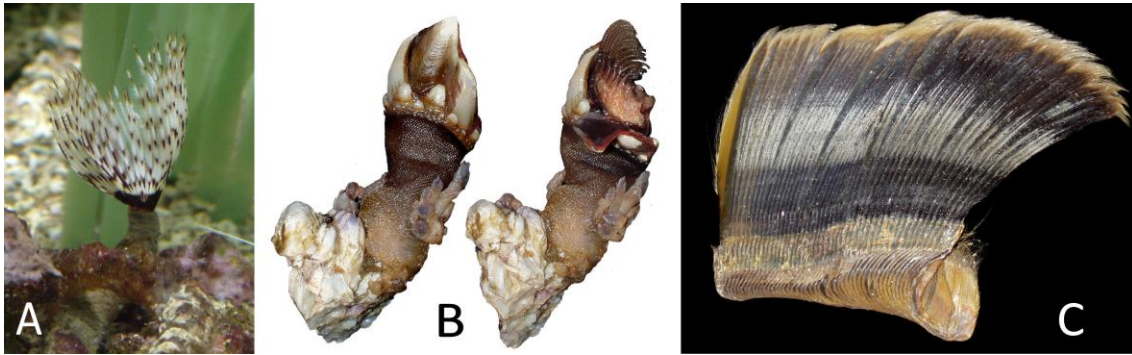


Figura 7. Animales filtradores: A. Poliqueto *Sabella*. B. Crustáceo percebe con el capítulo abierto. C. Barbas de ballena.

- ***Arenicola***. Detritívoro en profundidad, es decir traga el sustrato con los detritus y expulsa el sustrato (Fig. 8)



Figura 8. *Arenicola* retiene los detritus cuando traga el sustrato.

- ***Cirratulus* – *Amphitrite***. Detritívoro en superficie, es decir, extienden sus numerosos cirros ciliados y retiene los detritus con muco transportándolos a la boca (Fig. 9).

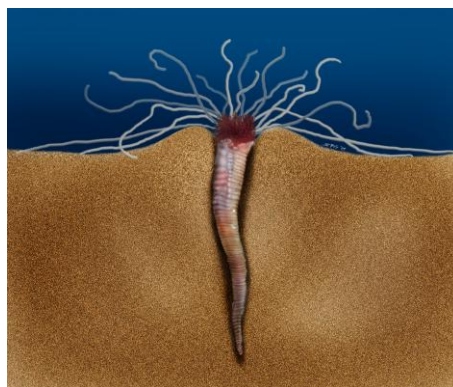


Figura 9. *Amphitrite* coge el alimento de los detritus que hay en la superficie del sustrato.

- ***Lanice conchilega***. Albañil de la arena, con sus tentáculos fabrica una estructura en abanico o ramificada con la que captura partículas en suspensión (Fig. 10).

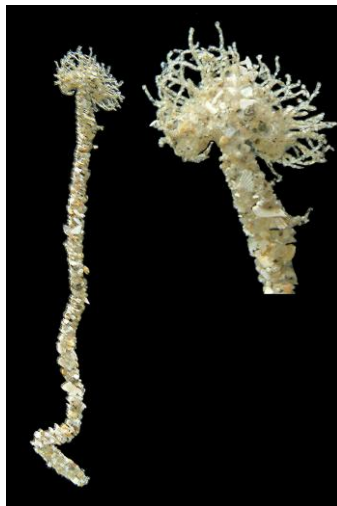


Figura 10. *Lanice* forma una estructura en abanico con la que captura las partículas que el agua lleva en suspensión.

Ramoneadores o pacedores

Presentan mecanismos muy primitivos con una superficie rasposa o “lengua”, que funciona como una lija, y va soltando pequeños trozos de alimento: algas o vegetales.

- **Rádula de moluscos**. Cinta continua de dientes que funciona en agua y en tierra; es convergente con la lengua de las lampreas. En los opistobranquios la rádula perfora el alga célula a célula.

Práctica: extraer la rádula de un caracol de huerta *Helix* y observar al esteromicroscopio (Fig. 11).

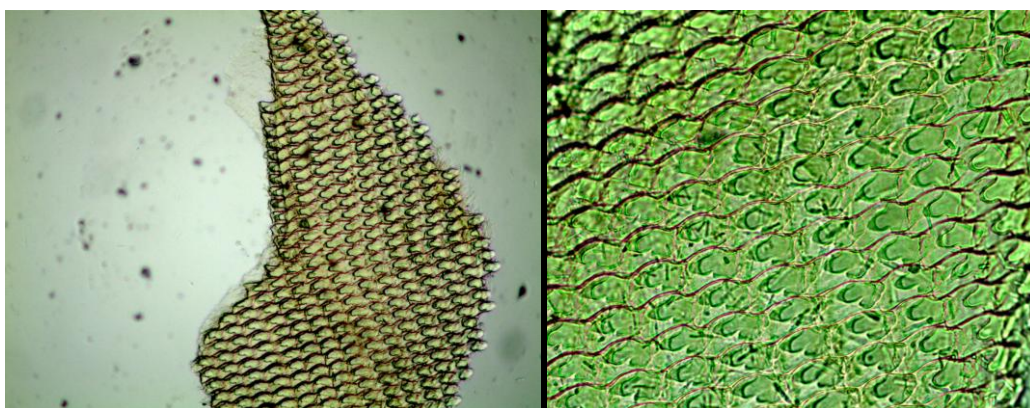


Figura 11. Rádula de caracol.

- **Linterna de Aristóteles** en erizos de mar. Presenta cinco dientes de crecimiento continuo, que son movidos por un complicado mecanismo de palancas que mantienen la simetría pentarradiada (Fig. 12)

Práctica: observar su posición natural en un erizo abierto, y la posición y nomenclatura de sus partes.

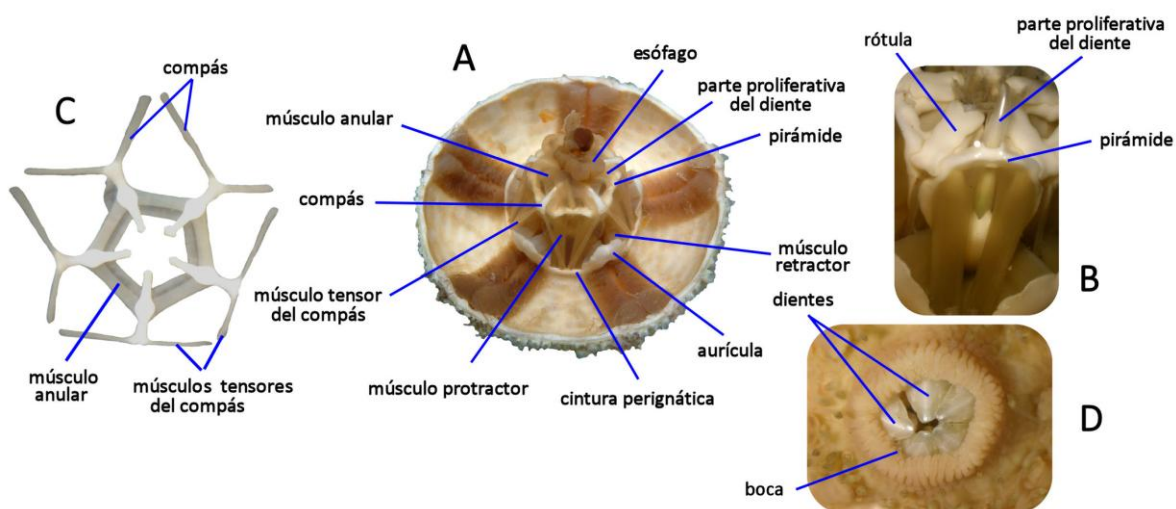


Figura 12. Los erizos de mar ramonean las algas gracias a una compleja estructura llamada la Linterna de Aristóteles. A. Vista general de la linterna dentro del erizo. B. Detalle de la rótula y la pirámide. C. Detalle de los compases y músculos asociados. D. Vista de los dientes sobresaliendo por la boca.

ALIMENTACIÓN MACROFÁGICA

El primer objetivo es capturar el alimento y llevarlo a la boca: con el vegetal no hay problema, pero con el animal si, ya que intenta escapar. Esto conlleva la necesidad de inmovilizar a la presa. La inmovilización puede realizarse de dos formas:

- **Mecánica.** Sujetando la presa, bien **fuera de la boca** con el uso de extremidades (quelas, tentáculos, etc), lo que nos ofrece frecuentes convergencias en quelas y subquelas de artrópodos (mantis, squilla) (escorpión, cangrejo) p.e.; o bien **dentro de la boca**, con dientes dirigidos hacia atrás, con denticiones deciduas (polifiodontos) como en peces (tiburones), anfibios (dientes vomerianos) o reptiles (lagartos, serpientes: muy especializados, con dos ángulos de ajuste).
- **Química.** Usan toxinas para dominar la presa o defenderse de los depredadores (serpientes, escorpiones, arañas, escolopendras, p. e.).

Mandíbulas de insectos

Dentro de la enorme diversidad de los insectos, vamos a ver dos tipos básicos de mandíbulas adaptadas a la alimentación macrofágica.

- **Saltamontes.** Es un animal herbívoro que utiliza sus mandíbulas para cortar en primera instancia y triturar el alimento (Fig. 13).

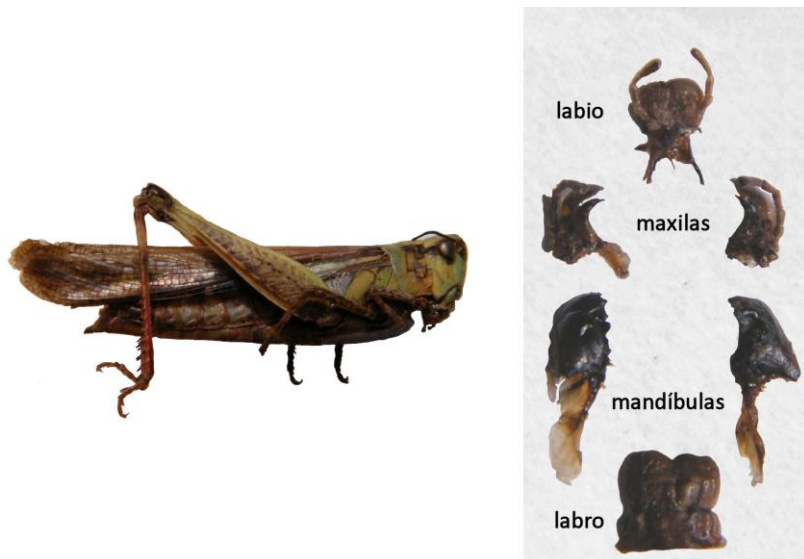


Figura 13. Detalle del aparato bucal de un saltamontes (herbívoro).

- **Carabus.** Es un activo cazador de insectos, por lo tanto carnívoro. Sus mandíbulas presentan grandes dientes con los que sujetar la presa en primera instancia y luego desgarrarla (Fig. 14).

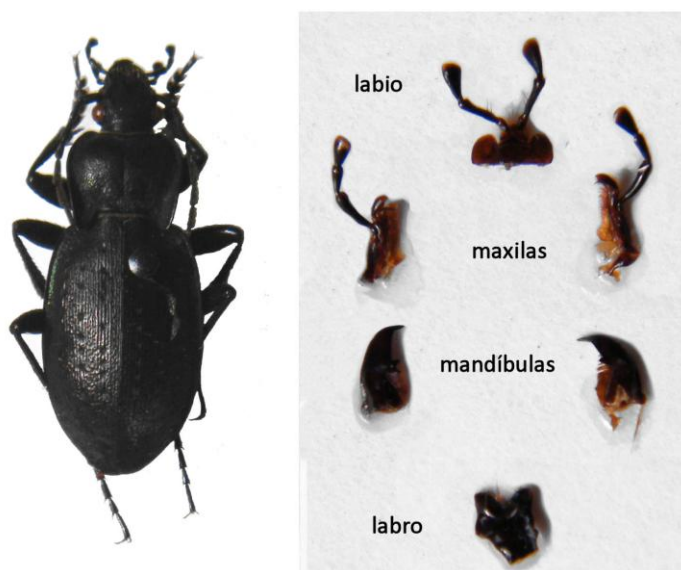


Figura 14. Detalle de las piezas bucales de un coleóptero carnívoro.

Picos de aves

Los diferentes tipos de picos de aves nos dan una idea de la gran capacidad de adaptación de estos animales para explotar diferentes tipos de alimento (Fig. 15).

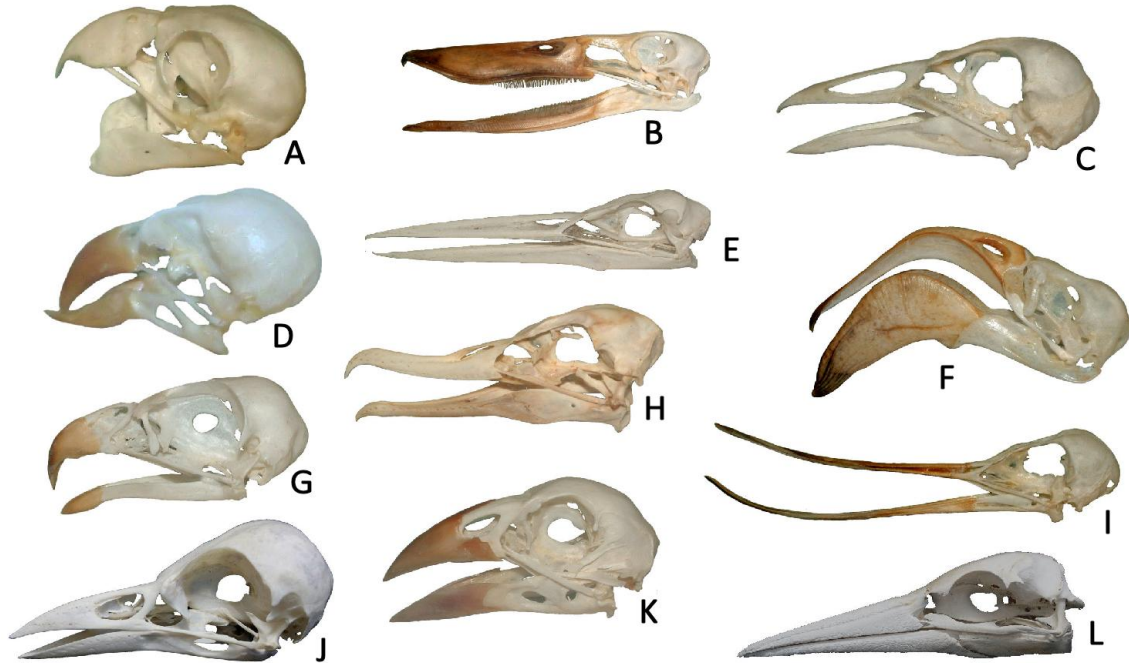


Figura 15. Ejemplos de picos de aves en función de su tipo de alimentación. A. *Agapornis personata* (frugívoro psitaciforme). B. *Anas clypeata* (omnívoro lameliforme filtrador). C. *Fulica atra* (herbívoro indiferenciado). D. *Loxia curvirostra* (granívoro semillas de coníferas cruzado). E. *Ardea cinerea* (ictiófago cultirrostro). F. *Phoenicorais minor* (macroplankton lameliforme filtrador). G. *Milvus milvus* (apresador necrófago). H. *Calonectris diomedea* (ictiófago ganchudo). I. *Recurvirostra avosetta* (recurvado filtrador). J. *Pica pica* (omnívoro corvuno). K. *Porphyrio porphyrio* (tallos vegetación palustre cortador). L. *Morus bassarus* (ictiófago).

Dentición de mamíferos

Los dientes, quizás más que cualquier otra característica física, revelan el estilo de vida de un mamífero: su dieta, su edad, su forma de alimentarse, etc. Todos los mamíferos tienen dientes, con excepción de algunas ballenas, los monotremas y los osos hormigueros, y sus modificaciones están íntimamente relacionadas con lo que come el animal. Los dientes de los mamíferos son **tecodontos** (Fig. 16). Esto implica que cada diente está formado por una parte visible (**corona**) y otra oculta (una o varias **raíces**) que se inserta en alvéolos del premaxilar, maxilar o dentario, y se mantiene sujeto por ligamentos periodontales. Se observan tres tejidos: **dentina**, **esmalte** (cubre a la dentina en la corona) y **cemento** (cubre a la dentina en la raíz).

A diferencia de la dentición uniforme, **homodonta**, de los reptiles, los dientes de los mamíferos se modifican para realizar funciones específicas, como cortar, masticar, sujetar, desgarrar, triturar, etc. La dentición resultante, de piezas diferenciadas entre sí, se denomina **heterodonta**. Además, es típico de los mamíferos la dentición

difiodonta, esto es, con dos juegos de dientes: uno caduco (“de leche”), y otro definitivo, que reemplaza al anterior. También se distingue entre dientes **braquidontos** (dejan de crecer al alcanzar cierto tamaño, sufren poco desgaste y su corona es baja) e **hipsodontos** (crecimiento continuo, corona alta, difícilmente diferenciable de la raíz y sometidos a un gran desgaste).

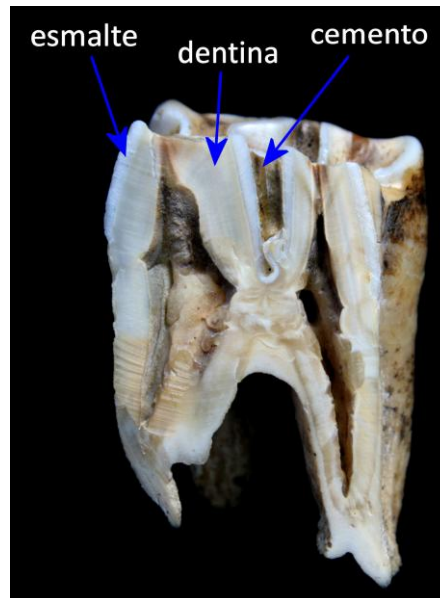


Figura 16. Estructura del diente tecodonto y selenodonto de una vaca.

En la dentición de los mamíferos se distinguen cuatro tipos de dientes (Fig. 17).

- **Incisivos.** De coronas simples y extremos ligeramente afilados, están especializados para morder o mordisquear.
- **Caninos.** De coronas largas y cónicas, se usan para perforar y desgarrar.
- **Premolares.** De coronas comprimidas y una o dos cúspides, están diseñados para cortar y rebanar.
- **Molares.** De coronas complejas y una disposición variable de cúspides, son los dientes especializados para la trituración y la masticación. Presentan varias raíces. Se reconocen varios tipos de molares (Fig. 18): **bunodontos** (corona tetracuspíada, cúspides romas, en omnívoros como el cerdo o muchos primates), **secodontos** (corona tricuspíada, cúspides puntiagudas, muelas carniceras), **lofodontos** (corona tetracuspíada, cúspides soldadas dos a dos en crestas, típica en algunos rumiantes, como el caballo, el tapir, elefante, etc.), **selenodontos** (con crestas en forma de media luna, en rumiantes como los bóvidos o los cérvidos), **zalamdodontos** (con crestas “en V”, en algunos insectívoros como los tenrec), **dilambdodontos** (musarañas, murciélagos), etc.

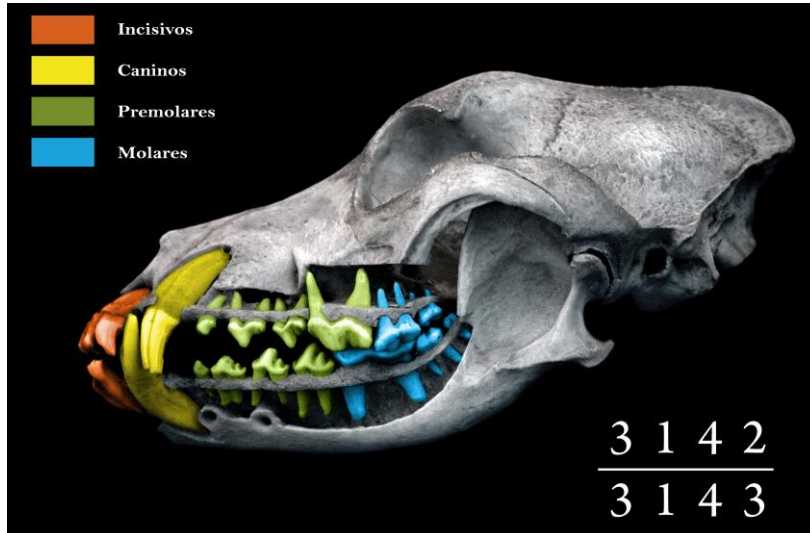


Figura 17. Disposición y detalle de las raíces de los dientes de un perro. Como en todos los carnívoros las piezas PM 4 del maxilar superior y el M 1 de la mandíbula inferior forman las muelas carniceras.

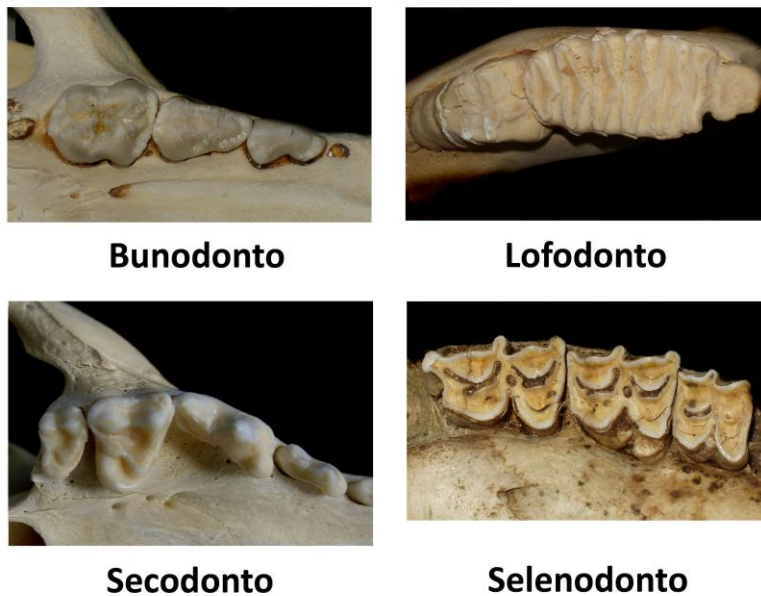


Figura 18. Detalle de algunos tipos de molares en mamíferos (ver texto).

Con el total de piezas dentarias se establece la llamada **fórmula dentaria**, que expresa el número de dientes de cada tipo en las hemimandíbulas superior e inferior. La fórmula dentaria (completa) de los mamíferos primitivos es:

$$I \frac{3}{3} + C \frac{1}{1} + PM \frac{4}{4} + M \frac{3}{3} = 44$$

I= incisivos C=caninos PM= premolares M= molares

Los miembros del orden Insectívoros (topos, erizos, musarañas y parientes), algunos omnívoros generalizados y los carnívoros, son los que más se aproximan al modelo original (Fig. 19). En otros grupos, este patrón se altera y puede ser difícil de determinar. A veces, se regresa secundariamente a una dentición homodonta, como el caso de los cetáceos o los armadillos.

En los carnívoros, hay que tener en cuenta la presencia de las llamadas muelas carniceras, que pueden llevar a error al establecer la fórmula dentaria; estas piezas siempre son el PM 4 del maxilar superior y el M 1 de la mandíbula inferior (Fig. 17).

Otro ejemplo de fórmula dentaria es la del ser humano:

$$I \frac{2}{2} + C \frac{1}{1} + PM \frac{2}{2} + M \frac{3}{3} = 32$$

Práctica: Determinar la fórmula dentaria y los tipos de dientes de los siguientes mamíferos:

- Topo (alimentación insectívora)
- Perro (alimentación carnívora)
- Gato (alimentación carnívora)
- Oveja (alimentación herbívora)
- Conejo (alimentación herbívora)
- Cerdo (alimentación omnívora)
- Delfín (alimentación piscívora)
- Tamandúa (alimentación insectívora desdentado)

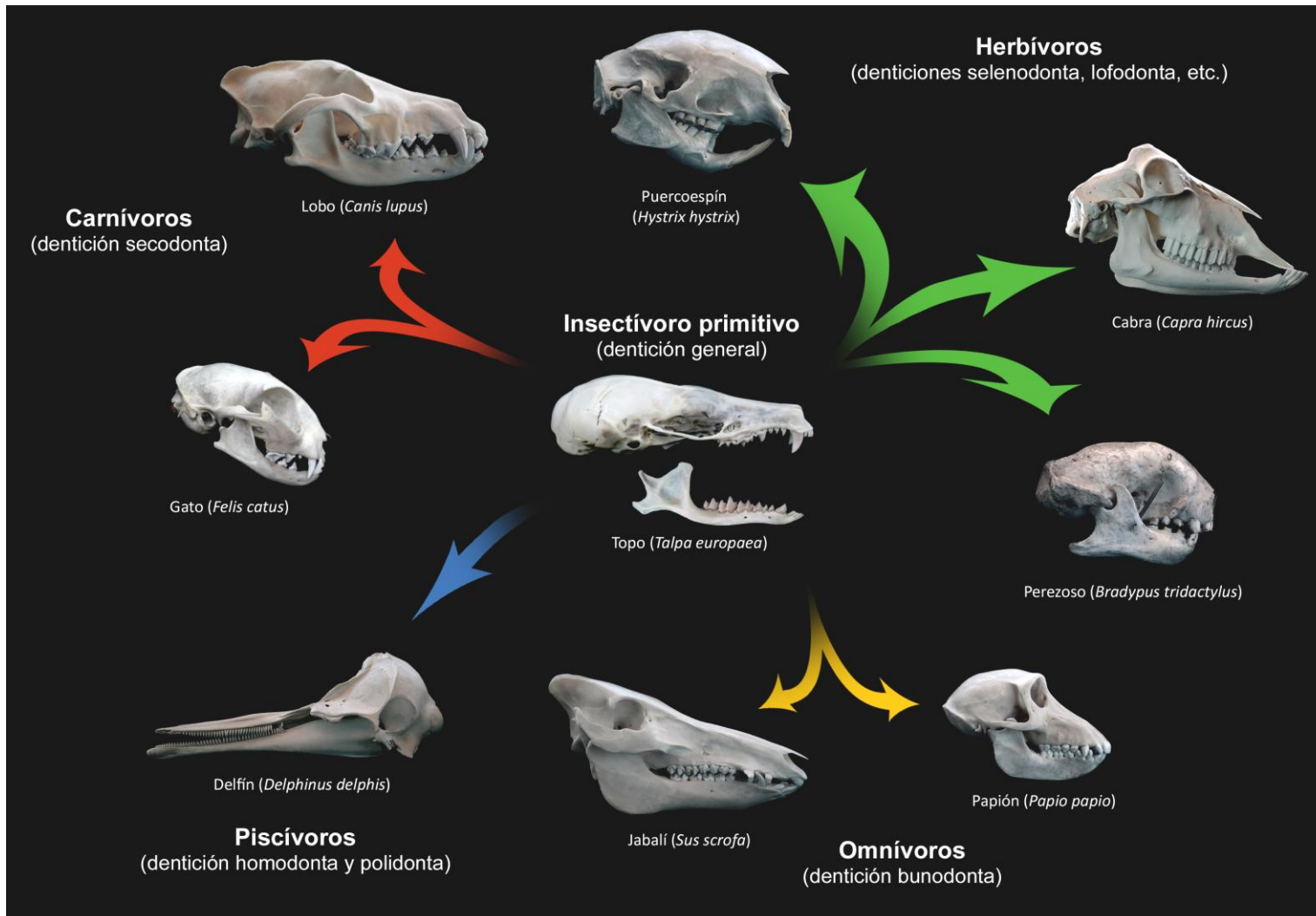


Figura 19. Especializaciones de la dentición en los mamíferos.

BIBLIOGRAFÍA

DVD. 2000. *Adaptacion II. Consiguiendo energía.* Explora Films.

DVD. 2004. *Desafíos de la vida. En busca del alimento.* BBC Worldwide Ltd.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Hickman, C.; Roberts, L.; Keen, S.; L'Anson, H. y Larson, A. 2009. *Principios integrales en Zoología.* Decimocuarta edición. Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid.

Kardong, K. 2007. *Vertebrados: Anatomía comparada, función, evolución.* Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid.

Ruppert, E. y Barnes, D. 1996. *Zoología de los invertebrados.* Mcgraw-Hill Interamericana. Madrid.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados (MACV). Facultad de Cc. Biológicas. UCM. Madrid, España.

<http://www.ucm.es/centros/webs/fbio/index.php?tp=Museo%20de%20Anatomía%20Comparada%20de%20Vertebrados&a=servicios&d=2073.php>

Zoología. Interpretación de los modelos arquitectónicos. U.C.M.

<http://www.ucm.es/info/tropico/>

Recibido: 1 febrero 2009.

Aceptado: 18 marzo 2009.