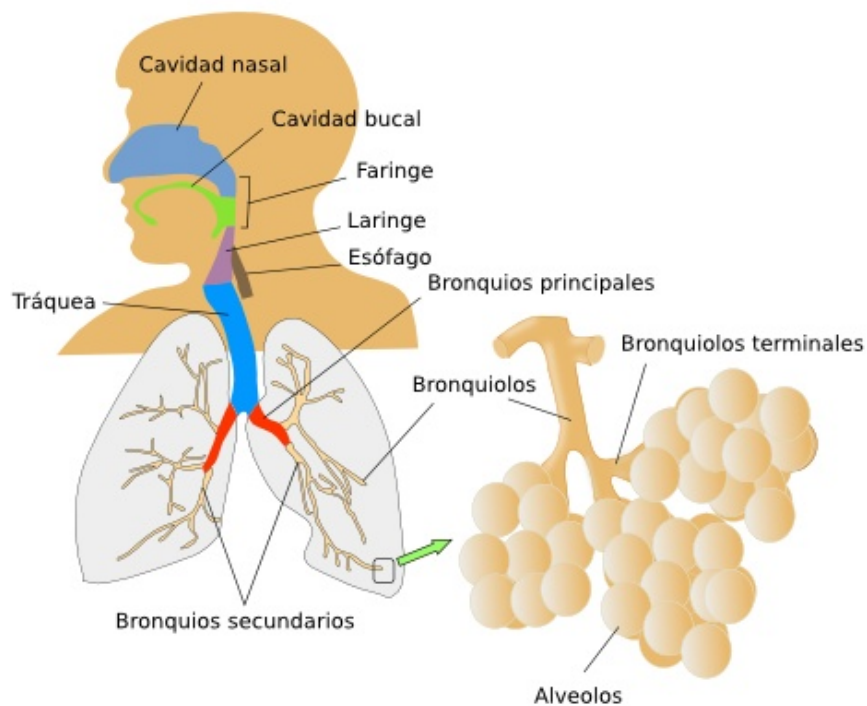


# ATLAS de HISTOLOGÍA VEGETAL y ANIMAL

## Órganos animales

# SISTEMA RESPIRATORIO



Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo.

(Versión: Septiembre 2016)

Este documento es una edición en pdf del sitio  
<http://webs.uvigo.es/mmegias/inicio.html>

y

ha sido creado con el programa Scribus

(<http://www.scribus.net/>)

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA (esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar sin restricción este contenido siempre que no se use para fines comerciales, que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre a los autores).

## ÍNDICE

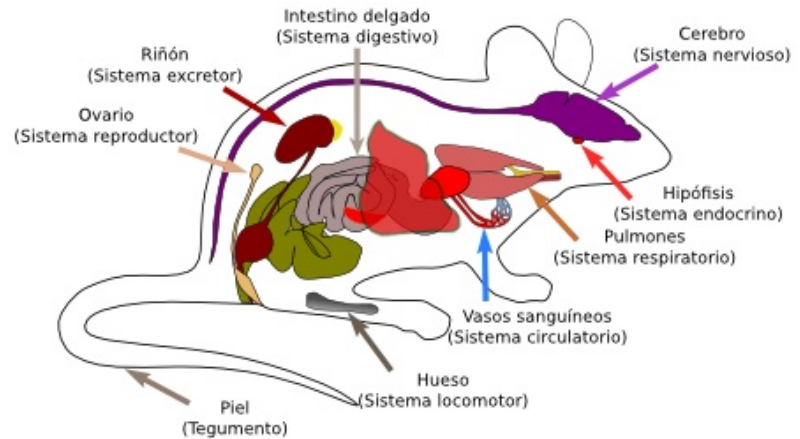
Introducción .....	4
Sistema respiratorio .....	5
Tráquea .....	7
Pulmón .....	8

## Introducción

Hasta ahora hemos visto cómo las células están divididas en compartimentos y orgánulos que cooperan en el funcionamiento celular y cómo las células se organizan para formar tejidos. En este apartado trataremos cómo los tejidos se organizan para formar órganos. Un órgano es una asociación de tejidos que constituye una unidad funcional en un organismo. Un animal posee una gran variedad de órganos, cada uno de los cuales realiza una serie de funciones. Si se compara a un organismo pluricelular con una célula eucariota se observa que la compartimentación del trabajo es un hecho que se repite, pero a diferente escala. En la célula eucariota son los orgánulos los que se especializan en una o varias funciones, en un organismo son los órganos.

En este apartado de Organografía Animal vamos a estudiar los órganos de los vertebrados, sobre todo los de mamíferos, que son quizá los vertebrados más estudiados y mejor conocidos por sus evidentes repercusiones en el conocimiento de los órganos de humanos y sus implicaciones en la salud. A veces el concepto de órgano constriñe la definición de unidad funcional y entonces hablamos de sistema. Un sistema, por ejemplo el sistema sanguíneo, es un conjunto de estructuras, algunas de ellas órganos, que realizan una o varias funciones características en el organismo. Como en otros muchos aspectos de la biología, es difícil establecer los límites y las funciones precisas de un órgano o de un sistema, por lo que el número de sus constituyentes o funciones propias puede variar según los autores. Así, los órganos pueden realizar más de una función, pueden compartir funciones con otros elementos del organismo, sus compartimentos funcionales pueden no ser precisos, etcétera.

Vamos a abordar la organografía animal estudiando los diferentes órganos y sistemas según aparecen en la mayoría de las guías docentes de la asignatura de organografía microscópica animal de



Dibujo donde se muestran algunos órganos y los sistemas a los que pertenecen.

las universidades españolas, con algunas modificaciones. Los dividiremos de la siguiente manera:

- ◆ Sistema nervioso: central y periférico.
- ◆ Órganos de los sentidos.
- ◆ Tegumento: piel y derivados epidérmicos.
- ◆ Sistema circulatorio: vasos sanguíneos y corazón.
- ◆ Sistema linfático: vasos linfáticos y órganos linfoides.
- ◆ Sistema reproductor: gónadas, conductos y glándulas asociados.
- ◆ Sistema digestivo: tubo digestivo y órganos asociados.
- ◆ Sistema excretor: riñones y conductos excretores.
- ◆ Sistema respiratorio: tractos aéreos y pulmones
- ◆ Sistema endocrino: glándulas.

Sistema locomotor: huesos y músculos.

## SISTEMA RESPIRATORIO

El aparato respiratorio es el responsable de aportar el oxígeno necesario para la respiración celular y eliminar el dióxido de carbono generado durante el metabolismo celular. Ambas moléculas son intercambiadas entre la sangre y el aire. También lleva a cabo otras funciones como aportar el aire para la emisión de sonidos, hacer circular el aire sobre el epitelio olfativo de la cavidad nasal para permitir la olfacción y también produce ciertas hormonas.

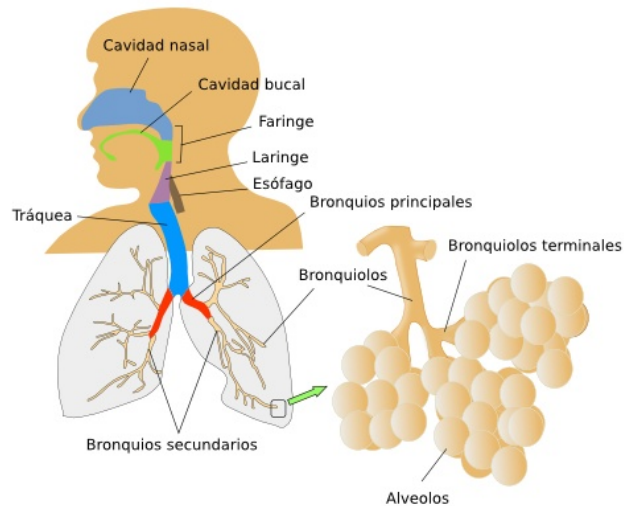
El aparato respiratorio está formado por una serie de conductos por cuyo interior circula el aire. Podríamos decir que empieza en la cavidad oral y nasal, puesto que ambas son vías aéreas por donde entra y sale aire. La cavidad nasal contiene el epitelio olfativo. La olfacción está muy relacionada con la respiración en los animales pulmonados y a veces el ritmo de respiración se altera para aumentar la captación y percepción de olores.

La faringe comunica las cavidades oral y nasal con la laringe. Actúa como zona de resonancia durante la emisión de sonidos. La laringe comunica a la faringe con la tráquea y, además de ser una estructura conductora de aire, es el órgano de la fonación puesto que contiene las cuerdas vocales.

La tráquea es una estructura tubular que empieza en la laringe y termina en la zona torácica donde se ramifica en dos conductos denominados bronquios principales o primarios. La tráquea está formada por una mucosa compuesta por epitelio pseudoestratificado ciliado y una lámina propia de tejido conectivo con muchas fibras elásticas. Más externamente está la submucosa que es tejido conectivo en el que aparecen las porciones secretoras de algunas glándulas con acinos fundamentalmente mucosos, aunque algunos son mixtos. Bajo la submucosa se encuentra cartílago hialino formando anillos incompletos que en cortes transversales (perpendiculares al eje mayor de la tráquea) aparecen en forma de semilunas. Estos anillos incompletos se distribuyen a lo largo de la tráquea. Entre los extremos de las semilunas pueden

observarse células musculares. El cartílago aporta rigidez y elasticidad a la tráquea. La adventicia limita al cartílago en su parte externa.

Los bronquios principales son las dos primeras ramas de la tráquea. Éstos se ramifican a su vez en los bronquios secundarios y posteriormente en los broncopulmonares, según los lóbulos en que se



Esquema de los diferentes componentes del sistema respiratorio.

divida cada pulmón. Los bronquios tienen la misma estructura histológica que la tráquea, pero cuando éstos entran en los pulmones los anillos de cartílago se sustituyen por placas irregulares de cartílago. A medida que van disminuyendo su diámetro, después de sucesivas ramificaciones, el cartílago se hace más escaso. También aumenta la capa de muscular liso. Cuando se aproximan al milímetro de diámetro el cartílago ya no se observa y entonces a los conductos se les llama bronquiolos.

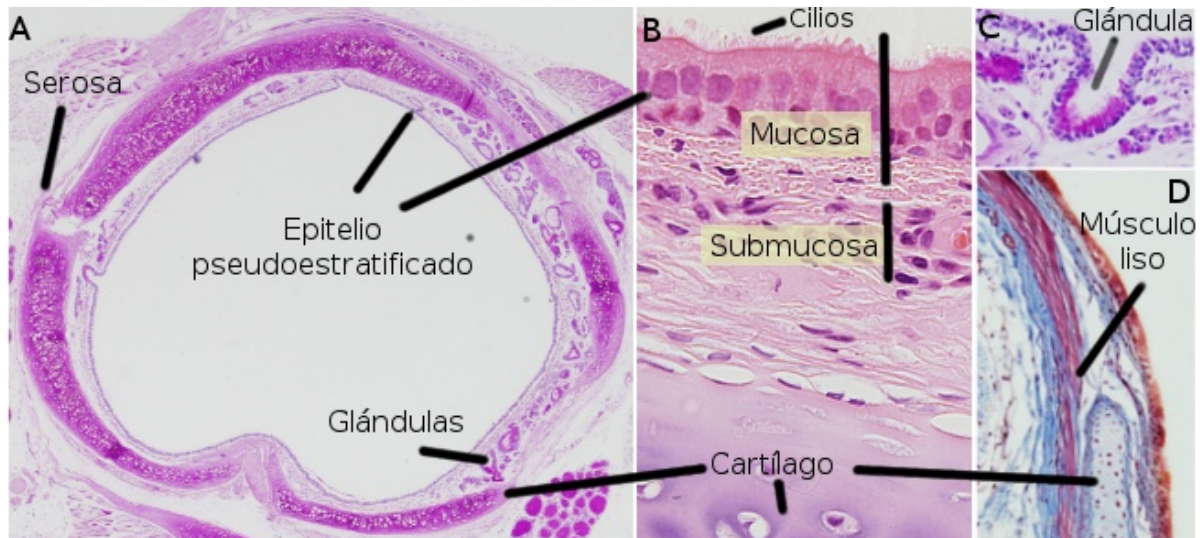
Los bronquiolos dan lugar a los bronquiolos terminales, y éstos últimos a los alveolos pulmonares. En los bronquiolos se da la transición del epitelio pseudoestratificado a simple, que cambiará de simple cilíndrico a cúbico, hasta llegar a los alveolos donde es simple plano. Las células caliciformes son muy escasas en los bronquiolos y no aparecen en los bronquiolos terminales.

Los alveolos son la zona terminal de la cavidad

aérea del aparato respiratorio. En ellos se produce el intercambio de gases. Están formados por una epitelio simple plano y rodeados por capilares sanguíneos. Los alveolos comunican su interior con los espacios alveolares que son cavidades formadas

por los propios alveolos, o con conductos alveolares cuyas paredes también están formadas por alveolos. Ambas estructuras se comunican con los bronquiolos.

## Tráquea



**Órgano:** respiratorio. **Especie:** A, B, C: rata. (*Rattus norvegicus*); D: conejo (*Oryctolagus cuniculus*).  
**Técnica:** secciones de parafina teñidas con A y C) PAS-hematoxilina; B) hematoxilina-eosina; D) Van Gieson.

La tráquea es el conducto que comunica la laringe con los bronquios primarios, permitiendo el paso del aire desde el exterior a los pulmones. En humanos mide de 10 a 15 cm de longitud y unos 2.5 cm de diámetro. Histológicamente está formada por mucosa, submucosa, capa cartilaginosa y adventicia.

La mucosa está formada por un epitelio pseudoestratificado ciliado, el cual posee tres tipos principales de células: ciliadas, mucosas y basales. Las ciliadas son las más abundantes y cada una de ellas tiene más de 200 cilios, los cuales desplazan la capa de mucus, y cualquier partícula que haya en esta capa, hacia la laringe. Por tanto, se encargan de limpiar los pulmones de partículas que entran durante la respiración. Las células caliciformes o mucosas se encargan de segregar la capa de mucus que recubre la superficie de los conductos respiratorios. Las células basales actúan como células de reserva, a partir de las cuales se reemplazan las células del epitelio que van muriendo. Existen otros tipos de células mucho menos frecuentes en el epitelio traqueal, como son las células en cepillo y las células de granos pequeños; las primeras son receptores y las segundas productoras de hormonas. Bajo el epitelio se sitúa una lámina basal más gruesa que en otros tipos de epitelios.

La lámina propia de la mucosa está formada por

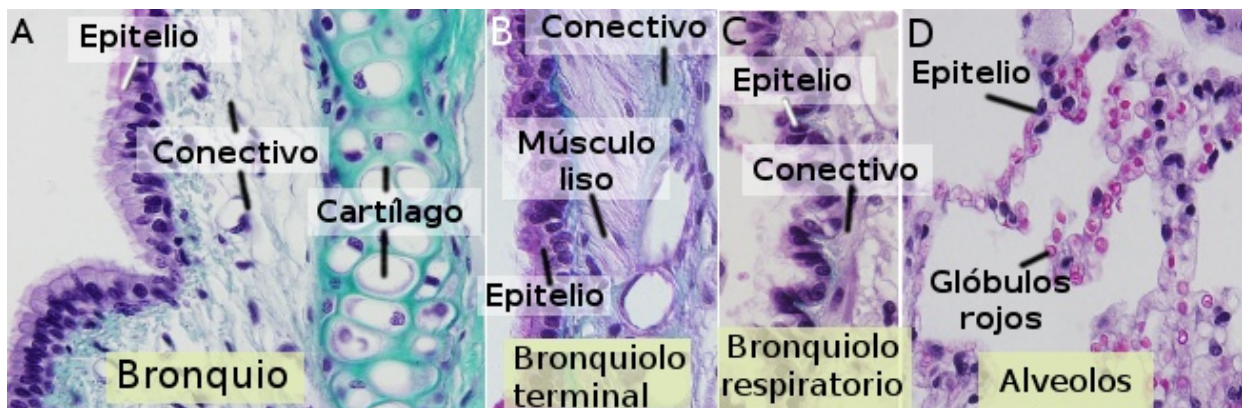
conectivo laxo, con una gran cantidad de células. Es frecuente ver linfocitos y otras células del sistema inmune. También se observa abundante tejido linfático. El límite entre la mucosa y la submucosa se puede apreciar a veces porque es una lámina con abundancia de fibras elásticas, aunque hay que usar tinciones específicas para ponerla de manifiesto.

La submucosa, al contrario que en otros órganos, es conectivo laxo, con un aspecto similar al de la lámina propia de la mucosa. Por ello es difícil distinguir el límite entre mucosa y submucosa. En esta última se encuentran los vasos sanguíneos y linfáticos principales, así como las porciones secretoras de algunas glándulas mucosas y mixtas.

El cartílago de la tráquea está formado por anillos incompletos en forma de C. La abertura de dicho anillo está situada en la parte posterior de la tráquea. En humanos hay de 16 a 20 de estas medias lunas. Permiten que la tráquea sea flexible y además impiden que se oblitere el canal aéreo. El tipo de cartílago es hialino. En la zona incompleta del anillo de cartílago se suele encontrar músculo liso dispuesto de forma transversal, aunque en algunas puede tener orientación longitudinal.

La adventicia es la capa más externa y recubre la parte externa de los anillos incompletos cartilaginosos. Es tejido conectivo que puede contener tejido adiposo.

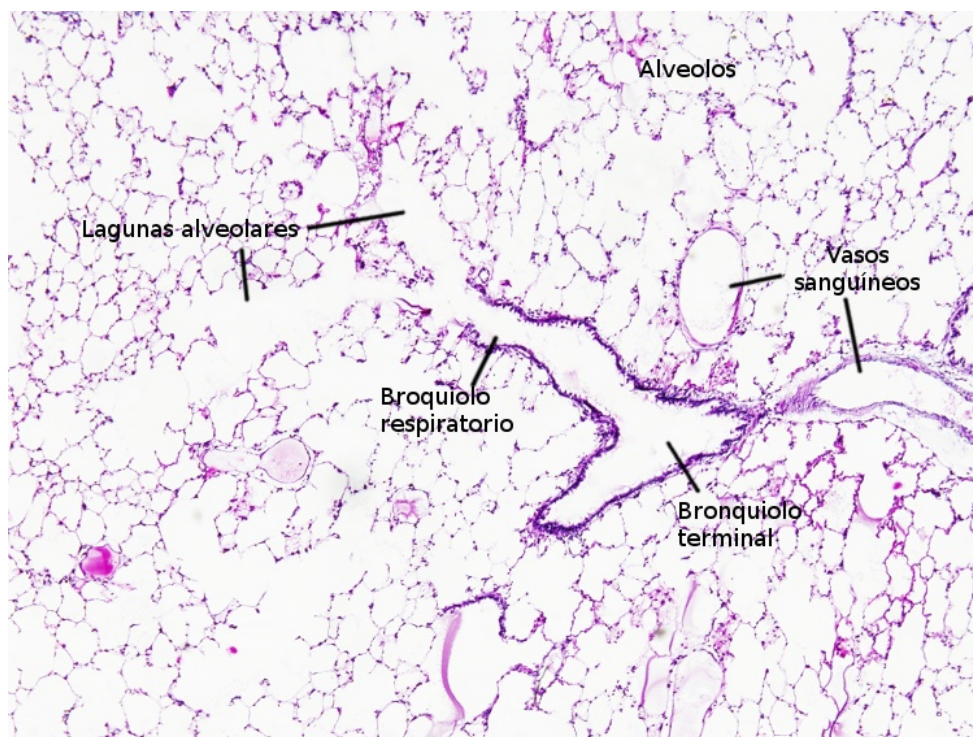
## Folículos



**Órgano:** pulmón **Especie:** rata (*Rattus norvegicus*). **Técnica:** secciones de parafina teñidas con tricrómico de Van Gieson.

La tráquea se ramifica en los bronquios primarios, los cuales conducen el aire a cada uno de los pulmones. En cada pulmón los bronquios primarios se dividen en bronquios secundarios. El número de bronquios secundarios coincide en humanos con el número de lóbulos que posee cada pulmón, dos el izquierdo y tres el derecho. La estructura de los bronquios es similar a la de la tráquea, pero a medida que se van ramificando, va desapareciendo

el cartílago progresivamente: de semilunas se convierten en placas dispersas y luego desaparece. Además, el músculo liso es más patente y llega a ser una capa más visible que separa a la mucosa de la submucosa. El epitelio, que es pseudoestratificado cilíndrico ciliado en los bronquios de mayor calibre, al igual que en la tráquea, se convierte en pseudoestratificado cúbico, y con un espesor cada vez menor. Cuando el cartílago, las glándulas



Aspecto general de un pulmón de rata. La mayor parte del tejido está formado por alveolos, aunque también se aprecian bronquiolos terminales, bronquiolos y vasos sanguíneos. En este caso no se observan los glóbulos rojos porque el animal está perfundido.

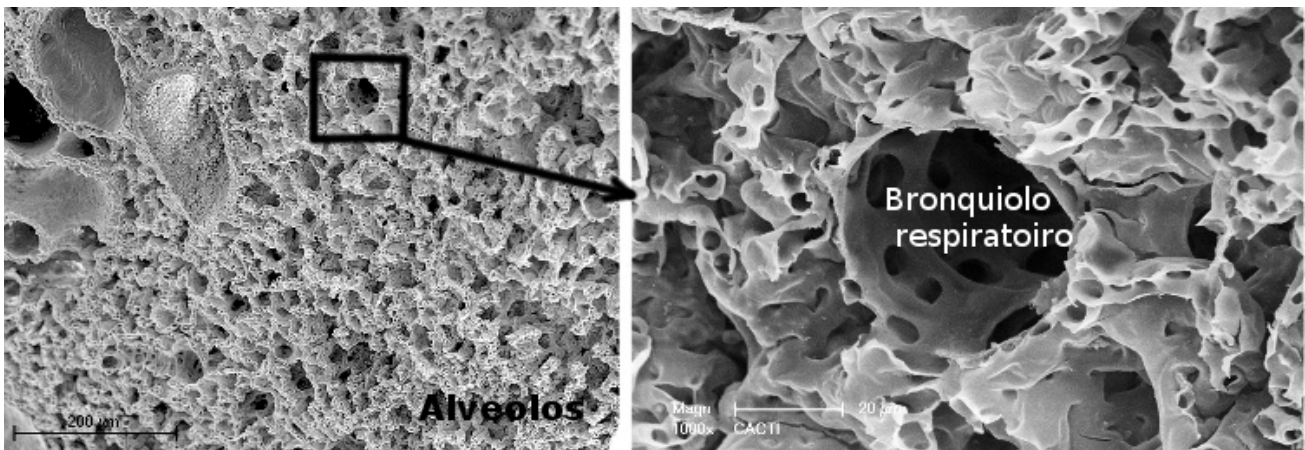


mucosas y las células caliciformes desaparecen y el músculo liso se hace también más escaso, aunque aún visible, los conductos entonces tienen un diámetro de aproximadamente 1 mm. A estos conductos se les denomina bronquiolos.

Los bronquiolos no presentan cartílago, ni glándulas y, aunque los de mayor calibre tienen un epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado, a medida que van disminuyendo su calibre, el epitelio se transforma en simple cilíndrico y posteriormente en simple cúbico. Las glándulas mucosas también van disminuyendo su densidad a medida que disminuye el diámetro de los bronquiolos. En todos ellos existe una capa de músculo liso bien patente. Los bronquiolos de mayor calibre se denominan terminales y los de menor calibre son los bronquiolos respiratorios, los cuales tienen en sus paredes

expansiones muy delgadas que forman oquedades denominadas alvéolos pulmonares.

Los alveolos son los lugares donde se produce el intercambio de gases entre la sangre y el aire. Son cavidades revestidas de un epitelio simple plano que aumentan enormemente la superficie de contacto con el aire. Cada alveolo está rodeado por un entramado capilar, de modo que la distancia entre los glóbulos rojos y el aire es muy escasa, favoreciendo el intercambio de gases. En humanos se estima que hay entre 150 y 250 millones de alveolos. A veces varios alveolos forman conductos alveolares, que son expansiones de los bronquiolos respiratorios constituidos por numerosos alveolos asociados. Al final de los bronquiolos respiratorios se suelen formar lagunas alveolares, espacios abiertos a donde se abren numerosos alveolos.



Imágenes tomadas con el microscopio electrónico de barrido. La mayoría del tejido está formada por alveolos. En la imagen de la derecha se observa a mayor aumento un bronquiolo terminal en la parte en que comunica con las cavidades alveolares.