

- 11.- Explicar la ovulación y el ciclo menstrual del sistema reproductor femenino en el humano.
- 12.- Explicar la fecundación e implantación del embrión en el humano.
- 13.- Explicar el desarrollo embrionario, hasta el nacimiento en el humano.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 21, 22 y 23 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada tema de los capítulos 21, 22 y 23; la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audio visual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación manual.

CAPÍTULO XXI

REPRODUCCIÓN DE PLANTAS.

En este capítulo exploraremos algunos modelos básicos de la reproducción y desarrollo de las plantas. Es evidente que hay distintos grupos de plantas, cada uno con su propio modelo de reproducción y desarrollo. Sin embargo, un grupo de plantas con semilla utiliza un modelo que ha demostrado ser superior a los demás. De ahí que las plantas con semilla dominan nuestros paisajes. Por eso dedicaremos nuestra exposición a los modelos básicos por los cuales se reproducen y desarrollan las plantas con semillas y sólo hablaremos brevemente sobre dos de los modelos más "primitivos".

21-1 LOS MUSGOS Y LOS HELECHOS.

Cantidad de pruebas fósiles muestran que las plantas con semilla no siempre han dominado nuestro paisaje. Durante los períodos Devónico y Carbonífero crecieron sobre la Tierra extensos bosques de helechos y colas de caballo. Los musgos y otras plantas pequeñas cubrían el suelo de los bosques.

Estudiaremos el ciclo de vida de un musgo característico y de un helecho también típico. Aunque sean plantas modernas es razonable suponer que se reproducen en forma muy semejante a como lo hicieron sus ancestros.

EL CICLO DE VIDA DE UN MUSGO.

Los musgos se encuentran ampliamente dispersos en todas partes del mundo; todos son pequeños y relativamente sin importancia. Rara vez alcanzan alturas de más de quince centímetros. Hay una razón muy importante por la cual crecen tan próximos al suelo: carecen del sistema vascular altamente organizado que presentan las plantas superiores. El agua y las sales minerales deben moverse hacia arriba, en las plantas, por difusión. Esto limita rigurosamente la altura a la que un musgo puede crecer.

Para comprender bien el ciclo de vida del musgo es necesario familiarizarnos con su estructura. Observamos que los musgos crecen en la humedad y lugares sombríos a manera de una aglutinación verde aterciopelada. Un examen más cuidadoso muestra que esta aglutinación es una masa compacta de plantas individuales. La mayor parte del año, el cuerpo de las plantas se ve como un tallo verde de aspecto erizado. Sus "cerdas" son pequeñas estructuras, como hojas, que efectúan la fotosíntesis. Algunas veces, particularmente a fines de primavera, se ven musgos individuales con pedúnculos largos y delgados extendidos hacia arriba. La punta del pedúnculo es alargada y presenta forma de copa. Aunque parece ser una extensión del individuo del cual crecen, de hecho se trata de un nuevo individuo que crece como parásito de la planta que está bajo él.

En la vida de un musgo hay dos tipos distintos de individuos que son el resultado de las fases sexual y asexual de la reproducción. La planta de musgo que normalmente observamos es la generación productora de gametos (óvulo o espermatozoide) llamada a ésta *generación gametofita*.

El gametofito es un pedúnculo rodeado de estructuras a manera de hojas. Generalmente, en la generación gametofita los sexos están separados; un individuo produce óvulos y otro espermatozoides, como se puede ver en la fig. 21-1, los óvulos y los espermatozoides se producen en las estructuras de la parte superior de la planta gametofita.

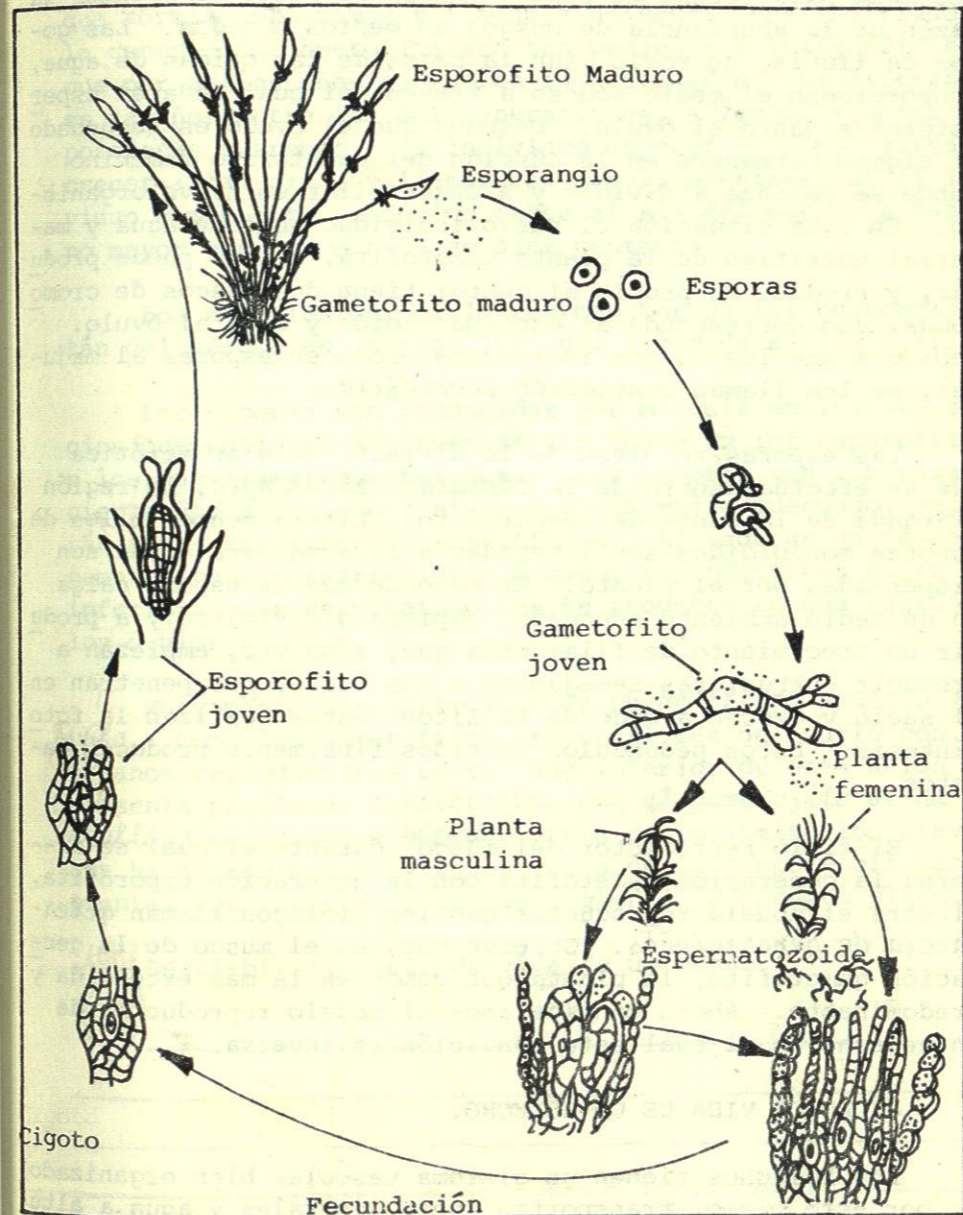


Fig. 21-1. Ciclo de vida de un musgo.

Posteriormente, el *espermatozoide debe nadar a través del agua para llegar al óvulo*. Ahora se puede comprender la razón de la abundancia de musgos en medios húmedos. Las gotas de lluvia, de rocío, aun la brisa de las caídas de agua, proporcionan el medio acuoso a través del cual nada el espermatozoide hasta el óvulo. Después que el óvulo es fecundado el cigoto permanece en la cúspide del gametofito femenino donde se empieza a dividir y a desarrollar un nuevo organismo. En esta situación el nuevo individuo absorbe agua y material nutritivo de la planta gametofita, aunque puede producir, y produce su propio alimento; tiene dos juegos de cromosomas, uno corresponde al espermatozoide y otro al óvulo. Debido a que los nuevos individuos producen esporas al madurar, se les llaman *generación esporofita*.

Las esporas resultan de la división celular meiótica que se efectúa dentro de la *cápsula o esporangio*, la región alargada de la punta del esporofito. Literalmente, miles de esporas monoploides son liberadas a la atmósfera donde son dispersadas por el viento. En caso de que la spora caiga en un medio ambiente adecuado, empieza a dividirse y a producir un crecimiento de filamentos que, a su vez, empiezan a producir estructuras semejantes a las raíces que penetran en el suelo y crecen a modo de tallitos; éstos realizan la fotosíntesis. Estos pedúnculos crecidos finalmente producen gametos.

El ciclo reproductor del musgo, durante el cual se alterna la generación gametofita con la generación esporofita, ilustra el modelo reproductor que los biólogos llaman *alternancia de generaciones*. Observe que, en el musgo de la generación gametofita, la planta que vemos es la más extendida y predominante. Ahora consideramos el modelo reproductor de un helecho en el cual esta condición es inversa.

CICLO DE VIDA DE UN HELECHO.

Los helechos tienen un sistema vascular bien organizado y, por esto mismo, transportan iones minerales y agua a alturas mucho más elevadas que los musgos.

La alternancia de generaciones ocurre en el ciclo de vida del helecho. El esporofito o individuo diploide es el que normalmente vemos y llamamos helecho. Los individuos de la generación gametofita son tan pequeños e insignificantes que por varios años no fueron identificados. La diferencia en tamaños entre las dos generaciones, a veces, alcanza proporciones extremas. El individuo esporofito puede llegar a crecer a tal grado y llamarse árbol, mientras que el individuo gametofito producido crece al ras del suelo, a menudo no mayor que una moneda de diez centavos.

Los detalles del ciclo reproductor de los helechos están delineados en la fig. 10-4 del libro de Biología I.

Las esporas son producidas por meiosis en los esporangios que están en el envés de las hojas de los esporofitos, a los que llamaremos helechos. Las esporas son liberadas en cierta época del año y si caen en un medio adecuado, empezarán a desarrollarse en gametofitos. Al madurar un pequeño gametofito se desarrollarán órganos reproductores en su cara inferior. Los espermatozoides se producen en una región y los óvulos en otra.

Nuevamente el *espermatozoide puede llegar nadando al óvulo*. Como los gametofitos crecen al ras del suelo con los órganos reproductores en el lado inferior de esta unión no presenta problema, considerando que el gametofito se ha desarrollado en un medio húmedo. Esta es la limitación clave que ha dejado a los helechos fuera de la competencia con las plantas con semilla en muchas regiones de nuestro planeta.

a).- Describir el ciclo de vida de un musgo.

b).-¿Qué es la generación gametofita?

c).-¿Qué es el gametofito y esporofito?

d).- Describir el ciclo de vida de un helecho.

2-12 PLANTAS CON SEMILLA.

Es evidente que las plantas con semilla son preponderantes, actualmente, en la mayor parte de nuestro planeta. Tienen numerosas ventajas sobre los musgos y los helechos. Una es que los espermatozoides de las plantas con semilla no necesitan nadar a través del medio acuoso para fecundar los óvulos.

Las plantas con semilla, al igual que los helechos y musgos, tienen una generación gametofita y una esporofita en su ciclo reproductor. Sin embargo, la etapa del gametofito está enormemente reducida en las plantas con semilla. La generación gametofita no tiene individuos físicamente distintos, ya que sólo consta de estructuras microscópicas. Estas estructu

ras son los sacos embrionarios (gametofitos femeninos) dentro de los óvulos de las flores y los granos de polen (gametofitos masculinos). Para nuestros propósitos consideramos a las plantas con semilla como individuos diploides a través de su ciclo de vida. Aun cuando pensamos que sería adecuado llamar técnicamente individuo diploide a la generación esporofita, nos abstendremos de describirla como tal.

El grupo de las *gimnospermas*, es aparentemente más antiguo y primitivo. La mayor parte de las plantas pertenecientes a este grupo producen semillas en conos, de donde proviene su nombre de *coníferas*. El pino, ocote y los árboles llamados abetos son coníferas. La segunda clase de plantas con semilla la forman las *angiospermas* que presentan una mayor amplitud de grupos. Se les conoce con el nombre de *plantas con flores*. El césped y la mayoría de las hierbas, arbustos y árboles con anchas hojas que nos rodean son plantas con flores. Existen algunas diferencias básicas en los mecanismos reproductores entre coníferas y plantas con flores, pero en general, los modelos de reproducción son básicamente similares.

Estructura de una flor. Comúnmente pensamos en una flor como algo fragante y bello. Afortunadamente algunas flores así son. Pero por cada flor fragante y hermosa hay, probablemente, más con características poco llamativas y carentes de aromas distintos. En cualquier caso, una flor es un órgano reproductor altamente organizado y maravillosamente eficiente.

En la fig. 21-2 se muestra un diagrama idealizado de una flor. Si una flor es coloreada y atractiva, será probablemente a causa de sus sépalos o pétalos. Son adaptaciones de la hojas verdes ordinarias que han adquirido papeles especializados. Los sépalos son las estructuras más extensas de la flor y no están tan llenas de color como los pétalos.

Las estructuras más importantes de la flor son los *estambres* y el *pistilo*. El estambre está considerado como la estructura masculina de la flor. Tiene dos partes: un *filamento*

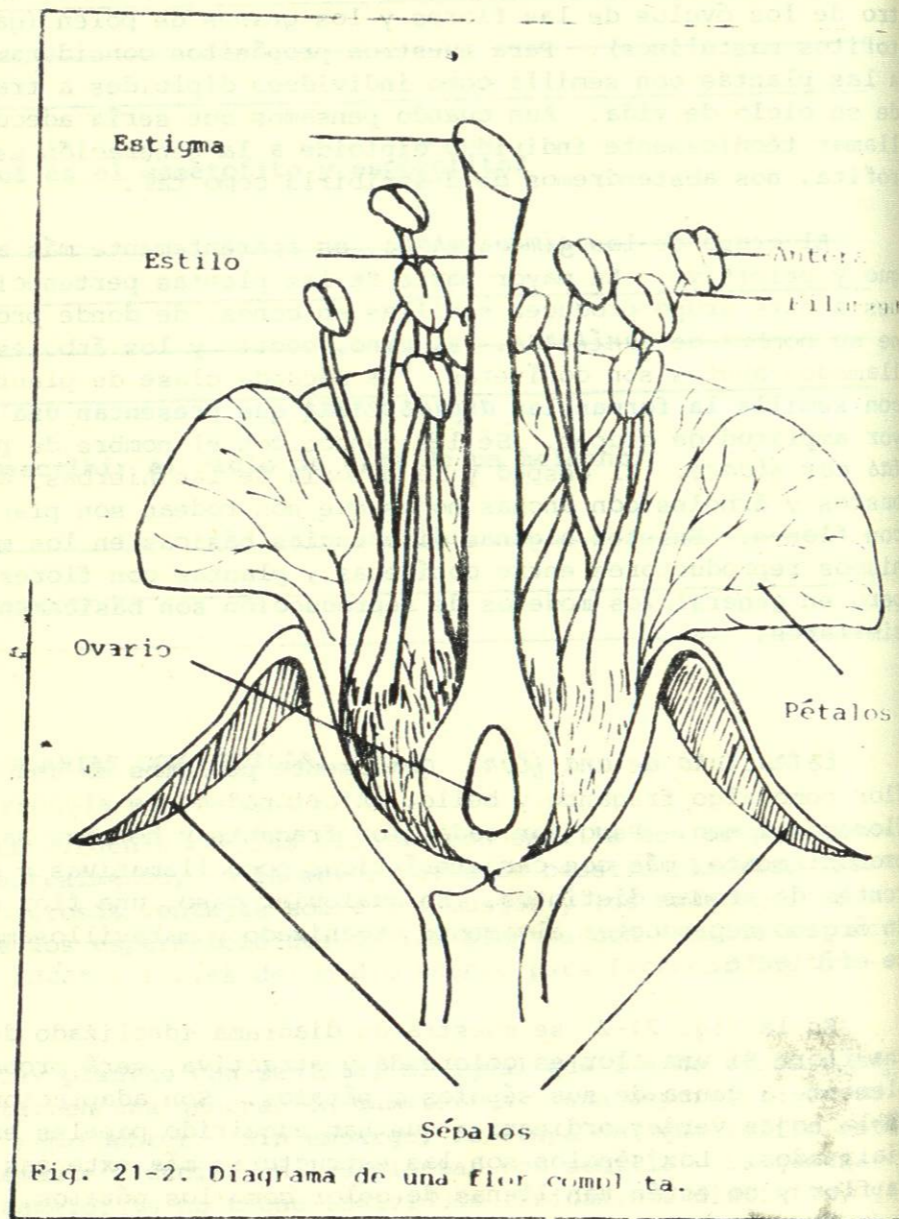


Fig. 21-2. Diagrama de una flor completa.

mento largo y un recipiente como saco que contiene el polen, llamado *antera*. El polen es el gameto masculino. Generalmente, cada flor tiene varios estambres. El pistilo se considera como la parte femenina de la flor. Tiene tres partes básicas. La parte más baja del pistilo es el *ovario*. Es la estructura donde se forman los óvulos, donde son fecundados y donde el cigoto finalmente se convierte en semilla. Encima del ovario se levanta un delgado estilo que termina en una alargada y, a menudo pegajosa, área llamada *estigma*. El polen del estambre debe caer en el estigma antes de producirse alguna fusión entre los gametos. Este acontecimiento se llama *polinización* y constituye uno de los pasos críticos en el ciclo de reproducción sexual de las plantas con flores. La polinización debe preceder la fecundación.

Polinización.

La mayoría de las flores son como las que se han descrito. Son *flores perfectas* (hermafroditas) que producen los gametos masculino y femenino. Hay flores que sólo producen una clase de gametos; éstas son *flores imperfectas* (unisexuales). Cada una de las cuales son *estaminíferas*, conteniendo solamente uno o más estambres; *pistiladas*, teniendo sólo uno o más pistilos. La polinización parece ser una cosa sencilla en las flores perfectas, pero más difícil cuando las estructuras masculina y femenina están en flores separadas. El trabajo en la naturaleza no es necesariamente realizado de esta manera.

Cuando sucede la autopolinización en la flor perfecta, se pierde la ventaja clave de la reproducción sexual. La información genética no se dispersa a través de la población. Como resultado de esto no existe gran modificación en las variedades como en aquellas de *polinización cruzada*.

Lo que vemos en la mayoría de las flores perfectas es una especie de compromiso. El grano de polen que contiene el gameto masculino es pequeño y de poco peso. En las flores perfectas cae simple y directamente al estigma, o puede ser impulsado al estigma por los movimientos de la flor producidos por el viento. Pero hay varias razones por las que puede no ocurrir la autopolinización en la flor perfecta. Pueden producirse millones de granos de polen y los de algunas especies pueden dispersarse a grandes distancias por las corrientes de aire (hecho conocido por personas que sufren de fiebre de heno, producida por el polen). Los granos de polen son transportados de una flor a otra al quedar adheridos al cuerpo de los insectos, colibríes y aun murciélagos. Así, transportado el polen puede llegar al estigma de otra flor y fecundarla antes de que suceda lo mismo con el propio polen de la flor.

Muchas veces el polen de una flor perfecta no madura, sino hasta después que se ha desarrollado el óvulo. En este caso, puede llegar primero al estigma el polen de otra planta que maduró antes, o la situación puede ser a la inversa, o sea, el polen madura antes que el óvulo se haya desarrolla

do completamente. Así, la polinización cruzada asegura una dispersión limitada de la información genética a través de cierta población. La autopolinización puede ser llamada fortuita para dicha población. Es el margen de seguridad, en caso de no realizarse la polinización cruzada, la flor puede utilizar su propio polen que al caer en su estigma, asegura la fecundación eventual del óvulo.

Fecundación.

Polinización y fecundación son dos cosas distintas. La polinización se completa cuando un grano de polen de la clase adecuada es trasladado al estigma de una flor. Varias cosas deben suceder antes de la fecundación, una de ellas es la fusión de los gametos.

Hemos dicho poco del grano de polen, excepto que es el portador del gameto masculino. Un conocimiento de su estructura es fundamental para entender cómo funciona. Durante el desarrollo de la antera, el proceso de la meiosis produce rápidamente un número de células monoploides. El núcleo de cada una de estas células sufre la mitosis, pero sin que la célula se divida. El resultado es una simple célula con dos núcleos monoploides. La célula formada de esta manera y completada con una pared celular dura, es el *grano de polen*. Ver fig. 21-3.

Un grano de polen *germina* cuando cae en un estigma húmedo. Entonces, la cubierta que rodea a la célula se rompe y emerge una delgada prolongación de la célula llamada *tubo polínico*.

El tubo polínico empieza a crecer y dirige su camino hacia abajo, a través del estilo hasta el ovario.

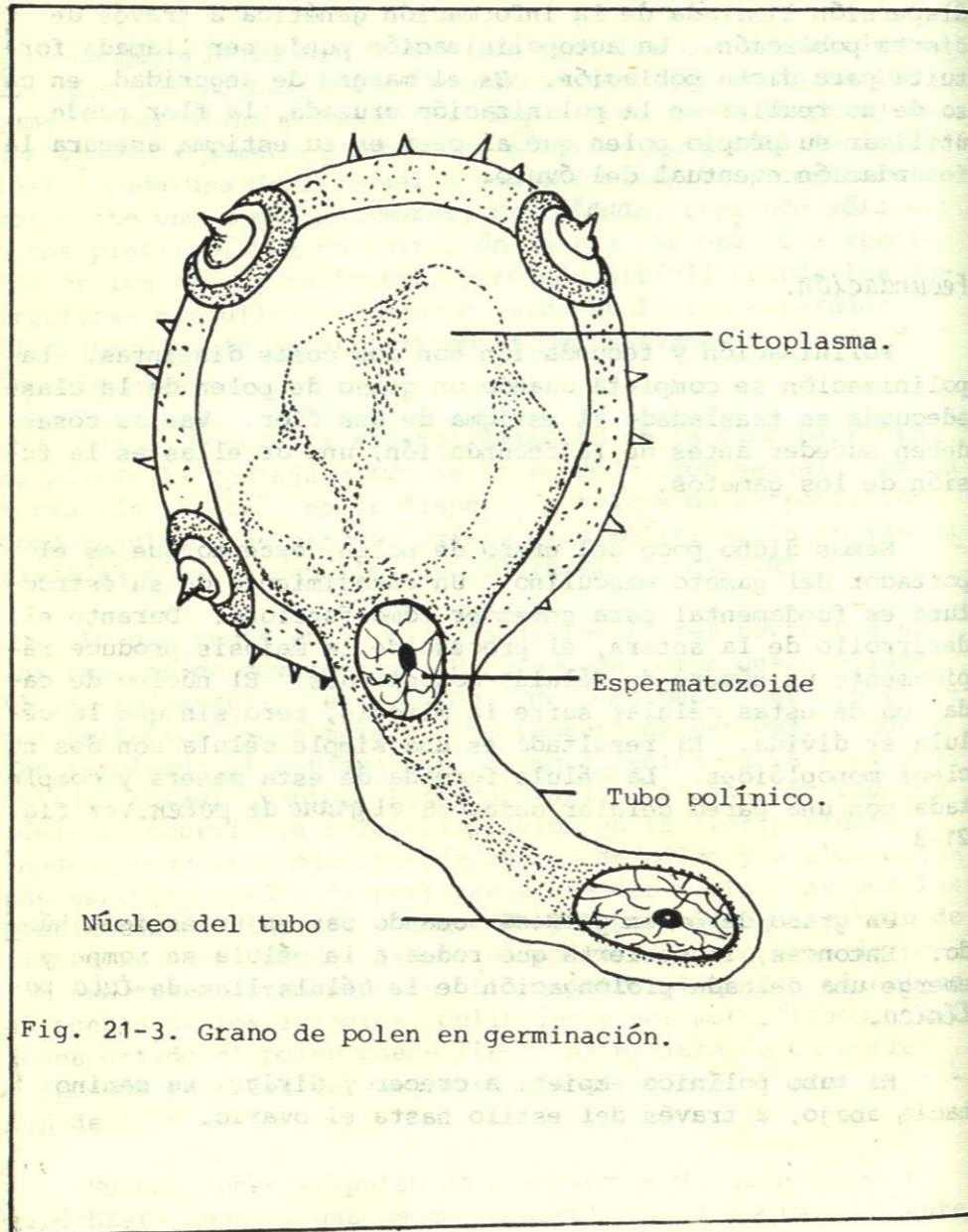
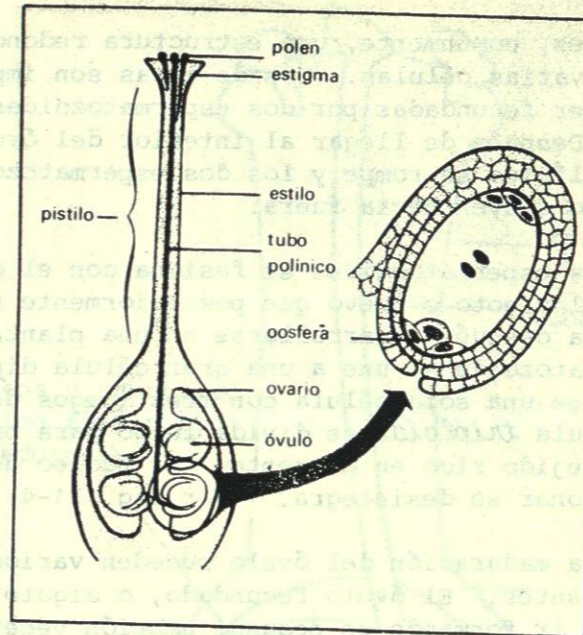


Fig. 21-3. Grano de polen en germinación.



Corte del pistilo que muestra un óvulo aumentado, con su oosfera.

Uno de los núcleos emigra hasta la punta del tubo polínico. Se llama *núcleo del tubo* y es probablemente la principal región de control de la célula. El otro núcleo, el *espermático* se divide en dos núcleos: los gametos masculinos. Aunque estos gametos se llaman espermatozoides no nadan, simplemente flotan a través del citoplasma del tubo polínico. Observe que el tubo polínico desempeña la función del medio acuoso por el cual viajan, nadando, los espermatozoides de los musgos y helechos. El tubo polínico crece hacia abajo hasta llegar a uno de los *óvulos* (puede haber solamente uno) del ovario.