

# Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos

*Monografías do IBADER - Serie Pecuaria*

María del Mar Yllera Fernández  
Matilde Lombardero Fernández  
Mercedes Camiña García



# Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos

## **Autoras:**

María del Mar Yllera Fernández  
Matilde Lombardero Fernández  
Mercedes Camiña García

## **A efectos bibliográficos a obra debe citarse:**

Yllera, M. M., Lombardero, M., Camiña, M. (2020). Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos. Monografías do Ibader - Serie Pecuaria. Ibader. Universidade de Santiago de Compostela. Lugo.

Esta publicación foi sometida a un proceso de revisión por pares.

**Diseño e maquetación:** Transmedia Comunicación e Prensa S.L.  
[www.transmedia.com](http://www.transmedia.com)

**ISSN edición dixital:** 1988-8341

**Depósito Legal:** C 173-2008

**Edita:** IBADER. Instituto de de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela, Campus Universitario s/n, E-27002 Lugo, Galicia

**Copyright:** Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER).

Editado coa colaboración da deputación de Lugo :



DEPUTACIÓN DE LUGO



# Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos

---

**María del Mar Yllera Fernández**

Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias  
Clínicas Veterinarias

**Matilde Lombardero Fernández**

Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias  
Clínicas Veterinarias

**Mercedes Camiña García**

Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria de Lugo,  
Universidad de Santiago de Compostela, España. Fundación  
Rof Codina, Lugo, España

# Monografías do IBADER

Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural

## Temática e alcance

O Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER) é un instituto mixto universitario, situado na cidade de Lugo e conformado pola Universidade de Santiago de Compostela, as Consellerías da Xunta de Galicia con competencias en Medio Ambiente e Medio Rural e a Deputación de Lugo.

Unha das actividades do IBADER é a publicación e difusión de información científica e técnica sobre o medio rural desde unha perspectiva pluridisciplinar. Con este obxectivo publícanse a revista Recursos Rurais e as Monografías do IBADER, espazos orientados a fortalecer as sinerxías entre colectivos vinculados ao I+D+I no ámbito da conservación e xestión da Biodiversidade e do Medio Ambiente nos espazos rurais e nas áreas protexidas, os Sistemas de Produción Agrícola, Gandeira, Forestal e a Planificación do Territorio, tendentes a promover o Desenvolvemento Sostible dos recursos naturais.

A Revista científico-técnica Recursos Rurais publica artigos, revisións, notas de investigación e reseñas bibliográficas. A revista inclúe unha Serie Cursos, que publica os resultados de reunións, seminarios e xornadas técnicas ou de divulgación. As Monografías do IBADER divulgan traballos de investigación de maior entidade, manuais e textos de apoio a docencia ou investigación e obras de divulgación científico-técnica.

A revista Recursos Rurais atópase incluída na publicación dixital Unerevistas da UNE (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) e na actualidade inclúese nas seguintes bases de datos especializadas: CIRBIC, Dialnet, ICYT (CSISC), Latindex, Rebiun e REDIB.

## Política de revisión

Todos os traballos publicados polo IBADER deben ser orixinais. Os traballos presentados serán sometidos á avaliación confidencial de dous expertos anónimos designados polo Comité Editorial, que poderá considerar tamén a elección de revisores suxeridos polo propio autor. Nos casos de discrepancia recorrerase á intervención dun terceiro avaliador. Finalmente corresponderá ao Comité Editorial a decisión sobre a aceptación do traballo. Caso dos avaliadores propoñeren modificacións na redacción do orixinal, será de responsabilidade do equipo editorial —unha vez informado o autor— o seguimento do proceso de reelaboración do traballo. Caso de non ser aceptado para a súa edición, o orixinal será devolto ao seu autor, xunto cos ditames emitidos polos avaliadores. En calquera caso, os orixinais que non se suxeiten ás seguintes normas técnicas serán devoltos aos seus autores para a súa corrección, antes do seu envío aos avaliadores.

IBADER  
Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural  
Universidade de Santiago de Compostela  
Campus Universitario s/n  
E 27002 Lugo, Galicia (España)  
Tfno 982 824500  
Fax 982 824501  
<http://www.ibader.gal>  
[info@ibader.gal](mailto:info@ibader.gal)

## **Anatomía y Fisiología de los Animales de Laboratorio. Roedores y Conejos**

**Resumen:** Esta monografía de divulgación técnica describe la anatomía macroscópica de los principales animales de laboratorio e indica brevemente cuál es la función de los distintos aparatos y órganos. Se indican las características anatómicas más importantes, desde el punto de vista aplicado, del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y de los roedores, tomando como modelo de estos a la rata (*Ratus norvergicus*) y explicando las diferencias que pueda haber con los demás. Se incluye un anexo donde se indican los vasos sanguíneos superficiales más utilizados para la extracción de sangre o administrar sustancias intravenosas.

**Palabras clave:** Anatomía, Fisiología, rata, ratón, hámster, cobaya, conejo.

## **Anatomy and Physiology of Laboratory Animals. Rodents and Rabbits**

**Abstract:** The macroscopic anatomy of the main laboratory animals is described. A brief reference of function of the body systems and organs is included. The most important anatomical characteristics of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and rodents are indicated, from an applied point of view. The rat (*Ratus norvergicus*) has been taken as a model for rodents, explaining the differences with the others. An annex is also included showing the superficial blood vessels commonly used to take a blood sample or to administer intravenous substances.

**Key words:** Anatomy, Physiology, Rat, Mouse, Hamster, Guinea Pig, Rabbit.



# Índice

---

1. Introducción .....	9
2. Generalidades .....	9
3. Anatomía descriptiva .....	14
3.1. Aparato locomotor .....	14
3.2. Aparato digestivo .....	15
3.3. Aparato respiratorio .....	24
3.4. Aparato circulatorio .....	27
3.5. Aparato urinario .....	33
3.6. Aparato genital .....	34
3.6.1. Aparato genital masculino .....	34
3.6.2. Aparato genital femenino .....	37
3.6.3. Diferenciación sexual .....	39
3.7. Sistema nervioso y órganos de los sentidos .....	41
3.8. Sistema endocrino .....	43
4. Anexo. Principales vasos sanguíneos superficiales .....	45
4.1. Rata y ratón .....	45
4.2. Hámster .....	48
4.3. Cobaya .....	49
4.4. Conejo .....	50
5. Bibliografía .....	53
6. Preguntas .....	54
7. Respuestas .....	59



## 1. Introducción

---

El fin de esta monografía de divulgación técnica es proporcionar unas nociones básicas de la anatomía y fisiología de los principales mamíferos de laboratorio a todas las personas que trabajen con ellos: cuidadores, investigadores y veterinarios. Se trata de conocimientos aplicados que les permitirán manipularlos con más seguridad y comodidad, facilitándoles los procedimientos que impliquen cirugías, toma de muestras o administración de sustancias. En ningún caso se pretende realizar una descripción exhaustiva de la anatomía funcional del animal.

El contenido de este texto, incluyendo sus figuras, se fundamenta en las observaciones personales de las autoras durante la realización de numerosas disecciones y estudios de las especies que se abordan. Además, se han consultado las obras referenciadas en el apartado de bibliografía, que nos han orientado en nuestros estudios o permitido resolver algunas dudas puntuales.

## 2. Generalidades

---

Aunque hay muchos animales de laboratorio —cualquier especie es susceptible de ser investigada en un centro— la normativa vigente sólo tiene en cuenta las más frecuentes; aun así, resultan demasiadas para tratarlas simultáneamente. En este volumen consideraremos solo dos grupos de especies: los roedores (rata, ratón, hámster y cobaya), tomando como modelo la rata, y el conejo.

Lo primero que habría que señalar es que el conejo NO es un roedor, aunque con mucha frecuencia se le incluya en este grupo de animales, probablemente porque comparten muchas características anatómicas e incluso de comportamiento (también “roe” los alimentos). La rata y el ratón pertenecen al orden *Rodentia* y, dentro de él, al suborden *Sciurognathi* —junto a jerbo y hámster— y a la familia de los *Múridos*. El conejo pertenece al orden *Lagomorfa* y a la familia de los *Lepóridos*. Hay dos diferencias fundamentales entre roedores y lagomorfos, ambas relativas a los dientes:

Los lagomorfos son *duplicidentata*: tienen dos denticiones: una decidua o caduca (dientes “de leche”) y otra definitiva o permanente mientras que los roedores son *simplicidentata*: sólo poseen dentición definitiva, no tienen dientes de leche. En realidad, es muy difícil observar los dientes caducos de los conejos porque caen poco después del nacimiento o incluso antes de él.

El número de incisivos es diferente: 6 en lagomorfos y 4 en roedores. Esto significa que los conejos poseen un segundo par de incisivos superiores, más pequeños, por detrás del primero. Se trata de dientes rudimentarios, cortos, que no desempeñan ninguna función (figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Incisivos superiores del conejo



**Figura 2.** Incisivos superiores de un roedor (cobaya)

El conejo es un mamífero de tamaño mediano. Su cabeza tiene forma ovoide, con una base ancha que contacta con el cuello y un extremo más afilado en la zona de la nariz. Entre las características anatómicas más llamativas destaca el tamaño de las orejas, largas y estrechas, cuya disposición varía con la raza: pueden ser verticales, perpendiculares al eje mayor de la cabeza o incluso caídas. En ellas se disponen una serie de vasos sanguíneos —venas y arterias— fácilmente localizables que las convierten en la región de elección para realizar inyecciones intravenosas o extracciones de sangre. Tienen una cola corta.

Por su parte, los roedores tienen un cuerpo compacto, algo alargado y siempre una cola que, según las especies, puede ser larga (rata y ratón) o corta (hámster y cobaya). En el caso de los múridos esta cola carece de pelo, estando cubierta por unas pequeñas escamas dirigidas caudalmente.

Los ojos del conejo son grandes, los de los roedores generalmente pequeños y saltones como corresponde a mamíferos nocturnos (excepción: el cobaya que es un animal crepuscular, más activo en las horas con poca luz pero no de noche). Siempre están situados a los lados de



**Figura 3.** Rata de laboratorio, cepa Sprague- Dawley

---

la cabeza, mucho más en el caso del conejo. Esta posición es típica de los animales “presa”, ya que les permite una excelente visión periférica y por encima de ellos (los depredadores suelen atacar desde detrás, desde arriba o desde los lados). El campo visual del conejo, por ejemplo, es de unos 170 ° por cada lado; el inconveniente de esta posición ocular es que la zona de visión binocular (la que se observa con ambos ojos a la vez) es muy limitada: se reduce a un 10 %; sin embargo, carece de importancia ya que no es un cazador. Tan sólo tiene dos puntos ciegos: uno detrás de las orejas y otro delante de la nariz; esta deficiencia visual se suple gracias a unos largos bigotes o vibrisas, insertados en el labio superior y en los gruesos carrillos, constantemente en movimiento, que detectan los elementos cercanos.



**Figura 4.** Hámster sirio en una cubeta con enriquecimiento ambiental

Todos son plantígrados, es decir, mantienen la palma de la mano y la planta del pie completamente apoyadas en el suelo durante la marcha. Destaca la gran diferencia existente entre las extremidades torácicas (delanteras) y las pelvianas (traseras): mientras que las primeras son cortas, delgadas, y en los roedores tienen gran capacidad de realizar movimientos —en algunos casos incluso pueden sujetar objetos y comida con las manos—, las pelvianas son largas, mucho más robustas, y sirven al animal para apoyarse e impulsarse y, en el caso del conejo, son su principal arma de defensa.

Carecen de glándulas sudoríparas por los que son extremadamente sensibles a las altas temperaturas. Sus orejas, con escaso pelo y la larga cola de los múridos carecen de grasa subcutánea y tienen los vasos sanguíneos muy superficiales. Es allí donde se produce el intercambio de temperatura con el medio ambiente y constituyen su único sistema para eliminar calor.

Para poder entender la localización de las diferentes partes y órganos del cuerpo del animal, es necesario conocer la terminología anatómica que hace referencia a la posición. Se incluyen aquí de una serie de planos y nombres que vamos a definir a continuación.

---

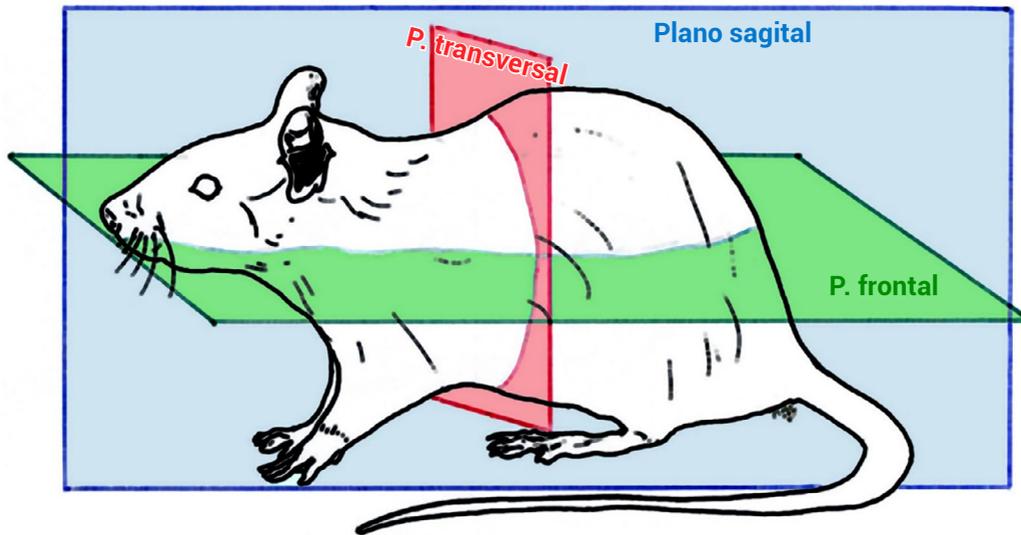


Figura 5. Disposición de los planos anatómicos en el cuerpo de una rata

**A. Planos** (figura 5):

1. Longitudinal medio o sagital: plano vertical que va desde la cabeza hasta la cola y divide el cuerpo en dos mitades simétricas: derecha e izquierda. Todos los planos paralelos a este, pero desplazados a uno u otro lado, se llaman parasagitales.
2. Transversal: plano vertical y perpendicular al anterior que divide el animal en dos partes diferentes: una craneal y otra caudal. No es único: hay muchos planos transversales paralelos entre sí.
3. Frontal: horizontal y perpendicular a los dos anteriores. También existen muchos paralelos entre sí.

**B. Términos:** son adjetivos, generalmente agrupables por parejas de significado opuesto, que ayudan a situar los detalles anatómicos en el conjunto del individuo (figura 6). Vamos a describirlos por regiones:

1. En el tronco:
  - a) Dorsal: próximo al dorso, superior
  - b) Ventral: próximo al vientre, inferior
  - c) Craneal: próximo a la cabeza, anterior
  - d) Caudal: próximo a la cola, posterior
  - e) Lateral: alejado del plano sagital o plano longitudinal medio, externo
  - f) Medial: próximo al plano sagital, interno
2. En la cabeza: la terminología sería similar pero el término craneal es sustituido por rostral

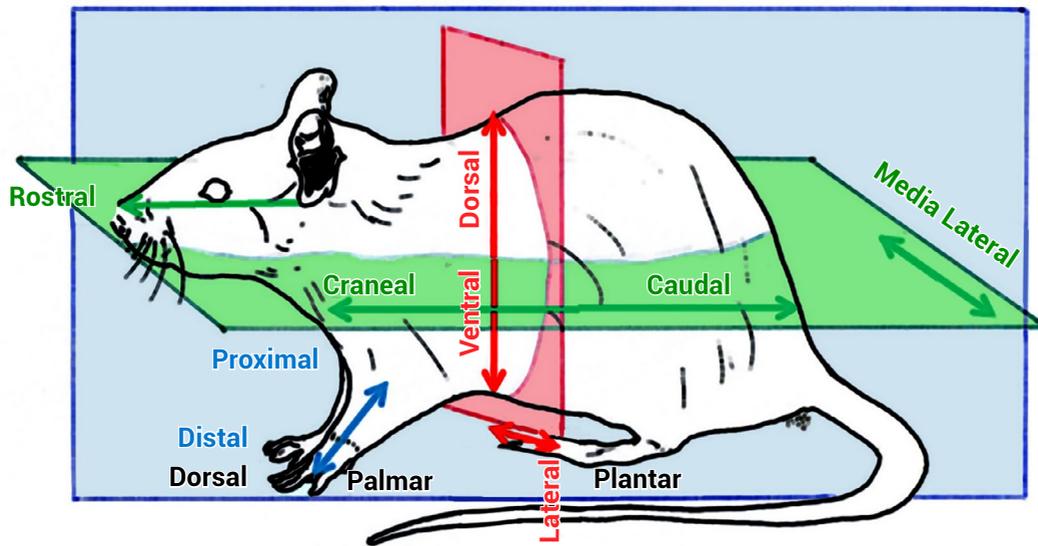


Figura 6. Términos anatómicos

3. En las extremidades:

- a) Proximal: cercano al tronco
- b) Distal: alejado del tronco

Y a partir del carpo (equivalente a la muñeca humana) y tarso (equivalente a nuestro tobillo), es decir, en las regiones de la mano y del pie, respectivamente:

- a) Dorsal sustituye a craneal o anterior
- b) Palmar o plantar, según hablemos de la mano o del pie, sustituyen a caudal o posterior

Todos estos términos designan posiciones fijas que no varían con la postura del animal.

### 3. Anatomía descriptiva

---

El cuerpo está formado por una serie de aparatos y sistemas constituidos por órganos que realizan una función común. Existe una cierta controversia entre qué es un aparato y qué un sistema. En general, se recurre a la parte del embrión de la que deriva para establecer esta separación. Al inicio del desarrollo prenatal, el individuo está formado por tres capas de células denominadas hojas germinativas, a partir de las cuales se formará todo su cuerpo. En las ciencias biológicas, se considera que un sistema está compuesto por órganos con similar estructura e idéntico origen embrionario, es decir, derivan de la misma hoja germinativa, mientras que en el aparato la estructura es diferente o heterogénea y provienen de diferentes hojas germinativas.

El aparato locomotor, en el que se incluyen los huesos y los músculos, forma la parte más externa del cuerpo, y constituye una envoltura que encierra varias cavidades donde se encuentran los órganos vitales: la cavidad craneana, que aloja el encéfalo; el canal vertebral, donde se sitúa la médula espinal, y, además, las cavidades torácica, abdominal y pelviana, nombradas de craneal a caudal y que contienen órganos de diversos aparatos. Las dos primeras están totalmente separadas por un tabique muscular denominado diafragma, que tiene una importante función en la respiración. La abdominal y la pelviana, sin embargo, están ampliamente comunicadas, existiendo órganos que se encuentran compartiendo las dos.

14

No vamos a realizar un estudio detallado de cada uno de los aparatos del cuerpo animal ya que creemos que saldría del objetivo de este manual. Pero sí indicaremos, al menos por encima, algunas de las características anatómicas más importantes. Con el fin de hacer más ameno el texto, en adelante nos referiremos principalmente a la anatomía de la rata (*Ratus norvegicus*) como modelo los roedores, explicando las diferencias que pueda haber con el resto, y a la del conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Y lo haremos de forma comparada para intentar evitar tediosas repeticiones. En primer lugar, haremos una explicación de los aparatos y los órganos que los integran y luego daremos unas nociones de su situación topográfica.

#### 3.1. Aparato locomotor

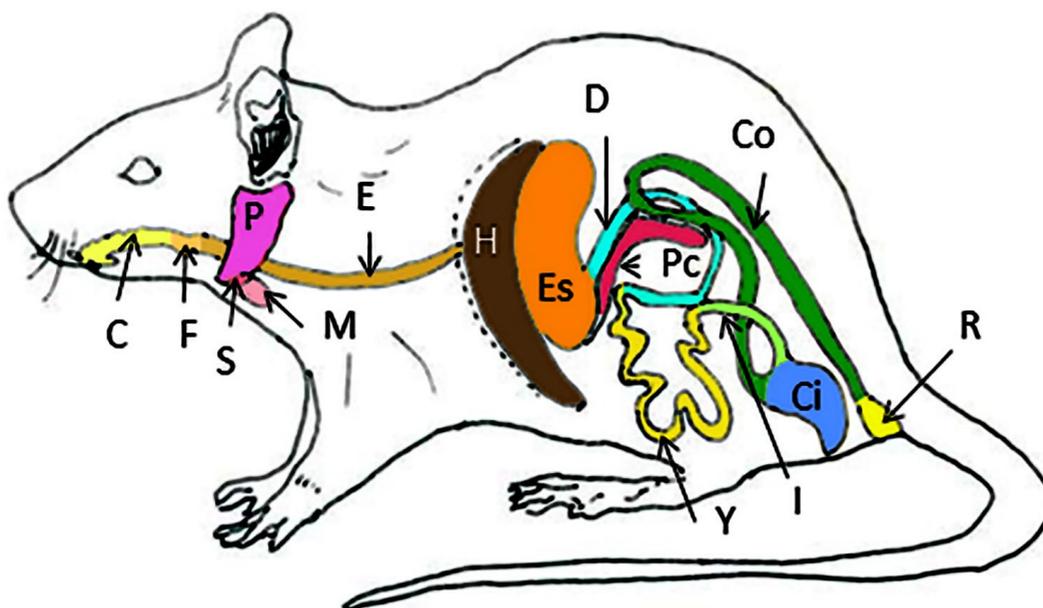
no consideramos que tenga mucho interés detenernos en los huesos y músculos de estos animales. Sí nos parece importante destacar, por las importantes consecuencias que puede tener su desconocimiento, que el esqueleto de los conejos es muy ligero si lo comparamos con el de la mayoría de los mamíferos. Tan sólo constituye un 8 % del peso corporal mientras que el del gato, mamífero ágil por excelencia, conforma el 13 %. La columna vertebral está constituida por huesos muy finos en los que se insertan músculos potentes lo que la hace extremadamente frágil y propensa a sufrir lesiones. Cuando se sujetan de manera inadecuada pueden realizar un movimiento brusco con las extremidades posteriores y romperse la columna, quedando paralizados del tercio posterior, y perdiendo la función normal de la vejiga de la orina y el intestino, siendo necesaria su eutanasia. Es algo que todo cuidador debería tener siempre en cuenta.

---

### 3.2. Aparato digestivo

Está constituido por la cavidad oral, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino, dividido en dos porciones: delgado y grueso, y una serie de glándulas accesorias: glándulas orales o salivares, hígado y páncreas (figura 7). Su misión es posibilitar la nutrición del animal y la eliminación de los residuos sólidos procedentes de los alimentos. Para ello las vísceras que lo integran realizan diferentes funciones: prensión (recogida) de los alimentos, masticación e insalivación, deglución, transporte, digestión, absorción de nutrientes (sólidos y líquidos) y eliminación de los residuos sólidos. La cavidad oral es, por tanto, el primer tramo del aparato digestivo, encargado de las cuatro primeras funciones indicadas: prensión, masticación, insalivación y, una vez que el alimento ha sido convertido en un bolo de consistencia adecuada, contribuye a la deglución. Además, interviene en la selección del alimento gracias a los sentidos del tacto —muy desarrollado en los labios— y del gusto que radica en las papilas gustativas de la lengua.

Se extiende desde los labios hasta la entrada de la faringe. En ella se localizan los dientes y la lengua. El techo está formado por una primera porción ósea: el paladar duro y otra sin hueso: el paladar blando, que llega hasta el siguiente tramo del aparato digestivo: la faringe. Es interesante señalar que este paladar blando separa la cavidad oral (interior de la boca) de la nasal (interior de la nariz). Tanto en el conejo como en los roedores es muy largo: llega caudalmente hasta la epiglotis (entrada a la laringe del aparato respiratorio), de manera que en condiciones normales (cuando está en reposo) no hay comunicación entre la tráquea (aparato respiratorio) y la cavidad oral. Esto implica que estas especies son incapaces de respirar por la boca, lo que hace especialmente peligrosas las patologías que puedan dificultar el paso del aire por la cavidad nasal.



**Figura 7.** Representación esquemática del aparato digestivo de una rata. C: cavidad oral. F: faringe. P: glándula parótida. S: glándula sublingual. M: glándula mandibular. E: esófago. H: hígado. Es: estómago. D: duodeno. Y: yeyuno. Pc: páncreas. I: íleon. Ci: Ciego. Co: colon. R: recto

En cuanto a los dientes, existen diferencias debidas al tipo de alimentación del animal. Como regla general, existen cuatro tipos de dientes: incisivos, caninos, premolares y molares, con distinta morfología según la especie. En las estrictamente herbívoras como el conejo y el cobaya encontramos tres tipos de dientes: incisivos, premolares y molares; en los roedores omnívoros no hay premolares. Ninguna de estas especies tiene caninos (vulgarmente llamados "colmillos"). El número y tipo de dientes de un individuo se expresa con la fórmula dentaria, normalmente resumida como "hemifórmula dentaria", en la que se indican, mediante quebrados, los dientes que posee en la mitad (derecha o izquierda) de la boca. En la parte superior del quebrado se indican las piezas de la arcada dentaria superior (maxilar) y en la inferior las de la mandíbula (arcada dentaria inferior). Delante de cada quebrado se coloca la inicial del tipo de diente. La hemifórmula de los individuos estudiados es:

- Conejo: I 2/1, C 0/0, PM 3/2, M 3/3
- Rata/ratón/hámster (roedores típicos): I 1/1, C 0/0, PM 0/0, M3/3
- Cobaya: I 1/1, C 0/0, PM 1/1, M3/3

Existe una verdadera división del trabajo entre los diferentes dientes: mientras que los incisivos se ocupan de roer y cortar, el resto se dedican a la masticación/trituración.

Los incisivos de los conejos y los roedores tienen una estructura peculiar: sólo están recubiertos por esmalte —de color blanco en el conejo (figura 8), anaranjado en roedores (figura 9) excepto en el cobaya en el que también es blanco— en la cara labial. Es la sustancia más dura de todo el organismo. El resto del diente está recubierto de cemento o dentina, material mucho más blando. Al roer, el roce mutuo de los incisivos superiores e inferiores desgasta más la parte interna, más blanda, que la externa, por lo que siempre presentan un perfil biselado, convirtiendo la cara de masticación del diente (cara oclusal) en un filo que resulta ideal para cortar las fibras vegetales.

En los lagomorfos, todos los dientes —incisivos, premolares y molares— son de crecimiento continuo durante toda la vida del animal. Esto está relacionado con el tipo de alimentación: son exclusivamente herbívoros y comen vegetales duros y fibrosos con bajo contenido en energía por lo que deben ingerir grandes cantidades de alimento, que será cortado con los incisivos y rápidamente transportado hacia los premolares y molares, encargados de la



**Figura 8.** Cráneo de conejo. Vista lateral izquierda



**Figura 9.** Cráneo de una rata. Vista lateral izquierda

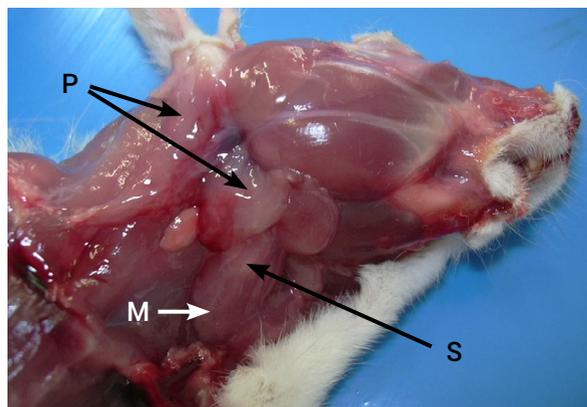
---

trituration. Todos los dientes están, por tanto, sometidos a un desgaste intenso compensado con la formación de nuevo material dentario en la raíz (crecimiento continuo). En estos casos, se dice que la raíz del diente está abierta. Lo mismo ocurre en el cobaya, también vegetariano estricto. En el resto de los roedores considerados (rata, ratón y hámster), que son omnívoros, los dientes de las mejillas no deben trabajar tanto puesto que ingieren alimentos más energéticos y no precisan comer tanta cantidad. En consecuencia, tampoco sufren un desgaste excesivo y dejan de crecer cuando ha finalizado su erupción. En ellos, solo los incisivos son de crecimiento continuo. En los animalarios este hecho no suele provocar problemas patológicos porque los animales no acostumbran estar mucho tiempo, pero en los mantenidos como mascotas las patologías dentarias son frecuentes. Se han descrito algunas cepas de ratones con un crecimiento dentario más pronunciado que otras; en estos casos, sería necesario proporcionales materiales para roer con el fin de que desgasten los incisivos si se van a tener durante un tiempo relativamente largo en la instalación.

En el hámster cabe destacar a nivel de la cavidad oral unas estructuras únicas: se trata de unas bolsas situadas en las mejillas denominadas abazones o bolsas paraorales (figura 10). Son sacos reversibles cuya abertura está a nivel de la diastema (espacio sin dientes situado entre el último incisivo y el primer molar) y que se extienden caudalmente hasta la espalda (hasta la parte dorsolateral de la extremidad anterior), donde se sujetan mediante un músculo fino y estrecho que las mantiene estiradas cuando están vacías: el músculo tensor de las bolsas paraorales. Su mucosa interna presenta abundantes pliegues que les permiten dilatarse a medida que el animal las llena. Se utilizan para transportar comida, material para la cama y, a veces, las crías.



**Figura 10.** Bolsas paraorales o abazones en un hámster ruso

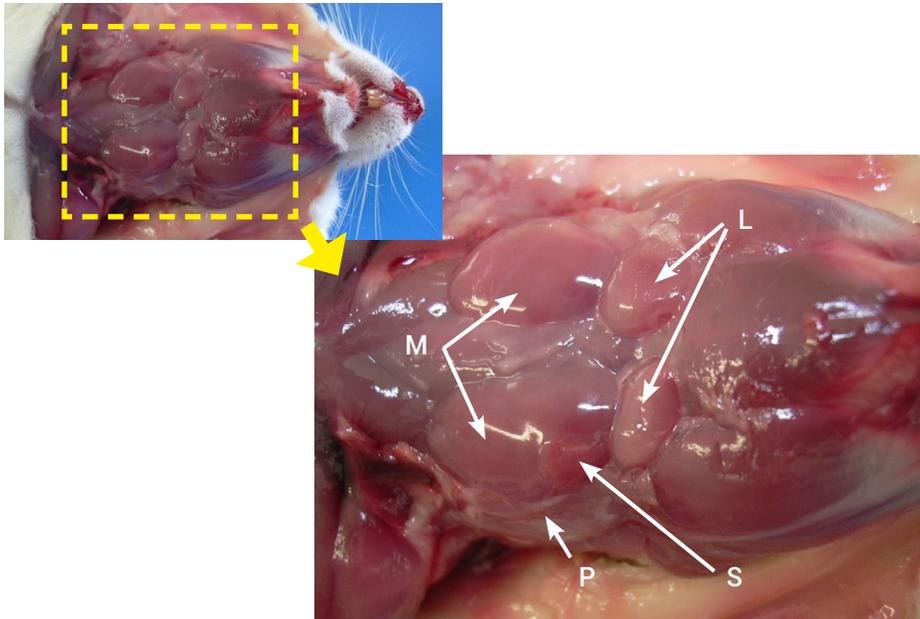


**Figura 11.** Glándulas salivares de la rata. Vista lateral derecha. P: parótida. M: mandibular. S: sublingual

Asociadas a la cavidad oral se encuentran las glándulas orales encargadas de producir la saliva que será vertida al interior de dicha cavidad por medio de una serie de conductos de excreción. La función principal de la saliva es mantener constantemente humedecida la mucosa oral para poder percibir los sabores pero también favorece la trituration y deglución del alimento. Existen dos grupos de glándulas orales:

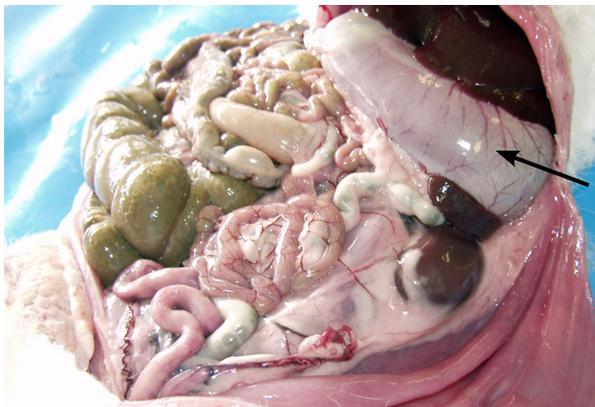
- Menores: se disponen en pequeños racimos en el espesor de la mucosa que recubre las paredes de la cavidad oral. Se denominan según su localización: labiales (en la mucosa de los labios), palatinas (en paladar), linguales (en la lengua), bucales (en las mejillas)...

- Mayores: situadas fuera de la cavidad. Tienen largos conductos que transportan la saliva hasta el interior de la boca. Son tres, aunque en alguna especie puede haber otras adicionales: la parótida, adosada a la base de la oreja, la mandibular (denominada submaxilar en algunos textos), ventrocaudal a la parótida, y la sublingual, rostralateral a la anterior (figuras 11 y 12).

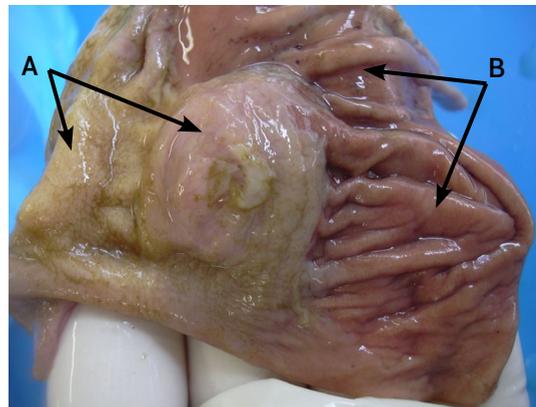


**Figura 12.** Glándulas salivares de la rata. Vista ventral. P: parótida. M: mandibular. S: sublingual. L: linfonodo mandibular

La faringe es un tramo compartido por los aparatos digestivo y respiratorio. En consecuencia, tanto el alimento como el aire la atraviesan. Curiosamente, el aire procedente de la cavidad nasal, dorsal a la oral, debe penetrar en la laringe, correspondiente al aparato respiratorio, cuya abertura está en el suelo de la faringe, mientras que el alimento, que llega por el suelo debe ascender hasta la parte más dorsal de la pared caudal de la faringe en la que se encuentra la entrada al esófago. En general, si exceptuamos las glándulas, los componentes del aparato digestivo forman un tubo (denominado canal alimentario) más o menos dilatado que recorre todo el cuerpo del animal desde la boca hasta el ano. La primera estructura en la que se reconoce fácilmente esta forma tubular es el esófago, encargado de transportar el bolo alimenticio desde la faringe hasta el estómago (o en sentido contrario durante el vómito) gracias a las ondas motrices generadas por sus paredes. Dada su gran longitud, se diferencian en él tres partes denominadas según la región anatómica en que se sitúan: cervical, torácica y abdominal. En el cuello se sitúa inicialmente dorsal a la tráquea, pero en la parte caudal, junto a la entrada a la cavidad torácica, se desplaza hacia la izquierda y queda muy próximo a la piel, siendo este el punto elegido para explorarlo o intervenirlo quirúrgicamente. Dentro de la cavidad torácica recupera su posición dorsal y se mantiene así, sobre el corazón y los pulmones, hasta alcanzar el diafragma, atravesándolo para alcanzar el estómago. En su desembocadura existe un esfínter muscular: el esfínter cardíaco, que es muy fuerte en conejos y roedores, tanto que les impide el vómito. Por esta razón y porque necesitan comer cada poco tiempo para mantener su temperatura corporal, no es necesario ni se recomienda someter los roedores a ayuno antes de una operación quirúrgica.



**Figura 13.** Estómago del conejo *in situ*.  
Vista ventral izquierda



**Figura 14.** Mucosa del estómago del conejo. A: aglandular. B: glandular

El estómago es una dilatación del tubo digestivo situada entre el esófago y el intestino. Recibe el alimento y lo retiene durante un tiempo variable durante el que se inicia la digestión. Se sitúa en la porción craneal de la cavidad abdominal, por detrás del diafragma y del hígado, algo a la izquierda del plano medio y contactando con la pared abdominal izquierda (figura 13). En la rata a menudo este contacto no es posible porque una gruesa almohadilla de grasa los separa. En estas especies la mucosa que lo reviste internamente es de dos tipos: aglandular, de color blanquecino y glandular, rojiza, distribuidas en localizaciones concretas del órgano (figura 14). En la mucosa glandular se sitúan las glándulas que segregan las enzimas encargadas de la digestión química del alimento.

Una vez más, debemos hacer una mención especial al hámster cuyo estómago es diferente al del resto ya que posee dos cavidades: una primera denominada preestómago o proventrículo aglandular en la que desemboca el esófago, con abundantes microorganismos que inician la digestión de las fibras vegetales y otra, el ventrículo, cuya mucosa es glandular y segrega enzimas digestivas para realizar la digestión química de la comida. Ambas cavidades están separadas externamente por un surco muy marcado que se corresponde internamente con un relieve de la pared denominado pilar (figura 15). El alimento sale del estómago por una zona que se va estrechando progresivamente (la región pilórica del estómago) y termina en un esfínter denominado pilórico o píloro; tras él, se inicia el intestino que recupera la forma tubular del canal alimentario y se extiende desde el píloro hasta el ano.

En el intestino se diferencian dos partes, cada una de ella subdividida en porciones:

- Intestino delgado: integrado por el duodeno, el yeyuno y el íleon.
- Intestino grueso: constituido por el ciego, el colon y el recto.

La última parte que se describe en este aparato es el canal anal, pequeña zona de transición entre la mucosa que recubre internamente el intestino y la piel externa del cuerpo.

El intestino en general es muy largo, especialmente el delgado. Su tramo inicial, el duodeno, surge del estómago y recibe en su primera parte la secreción del hígado, contenida en la bilis, a través del conducto colédoco y la del páncreas transportada por el conducto pancreático.

---

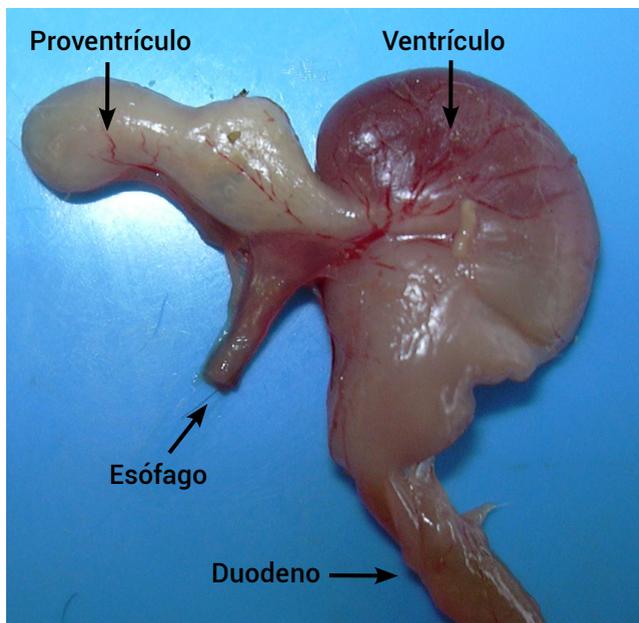


Figura 15. Estómago del hámster

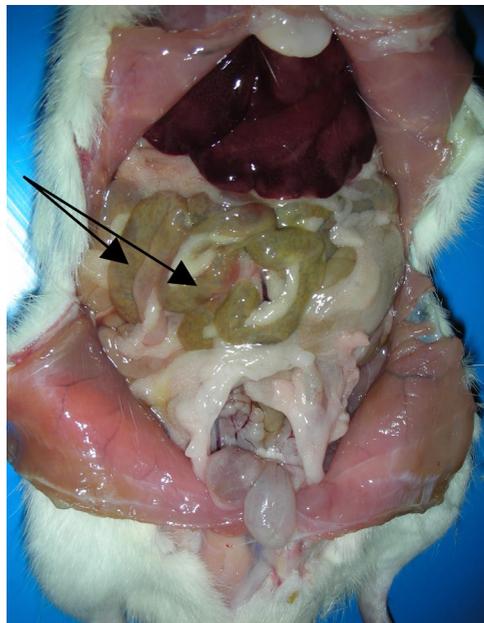


Figura 16. Situación habitual del yeyuno de la rata. Vista ventral

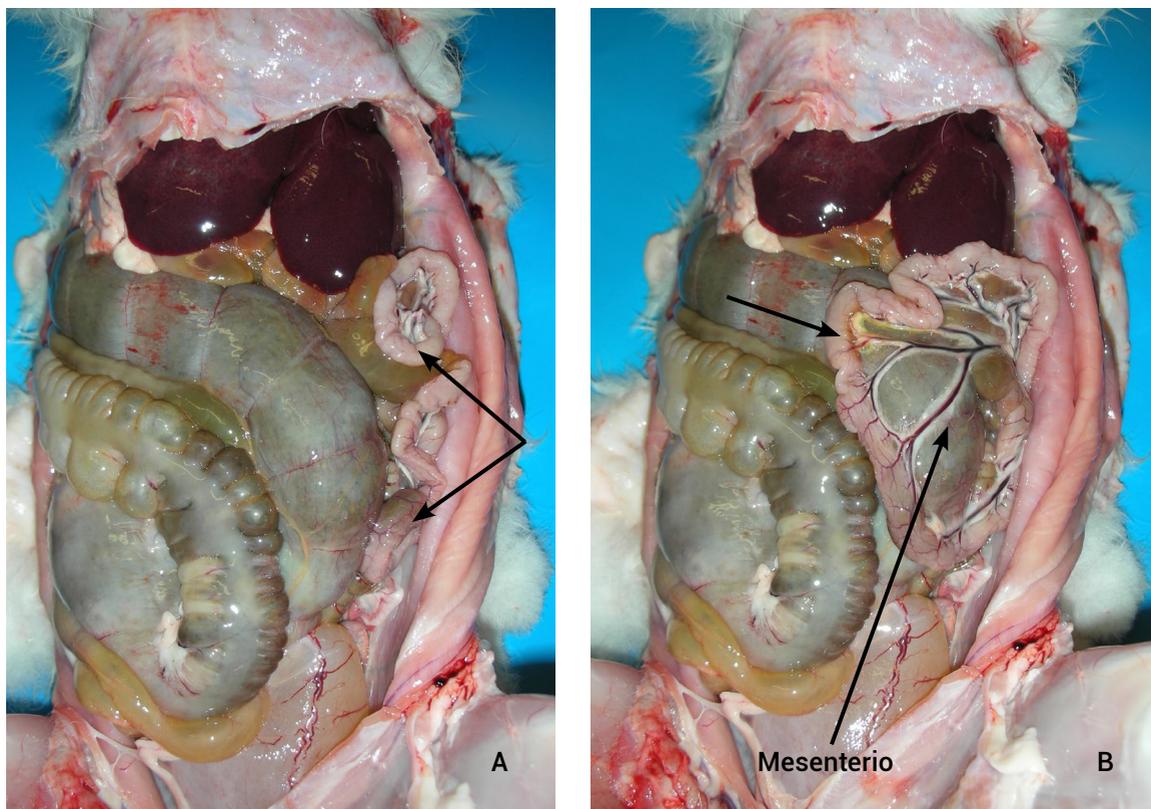
El yeyuno, de gran longitud, está plegado formando unas curvas o asas yeyunales sujetas por un meso (membrana serosa o peritoneo) al techo de la cavidad abdominal. Este meso recibe el nombre de mesenterio y, dada su gran longitud, le permite moverse en el abdomen y ocupar el espacio que dejan libres otras vísceras. En general, en el conejo ocupa la mitad caudal izquierda de la cavidad abdominal; en la rata, cobaya y hámster la parte derecha, aunque en los roedores puede aparecer en otras localizaciones (figuras 16 y 17).

El íleon se define como la porción de intestino delgado unida al ciego por otro meso: el pliegue ileocecal. Ocupará, por tanto, la misma posición que este. En el conejo, justo antes de su desembocadura en el ciego, forma una dilatación redondeada denominada *sacculus rotundus*, con abundante tejido linfoide.

En el intestino delgado se completa la digestión química del alimento gracias a las enzimas contenidas en la bilis, el jugo pancreático y a las segregadas por el propio tubo y se realiza la absorción de los nutrientes; en el grueso sólo se absorbe agua.

Por lo que respecta al intestino grueso, estas especies tienen su primer tramo, el ciego muy desarrollado. Los enzimas digestivos de los mamíferos son incapaces de digerir las paredes de las células vegetales; por esta razón todos los animales herbívoros deben disponer en su aparato digestivo de una cámara de fermentación que proporcione a los microorganismos un medio ambiente adecuado para su crecimiento. Son ellos quienes se encargarán de realizar una primera digestión de los vegetales, fraccionándolos en nutrientes más pequeños que luego se podrán absorber al avanzar por su aparato digestivo. Además, estos microorganismos, como consecuencia de su actividad metabólica, producen vitaminas y otros nutrientes que los individuos también aprovechan. En el caso del conejo y los roedores, la cámara de fermentación es el ciego.

Su situación y forma varía ligeramente según la especie; en general en el conejo se sitúa en la parte derecha de la cavidad abdominal, tiene sáculos (ensanchamientos en sus paredes) y está



**Figura 17.** Localización del yeyuno en el conejo. A: *in situ*. B: yeyuno extendido para observar las asas yeyunales y el mesenterio

plegado sobre sí mismo, terminando en un apéndice vermiforme de color más claro, rico en tejido linfoide. En los roedores se localiza en la parte izquierda, caudal al estómago, y también es saculado excepto en la rata en donde se dice que tiene forma de coma (figuras 18 y 19).

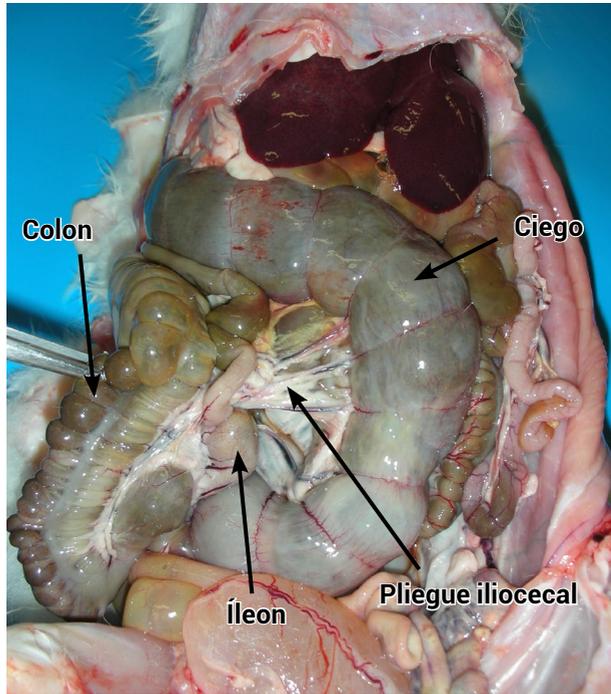
El colon se divide en tres tramos: ascendente, transverso y descendente, separados por dos cambios de dirección del tubo o flexuras. La primera se inicia a del ciego y, por tanto, está en la misma parte de la cavidad que él, la segunda atraviesa la cavidad de una mitad a la otra (de izquierda a derecho o al revés, según la especie), por delante de la arteria mesentérica craneal, y el descendente se sitúa en el techo abdominal y avanza en dirección caudal para introducirse en la cavidad pelviana donde pasa a denominarse recto. El contenido intestinal comienza a consolidarse en bolas fecales en el colon transverso.

En el hámster y el cobaya, el colon ascendente se inicia en la parte izquierda de la cavidad, se dirige hacia la derecha y, al contactar con la pared del abdomen, se curva formando una doble asa denominada "asa espiral", que se continúa con el colon transverso (figura 20).

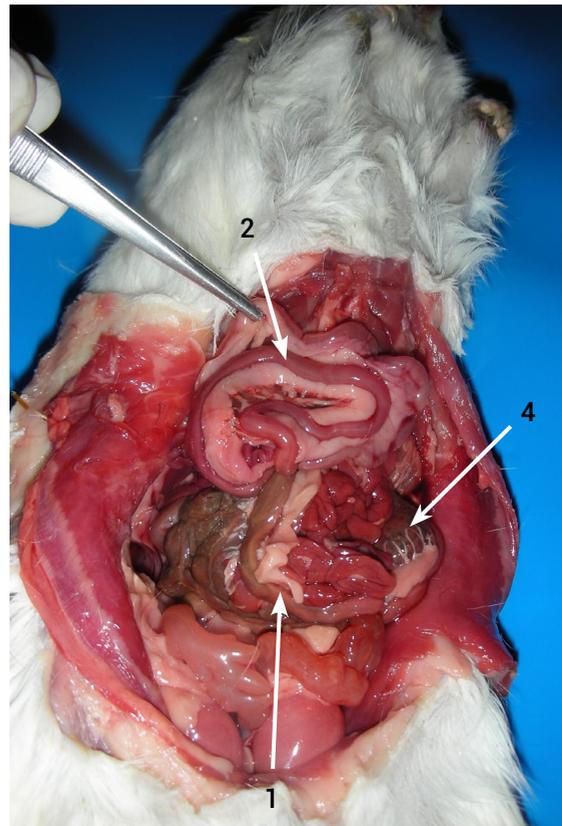
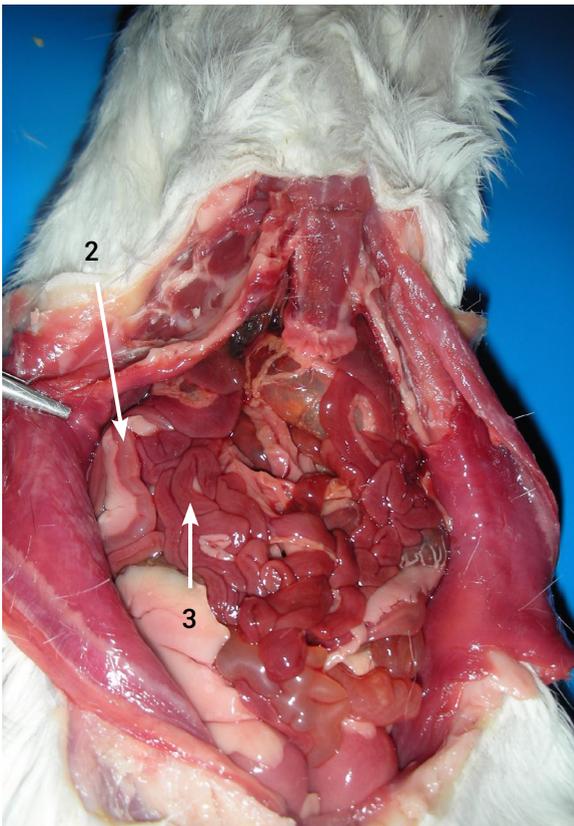
En el conejo, el colon es el encargado de controlar la formación de los dos tipos de heces que producen estos animales: las normales y otras más blandas: los cecotrofos, destinados a ser ingeridos nuevamente por el animal para aprovechar sus componentes (vitamina B y K, proteínas y nitrógeno procedente de la digestión microbiana de los alimentos que se produce en el ciego). Se trata de unas heces más blandas, y recubiertas por una capa mucosa que el animal ingiere directamente, enteras y sin masticar, desde el ano (a veces también del suelo)



**Figura 18.** Cavity abdominal de la rata. Vista ventral. Flecha: ciego



**Figura 19.** Algunos tramos intestinales del conejo. El ciego ha sido desplazado hacia la parte izquierda del abdomen con el fin de poder observar el íleon



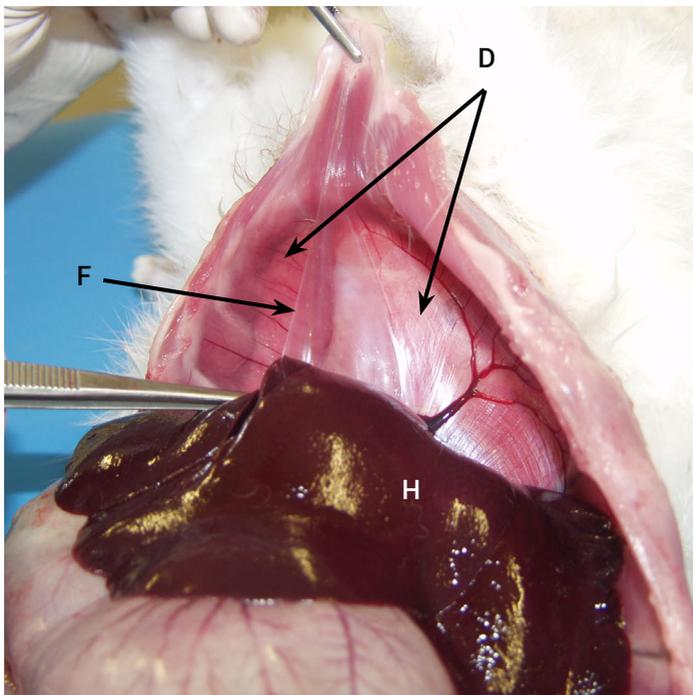
**Figura 20.** Cavity abdominal del cobaya. Vista ventral. 1: colon ascendente. 2: asa espiral del colon ascendente. 3: yeyuno. 4: ciego

por lo que resultan difíciles de observar en las jaulas. La cubierta mucosa del cecotrofo protege a las bacterias del cecotrofo del pH ácido del estómago donde permanecen unas 6 horas sometidos a fermentación bacteriana. Finalmente, la cubierta mucosa se disuelve y los cecotrofos se disgregan, progresando por el aparato digestivo; los productos de la fermentación bacteriana de los alimentos (aminoácidos, ácidos grasos volátiles y vitaminas B y K y otros nutrientes) se absorben en el segundo paso por el intestino delgado. La formación de cecotrofos sigue un ritmo circadiano: normalmente durante el día se forman heces duras y sólo durante la noche se generan cecotrofos, sobre todo en las primeras horas de la madrugada. Este fenómeno se conoce como cecotrofia.

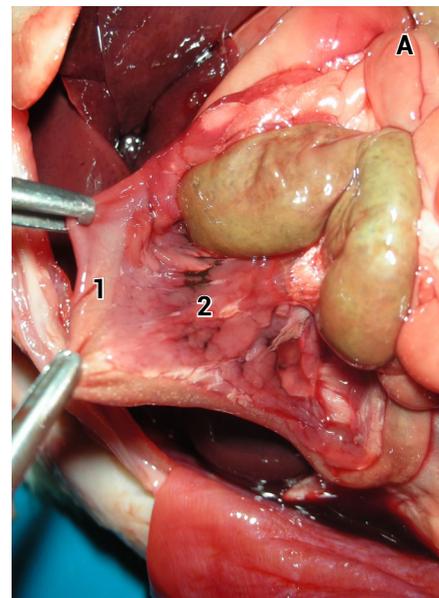
Las ratas y ratones practican una coprofagia diferente a la de los conejos: sólo deponen un tipo de heces y luego se comen algunas, de las suyas o de las de otro individuo, tomadas del suelo (no directamente del ano como los conejos).

El recto se define como la continuación del colon descendente en la cavidad pelviana.

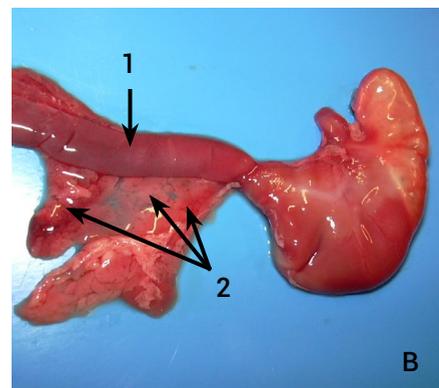
Asociado al aparato digestivo está el hígado, la mayor glándula de todo el organismo, que realiza múltiples funciones entre las cuales se encuentra la producción de la bilis cuyas enzimas, como ya se ha dicho, ayudan a completar la digestión de los alimentos. De color



**Figura 21.** Hígado de conejo *in situ*, desplazado en dirección caudal para mostrar su relación con el diafragma, al que está unido por el ligamento falciforme. H: hígado. D: diafragma. F: ligamento falciforme



**Figura 22.** Páncreas de rata. A: *in situ*. B: extraído del cuerpo. 1: duodeno. 2: páncreas



rojo oscuro, está situado en la porción más craneal del abdomen, en la cúpula diafragmática (figura 21). Se encuentra dividido parcialmente en porciones o lóbulos cuyo número difiere según la especie. Por regla general, la bilis, producida de manera continua, se acumula en una bolsa: la vesícula biliar, hasta que el animal come, momento en que se expulsa al duodeno para que ayude a la digestión; la rata carece de vesícula biliar por lo que la bilis se elimina al intestino a medida que se produce.

Otra glándula aneja al aparato digestivo es el páncreas que, entre sus funciones, también incluye la producción de enzimas que colaboran en la digestión. En estas especies es de tipo difuso: eso quiere decir que no se observa como una glándula compacta sino como tejido glandular disperso que está incluido en los mesos, pliegues de peritoneo que sujetan las vísceras (mesoduodeno en el lado derecho y en el omento mayor, sujeto al estómago, en el izquierdo); a veces es difícil distinguirlo del tejido graso de la zona (figura 22).

### 3.3. Aparato respiratorio

Está integrado por la nariz, la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. A diferencia del aparato digestivo, tiene una única comunicación con el exterior, que es a la vez vía de entrada y salida, y ocupa solo la mitad anterior del cuerpo. Su función principal es facilitar el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire atmosférico, permitiendo la oxigenación de aquella y la eliminación del CO<sub>2</sub> que contiene. Pero, además, las vías respiratorias acondicionan el aire inspirado —lo purifican, lo filtran gracias al moco segregado por la mucosa que captura las partículas en suspensión, lo humedecen y lo calientan—, regulan el volumen de aire que lo atraviesa y es el responsable de la fonación.

La nariz presenta un par de orificios a través de los cuales el aire entra o sale al/del aparato respiratorio: los ollares u orificios nasales, con distinta forma según la especie. Comunica con una cavidad interna: la cavidad nasal, dividida en dos mitades derecha e izquierda, por el tabique nasal. Casi toda la cavidad está ocupada por los cornetes nasales —láminas óseas delgadas y enrolladas sobre sí mismas y recubiertas de mucosa— cuya misión es aumentar la superficie de mucosa expuesta, tanto respiratoria (que modifica la calidad del aire inspirado) como olfatoria (con los receptores del olfato).

El siguiente tramo del aparato respiratorio es la faringe, compartido con el aparato digestivo. Dado que ya se trató al describir éste vamos a obviarlo en este apartado.

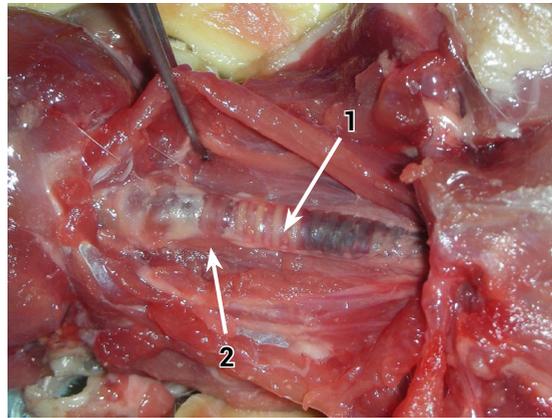
La laringe, considerada como el inicio de las denominadas vías respiratorias bajas, es un tubo cartilaginoso que conecta la faringe con la tráquea. Se sitúa en el límite entre la cabeza y el cuello, zona denominada "tránsito cervicofacial". Está formada por una serie de cartílagos unidos entre sí y revestida internamente por mucosa. El más craneal de todos, la epiglotis, se proyecta en el suelo de la faringe y permite la entrada de aire en el interior del órgano, pero se cierra al desplazarse caudalmente impidiendo el paso de sólidos o líquidos cuando el animal come o bebe. En su interior alberga el órgano de la fonación: los sonidos se producen gracias a la vibración de los pliegues vocales —pliegues de la mucosa situados en sus paredes laterales— generada por el paso del aire.

La tráquea (figura 24) es un tubo formado por anillos cartilaginosos incompletos dorsalmente y unidos por ligamentos. Su parte dorsal se completa con el músculo traqueal, encargado de

---



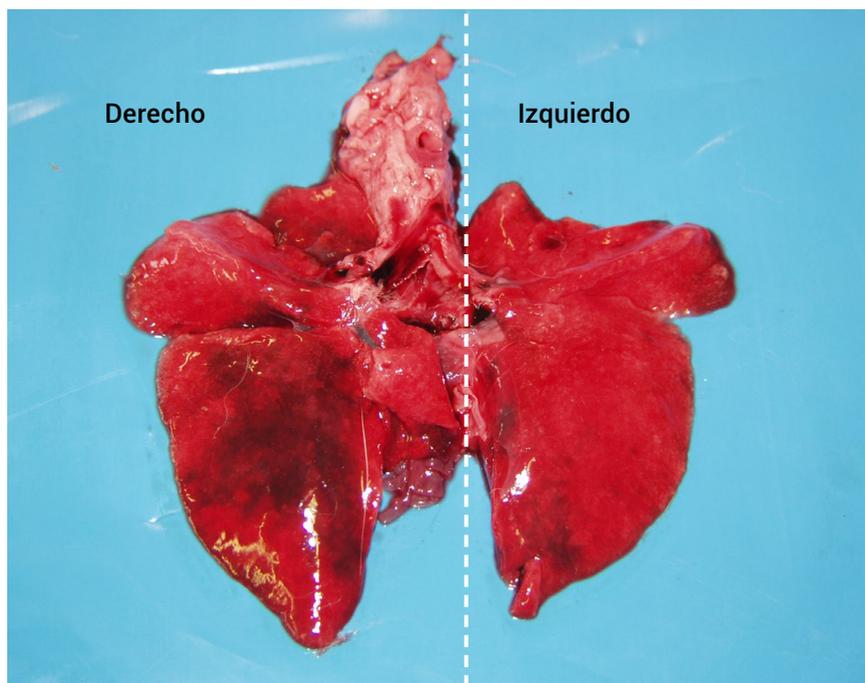
**Figura 23.** Cobaya



**Figura 24.** Vista ventral del cuello de la rata.  
Se han eliminado los músculos ventrales.  
1: tráquea. 2: tiroides (lóbulo derecho)

controlar su diámetro. Transporta el aire, en ambos sentidos, entre la laringe y los pulmones. Recorre el cuello por la línea media ventral, penetra en la cavidad torácica y, una vez que rebasa el corazón, se divide en dos conductos: los bronquios principales izquierdo y derecho, que penetran en el pulmón del lado correspondiente.

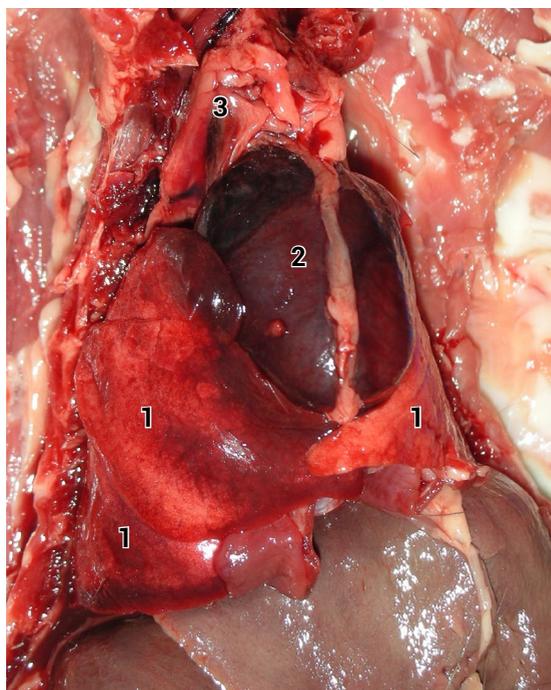
Dentro del pulmón, los bronquios principales se van a dividir en tubos de menor calibre hasta llegar a los sacos alveolares y, finalmente, a los alvéolos pulmonares, rodeados de gran cantidad de capilares sanguíneos, en los que tendrá lugar el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre.



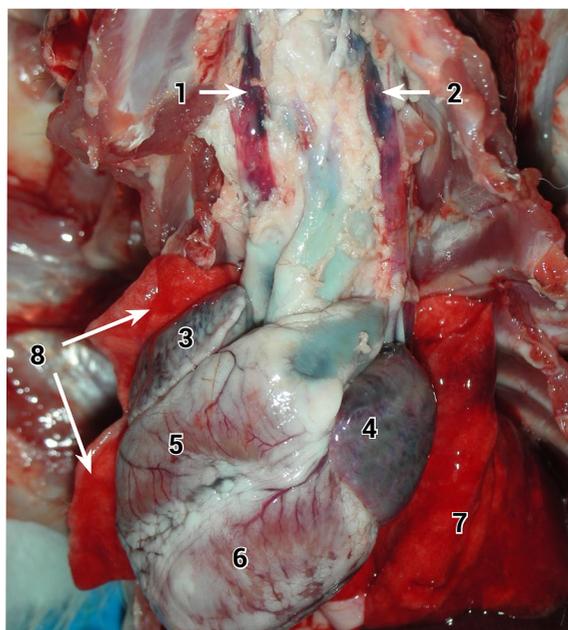
**Figura 25.** Pulmón de conejo. Vista ventral

Los pulmones son órganos esponjosos y llenos de aire que ocupan la mayor parte de la cavidad torácica. El derecho siempre es algo mayor que el izquierdo (figuras 25 y 26). Externamente están divididos en lóbulos por fisuras profundas; el número de lóbulos, que es diferente según la especie, se corresponde con las ramificaciones de cada bronquio principal, denominadas bronquios lobares, que ventilan su lóbulo pulmonar correspondiente. El pulmón derecho normalmente está dividido en cuatro lóbulos: craneal, medio, caudal y accesorio; el izquierdo en los roedores suele estar sin dividir, aunque en el cobaya, como en el conejo, tiene dos lóbulos: craneal y caudal. Además, el lóbulo craneal está recorrido por una cisura horizontal incompleta que lo separa en dos porciones: craneal y caudal. Adicionalmente, en el cobaya el izquierdo posee un tercer lóbulo, más pequeño, que también se denomina accesorio.

Las paredes de la cavidad torácica están revestidas internamente por una membrana serosa: la pleura parietal. Ésta se dispone formando dos sacos separados e independientes, uno en la parte derecha y otro en la izquierda, cada uno de los cuales contiene un pulmón. El espacio en la línea media que queda entre ambos sacos es el mediastino, donde se localizan el corazón y otros órganos torácicos como el timo y el esófago. Cada pulmón está revestido, además, por una membrana serosa, íntimamente adherida a él, que recibe el nombre de pleura visceral o pulmonar. A nivel del mediastino, la pleura pulmonar se une con la parietal —en realidad, es una misma membrana que tapiza las paredes y el pulmón correspondiente en cada mitad—. El espacio existente entre la pleura parietal y la pulmonar, llamado cavidad pleural, está ocupado por una pequeñísima cantidad de líquido seroso que facilita el deslizamiento del pulmón sobre las paredes torácicas durante los movimientos respiratorios. La presión interna de esta cavidad es inferior a la atmosférica, por lo que la perforación de la pared del tórax permitirá la entrada del aire exterior, produciendo un incremento de la presión y el consiguiente colapso de los pulmones. Por eso, siempre se encuentran colapsados en los cadáveres.



**Figura 26.** Cavidad torácica del cobaya. Vista ventral. 1: lóbulos pulmonares. 2: corazón. 3: timo. 4: diafragma



**Figura 27.** Vista ventral de la cavidad torácica de un conejo. 1: vena cava craneal derecha. 2: vena cava craneal izquierda. 3: aurícula derecha. 4: aurícula izquierda. 5: ventrículo derecho. 6: ventrículo izquierdo. 7: pulmón izquierdo. 8: pulmón derecho

### 3.4. Aparato circulatorio

Para poder vivir y realizar sus funciones, las células del organismo necesitan un suministro continuo de energía y materia prima con la que realizarán su actividad metabólica. Como resultado, se originarán productos de desecho que deben ser retirados ya que, en grandes cantidades, algunos podrían llegar a ser tóxicos para la propia célula. Para ello debe haber un sistema que realice la recogida y el transporte, y esa es la función del aparato circulatorio.

Está constituido por dos partes bien diferenciadas: el aparato circulatorio sanguíneo y el linfático. Son dos redes complejas de conductos de distinto calibre: los vasos, por los que circulan sendos líquidos ricos en células: la sangre y la linfa, respectivamente. La función principal de la sangre es proporcionar a los tejidos el oxígeno y otros nutrientes imprescindibles para su funcionamiento procedentes del aparato respiratorio y digestivo, y, a su vez, recoger los residuos metabólicos y transportarlos a los órganos encargados de su eliminación: hígado, riñones y pulmones. La linfa, a su vez, recoge la grasa y las vitaminas liposolubles del intestino y las conduce hasta el torrente circulatorio.

27

Además de esta función de transporte, el aparato circulatorio tiene un papel importante en la defensa del organismo frente a infecciones: la linfa discurre por vasos en cuyo recorrido se intercalan los nódulos linfáticos o linfonódulos, órganos de defensa del cuerpo ya que se encargan de filtrar la linfa y retener los gérmenes y otras partículas dañinas. Estos linfonódulos, antiguamente denominados ganglios linfáticos, forman parte de los órganos linfoides junto con el bazo, el timo y la médula ósea. Todos ellos producen linfocitos —células propias del sistema inmunitario—, que se vierten a la linfa para su transporte. Por el contrario, la sangre contiene varios tipos de elementos formes (macrófagos, linfocitos, eritrocitos) así como plaquetas, anticuerpos, complementos, etc., muchos de ellos también están presentes en la linfa, que son indispensables para las reacciones de cicatrización de heridas y la protección frente a infecciones.

El sistema circulatorio sanguíneo constituye un circuito cerrado —la sangre está encerrada en conductos—, forzada a circular de manera continua por los vasos sanguíneos, impulsada por las contracciones del corazón. Por el contrario, el linfático es un circuito abierto: los capilares linfáticos se inician como tubos ciegos en el seno de los tejidos, en los que penetra parte del líquido tisular que baña las células y que constituirá la linfa. Poco a poco, los vasos linfáticos confluyen para formar otros de mayor calibre que, finalmente, desembocan en las grandes venas próximas al corazón. Durante su recorrido, la linfa es impulsada por la contracción de los músculos.

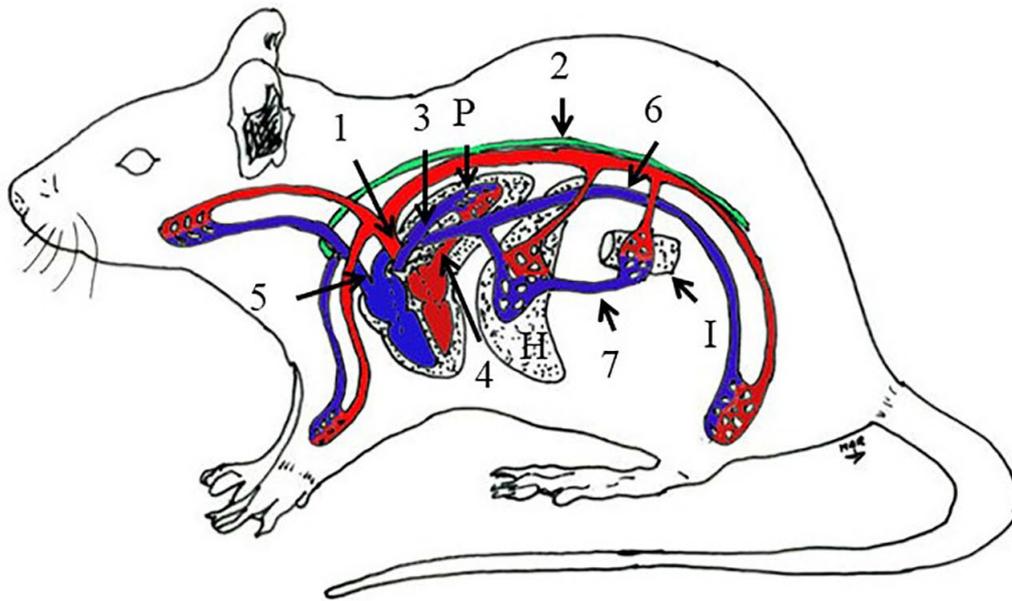
El corazón es un órgano muscular que internamente se divide en cuatro huecos: dos atrios y dos ventrículos, unos derechos y otros izquierdos, bien diferenciados externamente en el conejo (figura 27), pero menos en los roedores. De manera errónea, es costumbre decir que el corazón está formado por dos aurículas y dos ventrículos. En realidad, las aurículas son solo una pequeña parte de los atrios, un pequeño saquito adosado a la pared de cada atrio.

Las cavidades del mismo lado están comunicadas entre sí pero no con las del otro de modo que, después del nacimiento, no hay contacto entre la sangre contenida en la parte izquierda y la derecha. De esta manera, el corazón funciona como una bomba doble: la mitad izquierda impulsa la sangre cargada de oxígeno hacia el interior de la aorta y, de ahí, al resto del cuerpo, y la derecha envía la sangre pobre en oxígeno hacia los pulmones a través del

---

tronco pulmonar, que se divide en dos arterias pulmonares, una para cada pulmón. Así, en el cuerpo se diferencian una circulación mayor o sistémica, que irriga todos los órganos, y otra circulación menor o pulmonar, en la que se realiza el intercambio de gases.

El recorrido de la sangre en la circulación mayor comienza en el atrio izquierdo del corazón, y desde allí pasa al ventrículo izquierdo. Gracias a la contracción del músculo cardíaco, la sangre es impulsada a la aorta y, desde ella, a sus sucesivas ramificaciones hasta llegar a los pequeños capilares arteriales distribuidos por los tejidos y órganos. Allí tiene lugar el intercambio de sustancias con sus células y continúa por los capilares venosos, que confluyen formando venas de mayor calibre. La sangre de la mitad caudal del cuerpo es transportada por la vena cava caudal hasta el atrio derecho del corazón; la de la mitad craneal llega a través de la vena cava craneal. La sangre procedente del intestino y de los órganos impares del abdomen pasa primero por el hígado para limpiarse, a través de la vena porta, y sale del órgano por las venas hepáticas que desembocan directamente en la cava caudal (figura 28).



**Figura 28.** Esquema del aparato circulatorio de la rata. 1: aorta. 2: sistema linfático. 3: arterias pulmonares. 4: venas pulmonares. 5: vena cava craneal. 6: vena cava caudal. 7: vena porta. H: hígado. P: pulmones. I: intestino

Tanto los roedores —excepto el cobaya— como el conejo tienen una particularidad: presentan dos venas cavas craneales: una derecha y otra izquierda que desembocan, junto a la vena cava caudal, en el atrio derecho. La izquierda, para alcanzarlo, rodea caudalmente la base del corazón con el fin de llegar a la parte derecha del órgano.

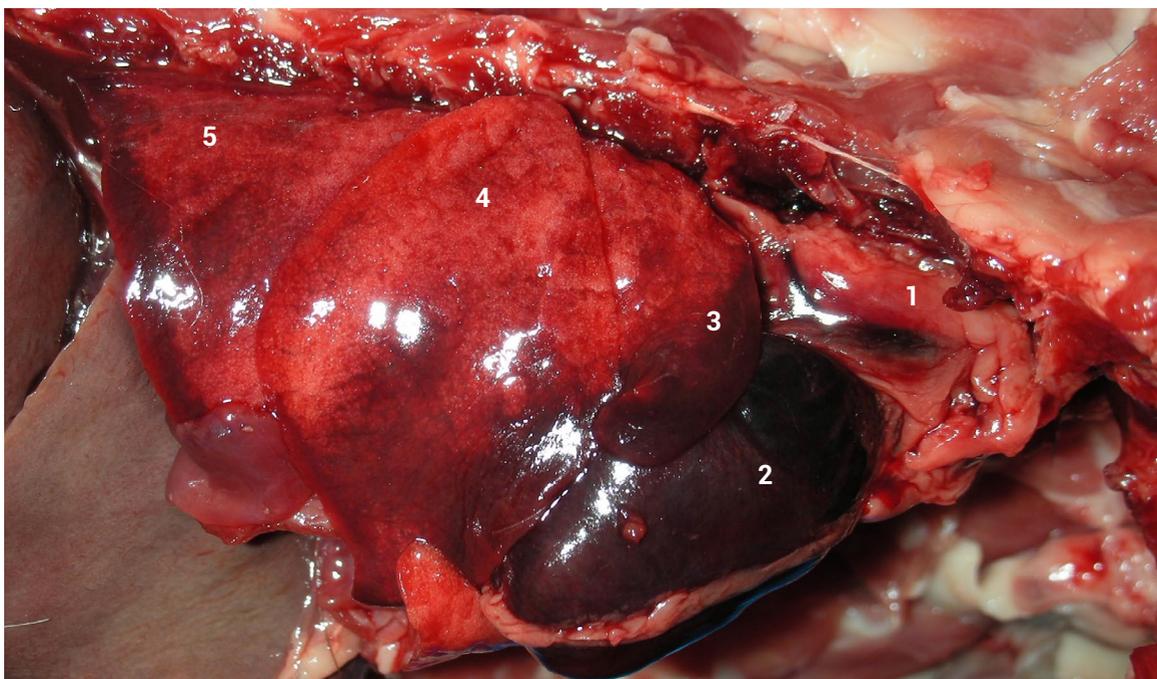
Existen diferencias entre las especies consideradas relativas a los vasos que surgen de la aorta para proporcionar sangre arterial a la mitad anterior del cuerpo, incluyendo las extremidades anteriores: en el conejo salen solo dos vasos (que luego se ramificarán) y en la rata tres.

- En el conejo y el cobaya el arco aórtico se ramifica de una manera similar a la del perro: primero surge el tronco braquiocefálico, impar, que avanza en dirección craneal y se divide en tres vasos: dos arterias carótidas comunes —derecha e izquierda— y la arteria subclavia derecha. Posteriormente de la aorta sale otro vaso: la arteria subclavia izquierda.
- En la rata, ratón y el hámster, del arco aórtico surge, en primer lugar, un vaso denominado arteria anónima (o tronco braquiocefálico, según los textos) que da lugar en seguida a la a. subclavia derecha y a la a. carótida común derecha. Posteriormente, se forman en la aorta otras dos ramas: la a. carótida común izquierda —directamente de la aorta— y, después, la a. subclavia izquierda.

La circulación menor se inicia en el atrio derecho, donde la sangre venosa procedente del cuerpo va al ventrículo derecho y este la impulsa hacia el tronco pulmonar que se bifurca en las dos arterias pulmonares; cada una de ellas penetra en un pulmón y allí se ramifica hasta formar capilares arteriales que rodean los alvéolos e intercambian su contenido en gases con el aire atmosférico; la sangre oxigenada continúa por capilares venosos que confluyen para, finalmente, formar las venas pulmonares que transportan la sangre hasta el atrio izquierdo del corazón, para integrarse en la circulación mayor.

29

Por lo que respecta a su localización, el corazón se encuentra en la parte media de la cavidad torácica, en el mediastino, rodeado dorsal y lateralmente por los pulmones y envuelto por una membrana serosa: el pericardio, que forma una bolsa completa a su alrededor en cuyo interior hay una pequeña cantidad de líquido para facilitar sus movimientos. Se sitúa en posición oblicua, con su eje longitudinal medio o sagital formando un ángulo de unos 40° con el esternón (hueso que forma el suelo de la cavidad torácica) y está ligeramente desplazado hacia la izquierda (figura 29). Como referencia anatómica, se sitúa entre el 3.<sup>er</sup> y 6.<sup>o</sup> espacio



**Figura 29.** Cavidad torácica del cobaya. Vista lateral derecha. 1: timo. 2: corazón. 3: lóbulo craneal del pulmón derecho. 4: lóbulo medio del pulmón derecho. 5: lóbulo caudal del pulmón derecho

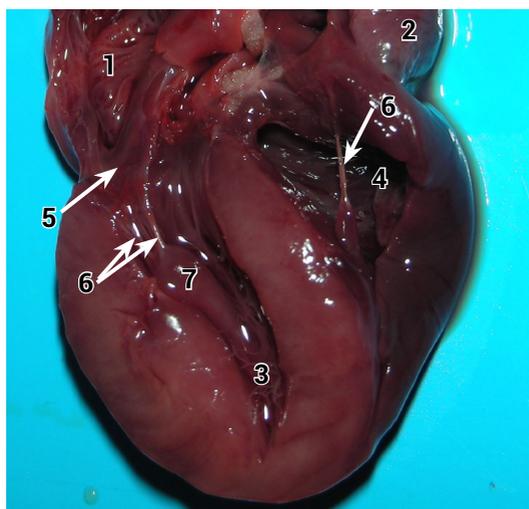
intercostal. En el animal vivo lo más fácil para localizarlo es colocar la extremidad torácica izquierda en su posición fisiológica, la que tendría en el animal de pie, y en el lugar donde esté el olecranon (el codo) es donde mejor se apreciará el latido cardíaco.

Es importante señalar que los términos derecho e izquierdo utilizados en la descripción del corazón no coinciden con la situación real de cada parte en los animales. En este órgano se describen:

- Base: parte superior. Es dorso-craneal. Por esta zona entran y salen los vasos sanguíneos.
- Vértice: ventro-caudal. Es la parte inferior.
- Cara atrial: aquella en la que se observan ambos atrios. Se sitúa a la derecha de la línea media.
- Cara auricular: aquella en la que aparecen las dos aurículas. Corresponde al lado izquierdo.

Cada cara está recorrida por un surco dorsoventral que separa externamente los ventrículos: el surco interventricular subsinuoso, en la cara atrial y el interventricular paraconal, en la cara auricular. Por ellos discurren los vasos interventriculares encargados de irrigar las paredes del corazón, rodeados de una cantidad variable de grasa.

Con respecto a la posición de las cavidades cardíacas, el ventrículo derecho es craneal y el izquierdo, que normalmente es el único que alcanza el vértice del corazón, caudal. Los atrios se sitúan sobre los respectivos ventrículos y se comunican con ellos a través de un orificio atrioventricular (derecho e izquierdo), controlado por una válvula formada por unas laminillas, valvas o cúspides que se fijan en la periferia del agujero y permiten el paso de la sangre del atrio al ventrículo, pero no en sentido contrario. El extremo ventral de las valvas está libre y se une mediante las cuerdas tendinosas, especie de cordones, a unos releves de las paredes del ventrículo: los músculos papilares; estas cuerdas impiden que la presión sanguínea abra las cúspides hacia el atrio cuando se contraiga el ventrículo, evitando así que la sangre retroceda (figura 30). En la mitad derecha la válvula tiene tres cúspides, por lo que se denomina válvula atrioventricular derecha o válvula tricúspide; en la izquierda solo dos; hablamos entonces de la válvula atrioventricular izquierda, mitral o bicúspide.



**Figura 30.** Corazón de conejo. Corte sagital. 1: atrio izquierdo. 2: aurícula derecha. 3: ventrículo izquierdo. 4: ventrículo derecho. 5: válvula atrioventricular izquierda. 6: cuerdas tendinosas. 7: músculo papilar

Por lo que respecta al sistema linfático, tan solo tiene interés conocer algunas generalidades del mismo, especialmente de los órganos linfáticos.

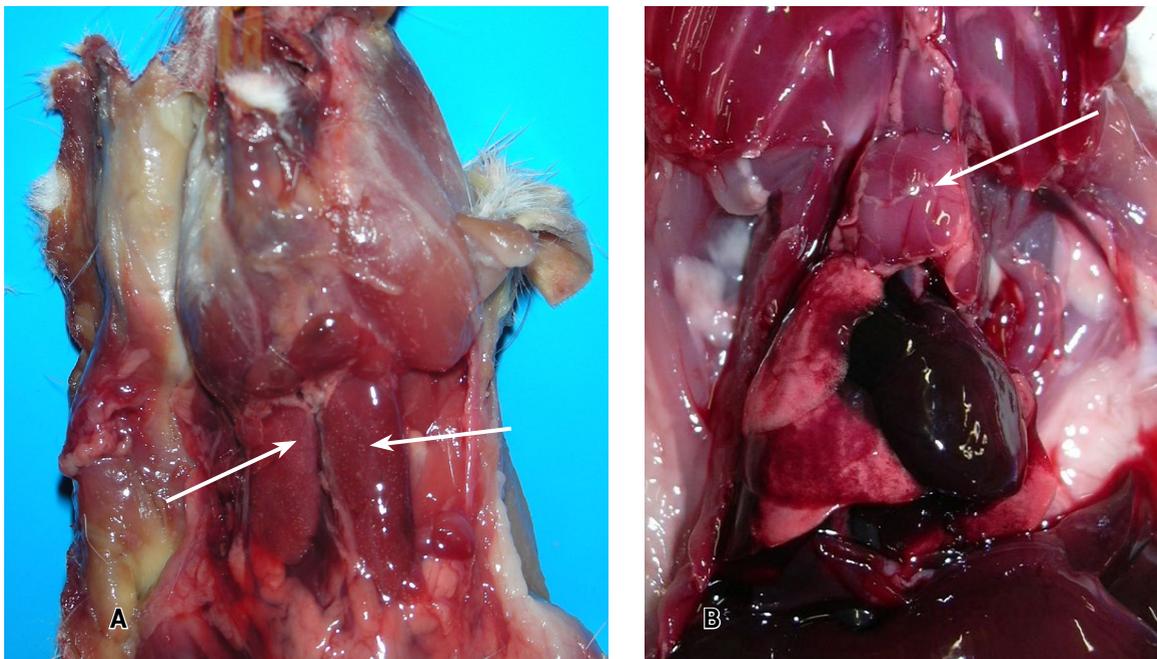
Los ganglios linfáticos o linfonódulos se encuentran distribuidos por todo el cuerpo en número elevado interrumpiendo el trayecto de un vaso linfático, generalmente asociados en cadenas. Son órganos pequeños, de forma más o menos arriñonada. Algunos pueden palparse en el animal vivo (en las especies de laboratorio puede ser difícil por su pequeño tamaño), otros están en situación profunda entre los músculos o dentro de las cavidades, muchas veces asociados a los órganos.

El timo es un órgano linfático propio de los individuos en desarrollo. Está presente en el feto, alcanza su máximo tamaño poco después del nacimiento y después empieza a disminuir llegando a desaparecer por completo en el adulto. Es el responsable del establecimiento de la inmunidad. Por regla general, consta de tres partes aunque no todas las especies las poseen:

- Lóbulo torácico: el más voluminoso. Se sitúa en el mediastino craneal —por delante del corazón—, en posición ventral y entre los dos pulmones. Está formado por dos porciones o lóbulos: derecho e izquierdo, que pueden estar fusionadas.
- Lóbulo cervical: par. Se sitúa ventral en el cuello a ambos lados de la tráquea.
- Lóbulo intermedio: porción estrecha que conecta las otras dos cuando existe el lóbulo cervical.

31

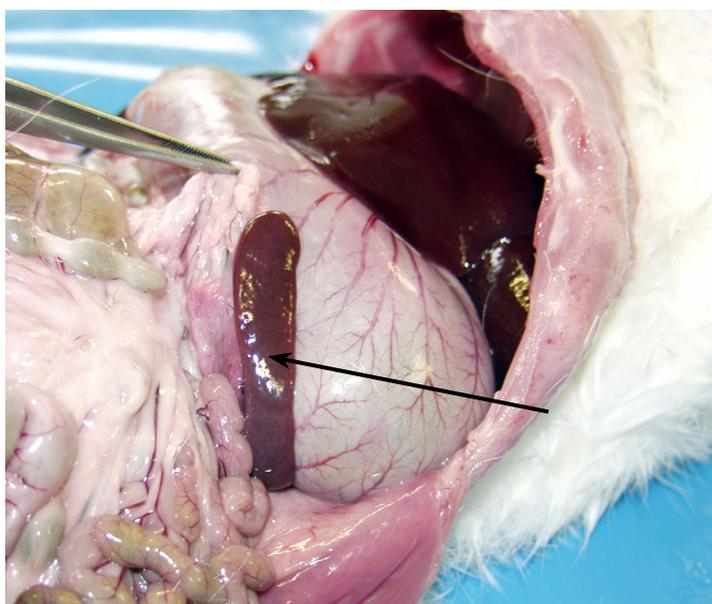
En la rata y el ratón el timo tiene dos partes: una cervical y otra torácica, ambas con dos lóbulos (figura 31); en el resto solo posee la parte torácica. En el conejo, el cobaya y el hámster suele persistir durante toda la vida del animal.



**Figura 31.** Timo de la rata. A: vista ventral del cuello, una vez retirada la piel. Las flechas señalan el lóbulo cervical del timo. B: Vista ventral del contenido de la cavidad torácica. La flecha señala el lóbulo torácico del timo

El bazo suele incluirse también entre los órganos linfáticos, aunque está estrechamente relacionado con los dos sistemas circulatorios: sanguíneo y linfático. Desempeña funciones muy importantes en el organismo: durante la vida embrionaria es un órgano eritropoyético (formador de glóbulos rojos); sin embargo, en el adulto desempeña el papel contrario: se encarga de destruir los glóbulos rojos viejos o inútiles y de recuperar el hierro que contienen. Elabora linfocitos y contiene otras células que intervienen en los fenómenos de inmunidad; además, actúa como reservorio de sangre: es capaz de almacenar en su interior hasta un 16 % del volumen sanguíneo total del individuo, y lo vierte al torrente circulatorio cuando es necesario.

Se dice que tiene forma de lengüeta pues está alargado en sentido dorsoventral y aplanado lateromedialmente. Se sitúa en la parte craneal de la cavidad abdominal, en el lado izquierdo y en contacto con la pared izquierda del abdomen, protegido en gran parte por las costillas. Como contacta con el estómago, su localización topográfica depende en gran medida del estado de repleción de éste: cuando está muy lleno desplaza el bazo en dirección caudal (figura 32). Su aspecto externo depende de la cantidad de sangre que contenga; en el animal vivo es rojo brillante, pero en el muerto adquiere un tono azulado o violáceo.



**Figura 32.** Bazo del conejo *in situ*. El estómago está ligeramente desplazado en sentido medial

El último de los órganos linfáticos es la médula ósea, localizada en los espacios que quedan en el interior de los huesos. Existen dos tipos: roja y amarilla. La encargada de formar las células sanguíneas es la primera, muy abundante antes del nacimiento y en los individuos jóvenes pero en el adulto pierde progresivamente esta función y se convierte en amarilla al acumular grasa. Solo persiste en determinadas localizaciones: en los huesos del cráneo, en el esternón, en las costillas, en las vértebras y en los extremos (denominados epífisis) de los huesos largos.

---

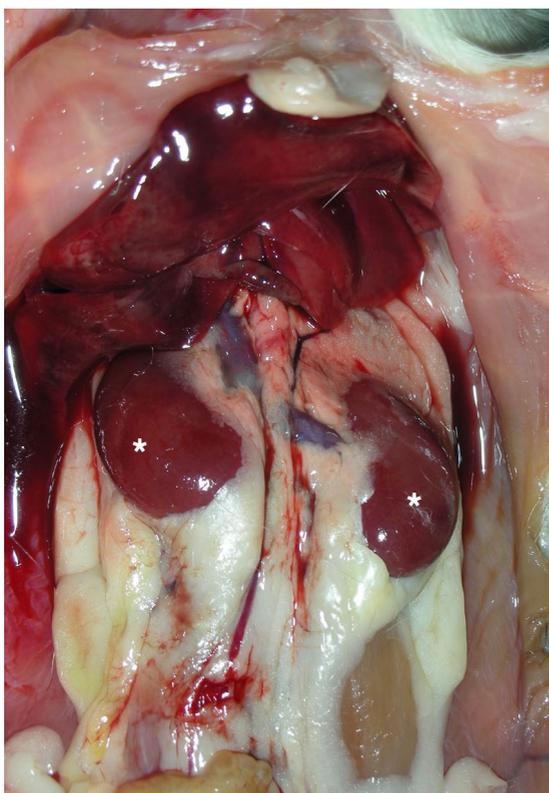
### 3.5. Aparato urinario

Su misión es filtrar la sangre, eliminando diversas sustancias (residuos del metabolismo, medicamentos) así como el exceso de agua y de iones para mantener en condiciones constantes el medio interno del cuerpo, es decir, la concentración de electrolitos. En todos los mamíferos está formado por los mismos órganos: riñones, uréteres, vejiga de la orina y uretra.

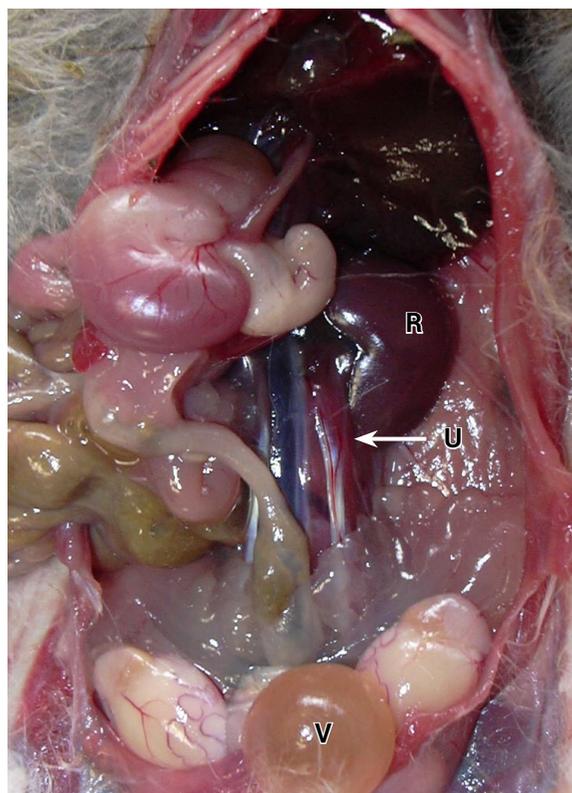
Los riñones, encargados de producir la orina por filtración de la sangre, son de color rojo oscuro y ocupan una posición retroperitoneal (no están cubiertos por el peritoneo, membrana serosa de la cavidad abdominal). Están situados en el techo del abdomen a la altura de las primeras vértebras lumbares y recubiertos de grasa excepto por su cara dorsal. El riñón derecho está algo más craneal que el izquierdo y establece contacto con el hígado (figura 33). Tienen forma de haba, con el borde cóncavo mirando hacia la línea media del cuerpo. En él se localiza el hilio, lugar por donde entran y salen los vasos sanguíneos al interior del órgano.

Los uréteres son los conductos encargados de transportar la orina desde el riñón hasta la vejiga de la orina. Se originan en el interior del riñón, salen por el hilio y, poco después, giran en dirección caudal despegándose poco a poco del techo de la cavidad abdominal, se introducen en la pelviana y penetran en la interior vejiga (figura 34).

La vejiga de la orina es un órgano hueco impar con forma de pera situado en el suelo de la cavidad pelviana, aunque a medida que se va llenando se introduce en la abdominal. Su parte



**Figura 33.** Localización de los riñones (\*). Techo de la cavidad abdominal de una rata. Vista ventral. Se han eliminado la mayoría de los órganos



**Figura 34.** Imagen parcial del aparato urinario del hámster. Vista ventral. R: riñón izquierdo. U: uréter izquierdo. V: vejiga de la orina

craneal, redondeada, recibe el nombre de vértice; la más estrecha, caudal, es el cuello y la zona intermedia, más ancha es el cuerpo. Almacena la orina hasta que es expulsada al exterior.

Cuando los uréteres desembocan en la cara dorsal de la vejiga lo hacen de una manera peculiar: discurren un poco sobre ella y luego atraviesan la pared oblicuamente. Realizan un pequeño recorrido por el espesor de la pared dando lugar a la formación de unos relieves de la capa más interna, la mucosa, hacia el interior del órgano: las columnas uretéricas, fáciles de reconocer si abrimos la vejiga y miramos su techo desde el interior. En el extremo caudal de cada columna aparece un pequeño orificio: el orificio uretérico, por el que la orina penetra en la vejiga. La peculiar desembocadura de los uréteres evita un posible reflujo del contenido cuando el órgano está muy lleno. La propia orina presiona las columnas y, por tanto, la porción final de los uréteres, cerrándolos. El espacio de forma triangular delimitado entre la desembocadura de los uréteres principio de la uretra, conocido como orificio uretral interno, se denomina trígono vesical.

La uretra es un conducto que surge de cuello de la vejiga y transporta la orina hacia el exterior. Normalmente se describe dentro del aparato genital ya que en el macho es un tramo común a los dos aparatos: urinario y genital, pues transporta tanto orina como semen.

## 3.6. Aparato genital

### 3.6.1. Aparato genital masculino

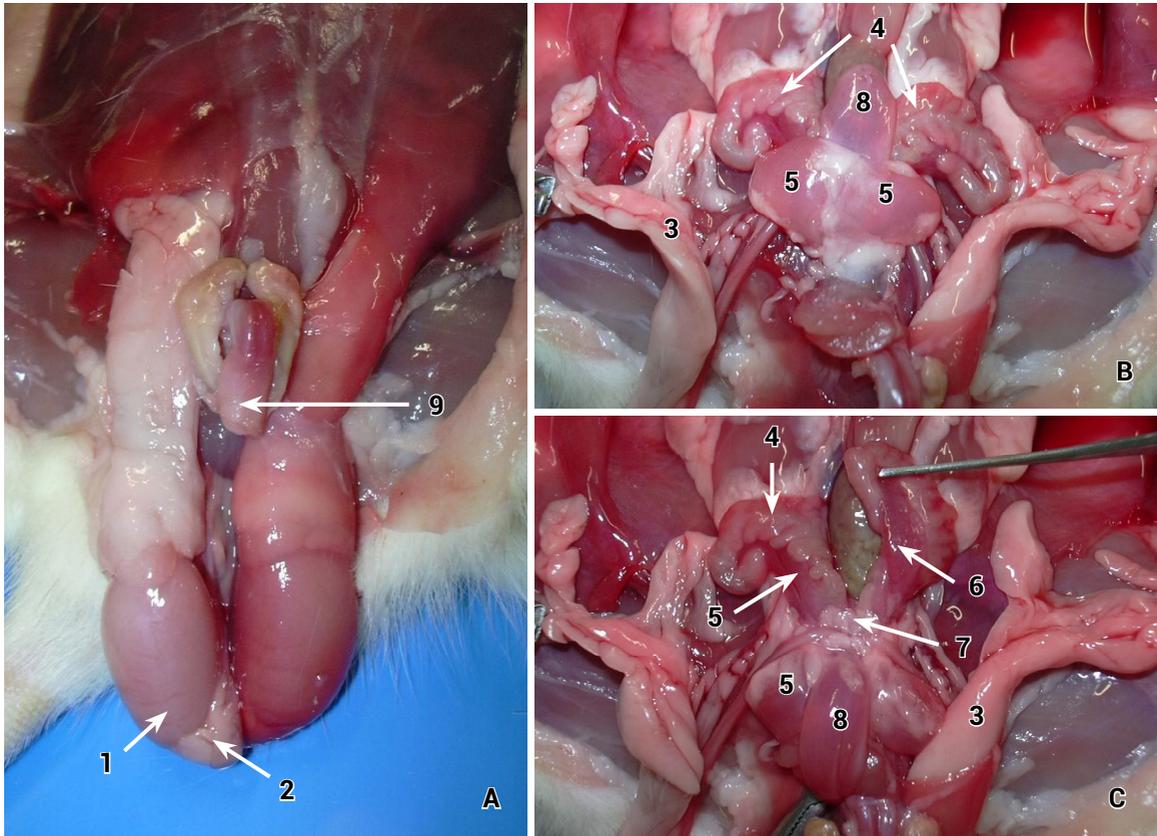
Su función es producir los gametos masculinos (espermatozoides) y, además, en los mamíferos, depositarlos en el interior del aparato genital femenino para que fecunden el ovocito. Consta de testículos, epidídimo, conductos deferentes, uretra, pene y glándulas genitales accesorias (figuras 35 y 36).

El testículo es el órgano encargado de la producción de los espermatozoides. Es par y normalmente se localiza fuera del cuerpo, en el interior de una bolsa de piel denominada escroto. Sin embargo, tanto el conejo como los roedores son peculiares ya que los machos son criptórqidos facultativos. Esto significa que son capaces de introducir a voluntad los testículos dentro de la cavidad abdominal. En estas especies, durante toda la vida del animal se mantiene abierta una comunicación entre el interior del abdomen y el del escroto, una especie de túnel que atraviesa la pared ventral del cuerpo y que se denomina canal inguinal. En consecuencia, al observar un macho, los testículos podrían estar en el escroto, en el canal inguinal o dentro de la cavidad. Para evitar la aparición de hernias inguinales cuando las gónadas están en el escroto, poseen un grueso cuerpo adiposo unido al epidídimo que taponan la entrada abdominal del canal, llamado anillo inguinal interno.

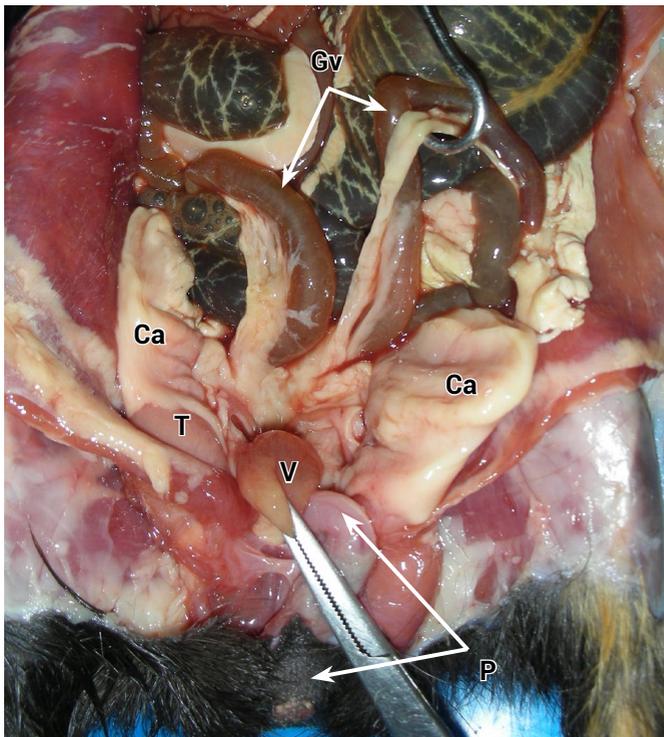
En los roedores el escroto es más o menos visible ventrolateralmente al ano; su piel es similar a la del resto del cuerpo, con pelo; en el conejo se sitúa en posición inguinal y carece de pelo.

El epidídimo, adosado al testículo (dorsolateral al mismo) es un órgano voluminoso. Es el lugar en el que los espermatozoides maduran y adquieren la capacidad de fecundar al ovocito. A él se fija una gran cantidad de grasa (el cuerpo adiposo) que impide que las vísceras se introduzcan por el hueco del canal inguinal cuando los testículos están en el fondo del escroto. De esta manera se impide la aparición de hernias inguinales.

---



**Figura 35.** Aparato genital masculino de la rata. Vistas ventrales. A: retirada la piel del abdomen y escroto. B y C: interior de la cavidad abdominal; en C la vejiga ha sido desplazada caudalmente. 1: testículo. 2: epidídimo. 3: cuerpo adiposo. 4: glándula vesicular. 5: próstata: lóbulo ventral. 6: próstata: lóbulo dorsocraneal o glándula coagulante. 7: glándulas del conducto deferente. 8: vejiga de la urina. 9: pene



**Figura 36.** Aparato genital masculino del cobaya. Gv: glándulas vesiculares. Ca: cuerpo adiposo. P: pene. T: testículo. V: vejiga de la orina (desplazada caudalmente)

El conducto deferente transporta los espermatozoides desde la cola del epidídimo hasta la uretra, desembocando en la parte dorsal de la misma. En su recorrido se diferencian tres tramos: extracorporal (hasta que penetra en la cavidad abdominal atravesando el canal inguinal), abdominal y pelviano.

La uretra del macho es un órgano tubular que se extiende desde el orificio uretral interno — que la separa de la vejiga de la orina— hasta el orificio uretral externo, situado en el extremo del pene y por el que desemboca al exterior. Consta de una parte pelviana (que discurre por el interior de la cavidad pelviana) y otra parte peneana, situada en el interior del pene.

El pene es el órgano copulador del macho. Se inicia en la parte caudal de la pelvis y se dirige primero ventralmente para curvarse luego en dirección caudal. En reposo no es posible observarlo desde el exterior ya que está recubierto por un pliegue de la piel denominado prepucio. Está recorrido en toda su longitud por la uretra y contiene tejido eréctil: los cuerpos esponjosos —rodeando a la uretra—, y cavernoso —dorsal a ella—. En los roedores, dentro del tejido que constituye la parte terminal del pene, denominada glándula, existe un pequeño hueso llamado hueso peneano o báculo (*baculum*).

El semen de los mamíferos está constituido por los espermatozoides y la secreción de una serie de glándulas denominadas glándulas genitales accesorias que los nutre. Como regla general los mamíferos domésticos tienen tres tipos de glándulas accesorias situadas dorsalmente a la uretra pelviana y cuyos conductos desembocan en su techo. Estas glándulas, de craneal a caudal, son las siguientes:

1. Glándula vesicular: par en los roedores, impar en el conejo, aunque su parte craneal está bilobulada.
2. Próstata: única en el conejo. En los roedores consta de tres lóbulos pares: dorsocraneal (glándula coagulante), dorsolateral y ventral, que, como excepción, se sitúa ventral a la uretra aunque sus conductos sigan desembocando en su techo. La glándula coagulante, asociada físicamente a la parte medial de la glándula vesicular, segrega la enzima vesiculasa, que provoca la coagulación del semen eyaculado que queda en contacto con el aire después de la monta, en la parte caudal del aparato genital femenino, formando el "tapón vaginal", visible desde el exterior y que se utiliza para comprobar que la hembra ha sido cubierta.
3. Glándulas bulbouretrales: un par, muy caudales, localizadas al final de la uretra pelviana, en el límite entre esta porción y la peneana.

Adicionalmente, en estas especies se diferencian otras glándulas más pequeñas, también genitales accesorias:

- En el conejo hay un número variable de glándulas paraprostáticas situadas en el espesor de las paredes laterales de la uretra.
  - En los roedores están las glándulas del conducto deferente, situadas junto a la terminación del mismo, y las glándulas uretrales localizadas en el cuerpo cavernoso que acompaña a la uretra.
-

### 3.6.2. Aparato genital femenino

La función del aparato genital femenino es más compleja que la del masculino ya no que no se limita sólo a formar los gametos femeninos (óvulos) sino que además:

- En su interior tienen lugar la fecundación, es decir, la unión de los gametos masculino y femenino para originar un embrión.
- Dentro de él, en el caso de los mamíferos, se desarrollará el individuo resultante de la fecundación.

En general, el genital femenino está formado por los ovarios, la tuba uterina u oviducto, el útero, la vagina, el vestíbulo vaginal, la vulva y la uretra femenina (figura 37).



37

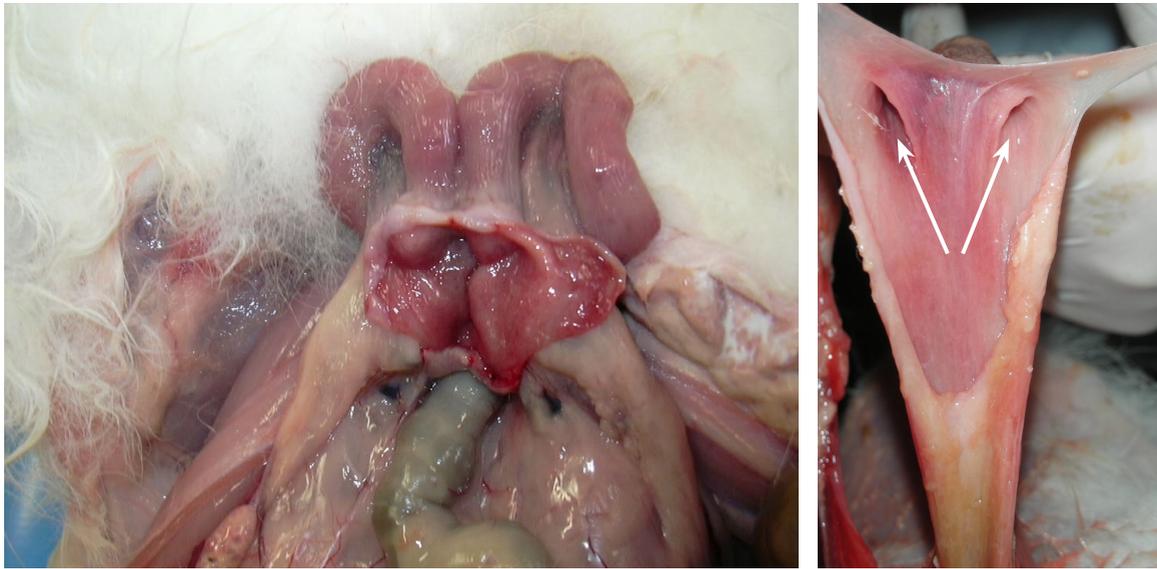
**Figura 37.** Aparato genital femenino de la rata  
1: ovario. 2: útero. 3: vagina

Los ovarios son órganos pares situados en el interior de la cavidad abdominal, en el área sublumbar. De forma ovalada, se localizan en el techo de la cavidad abdominal, recubiertos de grasa y un poco por detrás del polo caudal del riñón del lado correspondiente. En los animales impúberes la superficie externa es lisa; en los púberes, rugosa por el desarrollo de los folículos ováricos, que hacen relieve hacia el exterior.

La tuba uterina u oviducto, es un tubo par, delgado y flexuoso, que recoge los ovocitos expulsados del ovario y los transporta hasta el útero. En su interior tiene lugar la fecundación. El extremo más próximo a la extremidad craneal del ovario está muy ensanchado, tiene forma de embudo y recibe el nombre de infundíbulo. Su borde presenta una especie de flecos: las fimbrias y en su centro se encuentra el orificio abdominal de la tuba, inicio del conducto.

El útero es un órgano tubular situado casi por completo en el interior de la cavidad abdominal. En él tiene lugar la gestación. Normalmente consta de dos cuernos que fusionan caudalmente sus cavidades para formar el cuerpo del útero que, a su vez, se continúa con el cuello o cérvix, que desemboca en la vagina. Sólo la última porción uterina está dentro de la cavidad pelviana. Sin embargo, esta estructura solo se mantiene en el cobaya. Tanto la coneja como

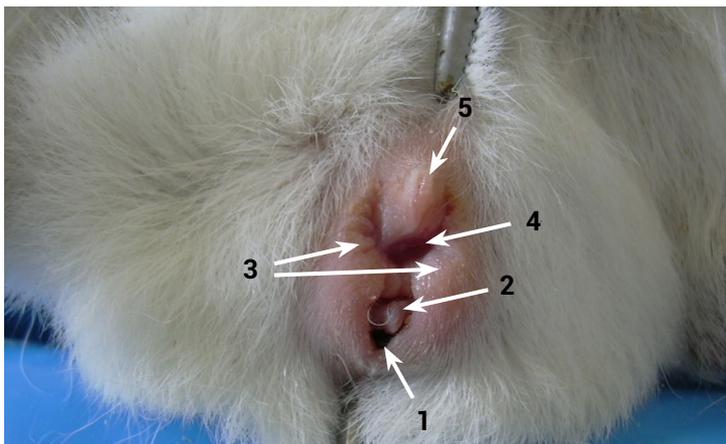
---



**Figura 38.** Aparato genital femenino de la coneja: desembocadura de los cuernos del útero en la vagina (flechas). La vagina ha sido abierta por la línea media ventral

los demás roedores poseen el llamado "útero dúplex o doble": cada cuerno desemboca por separado en la vagina, nunca llegan a fusionarse sus cavidades por lo que, en sentido estricto, carecen de cuerpo y cuello (figura 38). En todas estas especies la gestación tiene lugar dentro de los cuernos.

La vagina es también un órgano tubular y aloja el pene durante la cópula. Es amplia y larga y está aplastada en sentido dorsoventral. En las hembras domésticas, coneja incluida, está separada del vestíbulo vaginal, similar a la propia vagina, por el orificio de desembocadura de la uretra, llamado orificio uretral externo. En el caso del cobaya, existe dentro de la vagina una membrana, la membrana vaginal, que puede observarse al separar los labios vulvares y que siempre está cerrada excepto durante el celo y poco antes del parto (figura 39). Como excepción, en los roedores, la uretra desemboca directamente en la superficie corporal mediante un orificio propio situado en una elevación de la piel denominada papila uretral. En consecuencia, en ellos no se describe el vestíbulo vaginal: la propia vagina comunica con el exterior mediante un orificio situado ventralmente al ano y rodeado por la vulva.



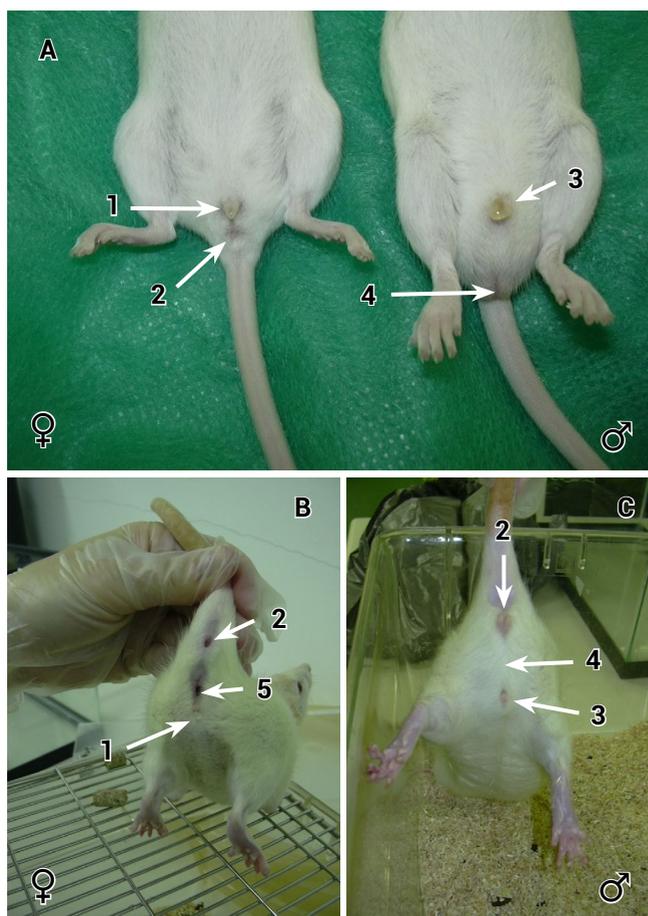
**Figura 39.** Genitales externos de una cobaya hembra. 1: ano. 2: clítoris. 3: vulva. 4: membrana vaginal. 5: orificio uretral externo en la papila uretral

La vulva, situada ventral al ano, constituye los genitales externos. Está recubierta por unos pliegues cutáneos. En la coneja se diferencian bien los dos labios vulvares, verticales, y unidos entre sí dorsal y ventralmente por las comisuras labiales (dorsal y ventral); entre ambos labios queda una abertura vertical: la hendidura pudenda o vulvar. En la mayoría de las especies, asociado a la comisura ventral y oculto entre los labios está el clítoris, organización de tejido eréctil equivalente al pene del macho. Sin embargo, todos los roedores son una excepción: el cobaya porque posee el clítoris localizado en la parte dorsal de la vulva, ventral al ano, y el resto porque lo tienen asociado a la terminación de la uretra, en la papila uretral.

Finalmente, la uretra femenina es un conducto que discurre en el interior de la cavidad pelviana, ventral a la vagina, y se extiende desde el cuello de la vejiga de la orina (orificio uretral interno) hasta el límite entre la vagina y el vestíbulo vaginal (orificio uretral externo) o hasta el exterior según la especie. Su trayecto es corto y sólo transporta orina.

### 3.6.3. Diferenciación sexual

El reconocimiento del sexo en los animales adultos es muy sencillo ya que en los machos adultos los testículos son de gran tamaño; en el conejo la piel del escroto, situado cranealmente a la abertura urogenital, apenas tiene pelo por lo que se observa con facilidad. En los roedores el escroto, aunque está cubierto de pelo, es muy evidente (figura 40).



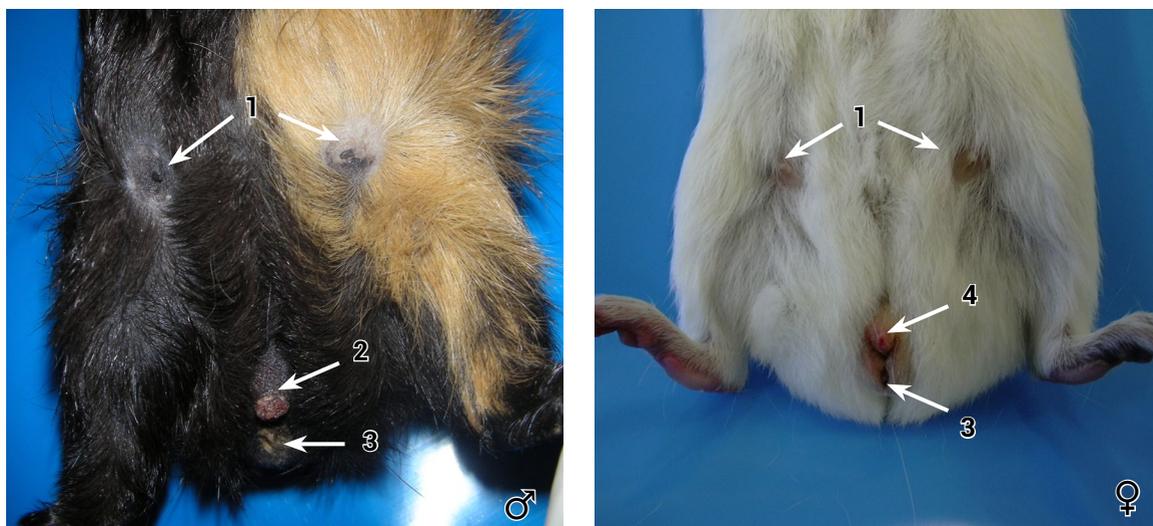
**Figura 40.** Diferenciación sexual en ratas. A: vistas ventrales. B y C: vistas caudales. 1: papila uretral. 2: ano. 3: abertura prepucial. 4: escroto. 5: vulva y abertura genital

La diferenciación se complica cuando se trata de sexar animales inmaduros ya que las aberturas urogenitales son similares en machos y hembras y los testículos aún no han descendido al escroto. En estos casos es necesario observar la distancia anogenital, siempre mayor en machos que en hembras. En los roedores (excepto cobaya), además, podemos detectar la presencia de varios pares de mamas, exclusivas de las hembras.

En los gazapos el pelo oculta la región genital por lo que para sexarlos será necesario realizar una pequeña presión con los dedos índice y pulgar a ambos lados de la abertura genital; de esta manera se exteriorizan parcialmente el pene o la vulva: en el macho la abertura del pene es prácticamente circular mientras que en la hembra la abertura vulvar es alargada.

En el cobaya ambos sexos tienen solo un par de mamas inguinales bien desarrolladas. El macho y la hembra no se diferencian demasiado en su aspecto aunque el primero suele ser de mayor tamaño. Es preciso ver sus genitales externos: para ello se sujeta verticalmente (si se coloca boca arriba se estresa enormemente y pueden llegar a morir). En el caso de un individuo maduro será fácil localizar los testículos en el escroto —aunque no son tan evidentes como en otros roedores— o, al menos, las bolsas escrotales localizadas a ambos lados del ano, pero si aún son jóvenes no habrán descendido al interior de las mismas. En este caso los dedos se sitúan a los lados del orificio genital y se presiona hacia abajo y hacia fuera para separar la piel:

- Si es un macho conseguiremos exteriorizar el pene.
- Si es una hembra aparecerá una abertura en forma de Y con las ramas pares dirigidas cranealmente y delimitada entre pliegues de piel. Al final de la rama impar localizaremos el ano. En la parte más craneal, entre las dos ramas de la Y, está la papila uretral con el orificio uretral externo; en la parte media, la abertura vaginal; al fondo de ésta se distingue la membrana vaginal. Y, ventralmente, el clítoris. Estas localizaciones y referencias se indican con el animal en posición vertical, no fisiológica, —la posición fisiológica sería “a cuatro patas”— (figura 41).



**Figura 41.** Diferenciación sexual del cobaya. 1: mamas. 2: pene. 3: ano. 4: papila uretral

### 3.7. Sistema nervioso y órganos de los sentidos

El sistema nervioso (en adelante SN) organiza y coordina el funcionamiento de todos los aparatos y sistemas del cuerpo animal, al tiempo que lo relaciona con el medio ambiente, permitiendo que el individuo se adapte a las condiciones variables del mismo. Actúa siempre en estrecha relación con el sistema endocrino, estando ambos interconectados a través del hipotálamo, formación situada en el encéfalo. Está integrado por:

- Un sistema de receptores que registran las variaciones del cuerpo, tanto internas como externas, y las transforman en estímulos nerviosos.
- Una red de nervios que transportan la información, poniendo en contacto los receptores con los órganos encargados de elaborar las respuestas, y estos con los órganos efectores (los que llevarán a cabo las acciones necesarias para conseguir un nuevo equilibrio).
- Unos centros superiores que reciben la información, almacenándola en forma de memoria o elaborando las respuestas adecuadas.

---

41

Desde el punto de vista morfológico, el SN se divide en:

- SN central (SNC): constituido por el encéfalo y la médula espinal, protegidos ambos por un estuche óseo (se encuentran en la cavidad craneana y en el canal central de la columna vertebral, respectivamente) recubierto internamente por unas membranas: las meninges, entre las que circula el líquido cefalorraquídeo destinado, entre otras funciones, a amortiguar los choques contra los huesos que pudieran sufrir.
- SN periférico: formado por los ganglios y nervios distribuidos por todo el organismo y en comunicación constante con el SNC.

Desde el punto de vista funcional, se considera:

- SN voluntario: inerva los músculos estriados (excepto el cardíaco).
- SN involuntario, autónomo o vegetativo: inerva la musculatura lisa (vísceras, vasos), musculatura cardíaca y tejido glandular, cuyo control escapa a la voluntad.

Los órganos de los sentidos permiten al animal captar las modificaciones del medio que lo rodea y actuar en consecuencia. Contienen receptores que, ante la presencia de un estímulo, reaccionan transmitiendo la información vía nerviosa a los centros nerviosos superiores (cerebro), donde será procesada y se elaborará la respuesta adecuada. Todas las especies consideradas son animales presas por lo que sus sentidos están bien desarrollados, como corresponde a un individuo que debe huir de sus depredadores para sobrevivir.

Los roedores son generalmente nocturnos pero el cobaya y el conejo son crepusculares. En consecuencia, la vista es el menos desarrollado de sus sentidos, y son muy sensibles al exceso de luz, especialmente los animales albinos.

Por el contrario, el olfato, oído y tacto son muy agudos.

Por lo que respecta al tacto, las vibrisas sensitivas (bigotes) son muy importantes para relacionarse con el medio ya que les ayudan a detectar los objetos cercanos.

---



**Figura 42.** Ratones swiss en una cubeta tradicional



**Figura 43.** Localización de la glándula de Harder en la rata (flecha)

Los olores constituyen una parte fundamental de su sistema de comunicación e identificación. Utilizan las feromonas contenidas en la orina, las heces y la secreción de las glándulas olorosas localizadas en su cuerpo para reconocer a los miembros del grupo, delimitar su territorio y regular la actividad sexual.

El oído está muy desarrollado, especialmente para percibir sonidos de frecuencias altas (ultrasonidos) superiores a 150 Hz. Tienen un amplio rango de sensibilidad, aunque este varía con la edad y las cepas.

Aunque la anatomía de los órganos de los sentidos no es objetivo de este texto, cabe destacar, en el ojo de la rata —cuya estructura es similar al patrón general de los mamíferos— la existencia de una glándula peculiar, diferente de la lagrimal: la glándula de Harder, que ocupa



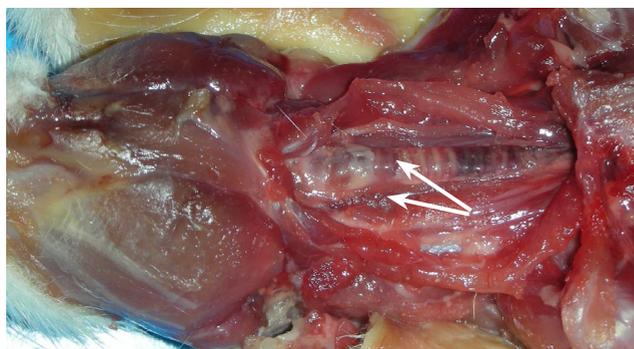
**Figura 44.** Depósitos de porfirina junto al ojo de una rata estresada

una parte considerable del interior de la órbita. Está situada en profundidad por detrás del globo ocular, rodeando el globo y el final del nervio óptico por la parte medial, dorsal y ventral (figura 43). De color marrón-rojizo, segrega lípidos y un pigmento de color rojo: la porfirina, que ayuda a lubricar el ojo y contiene feromonas. En los animales sometidos a estrés aumenta la secreción de esta glándula, dando lugar a la formación de unos depósitos rojizos alrededor del ojo que podrían ser confundidos con sangre.

Un aspecto importante es que son insensibles a la luz roja, lo que resulta muy útil en los animalarios para poder observarlos sin molestar (para ellos es como estar en la oscuridad). También es aplicable a ponerles casitas de plástico rojo transparente como medio de enriquecimiento que, a su modo de ver, les proporcionan refugios opacos y seguros pero nos permiten apreciar si están bien.

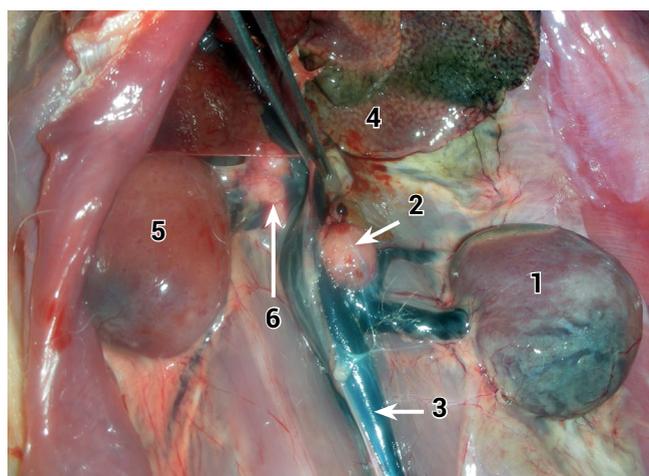
### 3.8. Sistema endocrino

El sistema endocrino es el más heterogéneo del organismo: está formado por una serie de glándulas de diferente estructura y función, dispuestas en todo el cuerpo, que controlan químicamente el funcionamiento del mismo, contribuyendo a mantener constante el medio interno. Como características comunes, todas ellas carecen de conductos de excreción y están dotadas de una rica red capilar a la que vierten las sustancias que elaboran: las hormonas. A pesar de que son liberadas en el torrente circulatorio, las hormonas solamente actúan sobre unos órganos concretos denominados órganos diana, provocando cambios en su actividad metabólica.



**Figura 45.** Localización del tiroides de la rata. Vista ventral del cuello, después de retirar los músculos superficiales

**Figura 46.** Glándulas adrenales del conejo. Vista ventral del techo de la cavidad abdominal. La vena cava caudal ha sido desplazada para descubrir la glándula adrenal derecha. 1: riñón izquierdo. 2: glándula adrenal izquierda. 3: vena cava caudal. 4: hígado. 5: riñón derecho. 6: glándula adrenal derecha



A diferencia del sistema nervioso, la respuesta del sistema endocrino es lenta, es decir, tarda más tiempo en percibirse (existen excepciones, por ejemplo, la liberación de adrenalina), pero se mantiene durante periodos más largos. De hecho, el organismo no sólo debe ser capaz de responder de manera inmediata frente a determinados estímulos, sino que, como experimenta constantemente cambios (por ejemplo: crecimiento, regeneración y destrucción de tejidos, asimilación de sustancias y eliminación de productos de desecho) precisa mecanismos de regulación y control mantenidos en el tiempo, y de esto se ocupa precisamente el sistema endocrino.

La actividad de las glándulas endocrinas está continuamente modulada por la información que reciben (de carácter nervioso, hormonal y químico), procedentes del hipotálamo, de otras glándulas endocrinas y de los órganos del cuerpo, respectivamente.

Las principales glándulas endocrinas son:

- Hipófisis: situada en la fosa hipofisaria de la base del cráneo, adosada a la parte ventral del encéfalo.
- Epífisis o glándula pineal: situada en el interior del encéfalo, en la parte caudal del techo del III ventrículo (cavidad impar localizada en la línea media).
- Tiroides: constituido por dos lóbulos localizados a los lados de la tráquea, a nivel de los primeros cartílagos, muy cerca de la laringe. Ambos lóbulos están unidos por un estrecho istmo ventral.
- Paratiroides: existen dos tipos: las internas —incluidas en la masa de la tiroides—, y las externas (cercanas a ella, pero independientes).
- Adrenales (también llamadas suprarrenales): craneomediales al polo craneal de los riñones (figura 46).
- Páncreas: situado junto a las primeras porciones del duodeno y al estómago (figura 22).
- Gónadas: testículo/ovario.

## 4. Anexo. Principales vasos sanguíneos superficiales

---

La toma de muestras de sangre y la administración intravenosa de sustancias son procedimientos habituales en los animalarios. Por tanto, es preciso conocer los vasos sanguíneos accesibles en cada especie, ya sean superficiales o no, para poder localizarlos en el animal. A continuación, vamos a indicar los más utilizados en cada una de las especies consideradas.

### 4.1. Rata y ratón

Dependiendo del vaso que se vaya a utilizar, los roedores pueden estar despiertos o anestesiados. En el primer caso, se suelen introducir en unos tubos cerrados de contención, dejando solo fuera la parte del cuerpo en la que se va a trabajar. Si no se dispone de dichos tubos, en muchos casos será necesario un ayudante que sujete el animal mientras el técnico actúa. Los vasos más empleados son:

1. Vena cefálica: discurre por la superficie craneal de la región del antebrazo, justo debajo de la piel. Es un vaso tan fino que no se puede canular con una aguja ni catéter por lo que la extracción ha de ser por laceración, es decir, punzando con una aguja sobre él y recogiendo las gotas de sangre que saldrán en un tubo de microhematocrito o similar. Solo sirve para obtener pequeñas cantidades (figura 47).



**Figura 47.** Disección superficial del miembro torácico de la rata. Se ha eliminado la piel para visualizar la vena cefálica (flecha)

2. Vena safena lateral: este vaso recorre la cara lateral del tarso en dirección distal y es accesible desde el exterior. Al igual que en el caso anterior, dado su pequeño calibre, solo se puede obtener una pequeña muestra de sangre por laceración (figura 48).
3. Vena lateral de la cola: muy utilizada cuando lo que se desea es una pequeña muestra de sangre o para inyectar alguna sustancia. Los roedores tienen dos venas en la cola, una a cada lado, muy superficiales, y visibles fácilmente en animales albinos o de capa blanca.

Se recomienda realizar un torniquete en la base de la cola, sumergirla en agua caliente o aplicarle calor con una lámpara para producir una dilatación de los vasos sanguíneos que facilite la extracción. La aguja se debe introducir en el primer tercio de la cola, en dirección craneal. Es muy importante no realizar una presión negativa excesiva (no aspirar con el émbolo) para evitar colapsar la vena (figura 49).



**Figura 48.** Diseción superficial del miembro pelviano de la rata. Se ha eliminado la piel de la pierna y el muslo. Localización de la vena safena lateral (flecha)



**Figura 49.** Localización de la vena lateral izquierda de la cola de la rata. A: con la cola intacta. B: con la piel retirada para visualizar el vaso

4. Vena sublingual: método de elección cuando se quieren obtener muestras abundantes, incluso con cierta frecuencia, puesto que no parece suponer molestia alguna para el animal. El roedor se coloca en decúbito supino, se pellizca la piel detrás del cuello para ingurgitar las venas sublinguales, y se tracciona ligeramente de la lengua. En la parte ventral de ésta, cerca de la raíz, se observan las dos venas sublinguales. Se pueden extraer volúmenes de sangre relativamente elevados —1 ml en una rata—, en muy poco tiempo. Una vez retirada la aguja, se presiona sobre el punto de punción durante unos segundos hasta comprobar que no hay hemorragia (figura 50).

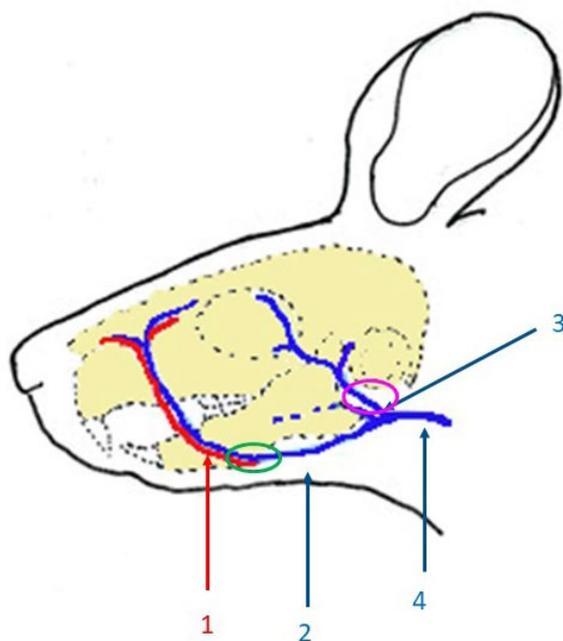


**Figura 50.** Venas sublinguales de la rata (flechas)

5. Vena cava craneal: estos roedores poseen dos cavas craneales: una derecha y otra izquierda. Cada una de ellas se forma al confluir la vena subclavia con la vena yugular externa del lado correspondiente y se extiende desde la primera costilla hasta la base del corazón. Ambas pueden ser utilizadas para extraer sangre sin sacrificar al individuo, siempre que esté anestesiado. La técnica es la siguiente: una vez dormido, se coloca en decúbito supino con la cabeza hacia el operador y las extremidades paralelas al cuerpo. El lugar de inyección se localiza bajo la primera costilla, a 0´3 y 0´8 cm del manubrio del esternón (extremo craneal del hueso). La aguja se inserta formando un ángulo de 30° con respecto a la horizontal y en dirección hacia la cabeza del fémur del lado opuesto. Tras insertar la aguja 0´2-1 cm, la sangre comenzará a fluir. Después de la extracción se presionará la zona unos 30 segundos y se despertará al roedor.
6. La rata no tiene un plexo venoso retrobulbar (sí el ratón) pero sí hay un importante plexo orbital formado por la anastomosis de las venas oftálmicas dorsal y ventral. Tanto en ella como en el ratón, estos plexos fueron tradicionalmente empleados para conseguir muestras de sangre. El procedimiento consiste en separar los párpados con los dedos índice y pulgar, presionando ligeramente el globo ocular, e introducir un capilar de microhematocrito en el ángulo medial del ojo, rotándolo ligeramente y apretando en dirección caudal. Una vez lleno de sangre se retira el capilar y, se cierran los párpados y se realiza una ligera presión sobre el globo ocular para evitar la formación de hematomas. Se recomienda instilar una gota de colirio anestésico para reducir las molestias posteriores. En la actualidad es un método rechazado por las molestias que causa: rompe los vasos sanguíneos y puede lesionar el globo ocular e incluso la glándula de Harder. Ha sido sustituido por la extracción de la vena sublingual. Solo está legalmente permitido en procedimientos terminales al final de los cuales se sacrifica el individuo.
7. Venas de la cara: son vasos recomendados en el ratón cuando solo se necesitan unas gotas de sangre. No precisan anestesia aunque sí es necesario saber sujetar convenientemente al animal. Se realizan por punción a ciegas, previa sujeción del animal por la piel del cuello, con la suficiente tensión como para que no se mueva y dificultar ligeramente el retorno venoso, pero permitiéndolo respirar fácilmente. La bibliografía indica dos zonas de punción diferente:
  - a) Vena facial propiamente dicha: a menudo mal denominada vena mandibular, haciendo referencia a su relación anatómica con el hueso mandíbula. Se realiza en el borde ventral de la mandíbula, aproximadamente en su punto medio. La mayoría de los ratones tienen en ese lugar una zona sin pelo que marcaría el lugar de la punción. El inconveniente de este procedimiento es que en ese punto discurren en paralelo tanto la vena como la arteria facial por lo que es muy fácil puncionar las dos y recoger una mezcla de sangre venosa y arterial (figura 51).
  - b) Vena maxilar, cerca del inicio de la vena yugular, que se forma por la confluencia de la vena del tronco linguofacial (unión de las venas lingual y facial) y de la vena maxilar. La punción se realiza dorsocaudal al ángulo de la mandíbula (relieve situado en la parte caudal e inferior de ese hueso). En caso de apreciarse esa zona sin pelo, puede introducirse la lanceta 1 mm por encima y unos 3 mm por detrás para alcanzar la vena.

Para la punción puede emplearse tanto una aguja como una lanceta, aunque ésta tiene la ventaja de limitar la profundidad que se alcanza y, por tanto, el daño accidental a estructuras anatómicas adyacentes como el conducto parotídeo, las glándulas salivares parótida y mandibular o el conducto auditivo externo.

---



**Figura 51.** Principales vasos de la cara del ratón. 1. Arteria facial. 2. Vena facial. 3. Vena maxilar. 4. Vena yugular externa. Los óvalos señalan los lugares de punción recomendados: en verde para la vena facial, en rosa para la vena maxilar

## 4.2. Hámster

Al tratarse de animales tamaño pequeño, la obtención de muestras de sangre es difícil. No obstante, se puede extraer una pequeña cantidad por punción o laceración de un vaso sanguíneo periférico. Se recomiendan los siguientes vasos:

1. Vena cefálica, que se puede visualizar colocando un torniquete por encima del codo. La sangre puede recogerse directamente en un tubo capilar después de punzar la vena con una aguja.
2. Vena safena lateral que, como en el resto de las especies, discurre por la cara lateral del tarso en dirección distal y es accesible desde el exterior. En este caso el torniquete se aplica por encima de la rodilla, observándose con facilidad el recorrido del vaso.
3. Vena sublingual, previa anestesia. Se coloca el animal en decúbito supino, un ayudante pellizca la piel del cuello para conseguir una congestión parcial de las venas yugulares y sublinguales, y un segundo ayudante extrae la lengua de la cavidad oral y la sujeta por su extremo. En la superficie ventral de la lengua se encuentran las dos venas sublinguales, una a cada lado, y son lo bastante gruesas cerca de la raíz como para puncionarlas y recoger sangre en una micropipeta —para ello normalmente, después de puncionar el vaso, se deberá colocar el roedor en decúbito prono para evitar la entrada de sangre en la faringe.
4. Vena cava craneal: técnica similar a la descrita para la rata: animal anestesiado y situado en decúbito supino, con los miembros torácicos desplazados caudalmente a los lados del pecho. Se deberán utilizar agujas y jeringas de insulina que se introducirán lateralmente al manubrio del esternón (a 3-8 mm), por delante de la primera costilla y penetrando bajo ésta en dirección a la cabeza del fémur del lado opuesto, formando un ángulo de 30° con la horizontal. Después de la extracción, se deberá ejercer presión sobre la zona unos 30 segundos para evitar la hemorragia.

El hámster posee un grueso seno venoso retrobulbar detrás del globo ocular, dentro de la órbita ósea, que hasta hace poco tiempo era muy utilizado para obtener muestras de sangre en los animales de laboratorio; no se recomendaba usarlo en mascotas porque tiene riesgo de dañar el globo ocular y estructuras anejas, principalmente la glándula de Harder. Para este procedimiento, se separaban los párpados con los dedos índice y pulgar, originando una ligera presión del globo ocular y se introducía un capilar de microhematocrito en el ángulo medial del ojo, rotándolo ligeramente y presionando en dirección caudal. Una vez lleno de sangre se retiraba el capilar y, cerrando los párpados, se realizaba una ligera presión sobre el globo ocular para evitar la formación de hematomas. Se recomendaba instilar una gota de colirio anestésico para reducir las molestias posteriores. En la actualidad no se considera un método no recomendable para la extracción de sangre, y ha sido sustituido, incluso en animales de laboratorio, por la vena sublingual. Al igual que en el ratón, solo se permite con individuos anestesiados y en procedimientos terminales.

Otros métodos, como la obtención de sangre cortando el extremo de la uña o la oreja están desaconsejadas por el sufrimiento que provocan.

### 4.3. Cobaya

En general resulta complicado por el pequeño tamaño de los vasos sanguíneos, por sus extremidades y cuello cortos, y por su cuerpo compacto. Se recomienda anestesiarse siempre al sujeto y colocarlo en un ambiente cálido para facilitar la extracción.

Los procedimientos son similares a los explicados en las especies anteriores. Podríamos extraer una muestra de:

1. Vena cefálica: discurre por la cara lateral del antebrazo. Sólo por punción o laceración, sin canular el vaso.
  2. Vena safena: como en el caso anterior, se utiliza una lanceta o aguja y la cantidad de sangre que se puede obtener de ella es pequeña (figura 52).
  3. Vena yugular externa: si es un individuo tranquilo, se coloca en el borde de una mesa en decúbito esternal (apoyado sobre el esternón), con la cabeza y el cuello estirados hacia arriba, sujetado en esta posición por un ayudante. Es necesario afeitar el cuello para palpar el vaso. El problema es que estos animales se estresan con facilidad y, en ellos, el estrés puede provocar un colapso cardiocirculatorio; por esta razón, salvo en casos de cobayas especialmente dóciles, es preferible sedarlos. Incluso así, hay que tener cuidado de no colocar la cabeza en sobreextensión y mantener en todo momento monitorizada su respiración; si ésta se altera deberemos interrumpir el proceso. De cualquier forma, la vena no es fácil de localizar. Esto, unido al peligro y los problemas que plantea en esta especie, hace que no sea un método muy utilizado.
  4. Vena auricular: el cobaya tiene unas pequeñas venas en el dorso de las orejas, cerca del borde. Es una zona con poco pelo en donde se observan con facilidad, especialmente en los animales de capa clara. Son vasos muy delgados pero es posible conseguir unas gotas de sangre punzándolos.
-

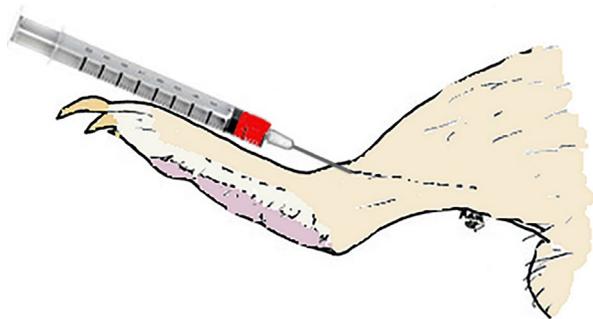


Figura 52. Extracción de la vena safena en el cobaya

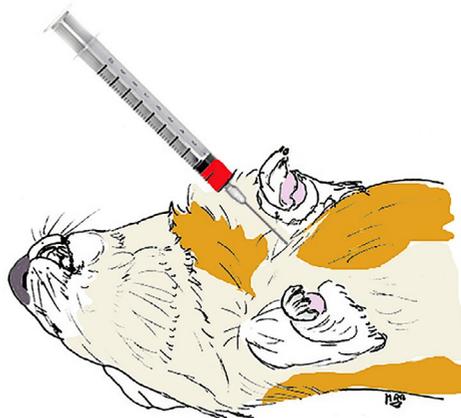


Figura 53. Extracción de sangre de la vena cava craneal a un cobaya anestesiado

5. Vena femoral: puede utilizarse siempre que se trabaje con un animal anestesiado. El vaso discurre por la cara interna del muslo, dorsalmente, y se puede alcanzar colocando el cobaya en decúbito dorsal, con la extremidad separada del cuerpo y formando un ángulo de unos 90° con el tronco. El lugar de elección para trabajar es la unión del muslo al cuerpo, detrás de la mama inguinal. Se introduce la aguja perpendicular a la piel o formando un ángulo de 45° con el eje mayor del fémur y dirigiéndola hacia el tronco. El peligro es extraer la sangre de la arteria femoral, paralela a la vena.
6. Vena cava craneal: una vez más, es preciso anestesiarse y colocar el animal en decúbito dorsal, en este caso con los miembros torácicos desplazados caudalmente. Como referencias para trabajar tomaremos el manubrio y la 1.<sup>a</sup> costilla. Se introduce la aguja entre ambos, a la derecha del esternón, inclinada formando un ángulo de 20-35° con la horizontal, haciéndola avanzar bajo la primera costilla y dirigiéndola como si quisiéramos que llegara hacia la cabeza del fémur del lado opuesto a aquel en que estamos trabajando. Sólo penetraremos 1-1,5 cm en la cavidad torácica para evitar dañar el corazón (figura 53).

#### 4.4. Conejo

A pesar de que son animales de mayor tamaño que los anteriores, tienen venas frágiles, por lo que se recomienda utilizar siempre agujas de calibre pequeño, tipo de insulina o similar, para prevenir la formación de hematomas.

Existen varios vasos que resultan fácilmente accesibles:

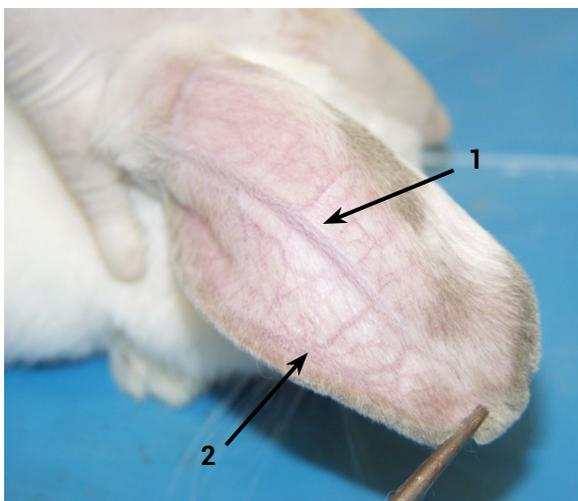
1. Vena marginal de la oreja: recorre el borde lateral del dorso de la oreja y se suele ver bien (figura 54), sobre todo en los animales de capa y piel clara; en los otros, puede ser necesario eliminar parte del pelo de la zona, siendo menos traumático en esta especie arrancarlo que rasarlo (las cuchillas les producen lesiones en la piel). Resulta muy útil en animales de razas grandes ( $\geq 2$  kg) pero en las pequeñas la vena es tan fina que se puede

trombosar al puncionarla; la trombosis de la vena puede producir la necrosis de la zona afectada e incluso la gangrena de la oreja. Este vaso permite recoger más de 1 cc de sangre —dependiendo del tamaño del conejo— y también puede utilizarse para la inoculación de sustancias con o sin colocación de vías (catéteres).

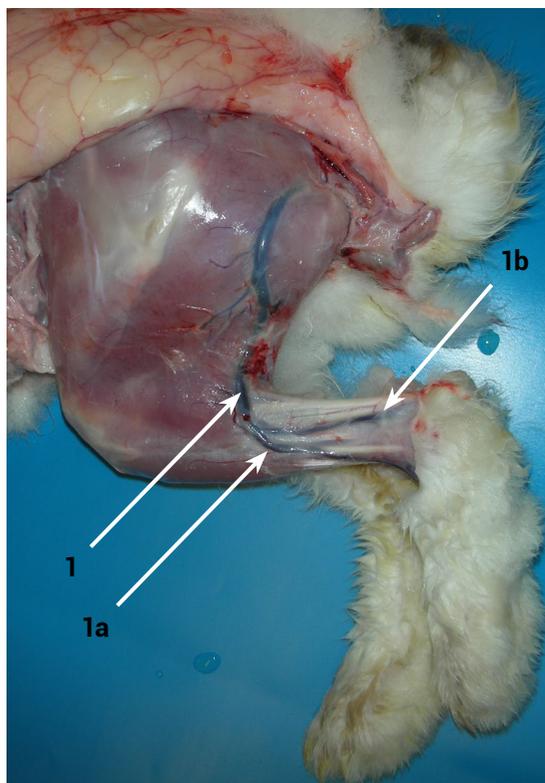
2. Arteria central de la oreja: discurre por la parte central del dorso de la oreja, recorriéndolo en toda su longitud (figura 54). Puede ser utilizada siempre y cuando tengamos en cuenta la diferente composición de la sangre arterial y la venosa o queramos una muestra de sangre arterial. Es un vaso bastante grueso que se reconoce con facilidad.

La oreja es una región dotada de alta sensibilidad en los conejos por lo que si se van a realizar punciones es recomendable aplicar una pomada, spray o gel anestésico unos 30 minutos antes de comenzar el procedimiento, para evitar el dolor.

3. Vena cefálica: muy utilizada en los animales blancos, ya que se aprecia con facilidad su recorrido una vez rasurada la zona. Es pequeña y móvil, pero puede canularse y utilizarse para obtener una muestra de sangre o inyectar sustancias endovenosas. Cuando se trabaja con animales despiertos, será necesario un ayudante que inmovilice al individuo y apriete por encima del codo para ingurgitar la vena.
4. Vena safena: cruza en diagonal la cara lateral de la tibia. Es más fina y móvil que la anterior por lo que su punción es más difícil. Se puede utilizar sin necesidad de anestésico siempre que se disponga de un ayudante que lo colocará cerca del borde de la mesa, con la extremidad en la que vayamos a trabajar colgando fuera y haciendo presión por encima de la rodilla (figura 55).



**Figura 54.** Localización de los vasos en el dorso de la oreja del conejo. 1: arteria central. 2: vena marginal



**Figura 55.** Disección de la parte proximal del miembro posterior de un conejo. 1: vena safena lateral. 1a. Rama craneal. 1b: rama caudal

5. Vena yugular externa: la técnica es algo más complicada y, salvo que se asegure una completa inmovilización, se recomienda hacerla bajo sedación. La vena no se ve externamente, discurre por el surco de la yugular y será necesario depilar previamente la zona. Aun así, a veces resulta difícil encontrarla, sobre todo en conejas con una papada grande. Si es un individuo muy dócil, se puede trabajar sin anestesia, colocándolo en el borde de la mesa; un ayudante sujetará las extremidades torácicas, que colgarán fuera de la mesa y, al mismo tiempo, extenderá la cabeza y el cuello hacia arriba, para presentar la zona de trabajo al operador. Será preciso un segundo ayudante para presionar sobre la pelvis y controlar los miembros pelvianos, impidiendo que el animal recule. Si no se dispone de dos personas para inmovilizar el animal, es más sencillo sedarlo.

## 5. Bibliografía

---

- Diehl, K.H., Huff, R., Morton, D., Pfister, R., Rabemamapianina, Y., Smith, D., Vidal, J.M. & de Vorstenbosch, C. (2001). A good practice guide to the administration of substance and removal of blood, including routes and volumes. *Journal of Applied Toxicology*. 21, 1: 15-23.
- Flecknell, P. (2002) *Manual de Medicina y Cirugía del Conejo*. Ediciones S, Barcelona.
- Harikrishnan, V.S., Hansen, A.K., Abelson, K.S.P. & Sorensen, D.B. (2018). A comparison of various methods of blood sampling in mice and rats: Effects on animal welfare. *Laboratory Animals*. 58, 3: 253-264.
- Hebel, R. & Stromberg, M.W. (1986). *Anatomy and Embryology of the Laboratory Rat*. BioMed Verlag Würthsee, Würthsee.
- Hedrich, H. (Ed.). (2004). *The Handbook of Experimental Animals. The Laboratory Mouse*. Elsevier Academic Press, Italy.
- Hem, A., Smith, A.J., & Solberg, A.J. (1998). Punción en la vena safena para la obtención de muestras sanguíneas del ratón, la rata, el hámster, el gerbillo, la cobaya, el hurón y el visón. *Laboratory Animals*. 32, 4: 364-368.
- Krinke, G.J. (Ed.). (2000). *The Handbook of Experimental Animals. The Laboratory Rat*. Academic Press, Scotland.
- Martín Orti, R., Marín García, P. & González Soriano, J. (2004). *Atlas de Anatomía de Animales Exóticos*. Masson, Barcelona.
- McCracken, T.O. & Kainer, R.A. (2008). *Color Atlas of Small Animal Anatomy. The Essentials*. Blackwell Publishing, Iowa.
- Olds, R.J. & Olds, J.R. (1988). *A Colour Atlas of the Rat. Dissection Guide*. Wolfe Medical Publications LTD, Ipswich.
- O'Malley, B. (2007). *Anatomía y Fisiología Clínica de Animales Exóticos. Estructura y Función de Mamíferos, Aves, Reptiles y Anfibios*. Servet, Zaragoza.
- Peña, M., Ríos, M.A., Díez, I., Cano, M.J., García, M.B., Del Ángel, J. & Pérez, C.C. (2008). Obtención de sangre por punción mandibular en el ratón: nuestra experiencia. *Revista Española de Investigaciones Quirúrgicas*. 11, 1: 3-7.
- Popesko, P., Rajtová, V. & Horák, J. (1992). *A Colour Atlas of Anatomy of Small Laboratory Animals. 1. Rabbit, Guinea Pig*. Wolfe Publishing Ltd, London.
- Popesko, P., Rajtová, V. & Horák, J. (1992). *A Colour Atlas of Anatomy of Small Laboratory Animals. 2. Rat, Mouse, Golden Hamster*. Wolfe Publishing Ltd, London.
- Quesenberry, K.E. & Carpenter, J.W. (2004). *Ferrets, Rabbits and Rodents. Clinical Medicine and Surgery*. Saunders, USA.
- Ruberte, J., Carretero, A. & Navarro, M. (2017). *Morphological Mouse Phenotyping. Anatomy, Histology and Imaging*. Editorial Médica Panamericana, Madrid.
- Suckow, M.A., Stevens, K.A. & Wilson, R.P. (Eds.). (2012). *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Academic Press-Elsevier, USA.
- Tsai, P.P., Schlichtig, A., Ziegler, E., Ernst, H., Haberstroh, J., Stelzer, H.D. & Hackbarth, H. (2015). Effects of different blood collection methods on indicators of welfare in mice. *Lab Animal Europe*. 15, 9: 10-23.

## 6. Preguntas

---

**1.- En general, en los roedores:**

- a) los premolares son dientes de crecimiento continuo
- b) son incapaces de respirar por la boca por la conformación de su paladar blando
- c) tienen un estómago con más de una cavidad para metabolizar la celulosa
- d) ninguno es correcto

**2.- En relación al cobaya:**

- a) la hembra tiene tres pares de mamas
- b) tiene dos venas cavas craneales
- c) posee premolares
- d) ninguno es correcto

**3.- En relación al cobaya:**

- a) no existe el ciego
- b) el bazo es difuso
- c) la hembra posee útero dúplex
- d) ninguno es correcto

**4.- En el hámster:**

- a) carece de colon
- b) el estómago tiene dos cavidades
- c) es vegetariano estricto
- d) ninguno es correcto

**5.- En el hámster:**

- a) la uretra desemboca directamente en el exterior del cuerpo de la hembra
- b) la hembra posee solo un par de mamas inguinales
- c) el seno retrobulbar está recomendado para extraer sangre
- d) ninguno es correcto

**6.- La rata:**

- a) es carnívora
- b) la glándula de Harder produce saliva
- c) su estómago posee dos cavidades
- d) ninguno es correcto

**7.- ¿Qué son los cecotrofos? ¿Para qué sirven? Nombra una especie que los produzca.**

**8.- ¿Qué son y para qué sirven los abazones? Indica una especie que los posea.**

**9.- Respecto al conejo:**

- a) es el roedor doméstico de mayor tamaño
  - b) su esqueleto está formado por huesos fuertes y gruesos
  - c) carece de premolares
  - d) ninguno es correcto
-

**10.- Respecto al conejo:**

- a) la longitud del paladar blando le impide respirar por la boca
- b) su estómago se sitúa en la parte derecha del abdomen
- c) el ciego está poco desarrollado
- d) ninguno es correcto

**11.- Es una característica general de los roedores:**

- a) poseer premolares de crecimiento continuo
- b) tener los incisivos con esmalte solo en la cara labial
- c) vomitar fácilmente dadas las características anatómicas de sus órganos digestivos
- d) ninguno es correcto

**12.- Respecto al cobaya:**

- a) las hembras tienen un útero dúplex
- b) es omnívoro
- c) las crías nacen sin pelo, con los ojos y los oídos cerrados
- d) ninguno es correcto

**13.- Respecto al cobaya:**

- a) no es un roedor
- b) es incapaz de sintetizar vitamina C
- c) se puede usar la arteria ventral de la cola como vaso de elección para extraer sangre
- d) ninguno es correcto

**14.- Respecto al hámster:**

- a) solo las hembras poseen abazones para transportar las crías
- b) las hembras carecen de vestíbulo vaginal
- c) el macho carece de próstata
- d) ninguno es correcto

**15.- Respecto al hámster:**

- a) carece de colon
- b) tiene dos venas cavas craneales
- c) tiene molares de crecimiento continuo
- d) ninguno es correcto

**16.- Respecto a la rata:**

- a) la próstata está formada por tres lóbulos pares
- b) su estómago está dividido en dos cavidades bien diferenciadas
- c) tiene una glándula salivar parótida
- d) ninguno es correcto

**17.- Respecto a la rata:**

- a) carece de ciego
  - b) la vesícula biliar se sitúa entre el lóbulo cuadrado y el medial derecho del hígado
  - c) en el fondo de la órbita posee una glándula de Harder muy desarrollada
  - d) ninguno es correcto
-

**18.- En el conejo:**

- a) el colon es la principal cámara de fermentación microbiana
- b) el paladar duro es muy largo, lo que le obliga a respirar por la nariz
- c) la orina normal es muy rica en carbonato cálcico y turbia
- d) ninguno es correcto

**19.- En relación al cobaya:**

- a) tiene dos venas cavas craneales
- b) posee premolares
- c) carece de ciego
- d) ninguno es correcto

**20.- Respecto al cobaya:**

- a) el útero es dúplex
- b) la hembra posee una membrana vaginal
- c) carece de vesícula biliar
- d) ninguno es correcto

**21.- Respecto al hámster:**

- a) el estómago posee dos cavidades
- b) produce cecotrofos
- c) los machos poseen mamas
- d) ninguno es correcto

**22.- Respecto al hámster:**

- a) normalmente se extrae sangre de la vena ventral de la cola
- b) las crías nacen con pelo y los ojos abiertos
- c) son omnívoros
- d) ninguno es correcto

**23.- Respecto a la rata:**

- a) el lóbulo ventral de la próstata produce la enzima vesiculasa
- b) es imposible diferenciar el duodeno del yeyuno, por lo que se habla conjuntamente de "yeyunoileon"
- c) la vena sublingual es un vaso recomendado para extraer hasta 1 cc de sangre
- d) ninguno es correcto

**24.- Respecto a la rata:**

- a) tiene vesícula biliar
- b) su estómago tiene dos cavidades
- c) el cuello del útero desemboca en la vagina
- d) ninguno es correcto

**25.- El conejo:**

- a) carece de próstata
  - b) el timo involuciona en el animal adulto
  - c) posee dos venas cavas craneales
  - d) ninguno es correcto
-

**26.- Son características generales de los roedores:**

- a) tener los dientes incisivos totalmente blancos
- b) poseer premolares de crecimiento continuo
- c) carecer de glándulas sudoríparas
- d) ninguno es correcto

**27.- En el hámster:**

- a) el macho tiene glándula coagulante
- b) sólo posee una vena cava craneal
- c) el pulmón izquierdo está dividido en tres lóbulos
- d) ninguno es correcto

**28.- En el hámster:**

- a) la hembra posee membrana vaginal
- b) tiene un preestómago
- c) el vestíbulo vaginal conduce la orina al exterior en la hembra
- d) ninguno es correcto

**29.- No posee vesícula biliar...**

- a) la rata
- b) el ratón
- c) el hámster
- d) el cobaya

**30.- Respecto al cobaya:**

- a) todos los animales (machos y hembras) poseen mamas inguinales
- b) al igual que el resto de los roedores, carece de premolares
- c) tiene glándulas sudoríparas
- d) ninguno es correcto

**31.- Si tuviera que inyectar una pequeña cantidad de sustancia intravenosa a un conejo, ¿qué vaso sanguíneo utilizarías preferentemente?**

- a) la vena cava craneal
- b) la vena yugular externa
- c) la arteria ventral de la cola
- d) ninguno de ellos

**32.- El hámster sirio:**

- a) es un roedor atípico por sus características anatómicas
- b) tiene un útero dúplex
- c) carece de glándulas bulbouretrales
- d) ninguno es correcto

**33.- Para extraer sangre a una rata viva y despierta utilizarías:**

- a) la arteria carótida externa
  - b) la vena lateral de la cola
  - c) la vena cava craneal
  - d) ninguna de ellas
-

**34.- Respecto al cobaya:**

- a) carece de colmillos
- b) como en el resto de los roedores, los incisivos son anaranjados
- c) las hembras poseen útero dúplex
- d) ninguno es correcto

**35.- El sacculus rotundus es:**

- a) el inicio ensanchado del colon ascendente del conejo
- b) el final dilatado del ciego del conejo
- c) la terminación redondeada y dilatada del ileon del conejo
- d) ninguna es correcta

**36.- Respecto a la rata:**

- a) tiene un páncreas difuso
- b) es el único roedor capaz de vomitar
- c) carece de ciego
- d) ninguno es correcto

**37.- Respecto al hámster:**

- a) los riñones se sitúan en el suelo del abdomen
- b) es criptórquido facultativo
- c) posee glándula de Harder
- d) ninguno es correcto

**38.- ¿Cuál es la principal cámara de fermentación microbiana del aparato digestivo del conejo?**

**39.- En los animalarios es práctica común dejar juntos una noche al macho y la hembra de rata para que se produzca el apareamiento. A la mañana siguiente, ¿cómo es posible saber si ha tenido o no lugar la cópula? O, dicho de otra manera, ¿qué formación o estructura deberíamos buscar en la hembra?**

**40.- ¿Por qué razón anatómica son frecuentes los problemas de maloclusión dentaria en el conejo?**

## 7. Respuestas

---

1.- b

2.- c

3.- d

4.- b

5.- a

6.- d

7.- Son un tipo de heces blandas que producen los conejos. Están formados por el contenido del ciego. Contienen vitaminas, proteínas y nitrógeno, procedentes de la digestión microbiana de los alimentos. El animal las ingiere para aprovechar su contenido.

8.- Son bolsas situadas en las mejillas del hámster y comunicadas con la cavidad oral. Las utilizan para transportar comida, material para el nido, las crías, etc.

9.- d

10.- a

11.- b

12.- d

13.- b

14.- b

15.- b

16.- a

17.- c

18.- c

19.- b

20.- b

21.- a

22.- c

23.- c

24.- d

25.- c

26.- c

27.- a

28.- b

29.- a

30.- a

31.- d

32.- b

33.- b

34.- a

35.- c

36.- a

37.- b

38.- El ciego

39.- Por la aparición del tapón vaginal.

40.- Porque sus dientes son de raíz abierta, es decir, de crecimiento continuo durante toda la vida del animal. Precisan comer alimentos que les permitan desgastarlos.

# Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural (IBADER)

## Proceso de selección e avaliación de orixinais

Recursos Rurais publica artigos, revisións, notas de investigación e reseñas bibliográficas. Os artigos, revisións e notas deben ser orixinais, sendo avaliados previamente polo Comité Editorial e o Comité Científico Asesor. Os traballos presentados a Recursos Rurais serán sometidos á avaliación confidencial de dous expertos alleos ao equipo editorial, seguindo criterios internacionais. Caso dos avaliadores propoñeren modificacións na redacción do orixinal, será de responsabilidade do equipo editorial —unha vez informado o autor— o seguimento do proceso de reelaboración do traballo. Caso de non ser aceptado para a súa edición, o orixinal será devolto ao seu autor, xunto cos ditames emitidos polos avaliadores. En calquera caso, os orixinais que non se suxeiten ás seguintes normas técnicas serán devoltos aos seus autores para a súa corrección, antes do seu envío aos avaliadores.

## NORMAS PARA A PRESENTACIÓN DE ORIXINAIS

### Procedemento editorial

A Revista Recursos Rurais aceptará para a súa revisión artigos, revisións e notas vinculados á investigación e desenvolvemento tecnolóxico no ámbito da conservación e xestión da biodiversidade e do medio ambiente, dos sistemas de produción agrícola, gandeira, forestal e referidos á planificación do territorio, tendentes a propiciar o desenvolvemento sostible dos recursos naturais do espazo rural. Os artigos que non se axusten ás normas da revista, serán devoltos aos seus autores.

### Preparación do manuscrito

#### Comentarios xerais

Os manuscritos non deben exceder de 20 páxinas impresas en tamaño A4, incluíndo figuras, táboas, ilustracións e a lista de referencias. Todas as páxinas deberán ir numeradas, aínda que no texto non se incluírán referencias ao número de páxina. Os artigos poden presentarse nos seguintes idiomas: galego, castelán, portugués, francés ou inglés. Os orixinais deben prepararse nun procesador compatible con Microsoft Word®, a dobre espazo nunha cara e con 2,5 cm de marxe. Empregarase a fonte tipográfica "arial" a tamaño 11 e non se incluírán tabulacións nin sangrías, tanto no texto como na lista de referencias bibliográficas. Os parágrafos non deben ir separados por espazos. Non se admitiran notas ao pé. Os nomes de xéneros e especies deben escribirse en cursiva e non abreviados a primeira vez que se mencionen. Posteriormente o epíteto xenérico poderá abreviarse a unha soa letra. Debe utilizarse o Sistema Internacional (SI) de unidades. Para o uso correcto dos símbolos e observacións máis comúns pode consultarse a última edición do CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

#### Páxina de título

A páxina de título incluírá un título conciso e informativo (na lingua orixinal e en inglés), o nome(s) do autor(es), a afiliación(s) e a dirección(s) do autor(es), así como a dirección de correo electrónico, número de teléfono e de fax do autor co que se manterá a comunicación.

#### Resumo

Cada artigo debe estar precedido por un resumo que presente os principais resultados e as conclusións máis importantes, cunha extensión máxima de 200 palabras. Ademais do idioma orixinal no que se escriba o artigo, presentarase tamén un resumo en inglés.

#### Palabras clave

Deben incluírse ata 5 palabras clave situadas despois de cada resumo distintas das incluídas no título.

#### Organización do texto

A estrutura do artigo debe axustarse na medida do posible á seguinte distribución de apartados: Introducción, Material e métodos, Resultados e discusión, Agradecementos e Bibliografía.

Os apartados irán resaltados en negriña e tamaño de letra 12. Se se necesita a inclusión de subapartados estes non estarán numerados e tipografiarase en tamaño de letra 11.

#### Introdución

A introdución debe indicar o propósito da investigación e prover unha revisión curta da literatura pertinente.

#### Material e métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente información como para poder reproducir o traballo experimental ou entender a metodoloxía empregada no traballo.

#### Resultados e discusión

Neste apartado expóranse os resultados obtidos. Os datos deben presentarse tan claros e concisos como sexa posible, se é apropiado na forma de táboas ou de figuras, aínda que as táboas moi grandes deben evitarse. Os datos non deben repetirse en táboas e figuras. A discusión debe consistir na interpretación dos resultados e da súa significación en relación ao traballo doutros autores. Pode incluírse unha conclusión curta, no caso de que os resultados e a discusión o propicien.

#### Agradecementos

Deben ser tan breves como sexa posible. Calquera concesión que requira o agradecemento debe ser mencionada. Os nomes de organizacións financiadoras deben escribirse de forma completa.

#### Bibliografía

A lista de referencias debe incluír unicamente os traballos que se citan no texto e que se publicaron ou que foron aceptados para a súa publicación. As comunicacións persoais deben mencionarse soamente no texto. No texto, as referencias deben citarse polo autor e o ano e enumerar en orde alfabética na lista de referencias bibliográficas.

Exemplos de citación no texto:

Descricións similares danse noutros traballos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como...

Segundo Mario & Tinetti (1989) os factores principais están... Moore et al. (1991) suxiren iso...

Exemplos de lista de referencias bibliográficas:

#### Artigo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*. 175, 2: 227-243.

#### Capítulo nun libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society. London.

Lowel, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forrages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

#### Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

#### Unha serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

#### Obra institucional:

MAPYA (2000). Anuario de estadística agraria. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

#### Documentos legais:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

#### Publicacións electrónicas:

Collins, D.C. (2005). Scientific style and format. Disponível en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 xaneiro, 2005]

Os artigos que fosen aceptados para a súa publicación incluíranse na lista de referencias bibliográficas co nome da revista e o epíteto "en prensa" en lugar do ano de publicación.

#### Ilustracións e táboas

Todas as figuras (fotografías, gráficos ou diagramas) e as táboas deben citarse no texto, e cada unha deberá ir numerada consecutivamente. As figuras e táboas deben incluírse

ao final do artigo, cada unha nunha folla separada na que se indicará o número de táboa ou figura, para a súa identificación. Para o envío de figuras en forma electrónica vexa máis adiante.

Debuxos lineais. Por favor envíe impresións de boa calidade. As inscricións deben ser claramente lexíbeis. O mínimo grosor de liña será de 0,2 mm en relación co tamaño final. No caso de ilustracións en tons medios (escala de grises): Envíe por favor as impresións ben contrastadas. A ampliación débese indicar por barras de escala. Aceptanse figuras en cores.

#### Tamaño das figuras

As figuras deben axustarse á anchura da columna (8,5 centímetros) ou ter 17,5 centímetros de ancho. A lonxitude máxima é 23 centímetros. Diseñe as súas ilustracións pensando no tamaño final, procurando non deixar grandes espazos en branco. Todas as táboas e figuras deberán ir acompañadas dunha lenda. As lendas deben consistir en explicacións breves, suficientes para a comprensión das ilustracións por si mesmas.

Nas mesmas incluírase unha explicación de cada unha das abreviaturas incluídas na figura ou táboa. As lendas débense incluír ao final do texto, tras as referencias bibliográficas e deben estar identificadas (ex: Táboa 1 Características...). Os mapas incluírán sempre o Norte, a latitude e a lonxitude.

#### Preparación do manuscrito para o seu envío

##### Texto

Grave o seu arquivo de texto nun formato compatible con Microsoft Word.

##### Táboas e figuras

Cada táboa e figura gardarase nun arquivo distinto co número da táboa e/ou figura. Os formatos preferidos para os gráficos son: Para os vectores, formato EPS, exportados desde o programa de debuxo empregado (en todo caso, incluírán unha cabeceira da figura en formato TIFF) e para as ilustracións en tons de grises ou fotografías, formato TIFF, sen comprimir cunha resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar os gráficos nos seus arquivos orixinais (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estes acompañaranse das fontes utilizadas. O nome do arquivo da figura (un arquivo diferente por cada figura) incluírá o número da ilustración. En ningún caso se incluírá no arquivo da táboa ou figura a lenda, que debe figurar correctamente identificada ao final do texto. O material gráfico escaneado deberá aterse aos seguintes parámetros: Debuxos de liñas: o escaneado realizarase en liña ou mapa de bits (nunca escala de grises) cunha resolución mínima de 800 ppp e recomendada de entre 1200 e 1600 ppp. Figuras de medios tons e fotografías: escanearanse en escala de grises cunha resolución mínima de 300 ppp e recomendada entre 600 e 1200 ppp.

##### Recepción do manuscrito

Os autores enviarán un orixinal e dúas copias do artigo completo ao comité editorial, xunto cunha copia dixital, acompañados dunha carta de presentación na que ademais dos datos do autor, figuren a súa dirección de correo electrónico e o seu número de fax, á seguinte dirección:

IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais

Universidade de Santiago

Campus Universitario s/n

E-27002 LUGO - Spain

Enviar o texto e cada unha das ilustracións en arquivos diferentes, nalgún dos seguintes soportes: CD-ROM ou DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando o seu contido. Os nomes dos arquivos non superarán os 8 caracteres e non incluírán acentos ou caracteres especiais. O arquivo de texto denominarase polo nome do autor.

Ou ben enviar unha copia dixital dos arquivos convenientemente preparados á dirección de e-mail:

ibader@usc.es

Cos arquivos inclúase sempre información sobre o sistema operativo, o procesador de texto, así como sobre os programas de debuxo empregados nas figuras.

##### Copyright

Unha vez aceptado o artigo para a publicación na revista, o autor(es) debe asinar o copyright correspondente.

Décembro 2015

# Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

## Proceso de selección y evaluación de originales

Recursos Rurais publica artículos, revisiones, notas de investigación y reseñas bibliográficas. Los artículos, revisiones y notas deben ser originales, siendo evaluados previamente por el Comité Editorial y el Comité Científico Asesor. Los trabajos presentados a Recursos Rurais serán sometidos a la evaluación confidencial de dos expertos ajenos al equipo editorial, siguiendo criterios internacionales. En el caso de que los evaluadores propongan modificaciones en la redacción del original, será responsabilidad del equipo editorial —una vez informado el autor— el seguimiento del proceso de reelaboración del trabajo. Caso de no ser aceptado para su edición, el original será devuelto a su autor, junto con los dictámenes emitidos por los evaluadores. En cualquier caso, los originales que no se ajusten a las siguientes normas técnicas serán devueltos a sus autores para su corrección, antes de su envío a los evaluadores.

## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

### Procedimiento editorial

La Revista Recursos Rurais aceptará para a su revisión artículos, revisiones y notas vinculados a la investigación y desenvolvimiento tecnológico en el ámbito de la conservación y gestión de la biodiversidad y del medio ambiente, de los sistemas de producción agrícola, ganadera, forestal y referidos a la planificación del territorio, tendientes a propiciar el desarrollo sostenible de los recursos naturales del espacio rural y de las áreas protegidas. Los artículos que no se ajusten a las normas de la revista, serán devueltos a sus autores.

### Preparación del manuscrito

#### Comentarios generales

Los manuscritos no deben exceder de 20 páginas impresas en tamaño A4, incluyendo figuras, tablas, ilustraciones y la lista de referencias. Todas las páginas deberán ir numeradas, aunque en el texto no se incluirán referencias al número de página. Los artículos pueden presentarse en los siguientes idiomas: galego, castellano, portugués, francés o inglés. Los originales deben prepararse en un procesador compatible con Microsoft Word®, a doble espacio en una cara y con 2,5 cm de margen. Se empleará la fuente tipográfica «arial» a tamaño 11 y no se incluirán tabulaciones ni sangrías, tanto en el texto como en la lista de referencias bibliográficas. Los párrafos no deben ir separados por espacios. No se admitirán notas al pie. Los nombres de géneros y especies deben escribirse en cursiva y no abreviados la primera vez que se mencionen. Posteriormente el epíteto genérico podrá abreviarse a una sola letra. Debe utilizarse el Sistema Internacional (SI) de unidades. Para el uso correcto de los símbolos y observaciones más comunes puede consultarse la última edición de CBE (Council of Biology Editors) Style manual.

#### Página de título

La página de título incluirá un título conciso e informativo (en la lengua original y en inglés), el nombre(s) de los autor(es), la afiliación(s) y la dirección(s) de los autor(es), así como la dirección de correo electrónico, número de teléfono y de fax del autor con que se mantendrá la comunicación.

#### Resumen

Cada artículo debe estar precedido por un resumen que presente los principales resultados y las conclusiones más importantes, con una extensión máxima de 200 palabras. Además del idioma original en el que se escriba el artículo, se presentará también un resumen en inglés.

#### Palabras clave

Deben incluirse hasta 5 palabras clave situadas después de cada resumen, distintas de las incluidas en el título.

#### Organización del texto

La estructura del artículo debe ajustarse en la medida de lo posible a la siguiente distribución de apartados: Introducción, Material y métodos, Resultados y discusión, Agradecimientos y Bibliografía. Los apartados irán resaltados en negrita y tamaño de letra 12. Si se necesita la inclusión de subapartados estos no estarán numerados y se tipografiarán en tamaño de letra 11.

## Introducción

La introducción debe indicar el propósito de la investigación y proveer una revisión corta de la literatura pertinente.

## Material y métodos

Este apartado debe ser breve, pero proporcionar suficiente información como para poder reproducir el trabajo experimental o entender la metodología empleada en el trabajo.

## Resultados y discusión

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos. Los datos deben presentarse tan claros y concisos como sea posible, si es apropiado en forma de tablas o de figuras, aunque las tablas muy grandes deben evitarse. Los datos no deben repetirse en tablas y figuras. La discusión debe consistir en la interpretación de los resultados y de su significación en relación al trabajo de otros autores. Puede incluirse una conclusión corta, en el caso de que los resultados y la discusión lo propicien.

## Agradecimientos

Deben ser tan breves como sea posible. Cualquier concesión que requiera el agradecimiento debe ser mencionada. Los nombres de organizaciones financiadoras deben escribirse de forma completa.

## Bibliografía

La lista de referencias debe incluir únicamente los trabajos que se citan en el texto y que estén publicados o que hayan sido aceptados para su publicación. Las comunicaciones personales deben mencionarse solamente en el texto. En el texto, las referencias deben citarse por el autor y el año y enumerar en orden alfabético en la lista de referencias bibliográficas.

Ejemplos de citación en el texto:

Descripciones similares se dan en otros trabajos (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992).

Andrade (1949) indica como...

Según Mario & Tinetti (1989) los factores principales están...

Moore et al. (1991) sugieren eso...

Ejemplos de lista de referencias bibliográficas:

#### Artículo de revista:

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*. 175, 2: 227-243.

#### Capítulo en un libro:

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society. London.

Lowel, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

#### Libro completo:

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

#### Una serie estándar:

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

#### Obra institucional:

MAPYA (2000). Anuario de estadística agraria. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

#### Documentos legales:

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

#### Publicaciones electrónicas:

Collins, D.C. (2005). Scientific style and format. Disponible en: <http://www.councilscience.org/publications.cfm> [5 enero, 2005]

Los artículos que fuesen aceptados para su publicación se incluirán en la lista de referencias bibliográficas con el nombre de la revista y el epíteto «en prensa» en lugar del año de publicación.

#### Ilustraciones y tablas

Todas las figuras (fotografías, gráficos o diagramas) y las tablas deben citarse en el texto, y cada una deberá ir nume-

rada consecutivamente. Las figuras y tablas deben incluirse al final del artículo, cada una en una hoja separada en la que se indicará el número de tabla o figura, para su identificación. Para el envío de figuras en forma electrónica vea más adelante. Dibujos lineales. Por favor envíe impresiones de buena calidad. Las inscripciones deben ser claramente legibles. El mínimo grosor de línea será de 0,2 mm en relación con el tamaño final. En el caso de ilustraciones en tonos medios (escala de grises): Envíe por favor las impresiones bien contrastadas. La ampliación se debe indicar mediante barras de escala. Se aceptan figuras en color.

#### Tamaño de las figuras

Las figuras deben ajustarse a la anchura de la columna (8,5 centímetros) o tener 17,5 centímetros de ancho. La longitud máxima es de 23 centímetros. Diseñe sus ilustraciones pensando en el tamaño final, procurando no dejar grandes espacios en blanco. Todas las tablas y figuras deberán ir acompañadas de una leyenda. Las leyendas deben consistir en explicaciones breves, suficientes para la comprensión de las ilustraciones por sí mismas. En las mismas se incluirá una explicación de cada una de las abreviaturas incluidas en la figura o tabla. Las leyendas se deben incluir al final del texto, tras las referencias bibliográficas y deben estar identificadas (ej: Tabla 1 Características...). Los mapas incluirán siempre el Norte, la latitud y la longitud.

#### Preparación del manuscrito para su envío

##### Texto

Grave su archivo de texto en un formato compatible con Microsoft Word.

##### Tablas y figuras

Cada tabla y figura se guardará en un archivo distinto con número de tabla y/o figura. Los formatos preferidos para los gráficos son: Para los vectores, formato EPS, exportados desde el programa de dibujo empleado (en todo caso, incluirán una cabecera de la figura en formato TIFF) y para las ilustraciones en tonos de grises o fotografías, formato TIFF, sin comprimir con una resolución mínima de 300 ppp. En caso de enviar los gráficos en sus archivos originales (Excel, Corel Draw, Adobe Illustrator, etc.) estos se acompañarán de las fuentes utilizadas. El nombre de archivo de la figura (un archivo diferente por cada figura) incluirá el número de la ilustración. En ningún caso se incluirá en el archivo de la tabla o figura la leyenda, que debe figurar correctamente identificada al final del texto. El material gráfico escaneado deberá atender a los siguientes parámetros: Dibujos de líneas: el escaneado se realizará en línea o mapa de bits (nunca escala de grises) con una resolución mínima de 800 ppp y recomendada de entre 1200 y 1600 ppp. Figuras de medios tonos y fotografías: se escanearán en escala de grises con una resolución mínima de 300 ppp y recomendada entre 600 y 1200 ppp.

##### Recepción del manuscrito

Los autores enviarán un original y dos copias del artículo completo al comité editorial junto con una copia digital, acompañados de una carta de presentación en la que además de los datos del autor, figuren su dirección de correo electrónico y su número de fax, a la siguiente dirección:

IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais

Universidade de Santiago

Campus Universitario s/n

E-27002 LUGO - Spain

Enviar el texto y cada una de las ilustraciones en archivos diferentes, en alguno de los siguientes soportes: CD-ROM o DVD para Windows, que irán convenientemente rotulados indicando su contenido. Los nombres de los archivos no superarán los 8 caracteres y no incluirán acentos o caracteres especiales. El archivo de texto se denominará por el nombre del autor.

O bien enviar una copia digital de los archivos convenientemente preparados la dirección de e-mail:

ibader@usc.es

Con los archivos incluya siempre información sobre el sistema operativo, el procesador de texto, así como sobre los programas de dibujo empleados en las figuras.

##### Copyright

Una vez aceptado el artículo para su publicación en la revista, el autor(es) debe firmar el copyright correspondiente.

Diciembre 2015

# Recursos Rurais

Revista do Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural (IBADER)

## Selection process and manuscript evaluation

The articles, reviews and notes must be original, and will be previously evaluated by the Editorial Board and the Scientific Advisory Committee. Manuscripts submitted to Recursos Rurais will be subject to confidential review by two experts appointed by the Editorial Committee, which may also consider choosing reviewers suggested by the author. In cases of dispute the intervention of a third evaluator will be required. Finally it is for the Editorial Committee's decision on acceptance of work. In cases in which the reviewers suggest modifications to the submitted text, it will be the responsibility of the Editorial Team to inform the authors of the suggested modifications and to oversee the revision process. In cases in which the submitted manuscript is not accepted for publication, it will be returned to the authors together with the reviewers' comments. Please note that any manuscript that does not adhere strictly to the instructions detailed in what follows will be returned to the authors for correction before being sent out for review.

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

### Editorial procedure

Recursos Rurais will consider for publication original research articles, notes and reviews relating to research and technological developments in the area of sustainable development of natural resources in the rural and conservation areas contexts, in the fields of conservation, biodiversity and environmental management, management of agricultural, livestock and forestry production systems, and land-use planning.

### Manuscript preparation

#### General remarks

Articles may be submitted in Galician, Spanish, Portuguese, French or English.

Manuscripts should be typed on A4 paper, and should not exceed 15 pages including tables, figures and the references list. All pages should be numbered (though references to page numbers should not be included in the text). The manuscript should be written with Microsoft Word or a Word-compatible program, on one side of each sheet, with double line-spacing, 2.5 cm margins on the left and right sides, Arial font or similar, and font size 11. Neither tabs nor indents should be used, in either the text or the references list. Paragraphs should not be separated by blank lines. Species and genus names should be written in italics. Genus names may be abbreviated (e.g. *Q. robur* for *Quercus robur*), but must be written in full at first mention. SI (Système International) units should be used. Technical nomenclatures and style should follow the most recent edition of the CBE (Council of Biology Editors) Style Manual.

#### Title page

The title page should include a concise and informative title (in the language of the text and in English), the name(s) of the author(s), the institutional affiliation and address of each author, and the e-mail address, telephone number, fax number, and postal address of the author for correspondence.

#### Abstract

Each article should be preceded by an abstract of no more than 200 words, summarizing the most important results and conclusions. In the case of articles not written in English, the authors should supply two abstracts, one in the language of the text, the other in English.

#### Key words

Five key words, not included in the title, should be listed after the Abstract.

#### Article structure

This should where possible be as follows: Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Acknowledgements, References. Section headings should be written in bold with font size 12. If subsection headings are required, these should be written in italics with font size 11, and should not be numbered.

### Introduction

This section should briefly review the relevant literature and clearly state the aims of the study.

### Material and methods

This section should be brief, but should provide sufficient information to allow replication of the study's procedures.

### Results and discussion

This section should present the results obtained as clearly and concisely as possible, where appropriate in the form of tables and/or figures. Very large tables should be avoided. Data in tables should not repeat data in figures, and vice versa. The discussion should consist of interpretation of the results and of their significance in relation to previous studies. A short conclusion subsection may be included if the authors consider this helpful.

### Acknowledgements

These should be as brief as possible. Grants and other funding should be recognized. The names of funding organizations should be written in full.

### References

The references list should include only articles that are cited in the text, and which have been published or accepted for publication. Personal communications should be mentioned only in the text. The citation in the text should include both author and year. In the references list, articles should be ordered alphabetically by first author's name, then by date.

Examples of citation in the text:

Similar results have been obtained previously (Fernández 2005a, b; Rodrigo et al. 1992  
Andrade (1949) reported that...  
According to Mario & Tinetti (1989), the principal factors are...  
Moore et al. (1991) suggest that...

Examples of listings in References:

*Journal article:*

Mahaney, W.M.M., Wardrop, D.H. & Brooks, P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*. 175, 2: 227-243.

*Book chapter:*

Campbell, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En: Campbell J.G. (Ed.) *Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications*. Remote Sensing Society. London.

Lowel, E.M. & Nelson, J. (2003). Structure and morphology of Grasses. En: R.F. Barnes et al. (Eds.). *Forrages*. An introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press. Vol. 1. 25-50

*Complete book:*

Jensen, W (1996). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Prentice-Hall, Inc. Saddle River, New Jersey.

*Standard series:*

Tutin, T.G. et al. (1964-80). *Flora Europaea*, Vol. 1 (1964); Vol. 2 (1968); Vol. 3 (1972); Vol. 4 (1976); Vol. 5 (1980). Cambridge University Press, Cambridge.

*Institutional publications:*

MAPYA (2000). *Anuario de estadística agraria*. Servicio de Publicaciones del MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), Madrid, España.

*Legislative documents:*

BOE (2004). Real Decreto 1310/2004, de 15 de enero, que modifica la Ley de aprovechamiento de residuos ganaderos. BOE (Boletín Oficial del Estado), nº 8, 15/1/04. Madrid, España.

*Electronic publications:*

Collins, D.C. (2005). *Scientific style and format*. Available at: <http://www.counckjnec.org/publications.cfm> [5 January 2005]

*Articles not published but accepted for publication:*

Such articles should be listed in References with the name of the journal and other details, but with "in press" in place of the year of publication.

### Figures and tables

*Numbering:*

All figures (data plots and graphs, photographs, diagrams, etc.) and all tables should be cited in the text, and should be numbered consecutively.

### Figure quality.

Please send high-quality copies. Line thickness in the publication-size figure should be no less than 0.2 mm. In the case of greyscale figures, please ensure that the different tones are clearly distinguishable. Labels and other text should be clearly legible. Scale should be indicated by scale bars. Maps should always include indication of North, and of latitude and longitude. Colour figures can be published.

*Figure size:*

Figures should be no more than 17.5 cm in width, or no more than 8.5 cm in width if intended to fit in a single column. Length should be no more than 23 cm. When designing figures, please take into account the eventual publication size, and avoid excessively white space.

*Figure and table legends:*

All figures and tables require a legend. The legend should be a brief statement of the content of the figure or table, sufficient for comprehension without consultation of the text. All abbreviations used in the figure or table should be defined in the legend. In the submitted manuscript, the legends should be placed at the end of the text, after the references list.

### Preparing the manuscript for submission

#### Text

The text should be submitted as a text file in Microsoft Word or a Word-compatible format.

#### Tables and figures

Each table and each figure should be submitted as a separate file, with the file name including the name of the table or figure (e.g. Table-1.DOC). The preferred format for data plots and graphs is EPS for vector graphics (though all EPS files must include a TIFF preview), and TIFF for greyscale figures and photographs (minimum resolution 300 dpi). If graphics files are submitted in the format of the original program (Excel, CorelDRAW, Adobe Illustrator, etc.), please ensure that you also include all fonts used. The figure or table legend should not be included in the file containing the figure or table itself; rather, the legends should be included (and clearly numbered) in the text file, as noted above. Scanned line drawings should meet the following requirements: line or bit-map scan (not greyscale scan), minimum resolution 800 dpi, recommended resolution 1200-1600 dpi. Scanned half-tone drawings and photographs should meet the following requirements: greyscale scan, minimum resolution 300 dpi, recommended resolution 600-1200 dpi.

#### Manuscript submission

Please submit a digital copy of the files properly prepared to the e-mail address:

ibader@usc.es

Or send a) the original and two copies of the manuscript, b) copies of the corresponding files on CD-ROM or DVD for Windows, and c) a cover letter with author details (including e-mail address and fax number), to the following address:

IBADER

Comité Editorial da revista Recursos Rurais

Universidade de Santiago

Campus Terra s/n

E-27002 LUGO - Spain

As noted above, the text and each figure and table should be submitted as separate files, with names indicating content, and in the case of the text file corresponding to the first author's name (e.g. Alvarez.DOC, Table-1.DOC, Fig-1.EPS). File names should not exceed 8 characters, and must not include accents or special characters. In all cases the program used to create the file must be clearly identifiable.

#### Copyright

Once the article is accepted for publication in the journal, the authors will be required to sign a copyright transfer statement.

December 2015

