



II° Medio Biología

GUÍA SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO

Centro de Investigación Científica Escolar (CICE)
Biología II° Medio

Carlos Zurita Redón
Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza (UCHILE)
Profesor de Biología y Ciencias (UMCE)
Diplomado en Farmacología Clínica (UC)
Diplomado en Medición y Evaluación de Aprendizaje (UC)

Nombre:

II° Medio __

GUÍA DE ESTUDIO Y TRABAJO SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO

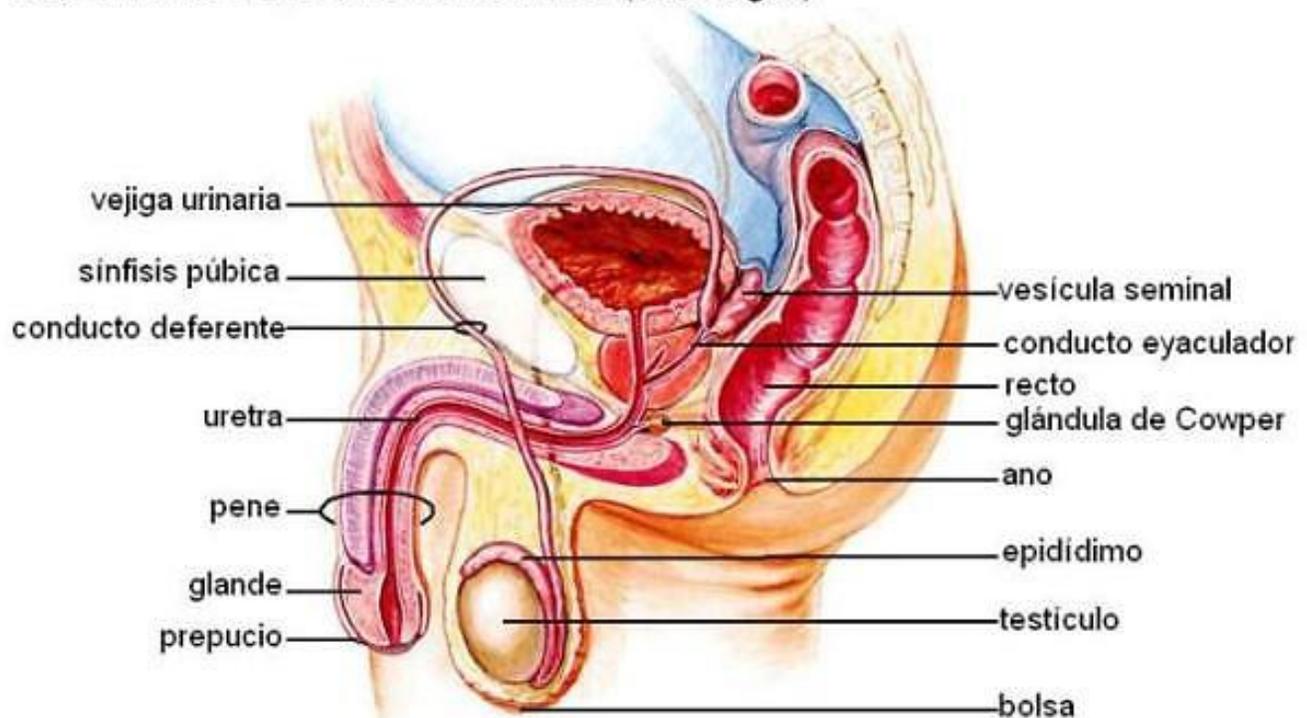
Introducción

Las características biológicas correspondientes a cada sexo se instauran en tres etapas diferentes a lo largo de la vida.

- ✓ En primer lugar se establece el sexo cromosómico, cuando en la fecundación se forman las cigotas XX (femenina) o XY (masculina).
- ✓ En segundo lugar, durante el desarrollo embrionario, se adquieren los caracteres sexuales primarios. Esto es, las primitivas estructuras reproductoras, que hasta la 6ª semana del desarrollo son prácticamente idénticas en varones y mujeres, comienzan su diferenciación, dando lugar a la formación de testículos u ovarios y sus respectivos anexos.
- ✓ El tercer hito se ubica en la pubertad. En esta etapa, bajo el influjo hormonal, ocurren importantes cambios, externos e internos, que conducen a la madurez sexual.
- ✓ Por un lado, se produce la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Se entiende por tales a todos aquellos caracteres que permiten diferenciar externamente al varón de la mujer adultos. Por ejemplo, la distribución del vello y de la grasa corporal, las proporciones corporales, el desarrollo de la masa muscular, el crecimiento y desarrollo de los genitales externos, el tono de voz.
- ✓ Por otro lado, en la pubertad culmina el desarrollo del sistema reproductor y éste adquiere su pleno funcionamiento, marcado por el inicio de la fertilidad.

Sistema Reproductor Masculino

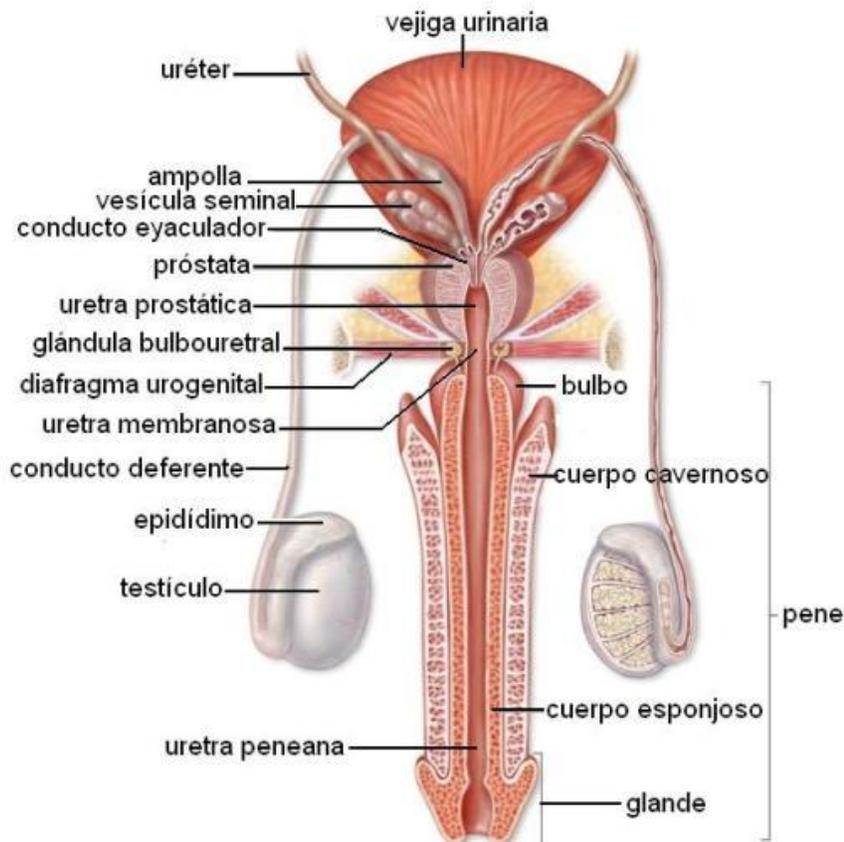
SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO (corte sagital)



El sistema reproductor masculino consta de los siguientes órganos:

- ✓ Gónadas u órganos sexuales primarios: son los testículos. Sus funciones consisten en la producción de gametas masculinas (espermatogénesis) y la secreción de hormonas sexuales masculinas.
- ✓ Conductos genitales: incluyen al epidídimo, al conducto deferente, al conducto eyaculador y a la uretra. Se encargan del transporte del semen al exterior.
- ✓ Glándulas anexas: próstata, vesículas seminales y glándulas bulbouretrales o de Cowper. Secretan los componentes del semen.
- ✓ Pene: es el órgano copulador.

SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO (vista posterior)



Testículos

Los testículos están ubicados fuera de la cavidad abdominal, dentro de un sistema de cubiertas concéntricas que se designan en conjunto con el nombre de bolsas. Las paredes de las bolsas constan de una capa externa, la piel o escroto, de fibras musculares lisas, tejidos elástico y fibroso y una membrana dependiente del peritoneo.

Los testículos descienden hasta las bolsas desde la cavidad abdominal en el último trimestre del embarazo, atravesando las paredes del abdomen por el canal inguinal.

Su posición las bolsas permite que tengan una temperatura 2 - 3 ° C menor que la temperatura corporal interna, lo cual es necesario para la producción de los espermatozoides.

En el interior de los testículos se encuentran los túbulos seminíferos, donde se forman los espermatozoides a partir de las células germinales. En el tejido

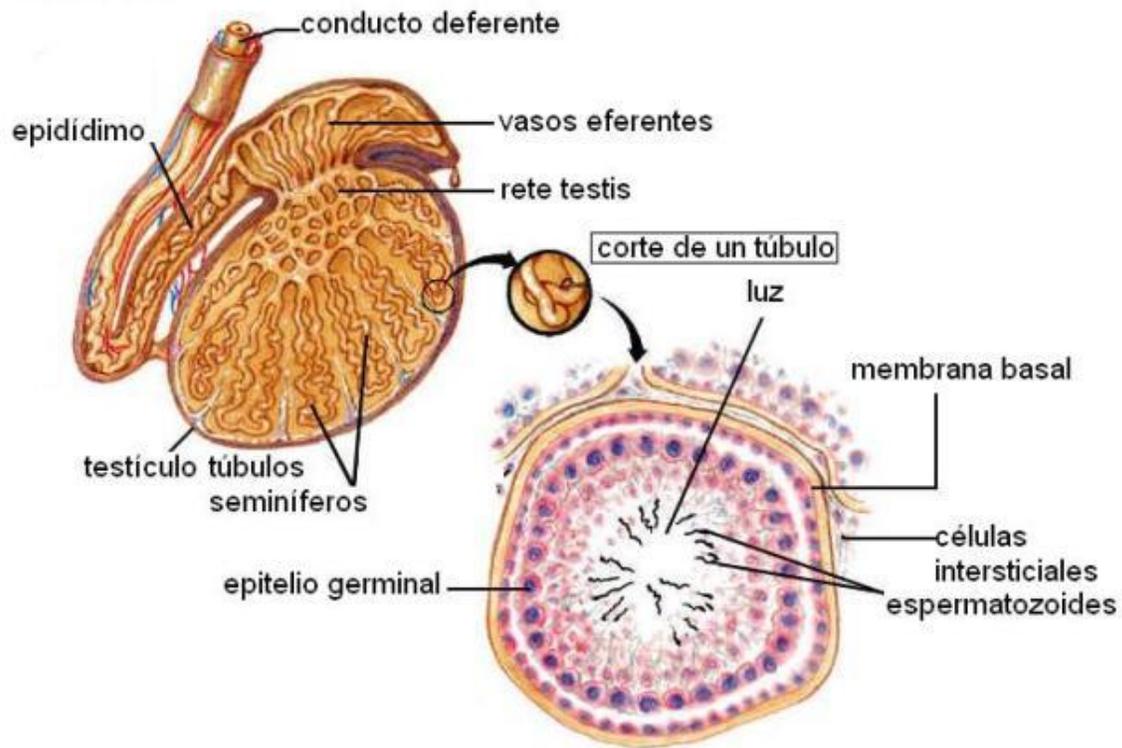
intersticial, ubicado entre los túbulos, se encuentran las células de Leydig, con función endócrina. Éstas secretan las hormonas esteroideas masculinas y otros mediadores locales. Los túbulos seminíferos poseen una membrana basal, que los separa del intersticio.

Las paredes de los túbulos están formadas por las células de Sertoli y las células germinales. Las células de Sertoli tienen prolongaciones que rodean y envuelven a las células germinales en desarrollo, formando la barrera hematotesticular. Además, contribuyen a la formación del líquido seminal y secretan la proteína fijadora de andrógenos y la hormona inhibina.

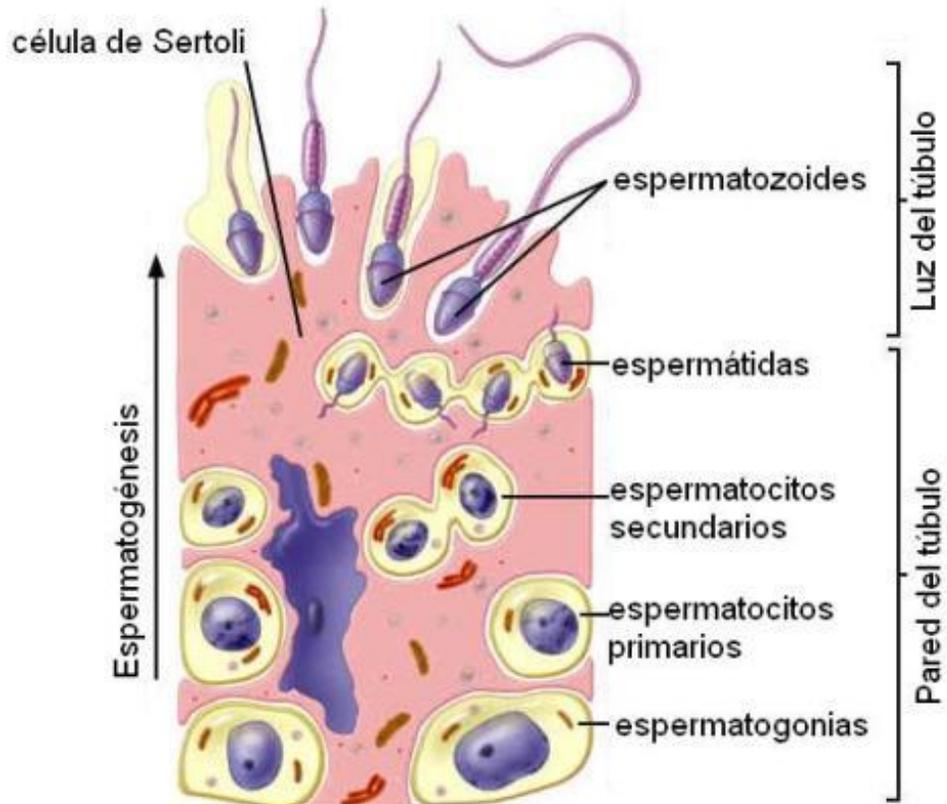
Las células germinales van migrando desde los bordes hacia el centro del túbulo, siempre contenidas por las células de Sertoli, a medida que avanzan en su desarrollo. Finalmente, cuando se diferencian los espermatozoides, éstos son liberados en la luz de los túbulos. Como la citocinesis no se produce sino hasta el final de la espermatogénesis, todas las células derivadas de una espermatogonia permanecen conectadas por un citoplasma común. Al culminar la diferenciación, los puentes citoplasmáticos se rompen y los espermatozoides aparecen en la luz sincrónicamente.

Los túbulos seminíferos se vacían en una red de conductillos, la rete testis, de la cual nacen los vasos eferentes. Desde allí los espermatozoides son transportados hacia el epidídimo.

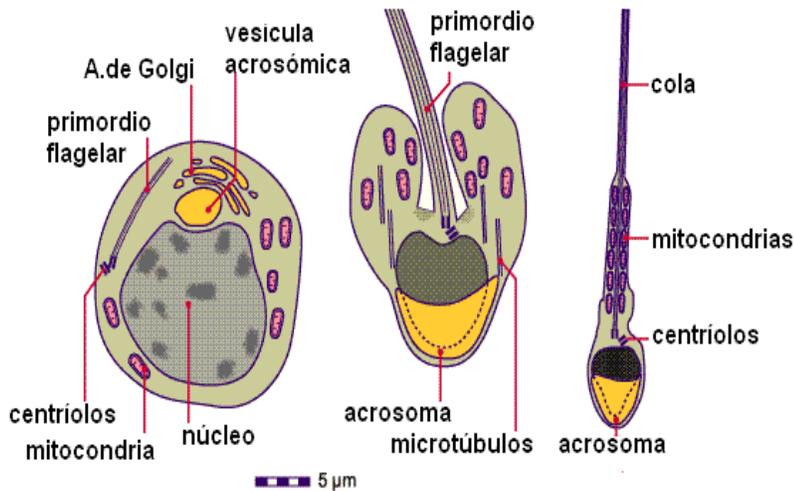
TESTÍCULO



ESPERMATOGÉNESIS EN LOS TÚBULOS SEMINÍFEROS



ESPERMIOGÉNESIS

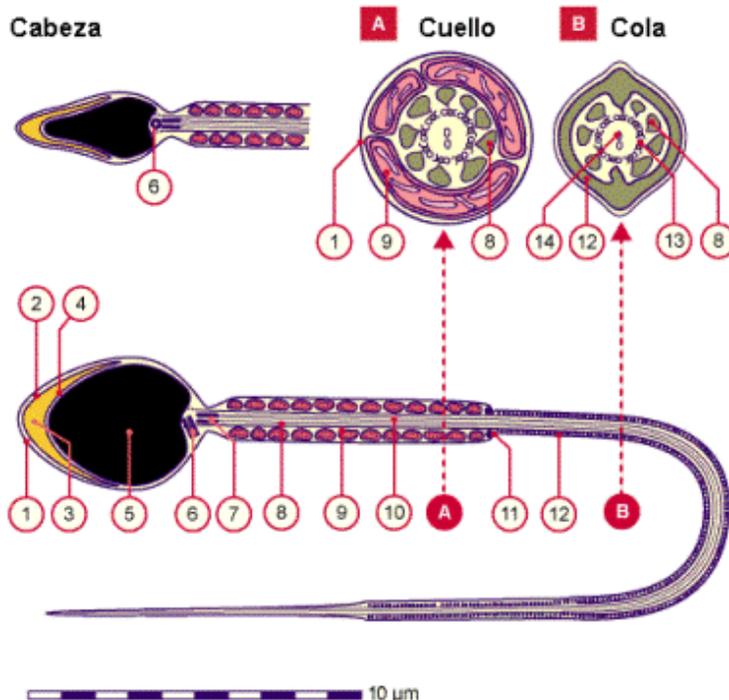


En los esquemas se observan:

- La condensación del núcleo y su rotación, lo que ocasiona el reposicionamiento del acrosoma.
- La formación del flagelo.
- La eliminación del citoplasma innecesario.
- La reubicación de las mitocondrias en el cuello, rodeando al flagelo.

Una vez maduro, el espermatozoide es una célula pequeña, móvil e hidrodinámica, al servicio de la propagación del material genético paterno. Posee una cabeza ocupada casi totalmente por el núcleo, con su material genético sumamente condensado y despojada de otros orgánulos, un cuello donde se sitúan las mitocondrias que proveerán de energía al flagelo y una cola flagelar que le otorga movilidad.

ESPERMATOZOIDE



Referencias

1. Membrana plasmática
2. Membrana externa del acrosoma
3. Acrosoma
4. Membrana interna del acrosoma
5. Núcleo
6. Centriolo proximal
7. Centriolo distal
8. Fibras densas longitudinales
9. Mitocondria
10. Axonema
11. Anillo
12. Fibras anulares
13. Doblete de microtúbulos
14. Par de microtúbulos centrales

Conductos genitales y glándulas anexas: recorrido de los espermatozoides y formación del semen.

El sistema de conductos genitales permite la maduración de los espermatozoides, los almacena y los propulsa al exterior, al mismo tiempo que las glándulas anexas añaden las secreciones que componen el semen, el líquido que baña a los espermatozoides.

El epidídimo es un largo conducto, de unos 6m de longitud y muy enrollado, ubicado por encima del testículo. Los espermatozoides permanecen unos 12 días dentro del epidídimo, donde completan su maduración y adquieren la capacidad de moverse, haciéndose potencialmente fértiles.

El epidídimo se continúa con el conducto deferente, un tubo muscular de unos 40 cm de longitud, el cual atraviesa el conducto inguinal formando parte del cordón espermático junto con los vasos y nervios del testículo. Ya en la cavidad abdominal, el conducto deferente se une con la vesícula seminal de su lado, formando el conducto eyaculador. El conducto deferente es el principal sitio de almacenamiento de los espermatozoides.

Las vesículas seminales son pequeñas glándulas que elaboran el 60% del líquido seminal. Secretan un líquido mucoide, que contiene fibrinógeno y es rico en fructosa, destinada a nutrir a los espermatozoides. En los fluidos provenientes de las vesículas seminales también hay abundantes prostaglandinas. Se cree que éstas serían responsables de inducir una peristalsis invertida en el tracto genital femenino, favoreciendo así el ascenso de los espermatozoides por el mismo.

Los conductos eyaculadores derecho e izquierdo conducen el semen hasta la uretra, donde desembocan en el espesor de la próstata.

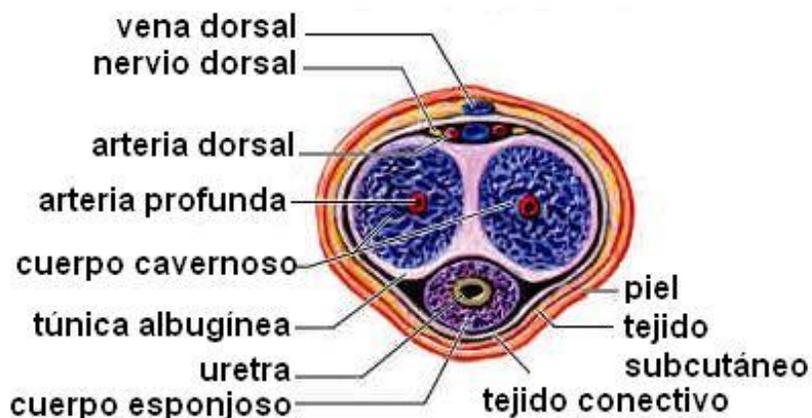
La próstata es una pequeña glándula que rodea a la uretra cuando ésta abandona la vejiga urinaria. Aporta alrededor de un 20-30% del semen. Secreta un líquido lechoso y alcalino, que contrarresta la acidez de las secreciones producidas por el conducto deferente y las vesículas seminales, lo mismo que la acidez vaginal. La secreción prostática contiene fosfato, bicarbonato, citrato, una enzima de la coagulación y profibrinolisisina.

La próstata tiende a hipertrofiarse en los adultos, pudiendo obstruir la vía urinaria. También es un lugar frecuente de carcinogénesis en el varón.

La parte final de la vía espermática la constituye la uretra, órgano común a los sistemas urinario y genital masculinos. La uretra presenta tres porciones: prostática, membranosa y peniana. La uretra membranosa recibe las secreciones mucosas de las glándulas de Cowper o bulbouretrales. En la uretra peniana también se vuelca el moco secretado por las glándulas uretrales. La uretra peniana termina en el meato urinario, en el extremo del pene, por donde el semen alcanza el exterior.

Los espermatozoides pueden vivir varias semanas dentro de los conductos genitales masculinos. Si no son eyaculados, se reabsorben. Una vez eyaculados sólo sobreviven entre 24 y 48 horas. En el tracto genital femenino se lleva a cabo la última etapa de la diferenciación de los espermatozoides, la capacitación, en la cual se ajustan ciertos detalles de su estructura que los habilitan para la fecundación.

CORTE TRANSVERSAL DEL PENE



Pene

El pene es el órgano encargado de transferir el semen al aparato genital femenino. Presenta una porción perineal y una porción libre y se encuentra situado por encima de las bolsas, delante de la sínfisis pubiana.

El pene está formado por los **tejidos eréctiles** y las **cubiertas** que los rodean: una envoltura fibrosa, llamada fascia peniana, músculo liso y piel.

Los tejidos eréctiles incluyen los cuerpos cavernosos, el cuerpo esponjoso, dentro del cual transcurre la uretra, y el glande, que forma el extremo anterior del pene. El

glande está rodeado por un repliegue tegumentario denominado prepucio.

Los tejidos eréctiles presentan espacios sinusoidales que se dilatan durante la excitación sexual y se ingurgitan con sangre. La fascia del pene se opone a la presión ejercida por la sangre y ocluye el drenaje venoso, en la zona dorsal, manteniendo la congestión sanguínea. De esta manera se producen la erección y la rigidez necesarias para que pueda tener lugar el coito. Cuando se inicia la excitación, las glándulas bulbouretrales y uretrales secretan moco, el cual favorece la lubricación en el acto sexual. Tanto la erección como la lubricación están controladas por el sistema nervioso parasimpático.

Emisión y eyaculación

La emisión y la eyaculación son la culminación del acto sexual masculino. La emisión es un reflejo simpático que se desencadena cuando el estímulo sexual es muy intenso. Consiste en el avance del semen hacia la uretra, provocado por la contracción secuencial de las paredes musculares del conducto deferente, la próstata y las vesículas seminales. Todas las secreciones se mezclan en la uretra con el moco previamente secretado por las glándulas bulbouretrales.

La repleción de la uretra genera señales sensitivas que ponen en marcha otro reflejo simpático. En respuesta, se producen las contracciones rítmicas de los conductos genitales y de los músculos isquiocavernoso y bulbocavernoso (en la base del pene), las que ocasionan la eyaculación o expulsión del semen a través del meato urinario.

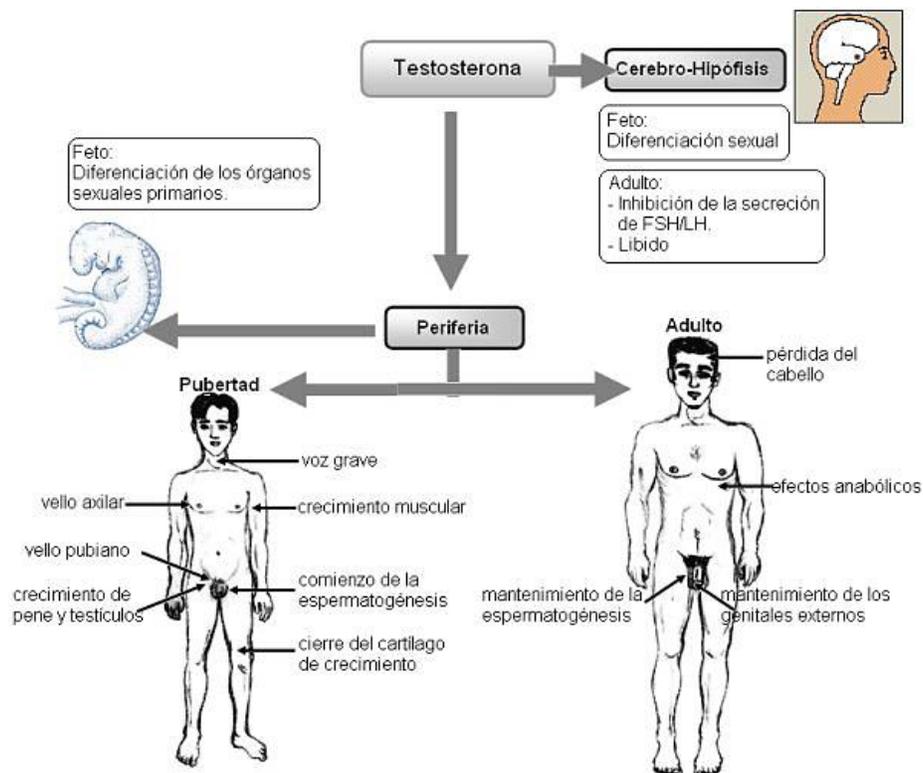
Al período completo de emisión y eyaculación se lo denomina orgasmo masculino.

Al orgasmo sigue una fase de resolución, en la cual se revierten los cambios genitales y los cambios sistémicos (por ejemplo el aumento de la presión arterial) que acompañan a la fase de excitación.

Regulación hormonal del sistema reproductor masculino

Las hormonas sexuales masculinas, de las cuales la testosterona es la más importante, son esteroides secretados por las células de Leydig del intersticio testicular.

La testosterona es la responsable de la aparición de los caracteres sexuales primarios (diferenciación sexual) en los fetos portadores del cromosoma Y.



A partir de la pubertad, luego de una fase temprana de crecimiento gobernada por los esteroides de la corteza adrenal y la hormona del crecimiento, sobreviene la etapa de crecimiento acelerado (el "estirón"). Simultáneamente, la testosterona induce la aparición de los caracteres sexuales secundarios y el inicio de la fertilidad. Cuando se alcanzan los altos niveles de testosterona del adulto se produce el cierre de los cartílagos epifisarios y el cese del crecimiento.

En el adulto, la testosterona sostiene los caracteres sexuales secundarios y la espermatogénesis. La secreción de testosterona y la función reproductiva están bajo el control del eje hipotálamo-hipofisario.

En la pubertad se produce un aumento de la secreción de **factor liberador de gonadotrofinas (GnRH)** por el hipotálamo. Éste estimula a la hipófisis anterior, que incrementa la secreción de las **hormonas gonadotróficas**: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH).

La FSH actúa sobre las células de Sertoli del testículo, las cuales, por intermedio de sus productos celulares, promueven la espermatogénesis en los túbulos seminíferos.

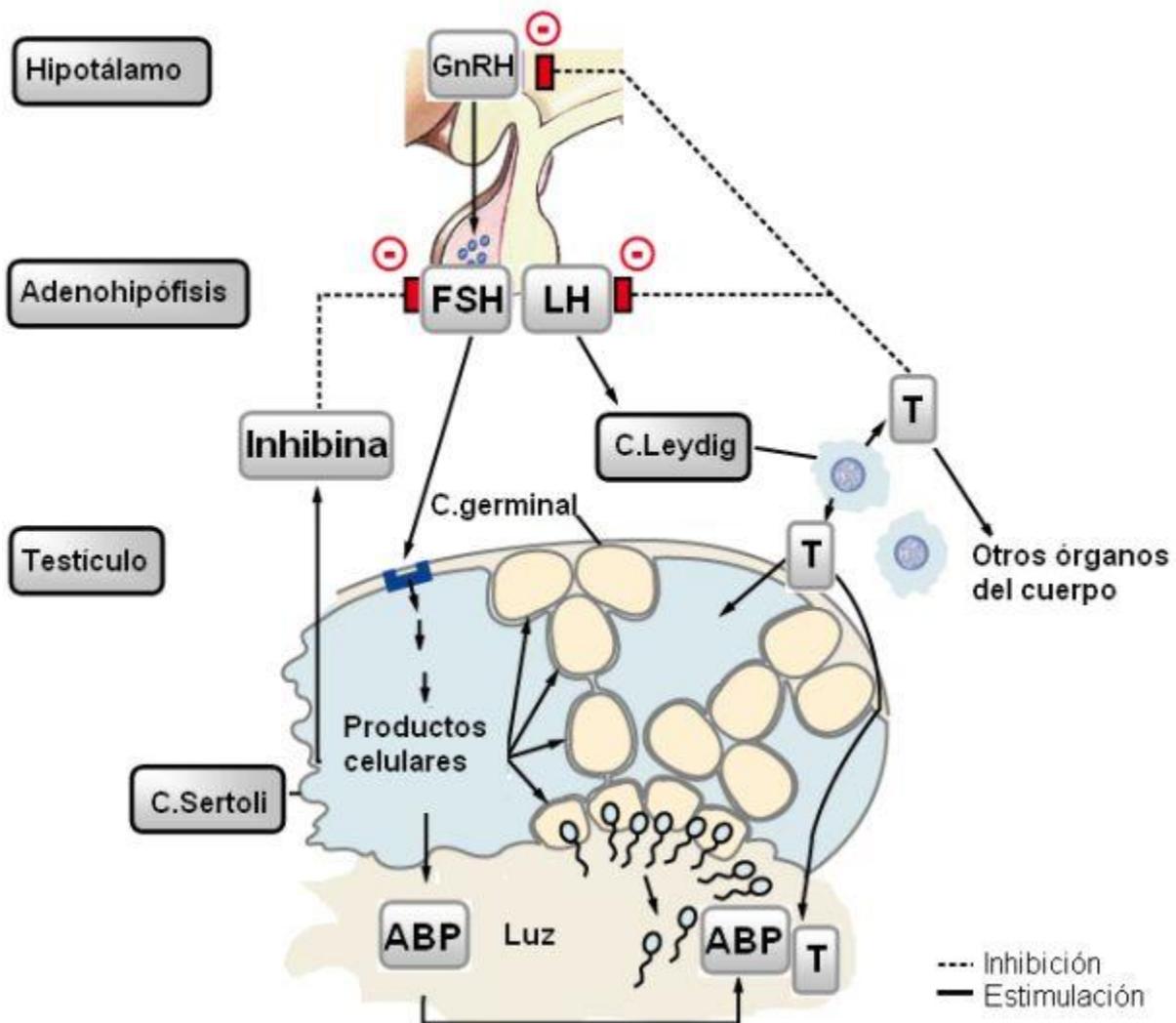
Las células de Sertoli, bajo el estímulo de la FSH, también secretan **proteína fijadora de andrógenos (ABP)**, una globulina que se une a la testosterona, manteniendo elevados niveles de la misma en la luz tubular, para beneficio de las células de la línea germinal.

Las células blanco de la LH son las células de Leydig. La LH induce la síntesis y secreción de testosterona (T) por las células de Leydig. Además de ser un factor necesario para la espermatogénesis, la testosterona ejerce efectos en muchos otros órganos, como ya se mencionó.

El equilibrio de todas las hormonas que interaccionan en la regulación de las funciones reproductivas masculinas es controlado por varios mecanismos de retroalimentación negativa.

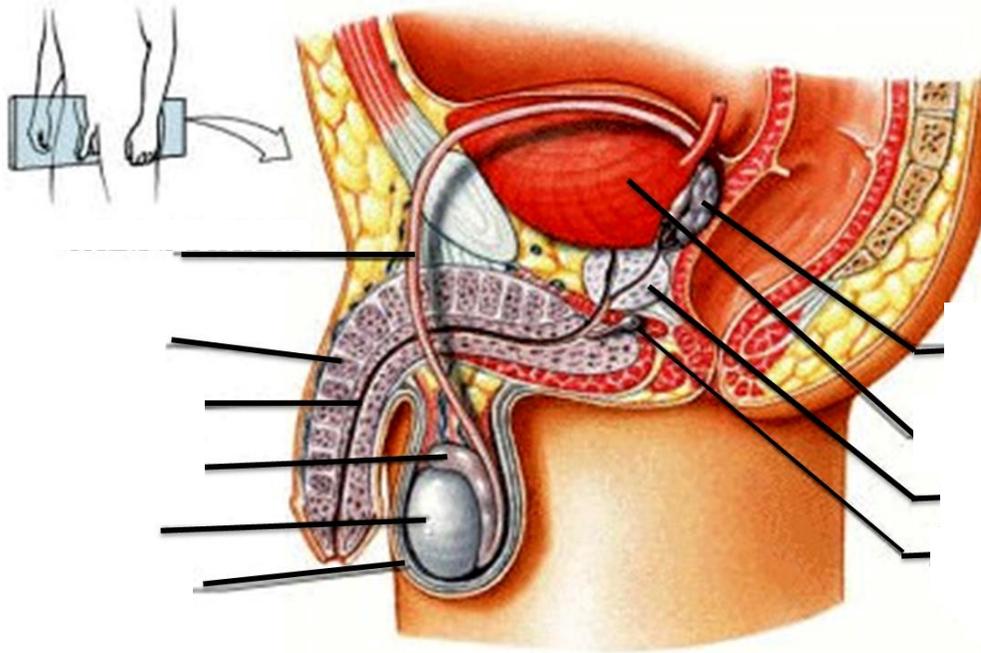
En primer lugar, hay un **mecanismo corto**, en el cual elevados niveles de las hormonas gonadotróficas inhiben la secreción del factor liberador de gonadotropinas en el hipotálamo.

Por otra parte, existe una **retroalimentación entre las hormonas testiculares y el eje hipotálamo-hipófisis**. La testosterona inhibe la secreción de LH. La **inhibina**, hormona producida por las células de Sertoli, inhibe la secreción de FSH.



ACTIVIDADES

1. Rotule el siguiente cuadro con las partes del sistema reproductor masculino.



2. Completa el siguiente cuadro.

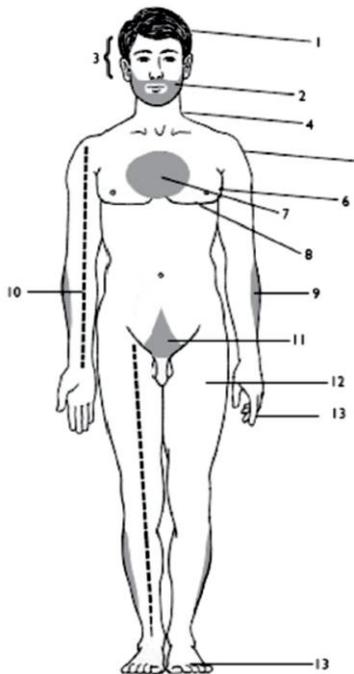
ESTRUCTURA	FUNCIÓN
Testículo	
Epidídimo	
Vesícula seminal	
Próstata	
Pene	
Glándula de Cowper	

3. Dibuja un espermatozoide reconociendo en él todas sus estructuras.

4. Completa el siguiente cuadro con las funciones de algunas estructuras espermáticas.

ESTRUCTURA	FUNCIÓN
Cola o flagelo	
Mitocondria	
Núcleo	
Acrosoma	

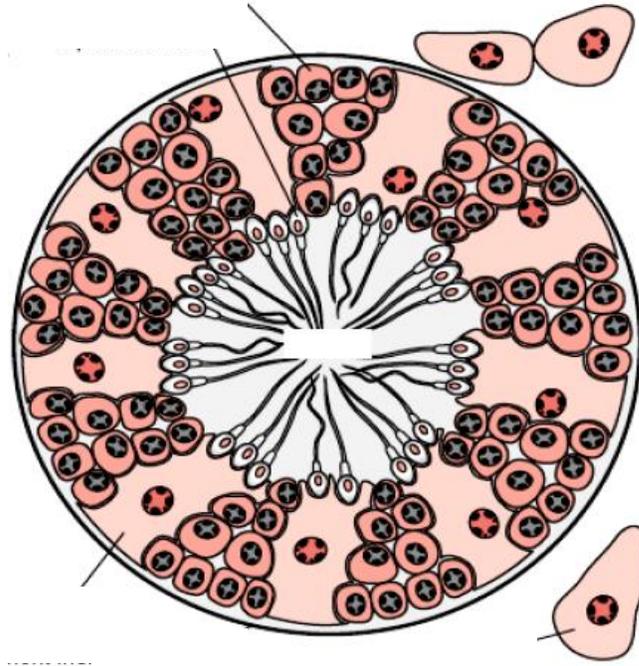
5. Reconoce en este hombre al menos 5 características sexuales secundarias.



1	
2	
3	
4	
5	

6. En la siguiente imagen rotula con una flecha las siguientes células o estructuras:

Célula de Leydig, célula de sertoli, espermatogonio, espermatocito I, espermatocito II, espermátida, lúmen, espermios.



7. Completa el siguiente cuadro con las funciones de las células nombradas.

CÉLULA	UBICACIÓN Y FUNCIÓN BIOLÓGICA
Espermatogonio	
Célula de Sertoli	
Célula de Leydig	
Espermio	

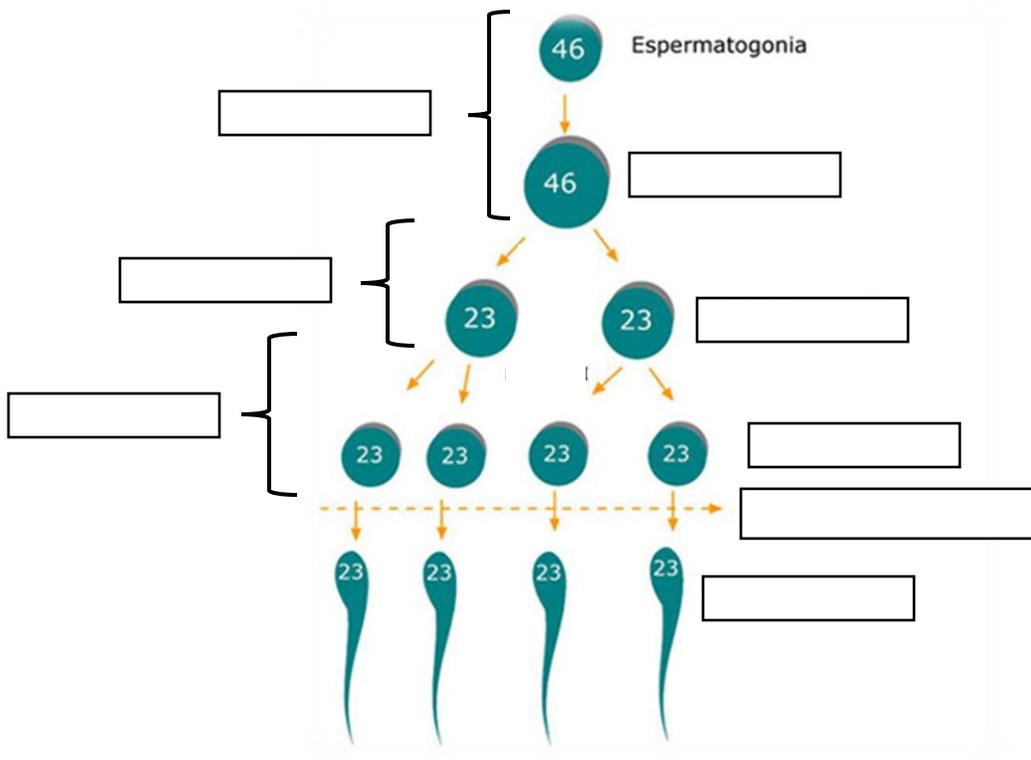
8. Indica las características de las siguientes fases de la espermatogénesis.

Etapa	Principales Características
Proliferación	
Crecimiento	
Maduración	
Diferenciación	

9. Con respecto a la espermatogénesis, indica:

Célula	N° de cromosomas	N° de cromátidas	N° de moléculas de ADN
C.G.P.			
Espermatogonio			
Espermatocito I			
Espermatocito II			
Espermátida			
Espermatozoide			

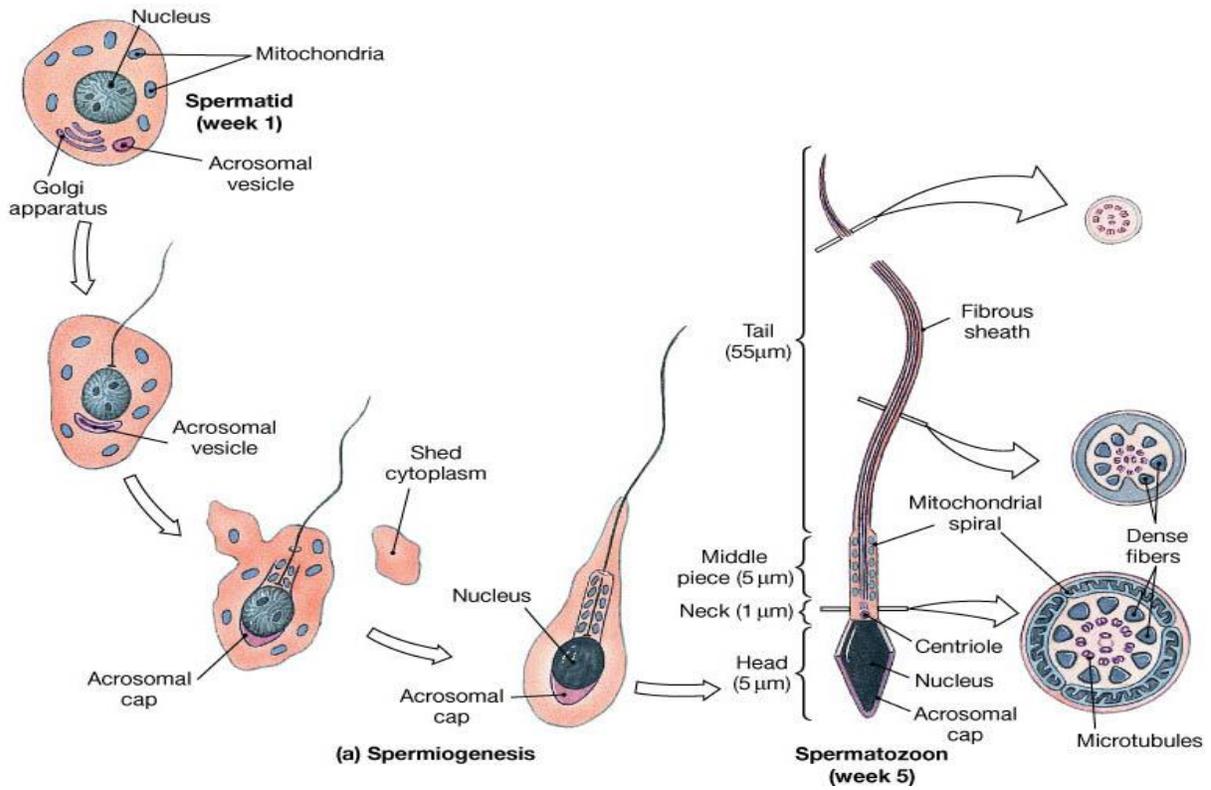
10. Identifica en el siguiente esquema el proceso y la célula que se indican.



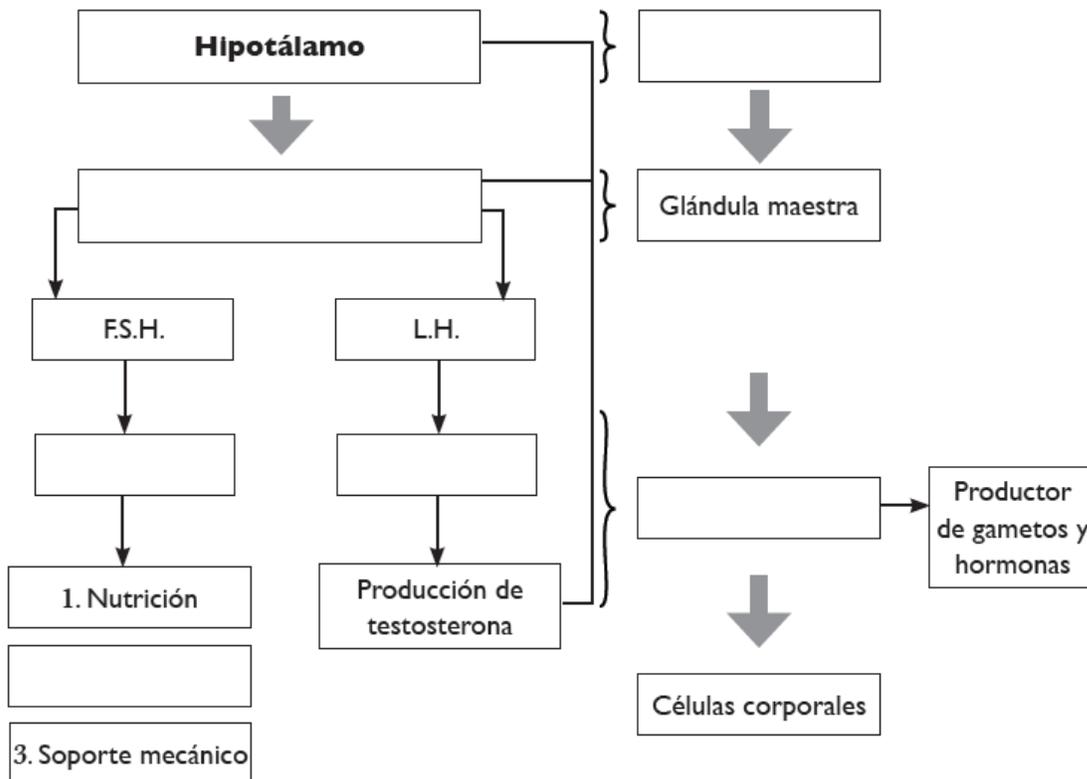
11. Indica los procesos celulares que ocurrieron durante la transformación de un espermatocito I y un espermatocito II (recuerda que el proceso ocurrido aquí fue una meiosis I)

12. Indica los procesos celulares que ocurrieron durante la transformación de un espermatocito II y una espermátida (recuerda que el proceso ocurrido aquí fue una meiosis II)

13. Ayudándote de la siguiente imagen, enumera los principales cambios espermáticos que ocurren durante la diferenciación.

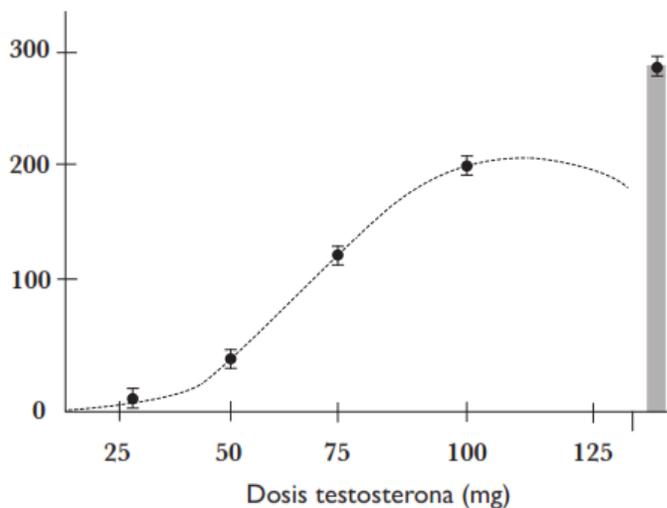


14. Completa el siguiente esquema.



15. La extirpación de la hipófisis (hipofisectomía) causa la inhibición de la función testicular, incluyendo la detención de la espermatogénesis. El gráfico que se muestra a continuación muestra el efecto de la administración sistémica de testosterona sobre el recuento espermático testicular, en ratas hipofisectomizadas. La barra del costado muestra el recuento espermático en las ratas control.

Recuento espermático ($\times 10^6$)



V o F

___ El aumento de la dosis de testosterona (hasta 100 mg aproximadamente) aumenta el recuento espermático.

___ Las ratas hipofisectomizadas recuperan naturalmente su capacidad de producir espermatozoides.

___ A partir del gráfico se puede deducir que hay una mayor actividad de las células de Leydig.

___ La testosterona es suficiente para estimular la espermatogénesis.

___ La testosterona no es capaz de estimular la espermatogénesis a niveles cuantitativamente normales.