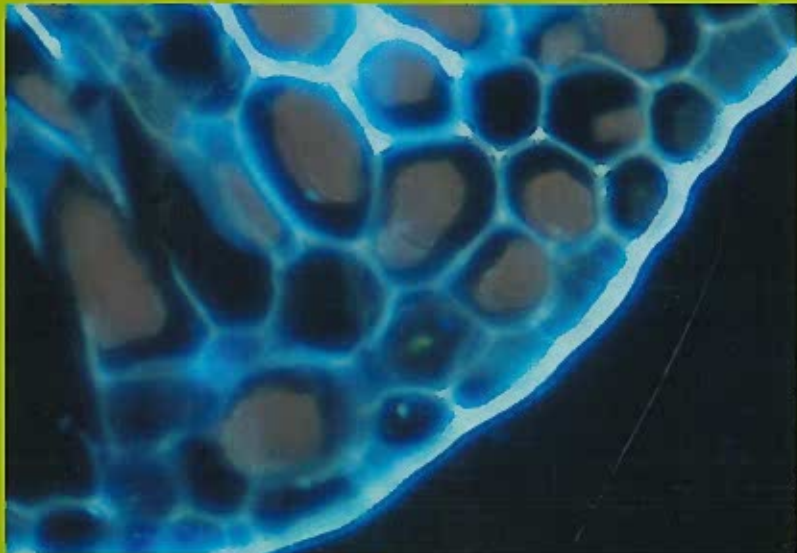
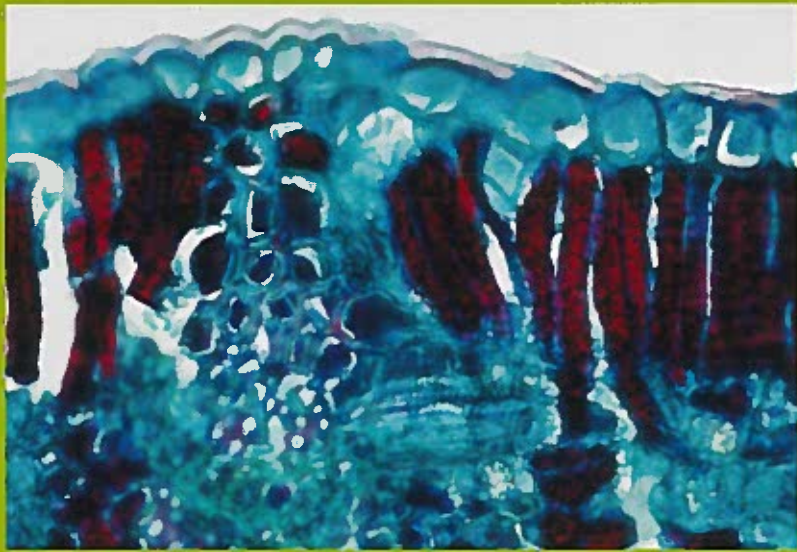
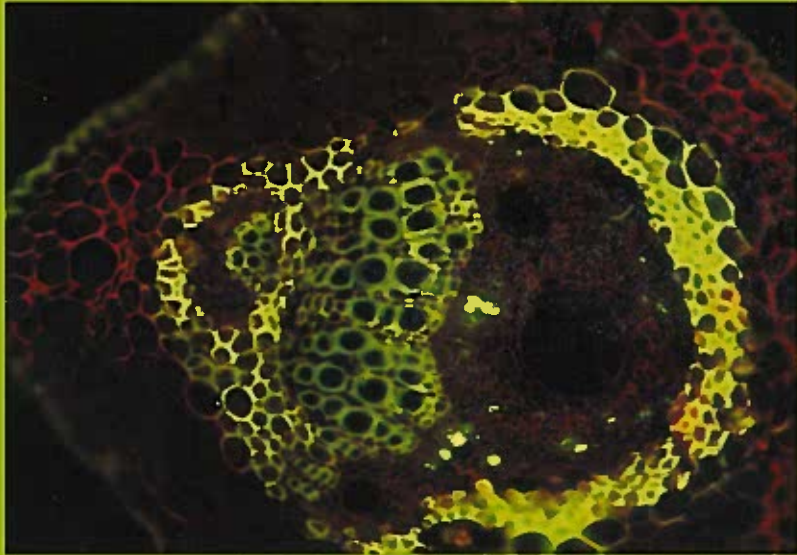


Rafael Álvarez Nogal



PRÁCTICAS de  
CITOLOGÍA - HISTOLOGÍA  
de PLANTAS y ANIMALES

2ª Edición corregida y ampliada



Universidad de León

**Dr. Rafael Álvarez Nogal**  
**Biología Celular**

**PRÁCTICAS de**  
**CITOLOGÍA – HISTOLOGÍA**  
**de PLANTAS y ANIMALES**

**2ª EDICIÓN CORREGIDA Y AMPLIADA**



Universidad de León  
Área de Publicaciones  
2008

Álvarez Nogal, Rafael

Prácticas de citología-histología de plantas y animales / Rafael Álvarez Nogal. – 2ª ed. Corr. y amp.. – [ León ] : Universidad de León, Área de Publicaciones, 2008

VII, 148 p. : il., fot. ; 30 cm

ISBN 978-84-9773-450-9

1. Plantas-Células y tejidos-Manuales de laboratorio. 2. Plantas-Anatomía-manuales de laboratorio. 3. Citología-Manuales de laboratorio. 4. Histología-Manuales de laboratorio. I. Universidad de León. Área de Publicaciones. III. Título

576(076.5)

581.8(076.5)

591.8(076.5)



© Universidad de León  
Área de Publicaciones

© Rafael Álvarez Nogal

ISBN: 978-84-9773-450-9

Depósito legal: LE-1976-2008

Impreso en España / *Printed in Spain*

Servicio de Imprenta de la Universidad de León  
León, 2008

*Si todo termina cuando termine  
¿cómo atrapar los instantes,  
los éxtasis  
lo aprendido?*

*Celebraré cada momento,  
cada latido.  
Celebraré vuestro crecer  
te lo digo a ti, que tienes meses  
a ti, que cumples años  
y a ti desconocido lector de cualquier edad.*

*Oído por alumnos de anatomía en la Facultad de Medicina  
de la Universidad de Valladolid en torno al año 1960:  
El médico que solo sabe de medicina es un hombre cercenado.*

**Este libro de alguna forma es un tributo a la Dra.  
Rosario Marcos Martínez (Charo), profesora y maestra  
del autor y de incontables generaciones que siempre  
encontraron en ella una sonrisa, un apoyo, y –para quien  
lo quiso ver y aprovechar- un estímulo.**



## **PRESENTACIÓN**

Este libro responde sobre todas las cosas a la necesidad de proveer a los alumnos de una base sobre la que trabajar. Se les ofrece en el libro, la información que de otra forma les llegaría de modo disperso, quizás acompañando a cada sesión práctica.

Es un libro que pretende ser de utilidad para el futuro. El alumno (aunque ya no lo sea) sabrá que en su propio libro de prácticas de Citología-Histología de Plantas y Animales (¡ese que utilizó en determinado curso académico!) encontrará información sobre aspectos citológicos e histológicos que pueda precisar, y lo que quizás sea aún más relevante, podrá encontrar referencias concretas (¡las fuentes!) sobre dónde encontrar tal o cual cosa.

En ese sentido, se ha realizado un libro plantilla, porque se le pide al alumno su necesaria participación rellenando lo que se le propone. A veces se le hacen apelaciones concretas que se deben resolver en las sesiones prácticas (haciendo dibujos, esquemas rotulados, etc). Otras veces se les propone acudir a las fuentes para resolver preguntas.

Particularmente como apuesta de futuro se incorpora al final del libro un apartado en el que el alumno indicará en qué libro o en qué página web encontrar tal o cual dato morfológico o tal o cual técnica empleada.

Y es que para utilizar eficazmente el presente libro, se invita al alumno a que acuda permanentemente a las fuentes, trabajando en las bibliotecas, fisgando páginas web y echando mano en las mismas sesiones prácticas, de los atlas que se les pone a su disposición. Este libro sin las fuentes que los alumnos deben manejar, buscar, conocer, comprender, escrutar, trabajar, etc, diluye sus objetivos y deja de tener sentido.

Por otra parte, el presente libro ofrece el punto de vista del autor en la enseñanza práctica indicada, y por tanto lo pone a disposición de otros docentes que lo podrán utilizar si lo desean, como base en la labor de iniciación a la citología y a la histología de plantas y animales.

El planteamiento de partida del libro es que los alumnos comienzan prácticamente de cero, y en consecuencia se hace necesario entrar en el mundo microscópico de una forma gradual, procurando asentar las bases. Se aplica aquella máxima según la cual, es preferible que asimilen poco pero bien asentado, que mucho de forma atropellada.

La primera sesión práctica atiende al manejo del microscopio, la técnica microscópica y algo capital para sesiones posteriores, la interpretación de cortes, porque es notorio que



la gran mayoría de las estructuras observadas a través de cualquier microscopio, procede de cortes realizados de las mismas.

De la práctica segunda a la quinta, se atienden los aspectos citológicos. Los que interesan tanto a plantas como a animales, así como los exclusivos de las plantas en la cuarta práctica.

La histología se contempla desde la práctica sexta a la duodécima. Las dos primeras (la sexta y la séptima) se refiere a los tejidos propios del reino Plantae y el resto a los del reino Animalia.

En conjunto se hace más énfasis en los aspectos de las plantas porque la bibliografía al respecto no es muy abundante.

Por otra parte conviene dejar claro que el presente libro no es una guía *per se* en la que se informe de todos los aspectos que se pueden estudiar en las preparaciones microscópicas propuestas. Solamente se hacen breves comentarios o reseñas escuetas, para provocar –una vez más- en los alumnos la necesidad de acudir a las fuentes.

El último apartado se ha reservado –como ya se ha indicado- para un catálogo de imágenes sin duda necesarias para las prácticas de citología.

El autor  
Antes del comienzo del curso académico 2008-2009

## **ÍNDICE**

<b>Práctica 1.</b>	Manejo del microscopio óptico de campo claro	1
	Interpretación de cortes	13
<b>Práctica 2.</b>	Citología I. Microscopia óptica	19
	Microscopia electrónica	28
<b>Práctica 3.</b>	Citología II. Microscopia óptica	33
	Microscopia electrónica	42
<b>Práctica 4.</b>	Citología III. Las células de las plantas	
	Microscopia óptica	45
	Microscopia electrónica	53
<b>Práctica 5.</b>	Citología IV. Tipos celulares	55
	Microscopia electrónica	61
<b>Práctica 6.</b>	Histología I. Reino de las plantas	63
<b>Práctica 7.</b>	Histología II. Reino de las plantas	73
<b>Práctica 8.</b>	Histología III. Epitelios	83
<b>Práctica 9.</b>	Histología IV. Glándulas	93
<b>Práctica 10.</b>	Histología V. Tejidos conectivos	101
<b>Práctica 11.</b>	Histología VI. Sangre y músculo	111
<b>Práctica 12.</b>	Histología VII. Tejido nervioso	121
<b>Colección de imágenes.</b>	Fotografías	129
	Referencias de imágenes	139





## **Práctica 1. MANEJO DEL MICROSCOPIO ÓPTICO DE CAMPO CLARO. INTERPRETACIÓN DE CORTES.**

### **MANEJO DEL MICROSCOPIO ÓPTICO DE CAMPO CLARO.**

Se establecen 2 partes en éste apartado de la práctica:

- Teoría elemental del microscopio óptico de campo claro.
- Manejo del microscopio óptico de campo claro. Para ello se emplean 3 preparaciones microscópicas:
  - o Preparación ... Lengua de mamífero.
  - o Preparación ... Epidermis de lirio.
  - o Preparación ... Tallo macerado de angiosperma.

#### Teoría elemental del microscopio óptico de campo claro.

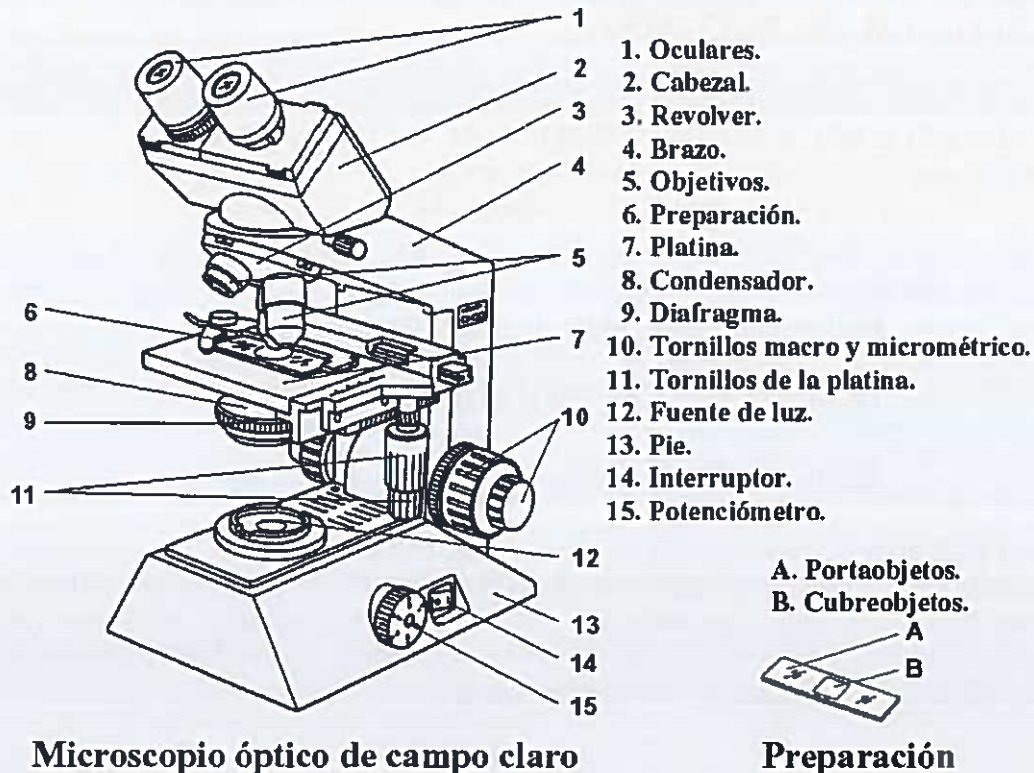
Microscopio es todo instrumento óptico capaz de producir imágenes ampliadas de objetos muy pequeños. Los microscopios compuestos son aquellos que constan de dos juegos de lentes: el objetivo y el ocular. En general todos los microscopios compuestos presentan una parte mecánica y otra parte óptica.

La parte óptica consta -siguiendo la dirección de los haces luminosos- de la fuente de luz, el diafragma, el condensador, los objetivos y el ocular:

- La fuente de luz habitualmente es una lámpara adaptada que suele portar filtros y/o difusores.
- El condensador (que suele ser una pieza que se puede desplazar en sentido vertical) permite aumentar o disminuir la concentración de los rayos luminosos sobre el objeto. Normalmente en el mismo soporte mecánico del condensador se encuentra el diafragma que permite regular el haz luminoso procedente de la fuente de luz. A efectos prácticos, se consigue la mayor luminosidad al abrir totalmente el diafragma y subir el condensador. El condensador en posición inferior permite tener mayor profundidad de campo.
- Los objetivos son pequeños tubos que contienen una combinación de lentes. De ellos depende el poder de resolución: la capacidad de discriminación entre dos puntos próximos. El poder de resolución es mayor cuantos más aumentos tenga el objetivo.
- El ocular (uno o dos) es también un tubo con una combinación de lentes. Los aumentos del microscopio se calculan al multiplicar el número de aumentos del objetivo por el número de aumentos del ocular. Ambos valores generalmente están grabados en el lateral del objetivo y frontal del ocular, respectivamente.

La imagen microscópica se forma en el objetivo en una primera etapa (imagen intermedia). En la segunda etapa la imagen intermedia es ampliada por el ocular, representándose finalmente sobre la retina del ojo.

La parte mecánica del microscopio consta de: pie, brazo, cabezal (donde se disponen los oculares), tornillos macro y micrométrico (que permiten realizar el enfoque de la preparación), platina (lugar en el que se sitúa la preparación), tornillos de la platina (que permiten el desplazamiento de la preparación), revolver (pieza en la que se hallan los objetivos) y el mecanismo de desplazamiento del condensador y/o diafragma.



**Definición de profundidad de campo (indicar la fuente de información):**

Manejo del microscopio óptico de campo claro.

Preparación --- Lengua de mamífero.

Una preparación microscópica permanente, es el conjunto formado por un portaobjetos (“porta”), un cubreobjetos (“cubre”) y entre ambos una resina que inicialmente es líquida y que cuando se seca se endurece haciendo que el conjunto sea un todo compacto. Entre el porta y el cubre se disponen el o los cortes (¡como finas rodajas de chorizo!). En este caso los cortes son de lengua de mamífero.

Antes de comenzar la observación, debe limpiarse la preparación porque por el uso puede tener dedos marcados (¡como las gafas!) o restos de colorante, o porque tenga polvo por la falta de uso. En realidad en el caso de que la preparación tenga marcas de dedos, no es debido al uso, si no al mal uso, porque una preparación o se sujeta por el lugar destinado a tal efecto o se sujeta por la zona etiquetada (a veces ambas zonas coinciden) o se sujeta entre los dedos pulgar e índice haciendo pinza con los bordes laterales del portaobjetos. Nunca se deberían poner los dedos en la zona en las que se disponen los cortes.

También antes de comenzar conviene dejar claro el concepto de artefacto. Artefacto es toda alteración que pueden presentar las preparaciones microscópicas como consecuencia de un fallo en la técnica de elaboración de las mismas. Fallos como un

doble de los cortes, un pegote de colorante, un roto en algún fragmento del corte, etc. No es necesario explicar el origen del fallo; es suficiente con decir que tal cosa o tal otra es un artefacto y se debe entender que está ahí por error (el que sea) y que hay que omitirlo.

La observación debe comenzar con el estudio externo de la preparación (a simple vista) que puede o no anotarse. Se trata de ver qué forma externa tienen los cortes, color, etc. Es decir, se trata de tener una primera impresión de lo que nos vamos a encontrar.

A continuación la preparación se coloca en la platina del microscopio con el cubreobjetos hacia arriba.

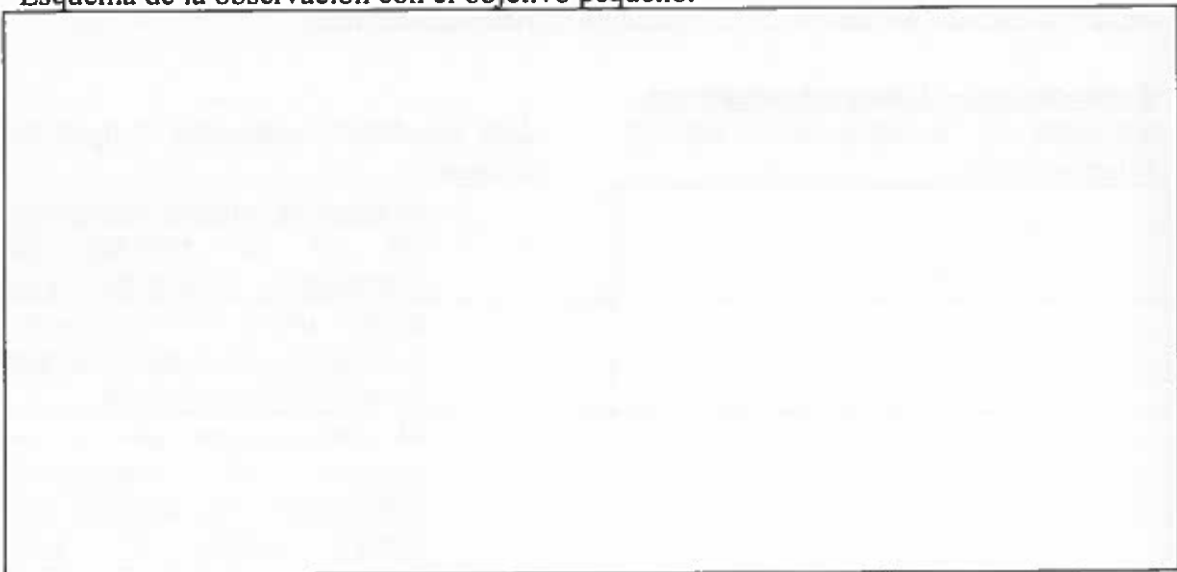
El microscopio en reposo debe tener colocado en la línea de luz, el objetivo más pequeño, la platina debe estar dispuesta en el tope superior (todos los microscopios del mercado tienen dicho tope), el condensador también arriba del todo y el diafragma abierto. El potenciómetro de la fuente de luz debe estar al máximo.

Con la preparación en la platina y tras comprobar -mirando por fuera- que la luz atraviesa alguno de los cortes (para lo cual se utilizan los tornillos que desplazan la preparación), se debe mirar a través de los oculares (el desplazamiento lateral de los oculares en el cabezal permite encontrar aquel punto en el que solamente se vea un círculo iluminado (¡como en unos prismáticos!)). A continuación se baja despacio la platina con el tornillo macrométrico. Cuando se vea algo, se enfoca el objeto en cuestión usando el tornillo micrométrico.

El objetivo pequeño se utiliza para recorrer toda la preparación y hacer el primer estudio de la misma. En este caso se observará que el corte tiene una parte exterior y otra interior en la que se verá, entre otras cosas, algo con aspecto de hebras cortadas longitudinalmente unas y transversalmente otras.

#### **Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo pequeño.



¿Existe una higiene postural relacionada con la observación a través del microscopio?, o de otra forma; ¿cómo se debe colocar el cuerpo ante el microscopio?: el microscopio

debe estar enfrente del observador, entre los hombros (no más a la derecha o más a la izquierda). La espalda debe estar lo más recta posible, particularmente no debe estar girada a ninguno de los lados. Para los diestros, la mano izquierda debe manejar el tornillo micrométrico (casi continuamente hay que moverlo para ver todo el grosor del corte) y la mano derecha maneja los tornillos que desplazan la preparación. El papel y el lápiz para hacer las anotaciones, esquemas, etc, deben estar a la derecha del microscopio.

Después de estudiar la preparación con el objetivo pequeño, se pasa al siguiente objetivo en tamaño y se enfoca. Dicho enfoque se realizará normalmente moviendo un poco el tornillo micrométrico.

Se debe localizar una de las hebras longitudinales citadas anteriormente y se debe disponer en el centro del campo visual. Con el objetivo en cuestión, se debe examinar la hebra longitudinal elegida o bien se busca otra que, intuitivamente, guste más. A continuación se debe pasar al objetivo siguiente en tamaño y enfocar, para lo cual se moverá aún menos que antes el tornillo micrométrico.

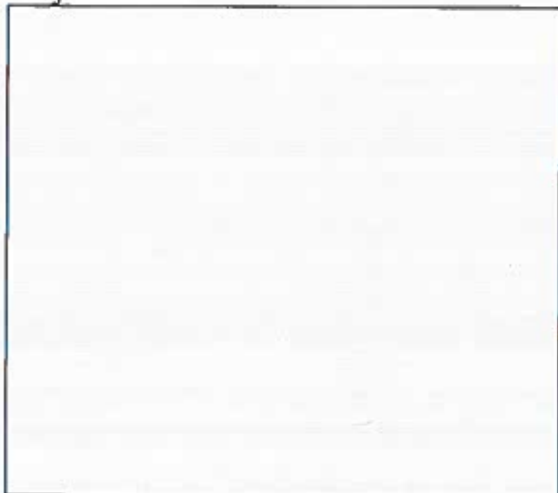
El número de aumentos en los oculares generalmente está impreso en el frontal de los mismos (suele ser 10x). En los objetivos generalmente aparece impreso en el lateral: el pequeño tienen impreso 4x, el siguiente 10x, el siguiente 40x y el más grande 100x.. Como se ha indicado anteriormente, el número de aumentos de un microscopio se conoce al multiplicar el número de aumentos del ocular por el del objetivo. En la disposición actual será 10 (ocular) x 40 (objetivo) = 400 aumentos.

El objetivo 100x se llama de objetivo de inmersión. Al ponerlo hay rayos de luz que no entran por la lente lo cual determina que no se vea con nitidez el objeto a estudiar. Para evitarlo se pone una gota de aceite (aceite de inmersión) que agrupa los rayos y que en consecuencia, permite ver nítidamente.

Con una de las hebras longitudinales enfocadas (con el objetivo de 40x) y mirando por los oculares, se debe bajar el condensador y cerrar el diafragma. Antes o después se verán las estrías que caracterizan al músculo estriado esquelético.

#### **Preparación --- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Los vertebrados presentan 3 tipos de músculo:

- El músculo estriado esquelético que es un músculo de contracción voluntaria (¡es posible mover voluntariamente la lengua!). Es el músculo que desarrollan los culturistas.
- El músculo liso que es un músculo de contracción involuntaria. Se localiza por ejemplo rodeando los vasos sanguíneos (¡no es posible contraer los vasos sanguíneos a voluntad!).

- El músculo cardíaco es un músculo estriado pero de contracción involuntaria.

Las estrías observadas se deben a la disposición ordenada y entrecruzada de los microfilamentos de actina y miosina.

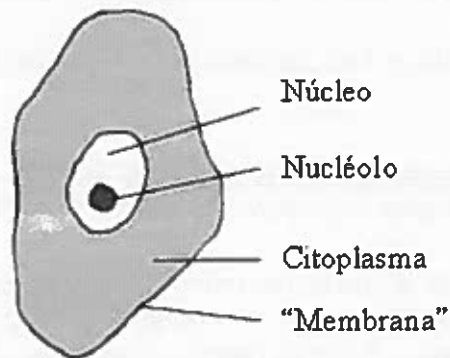
El poder de resolución del microscopio de campo claro, solo permite observar estrías. La observación de dichas estrías a través del microscopio electrónico de transmisión, permitiría descubrir que aquellas están formadas por los indicados microfilamentos de actina y miosina, dispuestos de un modo concreto. .

Un resumen vasto de lo observado podría ser:

TEJIDO	CÉLULA	ORGÁNULO
Tejido muscular (músculo estriado)	Célula muscular (fibra)	“Microfilamentos”

La palabra microfilamentos se escribe entre comillas porque como se ha indicado no es posible verlos con el microscopio óptico de campo claro, pero ¡están ahí!.

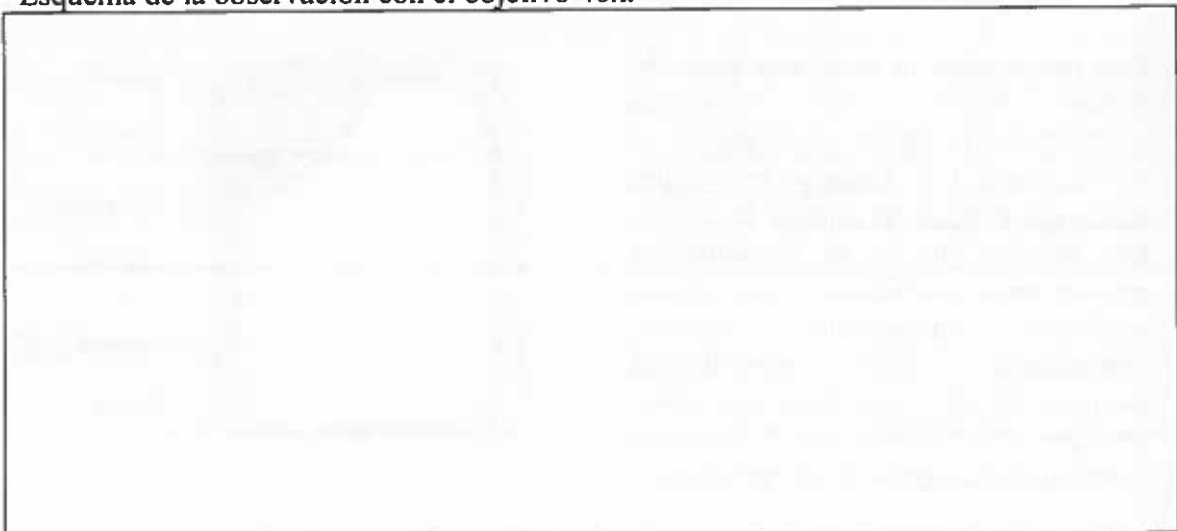
Por otra parte, una vez localizada en el estrato espinoso del epitelio una célula cualquiera, es posible hacer el esquema de una célula tipo del Reino Animalia: núcleo, nucléolo, citoplasma y “membrana” (entre comillas porque generalmente la membrana supera el poder de resolución de los microscopios ópticos a 400 aumentos y en consecuencia no se ve).



Los surcos entre las células del estrato espinoso son los desmosomas: estructuras que unen a las células con sus vecinas. Los desmosomas no pueden verse a microscopía óptica de campo claro pero si la consecuencia de su existencia (por esa razón a continuación se escribe la palabra desmosomas entre comillas). .

#### Preparación — Lengua de mamífero.

Esquema de la observación con el objetivo 40x.





Se completa el resumen anterior con:

TEJIDO	CÉLULA	ORGÁNULO
Tejido muscular (músculo estriado)	Célula muscular (fibra)	“Microfilamentos”
<b>Tejido epitelial</b> (epitelio)	<b>Célula epitelial</b>	<b>“Desmosomas”</b>

**Buscar adipocitos, vasos sanguíneos y nervios ayudándose de un atlas.**

Es destacable que bajando el condensador y cerrando el diafragma (condiciones de máximo contraste) se consigue discernir estructuras que si no, no sería posible observar.

Finalizado el estudio de la preparación, se debe poner el objetivo pequeño y quitar la preparación.

Lo normal es que la platina no se deba mover para el estudio de la siguiente preparación porque ya estará en el margen en el que se ven las estructuras.

Ante la duda, se debe subir la platina hasta el tope superior.

#### Preparación --- Epidermis de lirio.

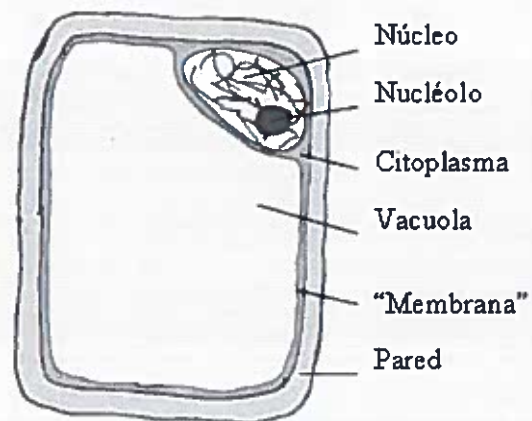
Limpiar la preparación y mirarla por fuera.

Esta preparación microscópica no es el resultado de cortar. Se trata de un trozo de epidermis que se obtiene “pelando” una hoja. La epidermis de las hojas suele desprenderse fácilmente: a veces se obtiene con la ayuda de pinzas, a veces con la ayuda de bisturí y otras simplemente a mano.

Toda la epidermis de la hoja (generalmente transparente) o un trozo de la misma, posteriormente se ha teñido y después se ha montado permanentemente.

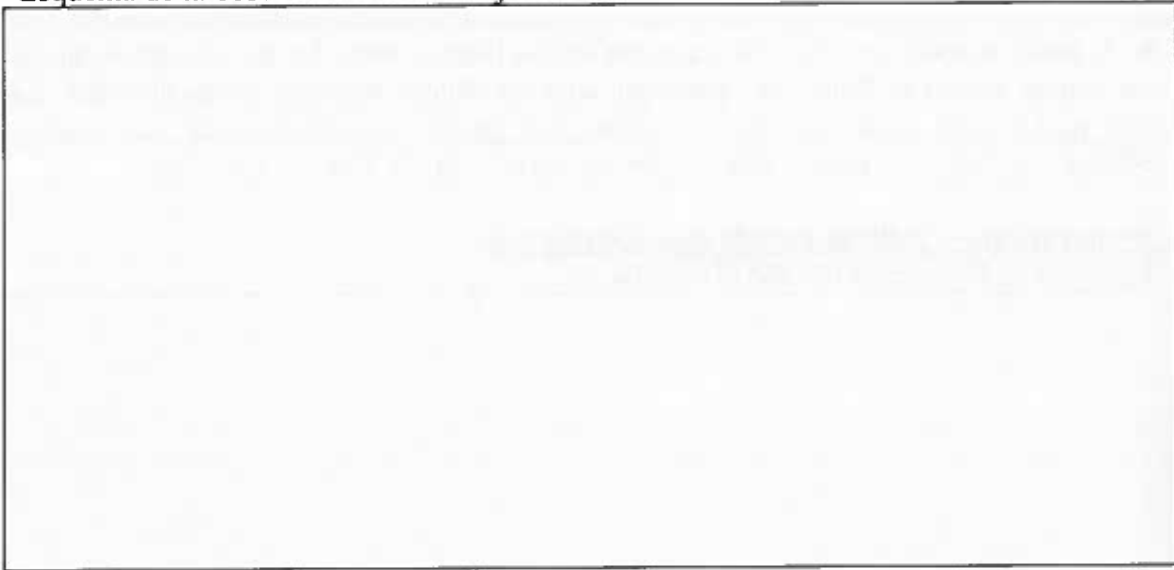
El fundamento de la microscopia óptica de campo claro es que lo que se pretende observar debe ser lo suficientemente delgado como para que la luz lo atraviese. Esta máxima se cumple con los cortes de lengua anteriores y con la epidermis de lirio.

Esta preparación lo es de una parte del Reino Plantae (es incorrecto científicamente hablar de vegetales en vez de plantas). El esquema tipo de una célula del reino de la plantas es: células más grandes que las de los animales, generalmente poliédricas, con núcleo, nucléolo, citoplasma, vacuola, “membrana” (que generalmente tampoco se ve), y por fuera una pared, primaria o secundaria, que sí se ve con el microscopio óptico de campo claro.

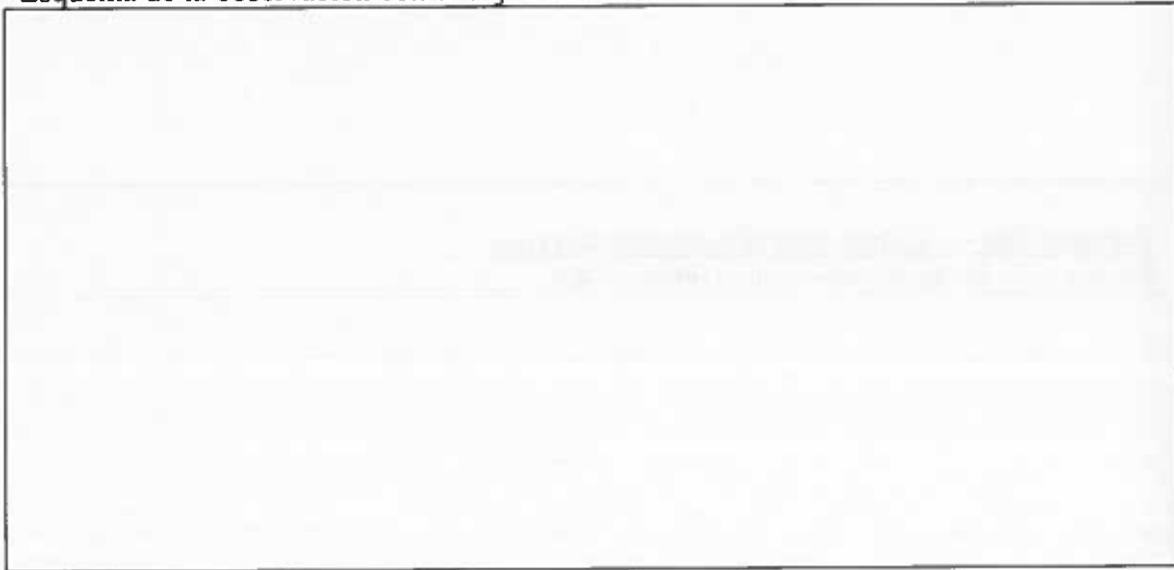


**Preparación — Epidermis de lirio.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación — Epidermis de lirio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El resumen de la preparación puede ser:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Epidermis	Célula epidérmica	Pared primaria
Epidermis	Célula oclusiva	Pared primaria

**Preparación — Tallo macerado de angiosperma.**

Además de observar al microscopio óptico de campo claro cortes y epidermis (resultado de “pelar” una hoja), también se pueden observar células aisladas. Es el caso de esta preparación.

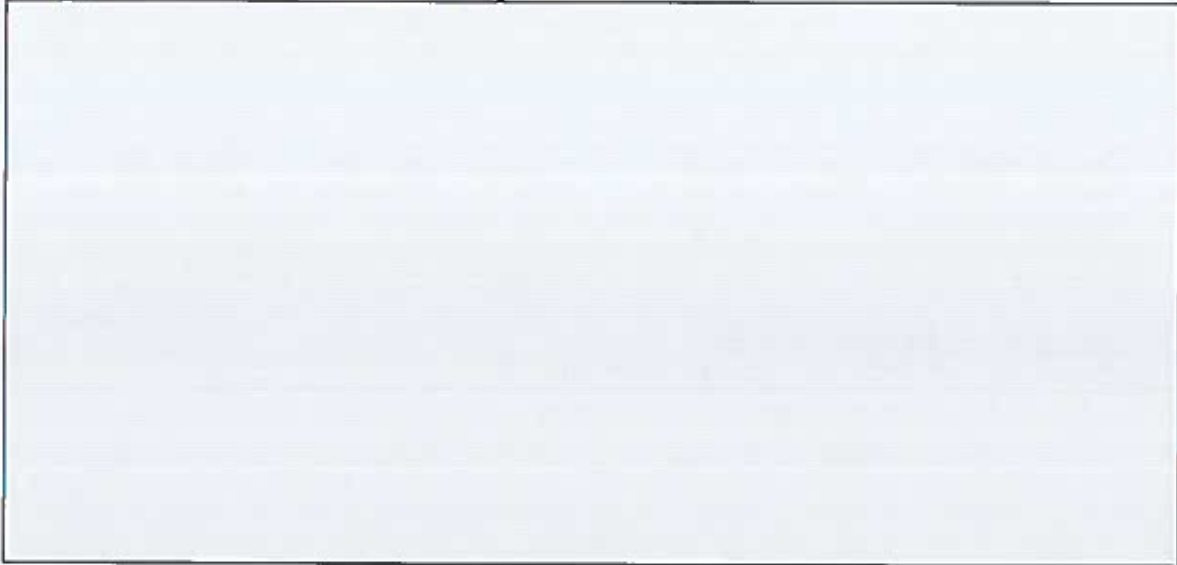
Las células de las plantas tienen 2 tipos de paredes. Todas presentan pared primaria que es una pared blanda (es la que presentan las hojas o la que comemos en la fruta).

Algunas células (generalmente muertas) presentan además pared secundaria que es una pared dura (es la que constituye la madera o la cubierta de frutos y semillas).

Si se toma un trozo de tallo y se trata con ácidos fuertes, todas las paredes primarias (y las células vivas) se disuelven, quedando solo las células con paredes secundarias. En esta preparación solamente se ven células con paredes secundarias. Se ven muchas células muy largas y finas, y algunas por las que circula -in vivo- la sabia bruta.

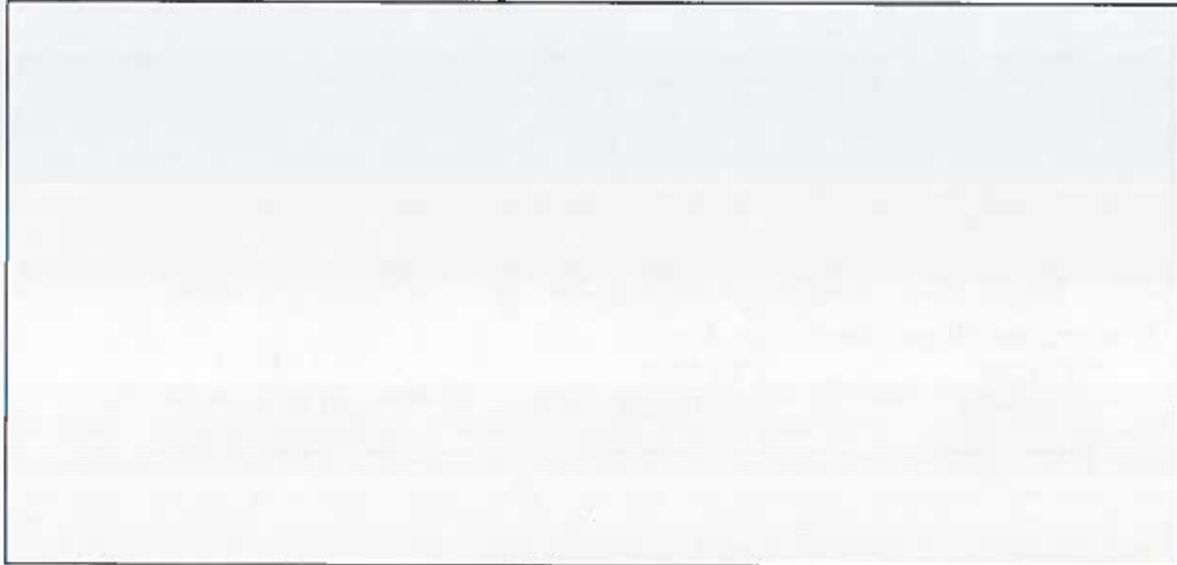
**Preparación --- Tallo macerado de angiosperma.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Tallo macerado de angiosperma.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El resumen de la preparación puede ser:

**TEJIDO**

Esclerénquima

Xilema

**CÉLULA**

Fibras

Tráqueas

**ORGÁNULO**

Pared secundaria

Pared secundaria

**Completar esta parte de la práctica con la lectura del siguiente texto referido a la técnica microscópica.**

**La técnica microscópica: generalidades.**

El fundamento de la microscopia óptica de campo claro es que lo que pretendemos estudiar, lo vemos porque es atravesado por la luz.

Atendiendo a esa máxima, lo que vemos en un microscopio de campo claro procede de:

- Cortes de la estructura a observar: hoja, intestino, etc.
  - o Los cortes se realizan en los microtomos.
  - o Antes de cortar lo que pretendemos estudiar, hay que proporcionarle dureza (a la hoja, al intestino, etc) en el proceso conocido como inclusión.
  - o A veces lo que se pretende cortar hay que ablandarlo (madera, hueso, etc).
  - o La inclusión se suele hacer en parafina o por congelación.
- Extensión. Un líquido (sangre, semen, etc) se extiende en un portaobjetos pretendiendo que al final haya un espesor de alrededor de 1 capa de células.
- Aplastamiento.
- Desgaste.
- Colocación de la estructura directamente sobre el portaobjetos, sin tratamientos previos.

Observados tal cual los cortes, las extensiones, etc, diferenciaremos pocas estructuras entre sí (aquellas que tienen diferentes índices de refracción). Para poner de manifiesto el mayor número posible de estructuras, las muestras se deben teñir.

Las tinciones de rutina utilizan frecuentemente dos colorantes que tiñen específicamente de colores distintos, diferentes estructuras:

- En muestras de plantas se suele usar un colorante para teñir las paredes primarias y otro para teñir las paredes secundarias. Ejemplo de tinción: Safranina-verde rápido. La Safranina tiñe las paredes secundarias de color rojo, y el verde rápido las paredes primarias de color verde.
- En las muestras animales, se suele usar un colorante para teñir los núcleos (colorante basófilo) y otro para teñir los citoplasmas (colorante eosinófilo o acidófilo). Ejemplo de tinción: Hematoxilina-eosina. La Hematoxilina tiñe los núcleos de color violeta y la Eosina los citoplasmas de color rosa.
- A veces se usa un colorante específico para poner de manifiesto estructuras concretas o un colorante específico para determinados tejidos. Ejemplos de tinciones específicas: Lugol para poner de manifiesto la presencia de almidón, Giemsa para teñir la sangre.

Para conservar el mayor tiempo posible los cortes, las extensiones, etc una vez teñidos, y para facilitar la observación, se suele poner un cubreobjetos entre la muestra y el portaobjetos en el proceso conocido como montaje.

Pero todo comienza cuando ... en las salidas al campo o cuando se está haciendo una disección, o ..., se puede conseguir material valioso que posteriormente se procesará – siguiendo las pautas indicadas- para poder ser estudiado al microscopio. Ese material debe ser fijado para evitar la autólisis y la putrefacción. La fijación se lleva a cabo:

- Sumergiendo las muestras en líquidos fijadores, por ejemplo en formaldehído (“formol”). Es una fijación química.
- Por congelación, por ejemplo sumergiéndolas en nitrógeno líquido. Es una fijación física.

Las muestras observadas en el microscopio estereoscópico (“lupa”) no son atravesadas por la luz, si no que deben estar iluminadas porque se observan superficies.

Esta alternancia: muestras atravesadas por la luz / muestras iluminadas, es esencialmente lo mismo que ocurre en la microscopía electrónica:

- En el microscopio electrónico de transmisión (MET) los cortes (mucho más finos que los anteriores) deben ser atravesados por haces de electrones.
- En el microscopio electrónico de barrido (MEB) los haces de electrones chocan sobre la superficie a estudiar.

### **Sobre la toma de muestras y la inclusión.**

Evidentemente el principio es responder a la pregunta ¿qué queremos observar al microscopio?. La respuesta nos lleva a la toma de muestras y a la fijación y posterior conservación de las mismas.

En la toma de muestras hay que tener claro qué se busca. Si se pretende observar un intestino o una hoja, habrá que hacer –para el intestino- la disección correspondiente o acudir a un matadero, etc. Si se busca una hoja habrá que ir al invernadero o salir al campo, etc.

Una vez obtenida la muestra y a la mayor brevedad posible (¡cuestión de segundos!) hay que fijarla. La fijación puede ser física o química. Con ambas se pretende evitar la autólisis y/o la putrefacción de la muestra, de tal manera que una vez fijada se parezca lo más posible a la muestra en vivo.

La fijación física más utilizada consiste en sumergir las muestras en nitrógeno líquido.

La fijación química consiste en sumergir la muestra en líquidos fijadores. El fijador universal, válido tanto para animales como para plantas, es el Formol al 10%. Para plantas se utiliza frecuentemente el FAA (formol, ácido acético y alcohol).

Con las muestras ya fijadas, se puede proceder a realizar la inclusión o se pueden conservar para incluirlas en un futuro. La conservación de las muestras fijadas en nitrógeno líquido se realiza manteniéndolas en el nitrógeno o en frigorífico a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Las muestras fijadas en formol también se pueden mantener en él mismo para conservarlas, y las fijadas en FAA se suelen conservar en alcohol de  $70^{\circ}$ .

La inclusión consiste en proporcionar la suficiente dureza a las muestras como para permitir hacer cortes finos (finísimas “rodajas de chorizo”). Las muestras fijadas por congelación ya se pueden cortar en el correspondiente microtomo de congelación sin apenas manipulación.

Las muestras fijadas químicamente se deben incluir en parafina para posteriormente ser cortadas en el microtomo de parafina.



La parafina es una mezcla anhidra de ceras. Es sólida a temperatura ambiente y líquida en estufa a unos 60°C. Para embeber en parafina las muestras que se pretenden cortar, primero se deben deshidratar pasándolas por una serie creciente de alcoholes, esto es, del líquido conservante o del líquido fijador y tras lavar –si procede– en agua, se pasan a alcohol de 50° primero, después a alcohol de 70°, después al de 90°, 96° y absoluto (de 100°). Posteriormente se sumergen en un líquido intermediario (miscible al tiempo con el alcohol y con la parafina) y ya se meten en estufa en parafina líquida. Tras un tiempo para que la parafina penetre por todas las oquedades de la muestra, se realiza el bloqueo de parafina en algún molde, atendiendo particularmente a la orientación de la muestra.

### **Sobre la tinción y el montaje.**

Observar las preparaciones tal como salen del microtomo, nos permite diferenciar las estructuras que presentan distintos índices de refracción. Para poner de manifiesto estructuras con índices de refracción similares, los cortes se deben teñir.

Las tinciones generalistas, o topográficas (o en algún sentido “de rutina”) se suelen realizar con 2 colorantes.

Para las muestras animales se suele emplear un colorante de naturaleza básica y otro de naturaleza ácida, para teñir núcleos por un lado y citoplasmas por otro. Las estructuras que tiñen se llaman basófilas unas, y acidófilas o –un sinónimo- eosinófilas, las otras. Estos términos “basófilo” y “eosinófilo” se suelen emplear al describir tal o cual tejido, o tal o cual estructura. La tinción clásica de la histología animal es Hematoxilina-eosina. La hematoxilina tiñe núcleos y la eosina, citoplasmas.

Para las muestras de plantas, se suele emplear un colorante con afinidad por las paredes lignificadas (las paredes secundarias) y otro con afinidad para las paredes eminentemente celulósicas (las paredes primarias). Una de las tinciones más empleadas es Safranina-verde rápido. La safranina tiñe las paredes secundarias y el verde rápido las paredes primarias.

Generalmente los colorantes son disoluciones acuosas. Por esa razón los cortes que se pretenden teñir, deben hidratarse previamente. Los que proceden del criostato se sumergen directamente en agua. Los que proceden del microtomo de parafina, deben ser previamente desparafinados: se debe eliminar la parafina que les rodea y les embebe. A efectos prácticos esto se consigue sumergiendo los cortes en varios baños de un alcohol terciario (¡que disuelve la parafina!). Una vez desparafinados, los cortes se hidratan pasándolos por una serie decreciente de alcoholes: alcohol absoluto (de 100°), alcohol de 96°, alcohol de 70°, otros alcoholes de menor graduación si se considera necesario, y finalmente agua.

Cada tinción precisa unos tiempos concretos. Por ejemplo, tras (desparafinar si procede) e hidratar unos cortes animales, se deben sumergir en hematoxilina unos minutos, después se debe eliminar el exceso de colorante haciendo uno o más lavados en agua, después se sumergen unos segundos en eosina, y finalmente se lavan para eliminar el exceso de colorante.

Los cortes ya teñidos se deben montar. El montaje consiste esencialmente en adecuar los cortes para que puedan ser observados al microscopio óptico de campo claro.



Puede hacerse un montaje permanente: se pone un cubreobjetos encima de los cortes y, así portaobjetos/cortes teñidos/ cubreobjetos forman un todo que durará años. Para llevar a cabo dicho montaje, las muestras deben ser deshidratadas en una serie creciente de alcoholes. Posteriormente se emplea como medio de montaje una resina (entre porta y cubre) que al cabo del tiempo se seca y endurece. Previamente a la resina, las muestras se deben pasar por un líquido diafanizador que proporciona a la resina las características ópticas del cristal y por tanto, la hace invisible al microscopio.

Además se puede hacer un montaje no permanente: cuando por la razón que sea no interesa deshidratar los cortes, o solamente se pretende observar el resultado de la tinción y fotografiarlo llegado el caso. A veces sencillamente, sobre los cortes teñidos (¡hidratados!) se deja caer una gota de agua y encima se pone el cubreobjetos sin más. Otras veces se emplea como medio de montaje gelatina (o similares) que pueden proporcionar una vida de días a las preparaciones.

El montaje en el sentido estricto termina con lo indicado, pero en realidad solamente se debería dar por concluido con el posterior etiquetado de las preparaciones microscópicas, y –una vez secas- su incorporación a la histoteca.

#### **Sobre el estudio de las preparaciones.**

El estudio de las preparaciones microscópicas se puede llevar a cabo en distintos tipos de microscopios ópticos. En cualquier caso, el pasarse horas estudiando preparaciones, nos debería obligar a cuidar la higiene postural.

El microscopio que más frecuentemente se utiliza es el microscopio óptico de campo claro. Pero una misma preparación, puede estudiarse tanto con ese microscopio como con otros.

Las muestras de plantas son particularmente candidatas a ser estudiadas con el microscopio de polarización porque tanto los cristales que suelen presentar como las paredes secundarias, polarizan la luz. De igual forma, al ser autofluorescentes algunos tejidos de las plantas, son también candidatas a ser estudiadas con el microscopio de fluorescencia.

Sea como fuere, el estudio de las preparaciones se debe acompañar de uno o varios atlas con imágenes microscópicas o esquemas detallados, que faciliten la identificación de las estructuras a estudiar. Idealmente, sería preciso que el estudio estuviera precedido de una lectura en profundidad de los aspectos teóricos de dichas estructuras. Unos aspectos teóricos que están reflejadas en libros de texto, monografías o trabajos científicos específicos.

La observación de las preparaciones se debe acompañar de la anotación de las cuestiones más relevantes y del dibujo o esquema de las mismas, los cuales deberían estar acompañados de la identificación que la preparación tiene en su etiqueta.

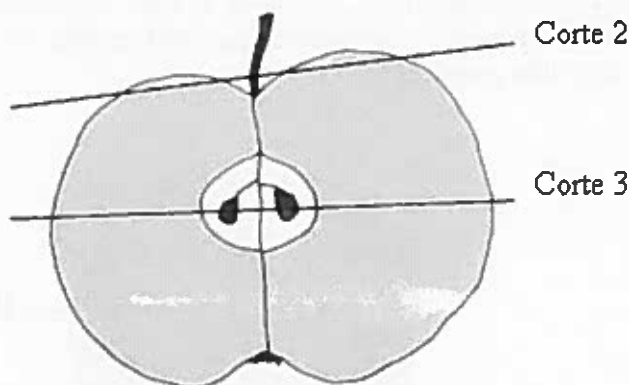
**INTERPRETACIÓN DE CORTES.**

Como se ha indicado, las preparaciones microscópicas son en muchísimas ocasiones el resultado de realizar cortes de estructuras: lengua, tubo digestivo, hoja, semilla, etc. El resultado final varía atendiendo al sentido del corte en cuestión.

Por ejemplo un rotulador cortado perpendicularmente sería un círculo, pero si lo cortamos oblicuamente, sería un óvalo. Es decir de una misma realidad (el rotulador) se pueden obtener imágenes distintas, dependiendo del sentido del corte. Este hecho nos obliga a trabajar la interpretación de los cortes.

Representar:

1. corte transversal de un dedo al nivel de la uña,
2. una manzana por la parte superior,
3. la misma manzana cortada por el centro (se dibuja la mitad de la manzana para que se pueda ver el interior, pero se debe entender que la manzana está entera),



4. el laboratorio cortado longitudinalmente por el centro,
5. el laboratorio cortado por el interior de la pared,
6. el laboratorio cortado por el interior de la pared en la que están las ventanas.

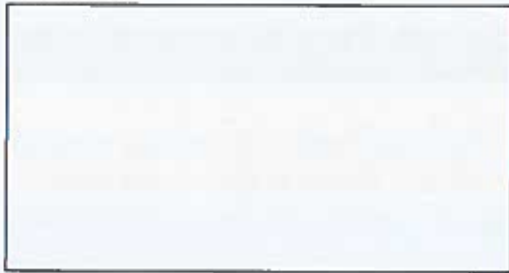
Corte 1:

Corte 2:

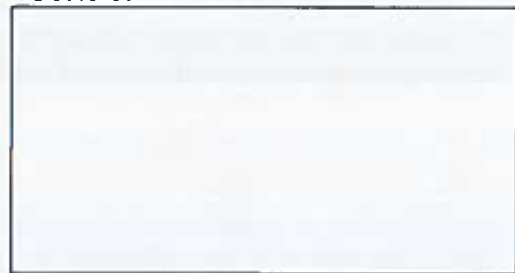
Corte 3:

Corte 4:

Corte 5:

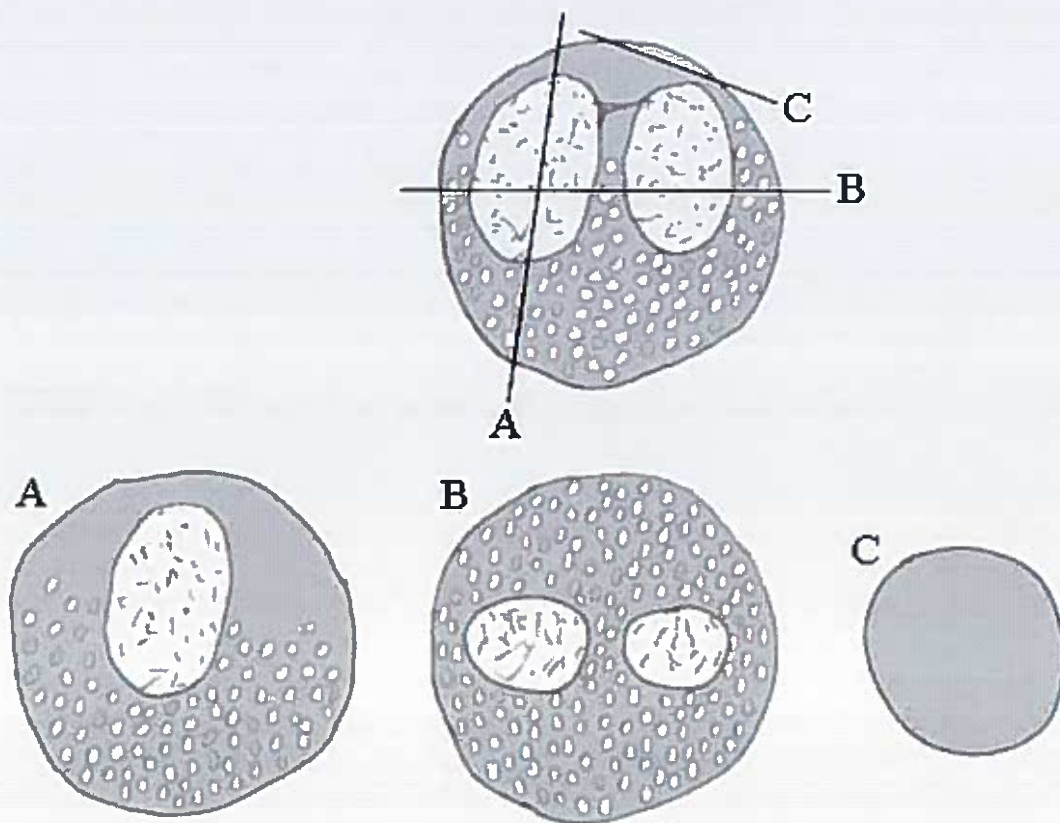


Corte 6:



¿Si los cortes propuestos fueran de órganos, indicar dónde estaría la luz del órgano en cuestión?

En la misma línea de lo realizado, en el esquema siguiente se proponen 3 secciones distintas de una misma célula. Se trata de una imaginaria célula con el núcleo lobulado (podría tratarse de una célula sanguínea). Como en el caso de la manzana, se representa la mitad de la célula aunque debe entenderse que está entera, así se proponen los 3 cortes (A, B y C) de la célula completa.



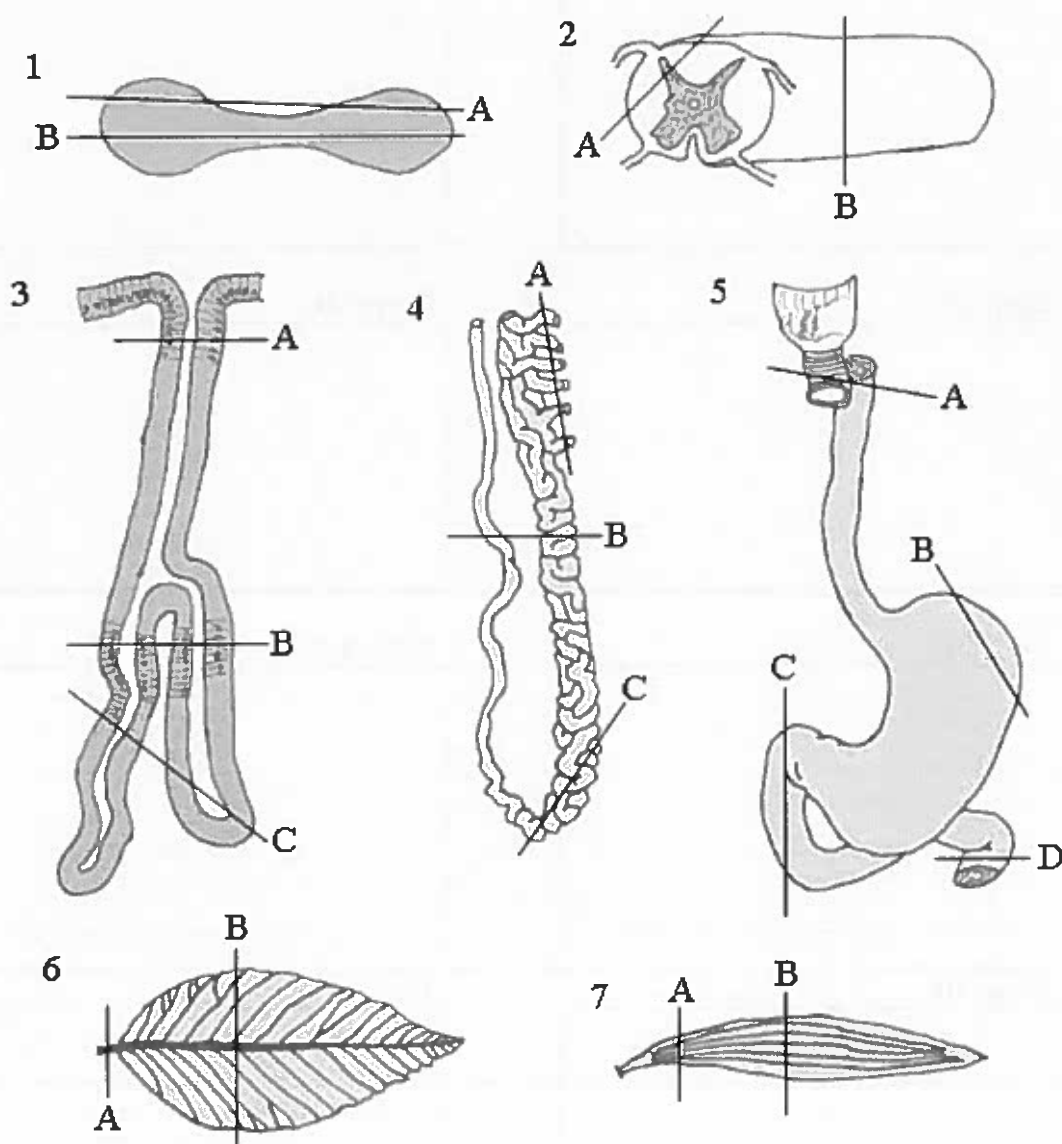
En la sección A, el corte interesa a uno de los lóbulos del núcleo y al citoplasma. La sección resultante nos muestra una célula con un gran núcleo, y en la porción inferior del citoplasma unas inclusiones que no se observan en la porción superior.

En la sección B el corte interesa a los 2 lóbulos del núcleo, observándose en la resultante una célula que aparentemente tiene 2 núcleos, y un citoplasma íntegramente ocupado por inclusiones.

En la sección C, la célula se podría pensar que carece de núcleo y que el citoplasma no presenta inclusiones.

Estas 3 secciones vuelven a confirmar que de una realidad (la célula superior del esquema) se pueden obtener aspectos bien distintos atendiendo al lugar por el que se realice el corte de la misma. Este hecho debe tenerse en cuenta al estudiar células y orgánulos a microscopía electrónica de transmisión, y células, tejidos y órganos al microscopio de campo claro. Será el estudio prolongado y la repetición de formas, lo que nos permita aproximarnos a la conformación inicial de la estructura (orgánulo, célula, etc) antes de ser cortada.

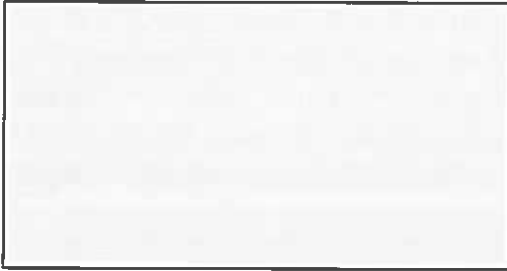
Se proponen a continuación una serie de cortes, en los que se debe indicar la localización –si procede– de la luz.



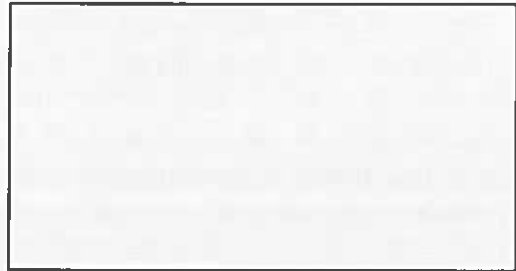
El esquema número 1 podría representar un eritrocito de mamífero. El número 2, médula espinal. El número 3 una glándula gástrica. El número 4 el epidídimo. El número 5, aparato digestivo y una pequeña porción de aparato respiratorio. El número 6 una hoja de dicotiledónea, y el número 7 una hoja de monocotiledónea.

**Realizar los cortes propuestos.**

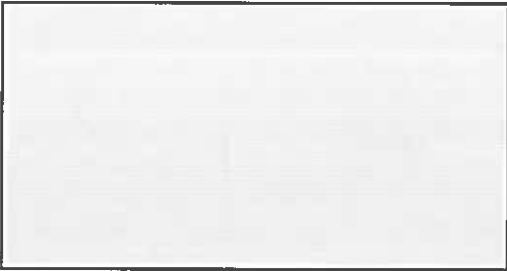
Corte 1A:



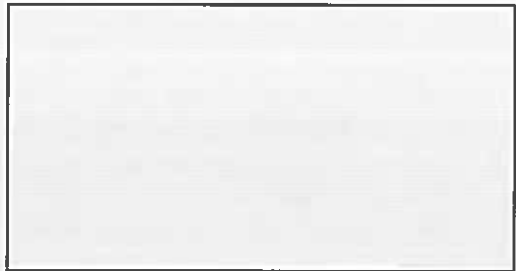
Corte 1B:



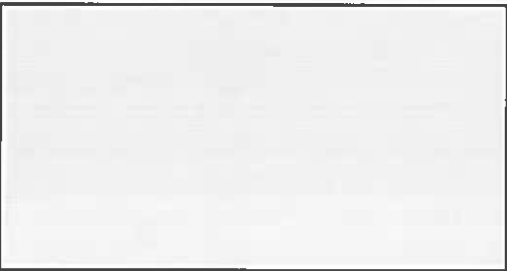
Corte 2A:



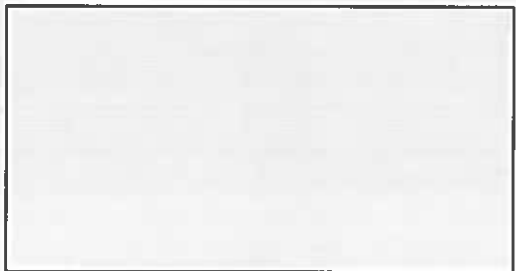
Corte 2B:



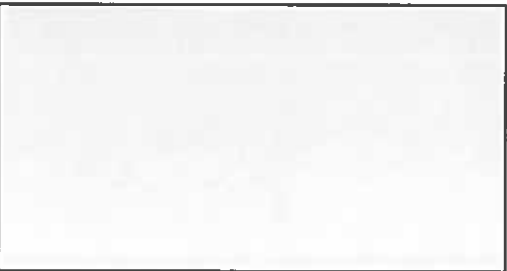
Corte 3A:



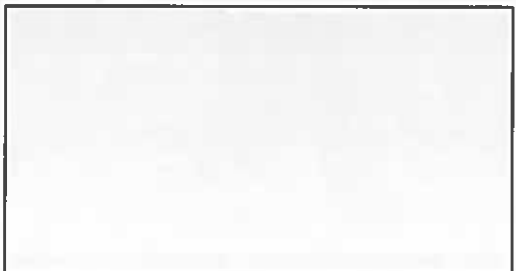
Corte 3B:



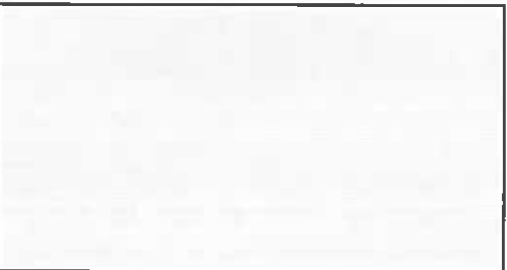
Corte 3C:



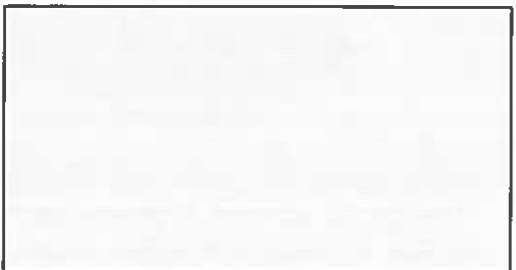
Corte 4A:



Corte 4B:



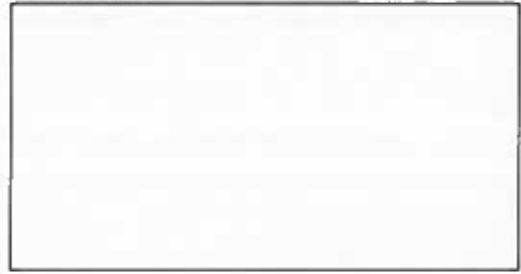
Corte 4C:



Corte 5A:



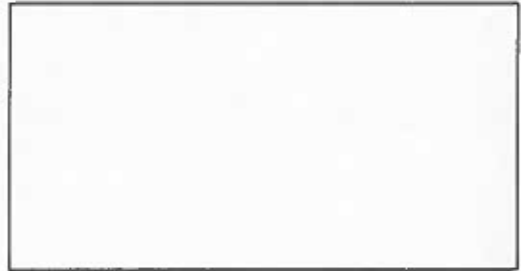
Corte 5B:



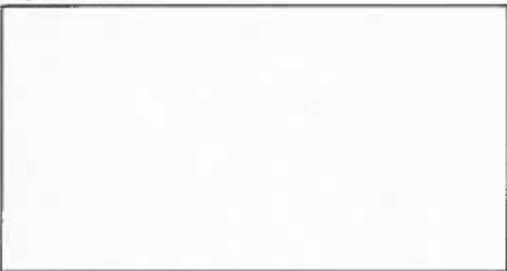
Corte 5C:



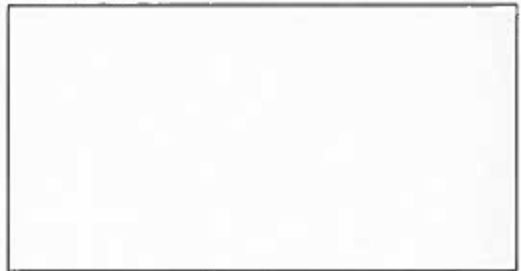
Corte 6D:



Corte 6A:



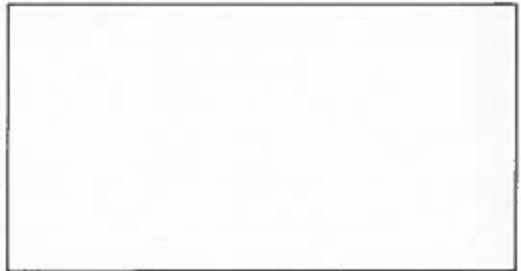
Corte 6B:



Corte 7A:



Corte 7B:







## Práctica 2. CITOLOGÍA I.

### MICROSCOPIA ÓPTICA.

En las primeras preparaciones objeto de estudio, es preciso dejarse llevar de la intuición asumiendo que el que pretende estudiarlas aún desconoce incluso lo más elemental.

Como orientación, se indica en cada una de las preparaciones distintos tejidos, células, estructuras e incluso órganos que no son objetivos citológicos de las preparaciones y que no se pretenden estudiar al detalle. Los objetivos citológicos se destacan en negrita y subrayados. Por otra parte, los términos entre comillas –como se ha indicado en la práctica anterior- indican estructuras que no es posible observar detalladamente con el poder de resolución del microscopio óptico de campo claro (trabajando con el objetivo de 40 aumentos), pero que están ahí. Otras veces, los términos entre comillas indican que la estructura en cuestión solamente está presente en determinadas preparaciones y no en todas.

Las preparaciones a estudiar son las siguientes:

- **Preparación — Intestino de mamífero.**
  - Vellosidades intestinales:
    - epitelio simple cilíndrico === **núcleos** === **“microvellosidades”**.
    - células caliciformes
    - tejido conjuntivo.
  - Glándulas.
  - Sangre (eritrocitos de vertebrado superior).
  - Músculo liso (sección longitudinal y transversal).
  
- **Preparación — Médula espinal de mamífero.**
  - Epéndimo.
  - Sustancia blanca.
  - Sustancia gris / neuronas === **núcleos** === **nucléolos** /  
/ grupos de Nissl === **“RER”**.
  
- **Preparación — Glándula salival de mamífero.**
  - Glándula salival:
    - glándulas alveolares === **núcleos** === **nucléolos**.
    - conductos estriados:
      - epitelio simple cúbico === **núcleos** === **“pliegues basales”**.
    - tejido conjuntivo
    - “Músculo estriado”.
  
- **Preparación — Lengua de mamífero.**
  - Epitelio estratificado queratinizado / estrato espinoso === **“desmosomas”**.
  - Tejido conjuntivo.
  - Vasos sanguíneos.
  - Nervios.
  - Músculo estriado esquelético === **“microfilamentos”**.
  - Tejido adiposo: adipocitos. === **“inclusiones lipídicas”**.

**Preparación --- Intestino de mamífero.**

*Vellosidades intestinales:*

*epitelio simple cilíndrico === núcleos === "microvellosidades".*

*células caliciformes*

*tejido conjuntivo.*

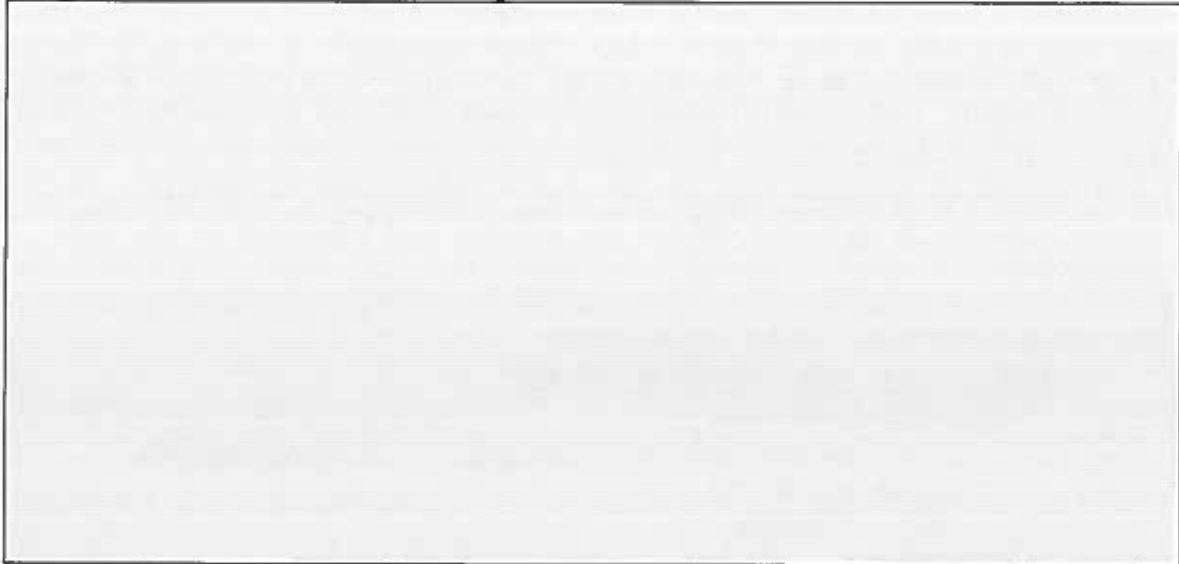
*Glándulas.*

*Sangre (eritrocitos de vertebrado superior).*

*Músculo liso (sección longitudinal y transversal).*

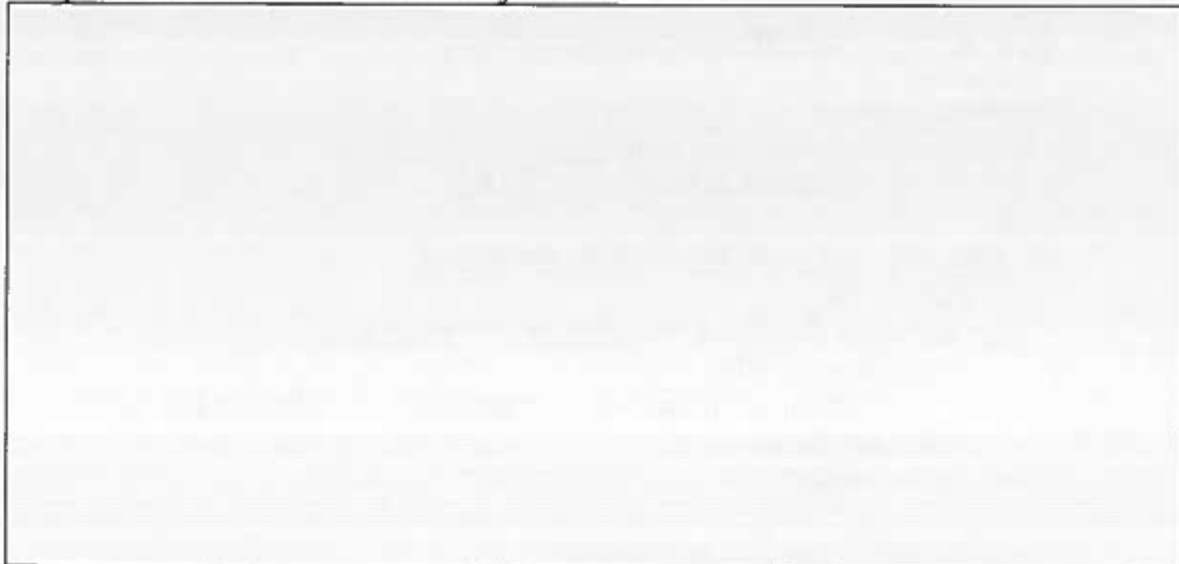
**Preparación --- Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El intestino es en esencia un tubo. En la preparación se observan cortes transversales de dicho tubo. En el interior del mismo, se identifican las vellosidades intestinales que están orientadas en los tres planos del espacio, de tal manera que solamente algunas aparecen cortadas con la orientación adecuada para ver indudablemente lo que se pretende observar.

Por otra parte, siempre que se observe la luz de un órgano (en este caso del intestino), se debe estudiar el epitelio que la tapiza. Y siempre debajo de todo epitelio hay –más fino o más engrosado- tejido conjuntivo.

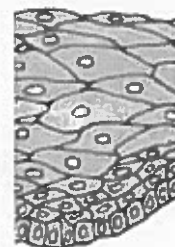
En el exterior de los cortes, se localiza músculo liso. Aparecen 2 capas: por dentro músculo liso cortado longitudinalmente, y por fuera, músculo liso cortado transversalmente.

En el músculo se localizan vasos sanguíneos por cuyo interior circula la sangre. Entre las células sanguíneas destacan los eritrocitos (o glóbulos rojos) que no presentan núcleo. Este hecho –que los eritrocitos sean anucleados- permite afirmar que la preparación pertenece a un mamífero, ya que en los vertebrados inferiores (aves, reptiles, anfibios y peces) los eritrocitos presentan núcleos conspicuos.

Las glándulas que se observan por debajo de las vellosidades intestinales, son glándulas pluricelulares con forma de tubo (¡tubulares!).

En las vellosidades intestinales se observa el epitelio y por debajo del mismo, el tejido conjuntivo.

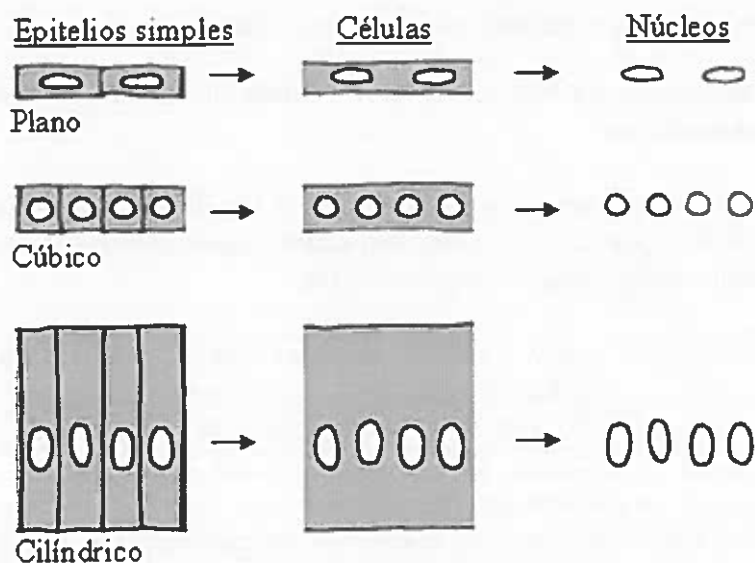
Los epitelios se clasifican por un lado en epitelios simples (una sola capa de células) y epitelios estratificados (más de 1 capa de células). Por otra parte se clasifican en epitelios planos, cúbicos o cilíndricos atendiendo a la forma de las células que están en contacto con la luz (células más bajas que altas, isodiamétricas y más altas que anchas respectivamente).



Epitelio estratificado



Epitelio simple



En general en las células animales, los límites celulares no se aprecian (especialmente donde entran en contacto unas células con las vecinas) razón por la cual la clasificación

de las células en cuanto a la forma, se suele hacer por los núcleos: aplanados, redondos o altos, que corresponden a células planas, cúbicas y cilíndricas respectivamente. .

El epitelio que tapiza las vellosidades intestinales, es un epitelio simple cilíndrico. Es destacable que además de no observarse en general los límites celulares (¡la membrana celular!), en el interior de las células (en ¡el citoplasma!) tampoco se suele distinguir nada más allá del núcleo.

Dicho epitelio en contacto con la luz intestinal, presenta lo que los primeros histólogos llamaron borde o ribete en cepillo que corresponde -si viéramos las células en el MET- con microvellosidades y glucocalix.

Es necesario volver a aclarar que ni la estructura de las microvellosidades ni el glucocalix se ven al microscopio óptico, pero que su existencia se pone de manifiesto (razón por cual en los objetivos citológicos se entrecomilla el término "microvellosidades").

Entre las células del epitelio se ven otras células que tienen algo en el contenido citoplasmático (se identifica lo que a primera vista parecen pegotes de colorante en contacto con la luz intestinal). Son células con forma de cáliz o copa: las células caliciformes en las que se aprecia el material acumulado en disposición apical. Son glándulas unicelulares.

El resumen de la preparación puede ser:

**TEJIDO**

Tejido epitelial

(epitelio simple cilíndrico)

**CÉLULA**

Célula epitelial

**ORGÁNULO**

Núcleo, "Microvellosidades"

**Preparación --- Médula espinal de mamífero.**

Epéndimo.

Sustancia blanca.

Sustancia gris / neuronas — núcleos — nucléolos / grumos de Nissl — "RER".

Se estudian 2 preparaciones: una teñida con técnicas de rutina y otra con una tinción específica para las células.

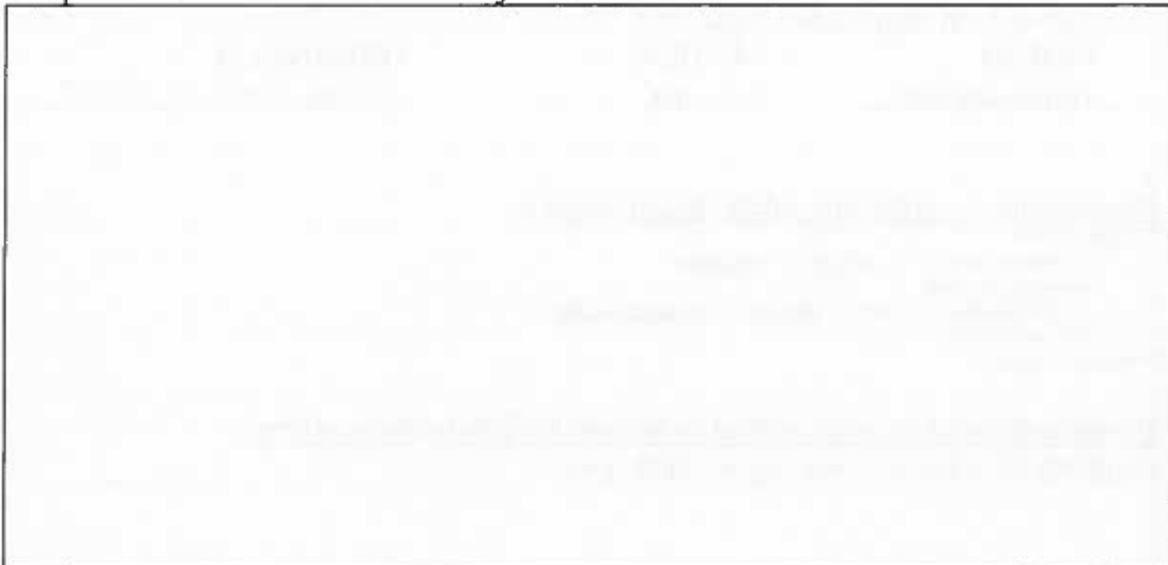
La tinción específica es para poner de manifiesto los llamados grumos de Nissl que corresponden (si se vieran al MET) con una acumulación dentro del citoplasma de las células, de retículo endoplasmático rugoso o RER.

¿Donde está la sustancia gris y donde la sustancia blanca de la médula espinal?. Si a simple vista se mira la preparación a contraluz, se observa en la parte interior de la misma algo que recuerda a las alas de una mariposa: es la sustancia gris (dispuesta en el centro). El resto es la sustancia blanca (dispuesta en la periferia) (ver el esquema número 2 al final de la práctica anterior (página 15)). Esta disposición de la sustancia gris en el centro y sustancia blanca en el exterior, es característica de la médula espinal, e inversa de la que existe en el encéfalo. Allí la sustancia gris se dispone en el exterior y la sustancia blanca en posiciones interiores.

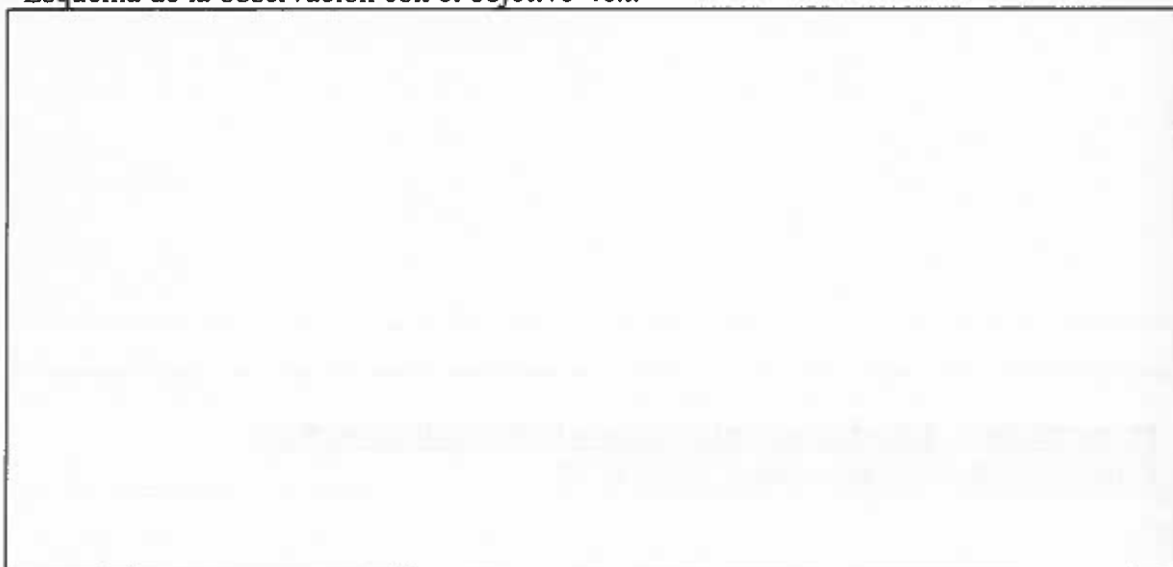
En el centro de la preparación se observa un hueco pequeño, el epéndimo.

**Preparación --- Médula espinal de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación --- Médula espinal de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En la sustancia gris se localizan las neuronas con su núcleo, su nucléolo y las expansiones. Las expansiones de las neuronas agrupadas, constituyen los nervios. Cada expansión neuronal está rodeada de mielina. La mielina es una sustancia lipídica que – como la mayoría de los lípidos- se disuelve en el proceso de inclusión (endurecimiento de la muestra antes de ser cortada), de tal forma que con técnicas de rutina, la expansión neuronal en sección transversal se observa como un punto central (en realidad es el citoplasma de la neurona) y un hueco alrededor del mismo. Muchos de dichos puntos (rodeados cada uno de ellos de un espacio hueco) es lo que se observa en la sustancia blanca. Es decir, en la sustancia blanca se localizan las expansiones de las neuronas.

En la preparación con tinción específica, se observa en las neuronas el núcleo, el nucléolo y los grumos de Nissl que como ya se ha indicado corresponde a RER (el RER



no se puede observar a microscopía óptica, aunque sí se puede poner de manifiesto cuando existe en gran cantidad).

El resumen de la preparación puede ser:

**TEJIDO**

Tejido nervioso

**CÉLULA**

Neurona

**ORGÁNULO**

Núcleo, Nucléolo, "RER"

**Preparación --- Glándula salival del mamífero.**

Glándula salival:

glándulas alveolares === núcleos === nucléolos.

conductos estriados:

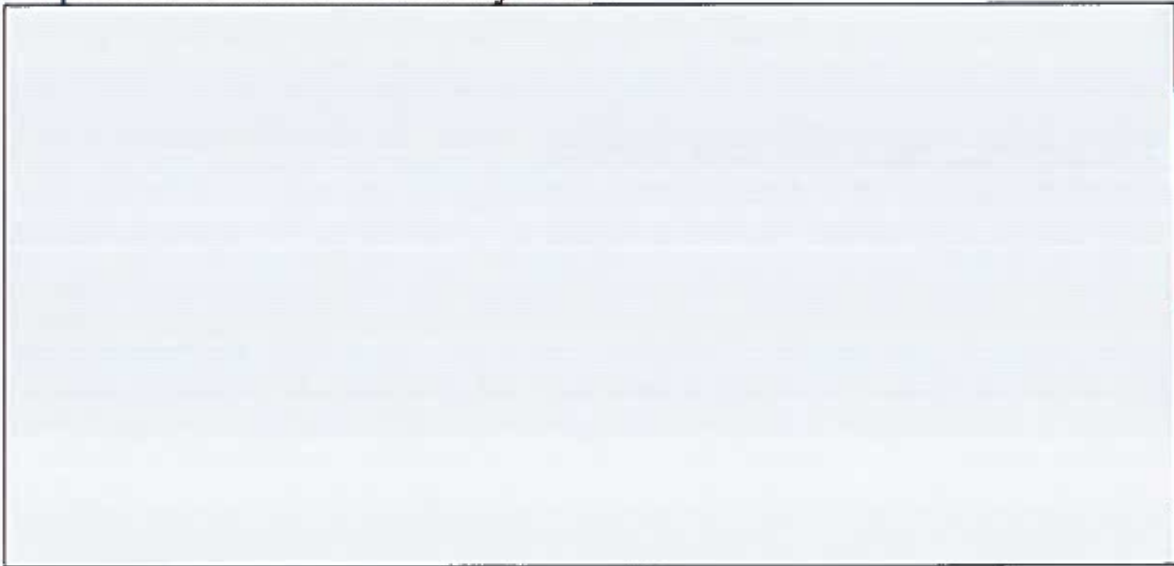
epitelio simple cúbico === núcleos === "pliegues basales".

tejido conjuntivo

"Músculo estriado".

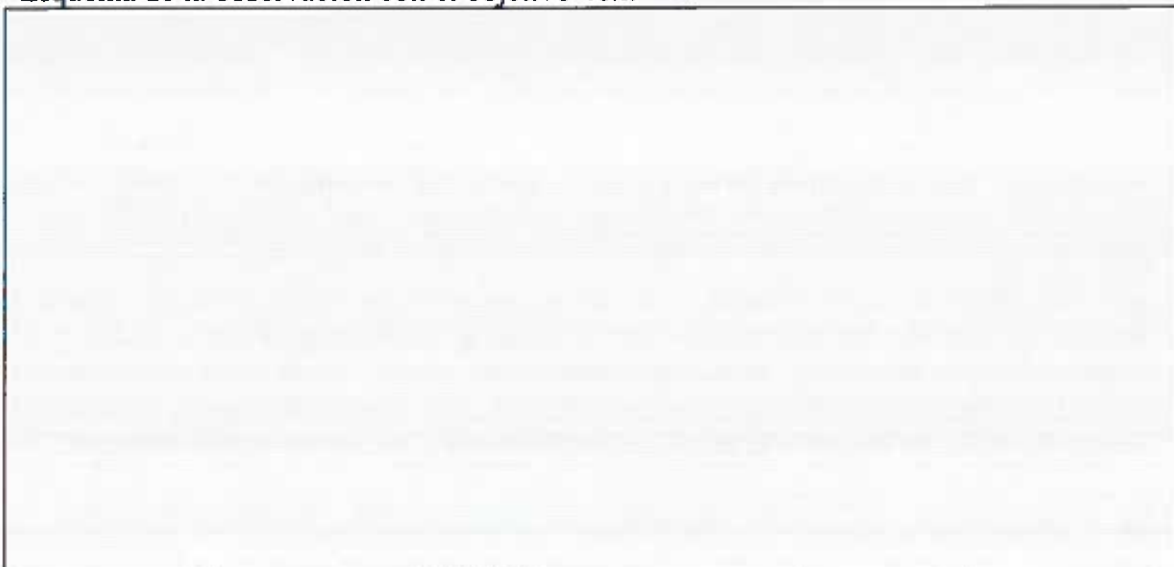
**Preparación --- Glándula salival (y órgano linfoide) del mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Glándula salival (y órgano linfoide) del mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



La glándula salival es una glándula alveolar, compuesta y ramificada, razón por la cual en la preparación se observan tantos acinos juntos. Conviene recordar que en el citoplasma de las células animales, lo más frecuente es que no se vea nada concreto en él, excepto el núcleo con uno o más nucléolos como en este caso.

En las preparaciones en general, es frecuente observar grupos de células aparentemente más oscuras (se suelen teñir con el colorante que tiñe los núcleos y se dice que son células basófilas) y otros grupos con células aparentemente más claras (células eosinófilas o acidófilas). Indudablemente dicha característica está relacionada con una mayor o menor presencia de determinados orgánulos en el citoplasma de dichas células y a su vez (como se tratará en la quinta práctica) con determinadas funciones celulares.

En los acinos de la glándula (es decir en la zona más alejada del desagüe) se forma la primera saliva. Dicha producción celular se recolecta en un tubo (uno por cada conjunto de acinos), al cual se unen otros de otros acinos, y éstos se unen a otros, y así sucesivamente, hasta uno mayor que finalmente desagua en la boca.

En dicho transcurrir a través de los tubos, de menor o de mayor diámetro, la saliva original intercambia materiales con el exterior del tubo y viceversa. Este intercambio de materiales no es exclusivo de la saliva, también ocurre por ejemplo con la orina: la primera orina formada en el riñón no es igual que la que se expulsa porque “por el camino” se intercambian materiales.

Las células que tapizan los conductos en los que se realizan los intercambios indicados, se caracterizan porque presentan abundantes pliegues basales (que se podrían ver a microscopía electrónica) y que solamente se “vislumbran” con el microscopio óptico de campo claro en la porción basal de las células, proporcionando al conjunto un aspecto estriado, razón por lo cual se habla de conductos estriados.

En toda la glándula y particularmente en las regiones en las que se observan varios conductos y vasos sanguíneos, se observa un entramado que corresponde a tejido conjuntivo.

Los acinos observados podrían serlo de la glándula del veneno de los reptiles, porque a fin de cuentas dichas glándulas son glándulas salivales.

El resumen de la preparación puede ser:

TEJIDO	CÉLULA	ORGÁNULO
Tejido epitelial (epitelio simple cúbico)	Célula epitelial	Núcleo, “Pliegues basales”
Tejido epitelial (glándula alveolar)	Célula epitelial	Núcleo, Nucléolo

### Preparación — Lengua de mamífero.

Epitelio estratificado queratinizado / estrato espinoso — “desmosomas”.

Tejido conjuntivo.

Vasos sanguíneos.

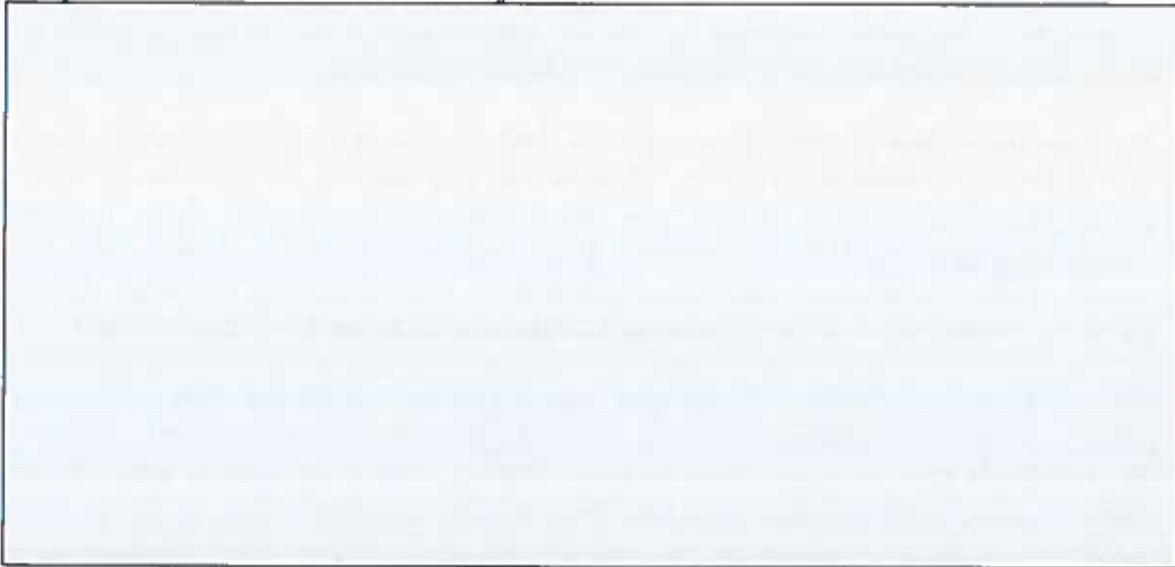
Nervios.

Músculo estriado esquelético — “microfilamentos”.

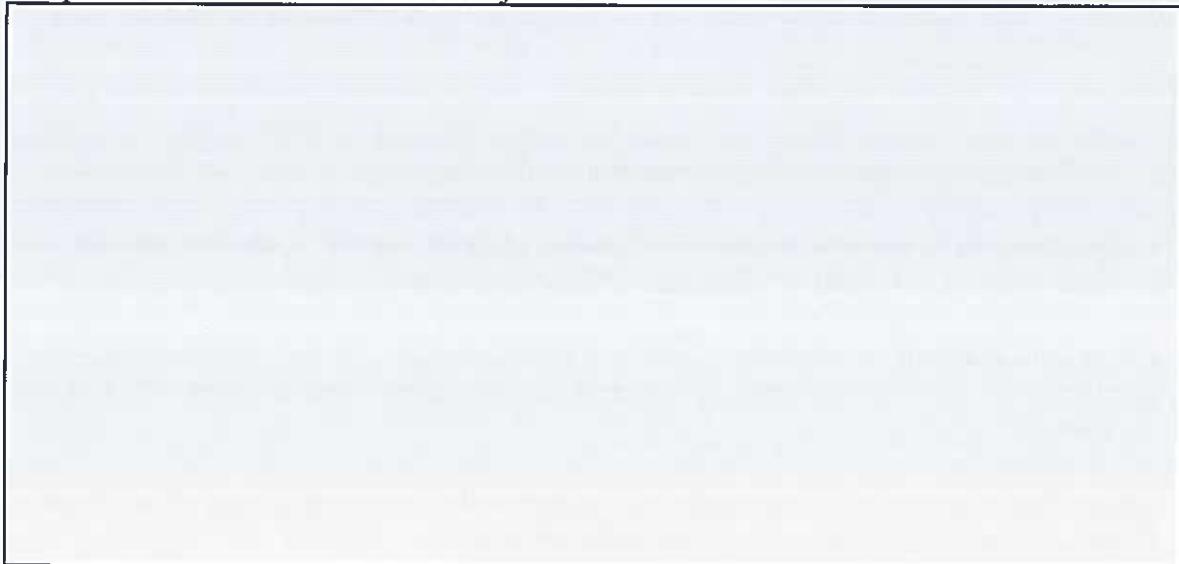
Tejido adiposo: adipocitos. — “inclusiones lipídicas”.

**Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En las zonas entre papilas se observa mejor que en otras el epitelio estratificado plano queratinizado. Es plano porque todos los queratinizados lo son, y es queratinizado porque se ve la queratina acelular que se desprende. Los epitelios estratificados tienen varios estratos, concretamente los queratinizados (de abajo hacia la luz): estrato germinativo, espinoso, granuloso, lúcido y corneo.

En el estrato espinoso se “ven” particularmente bien los desmosomas, que superan el poder de resolución del microscopio pero que determinan que el estrato en cuestión tenga el aspecto espinoso (como ¡espigas!) que le da nombre. Los mencionados desmosomas se encuentran generalmente en todos los estratos de los epitelios estratificados, aunque son más abundantes en el estrato espinoso.

De nuevo se confirma que ... debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo.

Generalmente en determinadas zonas del corte, se observan vasos sanguíneos grandes y nervios.

En los nervios cortados transversalmente es posible observar la imagen característica de un punto central (correspondiente a la expansión nerviosa) rodeada de un espacio hueco (correspondería a la mielina disuelta por los alcoholes al endurecer la muestra) similar a la observada en esta misma práctica, en la sustancia blanca de la médula espinal.

El músculo estriado –como ya se ha indicado- recibe esa denominación porque los microfilamentos de actina y miosina (que no es posible distinguir con el microscopio óptico de campo claro) se disponen peculiarmente en el citoplasma de las células.

Los adipocitos de grasa blanca son células grandes con una única inclusión lipídica, y el núcleo (que en muchas ocasiones no se ve) dispuesto en la periferia celular. Como ocurre con la mielina, los lípidos se disuelven al procesar las muestras y el resultado es que se ven los huecos correspondientes a la inclusión lipídica. Además de éstos adipocitos de grasa blanca, existen otros (que no se observan en la presente preparación) llamados adipocitos de grasa parda: generalmente son más pequeños que los primeros, presentan el núcleo en posición central y en el citoplasma en vez de una sola inclusión lipídica grande, presentan muchas y pequeñas inclusiones lipídicas. Los primeros los presentan particularmente desarrollados (en número y tamaño) los animales que engordan. Los segundos son abundantes en los animales que pasan aletargados el invierno.

El resumen de la preparación puede ser:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Tejido epitelial (epitelio estratificado queratinizado)	Célula epitelial	Núcleo, “Desmosomas”
Tejido muscular (músculo estriado)	Célula muscular (fibra)	“Microfilamentos”
Tejido adiposo	Adipocito de grasa blanca	“Inclusiones lipídicas”

## MICROSCOPIA ELECTRÓNICA.

Se debe buscar en libros de texto, atlas y/o páginas web, imágenes de lo observado en el microscopio óptico de campo claro, tanto en la presente sesión práctica como en las sucesivas. Imágenes fundamentalmente de microscopía electrónica, en algunos casos de técnicas especiales (criofractura, contraste negativo, etc) y microscopios varios (polarización, fluorescencia, etc).

Téngase en cuenta que la microscopía óptica maneja fotones y consecuentemente lo que se quiere estudiar puede observarse en colores. Sin embargo la microscopía electrónica maneja electrones, observándose estructuras negras (electrodensas), blancas (electroclaras) y en tonos de grises.

En términos generales, a microscopía electrónica se pretende identificar y diferenciar lo que se indica a continuación. Se establecen 4 apartados que no son excluyentes entre sí, ya que en una misma imagen es posible (y frecuente) observar características de los 4 apartados: membrana plasmática, citoplasma, núcleo y características propias de las células de las plantas.

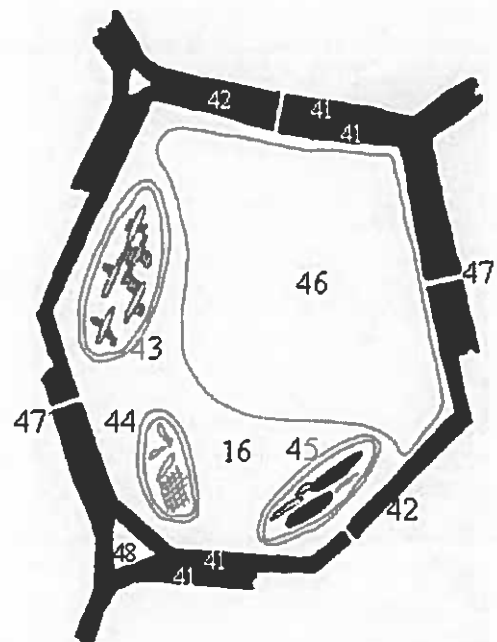
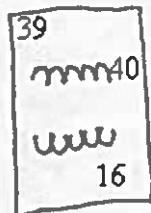
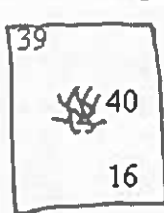
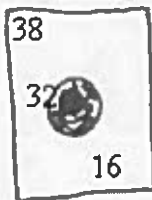
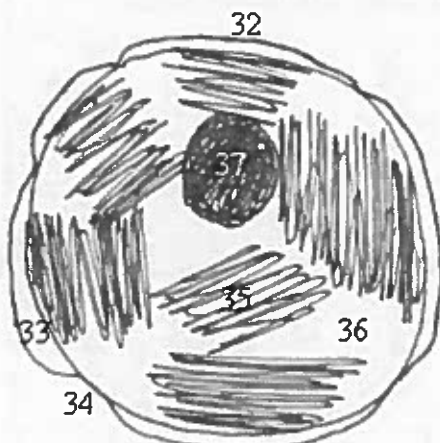
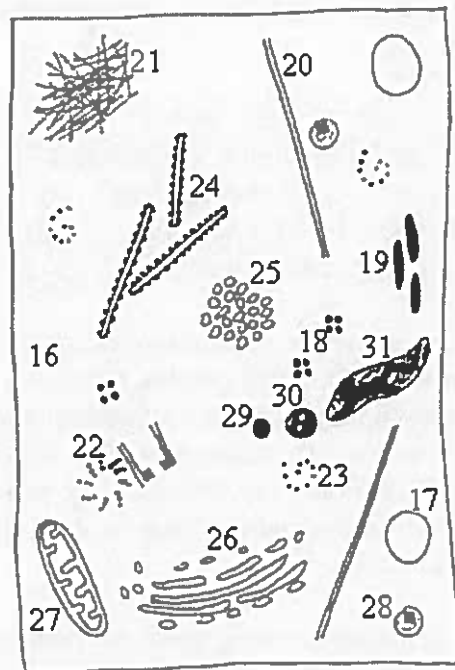
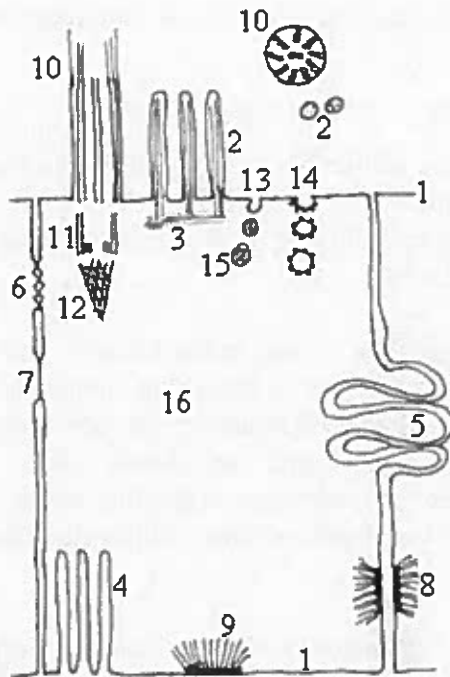
En el apartado de la membrana plasmática se considera la misma membrana plasmática (1) (en las técnicas de rutina al MET y a muchos aumentos, con su característico aspecto trilaminar: banda electrodensa, banda electroclara, banda electrodensa); las microvellosidades (2) (con microfilamentos en su interior anclados en el citoplasma por el velo terminal (3)); los pliegues basales (4) (entre los que es muy frecuente encontrar mitocondrias); las interdigitaciones (5); los distintos tipos de uniones intercelulares (en las que intervienen en todos los casos la membrana de 2 células, excepto en los hemidesmosomas (9) en los que interviene la membrana de una sola célula): las zonula ocludens (6) y uniones GAP (7) (con su característico aspecto en las imágenes de criofractura), los desmosomas (8) y los hemidesmosomas (9); los axonemas de cilios y flagelos (10) (con su arquitectura interior de microtúbulos, asentados en el cuerpo basal (11) y anclados en el citoplasma por las raíces ciliares (12)); las vesículas de endocitosis (13) y exocitosis (15) muchas veces confundibles, excepto en las imágenes de las vesículas cubiertas (14) que corresponden a endocitosis.

En el apartado del citoplasma se considera el hialoplasma (16) (la matriz en la que se encuentran los orgánulos); inclusiones de varios tipos: no rodeadas de membrana: las inclusiones lipídicas (17) (generalmente observadas –aunque no siempre- como huecos electroclaros) y las inclusiones de glucógeno (18) (generalmente electrodensas y pequeñas); y las inclusiones rodeadas de membrana: las inclusiones pigmentarias (19) (a veces electroclaras (cuando son de naturaleza lipídica) a veces extraordinariamente electrodensas); microtúbulos (20) y microfilamentos (21); los centriolos (22); los ribosomas (23) (electrodensos y muy pequeños); los 2 retículos: RER (24) y REL (25); aparato de Golgi (26); mitocondrias (27) (las más frecuentes con crestas laminares y mitocondrias con crestas tubulares sumamente características de las células sintetizadoras de hormonas esteroideas); peroxisomas (28); lisosomas: primarios (29) (muy electrodensos), secundarios (30) y cuerpos residuales (31).

En el apartado del núcleo que no está en división (32) (en las células en interfase (38)) la envuelta nuclear (33); los poros nucleares (34) (que se pueden observar con distintas técnicas); la heterocromatina (35) (más electrodensa) y la eucromatina (36) (más



electroclara); el nucléolo (37) con –en detalles a muchos aumentos- la zona fibrilar y la zona granular. En el núcleo en división (39), los cromosomas (40).



En el apartado de las características propias de las células de las plantas, las paredes: primarias (41) y secundarias (con la característica disposición de las fibras de celulosa en cada caso) y la lámina media (42); cloroplastos (43) (con los tilacoides de los grana y



tilacoides del estroma); etioplastos (44); amiloplastos (45) (con las inclusiones de almidón generalmente electrodensas en la periferia de las mismas y la zona interior electroclara); vacuola (46) (generalmente electroclara y a muchos aumentos con el tonoplasto rodeándola); plasmodesmos (47) y los conspicuos espacios intercelulares (48).

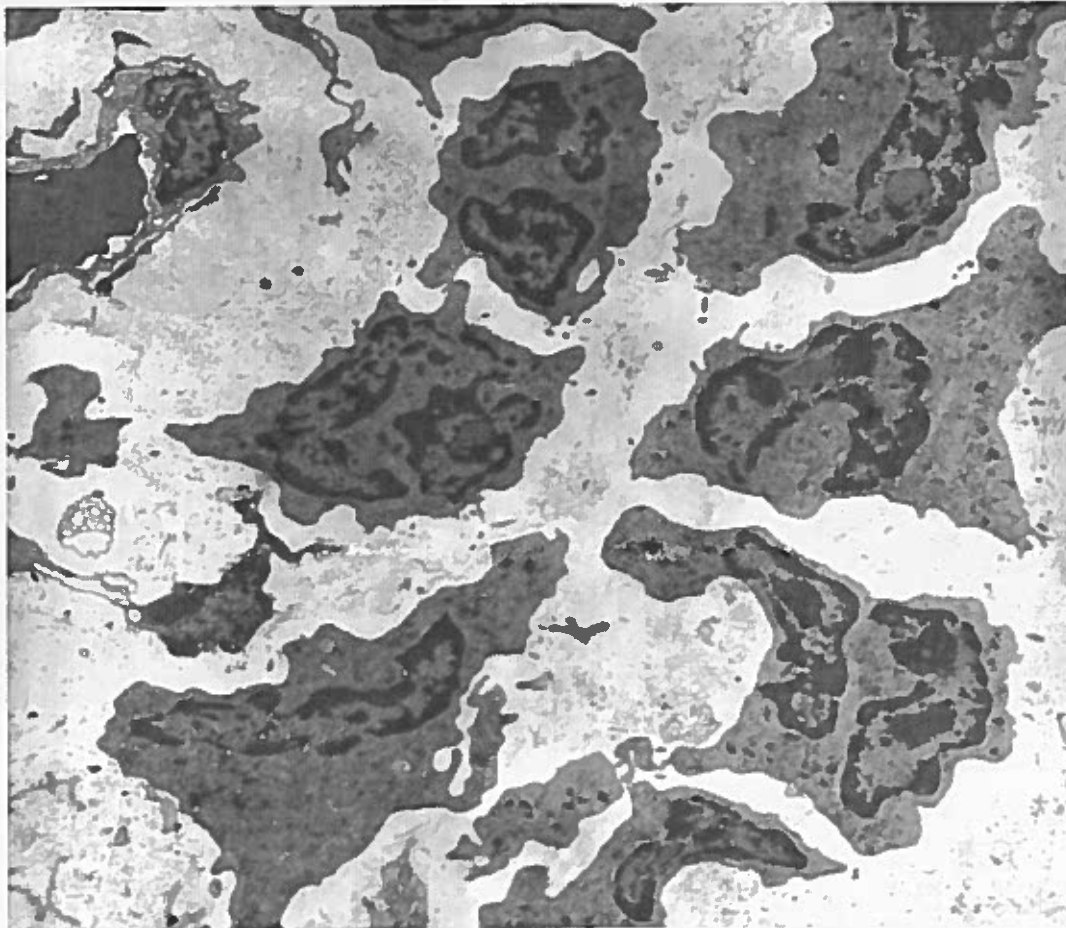
El estudio de las características ultraestructurales de las células debe comenzar haciéndose preguntas elementales del tipo: ¿cuántas células se observa en determinada imagen?, ¿y cuántos núcleos?, ¿el número de células y el número de núcleos de las imágenes deben coincidir?, ¿todas las células presentan un solo núcleo?, ¿existen células con más de un núcleo?, ¿y células anucleadas?.

En ocasiones se plantearán incógnitas del tipo ¿todas las células están vivas?, ¿hay en plantas y animales células muertas?, ¿es posible diferenciar a través de imágenes de microscopia electrónica de transmisión, células de animales y plantas?, ¿la microscopia electrónica se acompaña de determinados artefactos que se deben tener en consideración?, ¿en imágenes de muchos aumentos determinados orgánulos como por ejemplo mitocondrias, aparato de Golgi, RER, etc, son distintos entre células de plantas y animales?.

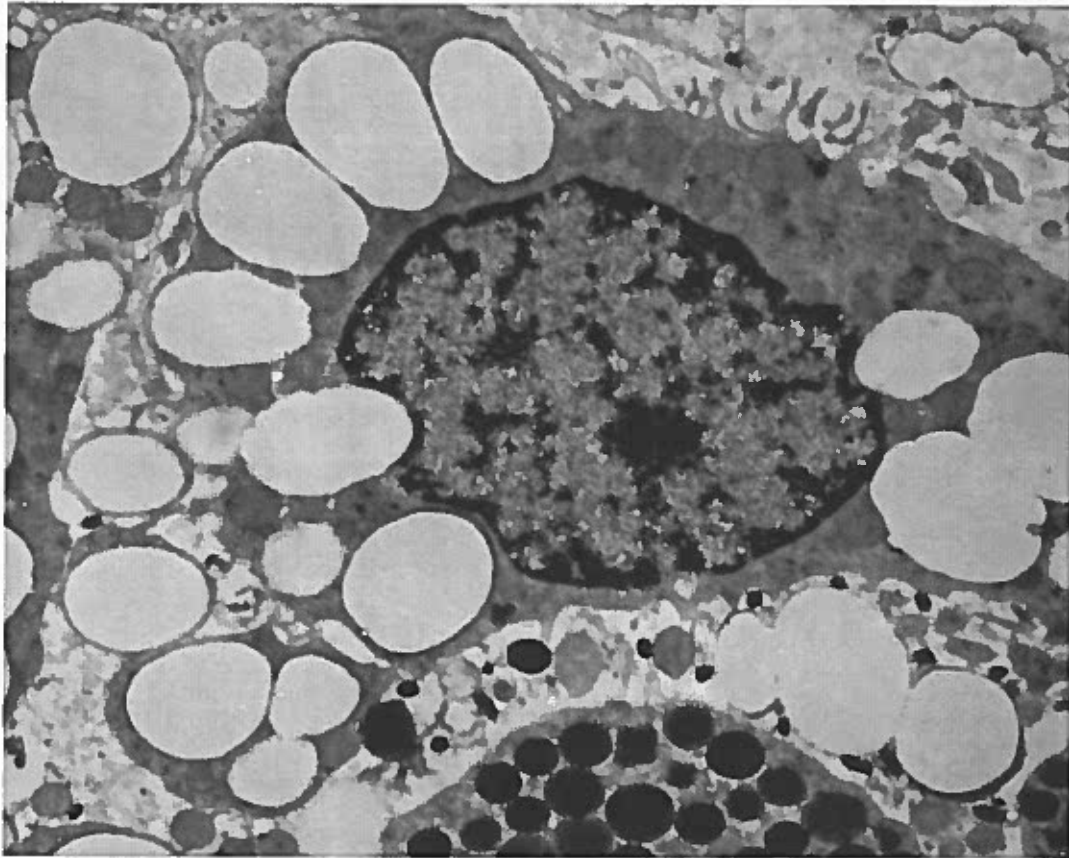
Evidentemente como ya se ha visto en la práctica referida a la interpretación de cortes, también podrán surgir preguntas en ese sentido: ¿al observar un fragmento celular sin núcleo, podremos afirmar que la imagen corresponde a una célula anucleada?.

Con el objetivo de ir resolviendo alguna de dichas preguntas elementales, se presentan a continuación 2 imágenes con algunos interrogantes.

**En la siguiente imagen, ¿cuántas células se observan?:**  
**¿cuántos núcleos?:**  
**¿a qué reino pertenece?:**



**En la siguiente imagen, ¿cuántas células se observan?:  
¿cuántos núcleos?:  
¿a qué reino pertenece?:  
¿los huecos electroclaros son artefactos?:**



**Buscar en la COLECCIÓN DE IMÁGENES que se presentan al final del libro, las que estén relacionadas con la práctica.**

### Práctica 3. CITOLOGIA II.

#### MICROSCOPIA ÓPTICA.

En las preparaciones a estudiar, se omiten las observaciones ya realizadas. Por ejemplo donde se indican adipocitos de grasa blanca se omiten las “inclusiones lipídicas”. Las preparaciones a estudiar son las siguientes:

- **Preparación — Testículo y epidídimo de mamífero.**

Epidídimo:

epitelio pseudoestratificado === **microvellosidades**

espermatozoides === **flagelos**

tejido conjuntivo.

Tejido adiposo.

Testículo:

túnica albugínea (tejido conjuntivo)

túbulos seminíferos

epitelio germinativo.

- **Preparación — Tegumento de anfibio.**

Epitelio estratificado queratinizado

Tejido conjuntivo / cromatóforos === **“inclusiones pigmentarias”**.

Glándulas alveolares.

Vasos sanguíneos: eritrocitos de vertebrado inferior.

- **Preparación — Tráquea y esófago de mamífero.**

Tráquea:

epitelio pseudoestratificado ciliado === **cilios**

tejido conjuntivo

glándulas alveolares

cartilago

Esófago:

epitelio estratificado queratinizado

tejido conjuntivo

músculo estriado.

Tejido adiposo.

- **Preparación — Raíz de cebolla.**

Caliptra.

Meristemo === **pared primaria:**

células en interfase === **núcleos** === **nucléolos.**

células en mitosis === **profase, metafase, anafase, telofase**

=== **cromosomas.**

**Preparación — Testículo y epidídimo de mamífero.**

Epidídimo:

epitelio pseudocstratificado == microvellosidadesespermatozoides == flagelos

tejido conjuntivo.

Tejido adiposo.

Testículo:

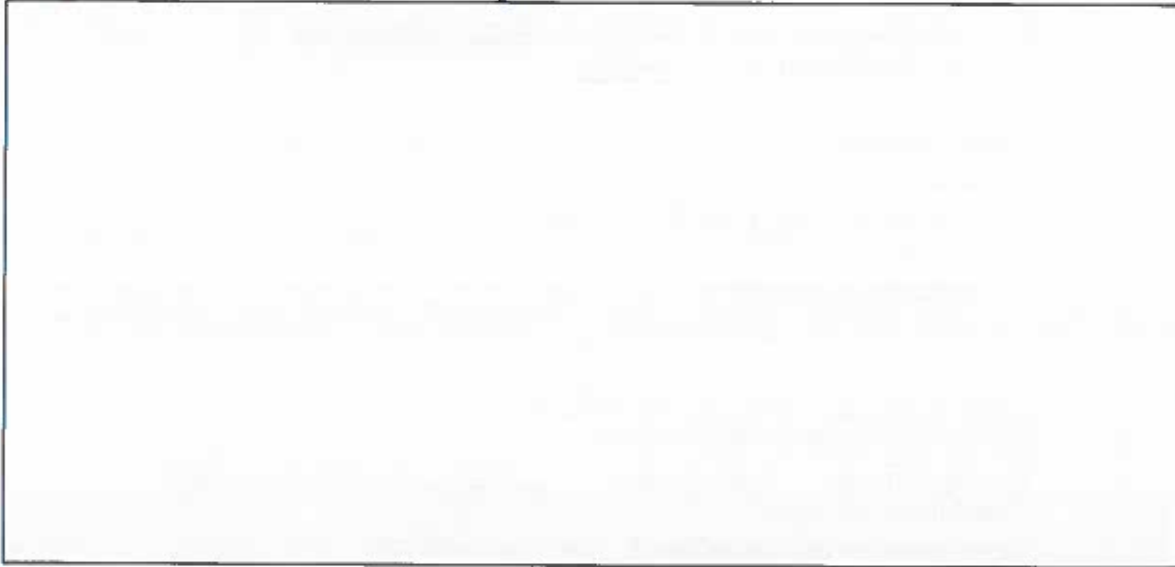
túnica albugínea (tejido conjuntivo)

túbulos seminíferos

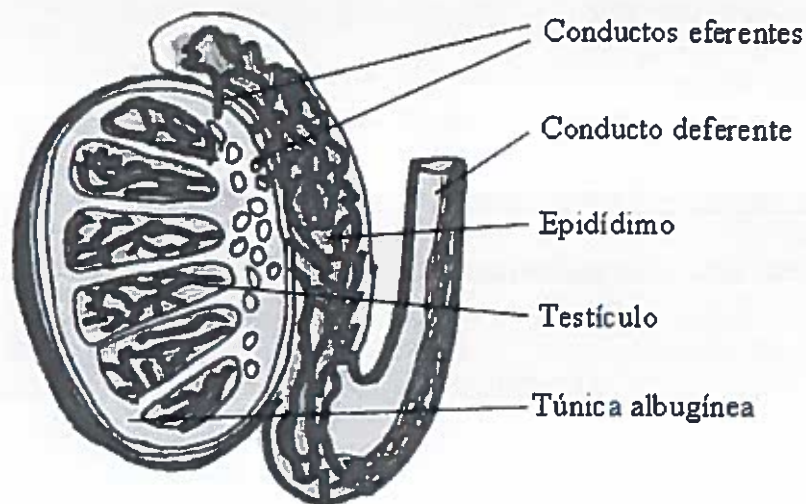
epitelio germinativo.

**Preparación — Testículo y epidídimo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

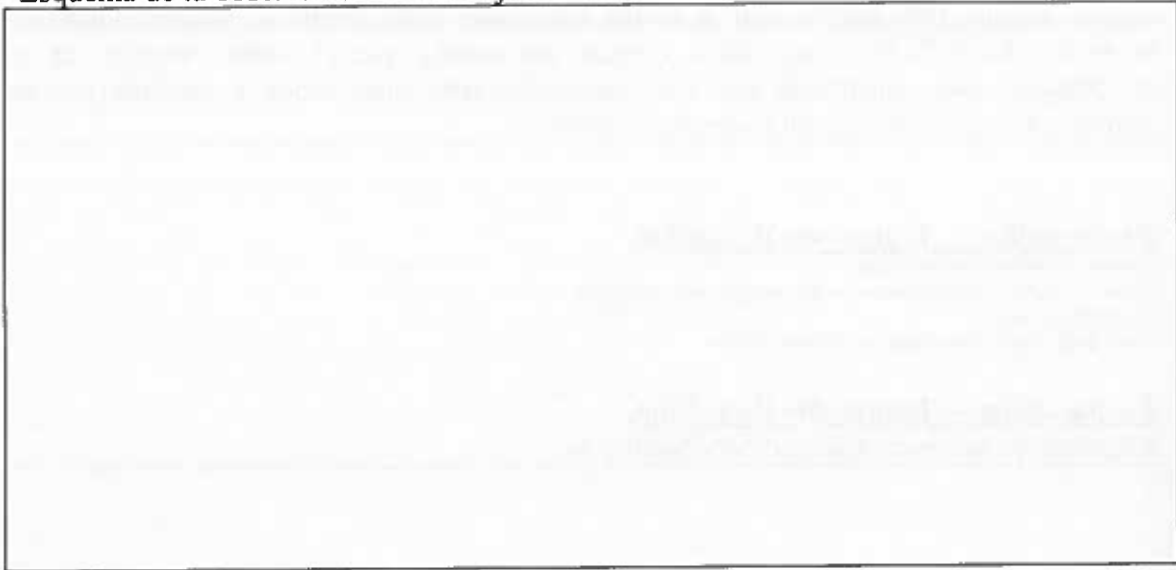
**Localizar el testículo, el epidídimo y el tejido adiposo.**

Se entiende la disposición de los distintos elementos cortados al observar un esquema del conjunto formado por el epidídimo y el testículo. El epidídimo es un tubo muy largo y contorneado en el que maduran los espermatozoides producidos en los conductos seminíferos del testículo. El recorrido de los espermatozoides en lo que interesa a la preparación es túbulo seminífero – conducto eferente – epidídimo – conducto deferente.



**Preparación --- Testículo y epidídimo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El testículo presenta por fuera la túnica albugínea. Es un tejido conjuntivo denso. Los testículos se forman durante la embriogénesis en la cavidad abdominal, saliendo de ella en la mayoría de los mamíferos, arrastrando algo del tejido conjuntivo que los rodeaba: la túnica albugínea.

Por dentro están los túbulos seminíferos, muy abundantes y que se observan cortados en sección transversal, longitudinal u oblicua. En ellos se ven células dispuestas epitelialmente (como un epitelio estratificado) constituyendo el llamado epitelio germinativo porque es donde se produce la meiosis y se forman los espermatozoides. Los espermatozoides comienzan a formarse en la base del epitelio y conforme van ascendiendo, van madurando hasta observarse en el último estrato sujetos por la cabeza en las células y los flagelos hacia la luz del túbulo. Los espermatozoides formados hoy tardan semanas en atravesar el epidídimo y por lo tanto los espermatozoides que se eyaculan ahora, son los formados hace semanas.

El tejido adiposo es similar al observado en la práctica anterior. Es frecuente que parezcan células anucleadas porque el núcleo que proporcionalmente es muy pequeño no ha sido cortado.

Como ya se ha indicado, los espermatozoides no salen directamente del testículo con la eyaculación, si no que se acumulan en el epidídimo. Histológicamente hablando, el epidídimo presenta un epitelio simple cilíndrico con los núcleos a distintas alturas, pareciendo en una primera observación un epitelio estratificado pero que no lo es, por eso se llama epitelio pseudoestratificado. Hacia la luz se observan flecos que inicialmente se pensó que eran cilios enormes (los llamados esteroecilios), pero estudios ultraestructurales demostraron que en realidad son microvellosidades muy grandes. En la luz del epidídimo se observan espermatozoides libres con sus respectivos flagelos.

El resumen de la preparación puede ser:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Tejido epitelial	Célula epitelial	Microvellosidades
(Semen)	Espermatozoide	Flagelos



Se escribe semen entre paréntesis por que ciertamente no puede ser considerado un tejido, aunque para seguir con la rutina empleada hasta ahora se encasilla bajo el término "Tejido". Por otra parte, téngase en cuenta que el semen vertido en la eyaculación está constituido por los espermatozoides observados y también por el aporte que determinadas glándulas hacen al mismo.

**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Epitelio estratificado queratinizado

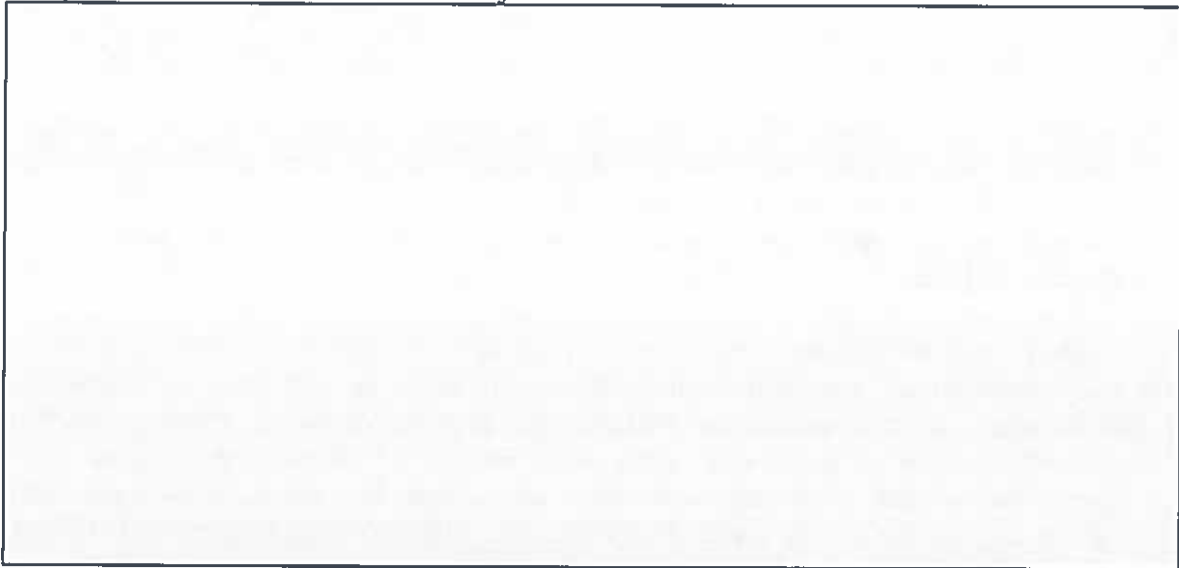
Tejido conjuntivo / cromatóforos — "inclusiones pigmentarias".

Glándulas alveolares.

Vasos sanguíneos: eritrocitos de vertebrado inferior.

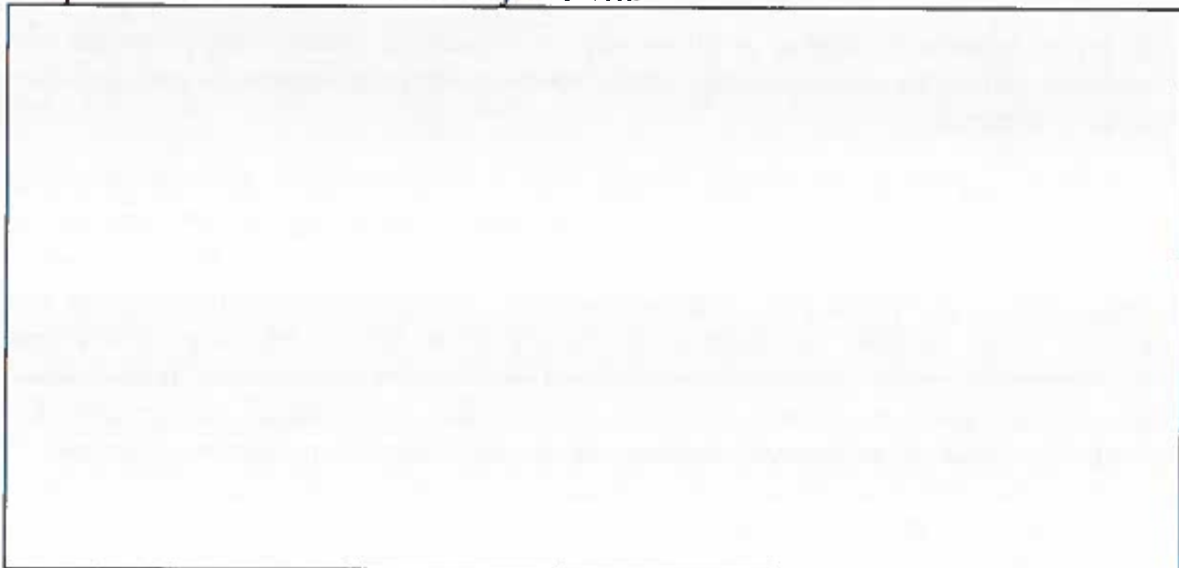
**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El epitelio -que está orientado hacia la luz- es un epitelio estratificado plano ligeramente queratinizado: bien porque se observa cierta descamación o bien porque los núcleos que se puedan observar en la capa distal son picnóticos (¡están muertos!). Los epitelios se encuentran en general tapizando cavidades, tapizando órganos y formando parte del tegumento de los animales (como es el caso).

Formando parte del tegumento de los anfibios (¡de la piel!), se observan glándulas (grandes y pequeñas), y en alguna de ella es posible observar el conducto secretor. El que se vean o no los conductos de secreción de las glándulas, es decir el conducto por el que vierten su producción al exterior, es cuestión de que el corte interese o no, al conducto.

Conviene tener en cuenta que las glándulas forman parte, junto con los epitelios, del tejido epitelial.

Las glándulas se clasifican atendiendo a la forma: alveolares, tubulares, etc. Y también (entre otras clasificaciones) atendiendo a cómo segregan las células: la secreción sale de una de las células hacia la luz de la glándula y de ahí al exterior a través del conducto.

A veces la célula que segrega, se mantiene intacta después de hacerlo; otras veces con la secreción se libera la porción apical de la célula que posteriormente se regenera (es el caso de la glándula mamaria); y en otras ocasiones la célula entera forma parte de la secreción (por ejemplo en las glándulas sebáceas) regenerándose posteriormente. En ese contexto, hay células de determinadas glándulas que segregan los productos elaborados en forma de gránulos (se les llama glándulas granulosas), como algunas de las que se observan en esta preparación.

En la zona subepitelial y rodeando las glándulas se localiza tejido conjuntivo (¡debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo!), y en él se ven las células pigmentarias, que constan de inclusiones pigmentarias, las cuales difícilmente se pueden observar individualizadas al microscopio de campo claro.

En los vasos sanguíneos se pueden observar eritrocitos con núcleo, característicos de los vertebrados inferiores: aves, reptiles, anfibios y peces.

El resumen de la preparación puede ser:

TEJIDO	CÉLULA	ORGÁNULO
Tejido conjuntivo	Cromatóforos	“Inclusiones pigmentarias”

### Preparación — Tráquea y esófago de mamífero.

Tráquea:

epitelio pseudocstratificado ciliado — cilios  
 tejido conjuntivo  
 glándulas alveolares  
 cartilago

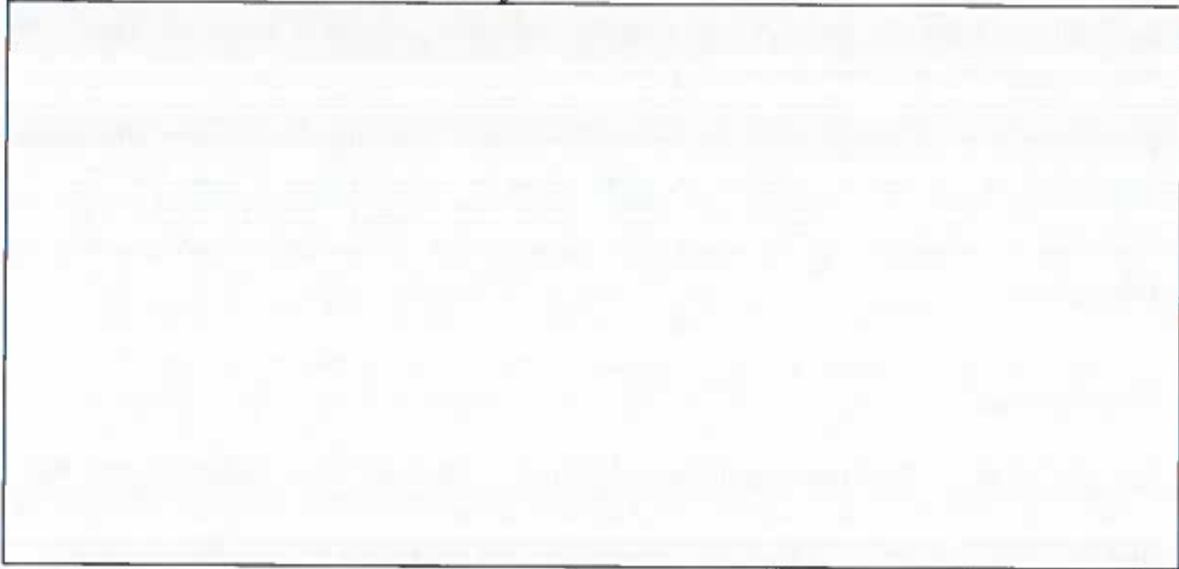
Esófago:

epitelio estratificado queratinizado  
 tejido conjuntivo  
 músculo estriado.  
 Tejido adiposo.

**Diferenciar la tráquea por un lado y el esófago por otro.**

**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

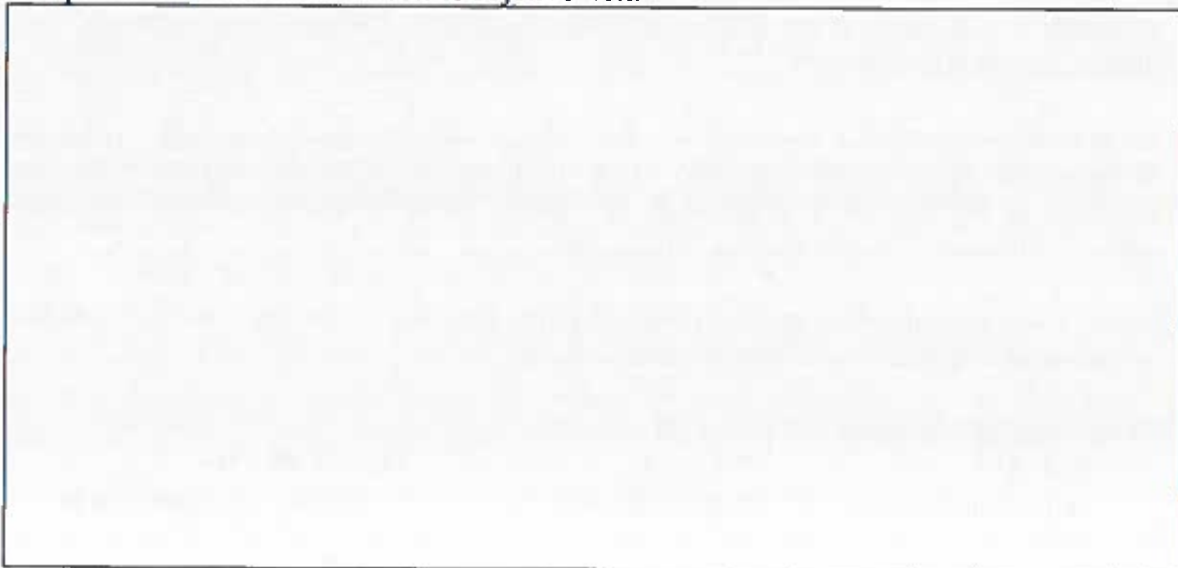
Esquema de la observación con el objetivo 4x.



Se ven dos “luces” y por tanto hay dos epitelios que estudiar: la luz con vellosidades es aparato digestivo (esófago) y la otra, aparato respiratorio (tráquea).

**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En la tráquea se observa un epitelio pseudoestratificado cuyas células presentan hacia la luz, cilios (es decir es un epitelio pseudoestratificado ciliado). Por fuera presenta glándulas entre el tejido conjuntivo (de nuevo se repite que ... ¡debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo!) y después cartílago.

Entre la tráquea y el esófago se observa músculo estriado.

En el esófago se observa epitelio estratificado queratinizado en el que la capa de queratina y el substrato granuloso, son notables.

Es posible observar tanto adipocitos de grasa blanca como adipocitos de grasa parda.

El resumen de la preparación puede ser:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Tejido epitelial	Célula epitelial	Cilios

### Preparación --- Raíz de cebolla.

Caliptra.

Meristemo === pared primaria:

células en interfase === núcleos === nucléolos.

células en mitosis === profase, metafase, anafase, telofase  
 === cromosomas.

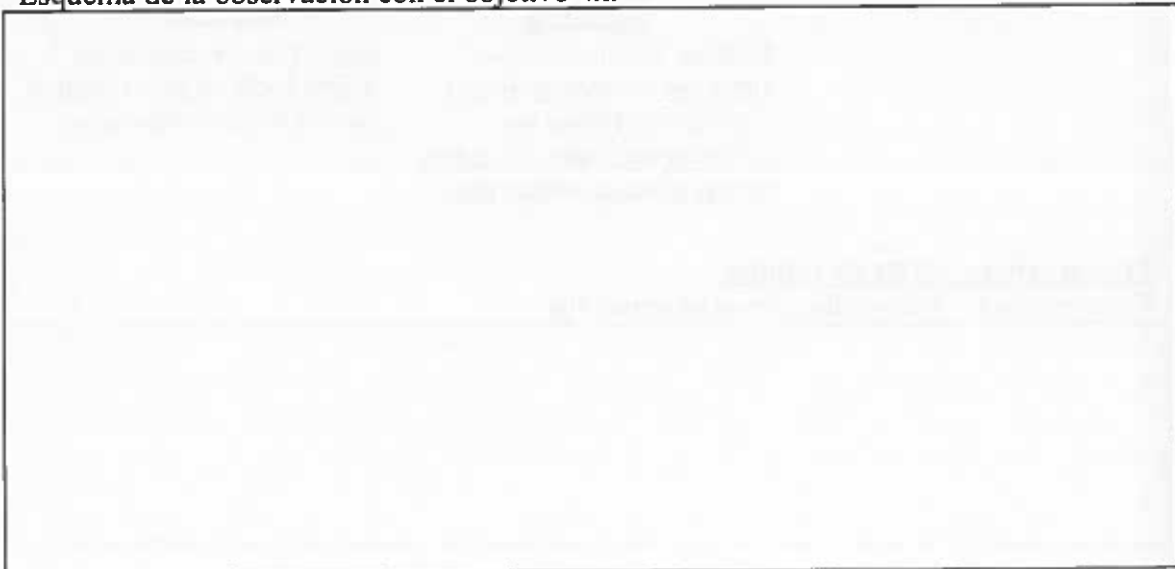
Con esta preparación se entra en otro reino: el de las plantas.

Una de las diferencias entre plantas y animales es que las primeras presentan un crecimiento indeterminado: las finas ramas que nacen en primavera, serán robustas el próximo año y de ellas saldrán otras ramas finas que, al cabo de meses o años, serán también robustas, y así hasta que la planta muera. En la parte subterránea de las plantas (en la raíces) ocurre lo mismo.

Los responsables del crecimiento de las plantas son los meristemos: conjunto de células que se dividen por mitosis.

### Preparación --- Raíz de cebolla.

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

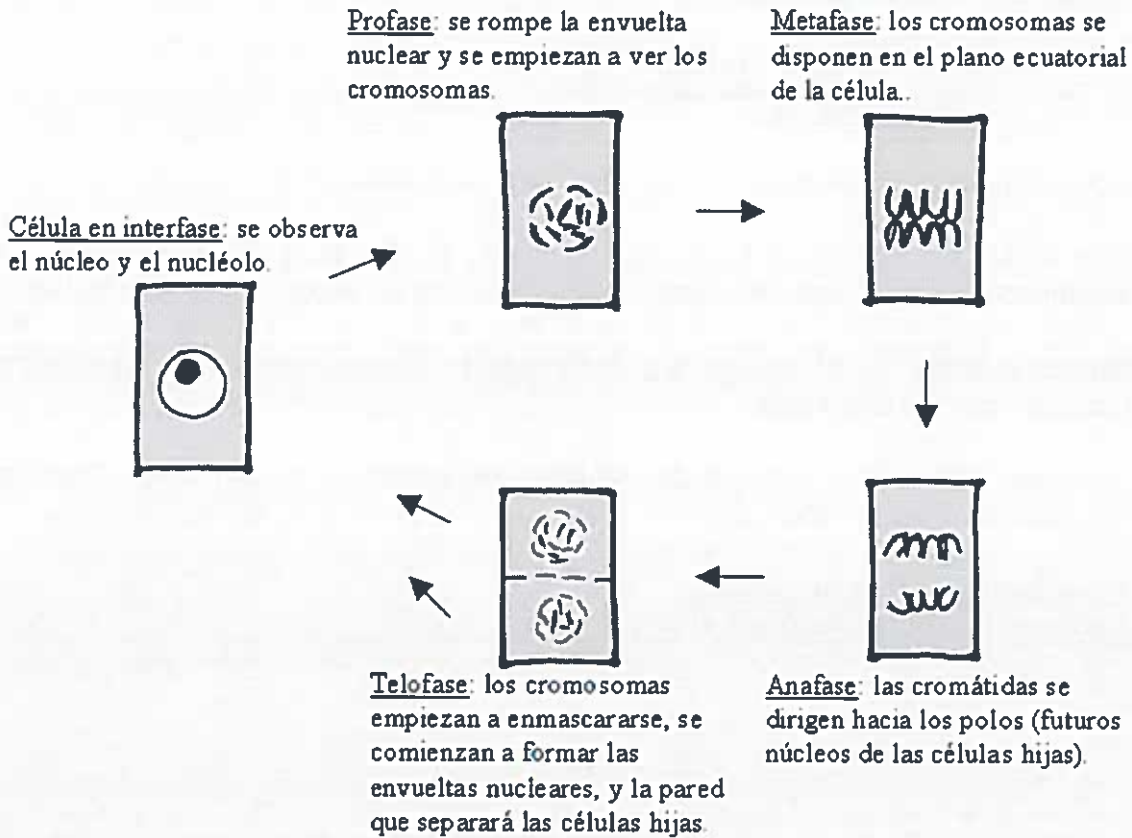


Las células dispuestas en fila india, constituyen el meristemo. Las células de la parte final, no ordenadas en filas constituyen la caliptra (o cofia) responsable entre otras cosas del geotropismo positivo de la raíz, esto es, que la raíz crezca a favor de la gravedad (¡hacia abajo!).

Una célula meristemática ideal consta de núcleo, nucléolo y de los límites celulares que corresponden a la pared primaria. Una de esas células (célula en interfase) entra en mitosis, pasando por 4 fases: profase, metafase, anafase y telofase. Después de la

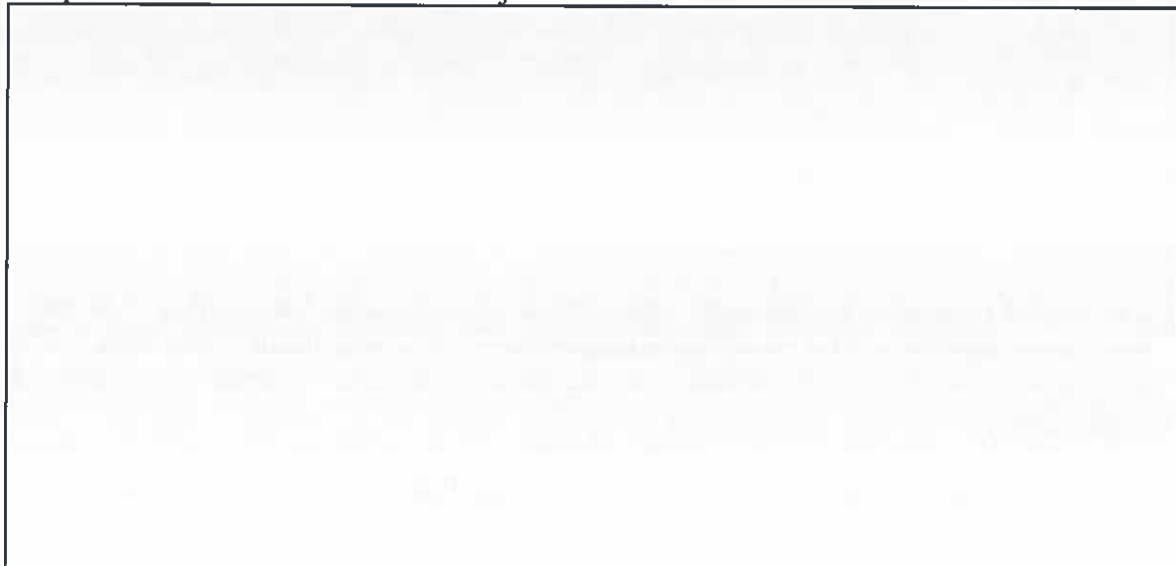
telofase, las 2 células resultantes generalmente pasan a interfase, para posteriormente entrar en mitosis, y así sucesivamente.

La mitosis es un proceso continuo, de tal manera que al estudiar las distintas fases en el microscopio, a veces se ven perfectamente las imágenes que corresponden a las 4 fases indicadas, pero en otras ocasiones se pueden observar imágenes híbridas entre algunas de las fases contiguas.



**Preparación — Raíz de cebolla.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El resumen de la preparación puede ser:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Meristemo	Célula meristemática	Núcleo, nucléolo, cromosomas.

Asumiendo los riesgos que conllevan las generalizaciones, se puede hacer una tabla indicando qué se puede observar y qué no en las preparaciones microscópicas realizadas con técnicas de rutina en el reino animal y en el reino de las plantas, utilizando para su observación un microscopio óptico de campo claro a 400 aumentos (10x del ocular y 40x del objetivo):

#### Microscopio óptico de campo claro

<b>Reino animal</b>		<b>Reino de las plantas</b>
No	Límites celulares	Si (pared)
No	Orgánulos	Si (plastos, vacuolas)
"Si"	Inclusiones lipídicas	"Si"
Si	Cilios y flagelos	Si
Si	Núcleo, nucléolo, cromosomas	Si



**MICROSCOPIA ELECTRÓNICA.**

En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:

¿se ven núcleos?:

¿cuántos núcleos?:

¿a qué reino pertenece?:

¿se ven paredes o plastos?:

si no se ven paredes o plastos ¿es una imagen perteneciente al reino animal?:

¿se ven microvellosidades?:

¿se ven cilios?:

¿se ven distintas regiones de la estructura (cilios o microvellosidades)?:

¿sección transversal de la estructura?:

¿sección longitudinal de la estructura?:

¿en una misma imagen (en un mismo corte) es posible observar secciones longitudinales y transversales de las mismas estructuras?:

¿se ve espacio extracelular (luz)?:

¿se ve hialoplama?:

¿se ven orgánulos?:



En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:  
¿se ven núcleos?:  
¿cuántos núcleos?:  
¿a qué reino pertenece?:  
¿se ven microvellosidades o cilios?:  
¿se ve espacio extracelular?:  
¿se ve hialoplama?:  
¿se ven orgánulos?:  
¿se ven inclusiones lipídicas?:  
¿se ven poros nucleares?:  
¿se ve heterocromatina?:



Buscar en la COLECCIÓN DE IMÁGENES que se presentan al final del libro, las que estén relacionadas con la práctica.



## Práctica 4. CITOLOGÍA III. LAS CÉLULAS DE LAS PLANTAS.

### MICROSCOPIA ÓPTICA.

Las células de las plantas son más grandes que las de los animales y en consecuencia generalmente los cortes histológicos son más gruesos que los de las preparaciones animales, lo cual obliga a usar más el tornillo micrométrico del microscopio para poder ver en todo su espesor las estructuras.

Las preparaciones a estudiar son las siguientes:

- **Hoja de adelfa (dicotiledónea).**

Lámina:

Epidermis multiseriada (cutícula) === **pared primaria, "vacuolas"**.

Parénquima clorofílico en empalizada === **pared primaria, cloroplastos, "vacuolas"**.

Parénquima aerífero === **espacios intercelulares (=meatos)**.

Criptas estomáticas: tricomas unicelulares, estomas.

Drusas === **inclusiones cristalinas**.

Nervios en sección longitudinal: xilema === **pared secundaria**.

Nervio central:

Epidermis uniseriada (cutícula) === **pared primaria, "vacuolas"**.

Colénquima anular === **pared primaria**.

Parénquima de reserva === **pared primaria, "vacuolas", amiloplastos**.

Floema === **pared primaria**.

Xilema === **pared secundaria**.

- **Pericarpio de membrillo.**

Epidermis uniseriada (cutícula) === **pared primaria**, tricomas unicelulares.

Parénquima de reserva === **pared primaria, amiloplastos, inclusiones**.

Esclerénquima: esclereidas === **pared secundaria, punteaduras, lumen**.

Nervios (sección longitudinal): xilema === **pared secundaria**.

- **Hoja de eucalipto (dicotiledónea).**

Lámina:

Epidermis uniseriada (cutícula) === **pared primaria, "vacuolas"**,  
estomas.

Parénquima clorofílico en empalizada === **pared primaria, cloroplastos**.

Prismas, drusas === **inclusiones cristalinas**.

Nervios (sección longitudinal): xilema === **pared secundaria**.

Cavidades lisogénicas.

Nervio central:

Epidermis uniseriada (cutícula) === **pared primaria**.

Colénquima anular === **pared primaria**.

Esclerénquima: fibras === **pared secundaria**.

Floema === **pared primaria**.

Xilema === **pared secundaria**.

Mientras no se diga lo contrario todas las preparaciones son secciones transversales, en este caso lo son la de hoja de adelfa y la de eucalipto.

**Preparación --- Hoja de adelfa (dicotiledónea).**

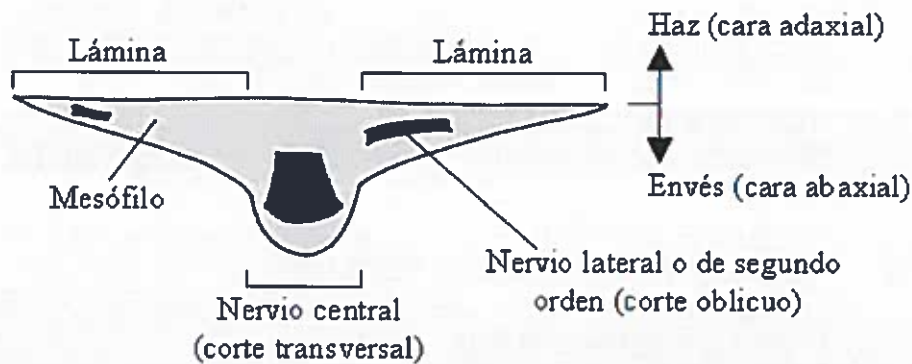
Lámina:

- Epidérmis multiseriada (cutícula) == pared primaria, "vacuolas".
- Parénquima clorofílico en empalizada == pared primaria, cloroplastos, "vacuolas".
- Parénquima acrífero == espacios intercelulares (=mentos).
- Criplas estomáticas: tricomas unicelulares, estomas.
- Drusas == inclusiones cristalinas.
- Nervios en sección longitudinal: xilema == pared secundaria.

Nervio central:

- Epidérmis uniseriada (cutícula) == pared primaria, "vacuolas".
- Colénquima anular == pared primaria.
- Parénquima de reserva == pared primaria, "vacuolas", amiloplastos.
- Floema == pared primaria.
- Xilema == pared secundaria.

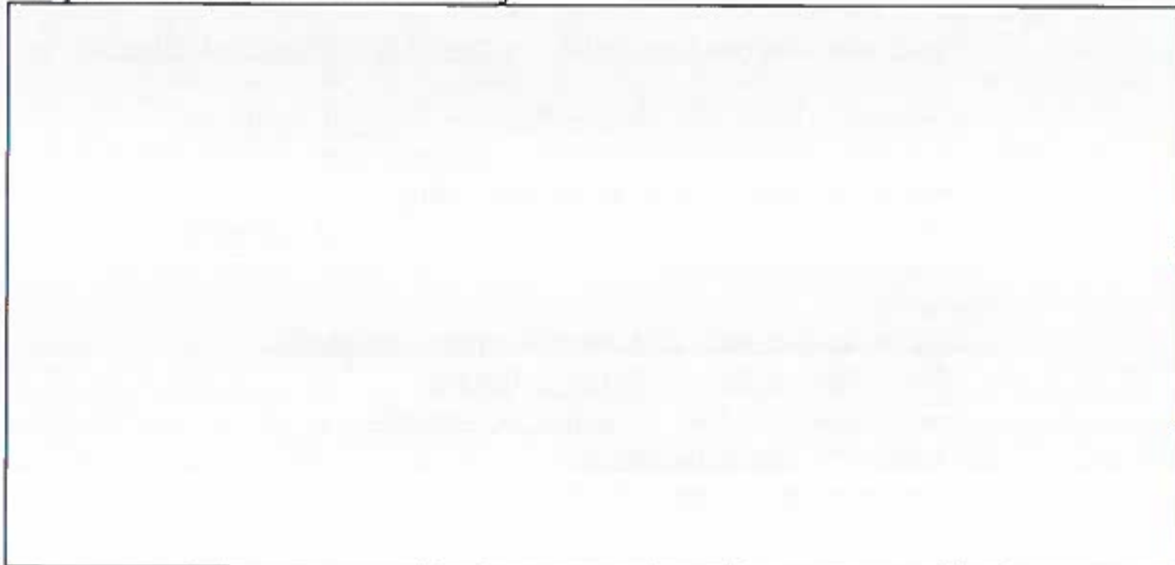
La sección transversal de una hoja tipo de dicotiledónea suele ofrecer el siguiente aspecto:



El haz de la hoja es la parte superior (generalmente iluminada) y el envés, la inferior. El nervio central (cortado transversalmente si así se ha realizado el corte de la hoja) suele hacer prominencia hacia el envés. Los nervios de segundo orden suelen observarse cortados oblicuamente. Estos nervios laterales junto con el mesófilo (el tejido eminentemente fotosintetizador) ocupan la lámina de la hoja.

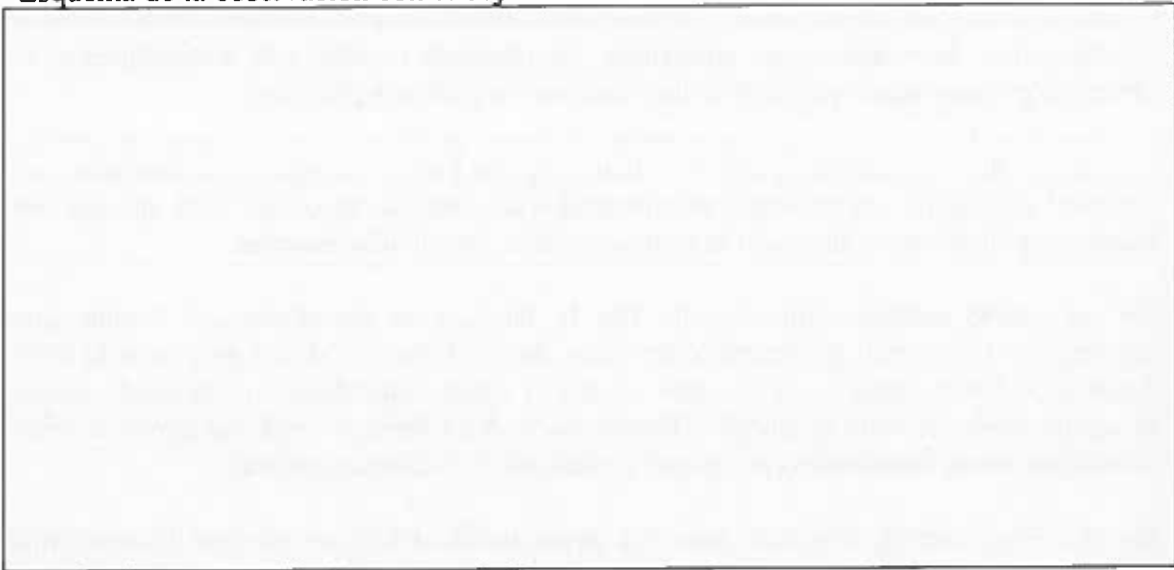
**Preparación --- Hoja de adelfa (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Hoja de adelfa (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se observa la epidermis multiseriada y por fuera la cutícula. La cutícula es fundamental para la vida de la planta porque al ser impermeable, evita que la planta pierda agua, se deshidrate y muera.

La epidermis consta de más de una capa de células. Se observa una novedad respecto a lo visto hasta ahora (en las preparaciones del reino animal): se observan los límites celulares. En realidad lo que se observa son paredes primarias.

Se ven las células vacías porque presentan una vacuola “que no se ve” pero que desplaza los orgánulos a la periferia celular. Es inevitable comprobar que algunas células se muestran aparentemente vacías y otras llenas. Las células aparentemente llenas son células como las anteriores pero en las que el corte se ha realizado por la pared. Salvando las distancias (y como ya se hizo en la primera práctica) es como si hiciéramos un corte del laboratorio por su parte media (se vería prácticamente vacío) o por el interior de la pared (se vería lleno de ladrillos).

En el parénquima clorofílico en empalizada se observa pared primaria y cloroplastos. Los cloroplastos se disponen en la periferia celular, lo cual es otra evidencia de la existencia de la vacuola aunque no sea posible verla.

Por debajo del parénquima clorofílico se observan los meatos o espacios intercelulares, los cuales son fundamentales para entender la vida de las plantas porque si pudiéramos hacernos pequeños y entrar por un estoma de una hoja, podríamos recorrer toda la planta a través de dichos espacios.

Mientras las hojas de las dicotiledóneas en general presentan estomas dispuestos anárquicamente (aunque más en el envés que en el haz) hay ciertas plantas (la adelfa entre ellas) que presentan todos los estomas en el envés y además encerrados en cavidades concretas: las criptas estomáticas (que además de estomas presentan pelos o tricomas). La mayoría de los animales se defienden de las inclemencias, desplazándose, mientras que las plantas no lo pueden hacer, por lo que deben buscar “trucos” como el



presentar criptas estomáticas con tricomas que mantienen una temperatura más o menos uniforme en la cavidad.

En las criptas la epidermis es uniseriada, los tricomas o pelos son unicelulares y se observan estomas (que serán objeto de estudio en la próxima práctica).

Las inclusiones cristalinas de oxalato cálcico, se ven bien si se baja el condensador y se cierra el diafragma. Al principio son pequeños cristales en la célula viva, que se van haciendo grandes hasta provocar la muerte celular. Son células muertas.

En un nervio cortado oblicuamente (en la lámina) se descubren las formas que recuerdan a un espiral, un gusano o un cable de teléfono. Son desde un punto de vista fisiológico los conductos por los que circula la sabia bruta (fundamentalmente agua), desde un punto de vista histológico forman parte del xilema, y desde un punto de vista citológico, están constituidos por pared secundaria. Son células muertas.

En el nervio central, desplazándose del envés hacia el haz, se observa la epidermis uniseriada y la cutícula. Posteriormente se ven células con paredes primarias muy engrosadas. Pertenecen al colénquima, concretamente con células del colénquima anular (“como un anillo”). A continuación se observan células de nuevo con paredes primarias (finas) que constituyen un parénquima de reserva, y en el interior de las mismas – bajando el condensador- se observan amiloplastos. Después se observa un tejido aparentemente desordenado con paredes primarias: el floema (que es el tejido que transporta la sabia elaborada, fundamentalmente sacarosa de la que se alimentan los pulgones en las plantas) y finalmente unas células que recuerdan a las celdas de un panal. Son paredes secundarias correspondientes al xilema: si los vasos anteriormente observados en sección longitudinal, se cortasen transversalmente, se observarían recordando las celdas de un panal.

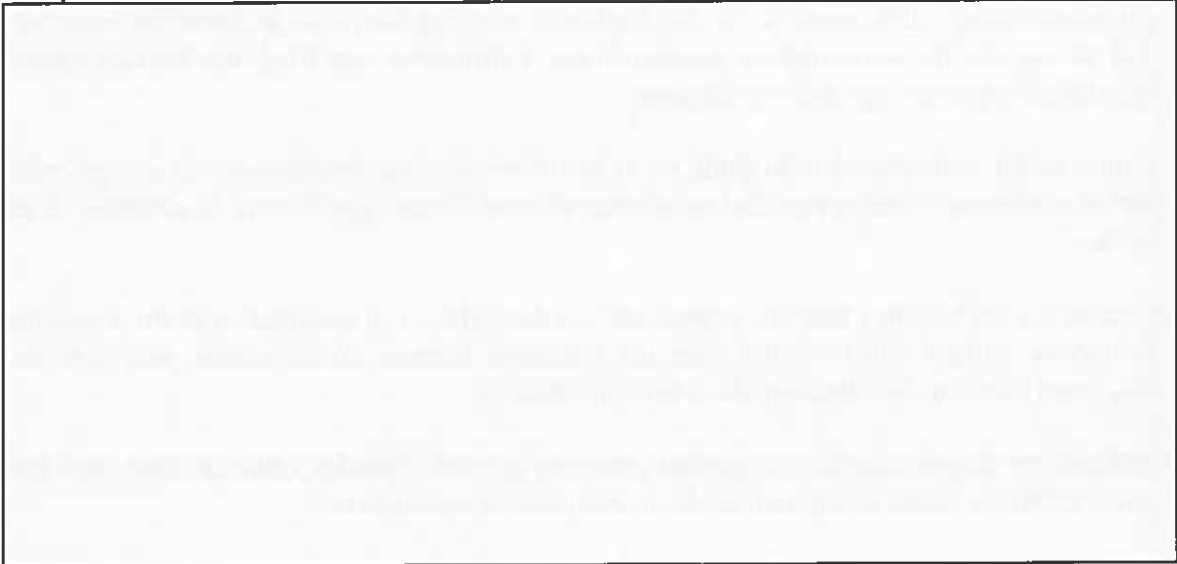
Xilema y floema indefectiblemente se acompañan uno de otro, es decir donde hay xilema, hay floema.

El resumen de la preparación puede ser:

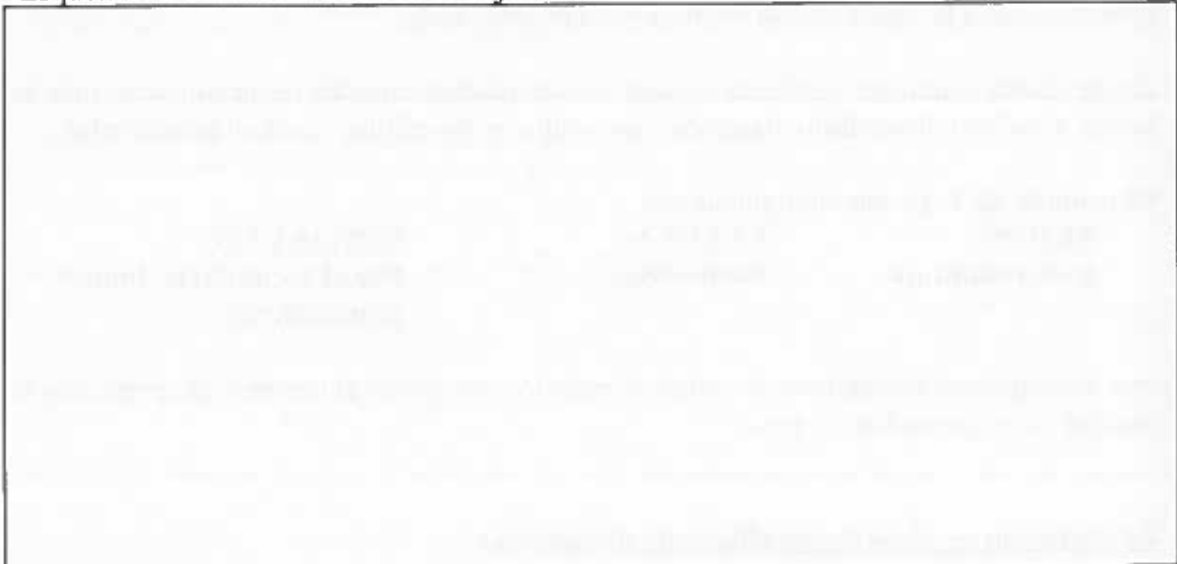
<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
<b>Epidermis (multiseriada)</b>	<b>Células epidérmicas</b>	<b>Pared primaria, “vacuolas”</b>
<b>Parénquima clorofílico (en empalizada)</b>	<b>Células parenquimáticas</b>	<b>Pared primaria, cloroplastos, “vacuolas”</b>
<b>Parénquima</b>	<b>Célula parenquimática</b>	<b>Drusa</b>
<b>Parénquima aerífero</b>	<b>Células parenquimáticas</b>	<b>Pared primaria, cloroplastos, “vacuolas”</b>
<b>Xilema</b>	<b>Tráqueas</b>	<b>Pared secundaria</b>
<b>Colénquima anular</b>	<b>Células colenquimáticas</b>	<b>Pared primaria</b>
<b>Parénquima de reserva</b>	<b>Células parenquimáticas</b>	<b>Pared primaria, drusas, amiloplastos</b>
<b>Floema</b>	<b>Células floemáticas</b>	<b>Pared primaria.</b>

**Preparación --- Pericarpio de membrillo.**Epidermis uniseriada (cutícula) == pared primaria, tricomas unicelulares.Parénquima de reserva == pared primaria, amiloplastos, inclusiones.Esclerénquima: esclereidas == pared secundaria, punteaduras, lumen.Nervios (sección longitudinal): xilema == pared secundaria.**Localizar la epidemis.****Preparación --- Pericarpio de membrillo.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación --- Pericarpio de membrillo.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



La epidermis que es uniseriada y con cutícula, presenta algunos tricomas. Prácticamente todo lo que está por debajo es parénquima de reserva (¡es lo que se come del membrillo!) y en él se pueden observar varios tipos de inclusiones.

El término inclusión es un fondo de saco donde se mete todas las formaciones no cristalinas (las llamadas ¡inclusiones cristalinas!) que aparecen en las células de las plantas. Algunas inclusiones son reconocibles con tinciones rutinarias y otras no.

Además algunas son de naturaleza desconocida, otras precisarán tinciones específicas para ser identificadas y otras precisarán armas bioquímicas para poder ser caracterizadas.

En la preparación en cuestión, entre las inclusiones teñidas aparecen otras en algunas células –se ven mejor bajando el condensador– que se observan como pequeños puntos refringentes. Son amiloplastos.

Si dichos amiloplastos los estudiásemos a más aumentos, comprobaríamos que son estructuralmente diferentes de los amiloplastos observados en la preparación anterior. Tal es así que los amiloplastos pueden llegar a utilizarse con fines taxonómicos para identificar especies o grupos de especies.

Como se ha indicado, ante la duda de si lo observado son amiloplastos o no, procede llevar a cabo una tinción especial para poner de manifiesto la presencia de almidón en el corte.

Una de las inclusiones más frecuentes son las de taninos (en realidad en el microscopio óptico de campo claro se observan los llamados taninos condensados) que con las tinciones de rutina se observan de color rojo intenso.

Además en la preparación, se pueden observar nervios cortados oblicuamente, con los característicos vasos de xilema; es decir con paredes secundarias.

En las esclereidas la pared secundaria está muy engrosada. Estas células pertenecen al grupo de las células más duras de las plantas; al mismo, que forman las cubiertas duras de frutos y semillas. También se observan las punteaduras (que comunican o comunicaron a la célula con su vecina) y el lumen celular.

Desde cierto punto de vista, las células de las plantas constan de protoplasto más la pared, siendo el protoplasto el espacio que ocupa en las células vivas, el lumen celular.

El resumen de la preparación puede ser:

TEJIDO	CÉLULA	ORGÁNULO
Esclerénquima	Esclereidas	Pared secundaria, lumen, punteaduras

Por ser objetivos citológicos se incluyen entre los orgánulos el lumen y las punteaduras aunque en propiedad no lo son.

### **Preparación — Hoja de eucalipto (dicotiledónea).**

Lámina:

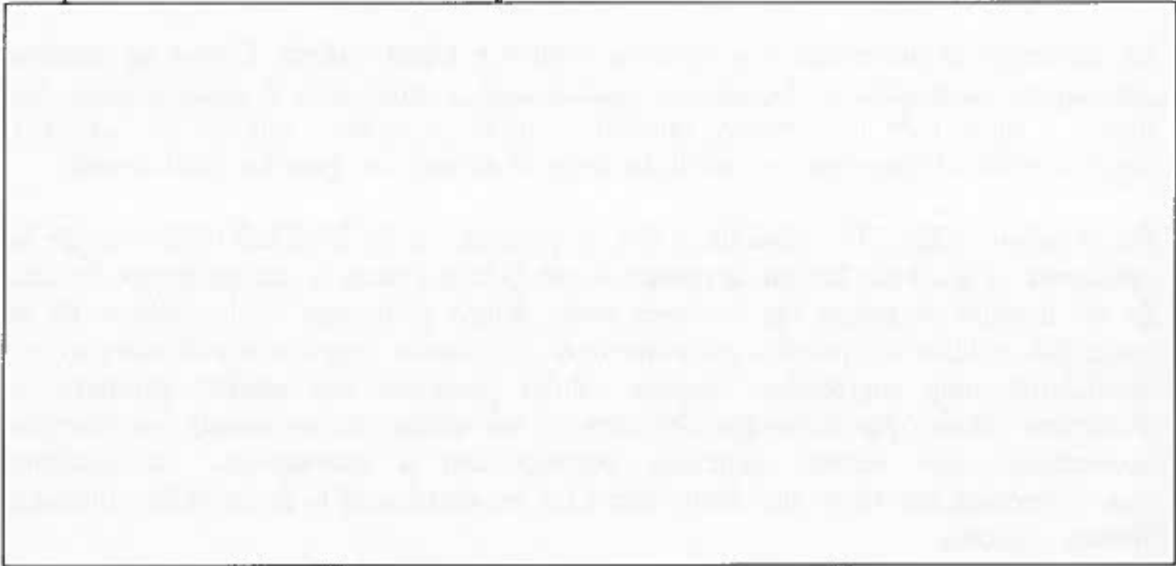
- Epidermis uniseriada (cutícula) == **pared primaria**, “vacuolas”, estomas.
- Parénquima clorofílico en empalizada == **pared primaria**, **cloroplastos**.
- Prismas, drusas == **inclusiones cristalinas**.
- Nervios (sección longitudinal): xilema == **pared secundaria**.
- Cavidades lisogénicas.

Nervio central:

- Epidermis uniseriada (cutícula) == **pared primaria**.
- Colénquima anular == **pared primaria**.
- Esclerénquima: fibras == **pared secundaria**.
- Floema == **pared primaria**.
- Xilema == **pared secundaria**.

**Preparación — Hoja de eucalipto (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



En esta hoja es más complicado saber hacia donde está el haz y el envés. A lo dicho en la primera preparación al respecto hay que añadir que generalmente el floema está orientado hacia el envés.

El eucalipto es una planta peculiar entre otras cosas porque sus hojas adultas no presentan claramente orientado el haz hacia el sol ni el envés en sombra, sino que se orientan estando ambas partes expuestas igualmente al sol, por eso presentan además parénquima clorofílico tanto en el haz como en el envés y el nervio hace menos prominencia que en la hoja de adelfa.

**Preparación — Hoja de eucalipto (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se observan cavidades lisogénicas vacías y llenas. Las cavidades lisogénicas forman parte de los llamados tejidos secretores de las plantas. Son extraordinariamente abundantes en la munda de naranjas y limones. Se llaman así porque proceden de la lisis

de células: las células se cargan de materiales hasta un punto en el que explotan o se lisan desprendiendo los compuestos aromáticos que caracterizan a la planta, en este caso, a las hojas de eucalipto.

La epidermis es uniseriada, con cutícula notable y algún estoma. Debajo se observa parénquima clorofílico y -bajando el condensador y enfocando y desenfocando- las drusas y sobre todo los prismas: también cristales de oxalato cálcico. En cualquier nervio cortado oblicuamente se localizan vasos de xilema (con paredes secundarias).

En el nervio central las estructuras que se pueden ver de la mitad hacia una de la epidermis, es igual que las que se pueden ver de la mitad hacia la otra epidermis. En una de las mitades se puede ver de fuera hacia dentro y después de las células de la epidermis: células con paredes primarias muy engrosadas, después células con paredes secundarias muy engrosadas, después células pequeñas con paredes primarias y finalmente otras (que recuerdan de nuevo a las celdas de un panal) con paredes secundarias. Las células indicadas corresponden a colénquima, esclerénquima (concretamente son fibras que recuerdan a las esclereidas de la preparación anterior), floema y xilema.

El resumen de la preparación es similar al de la hoja de adelfa, pero añadiendo:

<b>TEJIDO</b>	<b>CÉLULA</b>	<b>ORGÁNULO</b>
Parénquima de reserva	Células parequimática	Prismas
Esclerénquima	Fibras	Pared secundaria

**MICROSCOPIA ELECTRÓNICA.**

**En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:**

**¿se ve núcleo?:**

**¿a qué reino pertenece?:**

**¿se ve mitocondria?:**

**¿se ve cloroplasto?:**

**¿se ve almidón?:**

**¿se ve espacio extracelular?:**

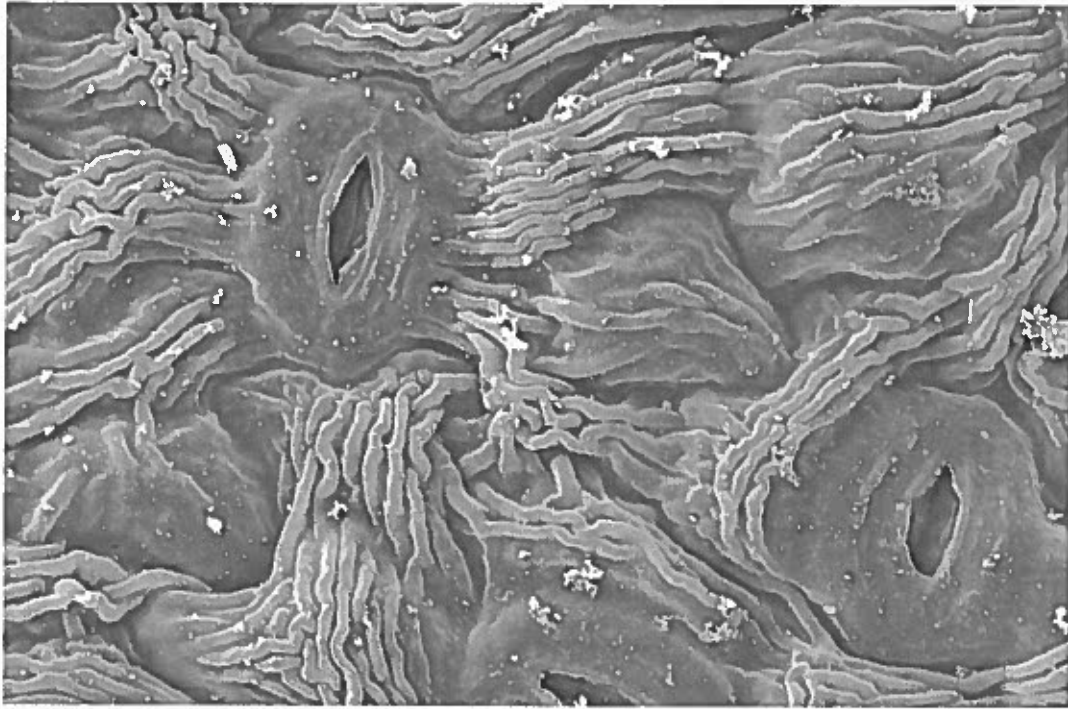
**¿se ve hialoplama?:**

**¿se ve REL o RER?:**





**En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:**  
**¿a qué reino pertenece?:**  
**¿es una imagen del MET?:**  
**¿es una imagen del MEB?:**  
**¿se ve la superficie celular?:**  
**¿se ve el interior de las células?:**  
**¿se ven núcleos?:**

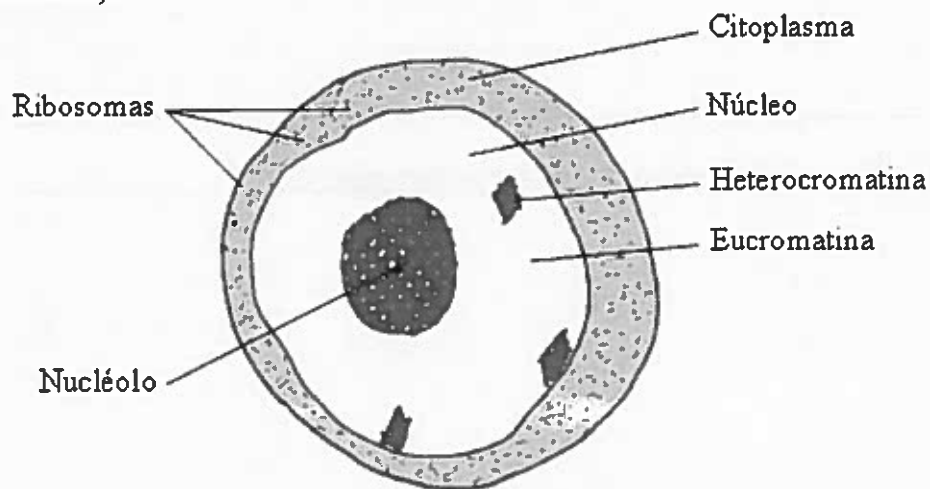


**Buscar en la COLECCIÓN DE IMÁGENES que se presentan al final del libro, las que estén relacionadas con la práctica.**

## Práctica 5. CITOLOGÍA IV. TIPOS CELULARES.

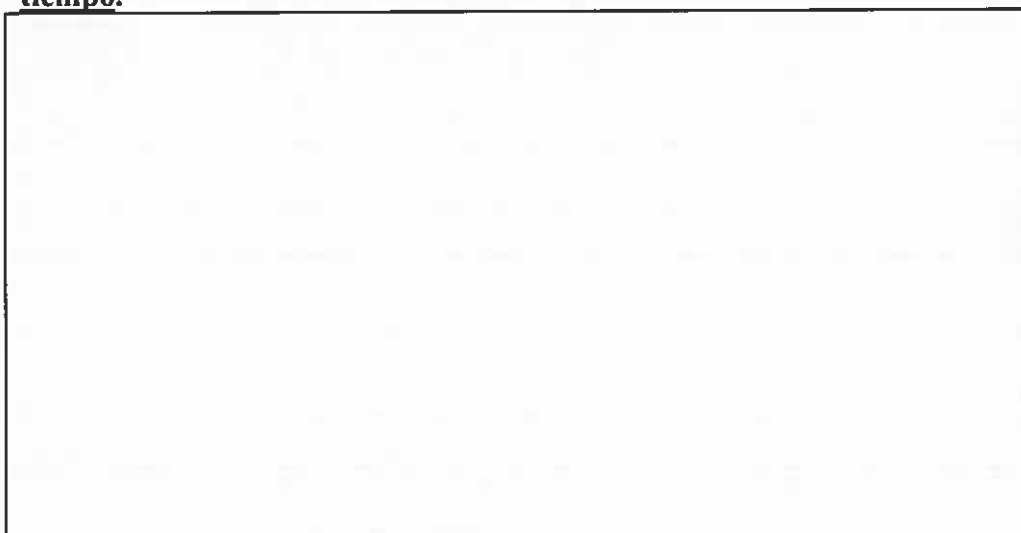
El estudio de los distintos tipos celulares se apoya en la siguiente premisa: en una célula no es aleatoria ni su forma ni el número y distribución de sus orgánulos. Dicho de otra forma: la observación del número y distribución de los orgánulos y la forma de las células nos indica algo de su posible función.

Ejemplo: las células indiferenciadas, aquellas de las que proceden todos los tipos celulares (los blastos); presentan núcleo grande, redondeado y central (porque es una célula no polarizada); nucléolo notable; abundante eucromatina (lo cual indica síntesis proteica); y muchos ribosomas libres (lo cual indica síntesis de proteínas para propio uso de la célula).

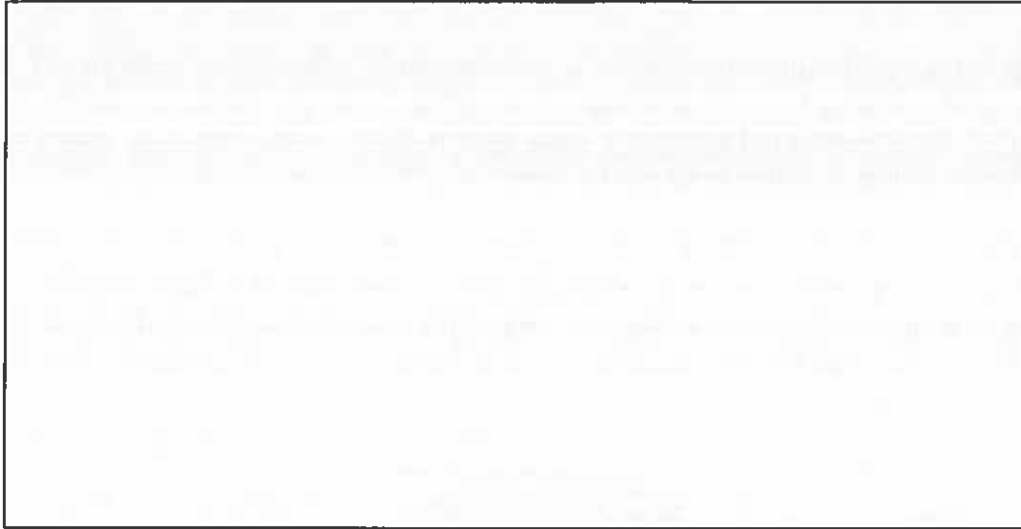


Se propone hacer el diseño de varias células, entendiendo por tal, hacer un dibujo esquemático similar al de la célula indiferenciada mostrada. Es decir un esquema indicando los orgánulos más relevantes (y la disposición de los mismos si procede) y rótulos que los identifiquen. Cada una de las células propuestas tiene su correspondiente real, tal como se indica al final.

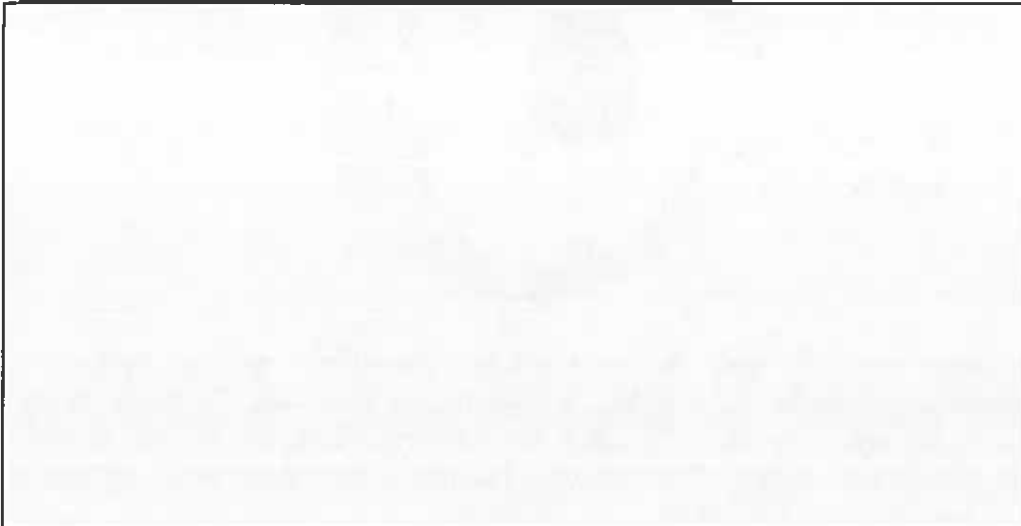
**Diseñar — Célula secretora de proteínas (1) asociada a otras igualmente secretoras (2), que vierten a una luz (A) y todas al mismo tiempo.**



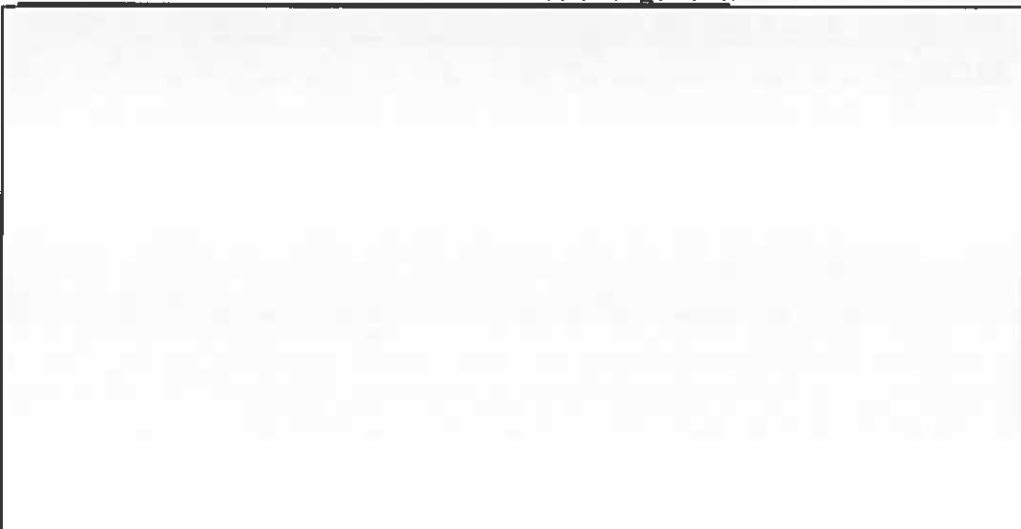
**Diseñar — Célula que se desplaza para fagocitar.**



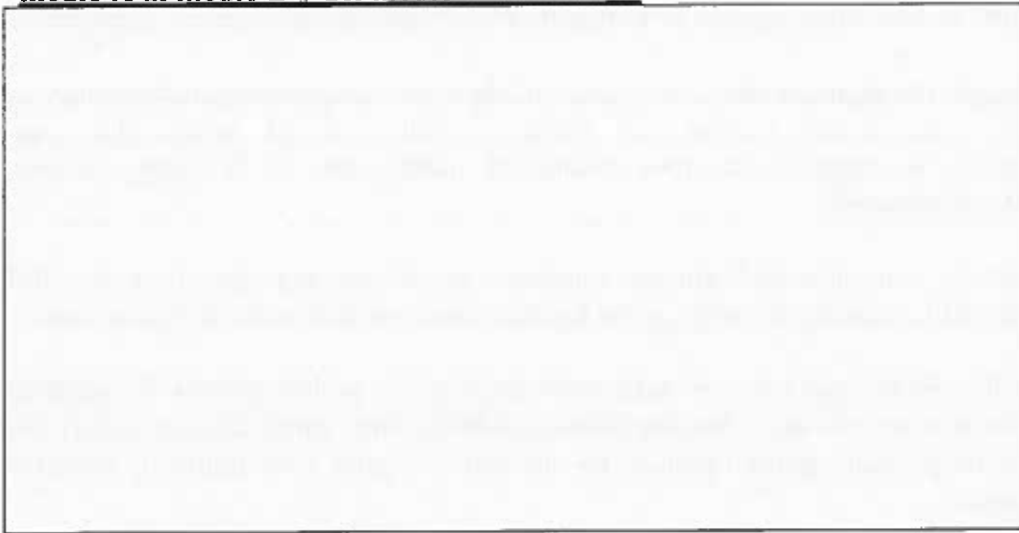
**Diseñar — Célula secretora de hormonas esteroideas.**



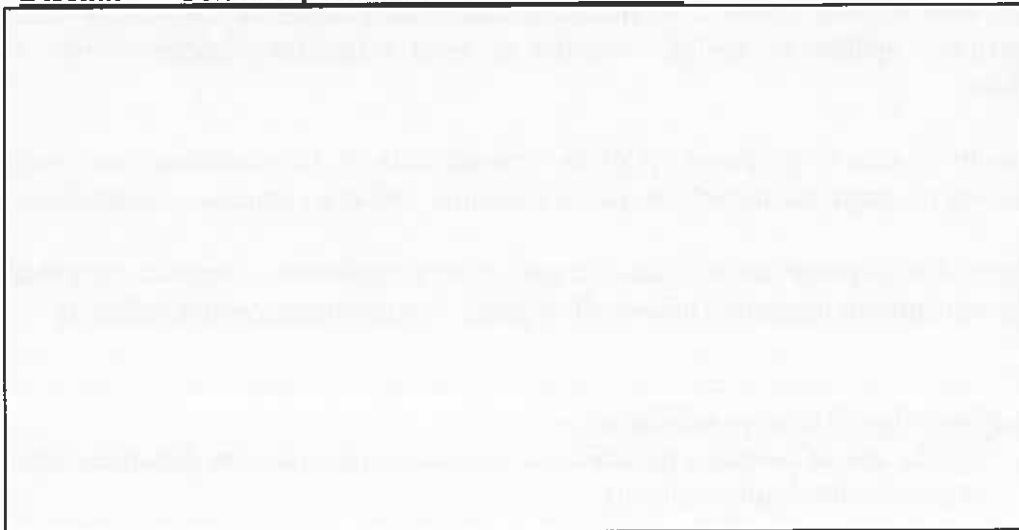
**Diseñar — Célula reserva de materiales energéticos.**



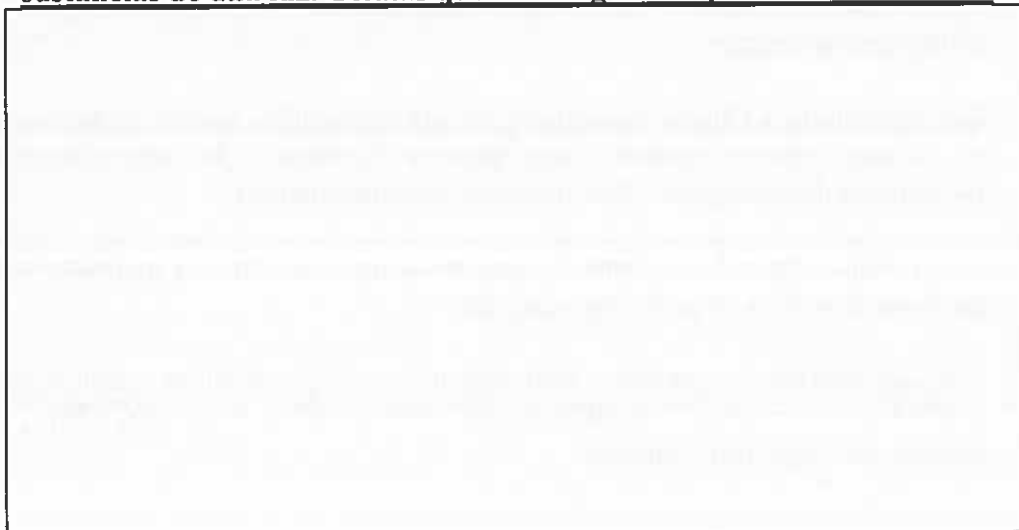
**Diseñar — Célula (1) que junto a otras (2) separan dos medios distintos (A, B) a través de las cuales se produce un tránsito de sustancias del medio A al medio B y del medio B al medio A.**



**Diseñar — Célula especializada en fotosintetizar.**



**Diseñar — Célula (1) que junto a otras (2) absorben gran cantidad de sustancias de una luz. Células que sufren grandes presiones mecánicas.**



El ejemplo del primer diseño propuesto (Célula secretora de proteínas ...) pueden ser las células de las glándulas serosas que tienen, entre otras particularidades, el núcleo desplazado y notable nucléolo y eucromatina. Además abundante RER, mitocondrias, gránulos de secreción, aparato de Golgi, desmosomas, zónula ocludens y uniones GAP.

El ejemplo del segundo diseño propuesto (Célula que se desplaza para fagocitar) pueden ser los macrófagos; células con forma variable, núcleo desplazado, lisosomas (primarios, secundarios y cuerpos residuales), notable aparato de Golgi, mitocondrias, RER y expansiones.

Las células secretoras de hormonas esteroideas nos llevan, por ejemplo, a las células de Leydig: REL, aparato de Golgi, gotas lipídicas, mitocondrias con crestas tubulares.

Entre las células que reservan materiales energéticos, podría tratarse de hepatocitos o adipocitos. Concretamente los adipocitos presentan como características más relevantes: núcleo desplazado, gotas lipídicas (o una única y gran gota lipídica), mitocondrias, lisosomas.

El quinto diseño propuesto (Célula que junto a otras separan ...) nos podría llevar a las células endoteliales: célula con núcleo prominente porque el citoplasma está muy adelgazado, aparato de Golgi, vesículas de pino y exocitosis, desmosomas, zónula ocludens.

El penúltimo diseño propuesto (Célula especializada en fotosintetizar) nos traslada a células del parénquima clorofílico: pared primaria, vacuola y muchos cloroplastos.

El último diseño propuesto (Célula que junto a otras absorben ...) puede corresponder a células del epitelio intestinal: microvellosidades, desmosomas, zónula ocludens.

Otras propuestas de diseño podrían ser:

- Célula que se desplaza rápidamente y que recorre una gran distancia, indicando el motivo del desplazamiento.

Correspondería a espermatozoides: flagelo con fibras accesorias, cuerpo basal, núcleo voluminoso, lisosoma (acrosoma), mitocondrias.

- Célula que se contrae.

Correspondería a células musculares: células aplanadas, varios núcleos (que no se dividen), microfilamentos, mitocondrias (externas a los microfilamentos), inclusiones de glucógeno, REL (retículo sarcoplasmático).

- Dos células inmóviles y distantes que se comunican entre sí mediante señales químicas ubicadas en pequeñas vesículas.

Corresponderían a neuronas: prolongaciones citoplasmáticas, núcleo central, nucléolo, eucromatina, microfilamentos, microtúbulos, ribosomas libres, RER, aparato de Golgi, mitocondrias.

En este contexto se puede hacer un resumen de 3 columnas. En una se indican los orgánulos, en otra la función más destacada de los mismos, y en la tercera, las células o tejidos dónde particularmente se encuentran. Se pueden indicar los relacionados con la superficie celular por un lado, los citoplasmáticos por otro, lo referido al núcleo por otro, y por último los característicos de las células de las plantas.

Algunos de los hitos indicados, no pueden ser considerados orgánulos o funciones en el sentido estricto, aunque tiene sentido incluirlos en las lista para unificar conceptos.

<u>Orgánulo.</u>	<u>Función.</u>	<u>Localización.</u>
Cilios y flagelos.	Movimiento del medio o desplazamiento.	Epitelio traqueal, espermatozoides.
Desmosomas.	Aseguran una fuerte adhesión.	Tejido epitelial.
Endo y exocitosis.	Transporte de materiales.	Endotelios, células secretoras.
Hemidesmosomas	Aseguran una fuerte adhesión.	Tejido epitelial.
Interdigitaciones.	Incrementan la cohesión.	Tejido epitelial.
Microvellosidades.	Aumentan la capacidad de intercambio.	Enterocitos.
Pliegues basales.	Aumentan la capacidad de intercambio.	Aparato urinario.
Uniones Gap.	Comunican células.	Hepatocitos, glándulas.
Zónulas ocludens.	Sellan.	Tejido epitelial.
Aparato de Golgi.	Secreción y distribución de materiales.	Glándulas mucosas.
Filamentos intermedios.	Resistencia a la tracción.	Células epiteliales.
Inclusiones de glucógeno.	Material energético.	Hepatocitos.
Inclusiones lipídicas.	Material energético.	Adipocitos.
Inclusiones pigmentarias.	Protección de la luz.	Cromatóforos.
Lisosomas.	Degradación.	Macrófagos.
Microfilamentos.	Citoesqueleto, contracción, movimiento.	Fibras musculares.
Microtúbulos.	Citoesqueleto, movimientos.	Neuronas, espermatozoides.
Mitocondrias.	Energía.	Espermatozoides.
Peroxisomas.	Degradación.	Hepatocitos.
REL.	Síntesis de lípidos y derivados.	Céls. secretoras hormonas esteroides.
RER.	Síntesis de proteínas para exportar	Neuronas.
Ribosomas libres.	Síntesis "interna" de proteínas y de membrana.	Célula indiferenciada.
Células en división.	Proliferación celular.	Meristemos.
Eucromatina.	Síntesis activa (de ribosomas).	Células plasmáticas.
Nucléolo.	Síntesis activa de proteínas.	Neurona.
Amiloplastos.	Material energético.	Parénquima de reserva.
Cloroplasto.	Fotosíntesis.	Células fotosintetizadoras.

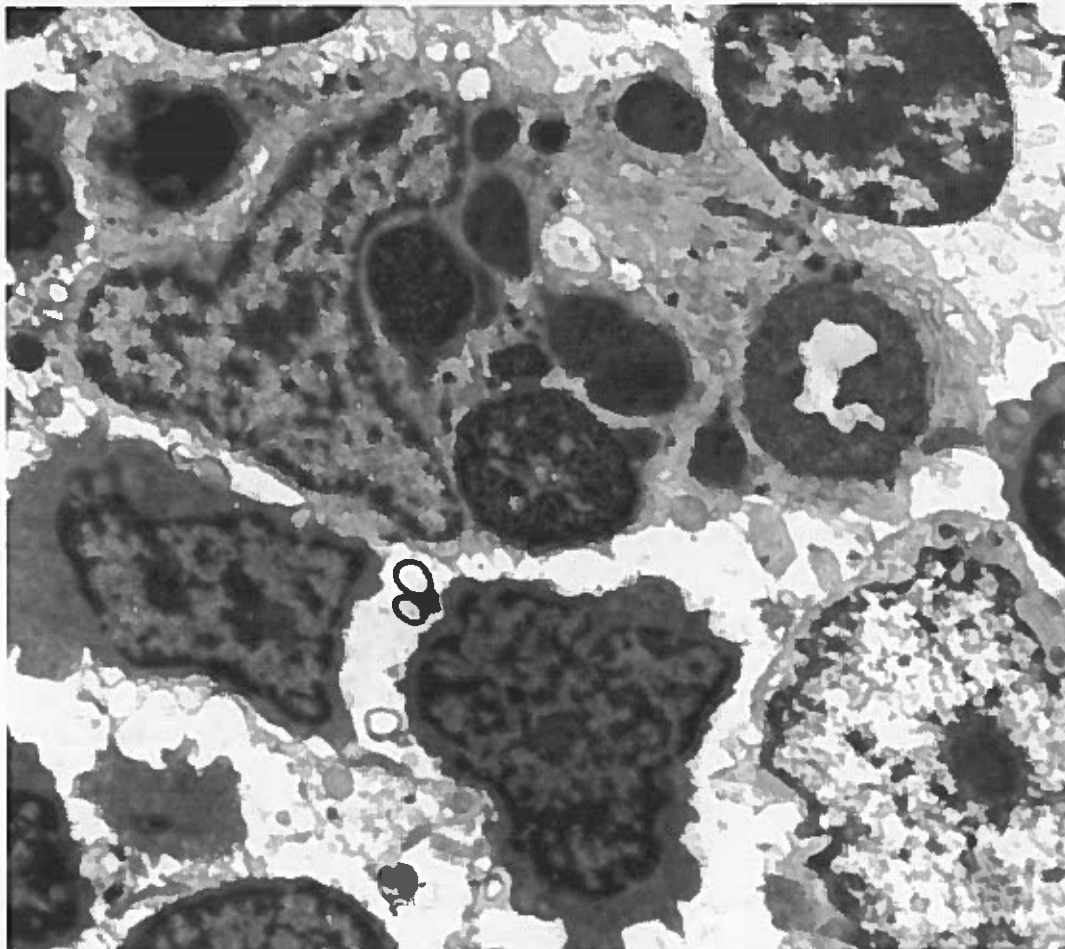


Espacio intercelular.	Comunicación entre células alejadas.	Parénquimas.
Etioplastos.	Futuros plastos.	Células indiferenciadas.
Lámina media.	Cohesión celular.	Parénquimas.
Pared primaria.	Mantenimiento del porte de las células.	Todas las de las plantas.
Pared secundaria.	Mantenimiento del porte de las células.	Xilema, esclerénquima.
Plasmodesmos.	Comunicación entre células.	Parénquimas.
Punteaduras.	Comunicación entre células.	Esclereidas, traquéidas.
Vacuolas.	Mayor superficie de contacto.	Parénquimas.

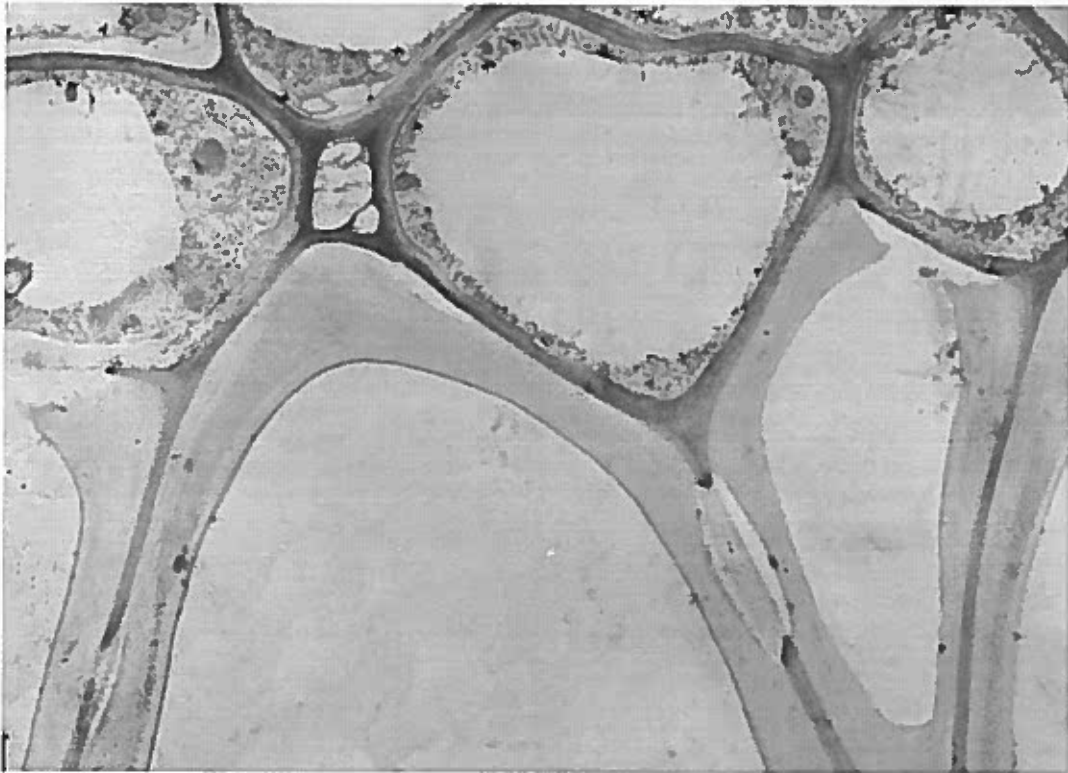
---

**MICROSCOPIA ELECTRÓNICA.**

- En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:  
 ¿cuántos núcleos o fragmentos de núcleos se ven?:  
 ¿se observa algún núcleo lobulado?:  
 ¿se ven nucléolos?:  
 ¿predomina la eucromatina sobre la heterocromatina?:  
 ¿se ve hialoplasma?:  
 ¿predominan los citoplasmas sobre los núcleos?:  
 ¿se puede afirmar taxativamente a que reino pertenece la imagen?:  
 ¿se ven cloroplastos?:  
 ¿se ven paredes?:  
 ¿se ve almidón?:  
 ¿se ven mitocondrias?:  
 ¿se ve espacio extracelular?:  
 ¿se ve citoplasma?:  
 ¿se ve REL?:  
 ¿se ve RER?:  
 ¿son células libres?:  
 ¿son células inmóviles?:  
 ¿se ve alguna célula polarizada?:  
 ¿alguna de las células podría corresponder con alguno de los diseños propuestos?:



En la siguiente imagen, ¿cuántas células o fragmentos de células se ven?:  
¿se ven núcleos?:  
¿a qué reino pertenece?:  
¿se ven cloroplastos?:  
¿se ve espacio extracelular?:  
¿se ve hialoplama?:  
¿se ven vacuolas?:  
¿se ven paredes?:



Buscar en la COLECCIÓN DE IMÁGENES que se presentan al final del libro, las que estén relacionadas con la práctica.

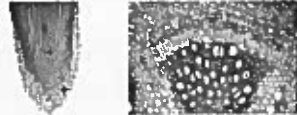
**Práctica 6. HISTOLOGÍA I. REINO DE LAS PLANTAS.**

Las células agrupadas constituyen tejidos, éstos conforman los órganos que a su vez constituyen los organismos.

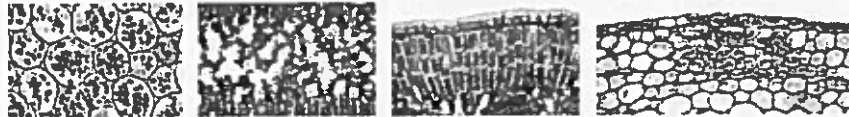
En esta práctica se estudian los tejidos de las plantas.

Clasificación esquemática y en imágenes de los tejidos de las plantas:

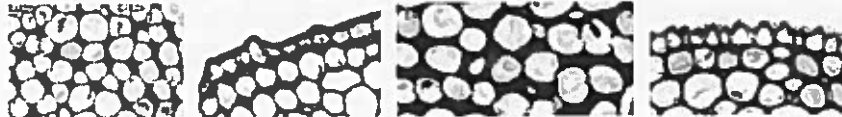
Meristemo apical y lateral



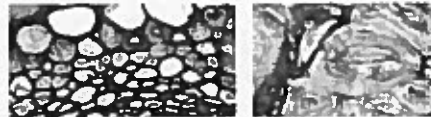
Parénquima de reserva, aerífero, clorofílico en empalizada y lagunar



Colénquima angular, laminar, lagunar y anular



Fibras y esclereidas



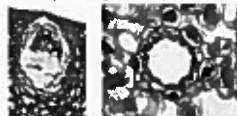
Xilema (longitudinal y transversal): elementos traqueales y células acompañantes. Floema: elementos cribosos y células acompañantes



Haz vascular radial, colateral abierto, colateral cerrado y bicolateral



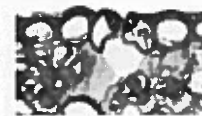
Conducto lisogénico y esquizógeno



Epidermis uniseriada y multiseriada



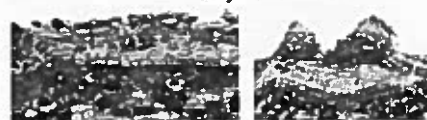
Estoma



Tricoma unicelular, pluricelular, unicelular glandular y pluricelular glandular



Peridermis y lenticela



Los tejidos de las plantas (y algunas de las células más características) son:

- Meristemos: apicales (de la raíz y del tallo), y laterales (procambium y cambium).
- Parénquima: clorofílico (en empalizada y lagunar), de reserva, aerífero, acuífero.
- Colénquima: angular, laminar, lagunar, anular.
- Esclerenquima: fibras y esclereidas (braquiesclereidas, macrosclereidas, osteoesclereidas, astroesclereidas, tricoesclereidas).
- Xilema: elementos traqueales y células acompañantes.
- Floema: elementos cribosos, células acompañantes.
- Haz vascular: radial, colateral (abierto o cerrado), bicolateral, concéntrico.
- Tejidos secretores: células secretoras aisladas, laticíferos, conductos (o cavidades): lisogénicos, esquizógenos.
- Epidermis: uniseriada, multiseriada. Células epidérmicas, células oclusivas de los estomas, tricomas (o pelos): unicelulares, pluricelulares, unicelulares glandulares, pluricelulares glandulares, absorbentes de la raíz.
- Peridermis: suber (o corcho), felógeno, felodermis. Lenticelas.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación --- Hoja de olivo (dicotiledónea).**  
Del envés al haz: Lámina: epidermis uniseriada / estomas: células oclusivas, ostiolo, cámara subestomática / tricomas pluricelulares / parénquima aerífero / parénquima clorofílico en empalizada / tricoesclereidas.  
Nervio central: epidermis uniseriada / colénquima anular / fibras / xilema y floema: haz colateral cerrado.
- **Preparación --- Hoja de maíz (monocotiledónea – planta C4).**  
Epidermis uniseriada / células buliformes / estomas / fibras / xilema y floema: haz colateral cerrado con vaina fascicular de fibras / parénquima clorofílico: **células de la vaina y células del mesófilo.**
- **Preparación --- Hoja de pino (gimnosperma).**  
Epidermis uniseriada (células lignificadas) / estomas (¡hundidos!) / macrosclereidas (en disposición subepidérmica) / parénquima clorofílico en empalizada / conductos esquizógenos (conductos resiníferos) / células parenquimáticas dispuestas a modo de endodermis / tejido de transfusión: parénquima de reserva, traqueidas: **punteaduras areoladas** / haz vascular.
- **Preparación --- Antera de sauce.**  
Conectivo: parénquima de reserva / haz vascular.  
Teca: epidermis uniseriada / endotecio / estomio / polen.
- **Preparación --- Hoja de ortiga (dicotiledónea).**  
Lámina: epidermis uniseriada / **cistolitos** / tricomas urticantes / parénquima clorofílico en empalizada.

Además de las preparaciones indicadas se propone estudiar una preparación “a ciegas” al final de la clase práctica:

- **Preparación --- Incógnita I.**

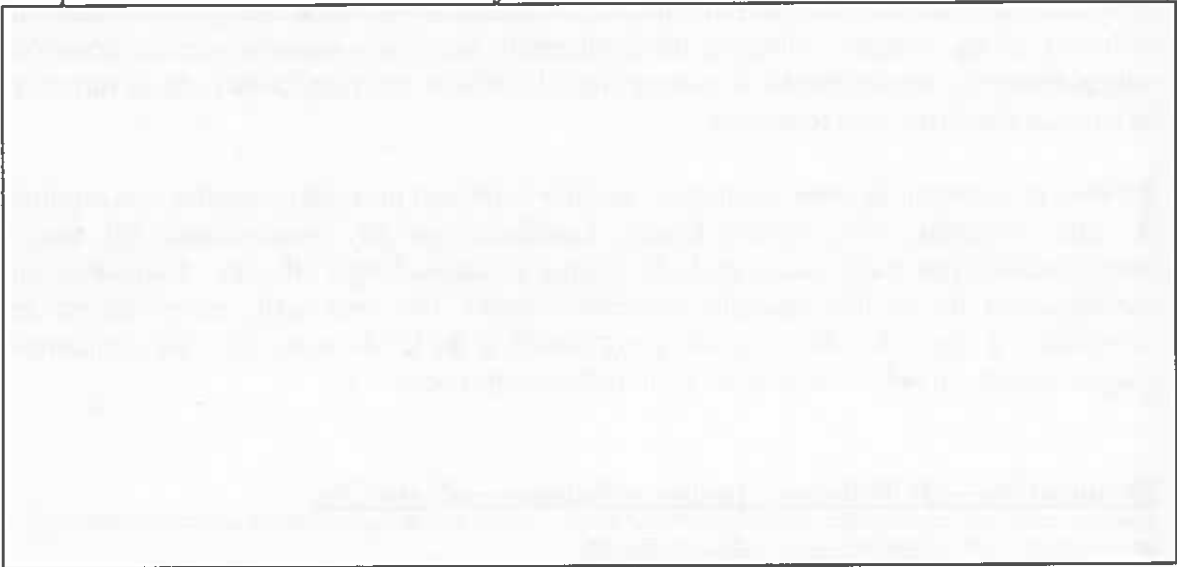
Es necesario tener claro que las plantas presentan crecimiento primario y crecimiento secundario. El crecimiento primario es el crecimiento en longitud, característico de las hojas, las flores y de algunas plantas enteras como ... las que constituyen el césped. El crecimiento secundario es el crecimiento en grosor, estando representado ... sobre todo por los grandes troncos de los árboles. En esta práctica, todas las preparaciones corresponden a estructuras con crecimiento primario.

**Preparación --- Hoja de olivo (dicotiledónea).**

Del envés al haz: Lámina: epidermis uniseriada / estomas: células oclusivas, ostiolo, cámara subestomática / tricomas pluricelulares / parénquima acrífero / parénquima clorofílico en empalizada / tricoclercidas.  
Nervio central: epidermis uniseriada / colénquima anular / fibras / xilema y floema: haz colateral cerrado.

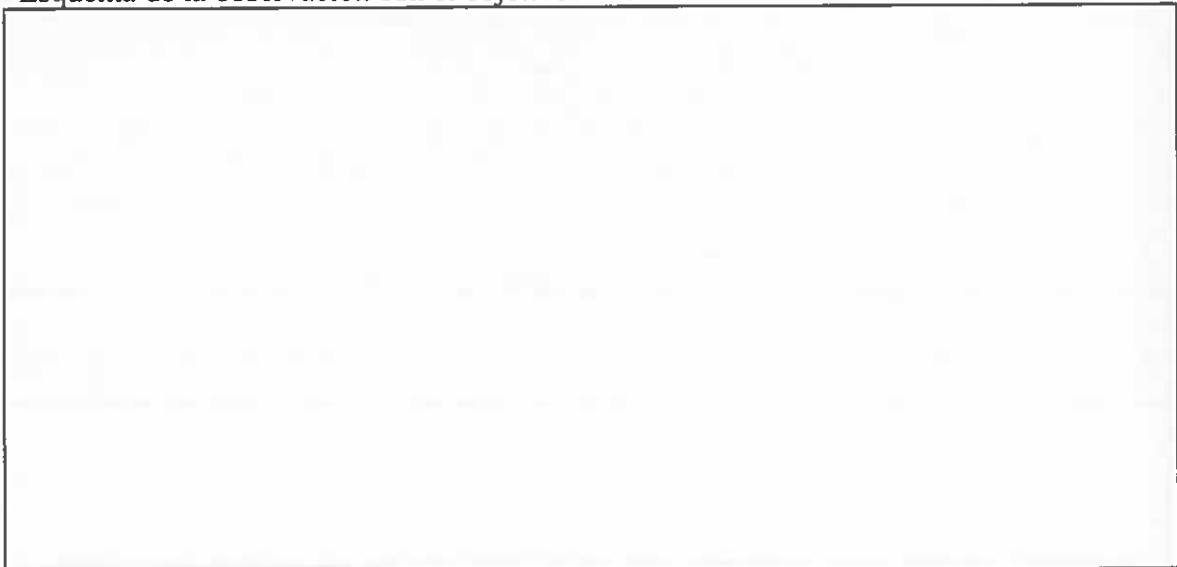
**Preparación --- Hoja de olivo (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



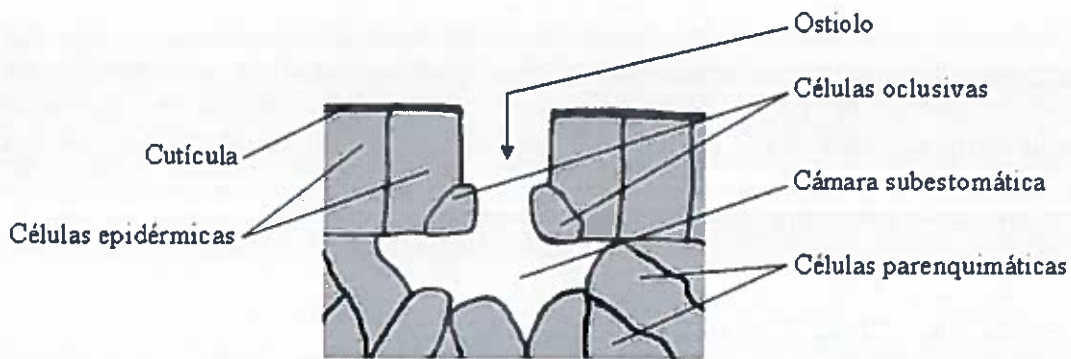
**Preparación --- Hoja de olivo (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Esquema de las partes de un estoma: ostiolo, células oclusivas y cámara subestomática.





Las tricoesclereidas forman parte del esclerénquima y por tanto presentan pared secundaria. Se llaman trico-esclereidas porque recuerdan a tricomas: son largas y finas. Se encuentran en el mesófilo a modo de vigas que apuntalan la estructura. En cortes rutinarios (de cortes transversales de hojas), raramente se ven secciones longitudinales u oblicuos de las mismas, viéndose frecuentemente secciones transversales en posición subepidérmica (acompañando al parénquima clorofílico en empalizada) con el lumen y la pared secundaria característicos.

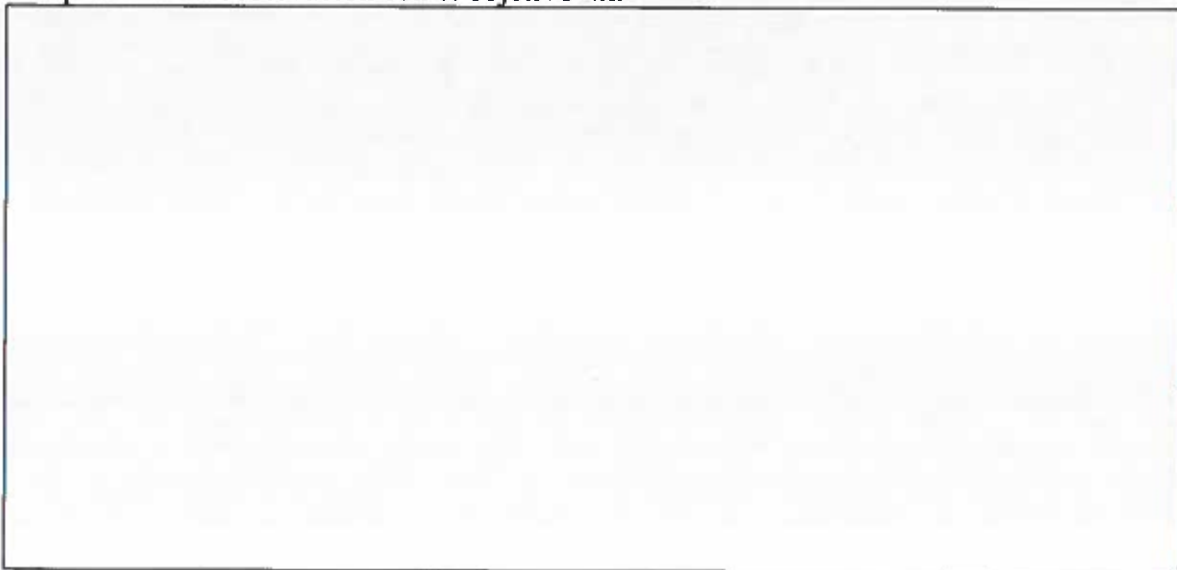
En el nervio central se observa un haz vascular colateral: un tejido vascular está encima de otro. Además entre ambos tejidos vasculares no hay procambium (el tejido meristemático que daría hacia un lado floema y hacia el otro xilema), tratándose en consecuencia de un haz vascular colateral cerrado. Por otra parte, en el xilema se identifican 2 tipos de células como corresponde a un tejido complejo: los elementos traqueales por un lado y las células acompañantes por otro.

**Preparación — Hoja de maíz (monocotiledónea — planta C4).**

Epidermis uniseriada / células buliformes / estomas / fibras / xilema y floema: haz colateral cerrado con vaina fascicular de fibras / parénquima clorofílico: células de la vaina y células del mesófilo.

**Preparación — Hoja de maíz (monocotiledónea — planta C4).**

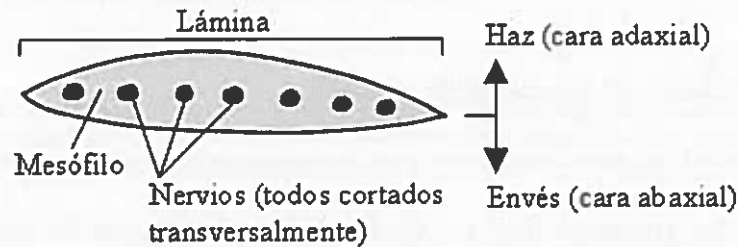
Esquema de la observación con el objetivo 4x.



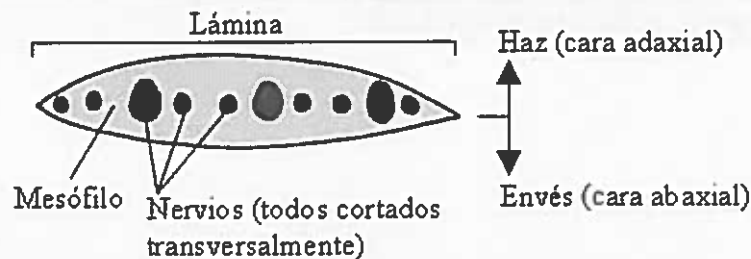
En las secciones transversales de hojas de monocotiledóneas, no se observa un nervio central prominente, sino nervios de un mismo orden (o de dos) todos ellos cortados

transversalmente (y no algunos oblicuamente como ocurría en las hojas de las dicotiledóneas).

CON NERVIOS DEL MISMO ORDEN

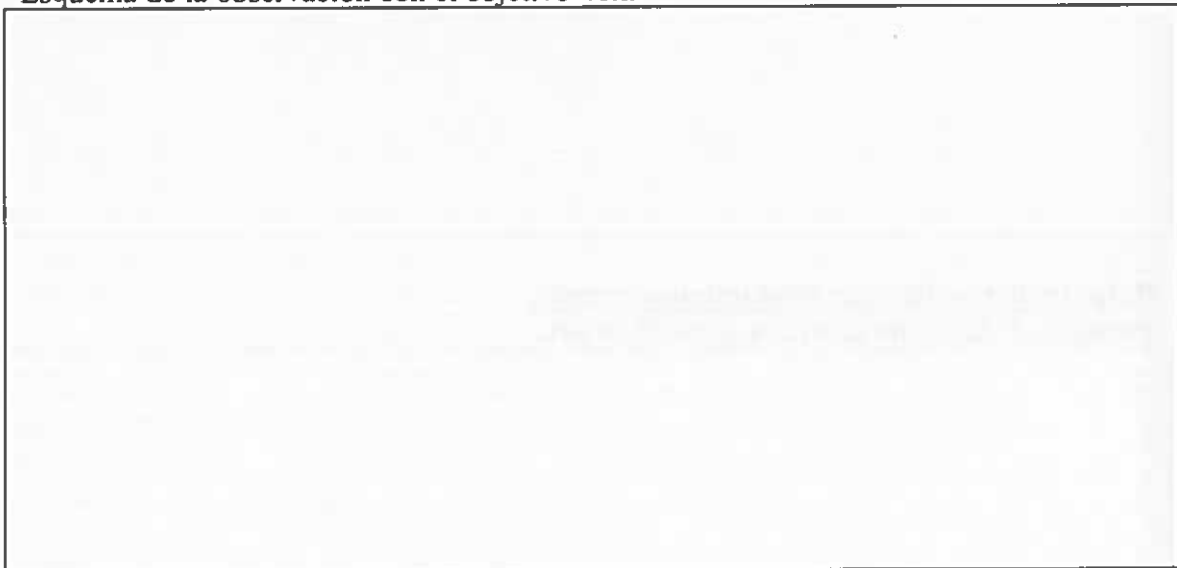


CON DOS TIPOS DE NERVIOS



**Preparación --- Hoja de maíz (monocotiledónea – planta C4).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Las células buliformes forman parte de un mecanismo de defensa de las hojas de maíz ante el exceso de calor: las hojas se pliegan por los lugares en los que están ubicadas las células buliformes, debido a que al perder agua, pierden turgencia.

La presencia de los refuerzos de tejidos de sostén por encima y por debajo de los haces vasculares (en este caso con fibras ¡de esclerénquima!), permite decir que se trata de un haz vascular con vaina fascicular.

Son frecuentes en nuestro entorno las plantas C-3, que en lo que interesa ahora, se caracterizan porque la fotosíntesis la lleva a cabo células con un solo tipo de

cloroplasto. Por otra parte hay un grupo de plantas (las C-4) que emplean dos tipos de células para realizar la fotosíntesis: unas son células grandes que rodean los haces y presentan cloroplastos grandes (las células de la vaina); y otras, son células más pequeñas que presentan abundantes cloroplastos pequeños (las células del mesófilo).

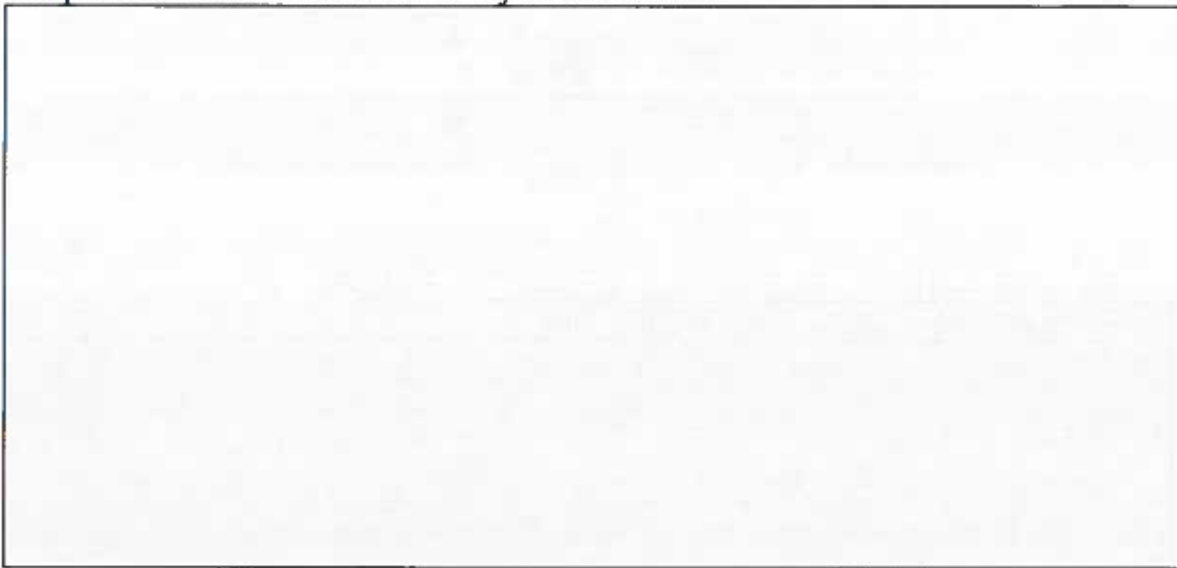
**Preparación --- Hoja de pino (gimnosperma).**

Epidermis uniseriada (células lignificadas) / estomas (¡hundidos!) / macrosclereidas (en disposición subepidérmica) / parénquima clorofílico en empalizada / conductos esquizógenos (conductos resiníferos) / células parenquimáticas dispuestas a modo de endodermis / tejido de transfusión: parénquima de reserva, traqueidas: punteaduras areoladas / haz vascular.

Las hojas de las gimnospermas se caracterizan por presentar epidermis lignificada, tejidos subepidérmicos también lignificados y estomas hundidos.

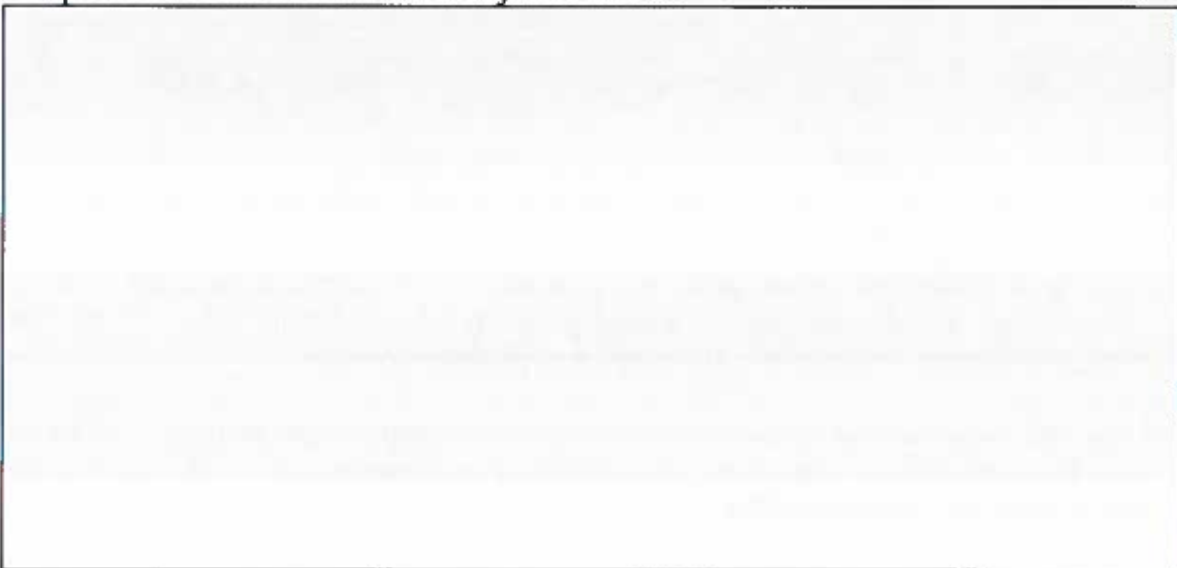
**Preparación --- Hoja de pino (gimnosperma).**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Hoja de pino (gimnosperma).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



La epidermis uniseriada de las gimnospermas suele ser la excepción a la definición: las células epidérmicas tienen pared primaria. En este caso se observan células enormemente lignificadas con un lumen muy pequeño.

Por otra parte se observa una gran distancia entre la superficie foliar y las células oclusivas, siendo eso lo que caracteriza a los estomas hundidos.

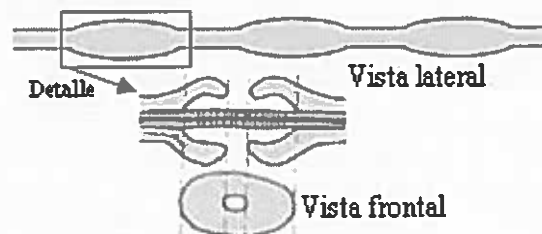
Frente a los conductos lisogénicos (ya vistos en la hoja de eucalipto) que presentan hacia la luz restos celulares, los conductos esquizógenos, no proceden de la lisis de células como los anteriores, si no de un pequeño espacio intercelular que se agranda, observándose rodeado de células sin restos de las mismas hacia la luz.

Un tipo de conductos esquizógenos son los conductos resiníferos que se observan en la preparación.

En prácticas anteriores se han observado esclereidas con punteaduras simples. Dichas punteaduras se observan en vista lateral como trazos lisos atravesando la pared secundaria (en realidad son finísimos canales que comunican el lumen celular con la parte exterior de la célula vecina). En vista frontal se observan como puntos brillantes en el interior de la pared secundaria.

Las células que presentan punteaduras areoladas, muestran en vista lateral una pared con abombamientos que se corresponden con la punteadura misma.

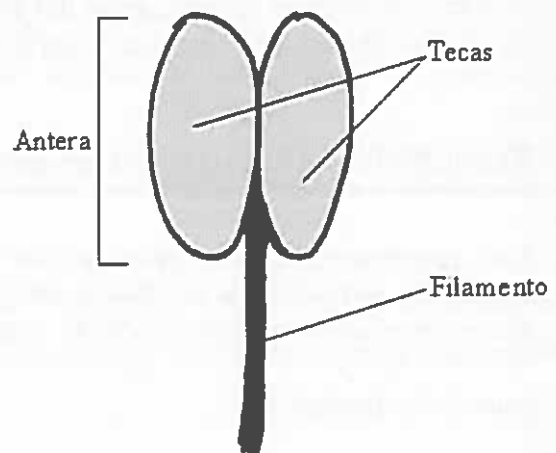
En vista frontal, el aspecto es el de monedas agujereadas. El detalle de la estructura de una punteadura areolada permite comprender porque ofrece dicho aspecto.



**Preparación — Antera de sauce.**

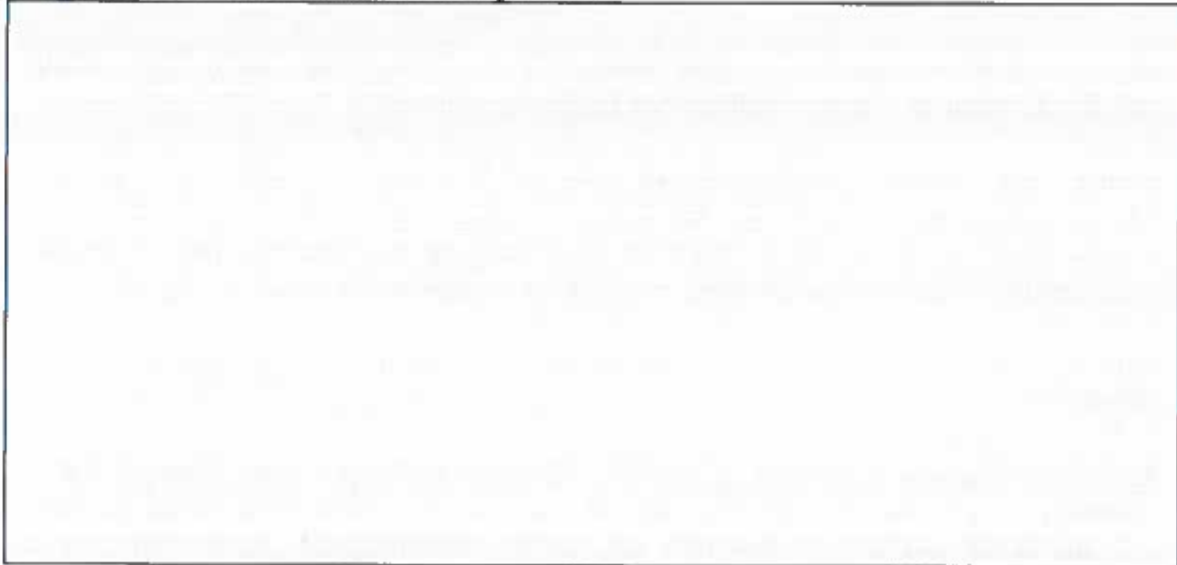
Conectivo: parénquima de reserva / haz vascular.  
Teca: epidermis uniseriada / endotecio / estomio / polen.

Un estambre tipo consta de:



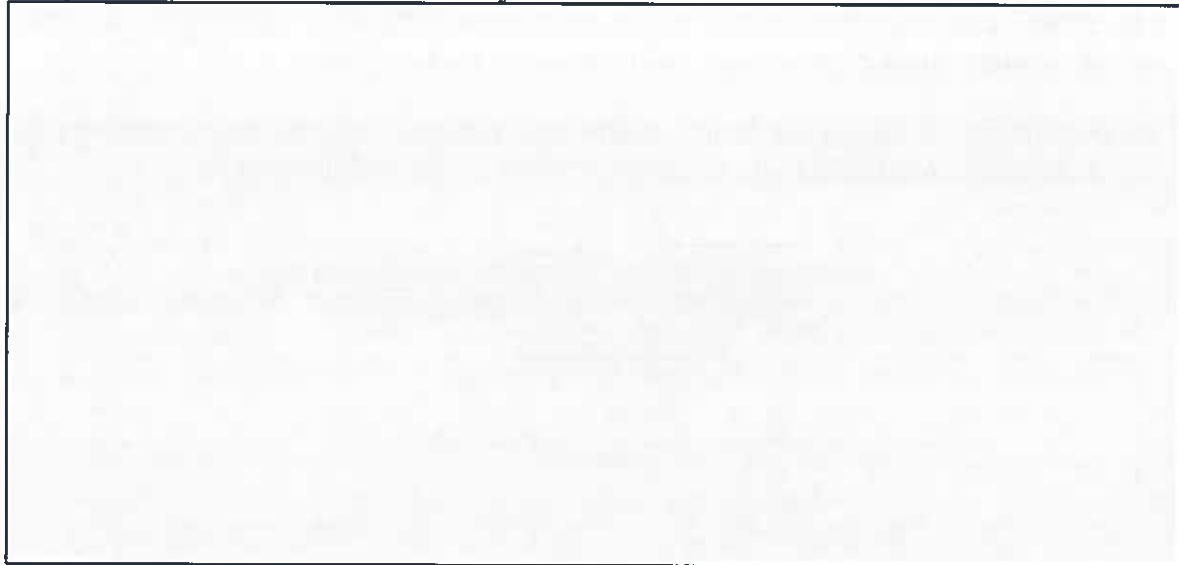
**Preparación --- Antera de sauce.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Antera de sauce.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Los engrosamientos de las células del endotecio son los responsables de que las anteras se abran y liberen los granos de polen a través del estomio.

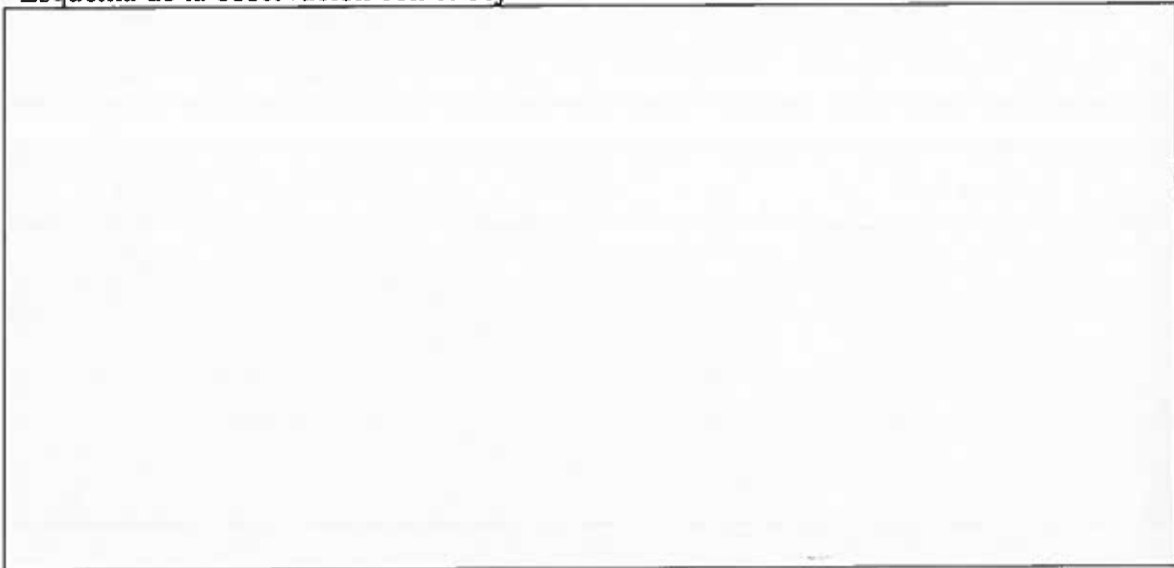
**Preparación --- Hoja de ortiga (dicotiledónea).**

Lámina: epidermis uniseriada / cistolitos / tricomas urticantes / parénquima clorofílico en empalizada.

Los tricomas urticantes (que pueden ser pluricelulares o unicelulares) “pican” al manipular o rozar hojas o tallos de ortigas porque se rompe un capuchón de sílice que tienen en el extremo más alejado de la superficie de la epidermis. Instantáneamente -sin el tapón silíceo- la vacuola que se encuentra a elevada presión, se vacía inoculando su contenido irritante.

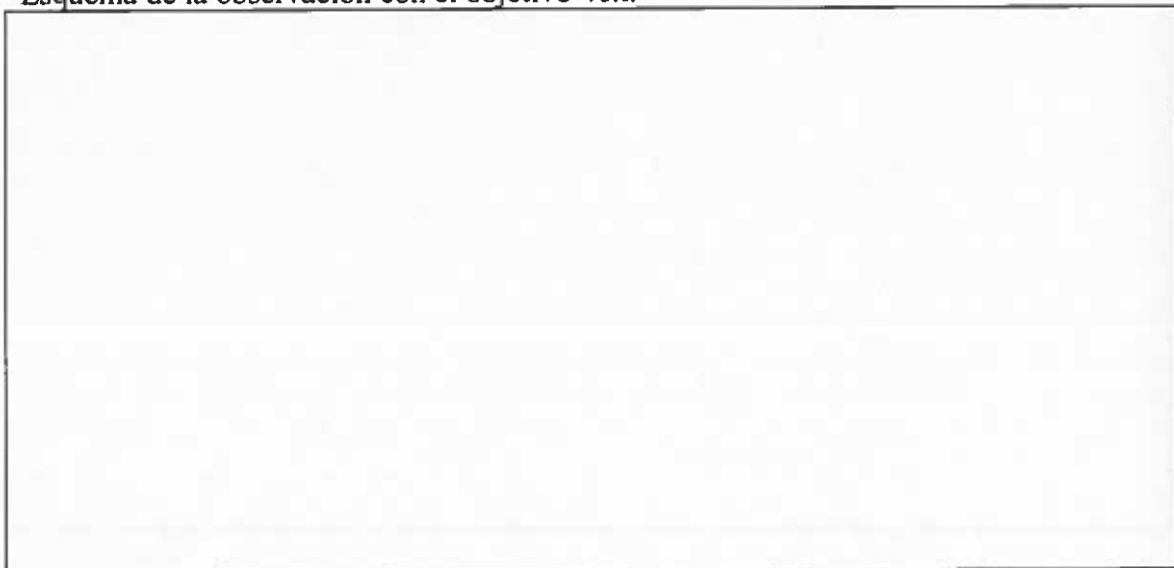
**Preparación --- Hoja de ortiga (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Hoja de ortiga (dicotiledónea).**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.

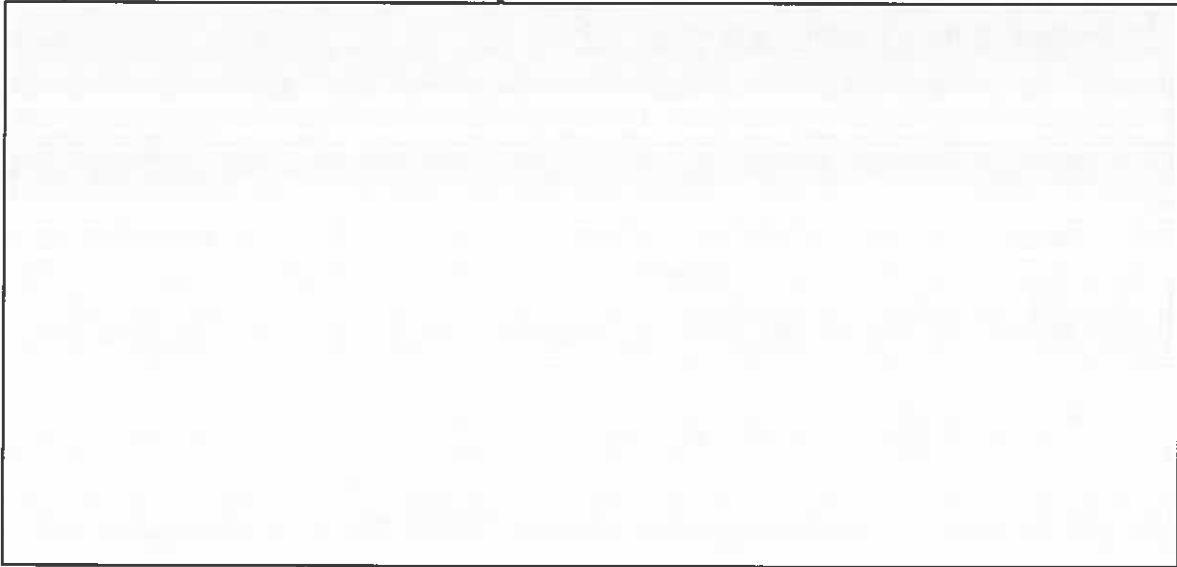


La clasificación resumida de la inclusiones de las plantas, establece las inclusiones de oxalato cálcico por una lado (drusas, prisas y ráfides) y las de carbonato cálcico por otro (los cistolitos) que se pueden observar en esta preparación.



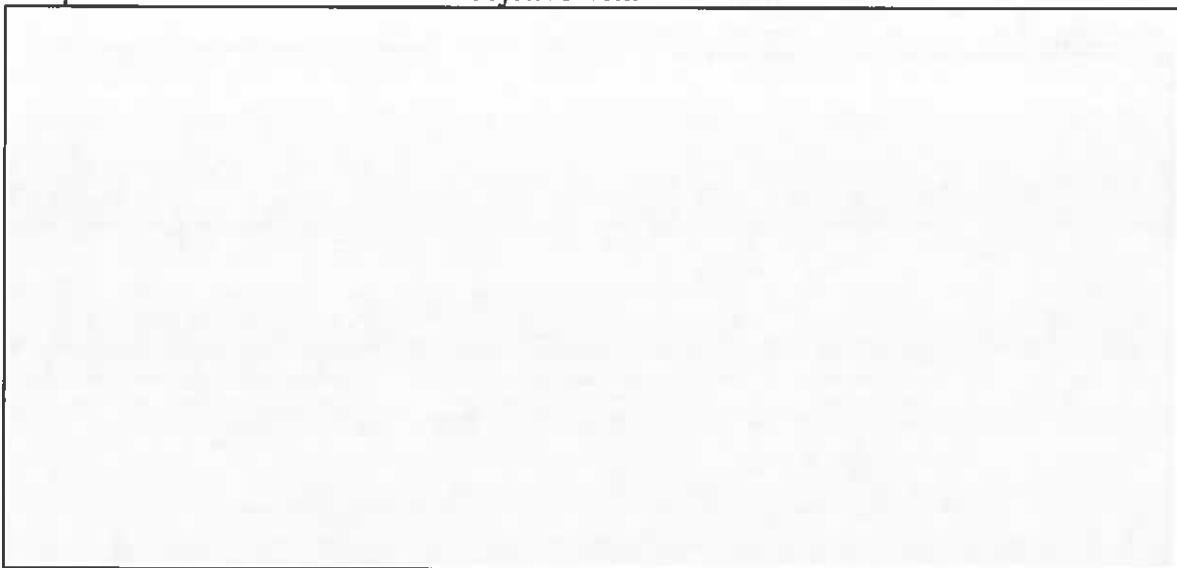
**Preparación — Incógnita I.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Incógnita I.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



## Práctica 7. HISTOLOGÍA II. REINO DE LAS PLANTAS.

En esta práctica se continúa el estudio de los tejidos de las plantas y se termina la aproximación a la organografía. Para ello es preciso tener claras ciertas nociones de organografía de las plantas:

- Hoja en sección transversal de:
  - o dicotiledónea: haz central en sección transversal y haces de segundo orden –en la lámina- en secciones oblicuas; el haz vascular central suele hacer prominencia sobre el envés foliar;
  - o monocotiledónea: todos los haces (de un solo orden o de más) cortados transversalmente;
  - o gimnosperma: epidermis y tejidos subepidérmicos lignificados, estomas hundidos;
  - o planta C-4: parénquima clorofílico con células de la vaina y células del mesófilo.
  
- Tallo con crecimiento primario en sección transversal de:
  - o dicotiledónea: el haz vascular forma un anillo completo o incompleto;
  - o monocotiledónea: haces vasculares “dispersos”.
  
- Raíz en sección transversal: con haz vascular radial.
  
- Raíz y tallo con crecimiento secundario en sección transversal: muy semejantes entre sí, la epidermis es reemplazada por peridermis (durante un tiempo ambos tejidos coexisten). En los tallos son frecuentes las lenticelas que reemplazan funcionalmente a los estomas.

Hoja de dicotiledónea y monocotiledónea



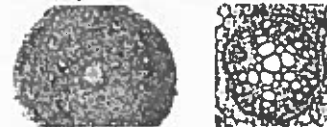
Hoja de gimnosperma y planta C-4



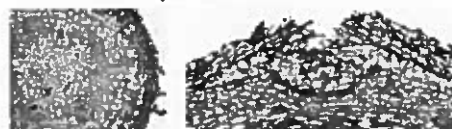
Tallo de dicotiledónea y monocotiledónea



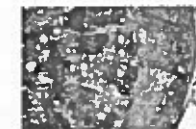
Raíz y haz vascular radial



Tallo con crecimiento secundario y lenticela



Raíz con crecimiento secundario



Preparaciones a estudiar:

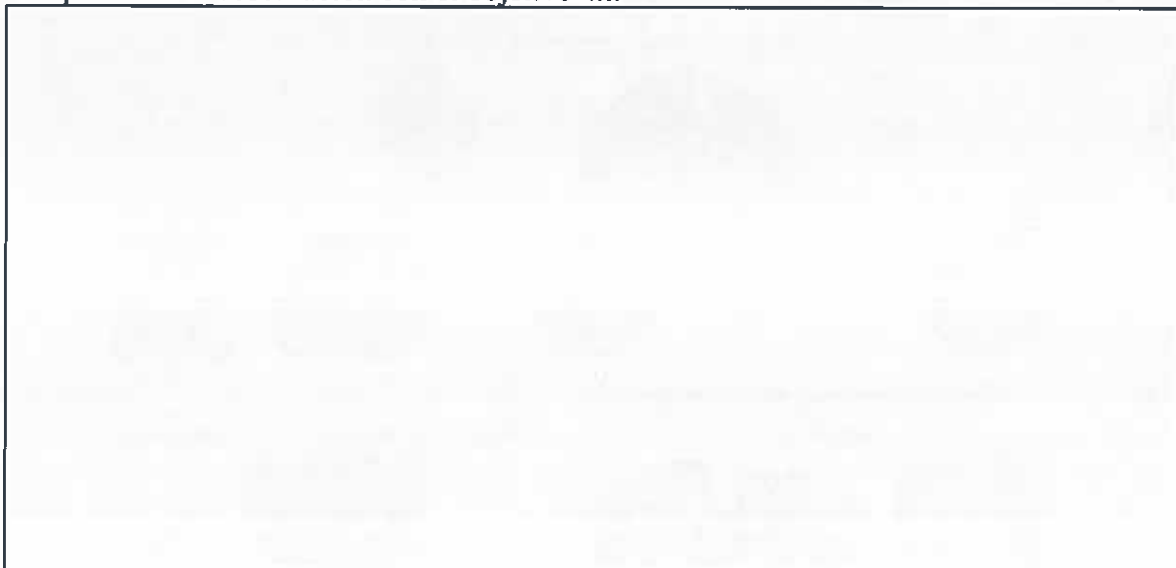
- **Preparación --- Tallo de *Eryngium* sp.**  
Epidermis uniseriada / estomas (con sus componentes) / colénquima laminar / parénquima clorofílico lagunar / colénquima angular / colénquima lagunar / parénquima de reserva / haz colateral abierto: floema, procambium, xilema / parénquima de reserva / drusas.
- **Preparación --- Tallo de narciso.**  
Epidermis uniseriada / cutícula / estomas (con sus componentes) / parénquima clorofílico lagunar / parénquima de reserva (parénquima acuífero) / ráfides / haz colateral cerrado: xilema, floema.
- **Preparación --- Raíz de *Monstera* sp.**  
Epidermis: células suberificadas / parénquima de reserva / ráfides / fibras / haz radial: xilema, floema.
- **Preparación --- Tallo de alcornoque.**  
Tricomas pluricelulares / peridermis: células suberificadas, lenticelas / parénquima de reserva / macroesclereidas / fibras / haz vascular.
- **Preparación --- Raíz de lino.**  
Peridermis: células suberificadas / parénquima aerífero / anillos de crecimiento: xilema.
- **Preparación --- Incógnita II.**

**Preparación --- Tallo de *Eryngium* sp.**

Epidermis uniseriada / estomas (con sus componentes) / colénquima laminar / parénquima clorofílico lagunar / colénquima angular / colénquima lagunar / parénquima de reserva / haz colateral abierto: floema, procambium, xilema / parénquima de reserva / drusas.

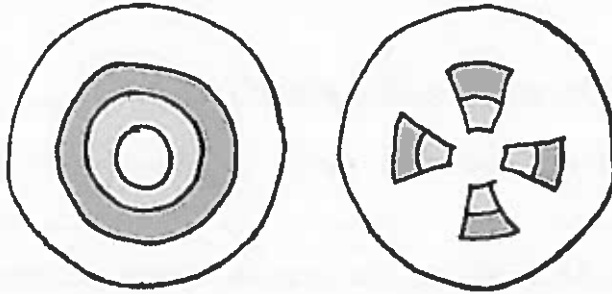
**Preparación --- Tallo de *Eryngium* sp.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

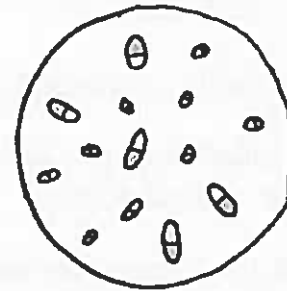


Se observa que los haces vasculares (xilema y floema) se disponen formando un anillo (rodeando el tallo), siendo en consecuencia un tallo de dicotiledónea.

Tallo de dicotiledónea  
 Haces vasculares formado  
 un anillo completo o incompleto



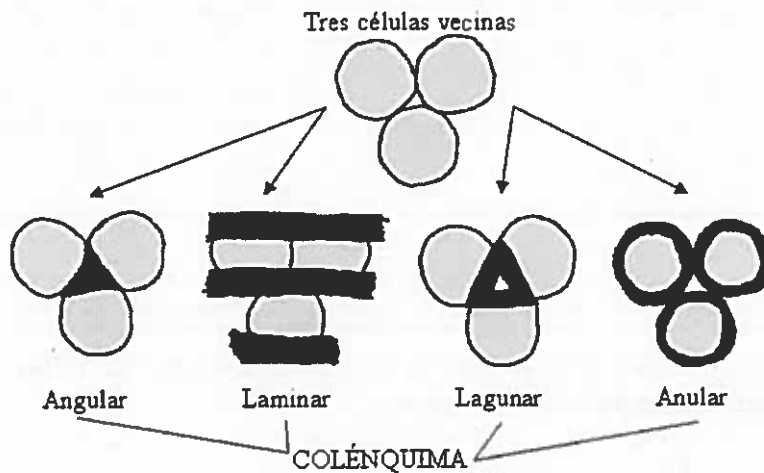
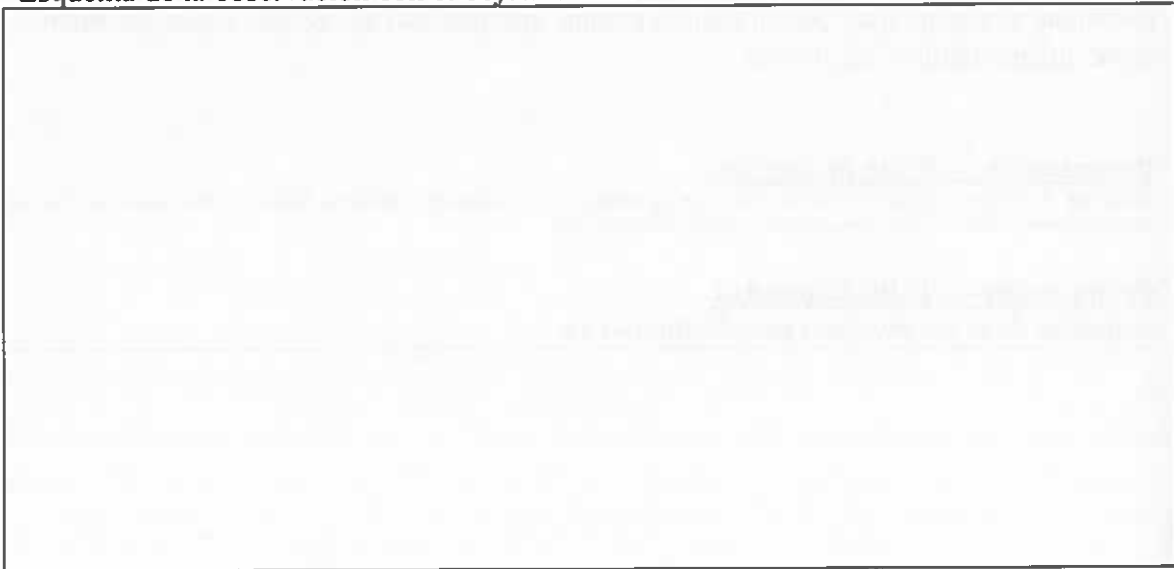
Tallo de monocotiledónea  
 Haces vasculares dispersos



La disposición de los haces vasculares tanto en las dicotiledóneas como en las monocotiledóneas es independiente del contorno exterior que tenga la sección: circular, cuadrangular, hexagonal, etc.

**Preparación -- Tallo de *Eryngium* sp.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Al estudiar los diferentes tipos de colénquima, se cumple lo ya indicado sobre los límites imprecisos de los tejidos de las plantas y la existencia de células "híbridas".

Concretamente se observa que una o dos células típicas de colénquima lagunar, puede tener de vecinas, una o dos células típicas de colénquima angular, etc. Sea como fuere, el conjunto está constituido por células con paredes primarias engrosadas con una clara función de sostén.

El haz vascular es colateral (¡un tejido vascular encima de otro!).

Entre ambos tejidos vasculares hay procambium, siendo en consecuencia un haz vascular colateral abierto.

Las células del procambium (y las del cambium) son como las células meristemáticas estudiadas en la preparación de raíz de la cebolla al menos en cuanto que tienen paredes muy delgadas.

Es curioso que las células del procambium (como las del cambium vascular) dan lugar a células del floema o del xilema según dónde se encuentren físicamente.

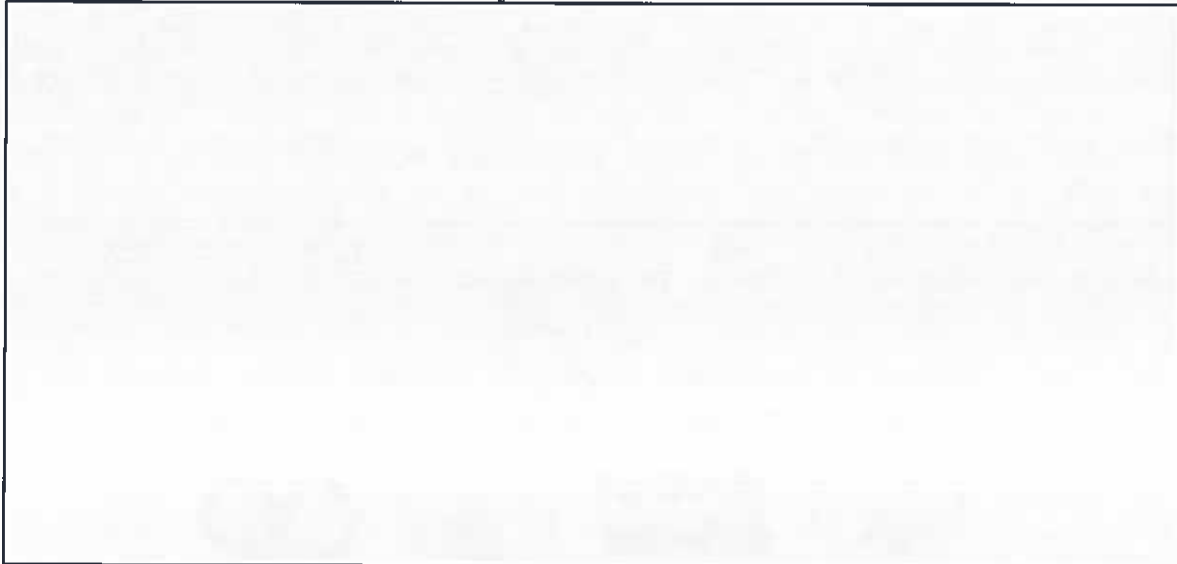
Se han realizado ensayos en ese sentido. Por ejemplo, si células meristemáticas próximas al xilema (que darían lugar a células xilemáticas) se colocan cerca del floema, darán lugar a células del floema.

#### **Preparación --- Tallo de narciso.**

Epidermis uniseriada / cutícula / estomas (con sus componentes) / parénquima clorofílico lagunar / parénquima de reserva (parénquima acuífero) / ráfides / haz colateral cerrado: xilema, floema.

#### **Preparación --- Tallo de narciso.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

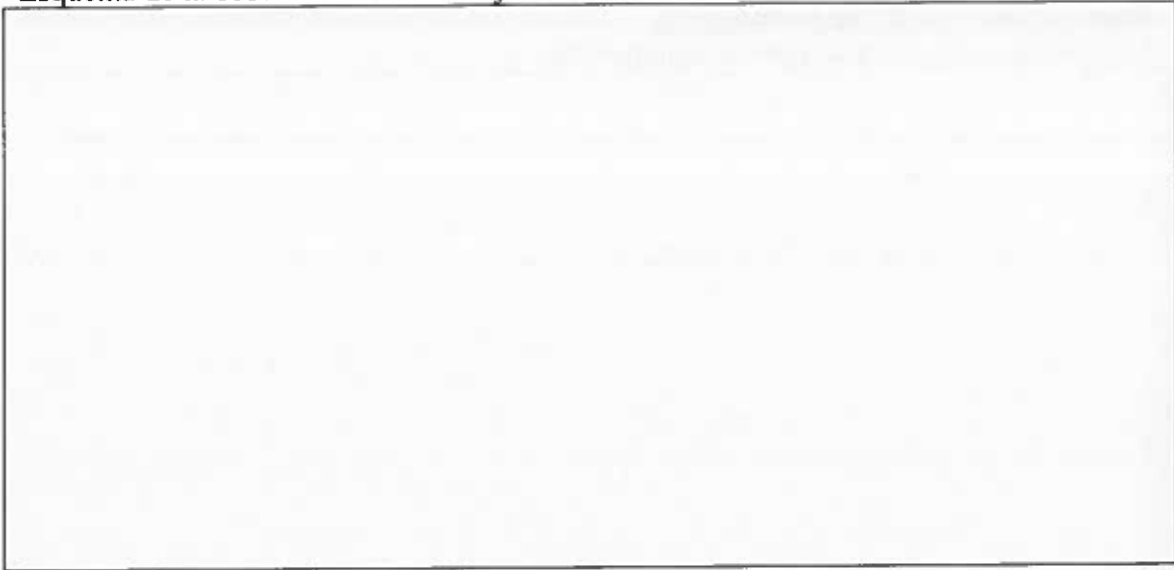


Los haces vasculares están dispersos en la sección (transversal del tallo) o si se prefiere, no dibujan un anillo completo ni incompleto..

Concretamente se observan a diferentes alturas (más cercanos unos de la epidermis y más alejados otros) y se observan de distintos tamaños; todo lo cual nos indica que se trata de un tallo de monocotiledónea.

**Preparación — Tallo de narciso.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se detecta la presencia de estomas a pesar de que no siempre se observan todas sus partes: no es necesario observar las células oclusivas, el ostiolo y la cámara subestomática para identificar los estomas. La cutícula se muestra ornamentada. Por debajo un parénquima clorofílico lagunar: es clorofílico porque presenta cloroplastos y es lagunar porque las células no son rectangulares, sino que son células redondeadas. El resto está ocupado por un parénquima de reserva o por un parénquima acuífero. Los haces vasculares son colaterales cerrados.

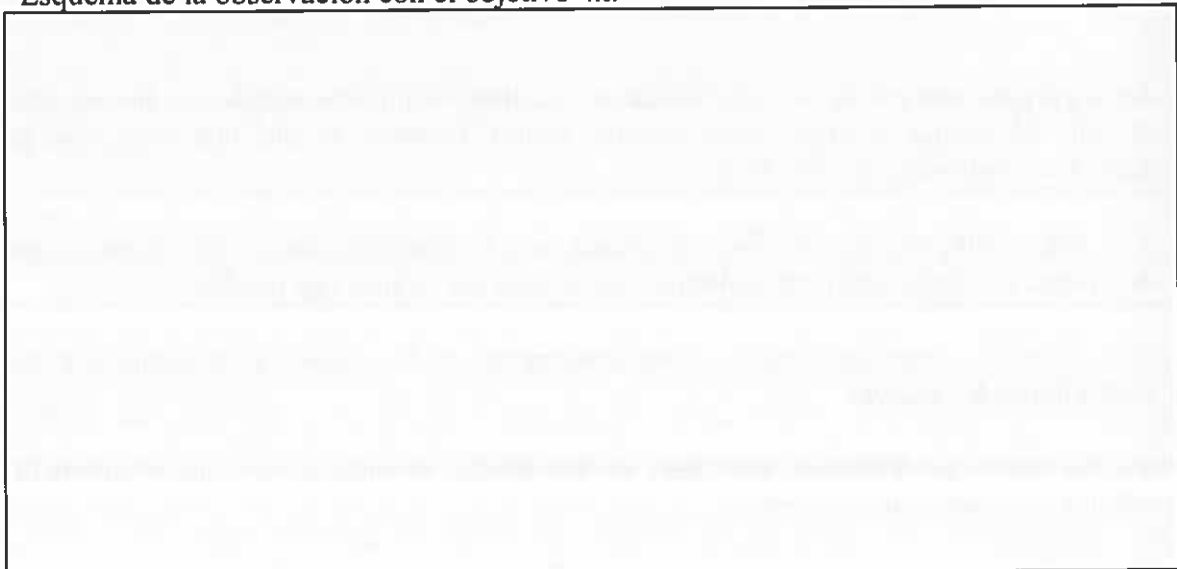
Se observa además la presencia de inclusiones cristalinas alargadas. Son extraños ráfides (extraños porque no presentan extremos afilados como los más típicos).

**Preparación — Raíz de *Monstera* sp.**

Epidermis: células suberificadas / parénquima de reserva / ráfides / fibras / haz radial: xilema, floema.

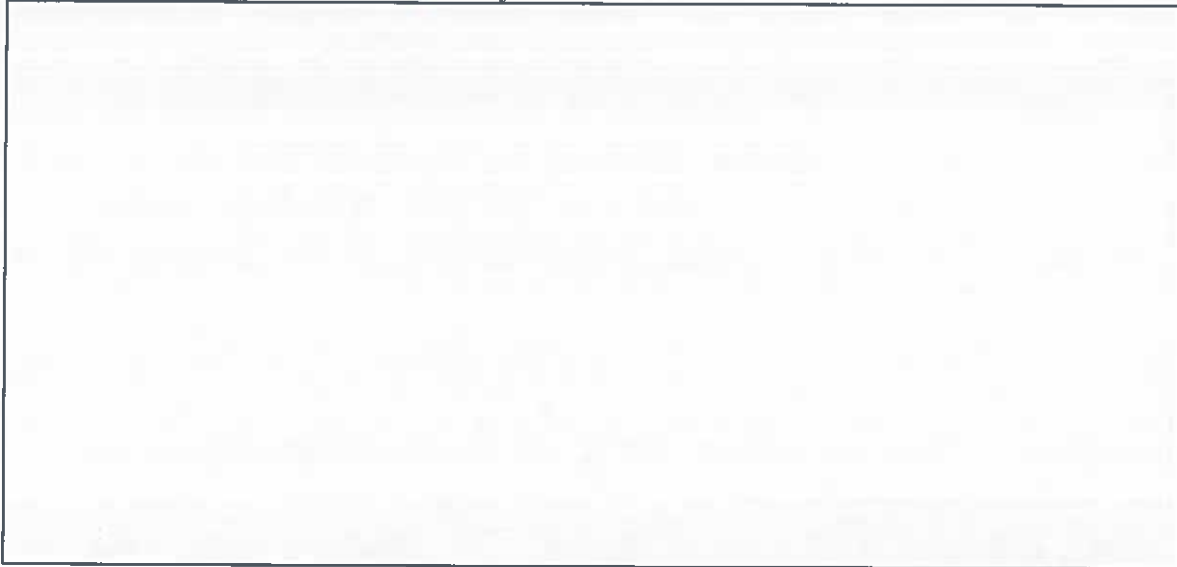
**Preparación — Raíz de *Monstera* sp.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

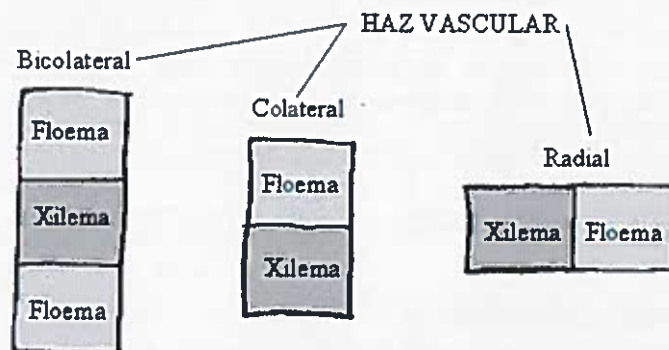


**Preparación --- Raíz de *Monstera* sp.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Sin considerar la presencia de procambium o de cambium vascular, la diferencia entre los haces vasculares bicolaterales, colaterales y radiales se puede esquematizar como se indica.



En la preparación se observa que los haces vasculares son haces radiales: el floema está al lado del xilema (y no un tejido vascular encima de otro), lo cual nos indica que se está observando una sección de raíz.

Las células suberificadas se observan planas, con formas irregulares e imbricadas unas con otras. En disposición subepidérmica se pueden ver células con ráfides.

Las fibras se observan cortadas transversalmente en los espacios intercelulares del parénquima de reserva.

En las raíces generalmente por fuera de los tejidos vasculares, hay un conjunto de células ordenadas circularmente.



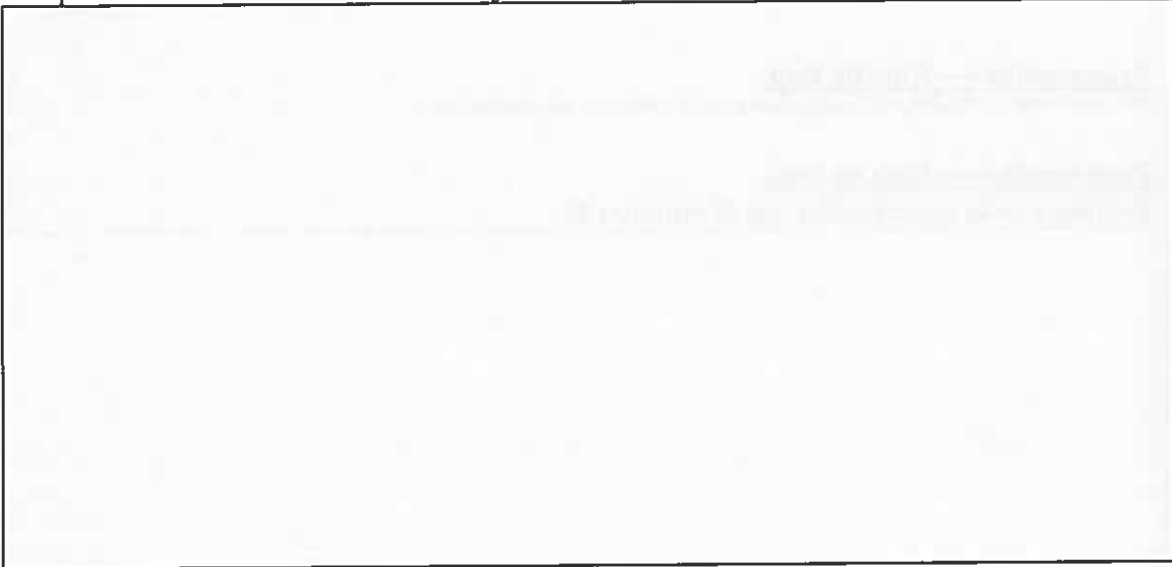
**Preparación — Tallo de alcornoque.**

Tricomas pluricelulares / peridermis: células suberificadas, lenticelas / parénquima de reserva / macrosclereidas / fibras / haz vascular.

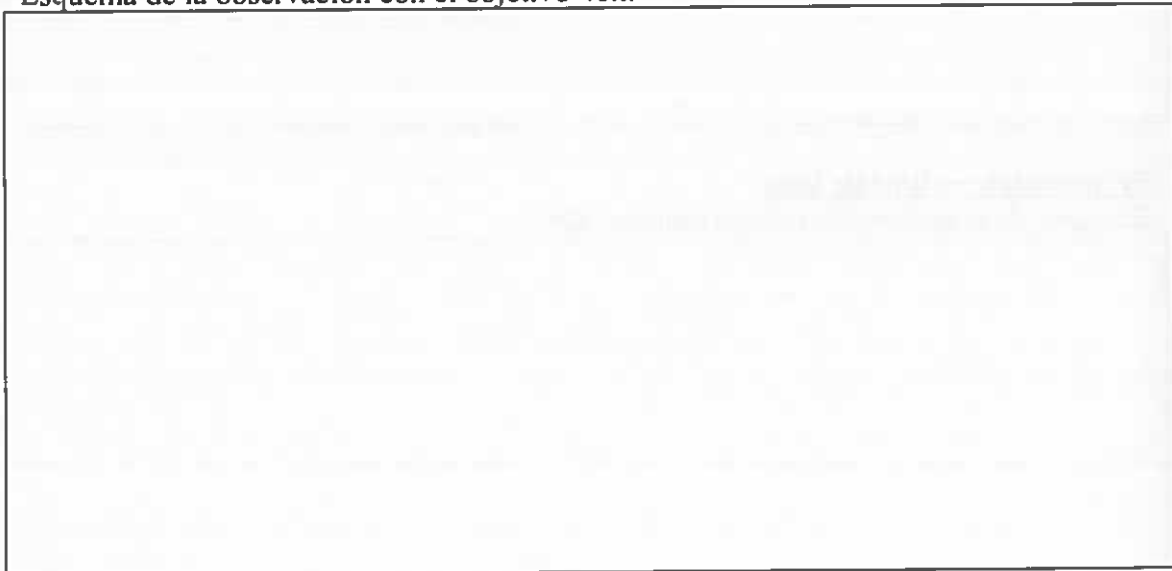
Se puede llegar a reconocer que una estructura de las plantas presenta crecimiento secundario, porque deja de ser fotosintética (¡verde!) y generalmente pasa a tener el color de la corteza, independientemente del tamaño de la estructura a estudiar.

**Preparación — Tallo de alcornoque.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación — Tallo de alcornoque.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



La epidermis es reemplazada por peridermis en las partes de las plantas que presentan crecimiento secundario. Es una sustitución que supone que la peridermis -que se forma por debajo de la epidermis- rompe literalmente aquella.

En ocasiones, como en la preparación, coexisten ambos tejidos: se pueden ver tricomas que forman parte de la epidermis rota y por debajo la peridermis. En la peridermis se

identifica claramente la capa de suber o corcho (el suber se emplea comercialmente, ¡es el corcho!). Las lenticelas son los equivalentes funcionales a los estomas de la epidermis: son aperturas que permiten la aireación de los tejidos interiores.

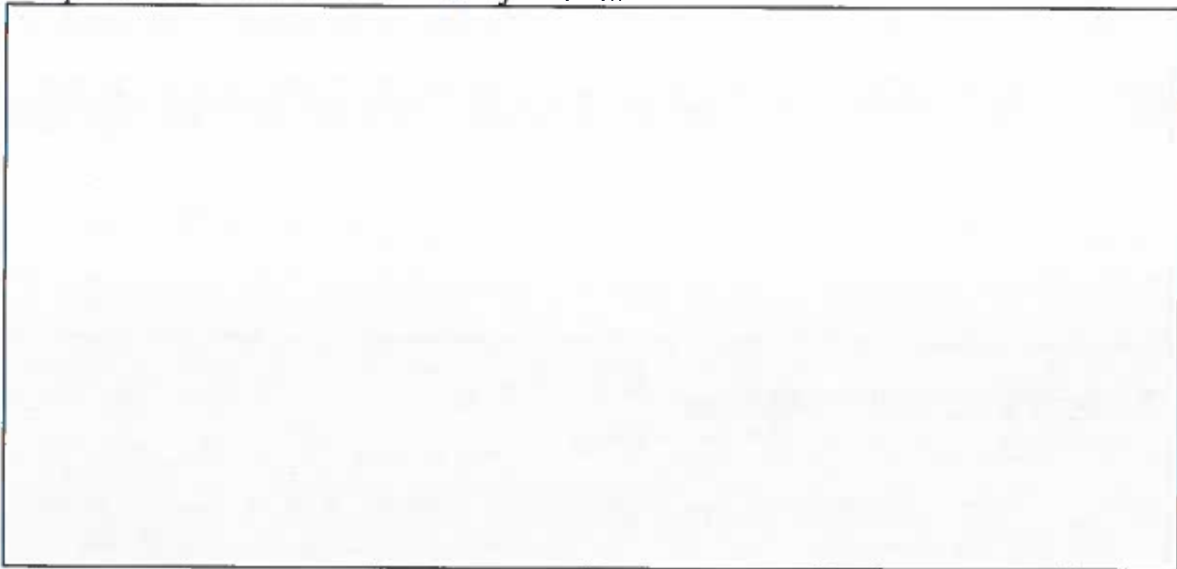
La médula originalmente ocupada por parénquima de reserva, puede evolucionar de 3 maneras distintas: o bien se mantiene con parénquima de reserva, o bien las células se lisan apareciendo entonces tallos huecos, o bien las células se lignifican, transformándose las células parenquimáticas en esclereidas. Es este último, el caso de la preparación.

**Preparación --- Raíz de lino.**

Peridermis: células subcristalizadas / parénquima acrífero / anillos de crecimiento: xilema.

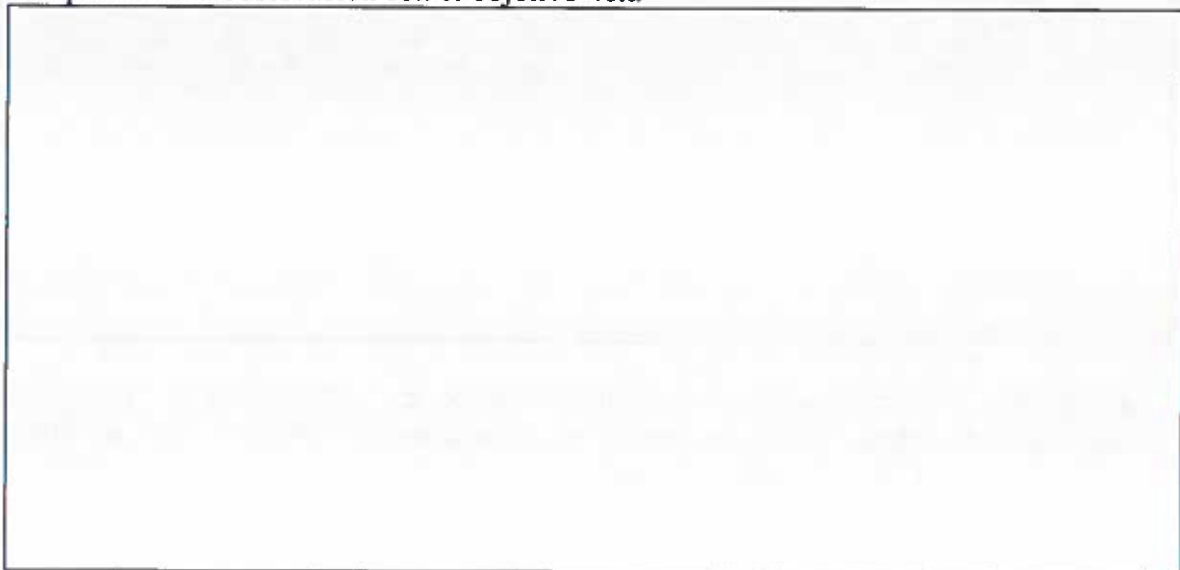
**Preparación --- Raíz de lino.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Raíz de lino.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



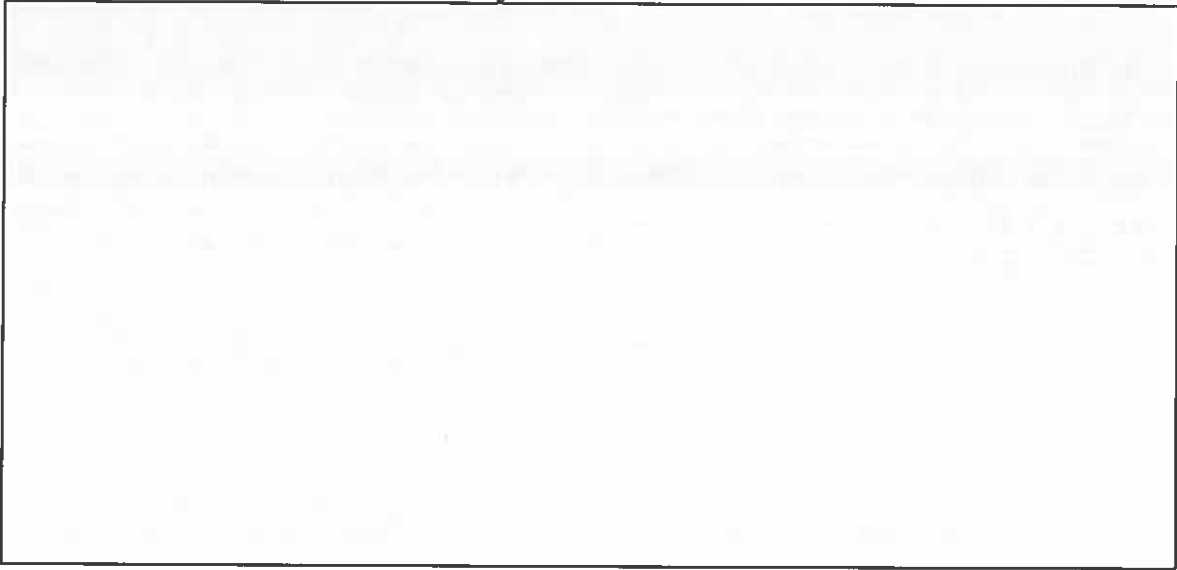
Llama la atención la diferente densidad que presenta el xilema desde la capa más exterior hasta el centro del corte.

Esa alternancia de capas (más densa-menos densa) conforman los anillos de crecimiento que permiten conocer la edad de los árboles tras talar el tronco.

Todas las células del xilema proceden del mismo cambium vascular, pero las de primavera desarrollan más pared que las de otoño. Después la planta entra en el letargo invernal y posteriormente comienza el mismo ciclo en la primavera siguiente.

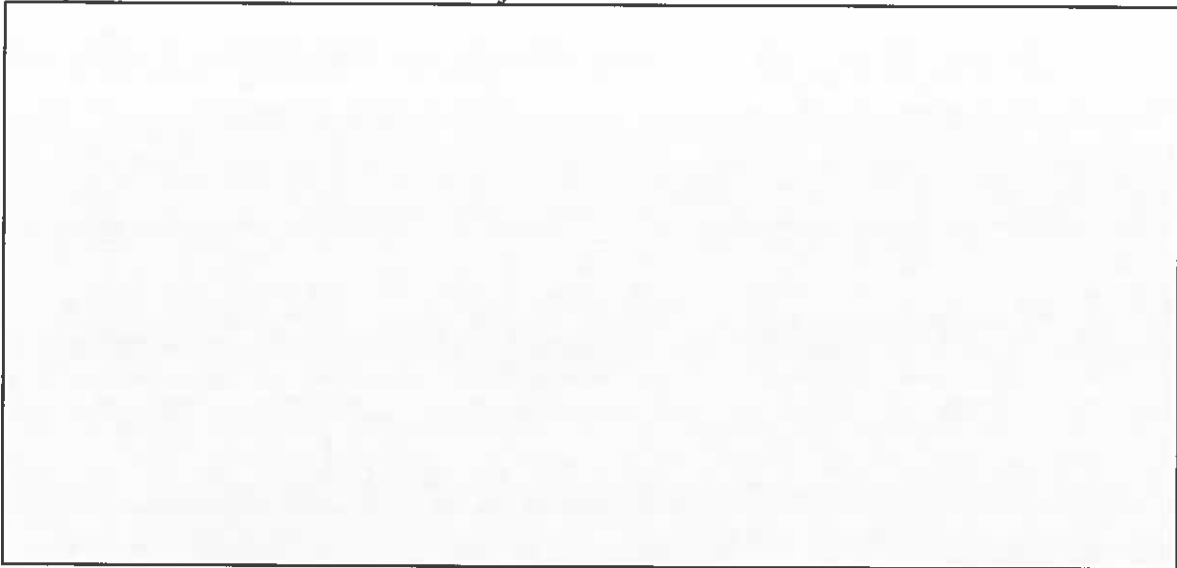
**Preparación --- Incógnita II.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Incógnita II.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



## Práctica 8. HISTOLOGÍA III. EPITELIOS.

Una de las clasificaciones de los tejidos animales, establece la existencia de cuatro tejidos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso. Dentro del conectivo se consideran – según autores- hasta cinco tejidos distintos: conjuntivo, adiposo, cartilaginoso, óseo y sangre.

Asumiendo esa clasificación, los tejidos de los animales son:

- Tejido epitelial.
- Tejido conectivo:
  - o Tejido conjuntivo.
  - o Tejidos conectivos de características especiales:
    - Tejido adiposo.
    - Tejido cartilaginoso.
    - Tejido óseo.
    - Sangre.
- Tejido muscular.
- Tejido nervioso.

En necesario indicar que dicha clasificación así como muchos de los textos de consulta, se refieren a tejidos de los vertebrados en algunos casos y de los mamíferos (en particular del hombre) en la mayoría.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación — Intestino de mamífero.**  
Vellosidades intestinales: epitelio simple cilíndrico.
- **Preparación — Glándula salival de mamífero.**  
Glándula salival: conductos estriados: epitelio simple cúbico. Vasos sanguíneos: epitelio simple plano.
- **Preparación — Testículo y epidídimo de mamífero.**  
Epidídimo: epitelio pseudoestratificado con microvellosidades.
- **Preparación — Tráquea y esófago de mamífero.**  
Tráquea: epitelio pseudoestratificado ciliado.  
Esófago: epitelio estratificado plano queratinizado
- **Preparación — Lengua de mamífero.**  
Epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio estratificado plano no queratinizado.
- **Preparación — Tegumento de anfibio.**  
Epitelio estratificado plano queratinizado.
- **Preparación — Vejiga de mamífero.**  
Epitelio de transición o uroepitelio.
- **Preparación — Incógnita III.**

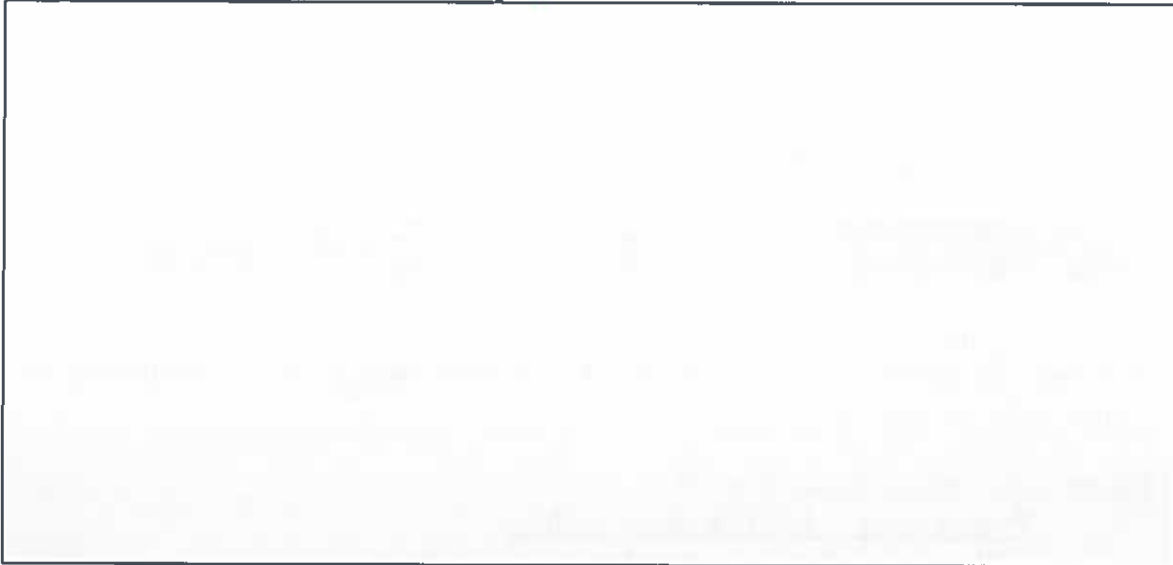
En las 8 preparaciones propuestas, se pretende reconocer fundamentalmente los epitelios. Las 6 primeras son preparaciones ya vistas en prácticas anteriores y, la única nueva es la de vejiga de mamífero. La última servirá –como en las 2 prácticas anteriores- para llevar a cabo un pequeño control sobre la capacidad de identificación. .

**Preparación --- Intestino de mamífero.**

Vellosidades intestinales: epitelio simple cilíndrico.

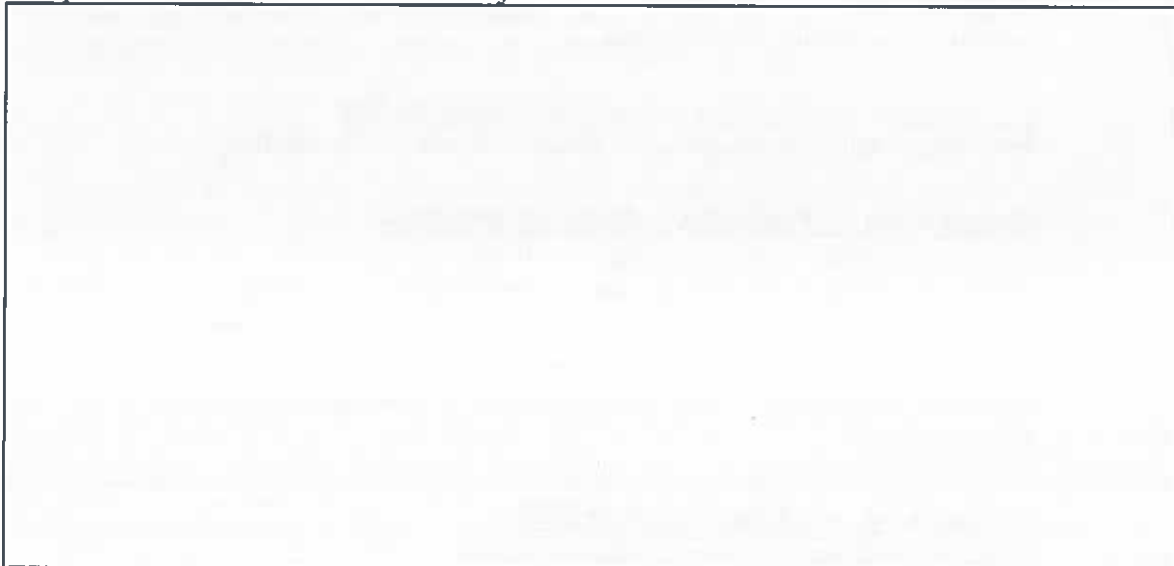
**Preparación --- Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El epitelio de las vellosidades intestinales consta de una sola capa de células (epitelio simple) altas (células cilíndricas): epitelio simple cilíndrico.

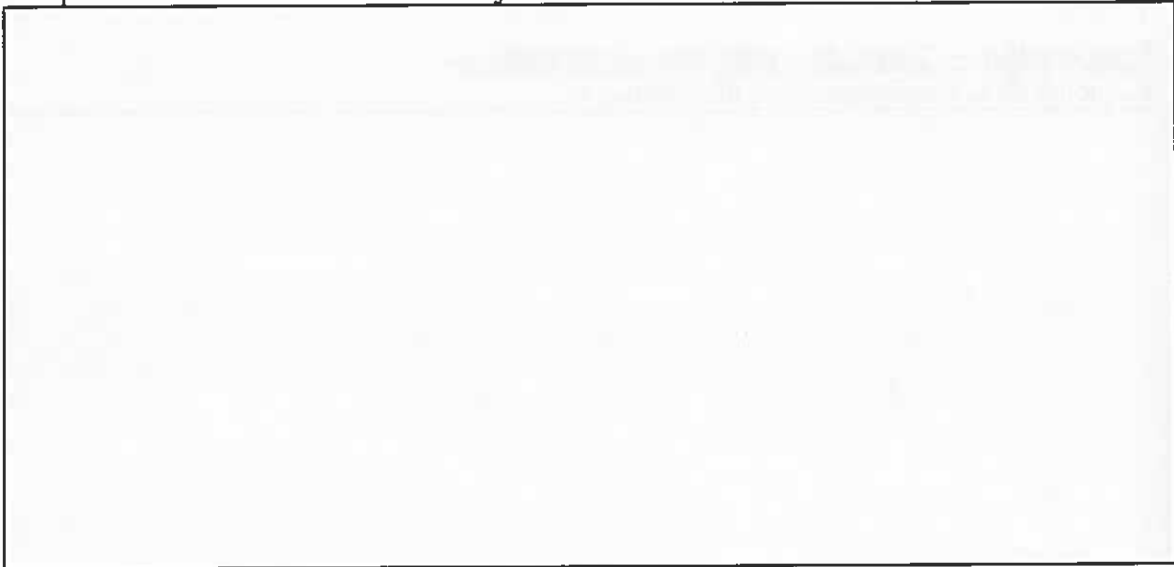
Además se observan glándulas unicelulares entre las células del epitelio y otras - alejadas de la luz intestinal- pluricelulares tubulares. En las vellosidades y por debajo del epitelio se observa un tejido conjuntivo laxo (¡debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo!). En la periferia, se observa músculo liso en sección longitudinal y transversal.

**Preparación — Glándula salival de mamífero.**

Glándula salival: conductos estriados: epitelio simple cúbico. Vasos sanguíneos: epitelio simple plano.

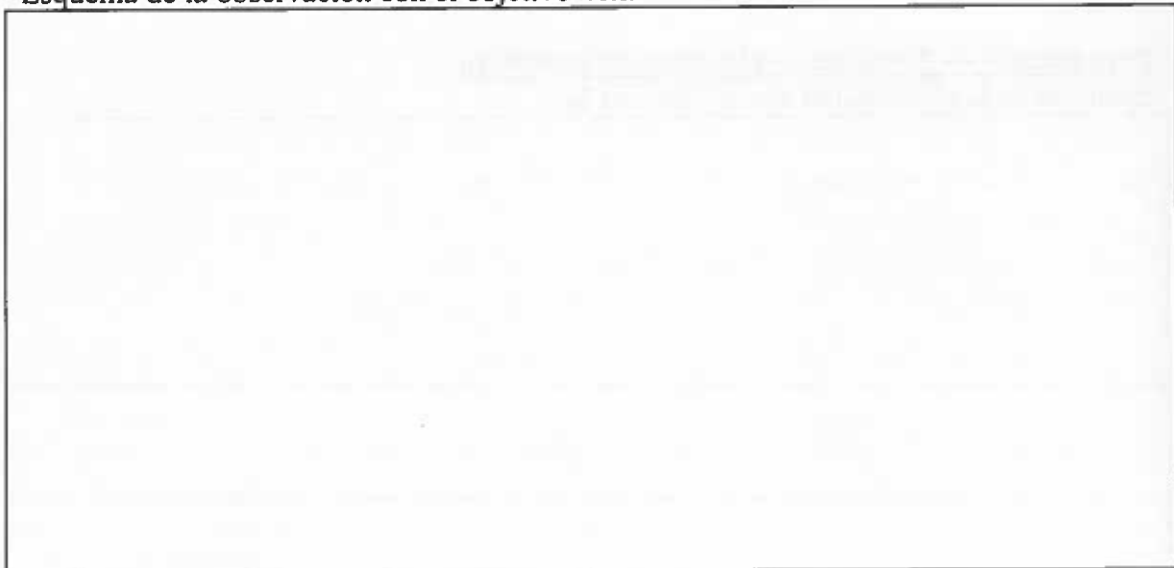
**Preparación — Glándula salival de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Glándula salival de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El epitelio de los conductos estriados consta de una capa de células (epitelio simple) tan altas como anchas (células cúbicas): epitelio simple cúbico.



En los vasos sanguíneos el epitelio consta de una capa de células (epitelio simple) muy bajas (células planas). Estas células que tapizan interiormente los vasos sanguíneos, conforman el endotelio (un epitelio simple plano) con la peculiaridad de que los núcleos suelen hacer prominencia hacia la luz del vaso, lo que determinó que los primeros histólogos las llamaran células en huevo frito.

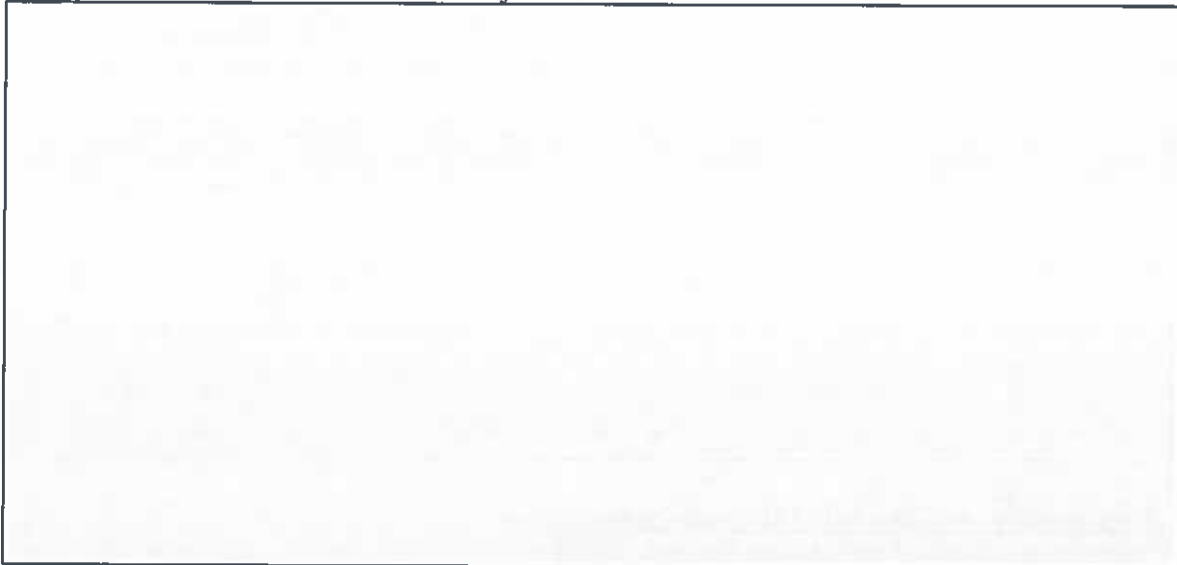
Además de tejido conjuntivo laxo, se observan fundamentalmente glándulas alveolares compuestas mucosas, que constituyen la masa fundamental de la glándula salival.

**Preparación --- Testículo y epidídimo de mamífero.**

Epidídimo: epitelio pseudocstratificado con microvellosidades.

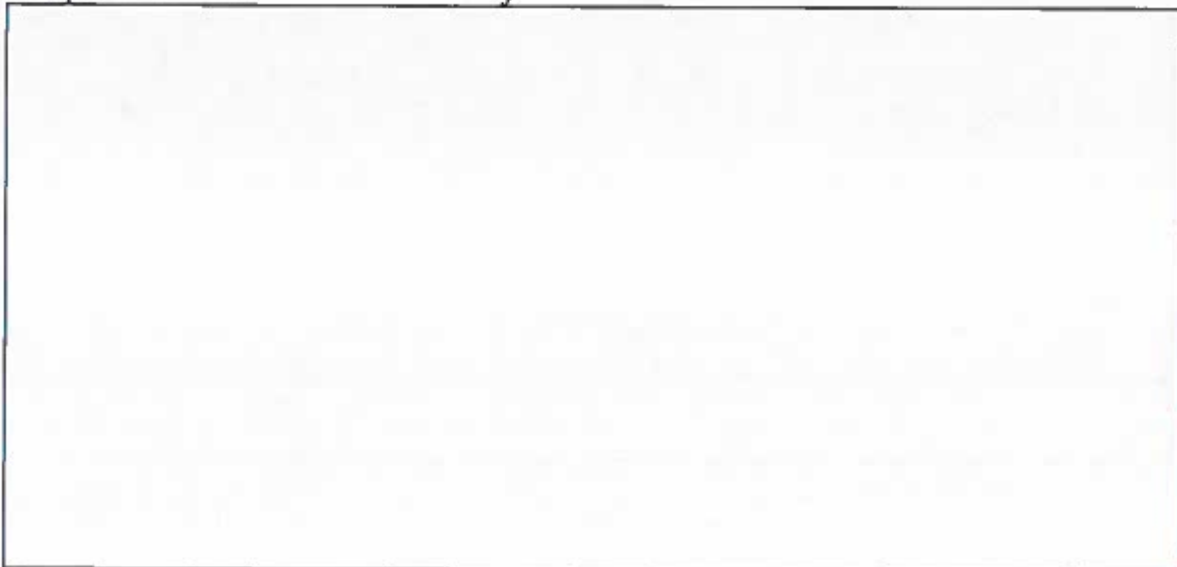
**Preparación --- Testículo y epidídimo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Testículo y epidídimo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



El epitelio pseudoestratificado es un epitelio simple cilíndrico en el que los núcleos se disponen en diferentes alturas, dando la impresión -en una primera observación- que se tratase de un epitelio estratificado. En todos los epitelios simples, todas las células se apoyan en la lámina basal. El llamado epitelio germinativo que se localiza en los túmulos seminíferos del testículo en realidad no es un epitelio al uso. Quizás fuese más correcto decir que las células de los túmulos seminíferos se disponen epitelialmente.

Además se observa un tejido conjuntivo muy denso rodeando el testículo.

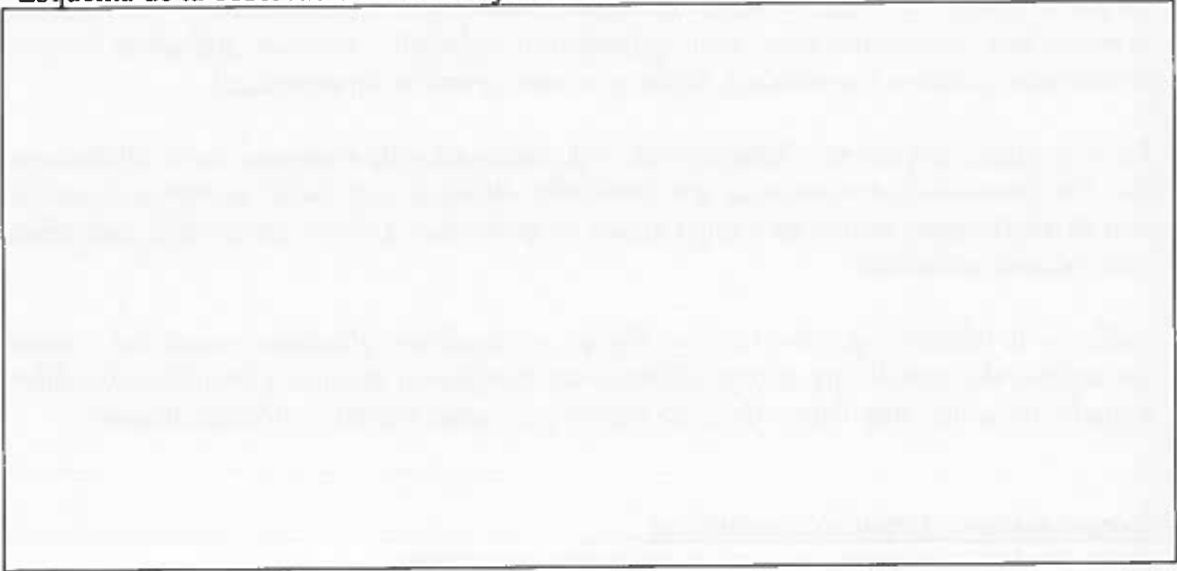
**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Tráquea: epitelio pseudoestratificado ciliado.

Esófago: epitelio estratificado plano queratinizado.

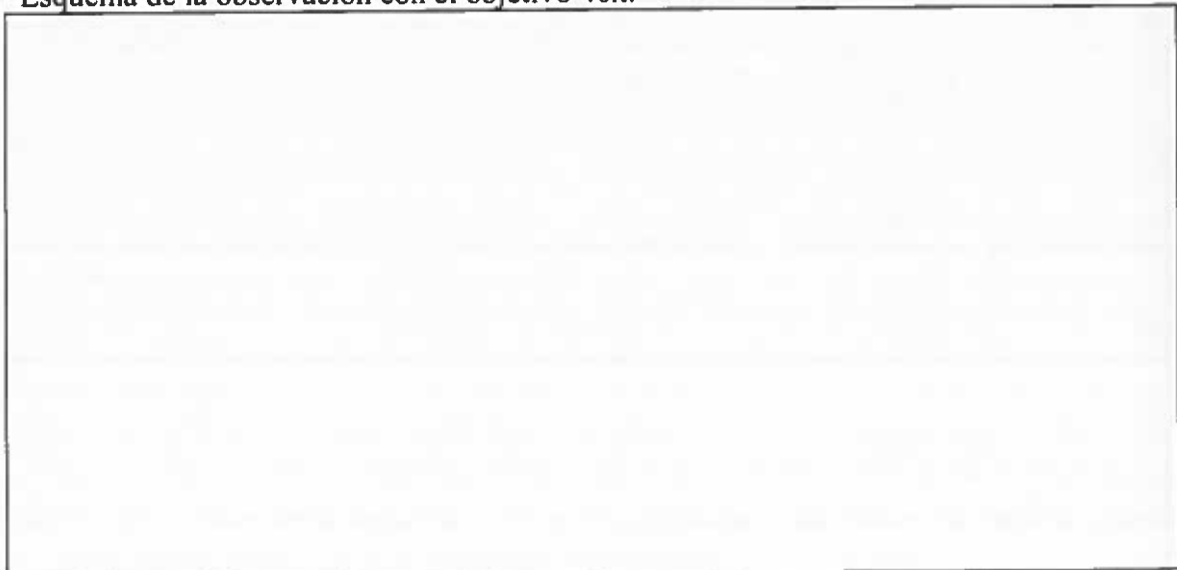
**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Hay 2 luces y por tanto 2 epitelios que estudiar.

No se debe olvidar que los epitelios tapizan superficies internas (por ejemplo el interior de la tráquea) y externas (por ejemplo el bazo o la lengua).

El epitelio pseudoestratificado de la tráquea es ciliado.

En el esófago el epitelio consta de más de una capa de células (epitelio estratificado).

La capa del epitelio en contacto con la luz del esófago se observa desprendiéndose (es la capa de queratina) lo cual indica que el epitelio es queratinizado y además plano, porque todos los queratinizados lo son.

Los epitelios estratificados constan de varias capas o estratos celulares.

Desde la lámina basal hacia la luz del órgano, los estratos o substratos de los epitelios estratificados queratinizados son el: germinativo (o basal), espinoso, granuloso (ambos conforman el estrato intermedio), lúcido y corneo (estratos superficiales).

En la segunda práctica se comprobó que la denominación de espinoso, hace referencia a que los abundantes desmosomas que unen las células (y que no se pueden diferenciar con el microscopio óptico de campo claro) proporcionan a dicho estrato una apariencia que recuerda a espinas.

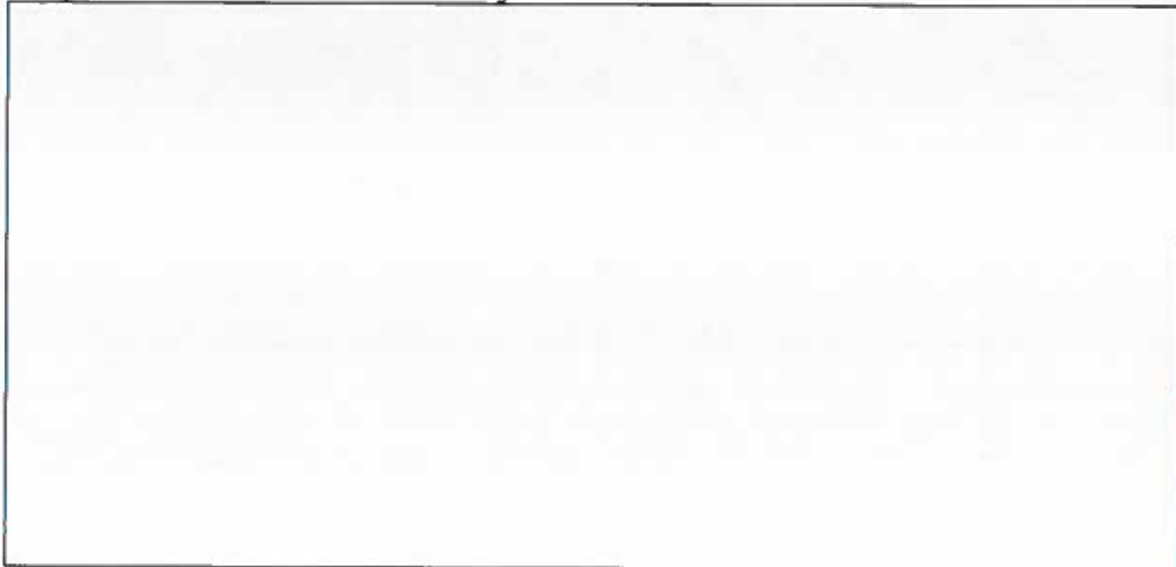
Además de tejido conjuntivo (laxo y denso), se observan: glándulas unicelulares entre las células del epitelio pseudoestratificado de la tráquea, algunas glándulas alveolares alejadas de la luz, adipocitos (de grasa blanca y de grasa parda) y cartílago hialino.

**Preparación — Lengua de mamífero.**

Epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio estratificado plano no queratinizado.

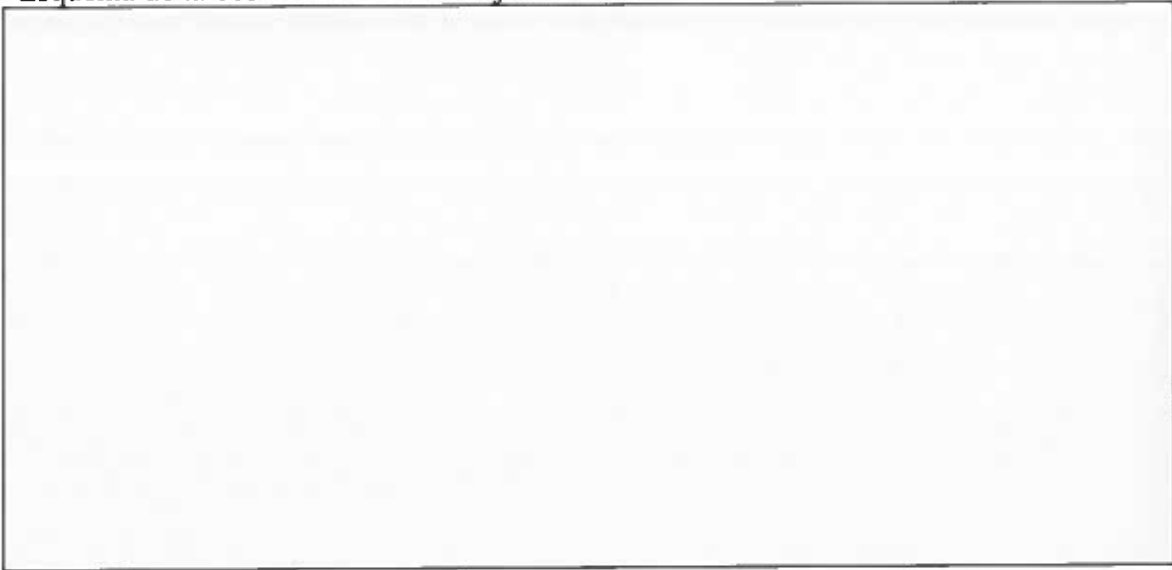
**Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación -- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El epitelio estratificado plano no queratinizado (o epitelio estratificado plano, omitiendo “no queratinizado”) consta de varias capas de células organizadas en estratos o substratos que reciben distintos nombres según diferentes autores: el germinativo (o basal), el intermedio y el superficial.

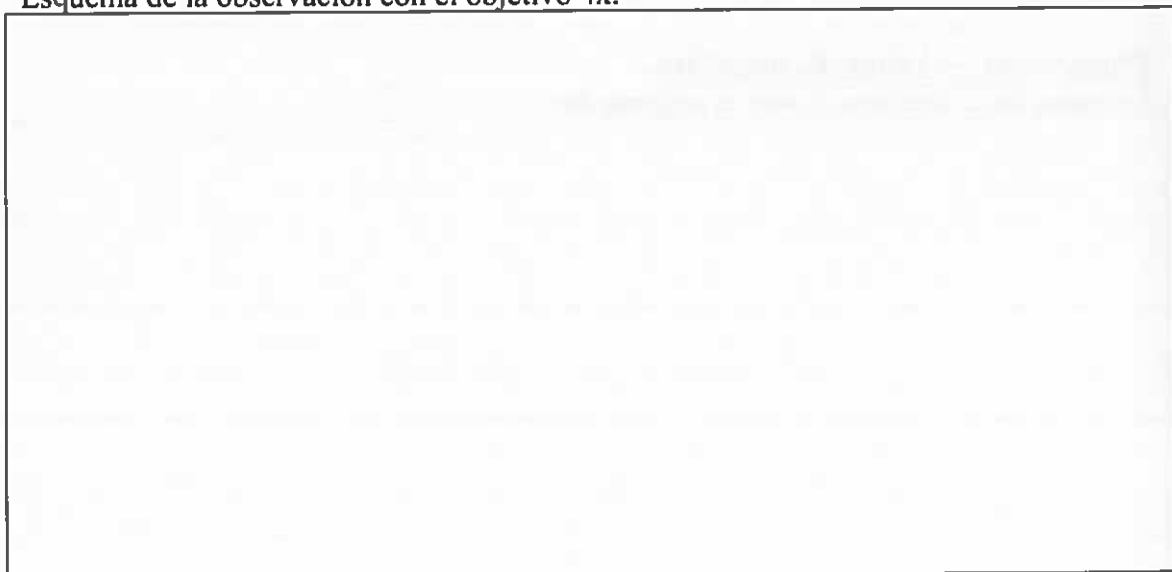
Además se observa tejido conjuntivo laxo, músculo estriado esquelético en sección longitudinal y transversal, y vasos sanguíneos y nervios en sección transversal.

**Preparación -- Tegumento de anfibio.**

Epitelio estratificado plano queratinizado.

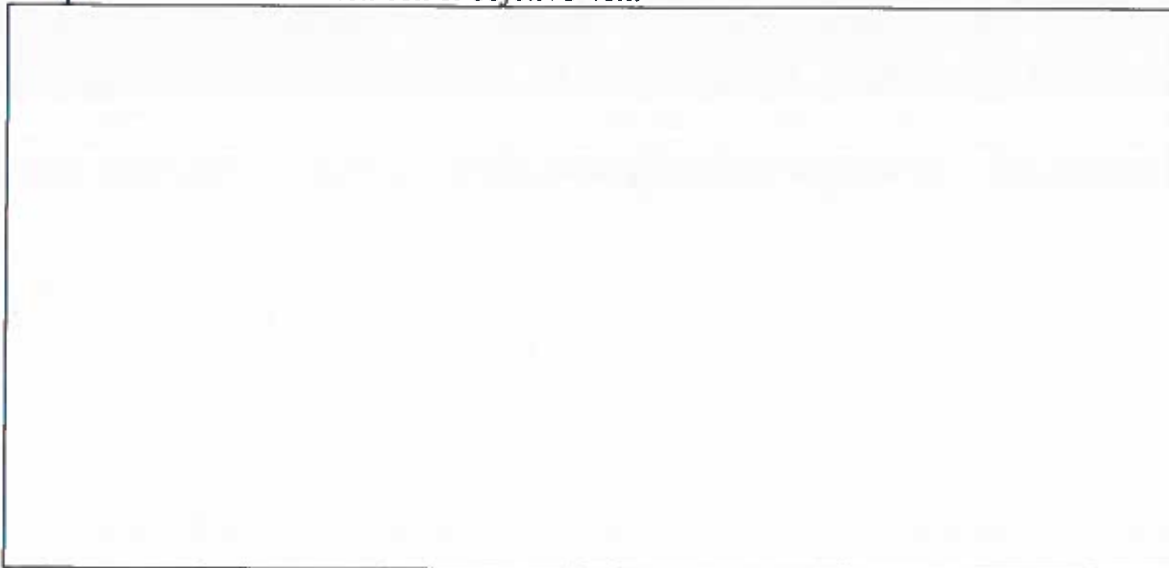
**Preparación -- Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En los epitelios estratificados, las células del estrato basal (que son las que abastecen de células al epitelio y de ahí la denominación de estrato germinativo) de alguna manera van madurando y al mismo tiempo van ascendiendo con el paso del tiempo hasta que en el estrato más superficial (generalmente muertas) se desprenden.

Este desplazamiento y desprendimiento constituye el mecanismo de renovación de los epitelios.

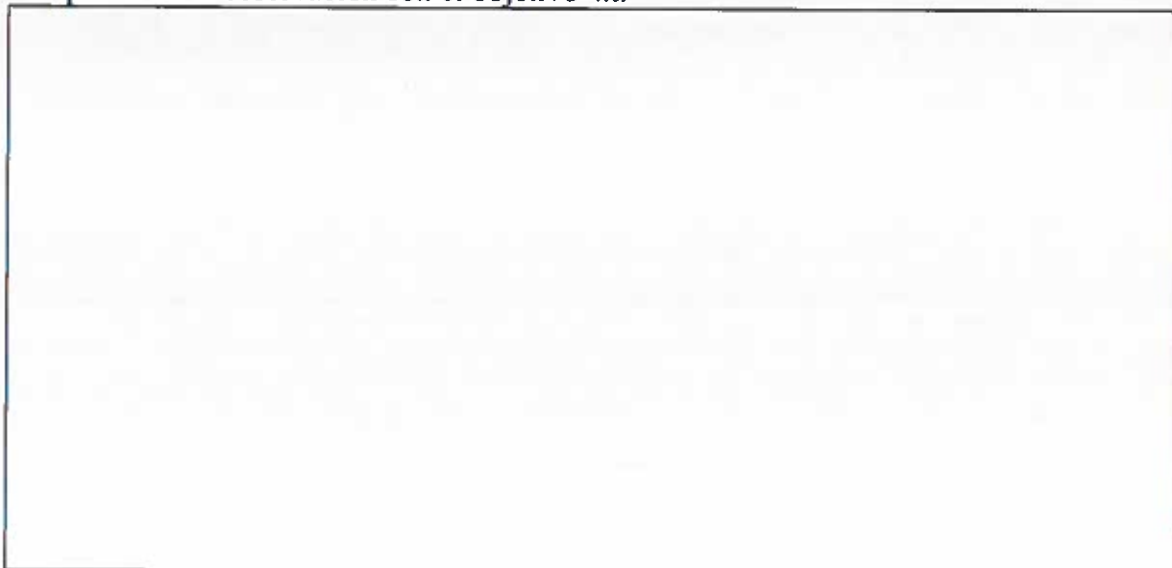
Además se observa tejido conjuntivo laxo y denso y glándulas alveolares mucosas, serosas y mixtas, algunas de las cuales son granulosas.

**Preparación — Vejiga de mamífero.**

Epitelio de transición o uroepitelio.

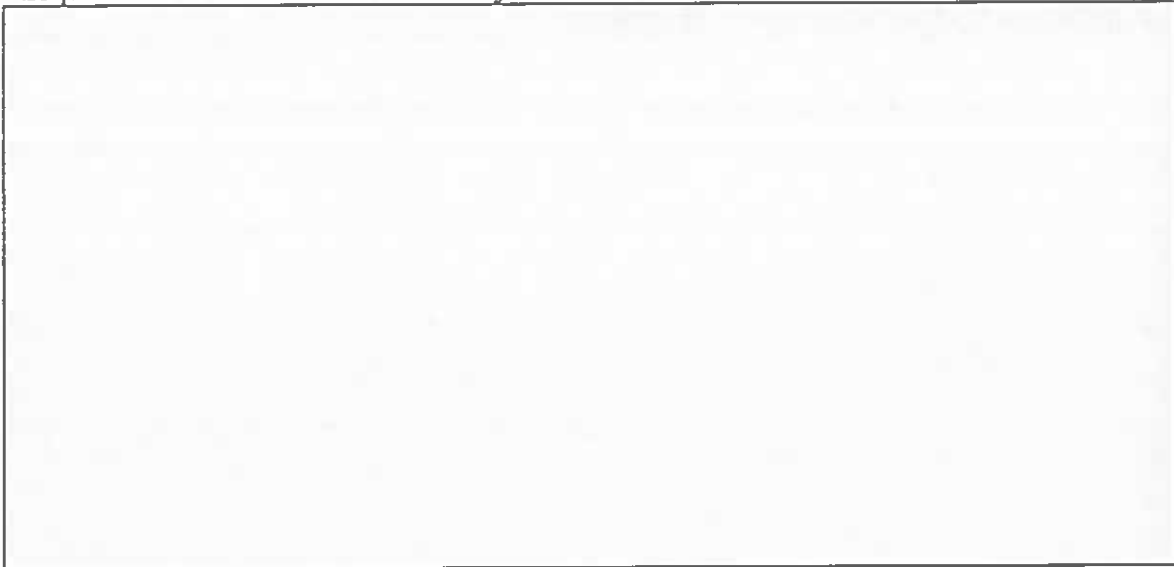
**Preparación — Vejiga de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación -- Vejiga de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



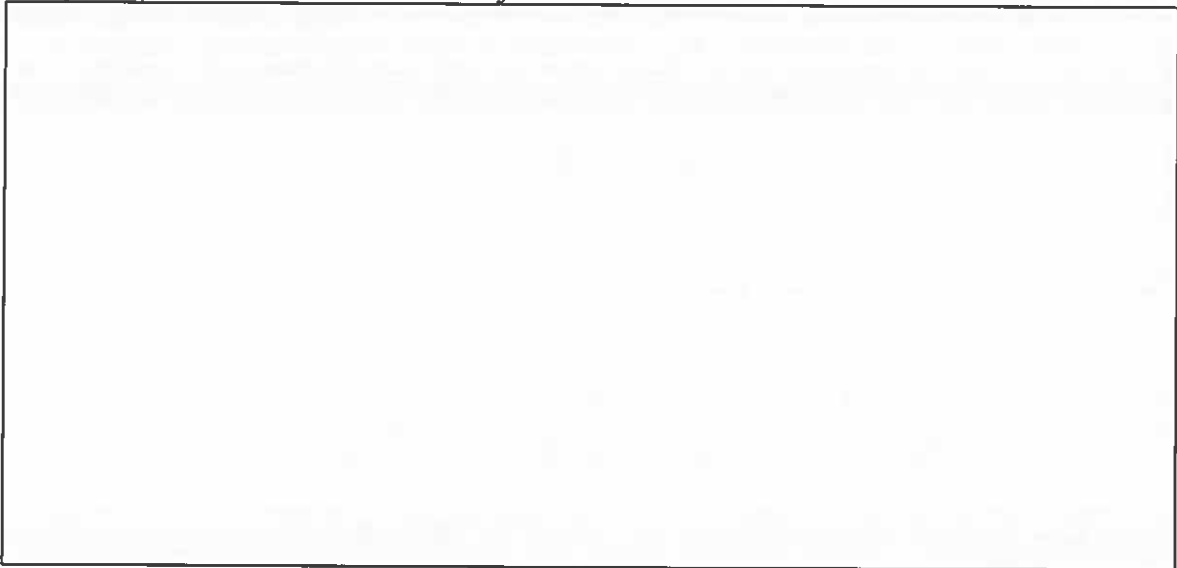
El epitelio de transición, también se llama uroepitelio porque se encuentra tapizando las vías urinarias. Entre sus peculiaridades se encuentra que en la vejiga tiene un aspecto distinto en cuanto al número de estratos de células que presenta, atendiendo a que la vejiga esté llena o vacía, distendida o no. El epitelio de transición se reconoce fácilmente por las células en cúpula que están en contacto con la luz.

Una discusión clásica es si los uroepitelios son epitelios simples o estratificados. Se les considera simples porque hay autores que indican que todas las células del epitelio se apoyan en la lámina basal, como ocurre con todos los epitelios simples.

**Preparación -- Incógnita III.**

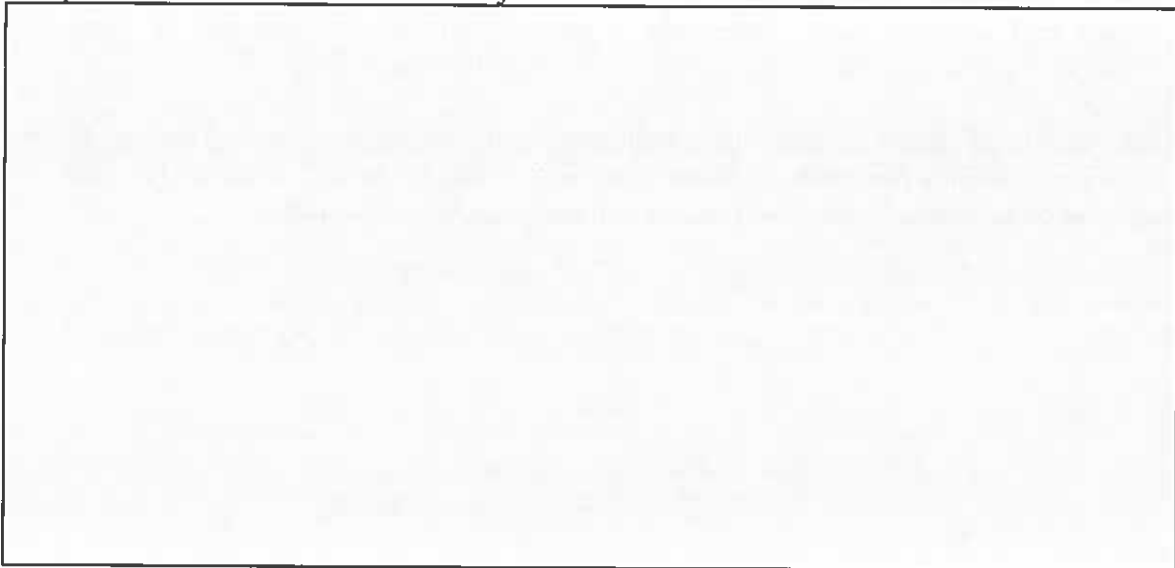
**Preparación -- Incógnita III.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación -- Incógnita III.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.





## Práctica 9. HISTOLOGÍA IV. GLÁNDULAS.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación — Duodeno de mamífero.**  
Glándulas unicelulares (células caliciformes). Glándulas pluricelulares tubulares simples (glándulas de Lieberkühn) y tubulares simples ramificadas (glándulas de Brunner).
- **Preparación — Glándula salival de mamífero.**  
Glándulas alveolares compuestas mucosas y serosas.
- **Preparación — Tegumento de anfibio.**  
Glándulas mucosas, serosas y mixtas. Glándulas granulosas.
- **Preparación — Colon de mamífero.**  
Glándulas unicelulares (células caliciformes). Glándulas pluricelulares tubulares (glándulas de Lieberkühn).
- **Preparación — Páncreas de mamífero.**  
Glándula anficrina. Glándulas serosas. Glándulas endocrinas (islotos de Langerhans).
- **Preparación — Incógnita IV.**

En las 6 preparaciones propuestas, se pretende reconocer las glándulas. Las 3 primeras son preparaciones ya vistas en prácticas anteriores y, las otras 2 preparaciones son nuevas.

Las glándulas se clasifican atendiendo a varios criterios:

1/ Al lugar al que vierten:

- a la sangre: glándulas endocrinas;
- al exterior del cuerpo o a la luz de un órgano: glándulas exocrinas.

2/ A la forma de la porción secretora (se entiende que de las exocrinas):

- forma de tubo o dedo de guante: glándulas tubulares, que pueden ser simples, ramificadas (con “ramas” de la porción glandular), compuestas (el tubo secretor “ramificado”), contorneadas;
- con forma de saco: glándulas alveolares, que a su vez pueden ser simples, ramificadas o compuestas;
- glándulas túbulo-alveolares.

3/ A la forma de secreción:

- junto con la secreción se libera prácticamente todo el contenido celular: glándulas holocrinas;
- junto con la secreción se libera algo del contenido celular: glándulas apocrinas;
- el contenido celular permanece inalterado después de la secreción: glándulas merocrinas o ecrinas.

4/ Al producto de secreción:

- mucopolisacáridos: glándulas mucosas (el núcleo suele estar en la base, el citoplasma aparece claro y las células suelen ser grandes);
- proteínas: glándulas serosas (el núcleo no aparece en disposición basal y el citoplasma se suele observar oscuro);
- si coexisten en las glándulas pluricelulares células serosas con células mucosas: glándulas mixtas.

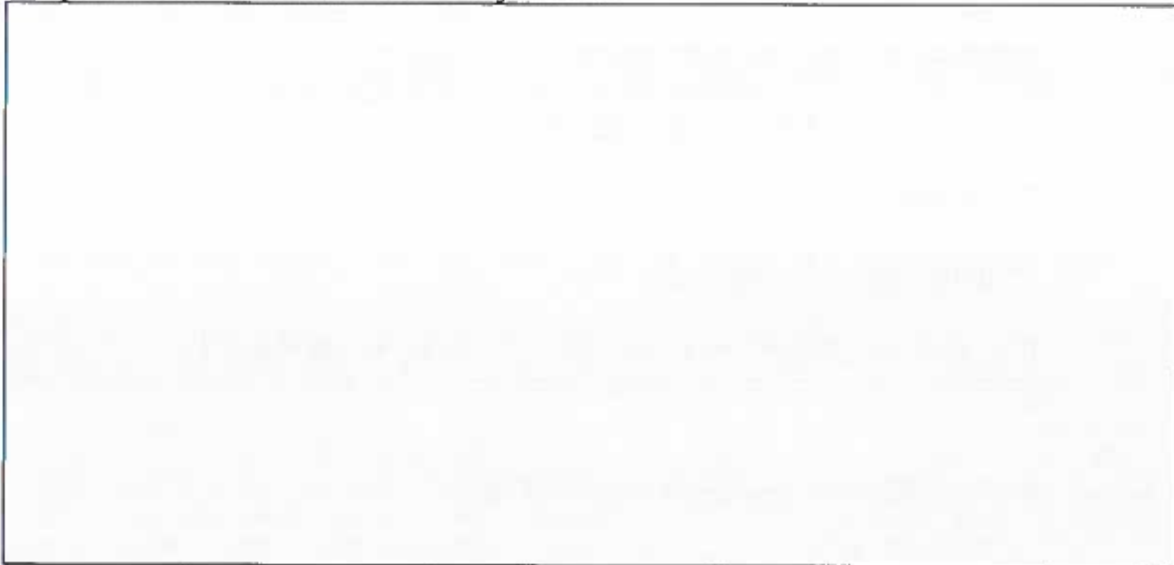
Para comprender la morfología de las glándulas en las preparaciones, es conveniente ejercitar la interpretación de cortes que se ha visto en la primera práctica.

**Preparación --- Duodeno de mamífero.**

Glándulas unicelulares (células caliciformes). Glándulas pluricelulares tubulares simples (glándulas de Lieberkühn) y tubulares simples ramificadas (glándulas de Brunner).

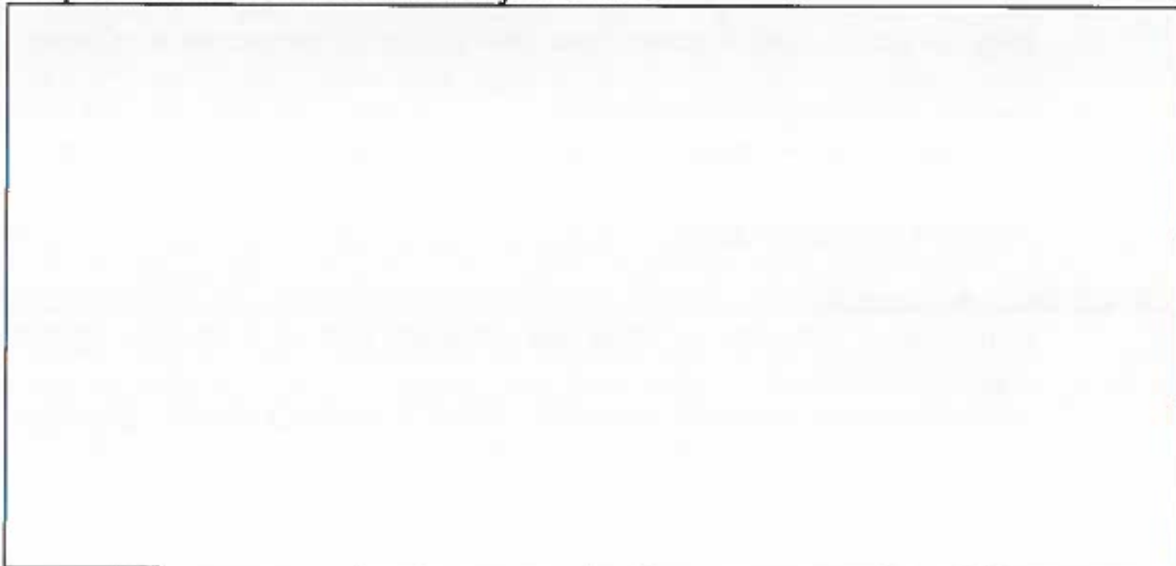
**Preparación --- Duodeno de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Duodeno de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se observan glándulas unicelulares mucosas (células caliciformes) acompañando al epitelio simple cilíndrico de las vellosidades intestinales y de las criptas de Lieberkühn.

En la periferia (casi en contacto con el músculo liso) se observan glándulas mucosas: citoplasma eosinófilo, núcleos basales y generalmente aplanados y una luz glandular conspicua. Son las glándulas de Brunner, unas glándulas que liberan al duodeno sustancias alcalinas que neutralizan la acidez procedente del estómago. Están localizadas prácticamente solo en el duodeno.

Son glándulas tubulares pero, en este caso como en otros, hacer tal diagnóstico exigiría la observación de muchos cortes.

Sin embargo de las criptas de Lieberkühn, también llamadas glándulas de Lieberkühn o glándulas intestinales y que se observan a lo largo de prácticamente todo el intestino, si se puede afirmar rápidamente que son glándulas tubulares simples.

Son por otra parte glándulas peculiares porque realmente son una continuación del epitelio de las vellosidades, en el que puede haber alguna célula caliciforme y en el fondo otras glándulas unicelulares. La peculiaridad estriba entonces en que son conformaciones en parte glandulares (no en su totalidad como las glándulas de Brunner) y en las que por tanto no es posible definir si son glándulas serosas o mucosas.

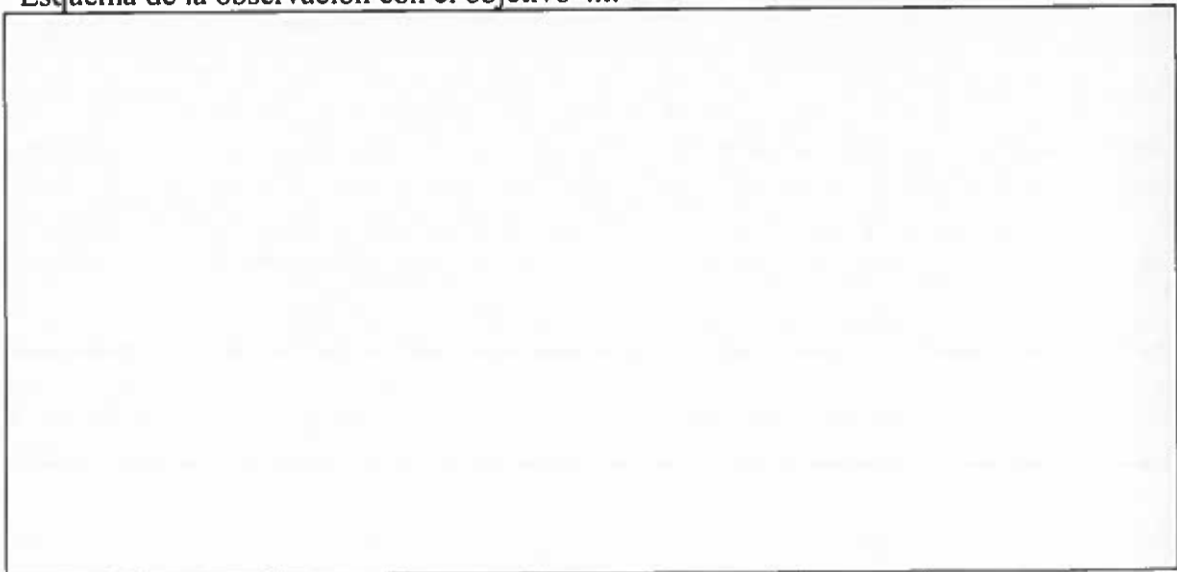
Además se observa epitelio simple cilíndrico. También tejido conjuntivo laxo y músculo liso en sección longitudinal y transversal.

#### **Preparación — Glándula salival de mamífero.**

Glándulas alveolares compuestas mucosas y serosas.

#### **Preparación — Glándula salival de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

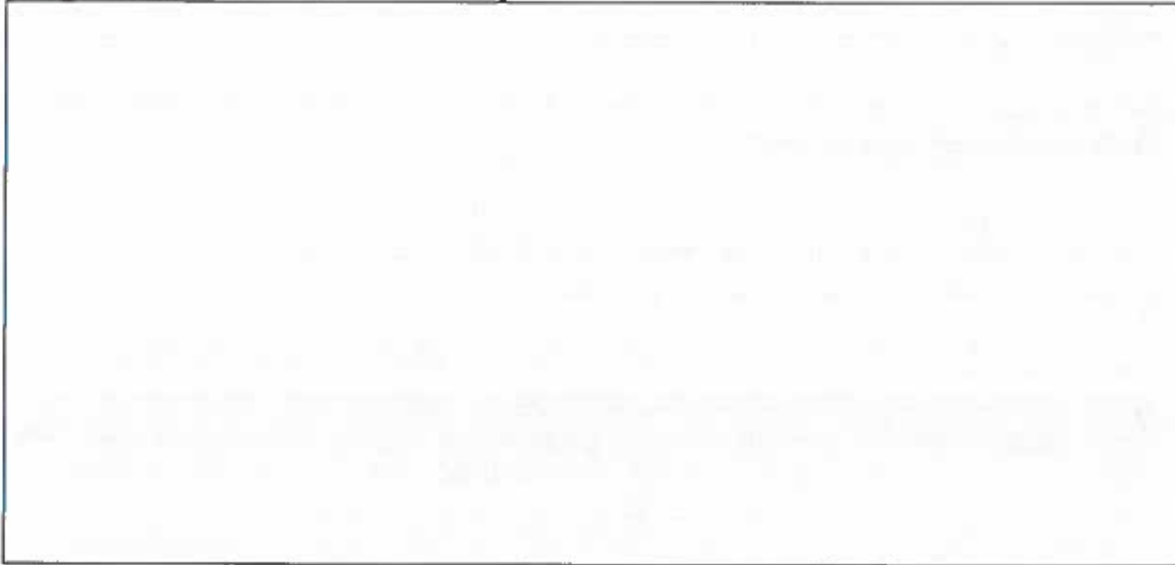


Las glándulas salivales en general están constituidas por grandes masas glandulares alveolares. Unas son exclusivamente serosas, otras mucosas y otras presentan acinos mucosas unos y serosos otros.

Los acinos serosos se caracterizan por presentar células con el citoplasma basófilo, núcleo no basal y redondeado, viéndose con dificultades o no observándose, la luz glandular.

**Preparación --- Glándula salival de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



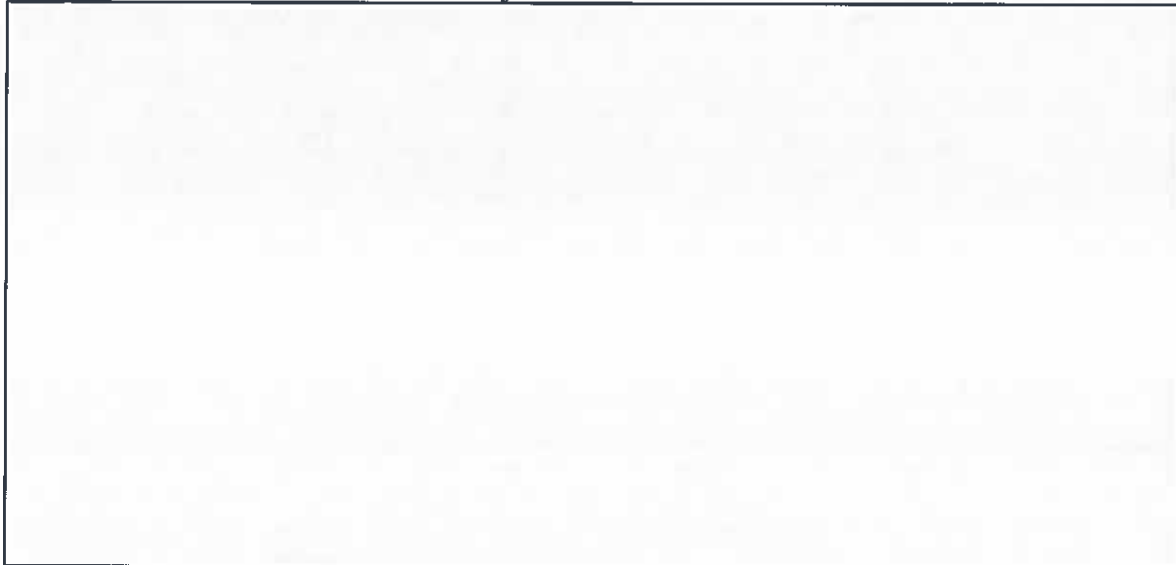
También se observa epitelio simple cúbico y tejido conjuntivo laxo.

**Preparación --- Tegumento de anfibio.**

Glándulas mucosas, serosas y mixtas. Glándulas granulosas.

**Preparación --- Tegumento de anfibio.**

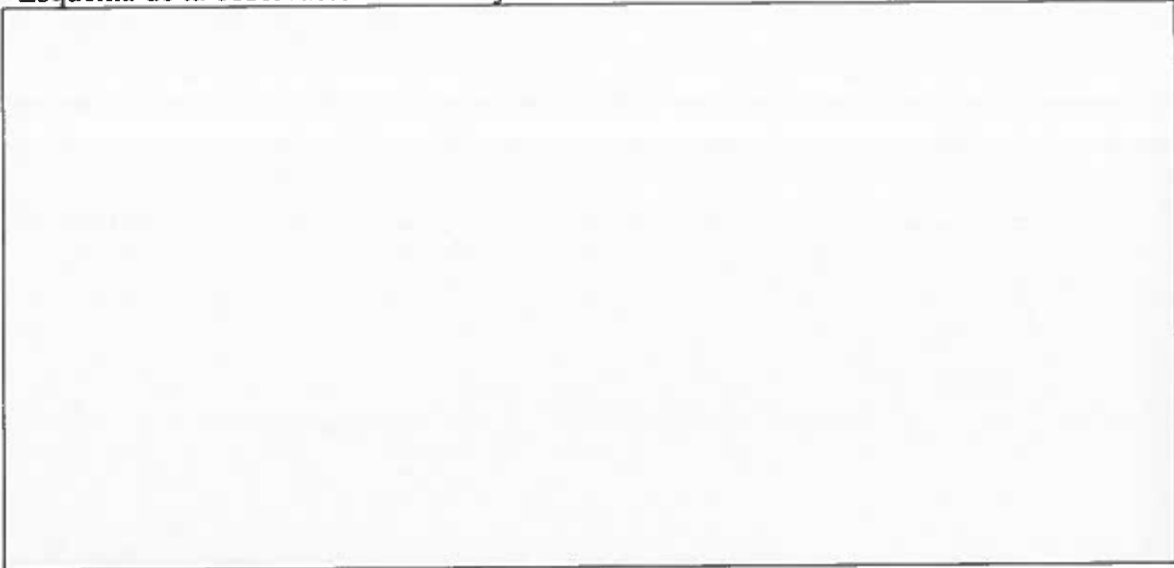
Esquema de la observación con el objetivo 4x.



Se observan glándulas indudablemente alveolares simples. Algunas mucosas, otras serosas granulosas y otras mixtas: con células mucosas y células serosas en la porción basal de la glándula.

**Preparación --- Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Además de las llamativas glándulas, se observa epitelio estratificado queratinizado y tejido conjuntivo laxo y denso.

En el tejido conjuntivo dispuesto subepidérmicamente (incluido el que rodea las glándulas) se observan células pigmentarias.

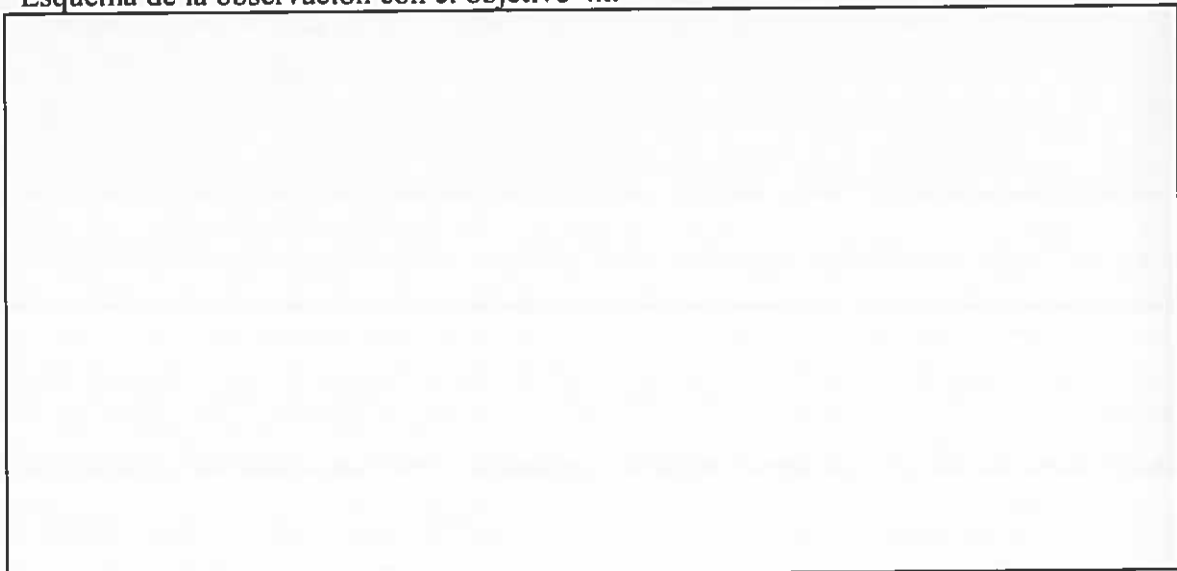
Las glándulas forman parte del tejido epitelial (¡consta de los epitelios por una parte y de las glándulas por otra!) y con ellas consecuentemente se cumple la máxima que dice: ¡debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo!.

**Preparación --- Colon de mamífero.**

Glándulas unicelulares (células caliciformes). Glándulas pluricelulares tubulares (glándulas de Lieberkühn).

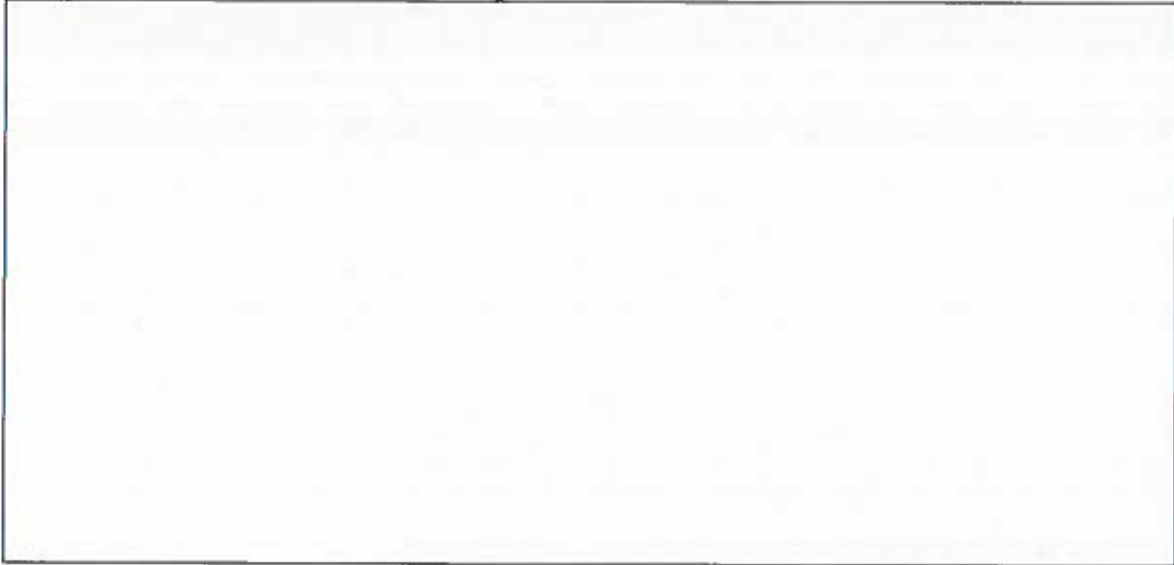
**Preparación --- Colon de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Colon de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se observan gran cantidad de células caliciformes, particularmente en las criptas de Lieberkühn, de tal manera que aquí si es posible establecer que se trata de glándulas mucosas, tubulares simples.

La secreción de la enorme cantidad de células caliciformes interviene en lubricar la luz intestinal ante el paso de las heces.

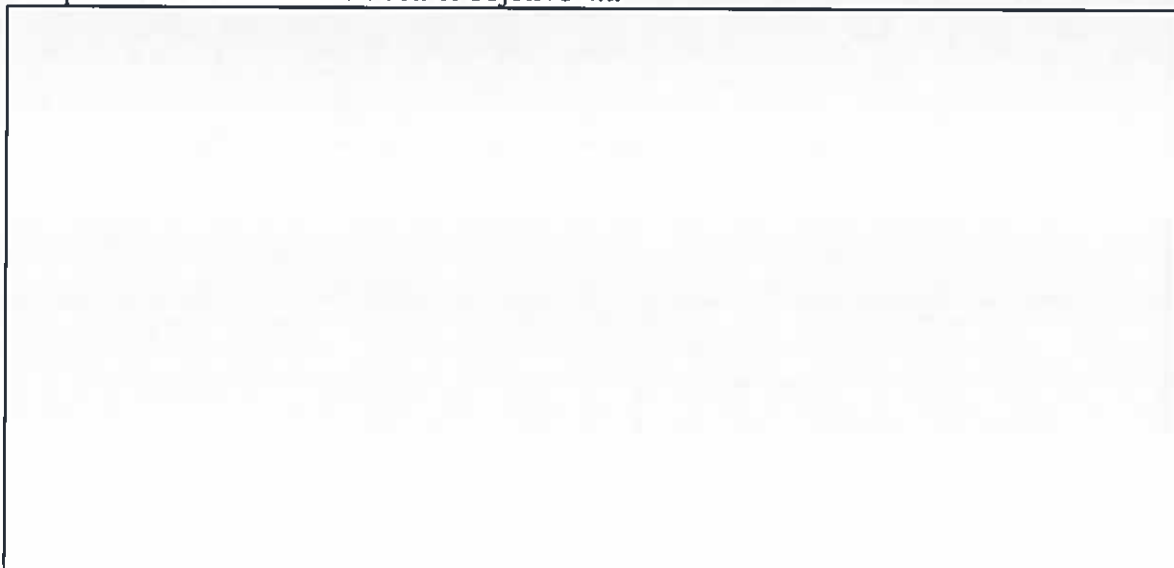
Además en la preparación se observa tejido conjuntivo laxo y en el exterior del tubo, fibras de músculo liso en sección longitudinal, unas, y transversal otras.

**Preparación --- Páncreas de mamífero.**

Glándula anficrina. Glándulas serosas. Glándulas endocrinas (islotos de Langerhans).

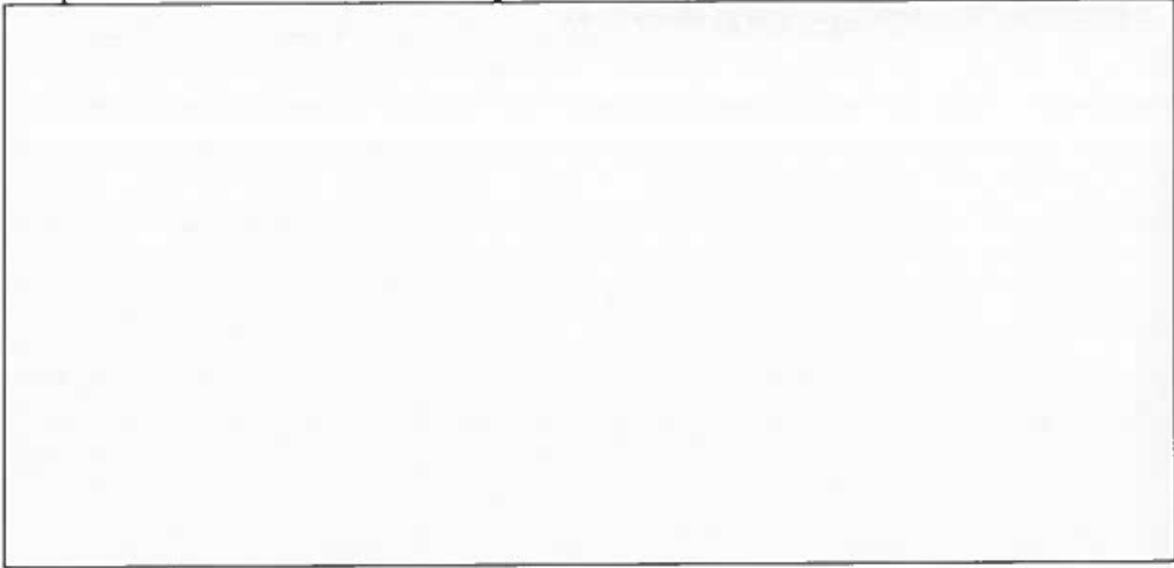
**Preparación --- Páncreas de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Páncreas de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El páncreas es un glándula anfícrina porque además de ser exocrina (libera enzimas - entre otras cosas- a la luz del tubo digestivo), libera hormonas (insulina y glucagón) a la sangre.

Como glándula exocrina, consta de muchos alveolos típicamente serosos. Sus células sintetizan y liberan una gran cantidad de enzimas digestivas, es decir sintetizan proteínas y en consecuencia tienen en el citoplasma una enorme cantidad de retículo endoplasmático rugoso, lo cual determina su característica basofilia.

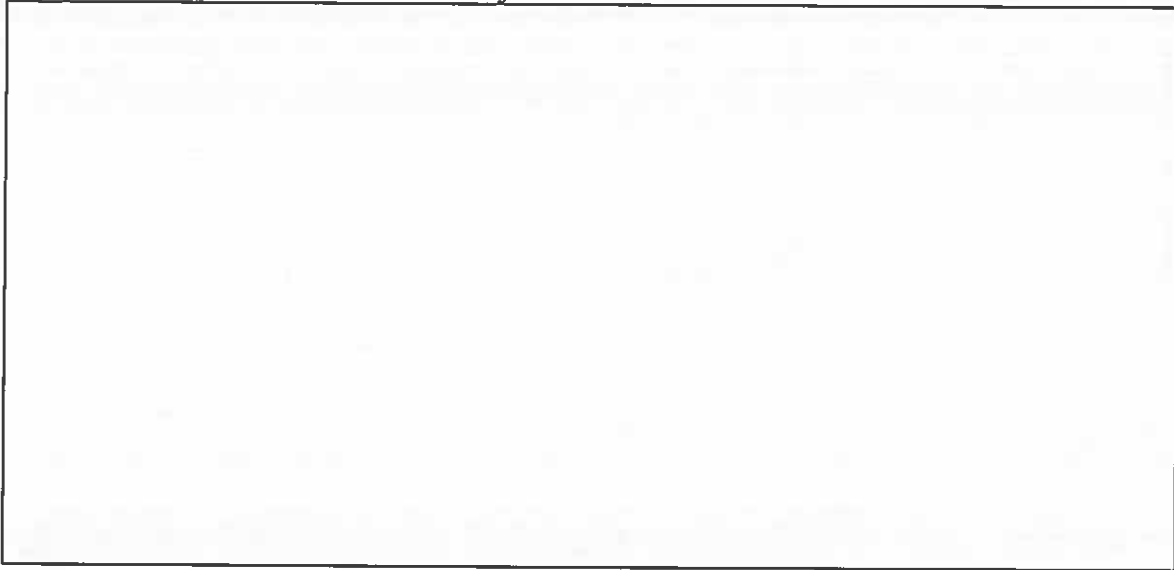
La porción endocrina (que libera a los vasos sanguíneos) está representada por los llamados islotes de Langerhans: un conjunto de células desordenadas dispuestas entre los acinos exocrinos, que sintetizan y liberan hormonas.



**Preparación --- Incógnita IV.**

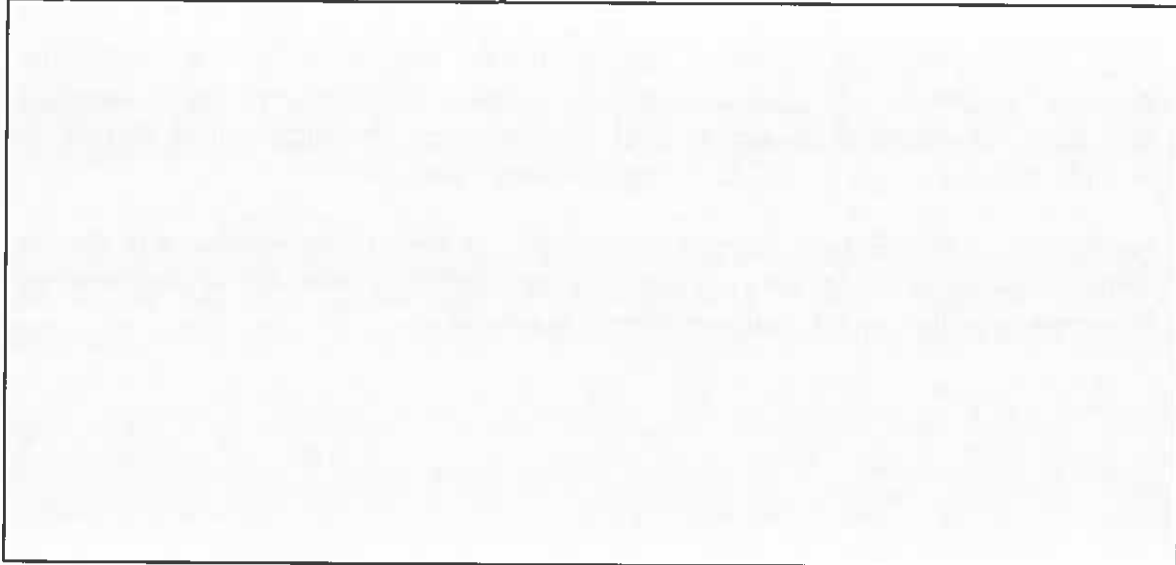
**Preparación --- Incógnita IV.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Incógnita IV.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



## Práctica 10. HISTOLOGÍA V. TEJIDOS CONECTIVOS.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación — Tegumento de anfibio.**  
Tejido conjuntivo laxo y denso.
  
- **Preparación — Lengua de mamífero.**  
Tejido conjuntivo laxo.
  
- **Preparación — Estómago de anfibio.**  
Tejido conjuntivo laxo.
  
- **Preparación — Intestino de mamífero.**  
Tejido conjuntivo laxo.
  
- **Preparación — Tráquea y esófago de mamífero.**  
Tejido conjuntivo laxo y denso.  
Tejido adiposo de grasa blanca y de grasa parda.  
Tejido cartilaginoso hialino.
  
- **Preparación — Hueso compacto de mamífero.**  
Osteonas.
  
- **Preparación — Incógnita V.**

En las 6 preparaciones propuestas se pretende identificar, tejidos conectivos.

Los tejidos conectivos en conjunto presentan un conspicuo componente acelular además de unas células características.

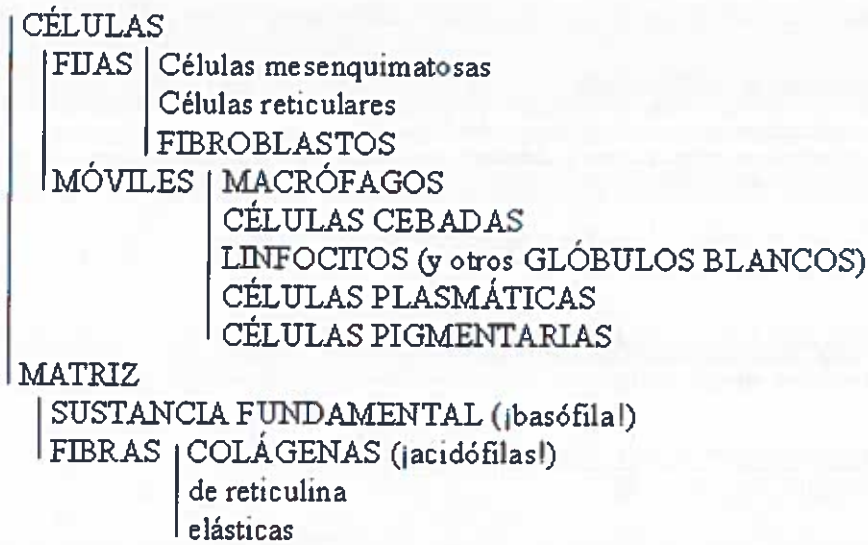
El componente acelular gana en consistencia al pasar del tejido conjuntivo laxo al denso y después al tejido cartilaginoso y al óseo.

Se pretenden identificar los diferentes componentes acelulares (fibras y sustancia fundamental o amorfa) y el mayor número posible de células que puedan estar presentes (fibroblastos, macrófagos, células cebadas, células plasmáticas, cromatóforos, adipocitos, condrocitos, osteocitos, etc).

Excepto la última preparación, las demás ya se han estudiado en prácticas anteriores. Finalmente se propone una preparación incógnita.

Si las 4 primeras preparaciones permiten el estudio del tejido conjuntivo, la quinta preparación propuesta permitirá conocer el tejido adiposo y el tejido cartilaginoso.

En la última de las preparaciones propuestas (antes de la incógnita) se propone el estudio de las unidades morfológicas y funcionales del tejido óseo (¡del hueso!) de los vertebrados superiores, esto es, de las osteonas.

Organización del tejido conjuntivo

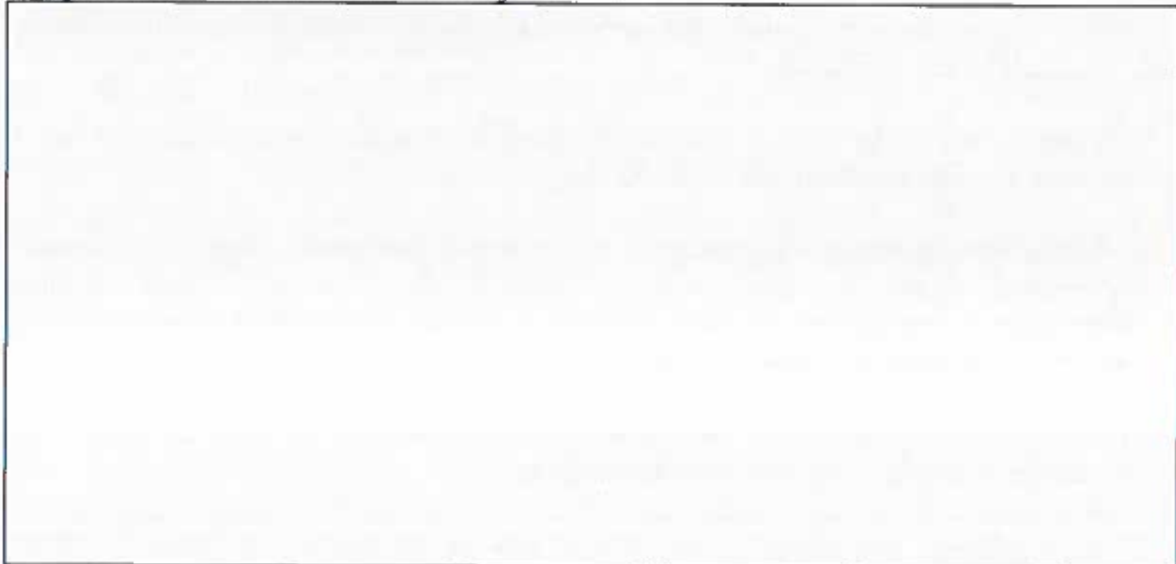
Se indica en mayúsculas lo que es posible observar con técnicas rutinarias. Para el resto son necesarias técnicas especiales (por ejemplo para teñir las fibras de reticulina) o preparaciones distintas (por ejemplo para ver las células mesenquimatosas). Y dentro de las células propuestas, solamente se verán –con tiempo- algunas (y preferiblemente con el objetivo 100x).

**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Tejido conjuntivo laxo y denso.

**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo  $\frac{101}{\gamma}$ .



En la preparación se cumple la máxima que dice ... que debajo de todo epitelio hay tejido conjuntivo; aunque más correctamente habría que decir que ... debajo del tejido epitelial hay tejido conjuntivo. Es decir lo hay debajo del epitelio y debajo de las glándulas (no hay que olvidar que el tejido epitelial consta de epitelios y glándulas),

formando un entramado en el que es fácil identificar las células pigmentarias como ya se observó en una de las primeras prácticas. Es un tejido conjuntivo laxo.

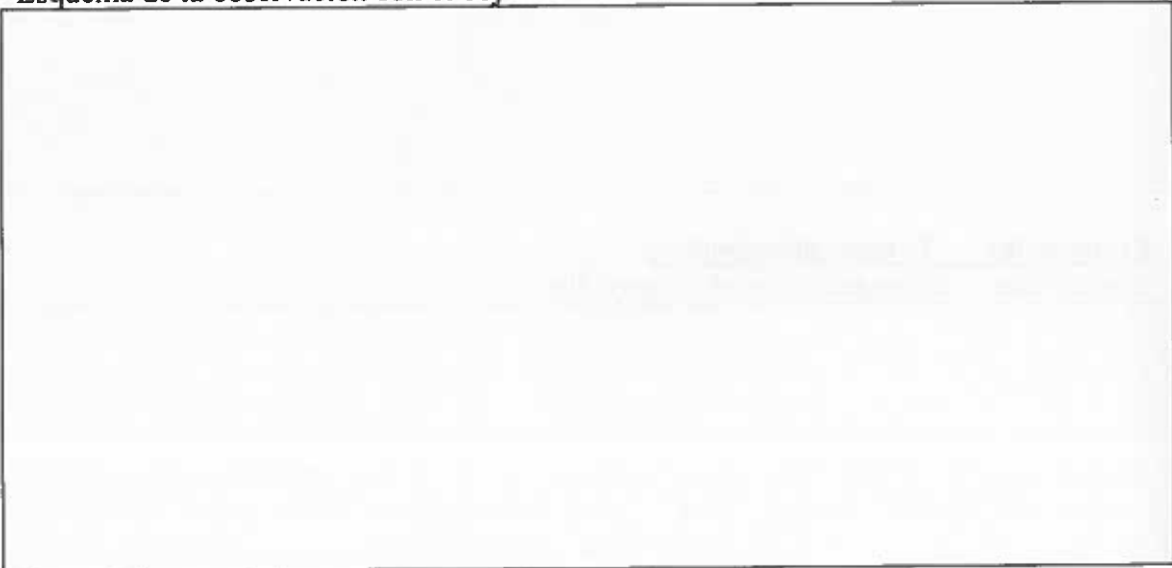
Contrapuesto al epitelio se pueden observar gran cantidad de fibras colágenas constituyendo un tejido conjuntivo denso. Por las dudas, este conjunto de fibras no presenta ni las estrías ni los núcleos característicos del músculo. Entre las fibras se ven algunas células pequeñas, planas y muy basófilas: los fibroblastos.

En ocasiones se pueden observar vasos sanguíneos y nervios en posiciones alejadas del epitelio pero siempre rodeados de tejido conjuntivo.

En los vasos sanguíneos –si los hay- es posible comprobar que se trata de una preparación de vertebrado inferior porque en la luz de los mismos, quizás se pueda observar algún eritrocito con núcleo (a diferencia de los eritrocitos anucleados de los mamíferos).

**Preparación — Tegumento de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Además de lo indicado se observa epitelio estratificado queratinizado y glándulas mucosas, serosas y mixtas, algunas de las cuales son granulosa.

**Preparación — Lengua de mamífero.**

Tejido conjuntivo laxo.

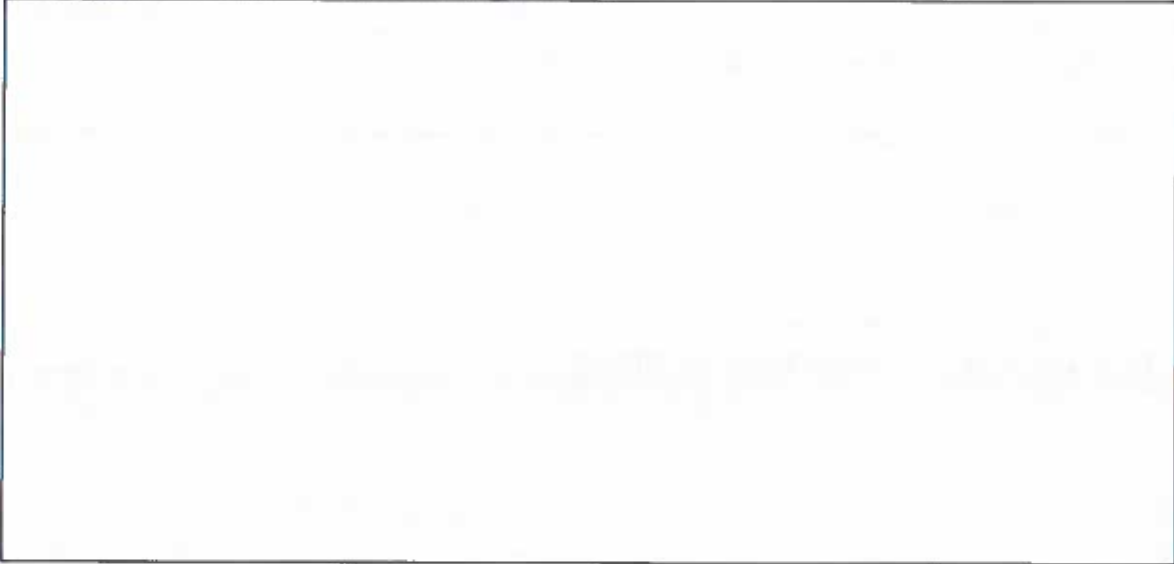
Por debajo de epitelio y antes del músculo estriado se observa un tejido conjunto laxo con algunas fibras colágenas. Claramente se identifican fibroblastos.

Es muy frecuente observar vasos sanguíneos. En contraposición con lo indicado en la preparación anterior, si en la luz de los vasos sanguíneos se detecta la presencia de eritrocitos, se comprobará que dichas células carecen de núcleo; lo cual permite afirmar que la preparación objeto de estudio es de vertebrado superior.

Por otra parte, existe cierta asociación entre tejido conjuntivo y vasos sanguíneos. Téngase en cuenta que una de las funciones del tejido conjuntivo es la defensa del organismo, en cuanto que cualquier agresión es un reclamo para las células sanguíneas que intervienen en la defensa del organismo, y que llegan al lugar de conflicto a través de los vasos sanguíneos. Salen de los vasos y se desplazan por el tejido conjuntivo.

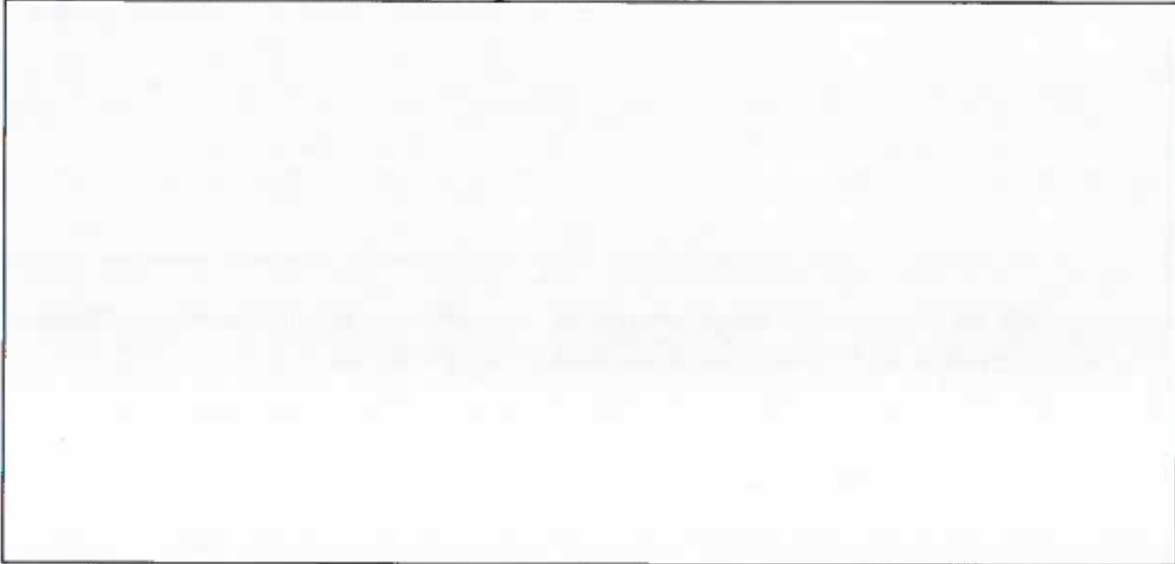
**Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Además de lo indicado se observa epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio estratificado plano no queratinizado, músculo estriado esquelético en sección longitudinal y transversal, los citados vasos sanguíneos y nervios.

En los nervios se volverá a comprobar que con las técnicas de rutina, los lípidos se disuelven apareciendo auténticos huecos donde originalmente están ubicados: cuando el corte de los mismos es transversal, se observan los puntos correspondientes a los axones

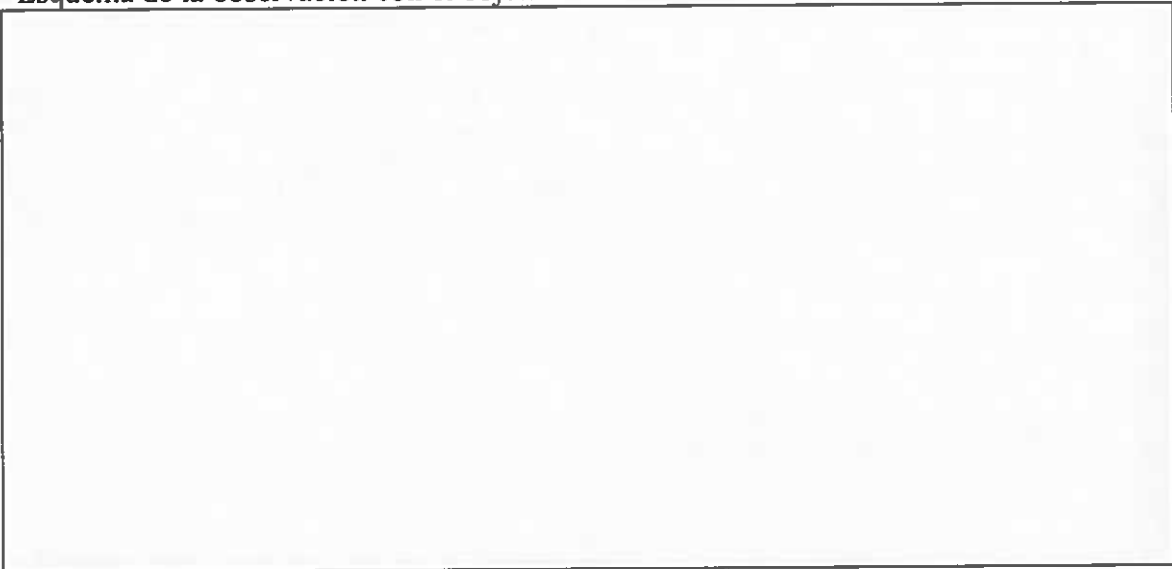
neuronales rodeados de los citados huecos, en los que originalmente se encuentra la llamada banda de mielina de naturaleza lipídica.

**Preparación — Estómago de anfibio.**

Tejido conjuntivo laxo.

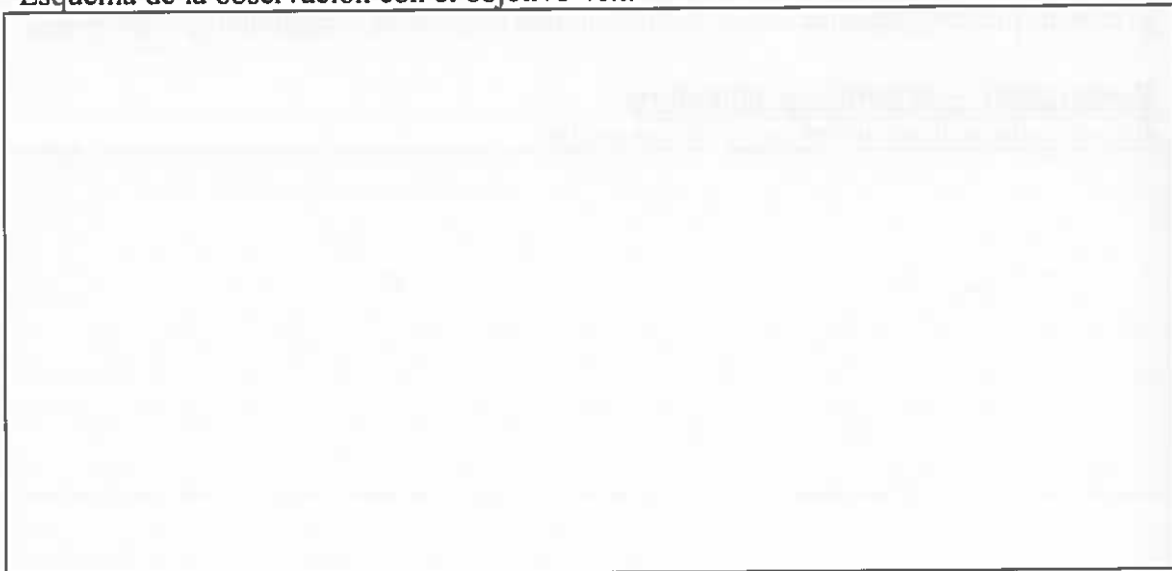
**Preparación — Estómago de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Estómago de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Se observa tejido conjuntivo laxo en dos localizaciones. Uno con pocas fibras y no muchas células por debajo del músculo liso.

Otro, en cada una de las vellosidades, por debajo del epitelio simple cilíndrico. Es un tejido conjuntivo laxo en el que es muy frecuente observar pequeños vasos sanguíneos.

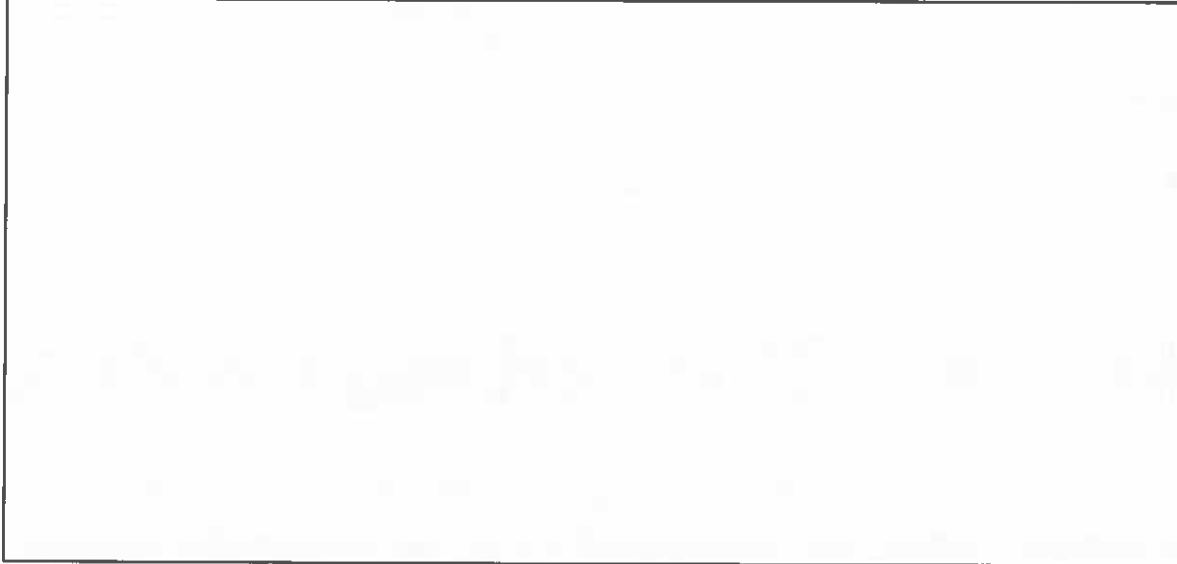
Además de lo indicado se observa epitelio simple cilíndrico, glándulas pluricelulares tubulares, y músculo liso en sección longitudinal y transversal.

**Preparación — Intestino de mamífero.**

Tejido conjuntivo laxo.

**Preparación — Intestino de mamífero.**

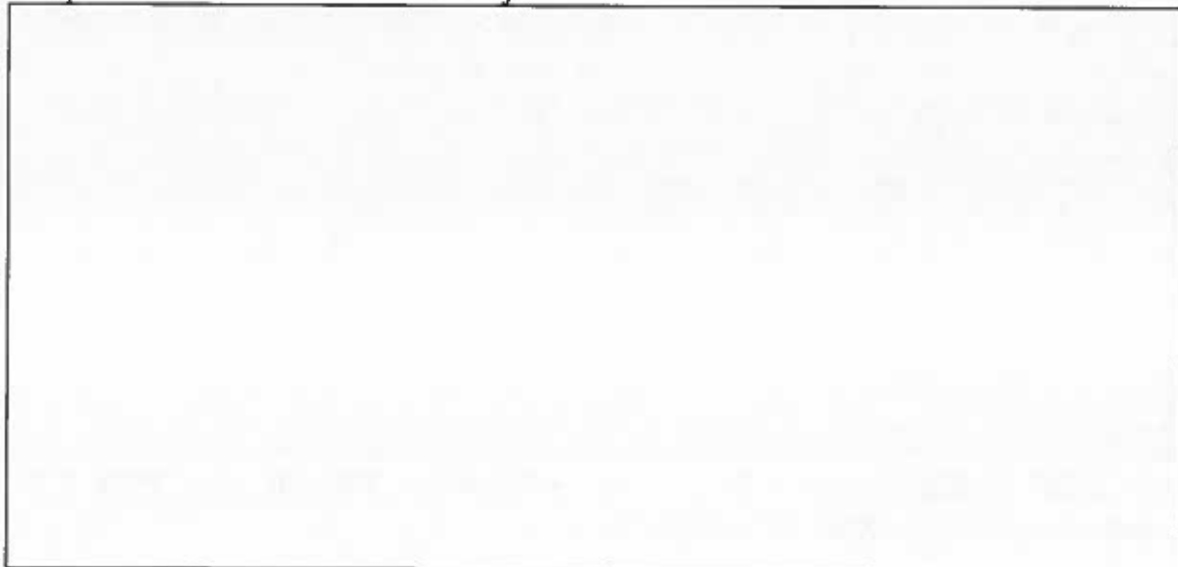
Esquema de la observación con el objetivo 4x.



Además de lo indicado se observa epitelio simple cilíndrico, glándulas unicelulares, glándulas pluricelulares tubulares, y músculo liso en sección longitudinal y transversal.

**Preparación — Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.





**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Tejido conjuntivo laxo y denso.

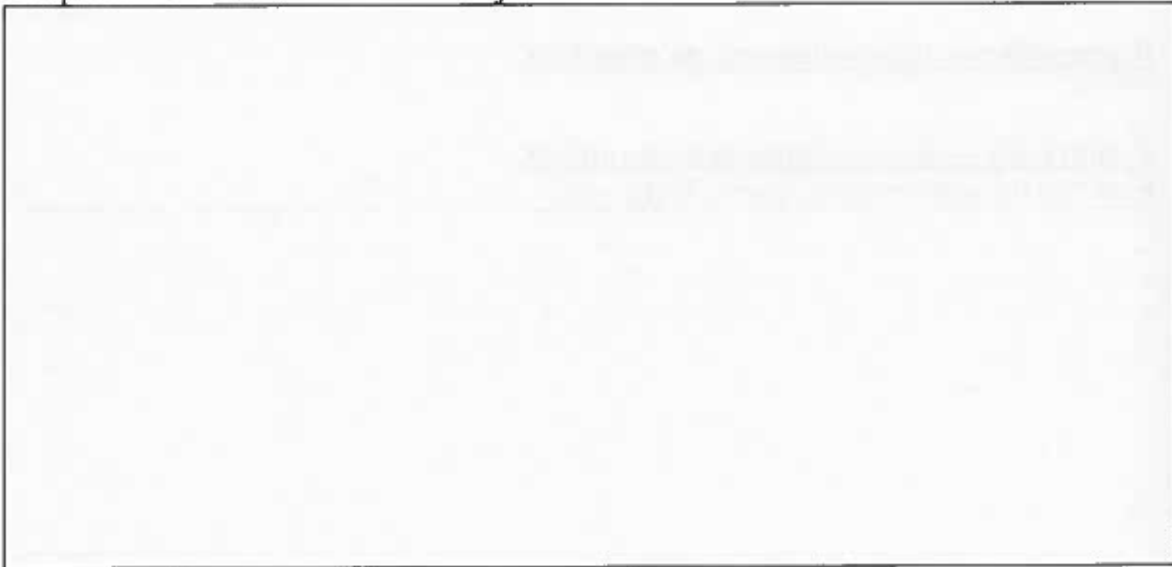
Tejido adiposo de grasa blanca y de grasa parda.

Tejido cartilaginoso hialino.

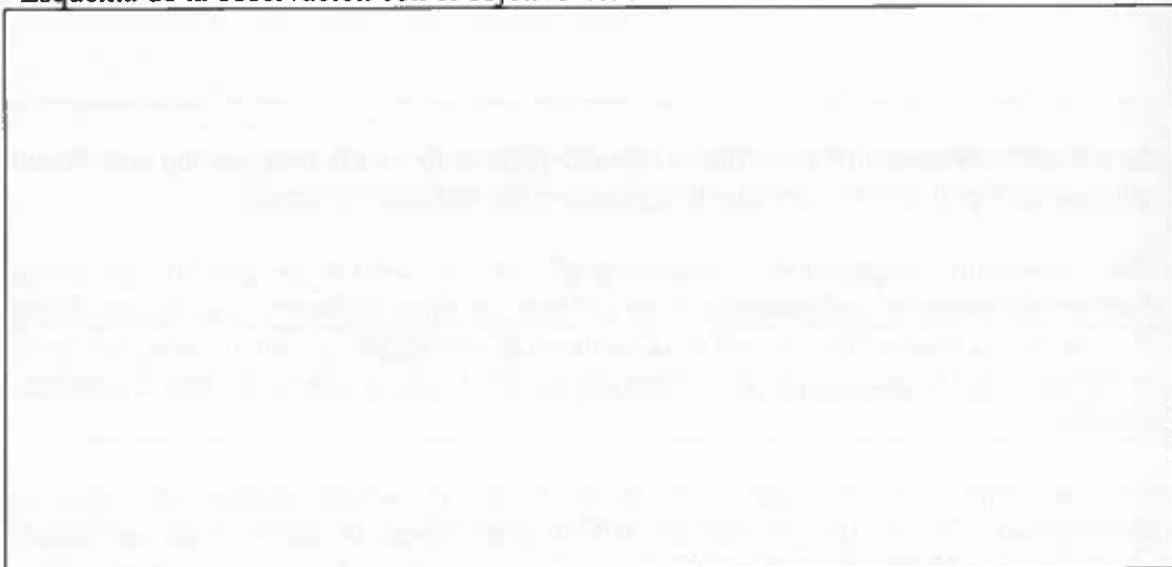
De nuevo en esta preparación procede sacar a colación la disolución de los lípidos al utilizar técnicas de rutina, concretamente al pasar las muestras por las series de alcoholes. Lo cierto es que los adipocitos suelen verse huecos (los de grasa blanca) o muy porosos (los de grasa parda). Si se emplearan técnicas especiales que conservaran el contenido lipídico de las células, se observaría que los adipocitos son células grandes y generalmente con aspecto hinchado.

**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

**Preparación --- Tráquea y esófago de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En la tráquea se observa tejido cartilaginoso hialino. Por fuera el pericondrio (que es un tejido conjuntivo denso) en que es posible observar algún fibroblasto. Por dentro y en disposición periférica los condroblastos (células aplanadas) y hacia el centro, los

condrocitos (células redondeadas) dispuestos generalmente en grupos de dos o cuatro células. Son los llamados grupos isogénicos que representan una estirpe celular, esto es, el hecho de que una célula madre da lugar a 2 células hijas y estas a su vez a otras dos células.

La sustancia fundamental del cartílago es particularmente basófila. La observación de la misma y de las eosinófilas fibras colágenas del pericondrio es muy ilustrativa de la afinidad de ambos elementos por los colorantes.

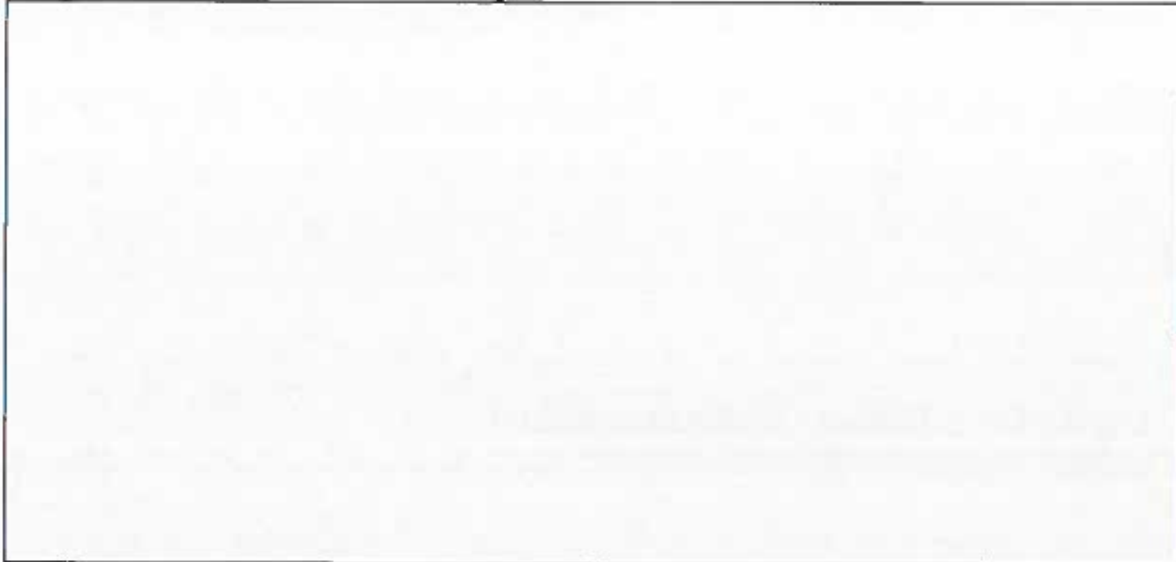
Además de lo indicado se observa epitelio pseudoestratificado ciliado y epitelio estratificado plano queratinizado. Glándulas unicelulares y glándulas pluricelulares alveolares.

### **Preparación --- Hueso compacto de mamífero.**

Osteonas.

### **Preparación --- Hueso compacto de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



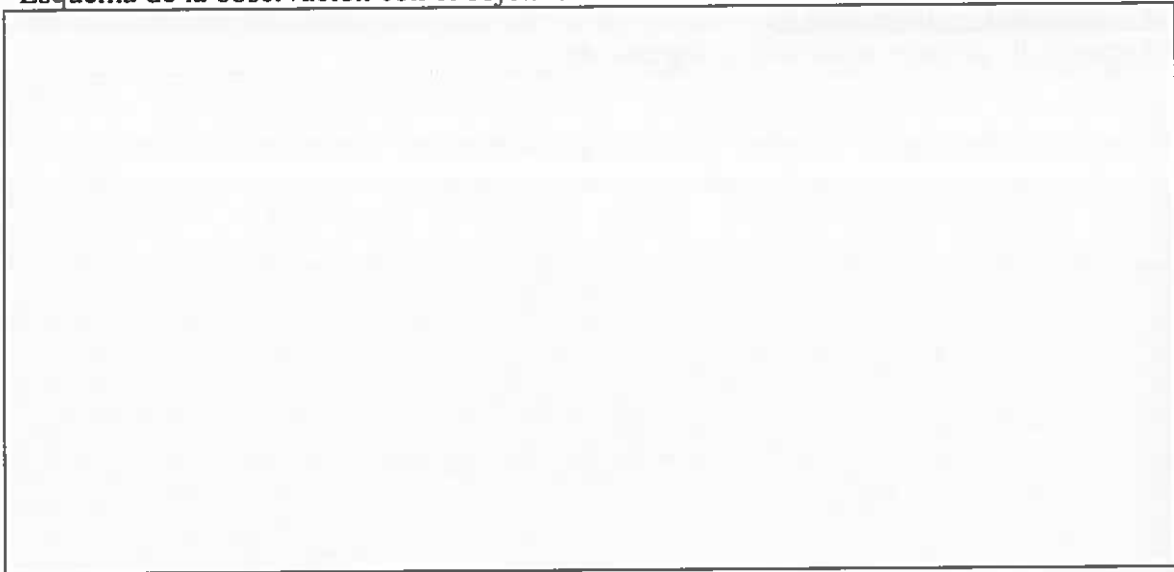
La sustancia fundamental en el hueso está calcificada, lo cual le proporciona una dureza que impide llevar a cabo cortes histológicos con las técnicas de rutina.

Para conseguir preparaciones microscópicas de hueso (o de diente) se tienen fundamentalmente dos alternativas. Una es limar un trozo de hueso (o de diente) hasta conseguir una lámina fina, la cual se dispone en el portaobjetos, cumpliéndose entonces la máxima de la microscopia de campo claro: que la luz atravesase lo que se pretende estudiar.

Otra alternativa es sumergir el trozo de hueso en ácidos fuertes para que se descalcifique. Es un largo proceso que al final proporciona un hueso blando que puede ser tratado a partir de ese momento con los métodos habituales en microscopia: obtención de cortes en microtomo, tinción de los mismos (generalmente con colorantes específicos) y montaje permanente.

**Preparación -- Hueso compacto de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



La unidad fundamental del hueso compacto de los mamíferos es la osteona (¡que recuerda a una diana!). Es un conjunto de células que se disponen en lagunas óseas alrededor de un punto central (el canal de Havers) por el que circulan vasos sanguíneos y nervios.

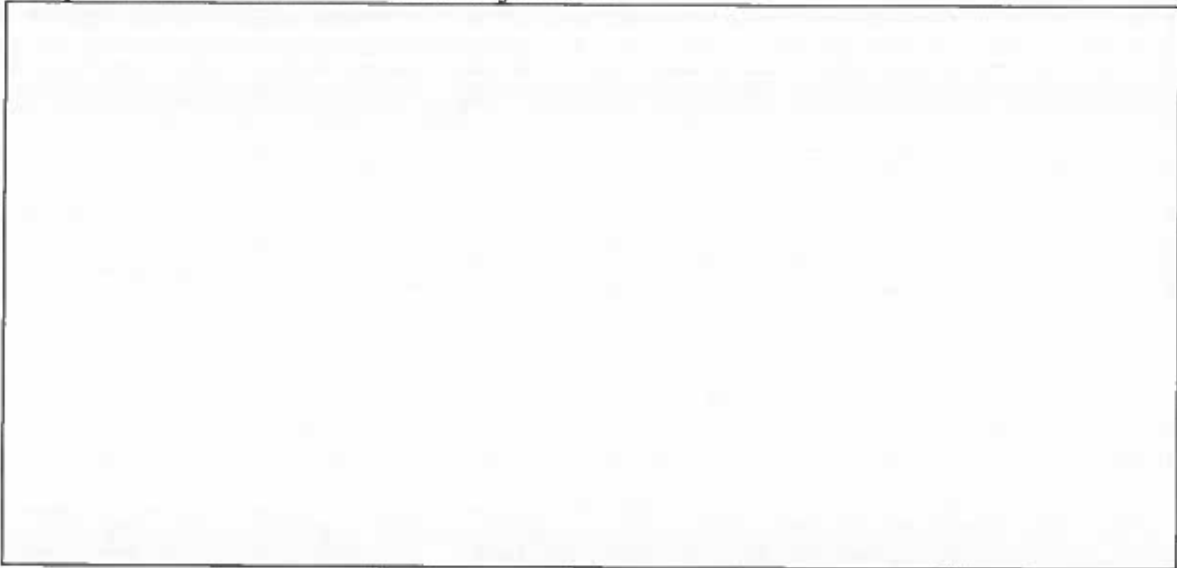
Las células dispuestas en los llamados sistemas de laminillas concéntricas (la más alejada es la llamada línea cementante de Ebner), se comunican entre sí a través de los canaliculos calcóforos, en cuyo interior las células vecinas entran en contacto y se nutren de los productos aportados por los vasos.

Los canales de Havers se comunican entre sí a través de los canales de Volkmann que son perpendiculares u oblicuos a los primeros.

**Preparación --- Incógnita V.**

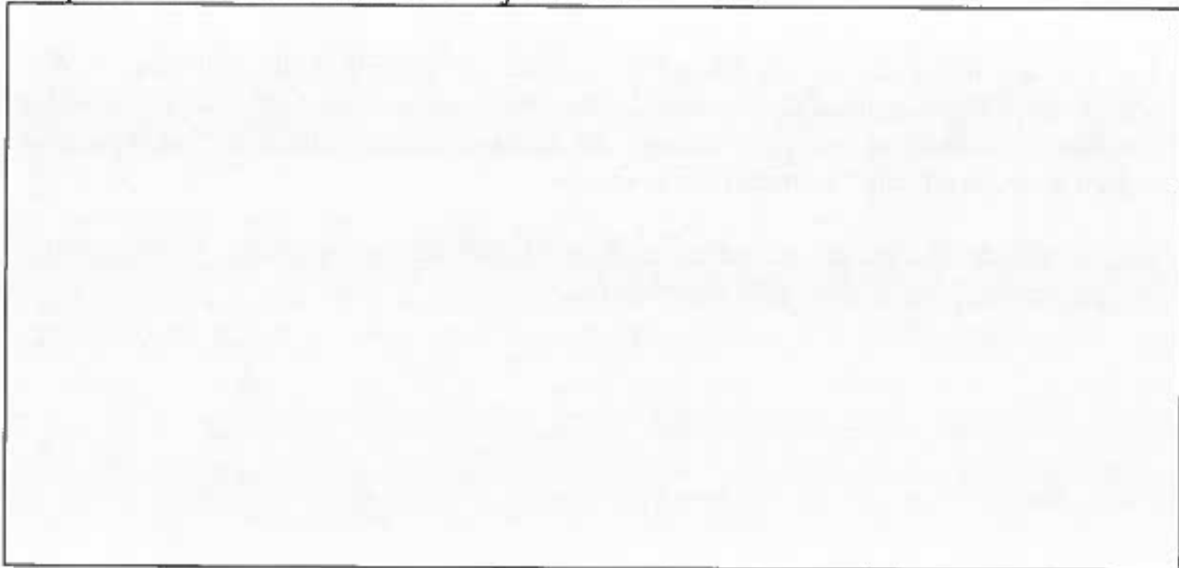
**Preparación --- Incógnita V.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Incógnita V.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



## Práctica 11. HISTOLOGÍA VI. SANGRE Y MÚSCULO.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación — Sangre de mamífero.**  
Células sanguíneas de vertebrado superior.
- **Preparación — Sangre de pez.**  
Células sanguíneas de vertebrado inferior.
- **Preparación — Estómago de anfibio.**  
Músculo liso.
- **Preparación — Intestino de mamífero.**  
Músculo liso.
- **Preparación — Lengua de mamífero.**  
Músculo estriado.
- **Preparación — Corazón.**  
Músculo cardíaco.
- **Preparación — Incógnita VI.**

En esta práctica se pretenden descubrir las células presentes en el torrente sanguíneo de vertebrados superiores e inferiores, así como los distintos tipos de tejido muscular de los vertebrados. Se estudiarán 3 preparaciones no vistas hasta ahora y otras 3 conocidas.

### SANGRE.

Aplicando la clasificación indicada en prácticas anteriores, la sangre forma parte de los tejidos conectivos. Concretamente es un tejido en el que la sustancia fundamental de la matriz es líquida. Las células características de la sangre son:

#### Células sanguíneas

	GLÓBULOS ROJOS (=ERITROCITOS=HEMATÍES)
	GLÓBULOS BLANCOS (=LEUCOCITOS)
	GRANULOCITOS (=POLIMORFONUCLEARES)
	HETERÓFILOS (en hombre= NEUTRÓFILOS)
	EOSINÓFILOS (=ACIDÓFILOS)
	BASÓFILOS
	AGRANULOCITOS (=MONONUCLEARES)
	LINFOCITOS = = = = = células plasmáticas
	MONOCITOS = = = = = macrófagos
	TROMBOCITOS (en mamíferos = PLAQUETAS)

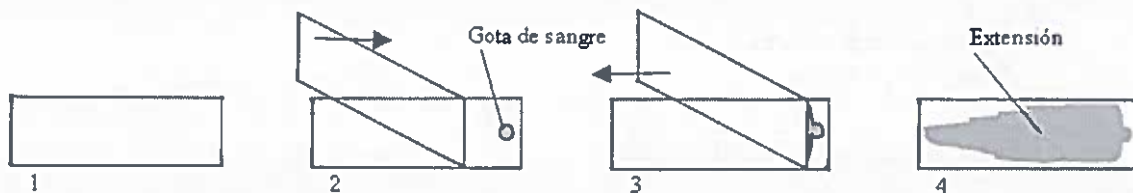
Conviene atender a la sinonimia de las distintas células.

Además, los nombres son descriptivos: los granulocitos se llaman así porque en su citoplasma presentan gránulos con diferentes afinidades hacia los colorantes, así, los hay basófilos y eosinófilos. Los heterófilos sin una marcada afinidad, se llaman neutrófilos en la especie humana. Además los granulocitos presentan el núcleo lobulado, razón por la cual también se llaman polimorfonucleares.

Por otra parte los agranulocitos no presentan conspicuos gránulos en el citoplasma y los núcleos no presentan lóbulos manifiestos. Algunos de los linfocitos de la sangre, se convierten (literalmente) en el tejido conjuntivo en células plasmáticas; de igual manera que los monocitos se convierten en macrófagos.

Los trombocitos son las células que intervienen en la coagulación de la sangre, son célula con núcleo. En los mamíferos tales funciones las llevan a cabo pequeños fragmentos muy basófilos de una célula grande. Dichos fragmentos son las plaquetas.

Las preparaciones microscópicas de la sangre (como de otros fluidos) se suele hacer por extensión: una gota de la sangre a estudiar, se deposita en un portaobjetos y con ayuda de otro portaobjetos se extiende. Posteriormente la extensión se fija, se tiñe y se monta.

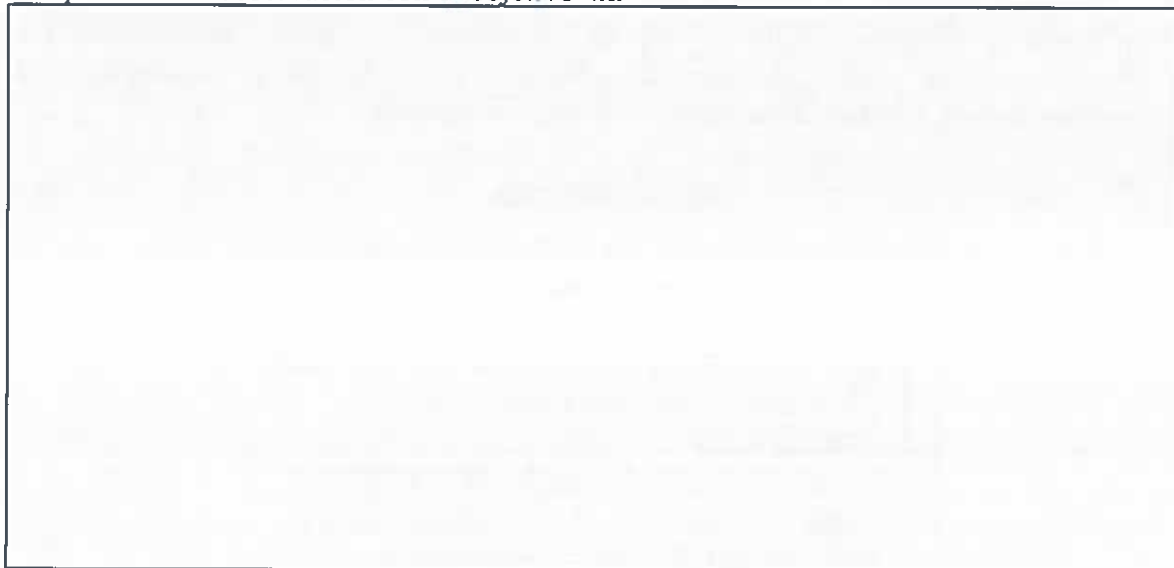


**Preparación --- Sangre de mamífero.**

Células sanguíneas de vertebrado superior.

**Preparación --- Sangre de mamífero.**

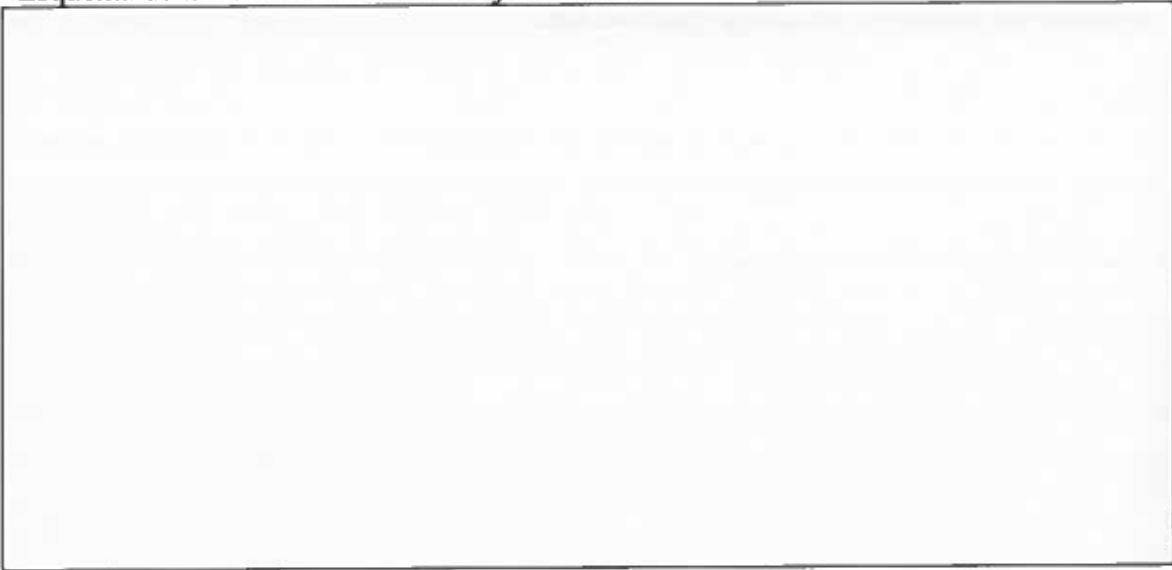
Esquema de la observación con el objetivo 4x.



Es evidente que los eritrocitos –bicóncavos- son anucleados (algunos muestran un espacio blanco en el centro como efecto óptico al atravesarlos la luz).

**Preparación — Sangre de mamífero.**

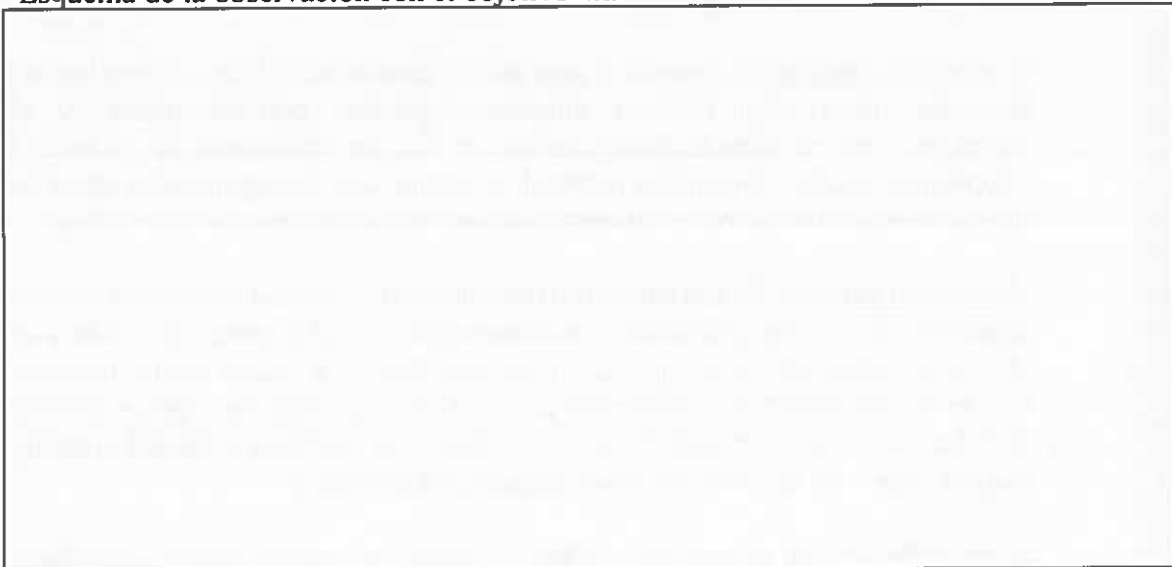
Esquema de la observación con el objetivo 40x.

**Preparación — Sangre de pez.**

Células sanguíneas de vertebrado inferior.

**Preparación — Sangre de pez.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

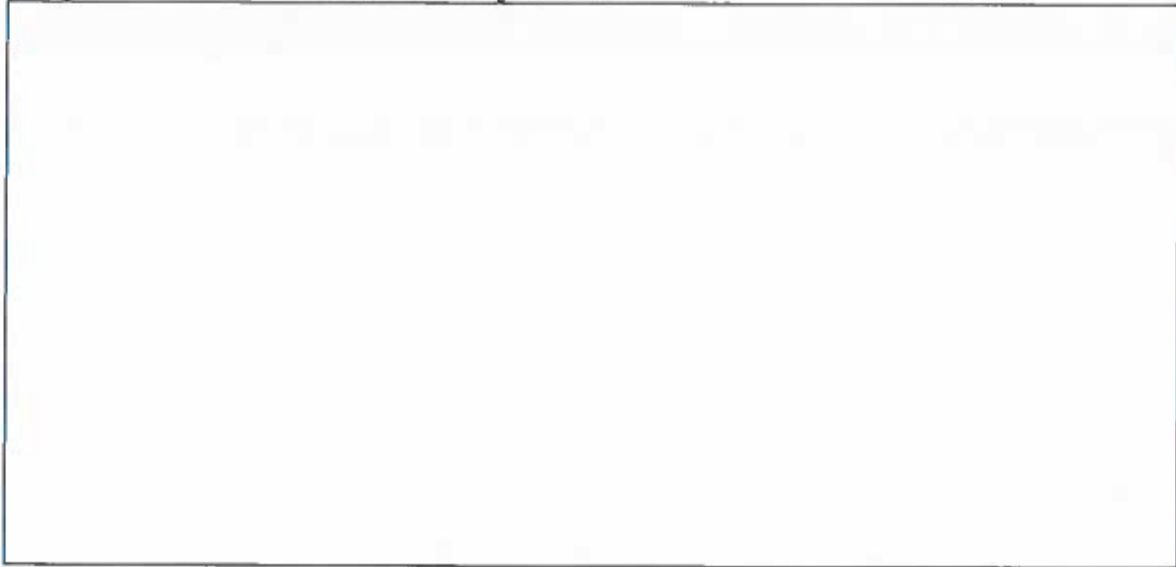


Entre las dos sangres las diferencias morfológicas más notables son que los eritrocitos (o hematíes o glóbulos rojos) de los mamíferos son células anucleadas, y que los de aves, reptiles, anfibios y peces tienen un núcleo conspicuo. Además, mientras en los mamíferos las plaquetas son trocitos diminutos de una célula muy grande, observándose como pequeñas manchas basófilas en el conjunto de la extensión sanguínea, sus equivalentes en los vertebrados inferiores, los trombocitos, son células grandes, fusiformes y con un núcleo central alargado.

El resto de las células (los glóbulos blancos o leucocitos) son muy parecidas en los 2 casos.

**Preparación --- Sangre de pez.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



**TEJIDO MUSCULAR.**

Los distintos tipos de tejido muscular de los vertebrados son:

- el músculo estriado (o estriado esquelético) consta de células (generalmente llamadas fibras) con muchos núcleos dispuestos periféricamente, y el citoplasma con las características estrías; en sección transversal se observa el citoplasma característicamente punteado y los núcleos lógicamente también en disposición periférica; no se observan uniones de las células con sus vecinas;
- el músculo cardiaco (o estriado cardiaco) también es estriado; presenta células generalmente con un solo núcleo en disposición central y entre una célula y su vecina se observan complejos de unión (los llamados trazos escaleriformes) que se suelen poner de manifiesto con tinciones específicas; algunas células se bifurcan; en sección transversal, las células son similares a las del músculo estriado pero con un solo núcleo en disposición central; y
- el músculo liso en el que las células no presentan estrías; consta de células fusiformes con núcleo central también fusiforme; en sección transversal se observan células con aparentemente diferentes tamaños, unas con núcleo grande, otras con núcleo pequeño y otras sin él, dependiendo de por donde interese el corte a cada una de las células.

Conviene recordar que las estrías que caracterizan a los músculos estriados están determinadas por la disposición entrecruzada de los microfilamentos de actina y miosina en el citoplasma de las células.



Unos microfilamentos que no es posible observar al microscopio óptico de campo claro (aunque se manifiestan como las indicadas estrías) pero que sin embargo son notorios en las observaciones de músculo al MET.

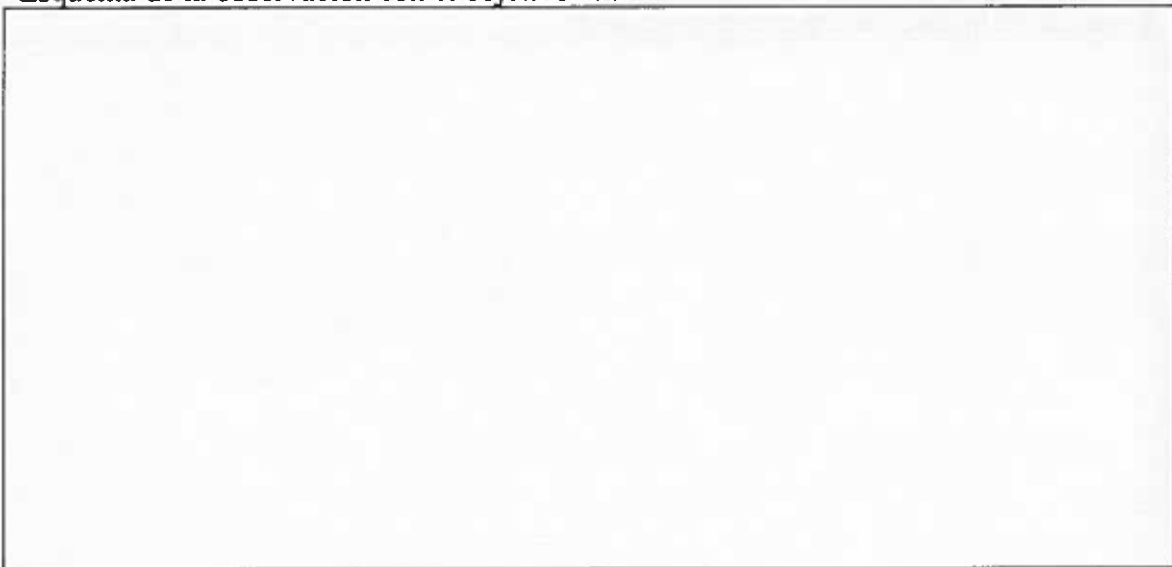
Las células del músculo liso también presentan microfilamentos de actina y miosina pero organizados de tal manera que con el microscopio óptico de campo claro no se observan estriaciones.

**Preparación --- Estómago de anfibio.**

Músculo liso.

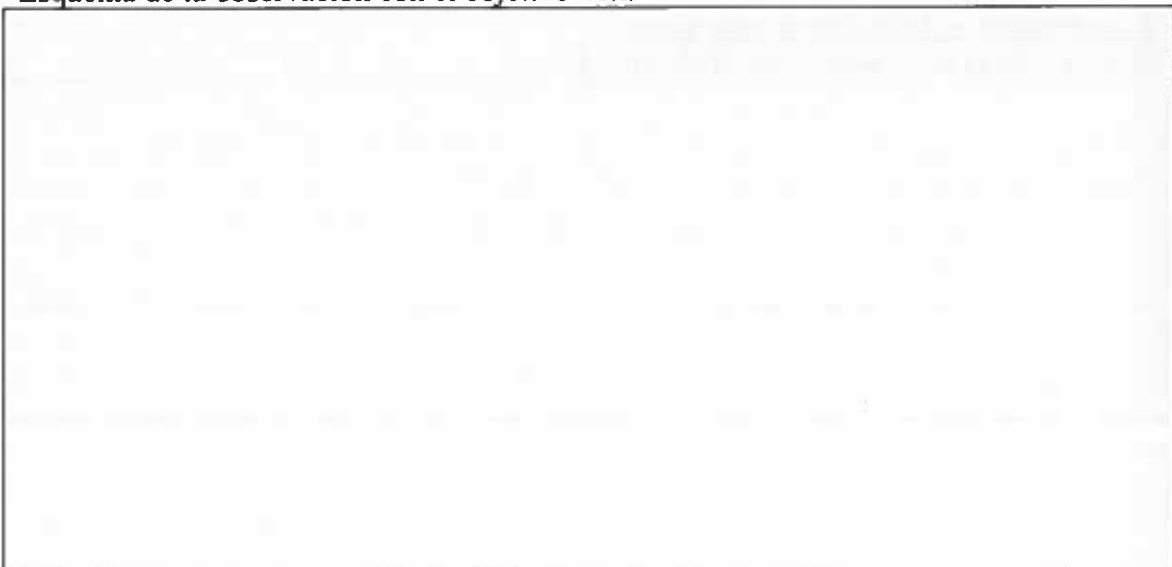
**Preparación --- Estómago de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Estómago de anfibio.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Por fuera del estómago, como por fuera de prácticamente todo el tubo digestivo desde la boca hasta el ano, se localiza en las secciones transversales, músculo liso en sección

longitudinal y más externamente, músculo liso en sección transversal. Tanto en sección transversal como longitudinal, el citoplasma de las fibras de músculo liso parecen vacíos a excepción del núcleo que se encuentra en el centro de las células. En las secciones transversales, es frecuente que algunos cortes interesen al núcleo de las células y muchos no.

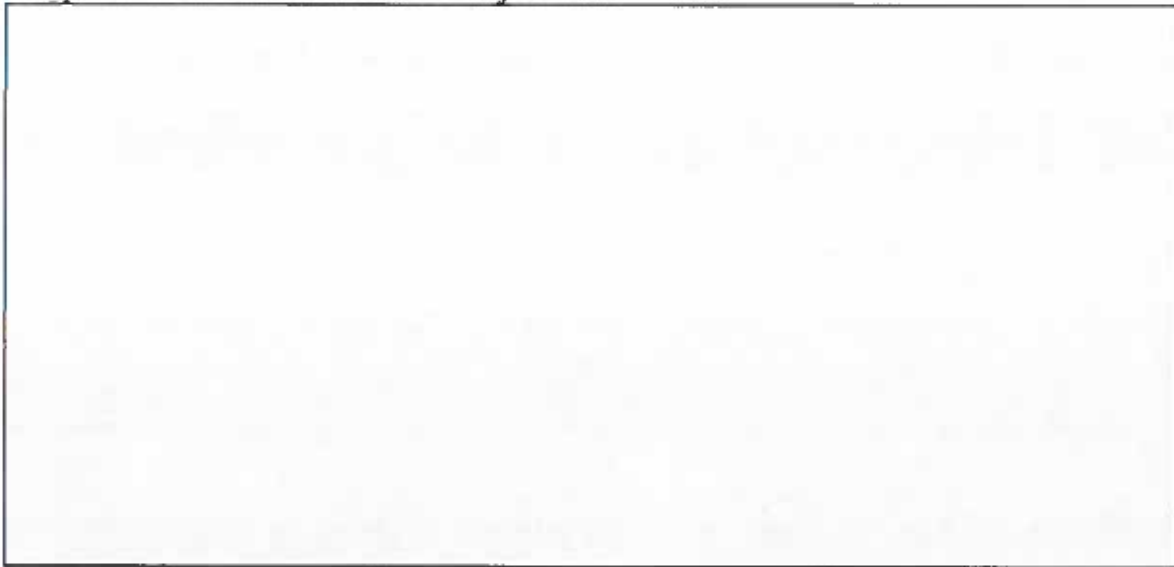
Además de lo indicado, en esta preparación se observa epitelio simple cilíndrico, glándulas pluricelulares tubulares y tejido conjuntivo laxo.

**Preparación — Intestino de mamífero.**

Músculo liso.

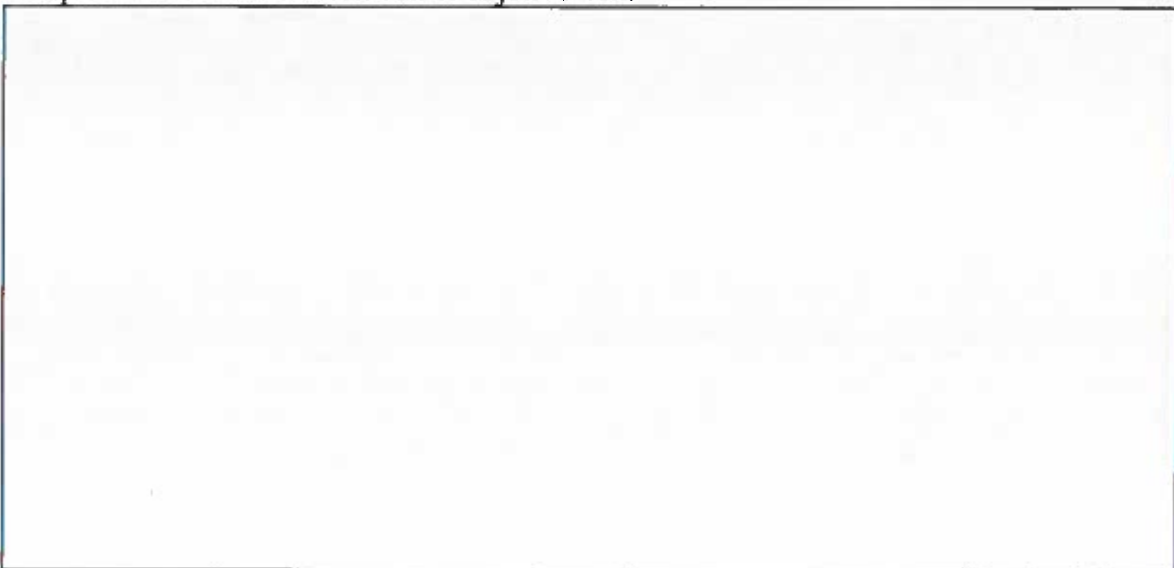
**Preparación — Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Intestino de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



El músculo liso es un músculo de contracción involuntaria.

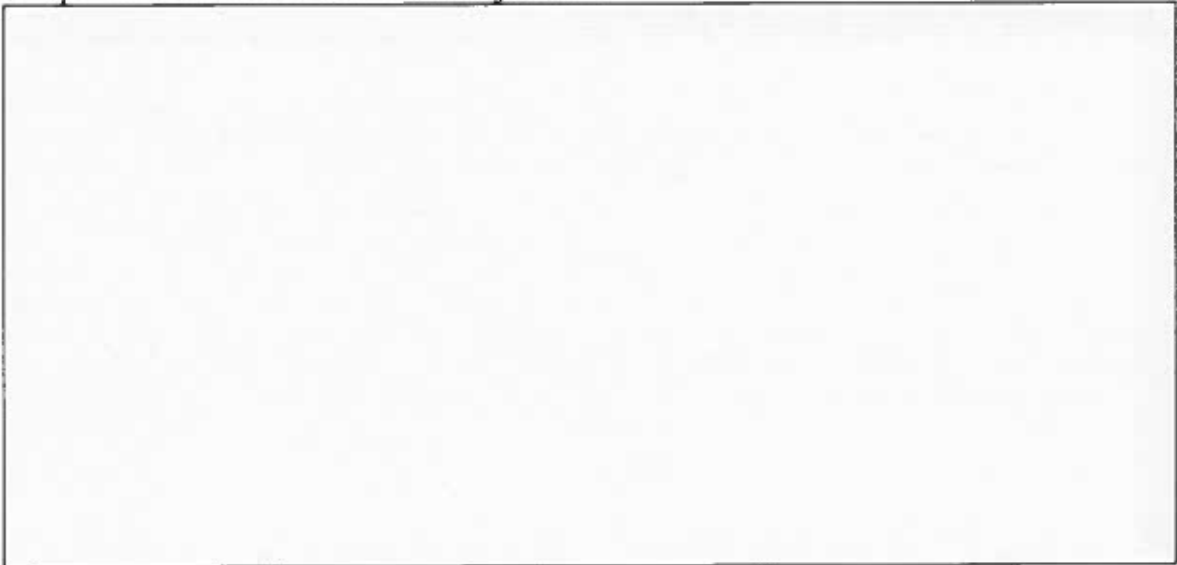
Además en esta preparación se puede observar epitelio simple cilíndrico, glándulas unicelulares, glándulas pluricelulares tubulares, y tejido conjuntivo laxo.

**Preparación -- Lengua de mamífero.**

Músculo estriado.

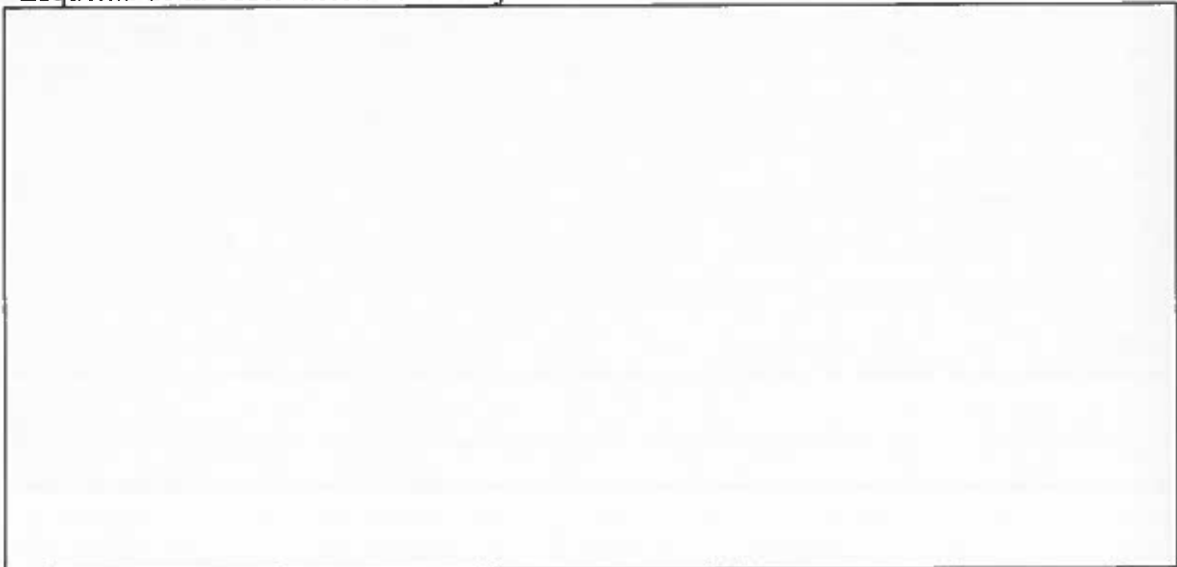
**Preparación -- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación -- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



En términos generales el músculo estriado está envuelto por tejido conjuntivo: cada fibra (¡cada célula!) está rodeada del endomisio; un conjunto de fibras por el perimisio; y un haz de fibras por el epimisio (todos ellos de tejido conjuntivo).

Además de lo indicado, en esta preparación se puede observar epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio estratificado plano no queratinizado, tejido conjuntivo laxo, vasos sanguíneos y nervios en sección transversal.

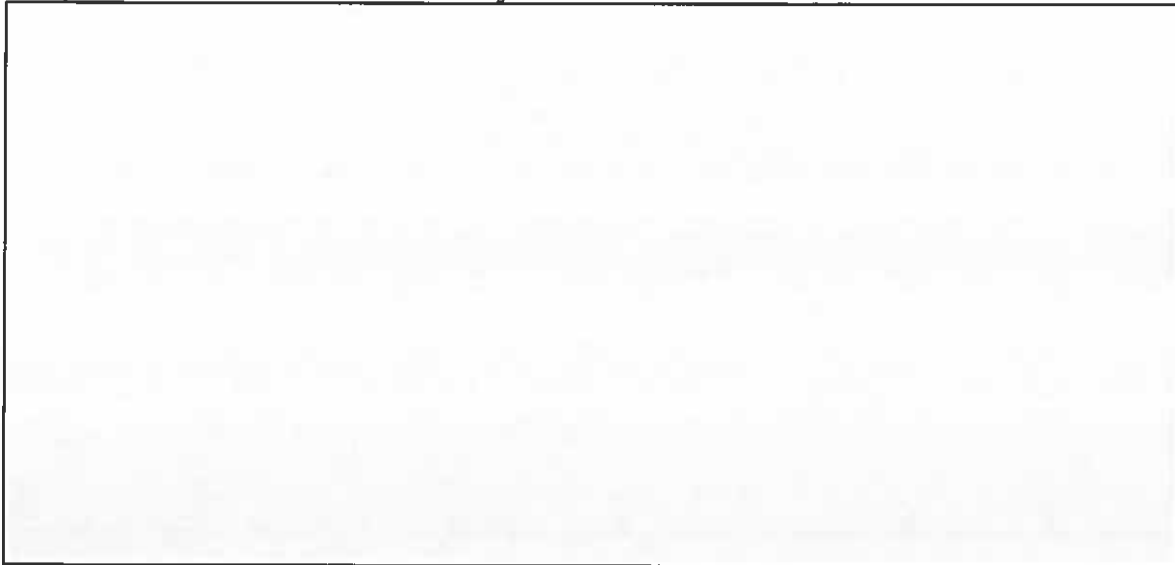
En las secciones transversales de las arterias, se observa que en su pared músculo liso.

**Preparación --- Corazón.**

Músculo cardíaco.

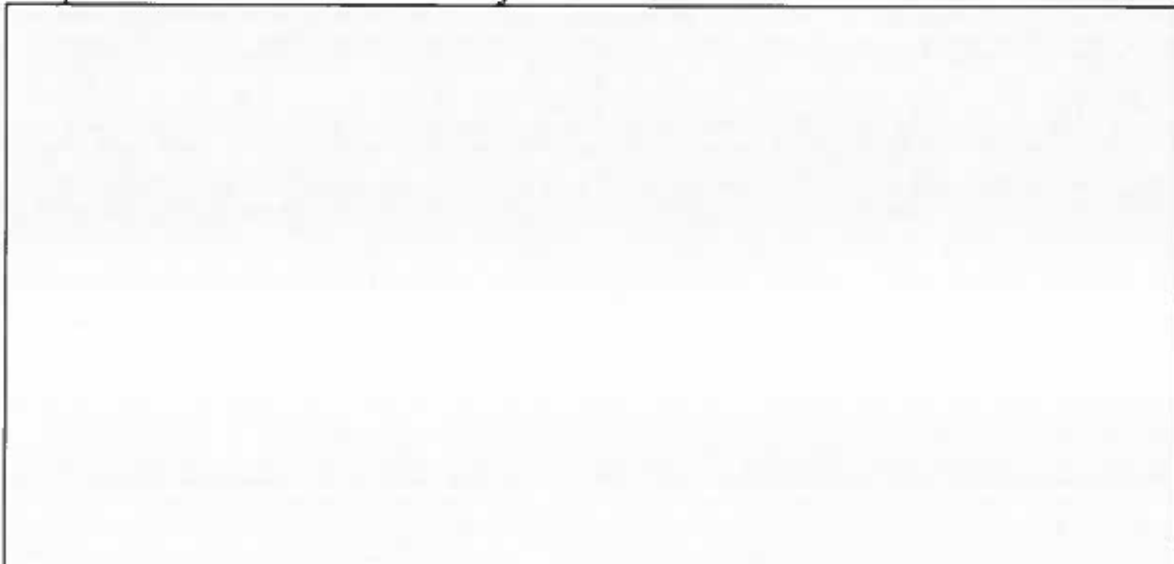
**Preparación --- Corazón.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Corazón.**

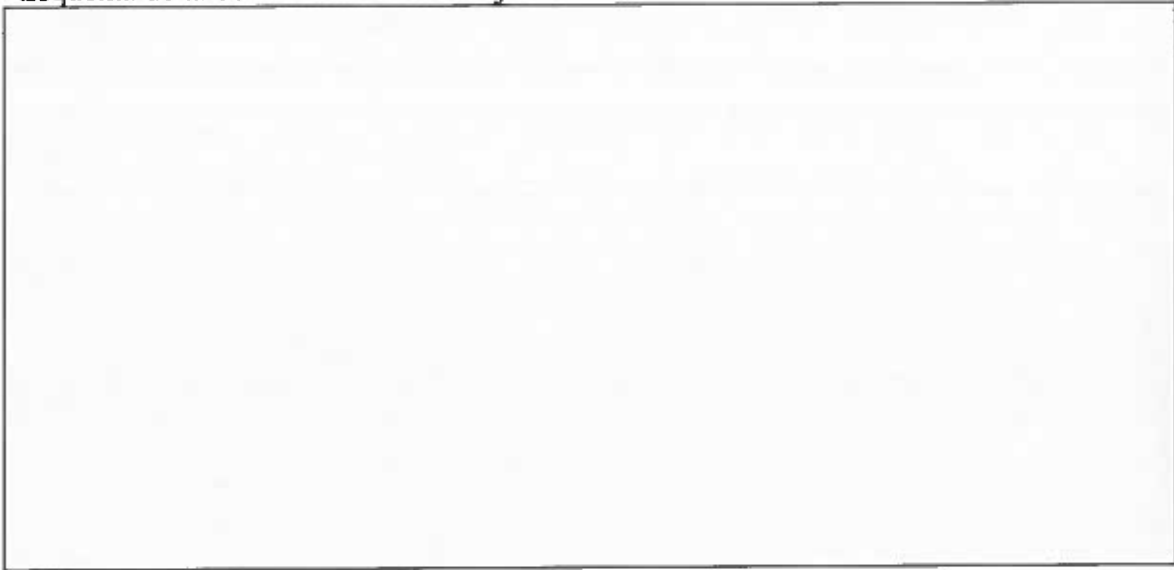
Esquema de la observación con el objetivo 40x.



**Preparación --- Incógnita VI.**

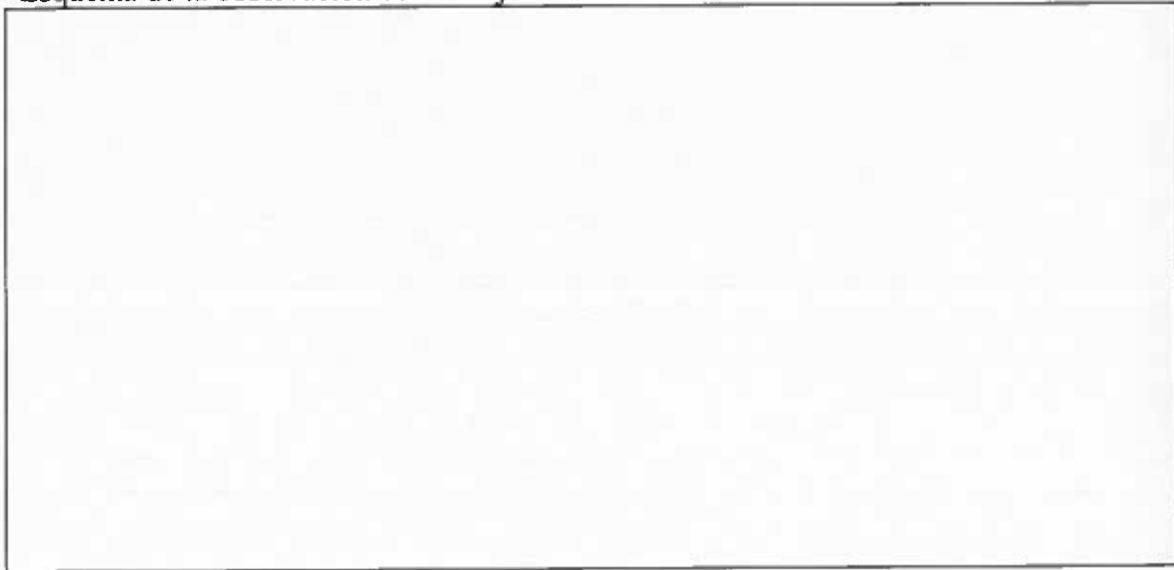
**Preparación --- Incógnita VI.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Incógnita VI.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.





## Práctica 12. HISTOLOGÍA VII. TEJIDO NERVIOSO.

En esta sesión se pretende estudiar las características del tejido nervioso.

Desde un punto de vista anatómico se habla del:

- sistema nervioso central: el encéfalo (todo lo que se encuentra en el interior del cráneo) y la médula espinal (localizada en el interior de la columna vertebral);
- sistema nervioso periférico: los nervios y los ganglios nerviosos.

En el sistema nervioso central se identifican la:

- sustancia gris constituida fundamentalmente por los cuerpos celulares;
- sustancia blanca constituida sobre todo por las prolongaciones celulares.

Las células que caracterizan al tejido nervioso son:

- las neuronas: células generalmente grandes con 2 tipos de prolongaciones: las dendritas (numerosas y arboriformes) y el axón (única y larga);
- las células que constituyen la neuroglia o glía: células generalmente pequeñas que sirven de sostén de las anteriores.

Las fibras nerviosas son el conjunto formado por los axones y sus cubiertas envolventes. En el sistema nervioso periférico se agrupan conformando los nervios donde se rodean de tejido conjuntivo: el endoneuro rodea cada axón (por fuera de la llamada banda de mielina constituida por las células de Schwann), el perineuro rodea a un conjunto de axones y el epineuro que rodea al nervio en conjunto.

Los ganglios nerviosos son acúmulos de neuronas fuera del sistema nervioso central. Se suelen mostrar esféricos y siempre asociados a nervios. A veces rodeados de una cápsula de tejido conjuntivo, y otras veces rodeados del estroma de los órganos donde se encuentran.

Las preparaciones a estudiar son:

- **Preparación — Encéfalo de mamífero.**  
Neuronas y células de la glía.
- **Preparación — Médula espinal de mamífero.**  
Neuronas, prolongaciones nerviosas, células de la glía.
- **Preparación — Lengua de mamífero.**  
Nervio.
- **Preparación — Ganglio sensitivo de mamífero.**  
Neuronas ganglionares.
- **Preparación — Incógnita VII.**
- **Preparación — Incógnita VIII.**

Se propone el estudio del sistema nervioso central en las 2 primeras preparaciones (una de ellas ya estudiada con anterioridad). A continuación el sistema nervioso periférico en

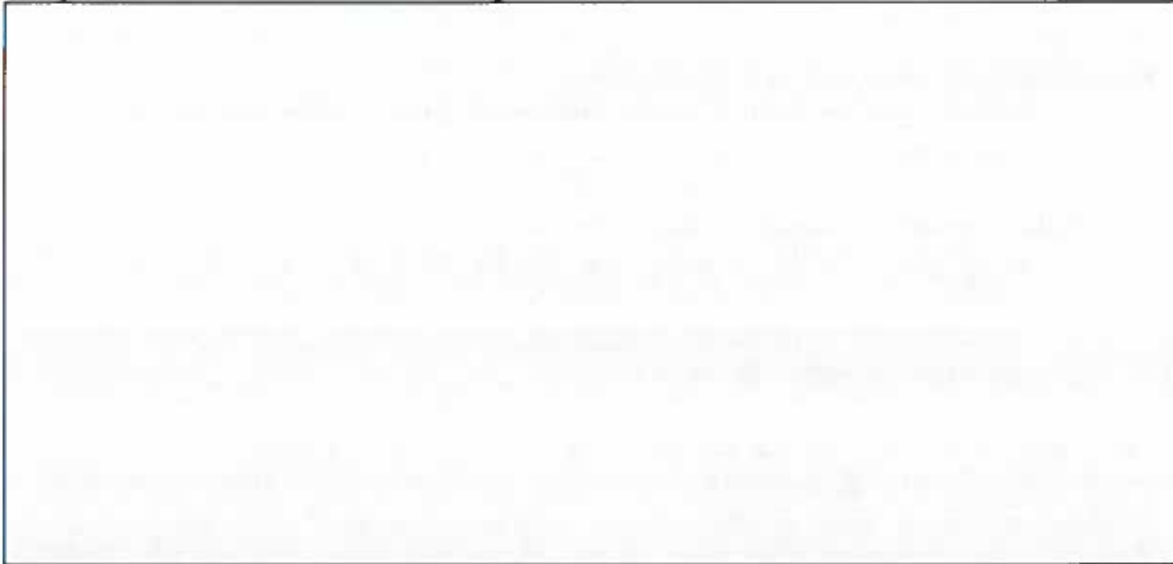
las 2 siguientes (una de ellas ya conocida). Y se finaliza con 2 preparaciones incógnita. Una orientada hacia el tejido nervioso y otra al conjunto de la histología animal.

**Preparación --- Encéfalo de mamífero.**

Neuronas y células de la glía.

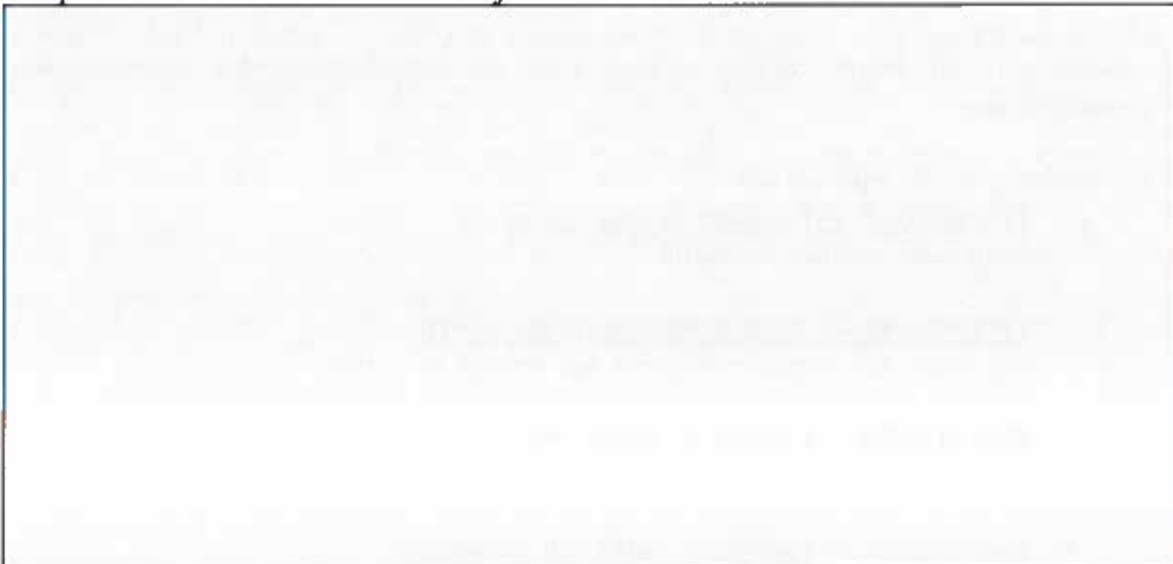
**Preparación --- Encéfalo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Encéfalo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Los primeros anatomistas llamaron al cerebelo el árbol de la vida. Se observa esa conformación arboriforme tanto microscópicamente observando la preparación al trasluz, como macroscópicamente.

En una de dichas ramas se localizan la sustancia gris (que es externa) y la sustancia blanca. En el encéfalo (tanto en el cerebro como en el cerebelo) la sustancia blanca es interior y la sustancia gris se dispone periféricamente. Es juntamente lo contrario de lo



que se observa en la médula espinal, donde la sustancia blanca está por fuera de la sustancia gris.

En la sustancia gris, por fuera se identifica la capa molecular formada por pocas neuronas pequeñas, y la capa granular formada por abundantes neuronas pequeñas. Entre ambas se localizan las células de Purkinje: unas neuronas grandes que se disponen unas al lado de las otras en fila. En ellas se observa un núcleo notable y un nucléolo evidente.

La sustancia blanca presenta un aspecto fibrilar característico, constituido por las prolongaciones de las células nerviosas.

En el cerebro en conjunto se pueden observar diversas agrupaciones neuronales, algunas de las cuales son similares morfológicamente a las neuronas ya vista de la médula espinal.

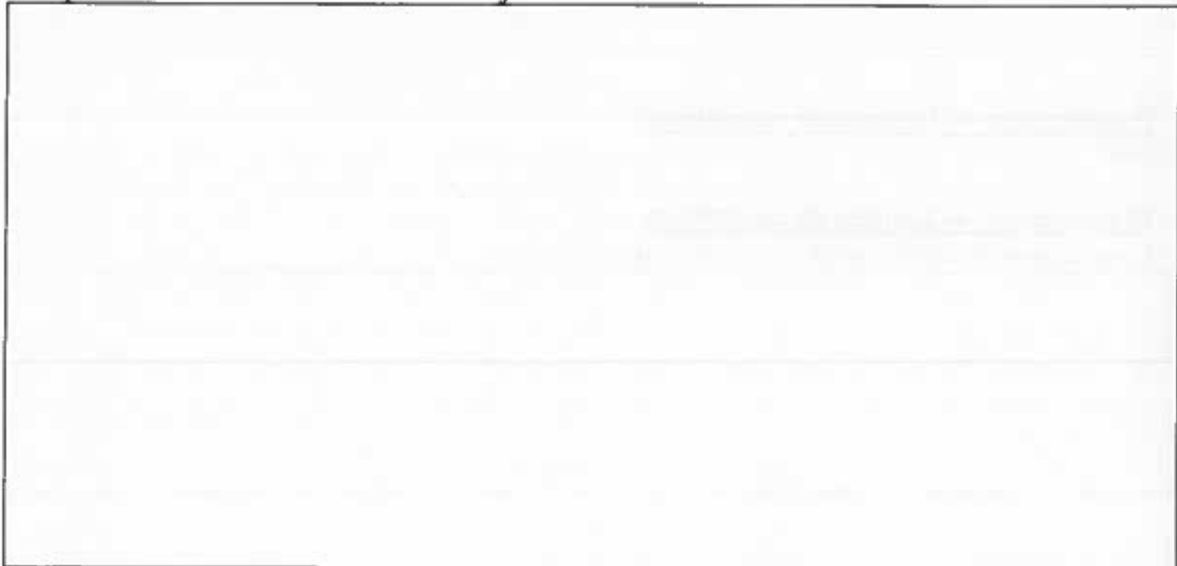
Las células de la glía están constituidas por varias familias de células que según algunos autores son similares en funciones a las células del tejido conjuntivo. En la preparación se observan como representantes de dichas células, las que constituyen los plexos coroideos que sintetizan el líquido cefalorraquídeo que baña todo el sistema nervioso.

#### **Preparación --- Médula espinal de mamífero.**

Neuronas, prolongaciones nerviosas, células de la glía.

Preparación --- Médula espinal de mamífero.

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



En la médula espinal la sustancia gris se dispone interiormente y la sustancia blanca por fuera de ella.

En la sustancia blanca se observan los puntos correspondientes a las prolongaciones nerviosas rodeadas de un espacio aparentemente hueco. Dicho espacio se corresponde con el citoplasma de las células de Schwann (otro tipo de células de la glía) que rodea la prolongación nerviosa. Un citoplasma de naturaleza lipídica que se disuelve en el

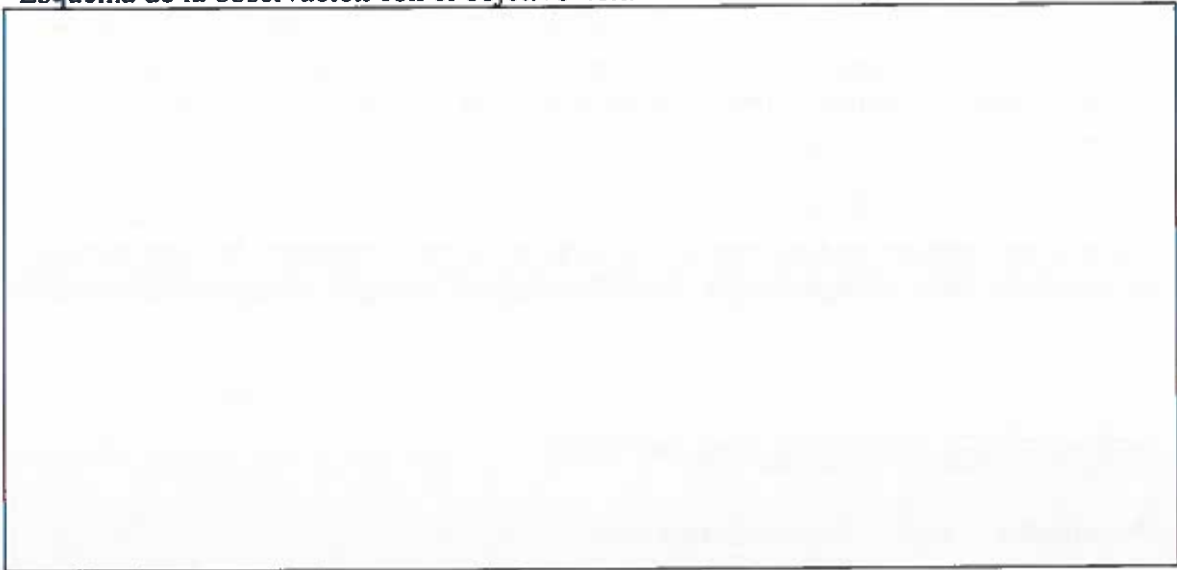
proceso de la inclusión, como ya indicó en la práctica 2. En la sustancia gris se localizan las características neuronas motoras con su núcleo, nucléolo y prolongaciones nerviosas.

En el centro de la médula se observa el epéndimo rodeado por otro tipo de células de la glía (las células ependimarias) dispuestas epitelialmente.

Por fuera de la medula se observan las meninges (son tres capas) de tejido conjuntivo denso.

**Preparación --- Médula espinal de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.

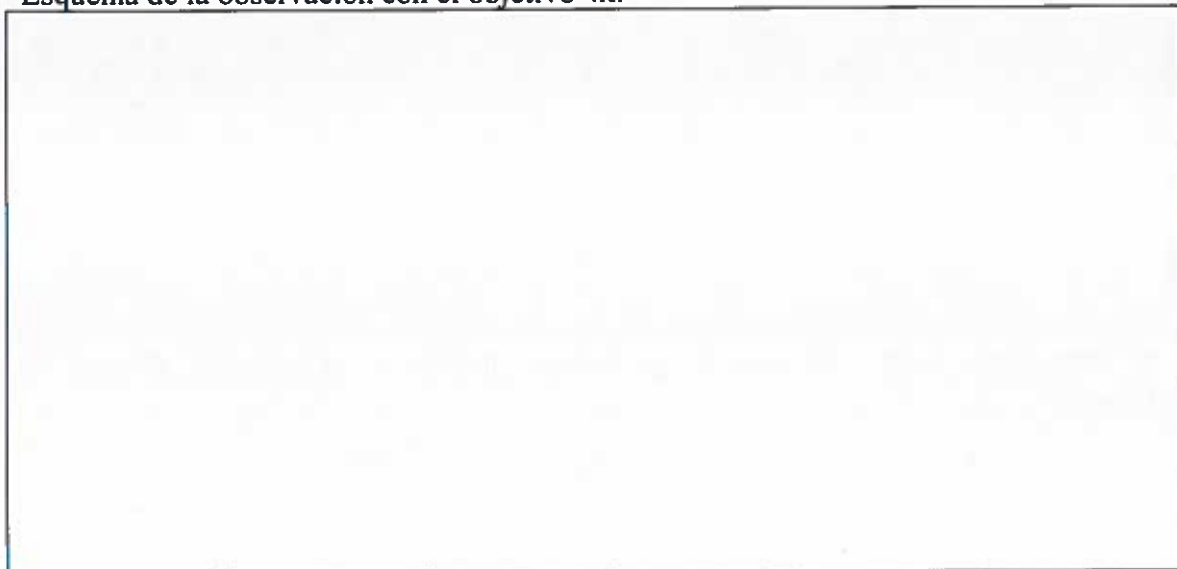


**Preparación --- Lengua de mamífero.**

Nervio.

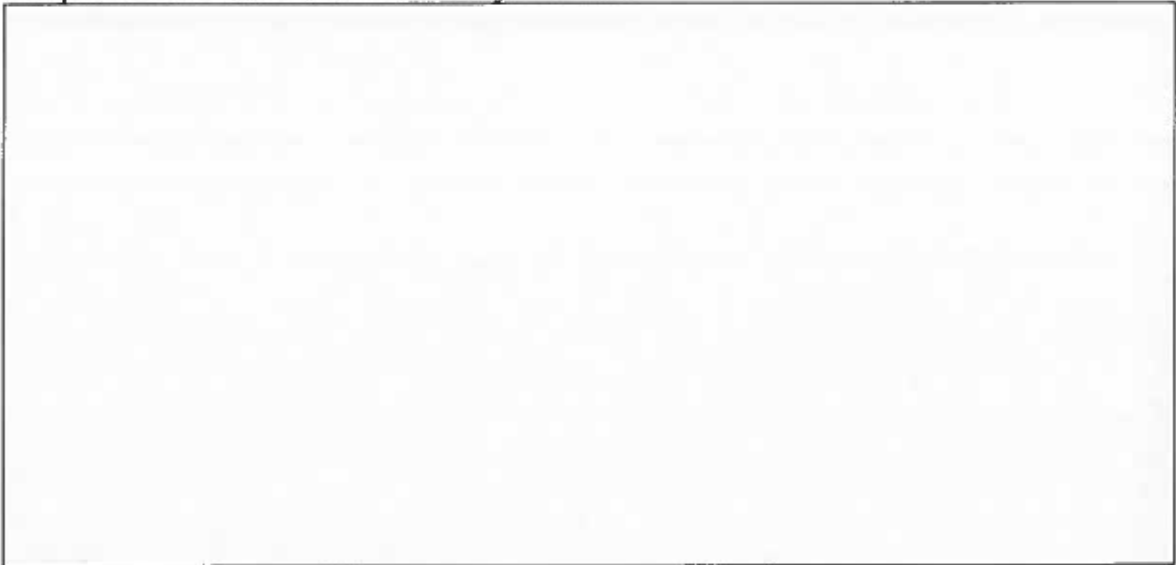
**Preparación --- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación --- Lengua de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Los nervios están constituidos por prolongaciones nerviosas rodeadas de células de Schwann, que se observan (como en la sustancia blanca de la médula espinal) como espacios huecos alrededor de las expansiones. Cada nervio está rodeado de una capa fina de tejido conjuntivo denso, el epineuro.

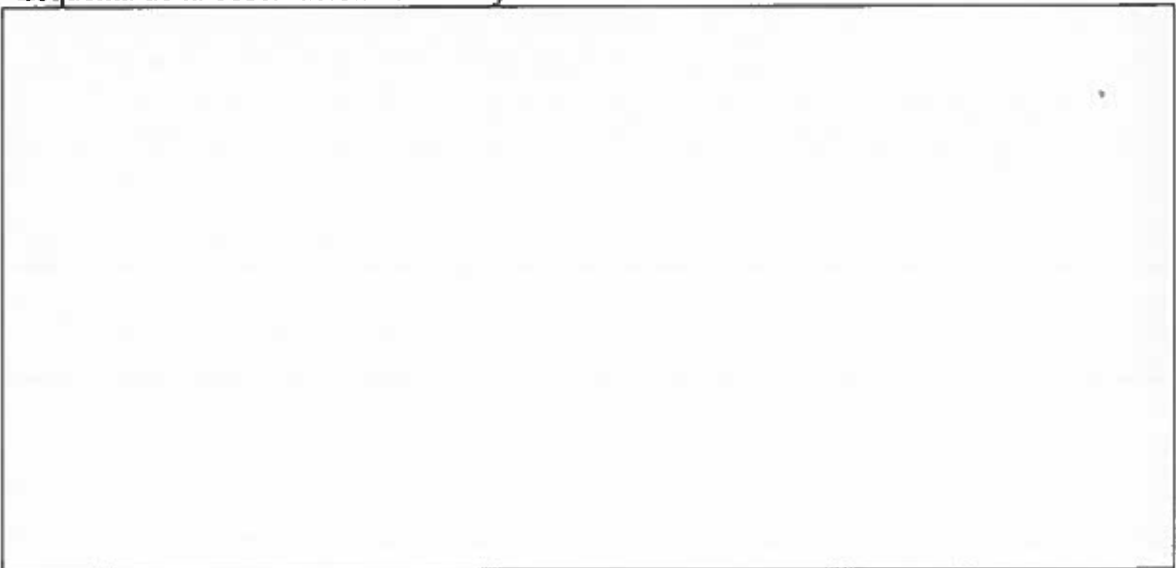
Además de lo indicado, en esta preparación se puede observar epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio estratificado plano no queratinizado, tejido conjuntivo laxo, músculo estriado esquelético y vasos sanguíneos.

**Preparación --- Ganglio sensitivo de mamífero.**

Neuronas ganglionares.

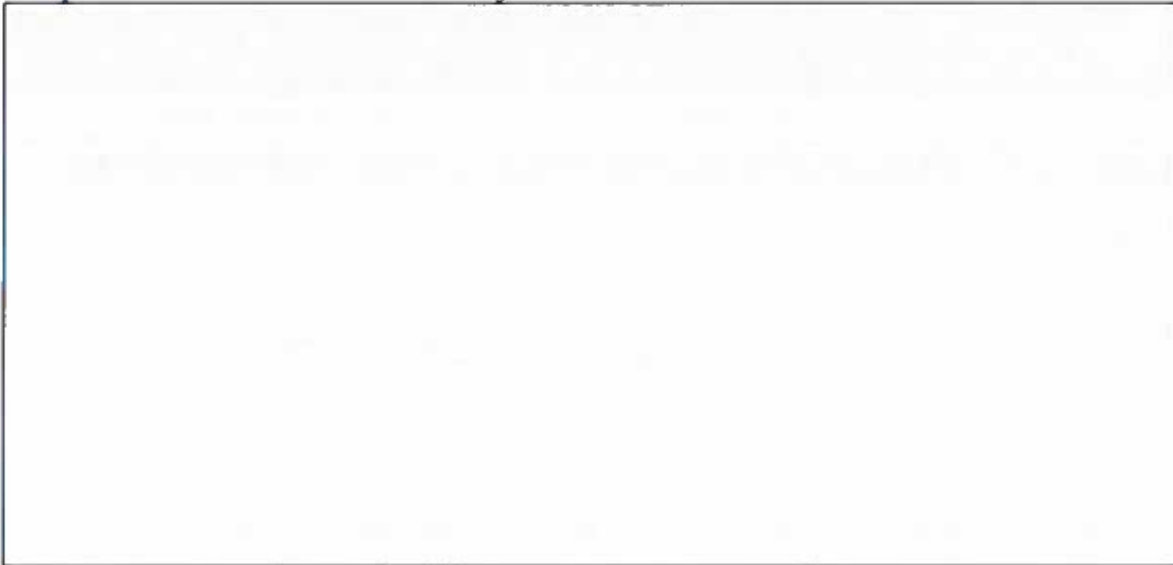
**Preparación --- Ganglio sensitivo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Ganglio sensitivo de mamífero.**

Esquema de la observación con el objetivo 40x.



Un ganglio nervioso es un conjunto de neuronas fuera del sistema nervioso central. Son neuronas particularmente grandes con núcleo y nucléolo también grandes. Cada neurona está rodeada de células de la glía, las llamadas células satélite.

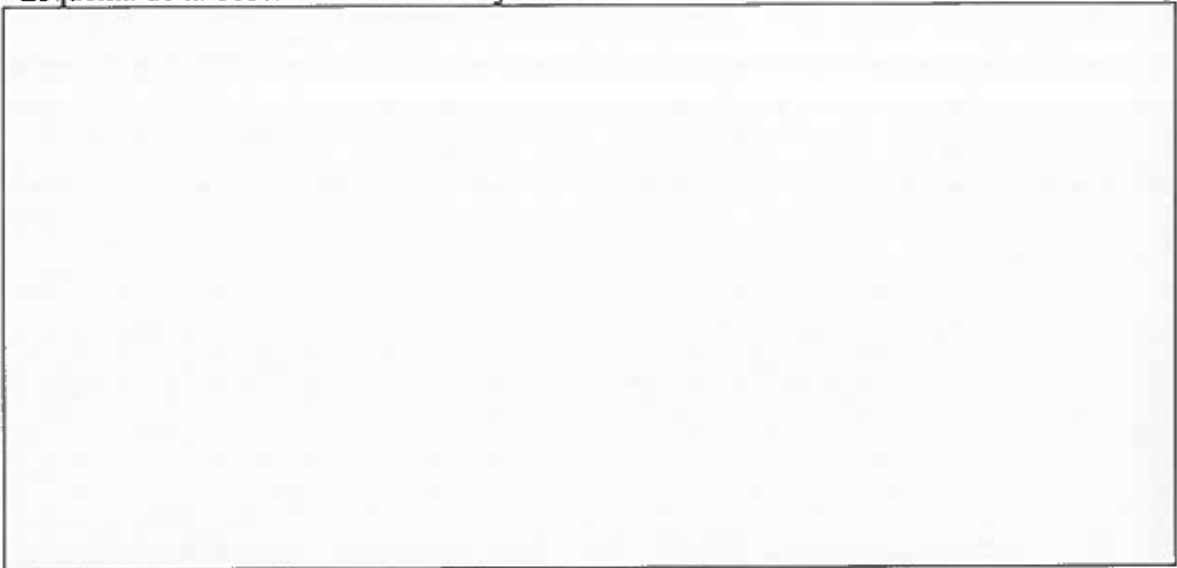
Entre los grupos de neuronas se observa el equivalente a la sustancia blanca, es decir prolongaciones nerviosas con banda de mielina; y todo el ganglio rodeado por una fina capa de tejido conjuntivo denso.

Asociado a los ganglios propiamente dichos, se encuentran nervios.

**Preparación — Incógnita VII.**

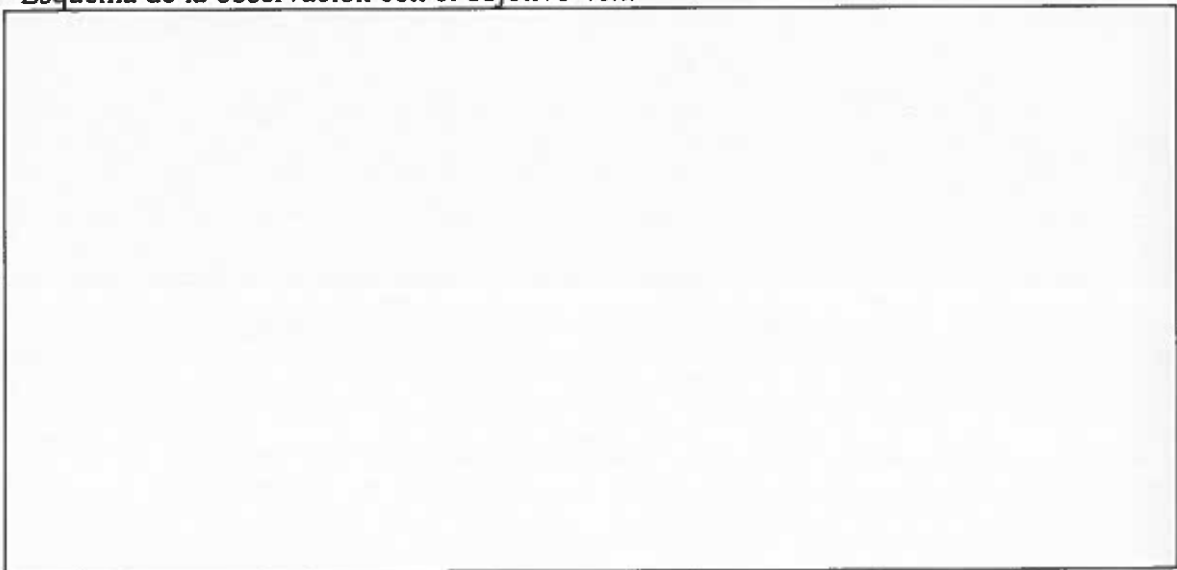
**Preparación — Incógnita VII.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.



**Preparación — Incógnita VII.**

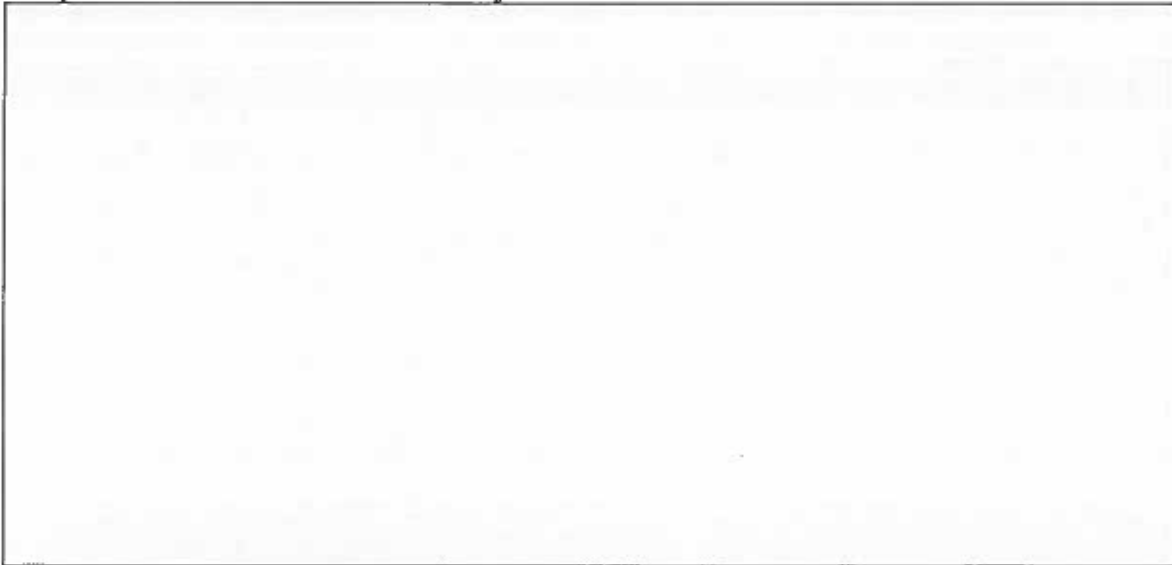
Esquema de la observación con el objetivo 40x.



**Preparación --- Incógnita VIII.**

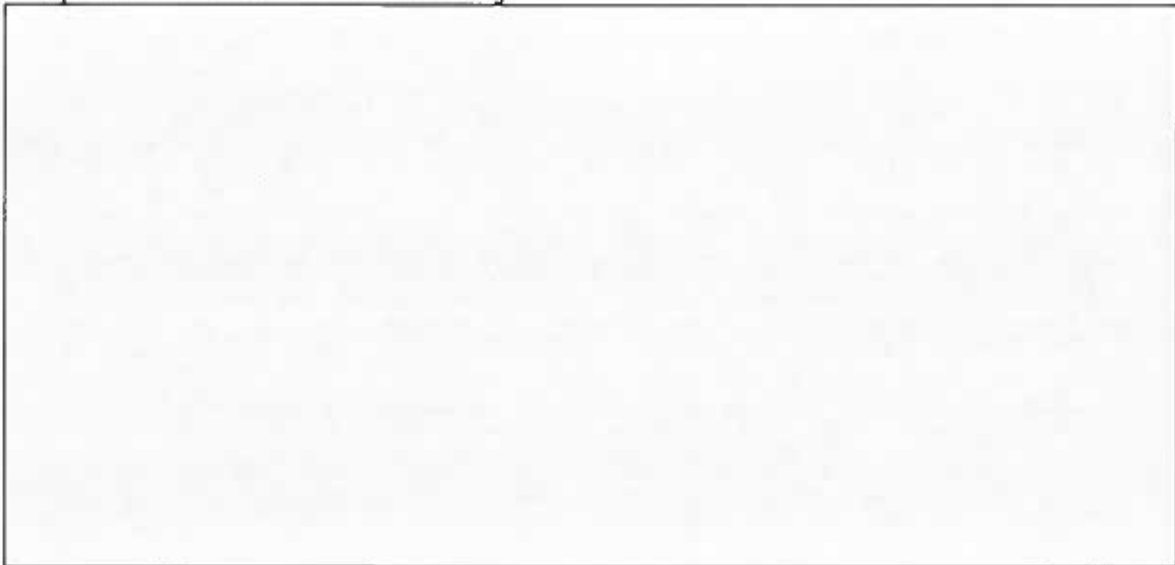
**Preparación --- Incógnita VIII.**

Esquema de la observación con el objetivo 4x.

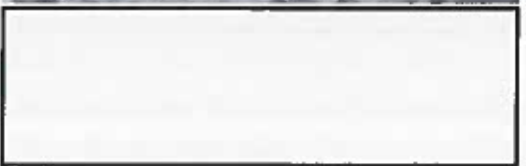
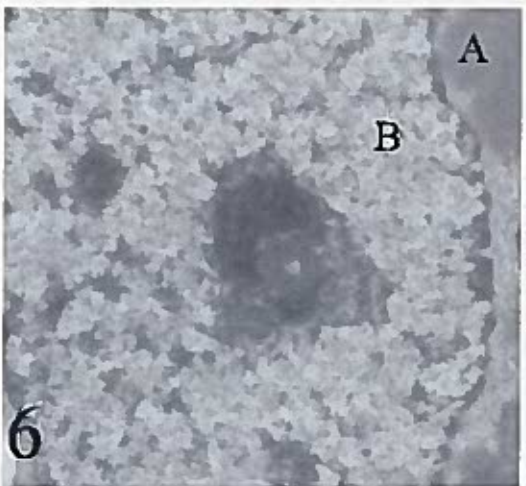
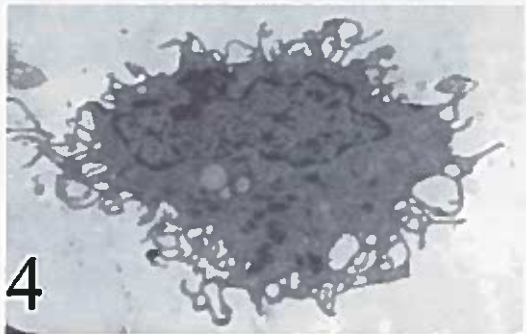
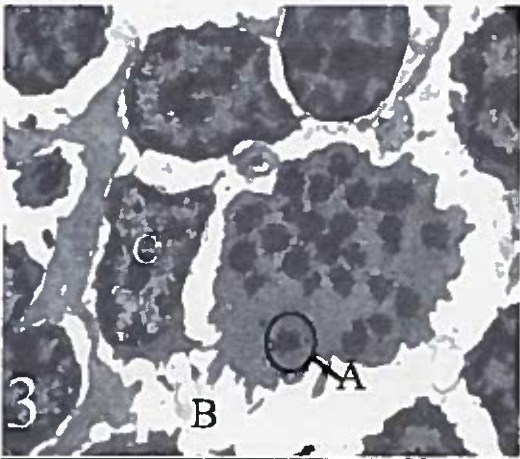
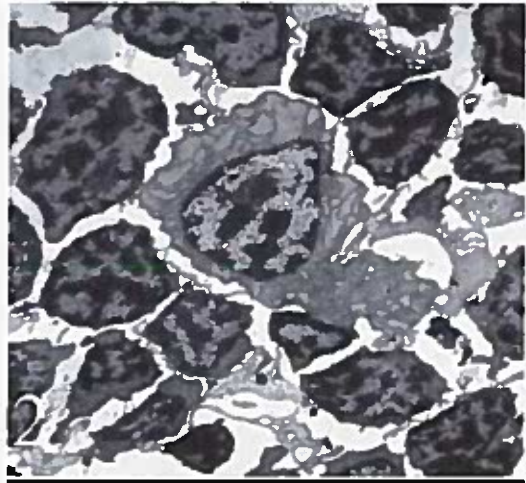
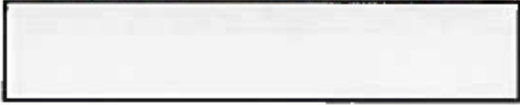
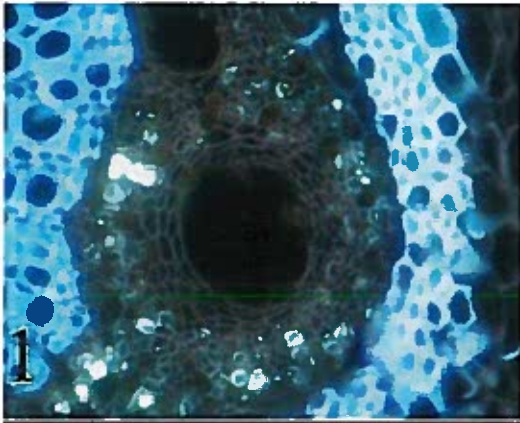


**Preparación --- Incógnita VIII.**

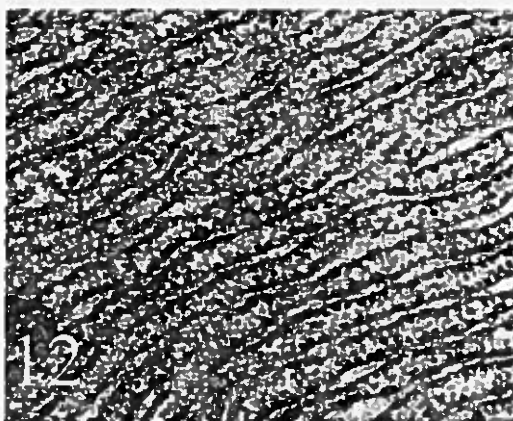
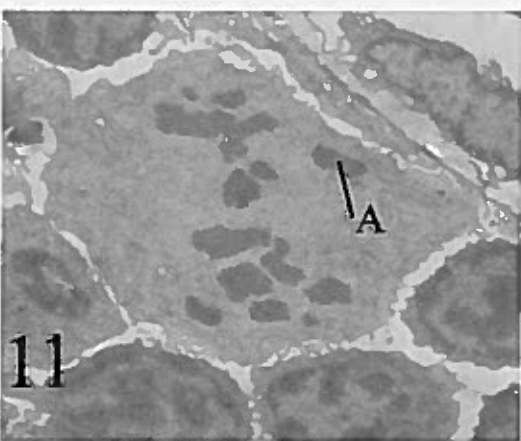
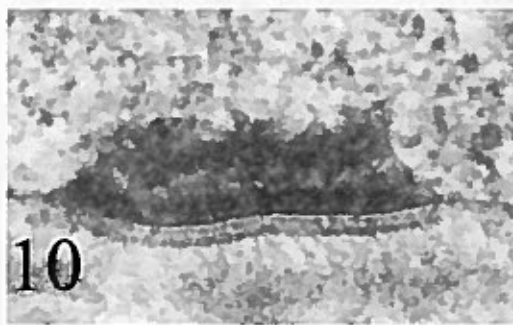
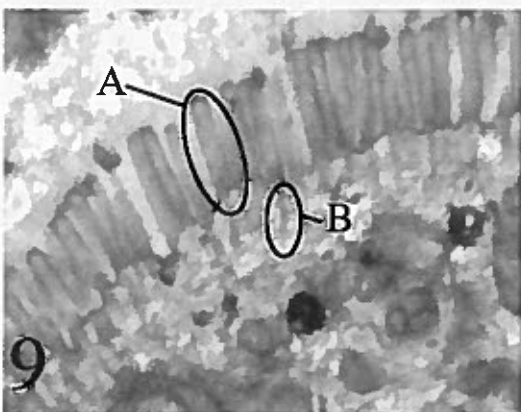
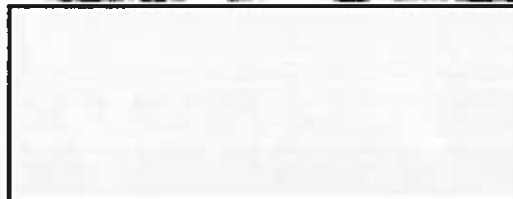
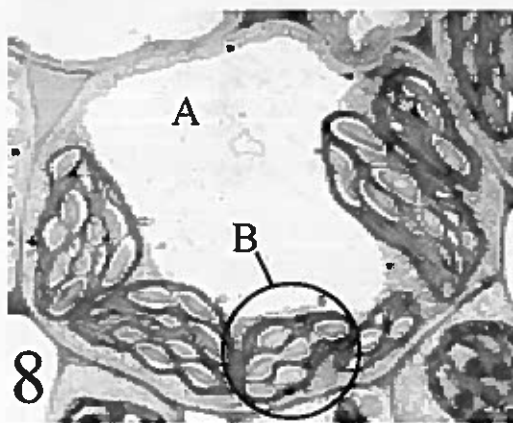
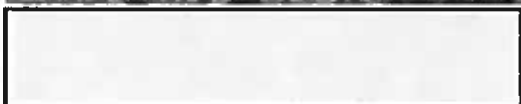
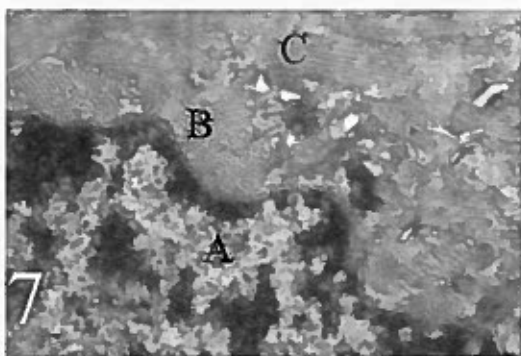
Esquema de la observación con el objetivo 40x.



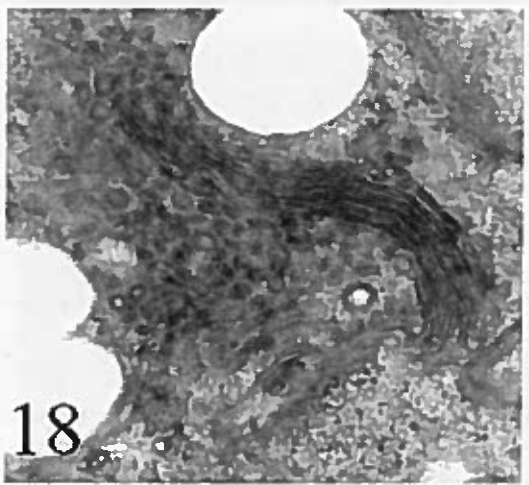
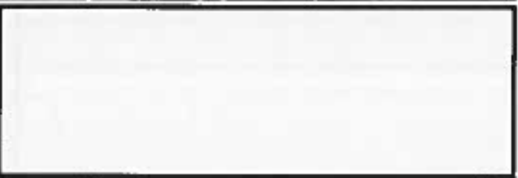
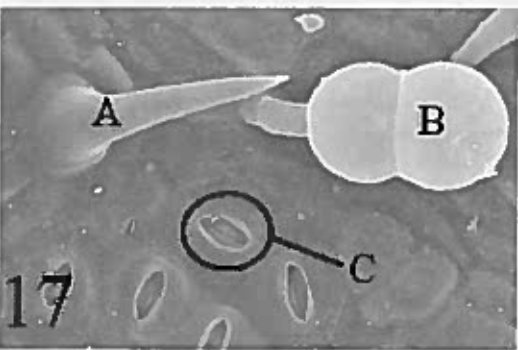
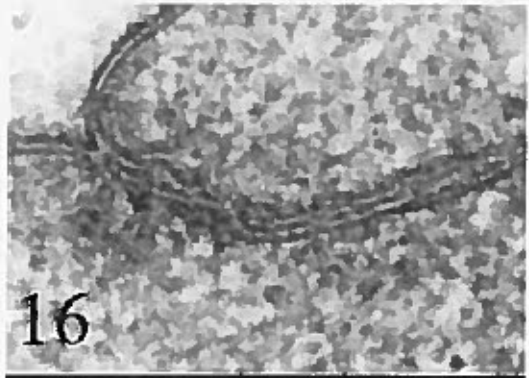
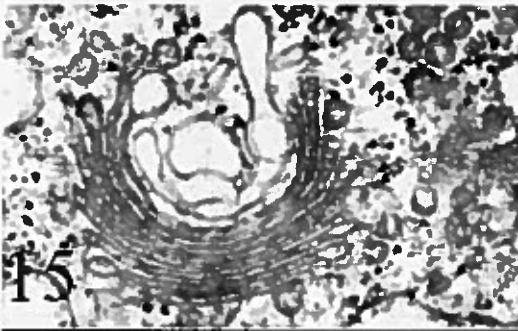
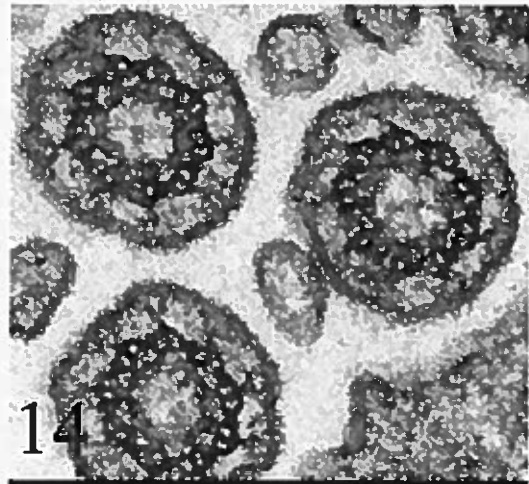
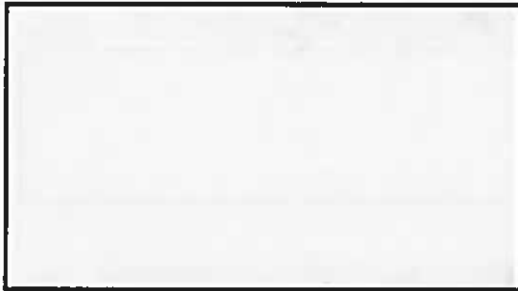
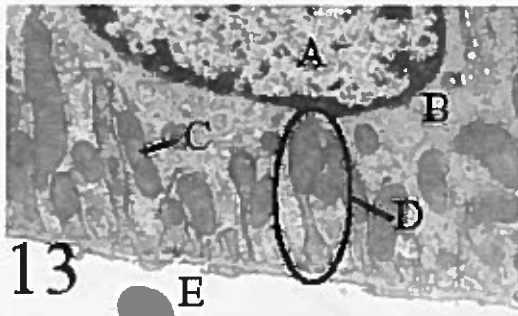
COLECCIÓN DE IMÁGENES. FOTOGRAFÍAS.

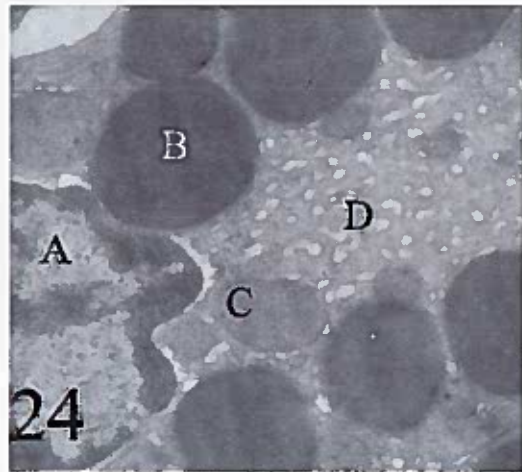
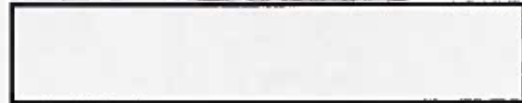
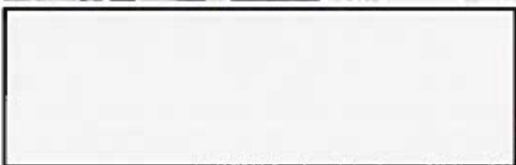
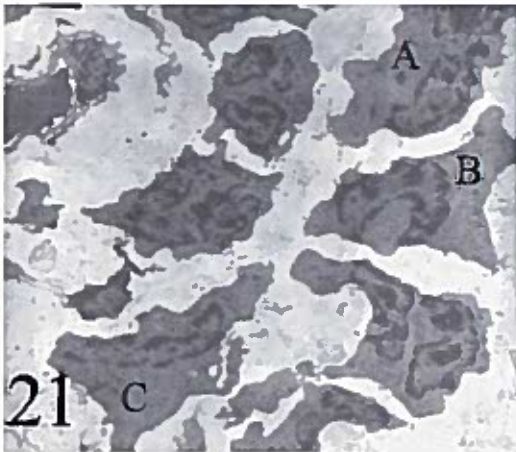
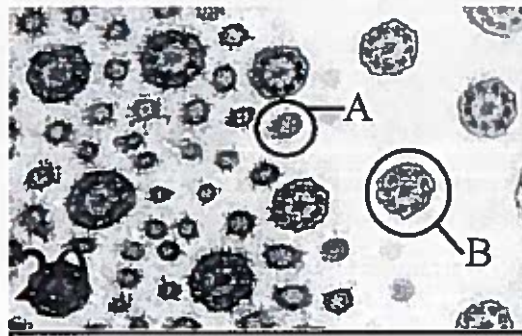
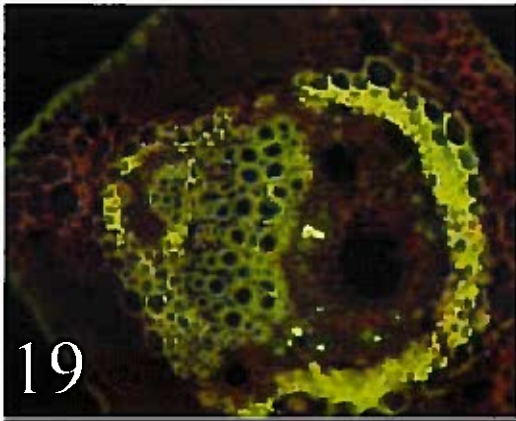


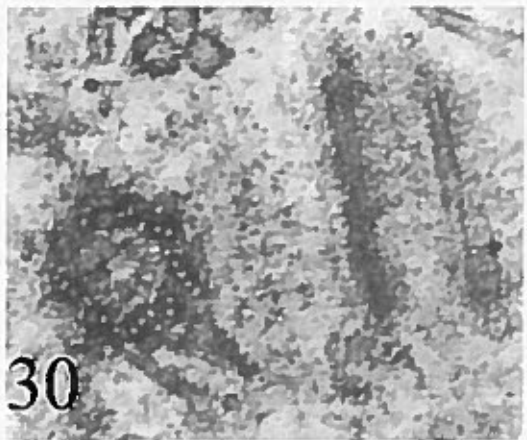
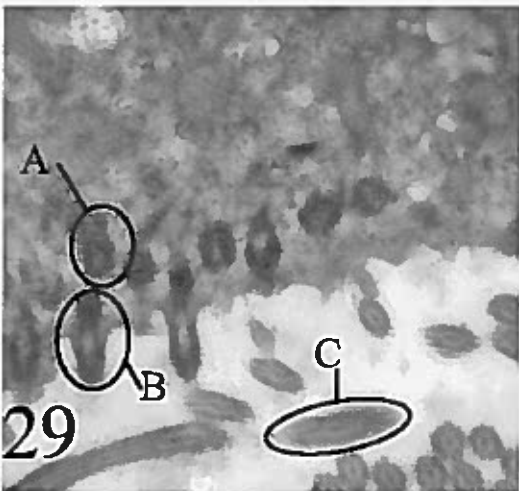
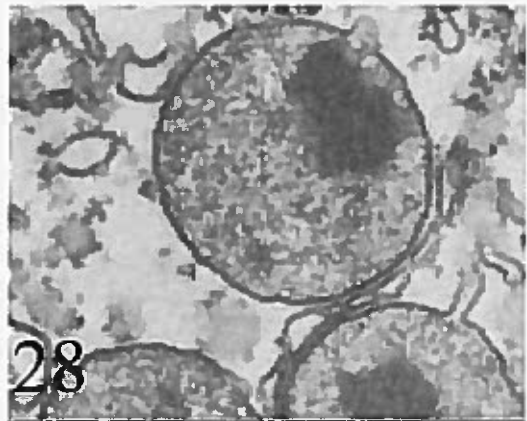
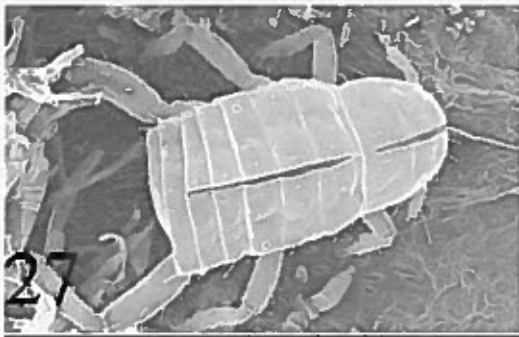
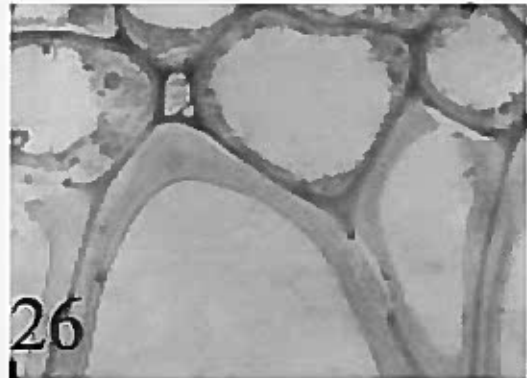
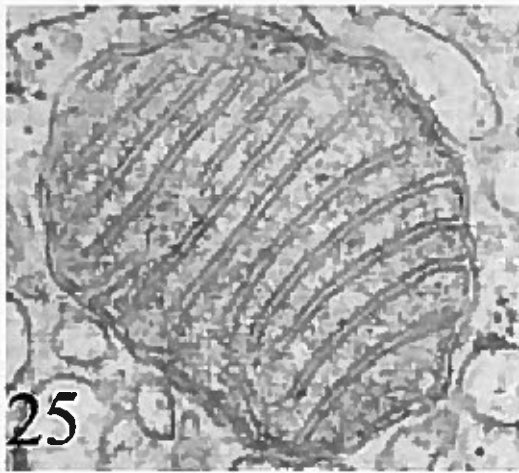




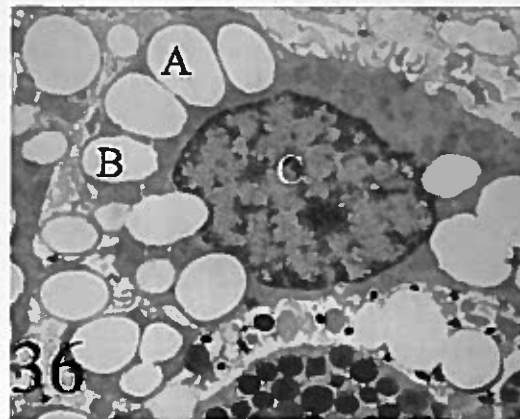
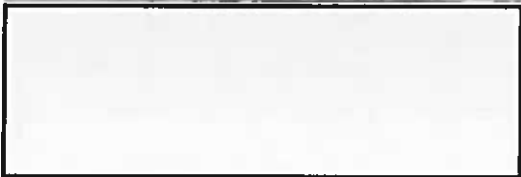
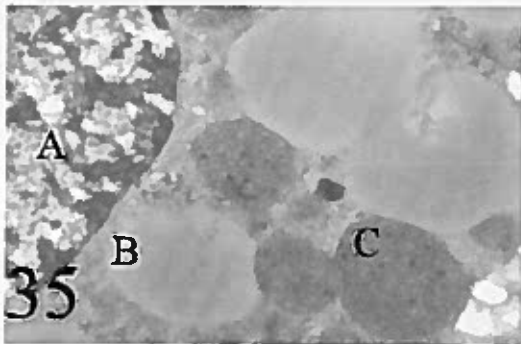
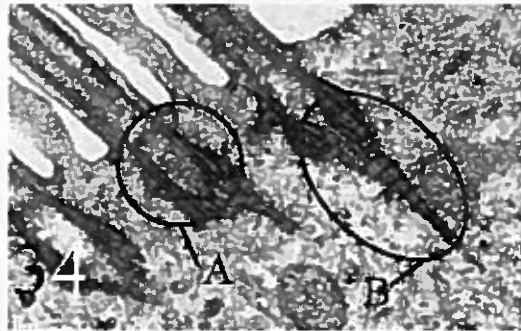
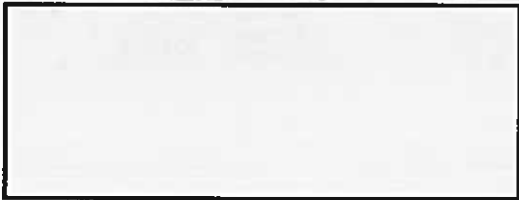
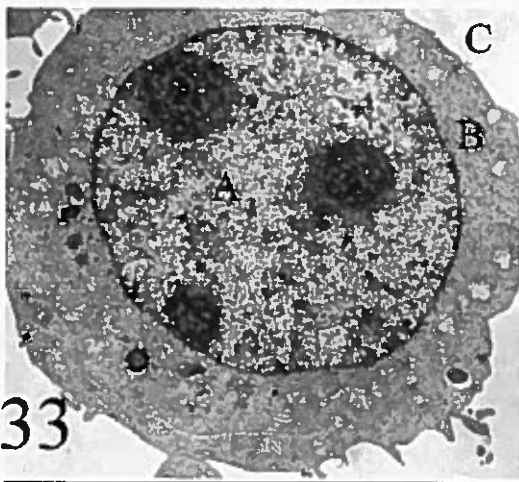
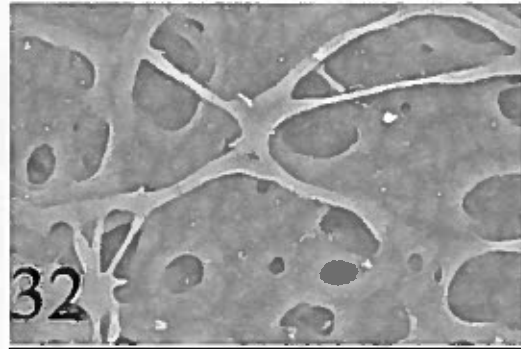
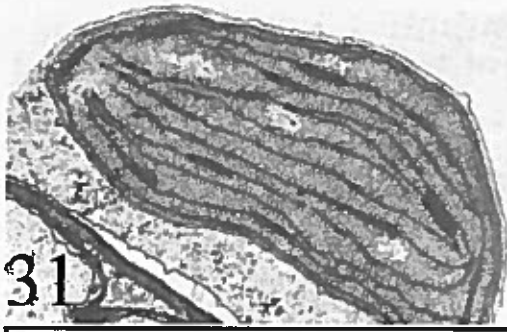


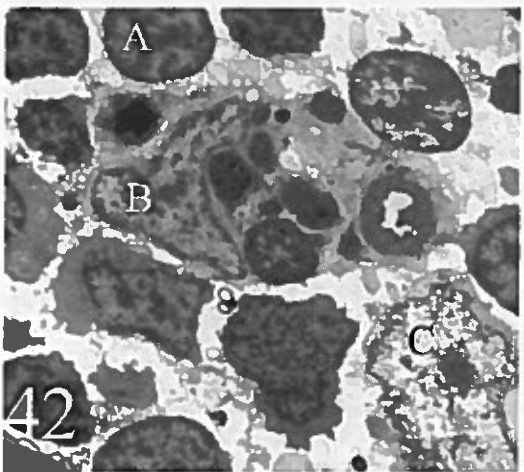
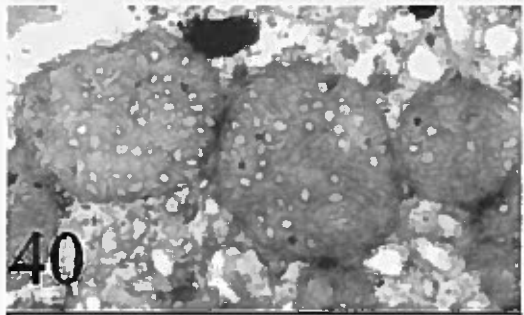
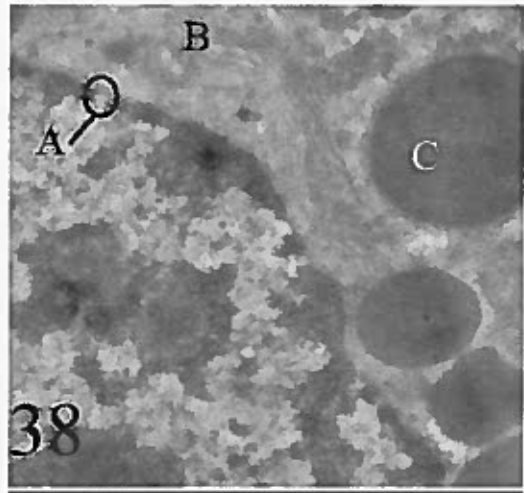
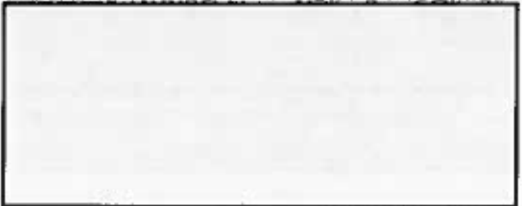
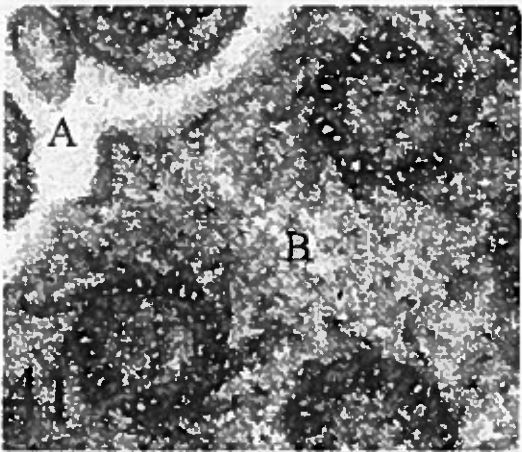
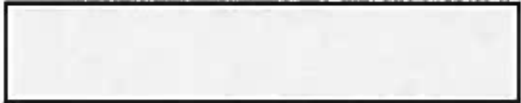
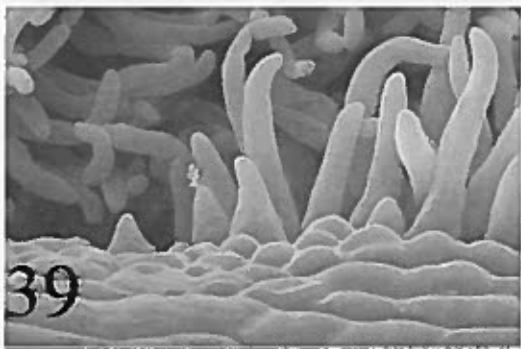
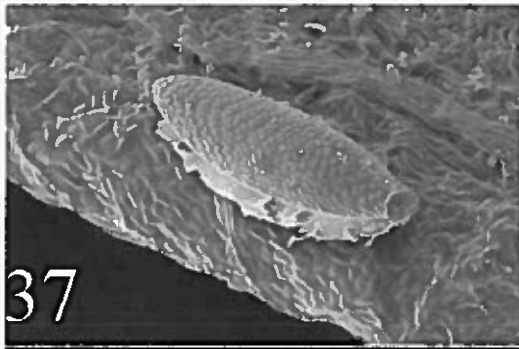


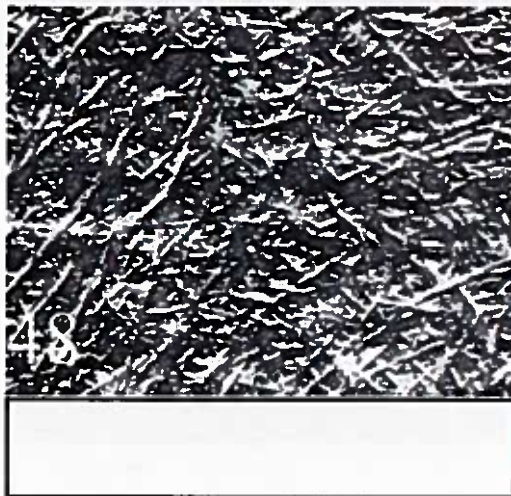
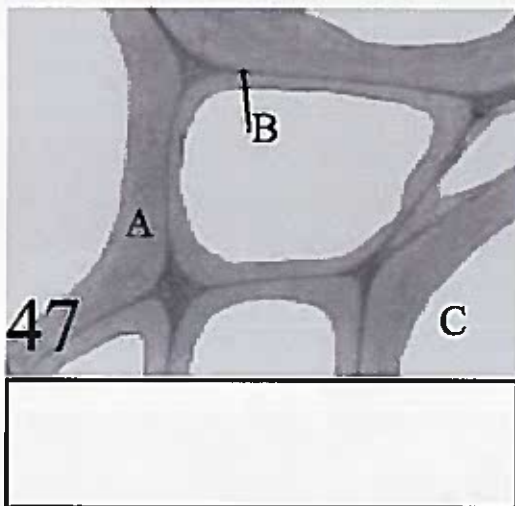
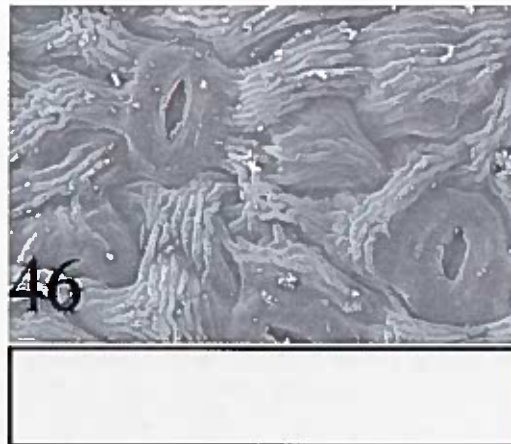
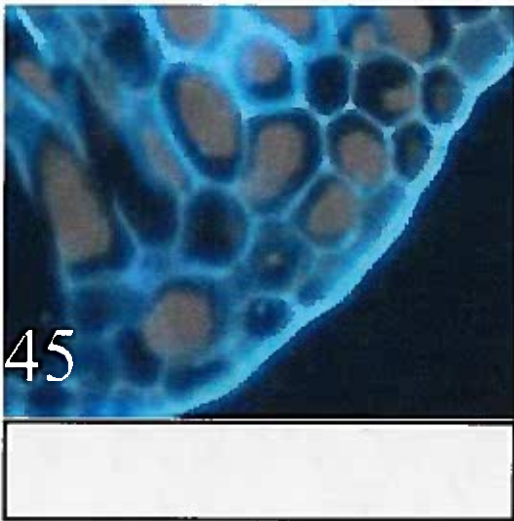
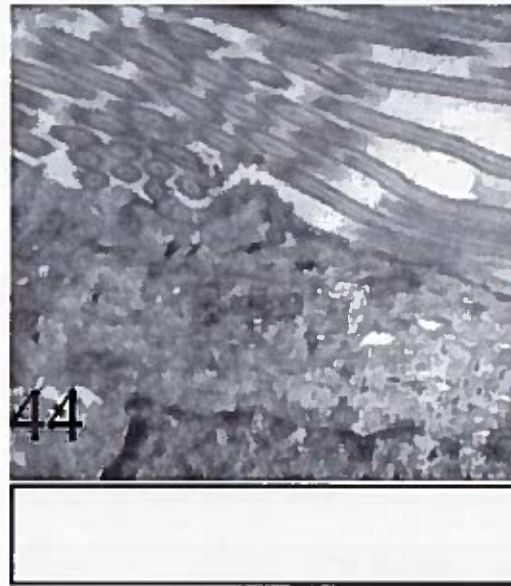
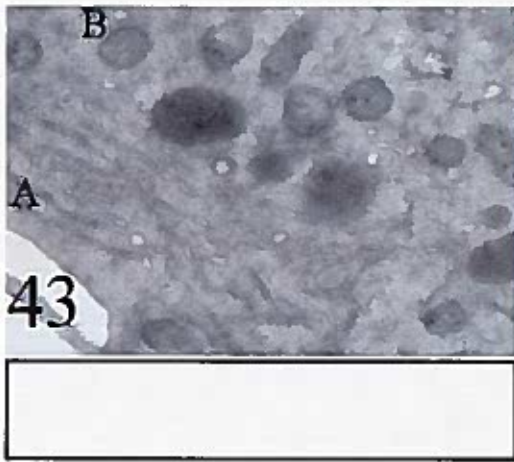




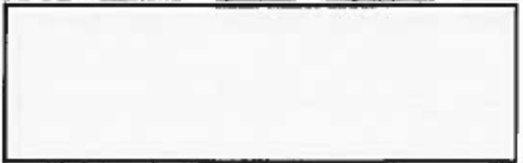
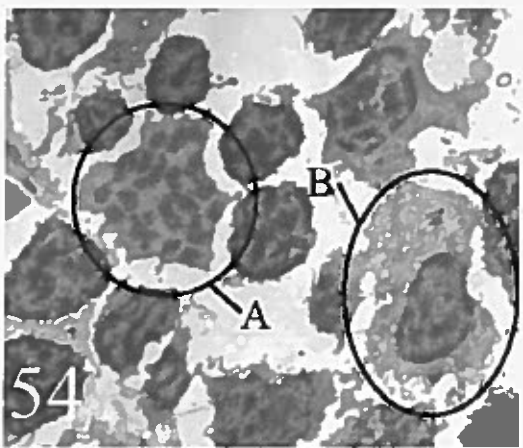
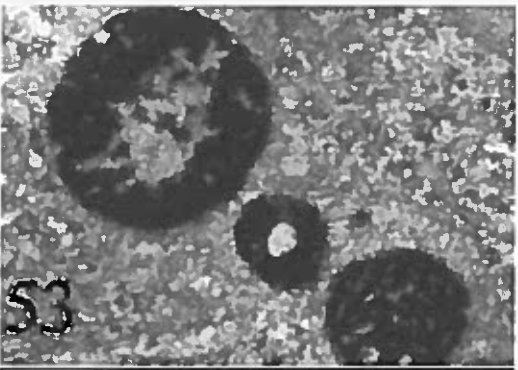
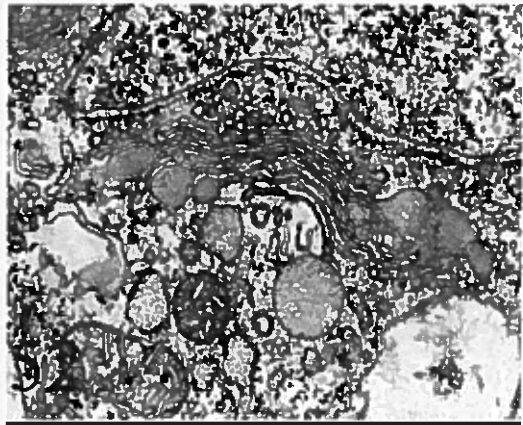
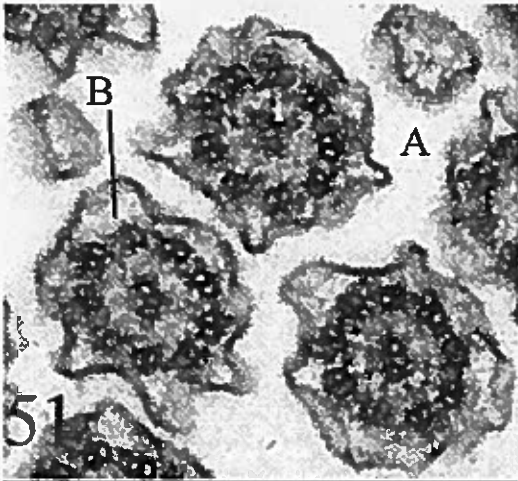
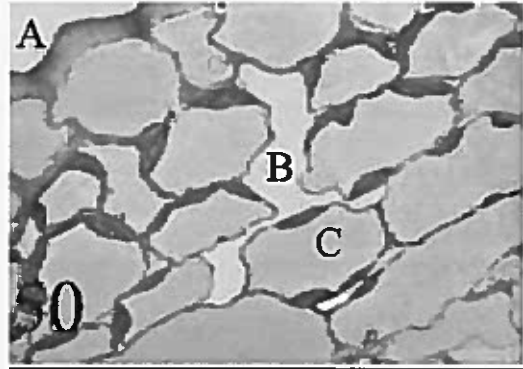
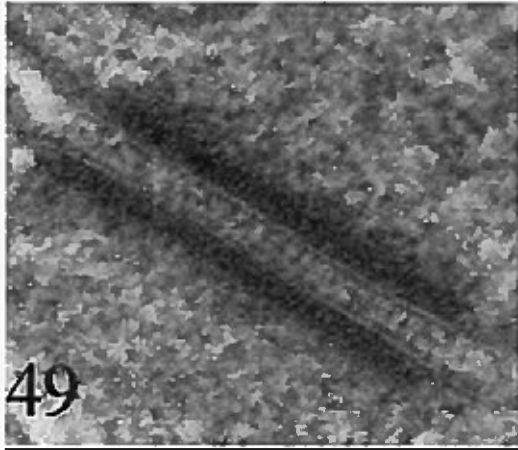


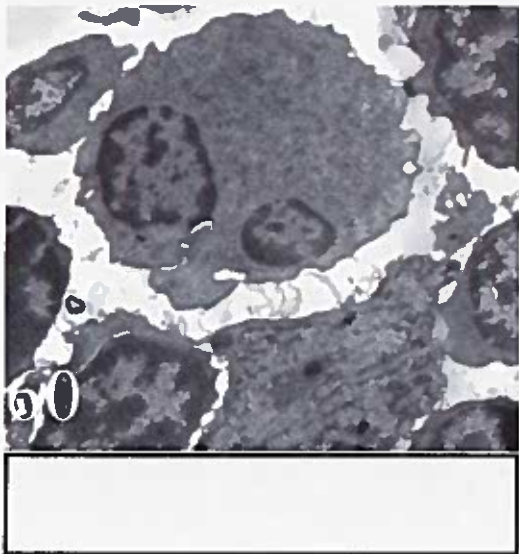
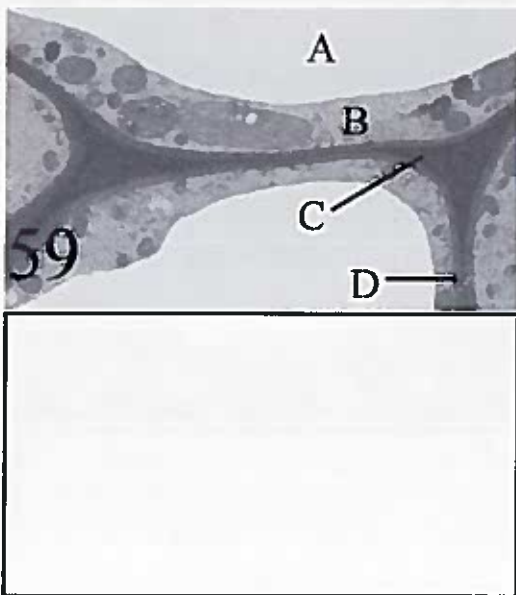
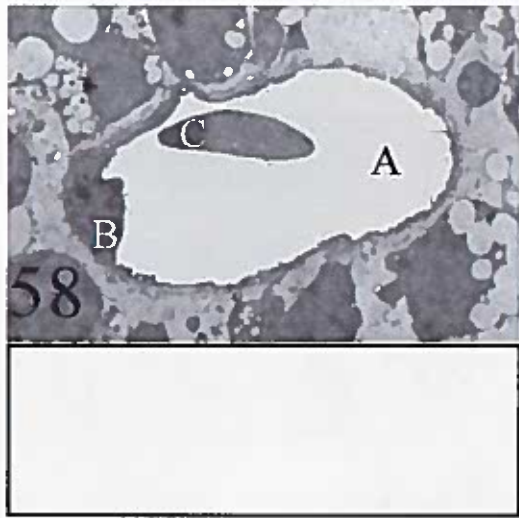
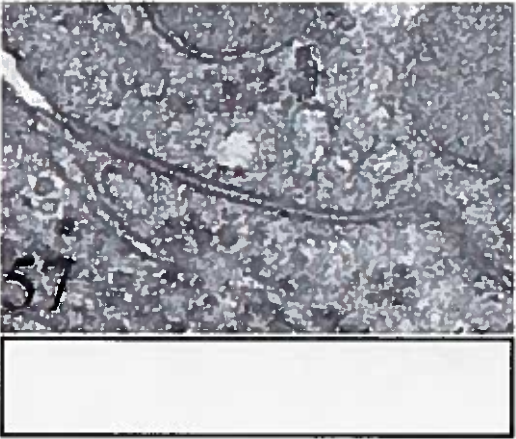
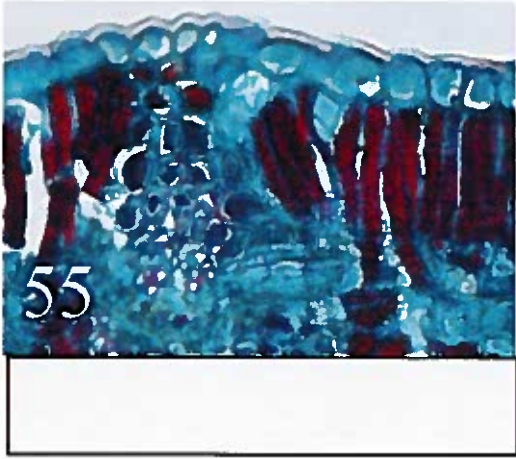














**REFERENCIA DE IMÁGENES.**

Con el objetivo de disponer de una amplia referencia de **IMÁGENES DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA, TÉCNICAS ESPECIALES** y de **IMÁGENES DE DISTINTOS TIPOS DE MICROSCOPIOS**, se propone buscar en páginas web y/o en libros, al menos 3 imágenes distintas de cada uno de los objetivos citológicos tratados a lo largo de las clases prácticas. Además de ser una forma de obligarse a observar imágenes de microscopía electrónica (sobre todo), el disponer de la referencia bibliográfica de buen número de imágenes será sin duda útil para un futuro.

En cada imagen citada se debería indicar:

- Autor (o autores) del libro, año de edición, título, editorial, número de la edición si no es la primera y página concreta. Ejemplo: Kühnel, W. (2002). Atlas color de Citología e Histología. Editorial Panamericana. 11ª edición. Página 54-55.
- Orgánulo. Ejemplo: Microvellosidades en sección longitudinal (y mitocondrias).
- Brevísimo comentario. Ejemplo: Se observan velos terminales.
- Microscopio y técnica empleados. MET. Técnica de rutina.

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**



**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

**Autor:**  
**Orgánulo:**  
**Comentario:**  
**Microscopio y técnica:**

PRÁCTICAS de  
CITOLOGÍA - HISTOLOGÍA  
de PLANTAS y ANIMALES

2ª Edición corregida y ampliada



Rafael Álvarez Nogal



Universidad de León  
Área de Publicaciones  
Servicio de Imprenta

Caja España 