



COLEGIO DE BACHILLERES

BIOLOGÍA II

FASCÍCULO 4 REPRODUCCIÓN EN HONGOS Y
VEGETALES

Autores: Francisco Ricardo Alonso de la Cuesta,
Alicia Govea Villaseñor.



Colaboradores:

¿?

Asesoría Pedagógica
Olivia Hernández Romero

Revisión de Contenido
Juan Luis Cifuentes Lemus

Diseño Editorial
Leonel Bello Cuevas
Javier Darío Cruz Ortíz

ÍNDICE

PROPÓSITO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

- 1.1 Tipos de reproducción
- 1.2 Modalidades de la reproducción sexual
- 1.3 Modalidades de la reproducción asexual
- 1.4 Ciclos vitales

CAPÍTULO 2. CICLOS DE VIDA EN LOS FUNGI

- 2.1 Myxomycetos
- 2.2 Zygomycetos
- 2.3 Ascomycetos
- 2.4 Basidiomycetos

CAPÍTULO 3 REPRODUCCIÓN EN LOS VEGETALES O PLANTAS (REINO METAFITA O *PLANTAE*)

- 3.1 Ciclos biológicos en las plantas vasculares (traqueofitas)
- 3.2 Ciclos vitales en los helechos (clase *filicinae*)
- 3.3 Ciclos biológicos en las plantas con semilla (gimnospermas y angiospermas)

RECAPITULACIÓN

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

PROPÓSITO

En este fascículo estudiaremos el tema de la reproducción en los hongos y plantas, sus características y modalidades.

A fin de que comprendas bien lo que implica este proceso en los organismos antes mencionados, revisaremos primero los conceptos básicos y las generalidades respecto del tema (reproducción) y luego hablaremos de sus formas básicas (sexual y asexual); con ello adquirirás las bases necesarias para entender los ciclos biológicos de los organismos miembros de estos reinos (*fungi y plantae*).

Para mejor comprensión del tema, te recomendamos que analices con mucho cuidado los esquemas y modelos reproductivos, que resuelvas las preguntas y hagas los ejercicios que se te indican a lo largo del fascículo.

De esta manera esperamos despertar en ti el interés por el fenómeno de la reproducción y, ¿por qué no?, la admiración por las estrategias de supervivencia que los seres vivos emplean para preservar su estirpe y perpetuar su especie.

INTRODUCCIÓN

Por ser éste el primer fascículo en que se trata el tema de la reproducción de los seres vivos, estudiarás primordialmente los conceptos fundamentales sobre este tema, que te permitirán abordar a continuación el estudio de los procesos reproductivos en los reinos ya señalados.

Así, estos procesos conceden a la multiplicación de las especies, permitiendo la transferencia de la vida de una generación a otra, lo que hace posible la conservación de las especies a través del tiempo.

Es interesante observar que, por ejemplo, los gatos siempre producen gatitos y nunca perritos. ¿Sabes a qué se debe esto? Como estudiarás en otros fascículos, esto se debe a que la reproducción va siempre ligada a los mecanismos de la herencia, y es la responsable de la producción de individuos sobre los cuales actúa el ambiente, que junto con otros factores puede conducir a la evolución de las especies.

De manera que el entender el tema de la reproducción es importante para la comprensión de otros campos del conocimiento biológico tales como de Genética, Ecología y Evolución.

Tal conocimiento tiene muchas aplicaciones prácticas en la agricultura, ganadería, conservación de especies silvestres, producción de medicamentos y numerosas materias primas de origen biológico, entre otros campos de la actividad humana.

Te pedimos que reflexiones sobre todo en la utilidad del conocimiento de los procesos reproductivos de hongos y vegetales. ¿En qué aspectos crees que nos afecte el fracaso o poco éxito en su reproducción? Seguramente tú podrías dar varias respuestas a tal cuestionamiento. No debes olvidar que el metabolismo, la nutrición, la respiración y la excreción de dichos organismos tienen enormes consecuencias en la biosfera, y, de hecho, la vida no sería posible si fracasaran o fueran afectados los mecanismos reproductores de los vegetales y de los hongos.

CAPÍTULO 1.

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

La *reproducción* es el proceso por el cual los seres vivos originan a otros organismos de su misma especie, y a éstos transmiten su información genética. Así pues, la reproducción permite la conservación de las especies, así como la transmisión y conservación del material genético.

Los procesos reproductores tienen como fundamento las materias primas proporcionadas por la nutrición, el metabolismo y los procesos homeostáticos.

Recuerda que estos procesos hacen posible el mantenimiento de la vida, el crecimiento, la autorreparación y el desarrollo de la célula, que en un momento dado traerá como consecuencia la *división celular*.

En los organismos unicelulares esta división implica un mecanismo de reproducción porque genera nuevas unidades vivas; pero a nivel de los organismos multicelulares la división de las células tiene varias finalidades: la reposición de los tejidos, el crecimiento de los organismos y también la de generar las células que intervienen en la reproducción, es decir, las unidades reproductivas (gametos o esporas), a partir de las cuales se puede producir nuevos individuos.

Se debe aclarar que los organismos multicelulares no siempre se reproducen a partir de esporas o gametos, sino también, en algunos casos, se pueden generar nuevos individuos a partir de una parte del progenitor, en cuyo caso la división celular juega un papel determinante.

Toma en cuenta que la división celular es inseparable de la autoduplicación del DNA y, por lo tanto, de la transmisión de la información genética.

Estudia la figura 1 y contesta las siguientes preguntas:

¿Qué consecuencias tiene la división celular en los organismos multicelulares?

¿Qué relación existe entre nutrición, metabolismo, y homeostasis con la división celular?

¿Qué consecuencias tiene la división celular en los organismos unicelulares?

Figura 1

Es indispensable que tengas en mente las modalidades de la división celular que se presentan en los diferentes organismos para que comprendas los procesos reproductivos.

Recuerda que en los *eucarióticos* el mecanismo más frecuente de división celular es la *mitosis*, que origina células que reciben el mismo número de cromosomas que presentaba la célula original (ya sea ésta haploide o diploide).

El otro mecanismo de división celular que se presenta en determinados momentos de la vida de los organismos eucarióticos es la *meiosis*, que origina células con la mitad del número de cromosomas de la célula original.

En la meiosis siempre se parte de células diploides ($2n$), por lo que se obtiene células haploides (n).

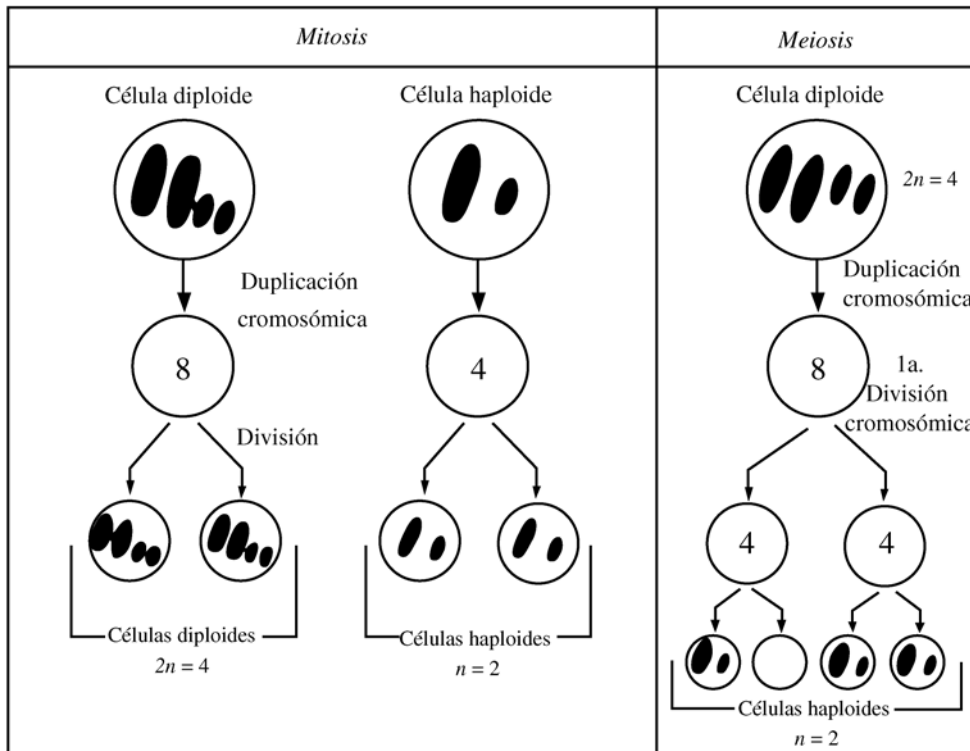


Figura 2.

Resuelve lo siguiente:

Si el gato es una especie de diploide y su número cromosómico es 38 ($2n = 38$) y sus gametos se producen por meiosis, ¿cuántos cromosomas hay en dichos gametos? _____; por lo tanto, los gametos son _____.
 ¿Entonces cómo es que restablece el número de cromosomas diploides característico de su especie? _____.

1.1 TIPOS DE REPRODUCCIÓN

La observación y estudio de los procesos y fenómenos que conducen a la reproducción en las diferentes especies vivientes es fascinante y compleja. Una forma común de clasificar para su estudio a estos procesos es dividirla en dos grandes modalidades: *reproducción sexual* y *reproducción asexual*.

Muchas especies se reproducen sólo asexualmente, otras mediante reproducción sexual y otras más se reproducen de ambas formas.

Reproducción sexual

En esta modalidad intervienen dos células reproductoras denominadas *gametos*, que se unen o fusionan formando una sola célula: el *cigoto* o *célula huevo*, a partir del cual se desarrolla un nuevo organismo. La unión o fusión de los gametos o células sexuales se denomina *fecundación* o *fertilización*. Los gametos son siempre *haploides*, por lo que el cigoto que resulta de su unión es *diploide*.

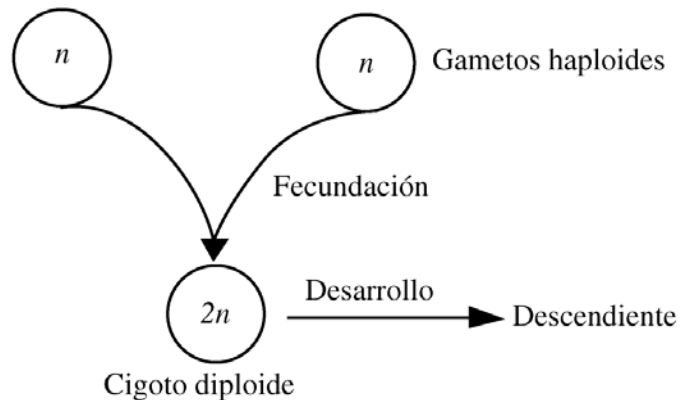


Figura 3.

Debe señalarse que en algunos casos no se unen las células enteras, sino solamente *núcleos celulares*, hablándose en este caso de núcleos gaméticos. Los gametos se pueden originar en muchas especies mediante meiosis, mientras que en otras la división celular que los origina es la mitosis (precedida en algún momento por la meiosis). En los organismos multicelulares los gametos que se unen provienen generalmente de *dos* diferentes progenitores, aunque en otros casos dichos gametos proceden de *un* solo progenitor. Por ello no es correcto afirmar que en la reproducción sexual siempre intervienen *dos* progenitores para producir la descendencia. El aspecto esencial de esta forma de reproducción es la necesidad de la unión gamética para que surjan los nuevos individuos.

Un aspecto destacado es el hecho de que la descendencia originada mediante reproducción sexual nunca es idéntica a los padres. Estos hijos presentan una amplia gama de variaciones en sus características. Esta variabilidad no solo proviene de las *mutaciones* que pueden ocurrir al azar en la autoduplicación del DNA o del fenómeno del entrecruzamiento de cromosomas homólogos que se produce en la *sinapsis* durante la meiosis, sino de la distinta información genética que se combina con la fusión de gametos.

En la reproducción sexual las variaciones de los hijos se incrementa debido a que éstos reciben *dos* tipos diferentes de información genética, provienen de cada uno de los gametos. Otro factor que también incrementa la variabilidad es la ocurrencia de la meiosis, que se presenta en algún momento de la vida de los organismos que tienen reproducción sexual. Debes recordar que en este tipo de división celular ocurren los fenómenos de la *sinapsis* y el *entrecruzamiento* entre las parejas de cromosomas homólogos, originándose incremento en las variaciones genéticas.

Tal como verás en otros fascículos, las variaciones en las características de las nuevas generaciones es de suma importancia en los procesos evolutivos que pueden conducir a la adaptación de las especies al ambiente.

Menciona a continuación las causas de la variabilidad que ocurren en las especies que presentan reproducción sexual:

Reproducción asexual

En esta modalidad no se requiere de la unión de gametos para que se produzca la descendencia. En estos casos los hijos se producen a partir de *un* solo progenitor, por lo que podemos concluir que ésta es una forma de reproducción más simple y directa. Además, no debes olvidar que tal forma es la más antigua de generar descendencia; en cambio, la reproducción sexual se desarrolló en los tiempos posteriores de la evolución.

¿A quién crees que se parezca la descendencia producida mediante reproducción asexual? _____

No debes olvidar que es este caso los hijos reciben toda información genética del *único* progenitor del cuál proceden, por lo que podemos decir que éstos son idénticos a su progenitor. Sin embargo, debemos señalar que la descendencia puede presentar *variaciones*, debido a las *mutaciones*, que introducen cambios al azar en ciertos organismos de cada generación originada mediante reproducción asexual, por lo que no hay que olvidar que este tipo de reproducción no impide la evolución y muchas especies prosperan reproduciéndose exclusivamente en esta forma.

Define en tus propias palabras la *reproducción asexual*:

Señala la causa de las variaciones de la descendencia surgida mediante dicho tipo de reproducción:

Indica cuál es la diferencia esencial entre la reproducción sexual y la asexual:

A continuación revisaremos los aspectos más importantes respecto de los dos tipos de reproducción: sexual y asexual, haciendo hincapié en aquellos aspectos necesarios para la comprensión de la reproducción en las plantas o vegetales y en los hongos.

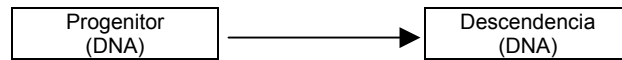


Figura 4.

1.2 MODALIDADES DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL

De acuerdo con las características de los gametos que se unen en la fecundación, se puede hablar de tres tipos de reproducción sexual: *isogamia*, *anisogamia* y *oogamia*.

En la *isogamia* (de *isos* = igual), los gametos que se fusionan son iguales en su aspecto (tamaño y estructura). En la *anisogamia* (de *anisos* = desigual), ambos gametos son de tamaño diferente, aunque la estructura y el aspecto son muy similares. Por ejemplo, ambos son flagelados y móviles, aunque de diferente tamaño. En la *oogamia* (de *oion* = huevo), los gametos presentan notables diferencias en su estructura y tamaño, además de comportarse de manera diferente en la fecundación. Así, un gameto es grande e inmóvil y recibe el nombre de óvulo, ovocélula u oosfera, mientras que el otro tipo de gameto es pequeño y móvil y recibe el nombre de *espermatozoide* o *anterozoide*.

Al óvulo se le identifica como el gameto *femenino* y al espermatozoide como el gameto *masculino*. Observa que tales términos sólo se aplican en el caso de la oogamia, donde es adecuado señalar que estos gametos son de diferente sexo: *femenino* y *masculino*. Estudia la figura 5 y completa lo que se pide:

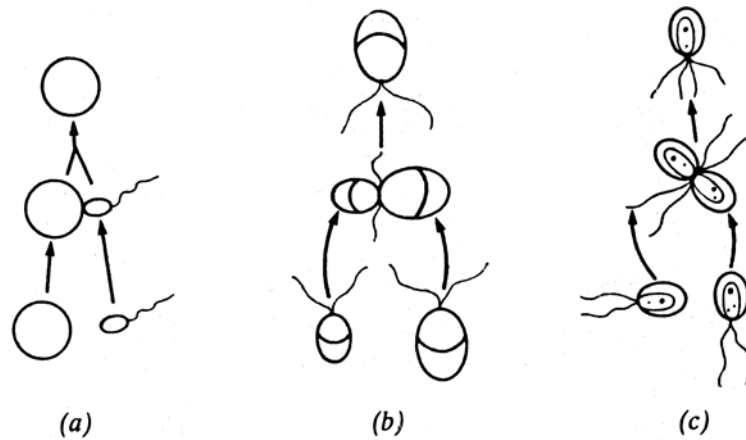


Figura 5.

Caso (a), corresponde a _____, debido a que _____.

Caso (b), corresponde a _____, caracterizada por _____.

Caso (c), es un caso de _____, en razón de que _____.

En la *isogamia* de ninguna manera se puede hablar de gametos masculinos y femeninos. En la *anisogamia* a veces se identifica el gameto más pequeño como el masculino y al mayor como el femenino, aunque no hay que olvidar que los dos son móviles y se comportan igual en la fecundación.

Como puedes advertir, solo en el caso de la oogamia empezamos a referirnos a los conceptos de *sexo femenino* y *sexo masculino*, respecto de los dos tipos de gametos. Las especies que presentan oogamia las podemos separar en dos grupos: *dioicas* y *monoicas*.

En las especies *dioicas* (*di* = dos, *oikos* = casa) se presentan dos tipos de individuos, cada tipo produce solamente un tipo de gameto. Así tenemos individuos productores de *óvulos*, que se dice pertenecen al *sexo femenino*, y los individuos que producen *espermatozoides*, al *sexo masculino*. En este caso se dice que existen *sexos separados*, con dos tipos de individuos o sexos.

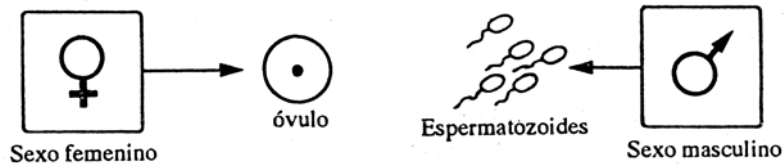


Figura 6.

En cambio en las especies *monoicas* (o hermafroditas), los dos tipos de gametos son producidos por un mismo individuo. En este caso no podemos hablar de sexos separados, no hay individuos femeninos o masculinos, sino *monoicos* (*monos* = una, *oikos* = casa) o hermafroditas.

En el hermafroditismo puede presentarse una autofecundación cuando los gametos que se unen proceden de un mismo progenitor, por lo que se dice que los individuos se autofecundan (*auto* = por si mismo).

En otros casos tiene lugar una *fecundación cruzada*, debido a que los gametos que se unen provienen de dos diferentes progenitores, por lo que dos individuos hermafroditas requieren intercambiar gametos.

Estudia la figura 7 e identifica a qué caso de hermafroditismo corresponden.

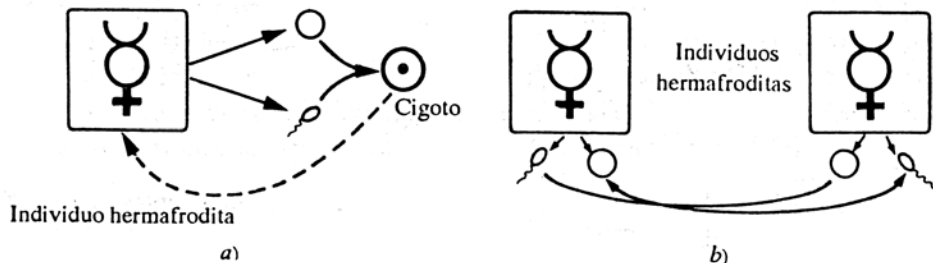


Figura 7.

A continuación explica las figuras: _____

En seguida explica los conceptos señalados antes e identifica las especies de vegetales, hongos y animales que se presentan en los casos descritos respecto de la reproducción sexual.

1.3 MODALIDADES DE LA REPRODUCCIÓN ASEJUAL

Como estudiaste en tu curso de Biología I, en los organismos unicelulares se presentan varias modalidades de reproducción asexual, todas basadas en la división celular, tales como la *fisión binaria* o *bipartición*, la *gemación* y la *fisión múltiple* o *esporulación*. A continuación te pedimos que estudies los siguientes esquemas que te servirán para recordar tales procesos.

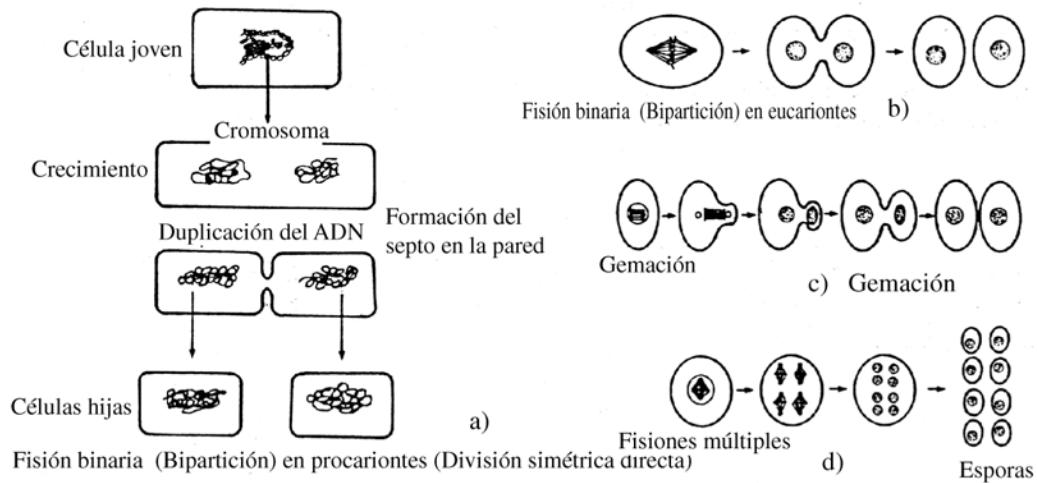


Figura 8. Tipos de reproducción en organismos unicelulares.

En el caso de los organismos objeto de este fascículo: los vegetales y los hongos, nos referimos a dos modalidades de las anteriores que se presentan en estos tipos de organismos. Así tenemos que en hongos unicelulares como las *levaduras* se presenta la *gemación*, en la cual se originan dos células hijas de diferente tamaño, la más pequeña de las cuales recibe el nombre de *brote* o *yema*.

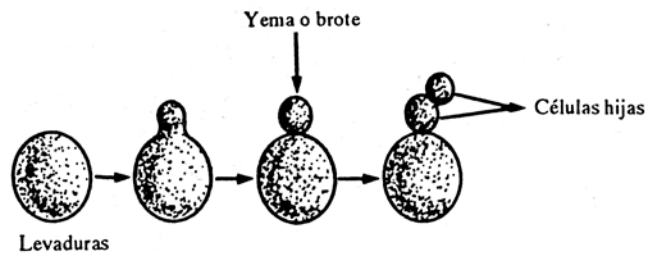


Figura 9.

En los hongos y vegetales también se presenta la *esporulación*. En este caso, a partir de una célula se originan varias células pequeñas que reciben el nombre de *esporas*. Las esporas son células reproductoras que se desarrollan directamente en nuevos organismos. Estas células especializadas para la reproducción asexual pueden ser *haploides* o *diploides* y pueden surgir por *mitosis* o por *meiosis*, según el grupo de organismos de que se trate.

Las esporas se convierten frecuentemente en estructuras especiales denominadas *esporangios*. En especies de hongos acuáticos, las esporas son flageladas, por lo que pueden nadar. En especies terrestres tanto hongos como vegetales presentan gruesas y duras cubiertas externas y son inmóviles; en este caso son capaces de resistir condiciones adversas como la desecación. Las esporas constituyen un excelente medio para la dispersión geográfica.

Otro método de reproducción asexual que se presenta tanto en hongos como en vegetales es la *reproducción vegetativa*, que ha sido muy observada en los vegetales y de ahí su nombre: vegetativa; aunque hay que señalar que procesos de este tipo se presentan en muchos animales. En la reproducción vegetativa *una porción o agrupación multicelular* del progenitor a un nuevo organismo.

En los casos más simples de la misma encontramos al proceso llamado *fragmentación*, en que, por ejemplo, por causas accidentales un organismo se fragmenta en varias porciones, las cuales regeneran o completan las partes faltantes hasta formar organismos completos.

En otros casos más especializados de reproducción vegetativa se observa que en los organismos adultos se desarrollan complejos o acumulaciones multicelulares que pueden llamarse cuerpos proliferativos o propágulos vegetativos (de propagar, o difundir o extender).

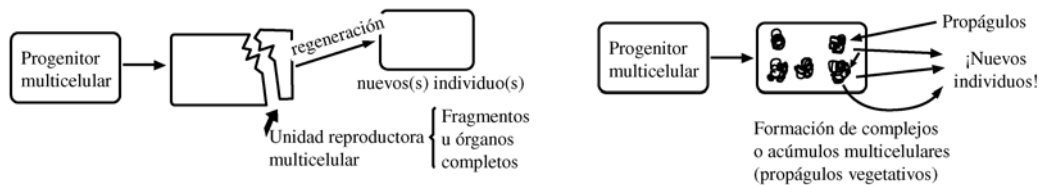
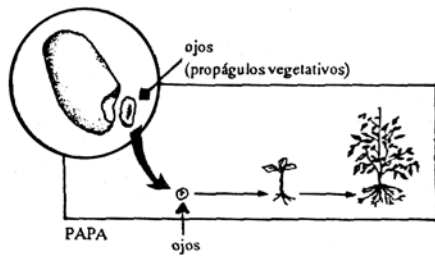


Figura 10.

Al respecto te daremos algunos ejemplos:

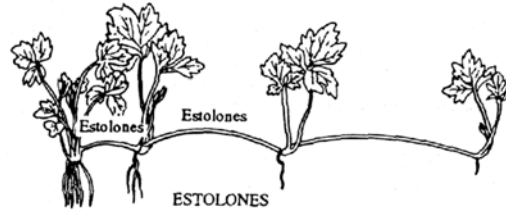
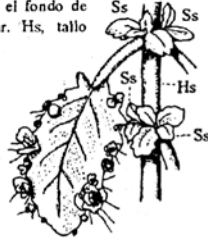
En los musgos se forman estos cuerpos proliferativos o propágulos que al soltarse de la planta progenitora desarrollan nuevas plantas. En las hojas de ciertos helechos y fanerógamas se forman pequeñas plantitas que se desprenden y desarrollan rápidamente al caer al suelo.

En otros casos en las plantas sirven para la reproducción vegetativa de ciertos órganos de las mismas, tal es el caso de la *papa* o *patata*, que es un tallo o tubérculo subterráneo cuyo papel no es únicamente almacenar alimentos, sino servir también para la reproducción de estas plantas. Así aparecen en las papas una especie de oquedades o brotes que suelen llamarse “ojos” y que albergan yemas (primordios o rudimentos de un tallo u hojas), a partir de las cuales se pueden desarrollar nuevas plantas, actuando así como propágulos vegetativos; y también de bulbos (tallos subterráneos cortos), como es el caso de la cebolla de raíces o incluso de hojas en diferentes especies, pueden en condiciones adecuadas originarse plantas completas.

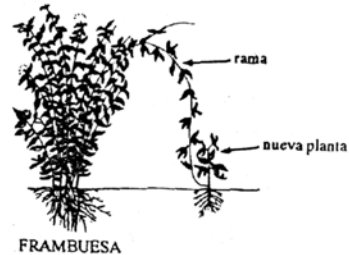


PAPA:
Parte inferior de una planta desarrollada; el tubérculo oscuro central es el originario, del cual se ha desarrollado la planta.

Bryophyllum calycinum (crasulácea). Formación de propágulos vegetativos en el fondo de las sinuosidades del borde foliar. Hs, tallo principal; Ss, ramas laterales.



Bryophyllum daigremontanum. a) Ejemplar completo con plantitas germinativas en las hojas superiores (algo reducido). b) Hoja en cuyo borde han surgido las plantitas (más o menos del tamaño natural). c) plantita germinativa, con raíces que salen antes de la caída, y que una vez sueltas se hunden en el suelo.



FRAMBUESA

Figura 11.

Otros casos interesantes se presentan en ciertos helechos y fanerógamas como la frambuesa, que arquean sus largas ramas hasta tocar el suelo, desarrollando entonces una nueva planta. En las fresas y pastos se producen tallos horizontales laterales, sobre la superficie del suelo, los cuales originan las nuevas plantas.

En muchos casos los seres humanos propagan a varias especies vegetales a partir de hojas y determinados trozos de tallos o ramas (estacas y acodos) o mediante los ojos o propágulos de la papa, brotes de los tallos subterráneos de las plantas de plátano, etcétera.

Señala otros ejemplos que conozcas respecto de plantas no mencionadas que pueden difundirse de esta manera: _____

No olvides que en todos los casos anteriores las plantas producidas por reproducción vegetativa son copias genéticas de sus progenitores. De hecho lo más frecuente es que los métodos de reproducción vegetativa y los de reproducción sexual se presenten en una misma especie vegetal.

Recuerda que en todos los casos anteriores de reproducción vegetativa señalados los nuevos organismos surgen a partir de *porciones multicelulares* de los progenitores.

1.4 CICLOS VITALES

La inmensa mayoría de organismos *eucarióticos* presentan reproducción sexual etapa de su vida. Este proceso, caracterizado por la fusión de gametos haploides, origina un cigoto diploide, e implica por ello el *paso de una dotación cromosómica a otra*, tal como lo estudiaste en Biología I.

Entre uno y otro proceso sexual de una generación a otra, se presenta la meiosis, la cual permite que, no obstante las fecundaciones sucesivas generación tras generación, se conserve el número normal de cromosomas característico de cada especie.

Dependiendo del tipo de organismo de que se trate, la meiosis se presentará en diferentes momentos de la vida de los mismos. Esto tiene lugar en cada generación, formando parte de los ciclos de vida o desarrollo de los organismos. En tales ciclos de vida se observan los cambios de *fase nuclear o cromosómicos* caracterizados por el paso de la dotación *haploide* a la *diploide* y viceversa.

Hay que señalar que en el caso de especies multicelulares, tales cambios cromosómicos sólo se presentan en determinadas células, pero ello permite que estos organismos conserven su dotación cromosómica generación tras generación.

De acuerdo con el *momento* de la ocurrencia de la meiosis en la vida de los diferentes organismos eucarióticos, podemos establecer tres tipos de ciclos vitales o de vida:

Ciclo haplontico

Se da en especies que presentan normalmente la dotación cromosómica haploide durante toda su vida. En este caso, la fusión de los gametos haploides origina al cigoto diploide, que al desarrollarse sufre muy pronto la meiosis, lográndose así la recuperación y conservación del número haploide de cromosomas normal en estas especies.

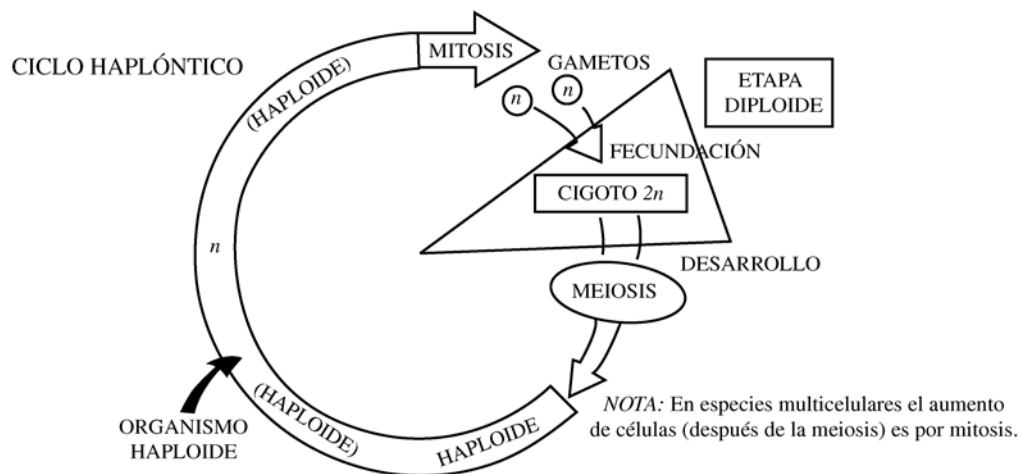


Figura 12.

En el esquema observa que la etapa *diploide* en este ciclo es muy breve y fugaz. Los organismos son *haploides* durante toda su vida. Tales tipos de ciclo se presentan en especies de protoctistas unicelulares y multicelulares y en especies de hongos.

Señala cuál es la etapa (haploide o diploide) más larga y cuál la etapa más corta en el ciclo vital haplontico: _____

Ciclo diplontico

Se presenta en especies que son normalmente diploides durante toda su vida. Los gametos haploides se originan mediante meiosis a partir de células diploides. La fecundación conduce a la recuperación de la dotación diploide normal de estos organismos. El cigoto se desarrolla mediante mitosis, por lo que los nuevos individuos son diploides.

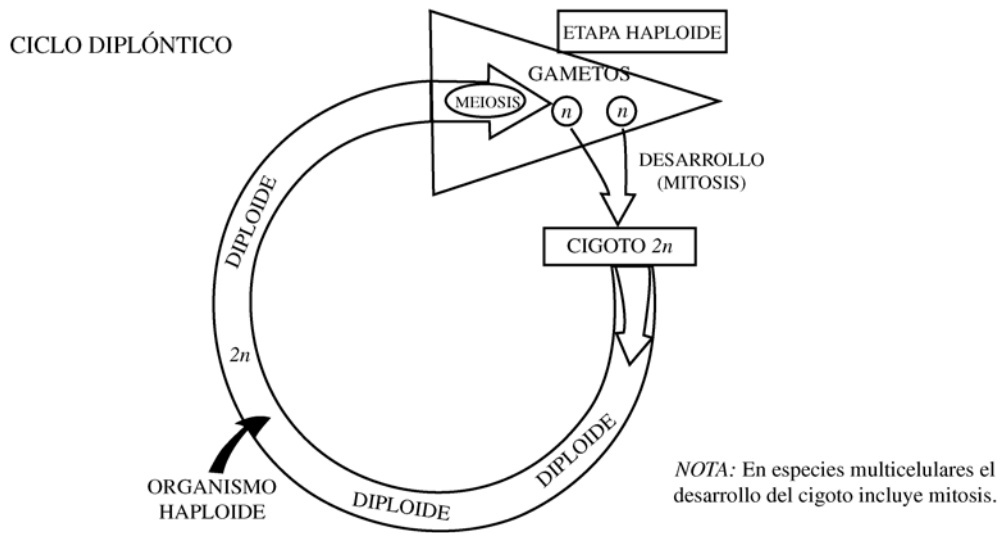


Figura 13.

Indica a continuación cuál etapa (la haploide o la dilpoide) es la más larga y la más corta en el ciclo diplontico: _____

Explica lo que ocurrirá de no presentarse la meiosis en la formación de los gametos:

Esta modalidad de ciclo vital la encontramos en especies de protocistas unicelulares y multicelulares, de hongos y en los animales que serán estudiados en el siguiente fascículo.

Ciclo diplohaplóntico

En esta modalidad se presentan *dos* clases de individuos distintos entre sí, por la dotación cromosómica (haploide o diploide) y por el modo de reproducción (asexual o sexual), observándose una alternancia regular de un tipo de individuo al otro.

Así, tenemos que un individuo u organismo diploide por reproducción asexual origina a organismos o individuos haploides, que por reproducción sexual originan a individuos diploides, y así, sucesivamente.

CICLO DIPLOHAPLÓNTICO

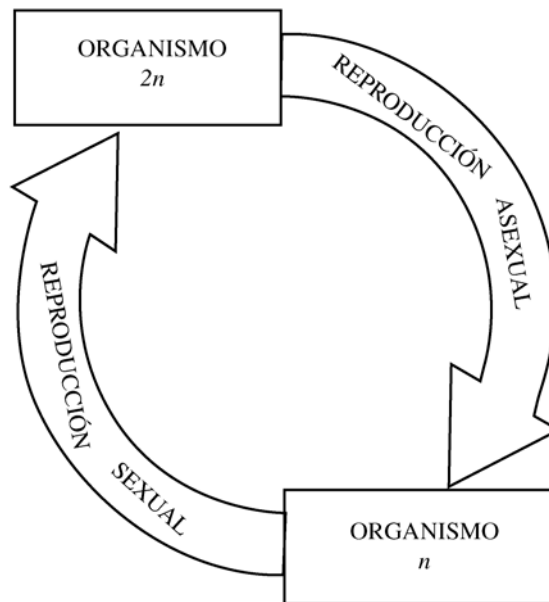


Figura 14.

Observa que las dos generaciones o tipos de organismos se alternan regularmente. Una fase diploide origina a una fase haploide, y viceversa, por ello este ciclo se denomina *diplohaplóntico* (o de *alternancia de generaciones*). Esto permite obtener las ventajas de la reproducción asexual y sexual en forma regular. En la figura 15 te presentamos el esquema completo de dicho ciclo.

CICLO DIPLOHAPLÓNTICO

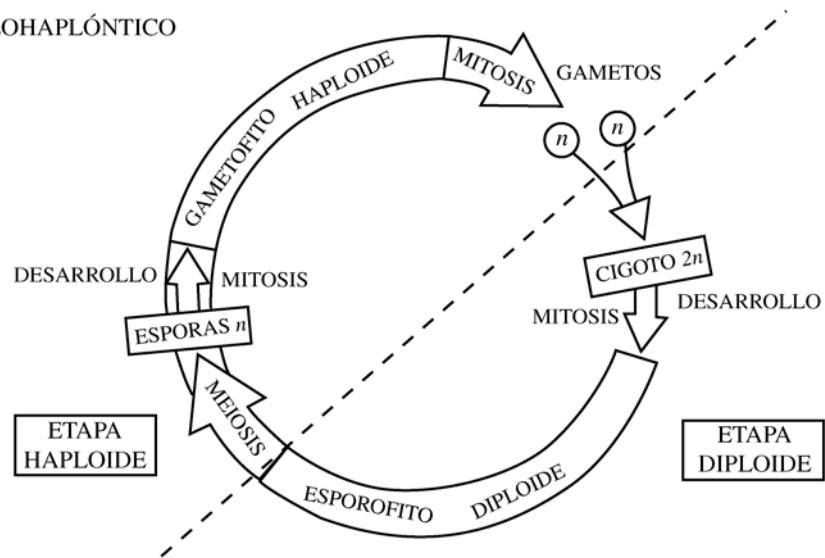


Figura 15.

Con base en el esquema anterior contesta los datos que se te piden:

1. El individuo haploide se reproduce _____. Éste origina gametos por división celular _____.

La fusión de gametos da lugar al cigoto $2n$, que se desarrolla mediante divisiones celulares de tipo _____, surgiendo así el individuo o fase _____.

2. El individuo diploide al madurar se reproduce: _____
mediante esporulación, durante la cual se realiza la división celular: _____.

Las esporas n (haploides) se desarrollan por divisiones mitóticas originando nuevos individuos haploides, que comenzarán el ciclo nuevamente. Observa que en este ciclo la meiosis ocurre al formarse las esporas a partir de los individuos diploides, por lo que podemos hablar de *meiosis esporogénica*. Estos interesantes ciclos se presentan en especies de protocistas uni y multicelulares y de hongos. Asimismo, se observa en todas las plantas o vegetales.

A los organismos haploides que se reproducen sexualmente se les suele denominar *gametófitos* (de gametos) y los diploides que se reproducen sexualmente como *esporofitos* (de esporas). En diferentes especies multicelulares con ciclo diplohaplóntico, las dos fases o tipos de organismos que se suceden una a la otra pueden ser:

- Iguales en forma, tamaño y separados (con desarrollo o vida independiente).
- Diferentes en forma, tamaño y separados.
- Diferentes y unidos.

En el primer caso (fases iguales e independientes) se habla de un ciclo isomórfico (de *isos* = igual, *morfos* = forma).

En los dos casos siguientes (fases diferentes) se habla de un ciclo *heteromórfico* (de *heteros* = diferente).

En la modalidad heteromórfica, cuando ambas fases están unidas por determinados lapsos, se encuentra que una de estas fases es de menor tamaño, además de que generalmente se nutre del organismo o fase en que se está desarrollando, que es más grande.

En tal caso, a la más pequeña y dependiente se denomina *fase reducida* y a la más grande, *fase dominante*.

Además, la fase *reducida* suele ser de corta duración temporal en el ciclo, en tanto que la fase *dominante* es la más larga en duración temporal en el mismo.

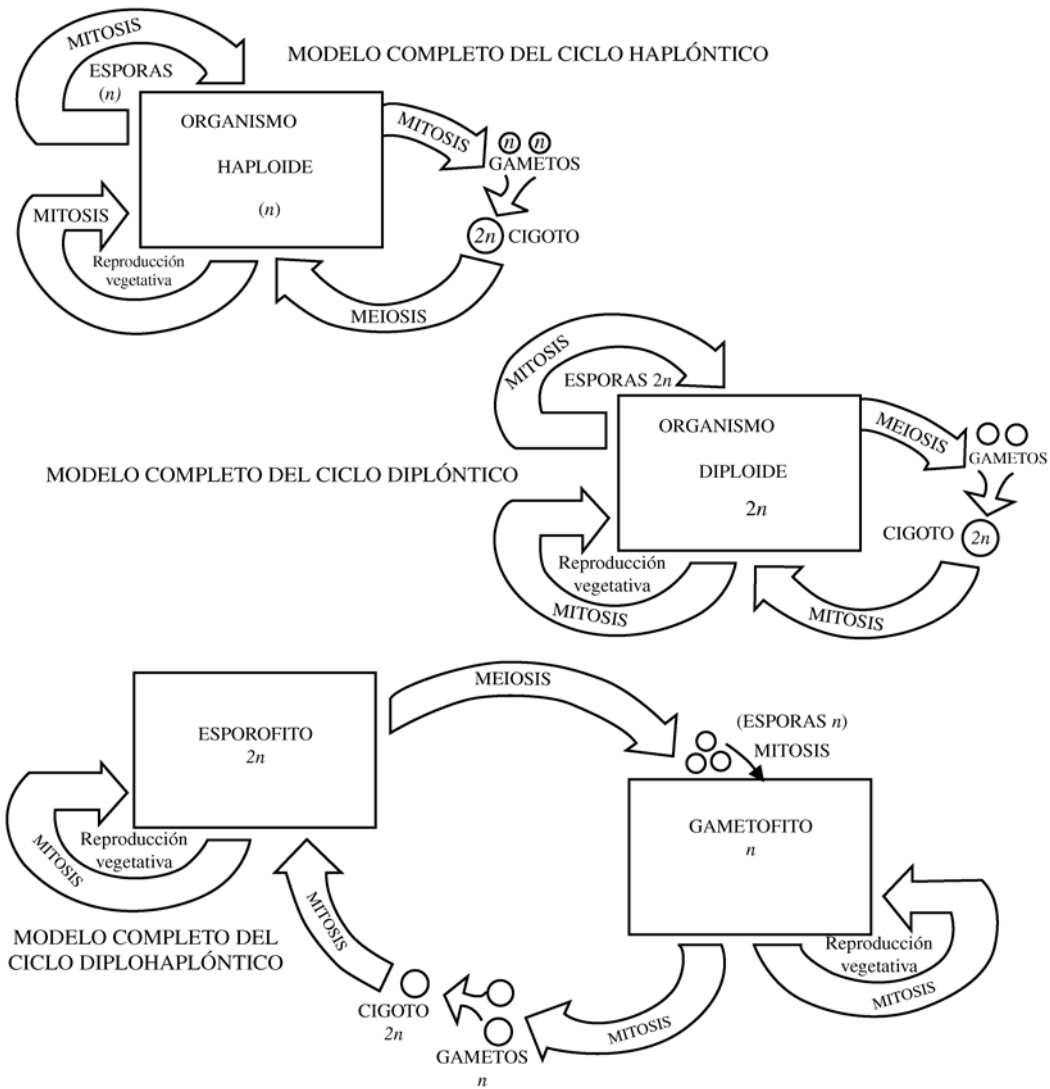


Figura 16

Define en tus propias palabras a los tres tipos de ciclo vital que se presentan en los organismos eucarióticos:

Indica cuál es la diferencia entre las meiosis: cigótica, esporogénica y gamética.

Es importante señalar que el ciclo más antiguo en la evolución, y que se desarrollo primero en los organismos, es el haplontico.

Los tres modelos de ciclos vitales que te hemos presentado sólo incluyen los principales aspectos de los mismos, pero existen otras particularidades importantes en los mismos que señalaremos a continuación.

Así tenemos que en el *ciclo haplontico* los individuos haplonticos también pueden producir esporas mediante mitosis; estas esporas haploides originan directamente a nuevos organismos haplonticos, repitiéndose esta forma de reproducción asexual varias veces. También pueden producirse más organismos haploides mediante reproducción vegetativa, hasta que en un momento dado (generalmente bajo condiciones ambientales desfavorables), se realiza la reproducción sexual. No olvides que la meiosis cigótica permite la recuperación de la condición haploide.

En los ciclos diplonticos también puede darse el caso de que en ciertas especies se produzcan esporas $2n$ mediante mitosis, que dan origen a más organismos diploides. Asimismo puede llevarse a cabo reproducción vegetativa originando por mitosis a individuos obviamente diploides. Recuerda que estos casos se presentan en determinadas especies, no en todas.

Asimismo, en los ciclos diplohaplonticos tanto los esporofitos y los gametofitos, o sólo uno de los dos, pueden producir a más individuos de su mismo tipo, mediante reproducción vegetativa, principalmente.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

- La reproducción permite la producción de más individuos de cada especie y la conservación de éstas a lo largo del tiempo.
- La reproducción es posible gracias a las funciones celulares que permiten la conservación de la vida de los organismos.

- La división celular y la autoduplicación del DNA asociadas estrechamente son responsables de la reproducción de los organismos unicelulares y de la producción de las células necesarias para la reproducción de los organismos multicelulares.
- Reproducción, herencia, evolución y adaptación son procesos estrechamente relacionados.
- La reproducción puede ser sexual o asexual, según se requiera o no la fusión de gametos a fin de producir la descendencia.
- La reproducción asexual siempre se realiza a partir de un solo progenitor y en la sexual suelen intervenir dos progenitores, aunque también hay casos en que de un solo progenitor surge la descendencia.
- En la reproducción asexual los hijos son idénticos a su único progenitor, excepto cuando ocurren *mutaciones*, que introducen cambios al azar en ciertos organismos de cada generación.
- Los procesos de la reproducción sexual incrementan la *variabilidad* en las características de la descendencia, debido a la reunión de dos informaciones genéticas diferentes en un mismo individuo y al proceso del entrecruzamiento meiótico.
- La meiosis se presenta en diferentes momentos de la vida de los organismos que presentan reproducción sexual y hace posible que las especies conserven su número normal de cromosomas que podría alterarse como consecuencia de la fusión de gametos de una generación a otra.
- Dependiendo del momento en que se presente la meiosis en cada especie, los organismos eucarióticos se clasifican en tres diferentes tipos de ciclo vital: haplontico, diplontico, diplohaplontico, caracterizados por meiosis cigótica, gamética y esporogénica.

Los anteriores conceptos los aplicarás para comprender los procesos reproductivos en los organismos objeto de este fascículo: los hongos y las plantas (o vegetales).

CAPÍTULO 2.

CICLOS DE VIDA EN LOS FUNGI

Desarrollaremos el tema mediante representaciones gráficas de ciclos biológicos que, consideramos, son característicos del reino. Desde luego incluiremos los hongos que ya conoces (o has visto alguna vez); aplicaremos conceptos que ya hemos definido anteriormente y surgirán términos nuevos con los que tendrás que familiarizarte para entender y comprender mejor los procesos reproductivos sexuales y asexuales de los hongos.

Comenzaremos con los ciclos de vida más <<sencillos>> y terminaremos con los procesos más complicados, pero sólo incluiremos aquellos modelos que consideremos sean los más representativos del reino, porque no será posible abarcar todos los grupos.

Iniciaremos con los *mixomicetos* que algunos autores (entre ellos Alexopoulos) clasifican como hongos, pero que en los modernos sistemas de clasificación (Whittaker, Margulis, Schwartz) son ubicados como protoctistas, junto con los *oomycetos* y acrasiales, que se conocen comúnmente como mohos.

Hacemos esto para tratar de ajustarnos a la escala organizativa de los seres vivos que como estrategia general del programa se ha adoptado para este curso (Biología II) y para la materia de Biología. En este sentido, el ciclo biológico de los *mixomicetos* o *myxofitas* servirá como punto de enlace entre los protoctistas y formas de organización superiores, como suelen ser los *fungi*.

¿Qué tipo de unión sexual se lleva a cabo entre las mixamebas o entre las zoosporas? Observa bien la figura y contesta.

En el caso de los *mixomicetos* y los hongos se puede decir que la fecundación se realiza en <<dos tiempos>>; primero se lleva a cabo la unión de los citoplasmas (plasmogamia) y posteriormente se fusionan los núcleos (cariogamia). Es decir, la unión de células no

sucede inmediatamente la fusión de núcleos (no siempre), a veces transcurre mucho tiempo entre la plasmogamia y la cariogamia.

En el caso de los hongos, el término plasmogamia (que literalmente significa unión de seres) se usa como sinónimo de conjugación o singamia entre dos micelios.

En el caso de las maximebas o de las zoosporas lo usaremos como sinónimo de:

_____.

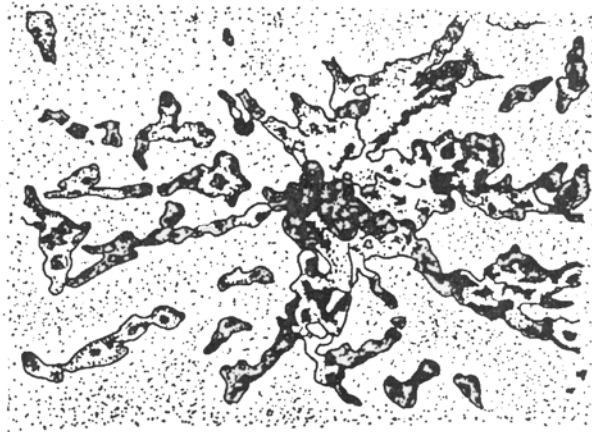
En los *mixomicetos* como resultado de la plasmogamia y de la cariogamia, se forman el cigoto ($2n$). Si las células que se fusionan son zoosporas (n), entonces el cigoto es flagelado; si son mixamebas (n), entonces el cigoto tendrá forma ameboide.

Cualquiera sea el caso, después de su formación los cigotos tienen dos opciones: pueden aumentar de tamaño y sufrir una serie de divisiones nucleares mitóticas y construir un cenocito (ser unicelular multinucleado) o pueden aglutinarse en torno de un centro y formar un agregado (ser multicelular). (Ver micrografía 1).

2.1 MYXOMYCETOS

El cuerpo exterior de estos <<hongos>>, también denominados mixofitas, está constituido por una masa multinucleada de protoplasma desprovisto de pared celular. Es decir, más que hongos, los mixomicetos son plasmodios. (*Plasma* = obra hecha en molde, un ser.).

El ciclo biológico de estos mixofitas <<comienza >> cuando el esporangio de estos mohos produce las esporas (n) (figura 17). Si el esporangio es diploide y produce esporas haploides, ¿mediante qué mecanismo de división celular se forman dichas esporas y, por lo tanto, de qué tipo son?



Micrografía 1.

Las esporas (n) de estos mohos germinan en organismos unicelulares que suelen tener forma ameboide y llamarse mixamebas o ser flageladas y denominarse zoosporas. En cualquiera de los dos casos, dichas células se fusionan entre sí (se fecundan) y dan lugar a la formación de un cigoto que, desde luego, es diploide. (Figura 17).

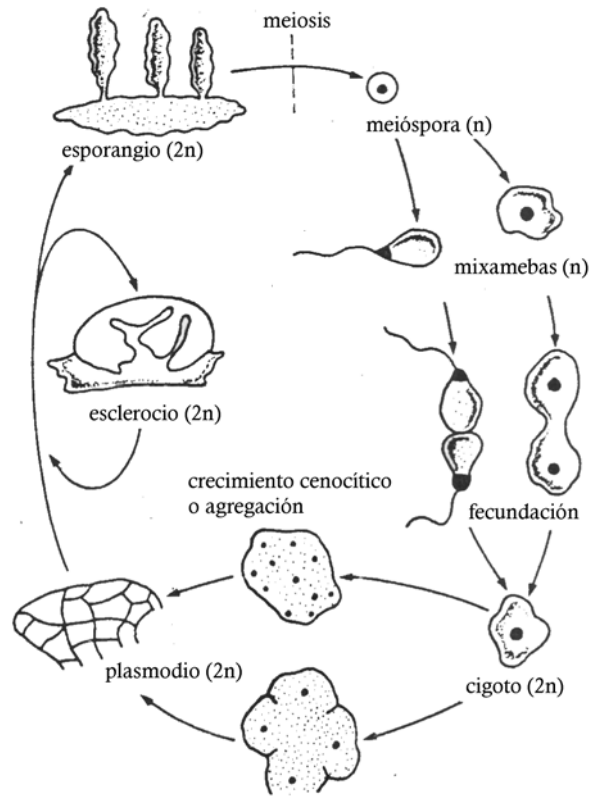


Figura 17.

La maduración del cenocito o del agregado desemboca en la formación de un plasmodio cuyos núcleos son diploides; el plasmodio se consumirá posteriormente en un esporangio dentro del cual se formarán de nuevo (por meiosis) las esporas (n) (figura 17).

En condiciones adversas, el plasmodio se enquista y forma un esclerocio ($2n$). Cuando las condiciones vuelven a ser favorables, el esclerocio se deshace y el mixomiceto fructifica. Es decir, se transforma en esporangio. (Figura 17).

Como ya se dijo en el fascículo I, muchos autores no consideran a los mixomicetos como hongos sino como protoctistas. Los verdaderos *fungi* están, con pocas excepciones, provistos de paredes celulares y tienen estructuras típicamente filamentosas, aunque también hay formas de vida unicelular, por ejemplo, las levaduras.

2.2 ZYGOMYCETOS

Utilizaremos a *Rhizopus* como representante de éste. El proceso reproductivo asexual de este hongo comienza (por decirlo así) cuando la pared celular del esporangio se deshace y libera las esporas. En condiciones favorables, dichas esporas germinan y forman el hongo.

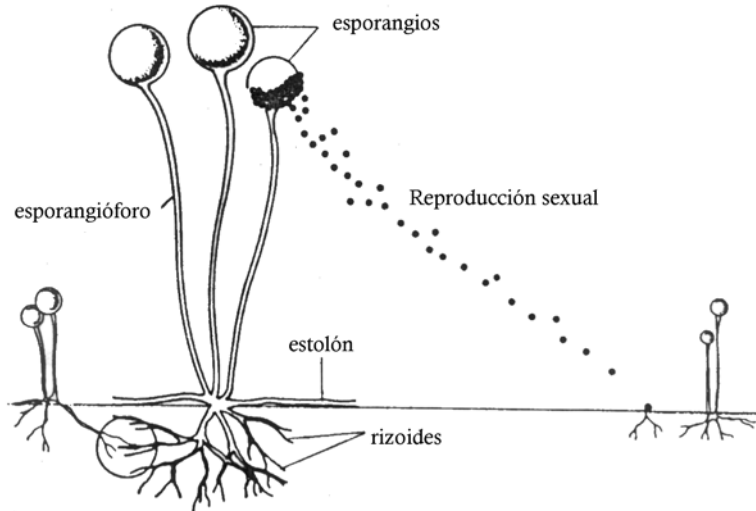
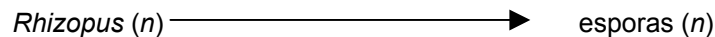


Figura 18.

El hongo está constituido por un micelio vegetativo (con hifas llamadas rizoides que fijan el hongo al sustrato y absorben los nutrientes; estolones que corren al ras del sustrato), y un micelio reproductivo (hifas denominadas esporangióforos portadoras del esporangio). Al madurar el hongo, los esporangios liberan de nuevo las esporas y el proceso asexual se repite (figura 18).

Si *Rhizopus* es haploide y las esporas son haploides, ¿mediante qué mecanismo de división celular se forman dichas esporas y, por lo tanto, de qué tipo son?



Al proceso de reproducción asexual que acabamos de describir se le llama *esporulación*.

En cuanto a la reproducción sexual, el ciclo biológico de *Rhizopus* comienza con la unión de dos micelios anatómicamente iguales, genéticamente distintos, que se asignan como positivo (+) o negativo (-) pero compatibles entre sí. En este caso se dice que el micelio (hongo) es heterotálico.

Se habla de homotalidad sólo cuando las hifas del hongo son absolutamente iguales, es decir, todas positivas o todas negativas.

Cualquiera sea el caso, homotálico o heterotálico, cuando los micelios se ponen en contacto, se forma el progametangio y con ello comienza el ciclo (figura 19). Mucho citoplasma y gran cantidad de núcleos fluyen a lo largo de las hifas hacia la zona de contacto entre los micelios y por efecto de ello dicha zona se ensancha.

Los progametangios forman un septo y se dividen en dos células el suspensor y el gametangio propiamente dicho, los núcleos de los gametangios apareados se fusionan y forman las zigosporeas. (Figura 19).

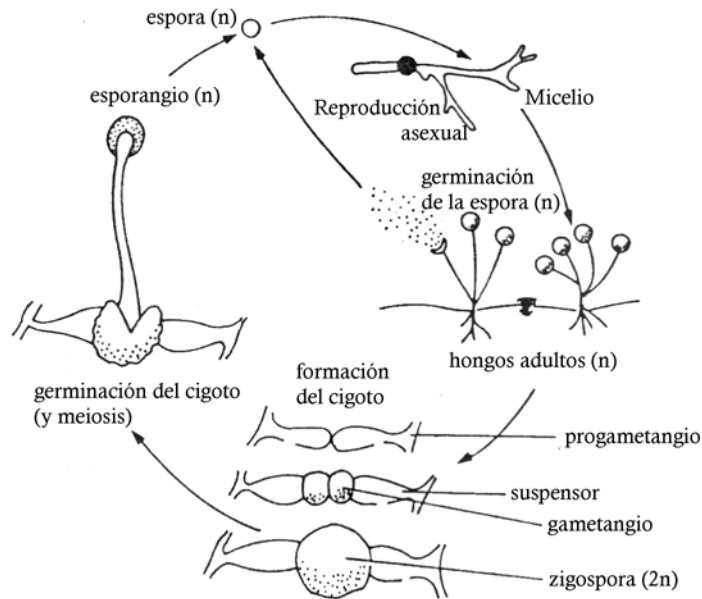


Figura 19

Con el tiempo la zigospora germina, se desarrolla el micelio, se forman los esporangios y se liberan de nuevo las esporas. Si la zigospora es diploide y *Rhizopus* es haploide, ¿cómo es que se restablece dicha condición?, ¿en qué momento ocurre la meiosis? ¿Y esto por qué?, ¿quién representa la fase haploide y quién la diploide? Antes de responder a estas cuestiones analiza bien los esquemas.

2.3 ASCOMYCETOS

En este grupo de hongos los procesos de reproducción asexual pueden darse por bipartición, gemación, fragmentación, artrosporas u oídios, clamidosporas y conidios (figura 20)

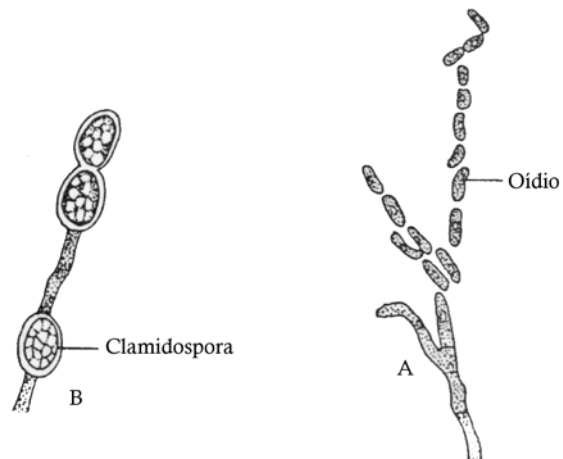


Figura 20

La bipartición y la gemación son formas de proliferación muy comunes en las levaduras (figura 21).

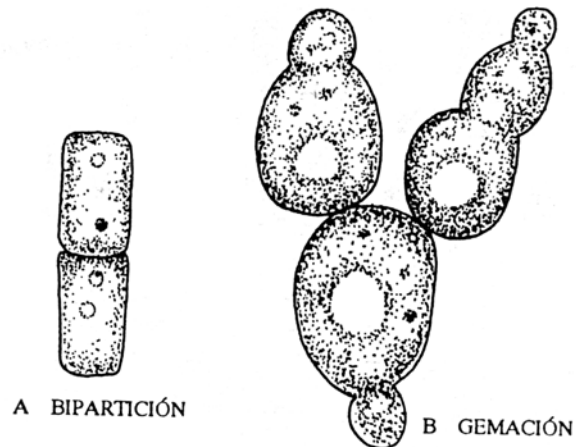


Figura 21 (Tomada de Alexopoulos).

El micelio de un ascomyceto se forma a partir de la germinación de las ascosporas (n). Una o más hifas salen de la ascospora cuando sus núcleos se dividen y las hifas crecen, luego el micelio se desarrolla vigorosamente, madura y forma los conidióforos (característicos según la especie de que se trate), que en sus extremos llevan los conidios (figura 22).

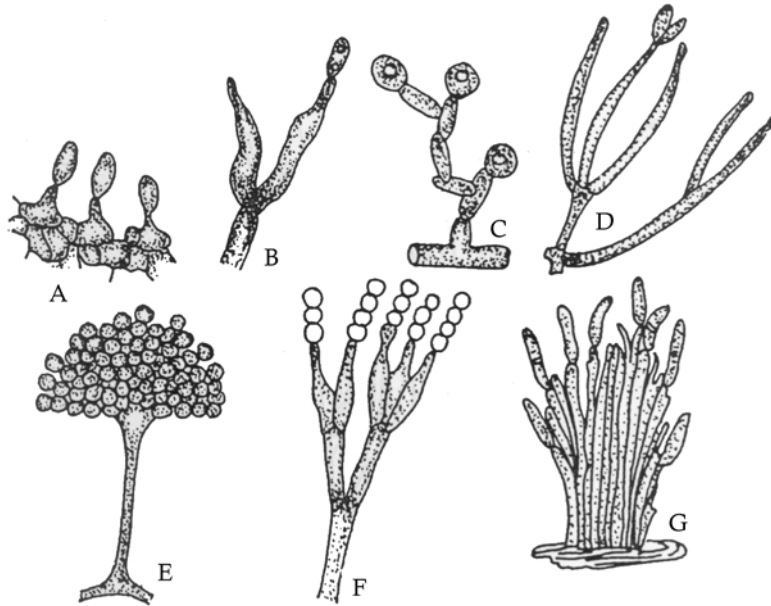


Figura 22. Diversos tipos de conidioforos que presentan conidios.

A los conidios se les conoce también con el nombre de <<esporas de verano>>, porque se producen durante la estación de crecimiento. Cuando las condiciones son favorables, el micelio sigue produciendo más conidióforos; como dicha reproducción es muy rápida se obtienen muchas cosechas de conidios, generalmente multinucleados, que germinan en un micelio similar al que producen las ascosporas.

En cuanto a la reproducción sexual de los ascomycetos, el ciclo biológico comienza cuando el mismo micelio que produce los conidios da lugar a la formación de ascogonios y anteridios (figura 23).

Ambas estructuras (femenina y masculina, respectivamente) se ponen en contacto por medio de un tubo llamado tricogonio; a través de este conducto, los núcleos compatibles provenientes del anteridio pasan al ascogonio y fecundan sus óvulos. (Figura 23 C).

Los núcleos del anteridio, sumados a los núcleos del ascogonio, forman las células heterotálicas binucleadas ($n + n$), llamadas *hifas ascógenas* (figura 23 D).

Las hifas ascógenas proliferan y se multiplican por mitosis formando el micelio heterotálico. (Figura 23 E).

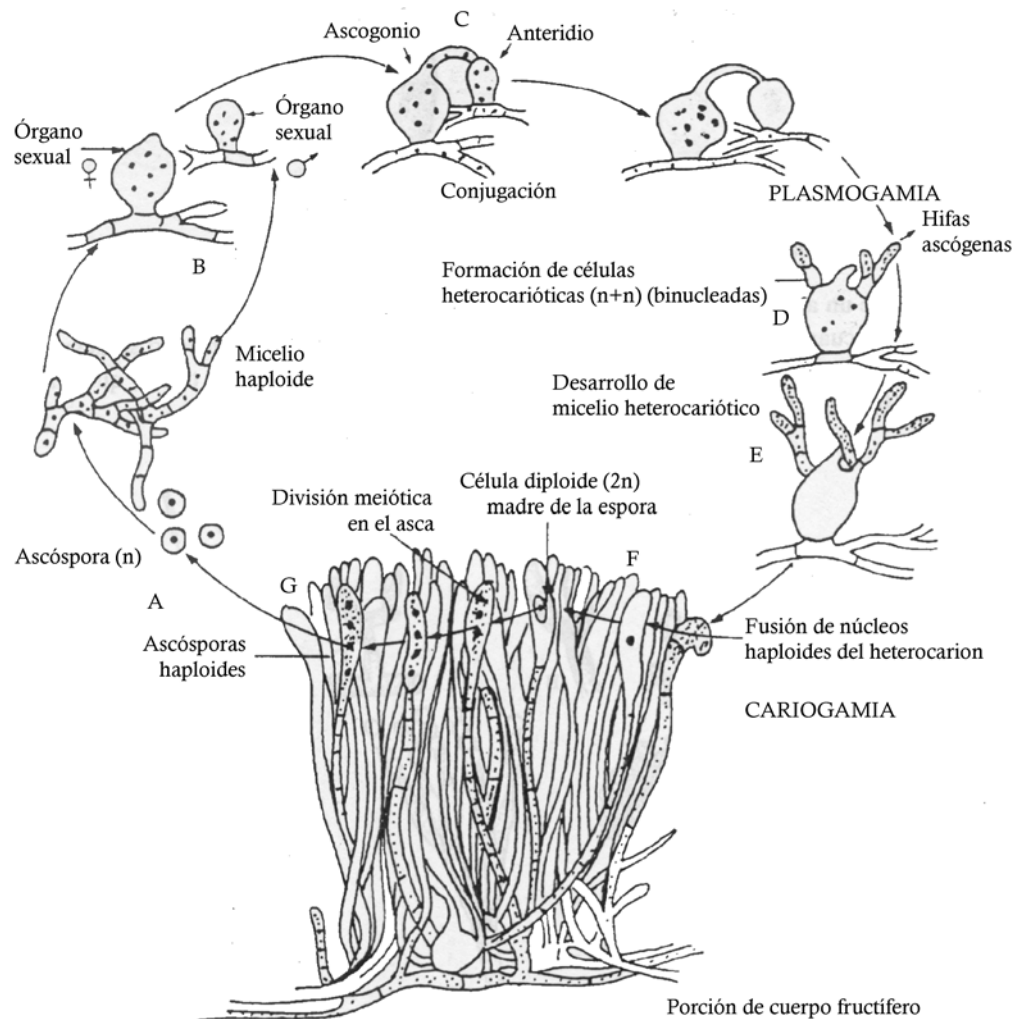


Figura 23

Las hifas de dicho micelio son estructuras filamentosas multicelulares binucleadas que en su extremo terminal llevan una célula uninucleada; dicha célula se constituye cuando sus dos núcleos, provenientes del ascogonio y el anteridio, que hasta ese momento permanecían separados, se fusionan dando lugar a esta célula terminal llamada <<célula madre de la ascospora>> que, obviamente, ya es diploide ($2n$). Es decir, sólo hasta ese momento tiene lugar la cariogamia que produce la formación de esta <<célula madre del asco>>, que es realmente un cigoto.

El núcleo cigótico ($2n$) de la célula madre del asco pronto sufre una meiosis de la que resultan dos núcleos haploides; luego cada uno de estos dos núcleos se divide por mitosis y da lugar a cuatro núcleos que, a su vez, se dividen y forman ocho; el asco, ya formado, sufre una división múltiple (fragmentación) y se producen ocho ascósporas (figura 23 A).

¿Cuál es la carga genética de las ascosporas? _____, características de los ascomycetos.

Como ya se vio en el fascículo I de Biología II, dichos ascos se encuentran en el interior de un cuerpo fructífero. La plasmogamia, en este caso, es el paso de los núcleos del anteridio al ascogonio, y la consecuente formación de las hifas ascógenas multicelulares binucleadas.

La cariogamia es la fusión de dichos núcleos en las células terminales de las hifas ascógenas y, por consiguiente, la formación de las células madres de los ascos.

Por lo general los ascos se producen dentro de un cuerpo fructífero llamado ascocarpo. De hecho los ascomycetos se distinguen por su modo de llevar los ascos (figura 24).

¿De qué tipo es el ciclo biológico de los ascomycetos? _____.

Ten en cuenta que ya hemos dicho que el hongo no es el cuerpo fructífero sino el micelio.

Analiza bien la figura 23 y responde.

¿Hay alternancia de generaciones en este ciclo?

¿Qué estructura representa la verdadera etapa haploide del ciclo? _____.

¿En qué momento se da la meiosis? _____.

2.4 BASIDIOMYCETOS

Es el *filum* más evolucionado del reino y comprende los hongos que conoces como setas, sombrillas, bejines, orejas, tizones, royas y hongos gelatinosos, los tres últimos posiblemente los más primitivos. Los basidiomycetos se distinguen de los demás hongos por sus basidios que producen basidiosporas uninucleadas y haploides. Dichas basidiosporas (n) se generan por meiosis: por cada basidio generalmente se producen cuatro esporas (figura 24). Evolutivamente hablando, se estima que los basidios se originaron a partir de los ascos y que, por lo tanto, los basidiomycetos provienen de los ascomycetos.

Los basidiomycetos incluyen muchas especies dañinas y algunas útiles para el hombre. Los tizones y las royas, por ejemplo, causan estragos en las cosechas provocando con ello fuertes pérdidas económicas en la agricultura, las cuales pueden significar varios millones de pesos.

Otros hongos, pertenecientes a este filum, atacan a las plantas ornamentales, son venenosos o tóxicos alucinógenos. Sin embargo, como ya dijimos, no todos son perjudiciales para el hombre, algunos son buscados como alimento o cultivados (*Agaricus Campestris var bisporus*).

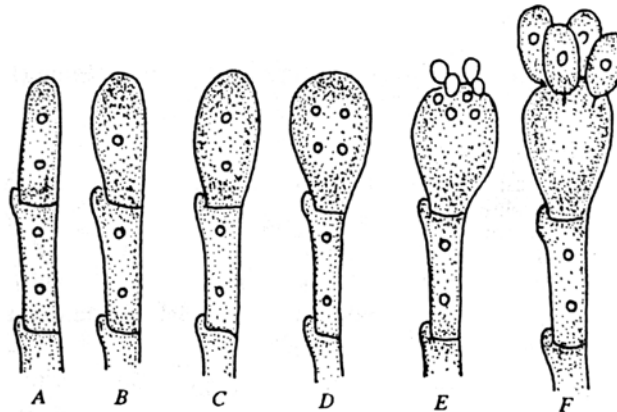


Figura 24. Seis estudios sucesivos de desarrollo de un basidio. A. Extremo de hifa binucleada. B. Cariogamia. C. Primera división meiótica (estadio binucleado). D. Segunda división (estadio tetranucleado). E. Basidiosporas jóvenes desarrollándose sobre los esterigmas y los núcleos y preparándose a migrar a las esporas. F. Basidios maduros con cuatro basidiosporas uninucleadas. (Tomada de Alexopoulos.)

Los basidiomycetos se caracterizan por tener tres tipos de micelio: El micelio primario, que se desarrolla directamente a partir de las basidiosporas; al principio sus hifas son multinucleadas, pero luego se tabican formando así el micelio multicelular monocariótico (figura 25 B). El micelio secundario, que se origina por plasmogamia de las células mononucleadas del micelio primario. Es decir, las células uninucleadas compatibles del micelio primario se fusionan entre sí formando células binucleadas ($n + n$); las células, así formadas, se multiplican y proliferan por mitosis desarrollando el micelio secundario dicariótico. (Figura 25 C y D). El micelio terciario está representado por los tejidos especializados del cuerpo fructífero del hongo: el basidio, la fibula y el micelio dicariótico terciario.

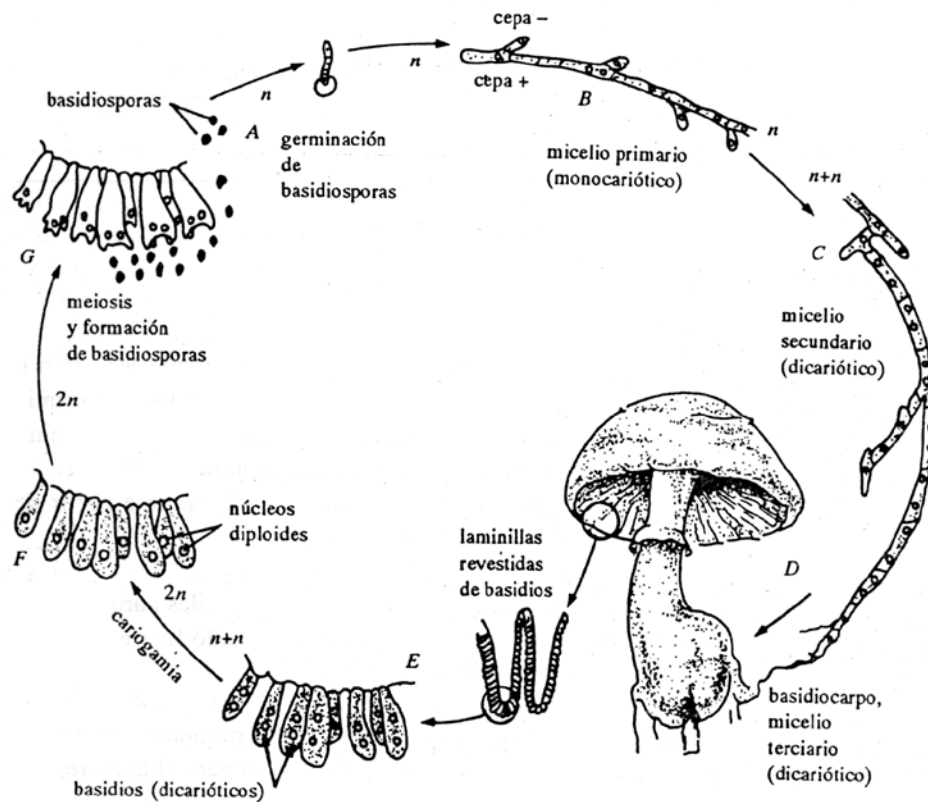


Figura 25

En la figura 25, como puedes ver, la fase dicariótica del ciclo biológico de estos hongos no sólo es más larga que la de los ascomycetos (figura 23), sino que es biológicamente independiente del primer micelio.

Al cuerpo fructífero de los basidiomycetos se le puede llamar basidiocarpo, y los hay de varios tipos según su consistencia. Pueden ser delgados, tener formas de costras, ser gelatinosos, papiráceos, carnosos, suberosos, esponjosos, leñosos, etc. Su tamaño puede variar mucho: los hay desde microscópicos hasta de 0.09 mm o más de diámetro. Sólo los hongos *uredinales* y *ustilanginales*, miembros de este filum, no forman basidiocarpos.

El cuerpo fructífero de los basidiomycetos se cuenta entre los ejemplos que tú más conoces: las setas, las ménsulas, corales, estrellas de tierra, hongos nido de pajar, etc. El micelio, verdadero cuerpo del hongo, generalmente pasa inadvertido.

Existen especies en las que los basidiocarpos permanecen cerrados y las esporas sólo se liberan cuando éstos se fracturan o desintegran.

La reproducción asexual de los basidiomycetos se puede llevar a cabo por medio de yemas (gemación), fragmentación del micelio, por conidios, artrosporas u oídios; por ejemplo, los tizones se reproducen por <<conidios>> o fragmentación del micelio; las royas producen esporas de verano o verdaderos conidios (uerosporas) tanto de origen como en función; en muchos otros basidiomycetos las hifas se fragmentan en <<tubos germinativos>> llamados artrosporas, que pueden ser uninucleadas o binucleadas según sea del micelio primario o secundario, respectivamente (figura 24 B y C).

Los oídios se originan de ramas hifales cortas que desde sus extremos desprenden células en sucesión (figura 26).

En cuanto a la reproducción sexual en los basidiomycetos, diremos que el modo de lograr el estado dicariótico es por somatogamia (unión de hifas compatibles) o por plasmogamia de oídios con hifas somáticas.

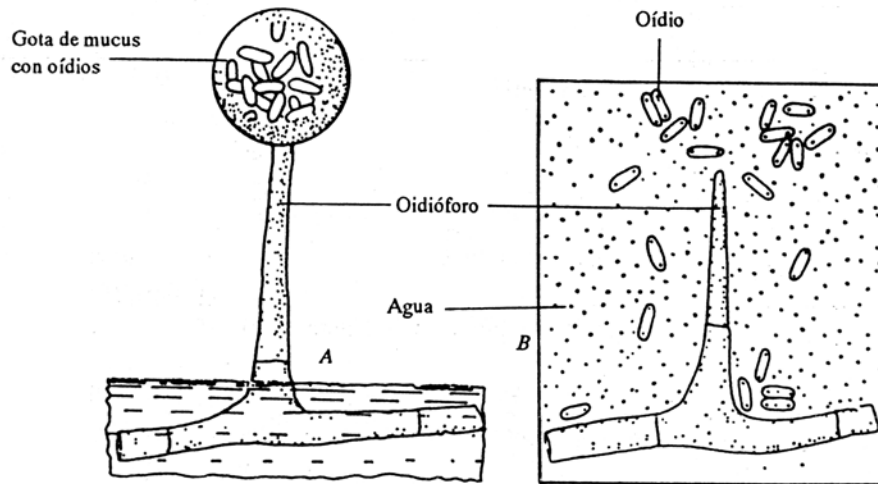


Figura 26. (Tomada de Alexopoulos.)

Los oídios que se forman en los extremos de los oidióforos están generalmente encerrados en una gotita de mucus dentro de la cual muchos oídios se mantienen juntos (figura 26). Estos oídios son llevados por insectos o por agua hasta las hifas somáticas que actúan como órganos receptores.

En el punto de contacto entre las hifas y oídios se abre un poro y el citoplasma del oidio y su núcleo pasan a la hifa y la hacen binucleada; la célula binucleada de la hifa se multiplica por mitosis y forma el micelio secundario dicariótico ($n + n$).

La mayoría de los basidiomycetos carecen de órganos sexuales: las hifas somáticas u oídios realizan dichas funciones. Sin embargo, las royas forman espermacios especializados e hifas receptoras cuya única función es la reproducción por espermatización.

Observa la figura 25 y responde las siguientes cuestiones:

- ¿Hay fase haploide? ¿Por quién está representada? _____.
- ¿Hay fase diploide? ¿Por quién está representada? _____.
- ¿De que tipo es el ciclo haplonte, diplonte o diplohaplonte? _____.
- Argumenta tu respuesta. _____.
- ¿Hay alternancia de generaciones? _____.
- ¿Dónde ocurre la plasmogamia? _____.
- ¿De que tipo son las basidiosporas? _____.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

<i>Filum</i>	<i>Reproducción asexual</i>	<i>Reproducción sexual</i>
<i>Mixomicetos</i>		Formación de un cigoto ($2n$) por fusión de zoosporas o mixamebas (plasmogamia).
<i>Zygomycetos</i>	Esporulación: formación de esporas producidas en un esporangio.	Por atracción de hifas heterotálicas u homotálicas que se fusionan para formar una cigospora ($2n$).
<i>Ascomycetos</i>	Levaduras: por bipartición o gemación. Filamentosos: Por conidios, artrosporas, clamidosporas u oídios.	Por formación de ascos en cuerpos fructíferos, llamados ascocarpos en formas de botella o copa. ¿Peritecio o apotecio?
<i>Basidiomycetos</i>	Por conidios	Formación de basidios en cuerpos fructíferos llamados basidiocarpos.
<i>Duteromycetos</i>	Conidios	No presentan.

CAPÍTULO 3

REPRODUCCIÓN EN LOS VEGETALES O PLANTAS (REINO METAFITA O PLANTAE)

Ahora aplicarás los conceptos revisados sobre los procesos reproductivos para abordar el estudio de uno de los temas centrales de este fascículo: la reproducción en los vegetales o plantas. Recuerda que del éxito y prosperidad de las plantas en la biosfera depende la existencia de la gran mayoría de organismos restantes, incluyéndonos nosotros mismos, por ello la realización adecuada de sus procesos reproductivos es fundamental para la vida.

Actualmente se conocen alrededor de 300,000 especies de plantas, la mayoría con adaptaciones que le permiten vivir en el medio terrestre principalmente, aunque existen algunas que viven en medio acuático.

Las plantas también han recibido el nombre taxonómico de embriofitas, debido a que se desarrollan a partir de embriones, estadios pluricelulares originados a partir del cigoto. Los embriones se desarrollan en el interior de órganos sexuales pluricelulares femeninos, los arquegonios, o bien en una estructura denominada saco embrionario. A continuación describiremos las características generales de los ciclos reproductores de las plantas:

1. Presentan ciclos vitales diplohaplónticos, en que se suceden regularmente organismos haploides y diploides, el gametofito (n), productor de gametos, mediante mitosis, originan al esporofito ($2n$), que por meiosis produce esporas (n), que se desarrollan mitóticamente originando a los *gametófitos* (n), y así, sucesivamente.

Del cigoto ($2n$) resultado de la fecundación surge por mitosis el ya señalado embrión pluricelular del nuevo esporofito.

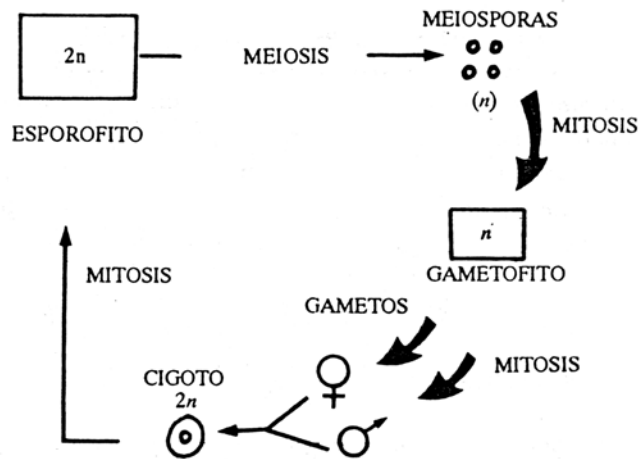


Figura 27.

Define los términos *esporofito* y *gametofito*: _____

2. el ciclo diplohaplontico es heteromórfico, esto es, los organismos o fases del ciclo son diferentes en forma, tamaño y en la duración o persistencia temporal durante el ciclo.

En ciertos casos, ambas fases son de vida independiente; en otros, la más pequeña (fase reducida) se desarrolla y vive sobre la otra fase más grande y persistente (la fase dominante). En determinados grupos de plantas la fase dominante es el gametofito, mientras que en otros grupos es el esporofito.

Explica en tus propias palabras qué se entiende por fase o generación dominante y reducida:

3. Hay oogamia, esto es células sexuales femeninas y masculinas bien diferenciadas: *oosferas* y *óvulos*, y *anterozoides* o *espermatozoides* (o bien *núcleos espermáticos* únicamente).

Los espermatozoides pueden ser *móviles*, debido a la presencia de flagelos o cilios. En las metafitas más complejas, no hay, mecanismos de movilidad como los señalados. Ambos tipos de gametos se producen por mitosis a partir de los gametofitos haploides, por lo que son aploides.

4. Las esporas son inmóviles y encapsuladas, producidas por meiosis a partir del esporofito diploide.

5. Los órganos reproductores, ya sean del esporofito (los esporangios) o de los gametófitos (los *anteridios*, masculinos, y los *arquegonios*, femeninos), son pluricelulares.
6. A partir del cigoto se desarrolla por mitosis el ya señalado embrión, estadio pluricelular diploide que permite prolongar el periodo de desarrollo necesario para la formación de las numerosas estructuras que tiene el esporofito adulto, que muestra notables adaptaciones que hacen posible su desarrollo en el medio terrestre, tales como la raíz, tallo, hojas, etc.
7. Así los esporofitos como a veces los gametófitos pueden producir plantas de *su mismo tipo* por medio de reproducción asexual vegetativa mediante estolones, acodos, brotes o yemas.

Finalmente, hay que señalar que también el ciclo heredado de protoctistas se fue modificando a lo largo de la evolución, ajustándose cada vez más al medio terrestre. Así sus ciclos vitales son una de las bases de su éxito y supervivencia. En las metafitas más complejas, la fase o planta dominante es la del esporofito, que presenta las ya señaladas adaptaciones hacia el medio terrestre, por ejemplo en las plantas *vasculares* o *traqueofitas*, como los helechos, plantas con flores y plantas con conos, como un rosal, un roble, un pino, cedro, etc., son todos esporofitos diploides; en cambio, los gametófitos, reducidos al medio acuático, no presentan adaptaciones, reducidos o éstas no son visibles a simple vista.

A continuación se revisarán los ciclos vitales de los grupos del reino *plantae* más representativos.

Tipo briofitas (musgos y hepáticas)

Las *briofitas*, como los musgos, que muy probablemente conoces, son plantas muy sencillas sin verdaderos tejidos de sostén y de conducción o vasculares.

En los musgos, las pequeñas plantitas verdes, que como una especie de alfombra o mantillo verde se desarrollan en lugares húmedos, corresponden a la fase gametofítica, que es la dominante en todas las briofitas.

En los gametos se desarrollan órganos sexuales: anteridios (masculinos) y los arquegonios (femeninos), que se localizan en el extremo de los brotes verticales de los musgos. Existen especies hermafroditas o monoicas y también especies dioicas.

Explica el significado de los términos monoico y dioico: _____

Los espermatozoides o anterozoides son móviles y requieren agua para nadar y alcanzar a la ovocélula para realizar la fecundación, que se realiza en la planta gametofítica portadora de arquegonios (generalmente hay fecundación cruzada en especies monoicas). En dicha planta el cigoto inicia su desarrollo, mediante divisiones mitóticas, formándose el embrión de la nueva fase diploide del esporofito.

Dicho esporofito ($2n$) se desarrolla sobre el gametofito que le dio origen y es un delgado filamento que en su parte terminal presenta una especie de cápsulas que son los esporangios. El esporofito depende para su nutrición del gametofito.

Señala cuál es la fase dominante y los reducidos en las briofitas: _____

En el esporangio experimentan la meiosis unas células diploides denominadas *esporocitos*, originándose así abundantes esporas haploides (*meiosporas*).

Indica que son las meiosporas: _____

En seguida te presentamos el esquema que resume el ciclo biológico completo de los musgos, como representante de las briofitas, estúdialo con cuidado y contesta las preguntas que al respecto se te soliciten.

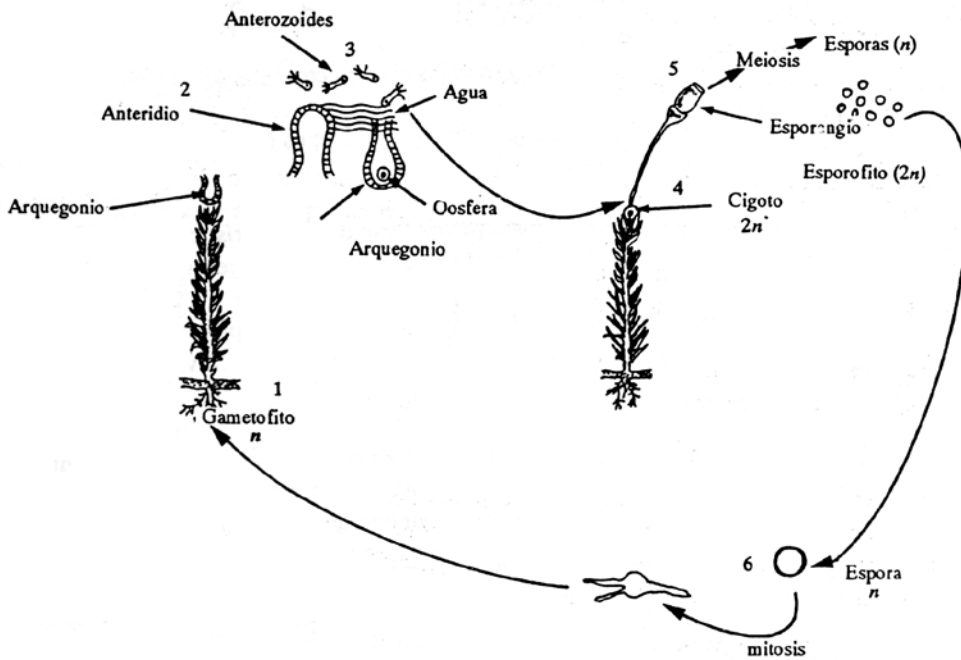


Figura 28. ciclo biológico de los musgos.

En el número 1 de la figura 28 se observa la fase o generación del _____
 _____, que desarrolla los órganos sexuales: _____
 _____ y _____

Indica con argumentos si la figura corresponde a una especie dioica o monoica.

En el número 3 de la figura se observa cómo los anterozoides nadadores por medio

del agua _____

Y en el número 4 de la figura se representa cómo a partir del _____
_____ diploide se desarrolla _____

El esporangio es el sitio donde mediante divisiones celulares _____
_____ surgen numerosas _____

(número 5 de la figura).

En el número 6 se representa cómo la espora haploide germina mediante divisiones

_____, dando lugar a la nueva planta correspondiente a la
fase _____, repitiéndose de nuevo los pasos descritos.

Hay que señalar que las plantas gametofíticas pueden reproducirse asexualmente por métodos vegetativos, mediante ciertos tipos de prolongaciones o propágulos laterales, o bien mediante yemas o brotes.

Explica por qué razones las briofitas se desarrollan exclusivamente en ambientes húmedos.

3.1 CICLOS BIOLÓGICOS EN LAS PLANTAS VASCULARES (TRAQUEOFITAS)

Señalaremos a continuación las características generales al respecto.

1. La etapa dominante es siempre la fase esporofítica diploide; es ésta la planta más notable y evidente en el ciclo; la fase gametofítica es la reducida.
2. El esporofito diploide es la planta que muestra una serie de características de adaptación al medio terrestre, tales como el tejido vascular, raíces, tallo, hojas con tejidos conductores y de sostén.

En el esporofito se desarrollan los esporangios, con los esporocitos diploides, estas células sufren la meiosis, originando a las esporas haploides o meiosporas. Éstas germinan mediante divisiones mitóticas originando la fase gametofítica haploide.

3. Los gametófitos masculinos forman mediante mitosis a los espermatozoides (o sólo núcleos espermáticos). Los espermatozoides o células masculinas pueden ser móviles o no, aunque en la mayoría de las traqueofitas no lo son, por lo que el agua ya no es necesaria para la fecundación. Los gametófitos femeninos producen células femeninas u oosferas u ovocélulas grandes. Se pueden presentar o no los órganos sexuales pluricelulares, los anteridios y los arquegonios.

Explica en qué casos se depende del agua para la fecundación en las traqueofitas:

Señala las características generales de la fase esporofítica en las traqueofitas:

El cigoto ($2n$) por mitosis da lugar a la fase embrionaria y de ésta surge la nueva etapa esporofítica. El ciclo se repetirá de nuevo, alternándose ambas fases de manera regular.

4. En las plantas vasculares más simples, tanto el esporofito como el gametofito son independientes, aunque de diferente estructura y tamaño, además de la diferencia en la dotación cromosómica. En este caso, las esporas producidas por el esporofito son de un mismo tipo, todas idénticas en tamaño y estructura. A esta condición se le denomina *homosporia*. Las esporas al germinar producen un mismo tipo de gametófitos, que en todos los casos serán monoicos o hermafroditas.

Define en tus propias palabras qué se entiende por homosporia: _____

Par el caso anterior señala las características de los gametófitos desarrollados en tal

Modalidad: _____

En otras traqueofitas más complejas, los esporofitos producen dos tipos diferentes de esporas, a partir de dos tipos de esporangios. Así, se producen esporas grandes, o megasporas, en los megasporangios, y esporas pequeñas o microsporas, en los microsporangios. En este caso, de plantas heterospóricas, cada tipo de espóra dará lugar a un tipo determinado de gametofito; las microsporas germinan en gametófitos masculinos, y las megasporas originan a gametófitos femeninos. Por ello, en la homosporia, los gametófitos presentan sexos separados (condición dioica).

Define qué se entiende por *heterosporia*. _____

Para el caso anterior, señala a qué dan lugar las microsporas y las megasporas

5. Los esporangios tienden a agruparse de diferentes formas: en los helechos, por ejemplo, lo hacen en forma de pequeños racimos en la cara inferior de las hojas. En otros casos, las hojas portadoras de esporangios (esporofilas, de *filos* = *hojas*) se reúnen y forman una estructura llamadas conos o estrobilos, tal es el caso de plantas como los pinos (coníferas), o en otras menos conocidas, como los licopodios (subtipo licopsidas).

En las plantas con flores, los esporangios se localizan en las complicadas estructuras reproductoras del esporofito denominadas flores.

Revisaremos a continuación los ciclos vitales de algunos de los grupos más conocidos de las plantas vasculares, como es el caso de los helechos (clase *filicinae*), los pinos y similares (clase *gimnospermas*) y finalmente a las muy numerosas plantas con flores (clase *angiospermas*).

3.2 CICLOS VITALES EN LOS HELECHOS (CLASE FILICINAE)

1. Las plantas de helecho, que es muy probable que conozcas, es el esporofito dominante, como ya establecimos. Dicho esporofito desarrolla en la parte inferior de las hojas a los esporangios, en grupos denominados *soros*, muchas veces dispuestos en filas sobre las hojas.
2. Mediante meiosis surgen las meiosporas haploides. Éstas germinan y se desarrollan en condiciones de humedad, originando a la fase del gametofito haploide.
3. El gametofito o protalo es una pequeña plantita verde de 2 a 5 mm, independiente, de forma aplanada y acorazonada, con rizoides absorbentes en su cara inferior. En tal superficie inferior se desarrollan tanto los anteridios como los arquegonios, que van a producir a los gametos correspondientes mediante mitosis.

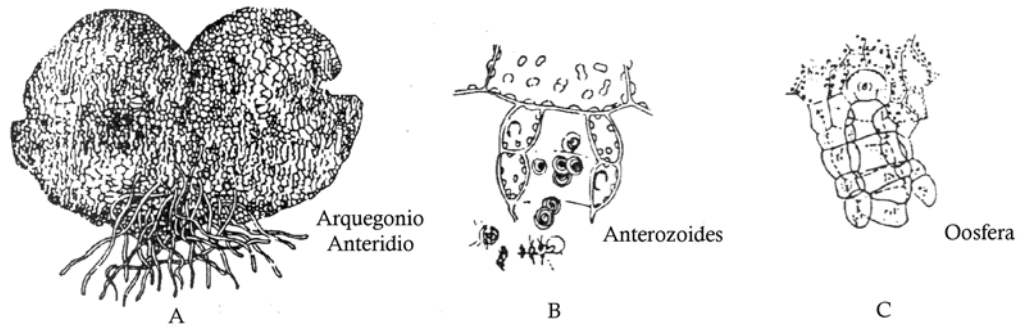


Figura 29. A) Fase gametofítica de un helecho. La superficie expuesta, que es la cara inferior, lleva estructuras capilares absorbentes, anteridios esféricos y arquegonios, cuyo cuello se proyecta de la superficie. B) Anteridio y anterozoides. C) Arquegonio y oosfera.

El caso descrito corresponde a especies monoicas o hermafroditas. Explica el porqué de la anterior afirmación:

Los espermatozoos o anterozoides son flagelados y nadadores.

Explica con argumentos si es importante el agua para la fecundación en los helechos:

Es interesante hacer notar que los anterozoides producidos en un gametofito nadan hasta alcanzar a los óvulos situados generalmente en otro gametofito o protalo, dándose así una fecundación cruzada.

Explica el porqué de la anterior afirmación: _____

El cigoto da lugar al embrión del nuevo esporofito diploide, que en principio es alimentado por el protalo, hasta que se torna verde, mientras que el viejo gametofito se marchita y muere.

Estudia la figura 30 que resume el ciclo vital de los helechos y contesta las preguntas que se incluye a continuación.

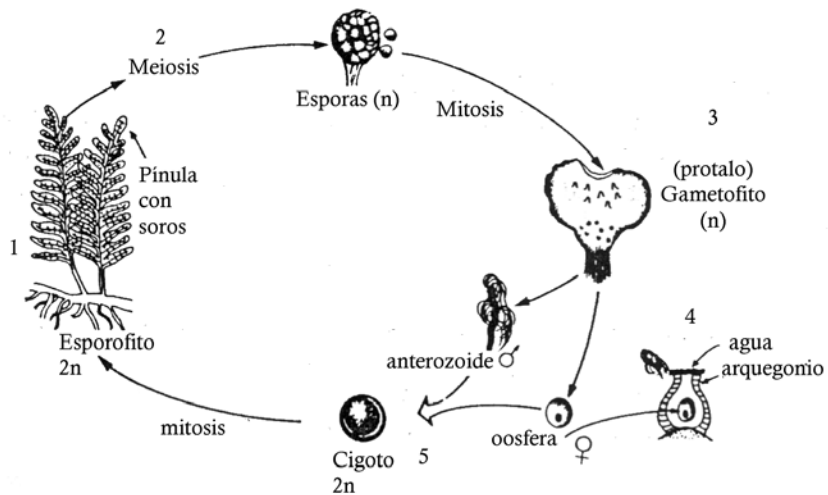


Figura 30.

1. El esporofito diploide mediante meiosis origina en los soros a: _____
Estas germinan en lugares húmedos mediante _____, para
originar a _____.
2. El protalo o _____, haploide es
independiente y desarrolla a los órganos: _____.
Los anterozoides son: _____, y llegan
hasta el arqueonio situado en otro protalo a fin de _____
_____.
3. el cigoto resultante se divide mediante _____,

4. para originar a la nueva generación del _____.

Explica a continuación por qué se dice que los helechos son plantas *homospóricas*

Es importante notar que en los helechos, al igual que en los musgos, hay dependencia del agua para la reproducción, lo cual limita a estas plantas a vivir exclusivamente en lugares húmedos, por lo que es correcto afirmar que su adaptación al medio terrestre es incompleta; la independencia del agua para la reproducción se encuentra ya en las plantas vasculares más complejas, donde los espermatozoides ya no son móviles y existen ciertos mecanismos por los cuales llegan hasta la ovocélula.

3.3 CICLOS BIOLÓGICOS EN LAS PLANTAS CON SEMILLAS (GIMNOSPERMAS Y ANGIOSPERMAS)

Con el fin de que los comprendas mejor estableceremos los puntos clave y características de los mismos.

1. En estas plantas traqueófitas, la fase gametofítica se halla sumamente reducida hasta dimensiones microscópicas, por lo que existe muy poco tiempo y siempre se encuentra dependiente del esporofito que le da origen.
2. La generación dominante es la del esporofito diploide, que produce esporas de dos tipos diferentes (heterosporia). Esta fase esporofítica es la que tiene más adaptaciones al medio terrestre, además de que su condición diploide es más favorable evolutivamente.
3. La generación del gametofito es de hecho el eslabón débil en el ciclo de las plantas vasculares, por su antigua dependencia del agua en la reproducción y por su condición haploide, menos favorable genéticamente, por lo que su reducción en las plantas con semillas contribuyó a su mejor adaptación al medio terrestre. En estas plantas, los gametófitos son tan reducidos, que incluso nunca salen de las esporas que les dan origen y están formados por unas pocas células.
4. Estas plantas son homospóricas, por lo que hay megasporangios, productores de megasporas y microsporangios productores de microspora, ya sea en un solo tipo de esporofito, o en *dos* tipos de los mismos.
5. Las microsporas desarrollan en su interior a los gametófitos masculinos, que reciben el nombre de granos de polen, en cuyo interior se desarrollan los gametos masculinos.

Explica que es un grano de polen, y cual es su origen: _____

Los granos de polen, que corresponden al gametofito masculino, con los espermatozoides encerrados en las gruesas y resistentes paredes de las microsporas, a partir de las que se originan, son transportados por medios diferentes al agua, tales como el viento, en otros casos animales diversos.

Con lo anterior, los espermatozoides no móviles son transportados hasta las cercanías de las ovocélulas femeninas, facilitándose la fecundación.

Explica cómo se logra la independencia del agua en la reproducción de las plantas con semilla.

6. El gametofito femenino también se desarrolla dentro de las paredes de las megasporas que le da origen y está formado por pocas células. Dicha megaspora, con el gametofito femenino (y la ovocélula) en su interior, nunca abandona al megasporangio ni a la planta esporofítica de las que se origina.
7. La llegada del grano de polen (gametofito masculino) hasta las cercanías del gametofito femenino se denomina *polinización*.
8. Al llegar dicho grano de polen a las cercanías del gametofito femenino desarrolla una especie de conducto, el llamado tubo polínico, por medio del cual descienden los gametos masculinos (en realidad representados sólo por núcleos celulares), realizándose así la fecundación.

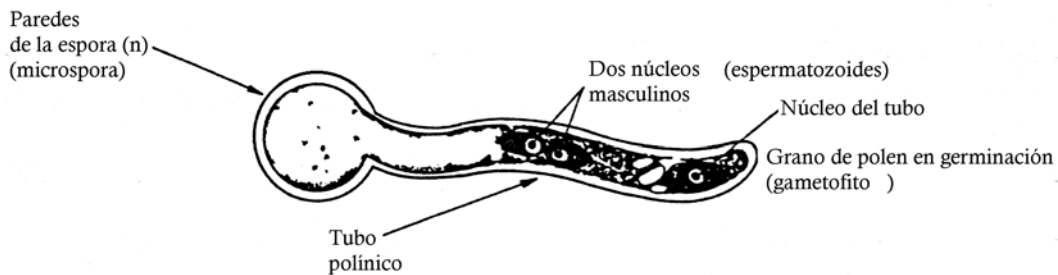


Figura 31.

Define en tus propias palabras qué es la polinización: _____

Explica qué papel juega el tubo polínico en las plantas con semilla como las angiospermas y las gimnospermas:

9. El cigoto se desarrolla para formar al embrión del nuevo esporofito diploide. Los tejidos circundantes a éste, tales como la membrana de la megaspora y megasporangio, que se denomina también como primordio seminal o nucela (y a veces con el nombre poco apropiado de óvulo), se desarrollan para constituir la estructura llamada semilla, que posee cubiertas resistentes.

El embrión contenido en el interior de la semilla suspende temporalmente su desarrollo, en la etapa de latencia, que se romperá bajo condiciones adecuadas en el proceso de germinación, en el cual el embrión del esporofito continua su desarrollo para formar a la nueva planta.

Define a continuación los siguientes términos:

Embrión. _____

Megasporangios (primordios seminales o nucela). _____

Microsporas. _____

Megasporas. _____

Explica de que se compone una semilla: _____

Explica los conceptos de latencia y germinación: _____

Ciclo biológico en las gimnospermas

Plantas portadoras de conos o estrobilos y que producen semillas <<desnudas>> (no encerradas en frutos). De las gimnospermas, las más comunes son las coníferas, tales como los pinos, los cedros, etc. Describiremos a continuación las características generales del ciclo vital en las coníferas:

1. Los árboles que conocemos como los pinos y otros que producen conos corresponden desde luego a la fase o planta del esporofito, que es el dominante. Los órganos reproductores de estos esporofitos son los esporangios, que se agrupan en los llamados conos o estrobilos, que poseen hojas modificadas en forma de escamas, portadoras de los esporangios. (las esporofilas).

Como ya se dijo, hay heterosporia. Las megasporas originan en su interior a los gametófitos femeninos y las microsporas originan en su interior los gametos masculinos, constituyéndose así los granos de polen.

Los microsporangios son los órganos donde por meiosis surgen las microsporas (y de ahí los granos de polen); éstos se denominan también sacos polínicos.

Los megasporangios son los órganos que también por meiosis dan lugar a las megasporas, en cuyo interior surge el gametofito femenino. El megasporangio también recibe el nombre de primordio seminal (y el muy poco apropiado de «óvulos»).

2. Se presentan conos con los microsporangios o sacos polínicos, que reciben el nombre de *microstrobilos*, que se suelen denominar no muy correctamente como conos masculinos.

Explica a continuación el porqué de tal denominación. _____

También se presentan conos con los megasporangios, que se denominan como *megastrobilos*, y en ocasiones también incorrectamente como conos femeninos.

Explica porque afirmamos que no es correcto hablar de conos <<femeninos>> y de <<óvulos>> en el caso de los megasporangios o primordios seminales: _____

La mayoría de coníferas producen en un mismo árbol a los *dos tipos* de conos. Los microstrobilos o conos productores de polen son pequeños; en cambio, los megastrobilos o conos productores de megasporangios son de mayor tamaño y van a producir las semillas.

3. Las microsporas producidas por meiosis en los microstrobilos dividen su núcleo mediante mitosis, originando así al grano de polen o gametofito masculino, que con dicha división inicia su desarrollo (grano de polen en su etapa binucleada); además, éste lleva dos especies de vesículas o <<alas>> llenas de aire.



Figura 32.

Explica que utilidad crees que tengan tales vesículas o alas del grano de polen:

Éstas facilitan la flotación y dispersión del polen por medio del viento, en la polinización anemófila (de *anemos* = aire).

Indica hasta dónde deben llegar los granos de polen: _____

Es interesante hacer notar que los microstrobilos o conos polínicos producen y liberan el polen en grandes cantidades y generalmente tales conos se sitúan en el árbol en puntos más bajos que los megastrobilos o conos productores de semillas.

4. En los megastrobilos se localizan los megasporangios o primordios seminales, situados en la cara inferior de las escamas leñosas del cono.

Dentro de cada megasporangio existen células diploides (esporocitos), que mediante la meiosis originan a las megasporas haploides. De una megaspora se

desarrolla en su interior el gametofito femenino. Este es pluricelular y se encuentra rodeado por los tejidos del primordio seminal o nucela (el megasporangio), que están cubiertos por un tegumento que deja un pequeño orificio denominado *micrópilo*.

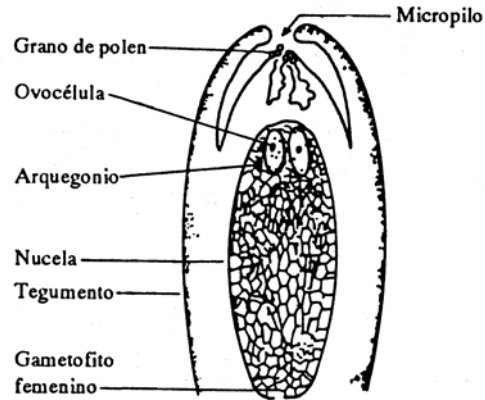


Figura 33. Microsporangio o nucela.

5. El gametofito femenino está formado por cerca de 2000 células, desarrolla a pocos arquegonios, cada uno con una ovocélula u oosfera.

El micrópilo segrega o produce un fluido pegajoso, y a él se adhieren los granos de polen que llegan. Al secarse este líquido, dichos granos son atraídos hacia el interior de la nucela (megasporangio).

6. Al llegar el grano de polen (binucleado) a la nucela, el grano de polen reactiva su desarrollo, surgiendo el tubo polínico, en cuyo interior penetra una célula que controlará el crecimiento y desarrollo del tubo. El gametofito masculino o grano de polen maduro consta de seis células en total, dos de las cuales son gametos masculinos.

Al arribar el tubo polínico hasta un arqueogonio, el tubo se rompe, y libera a los núcleos masculinos, uno de los cuales se une a la ovocélula, formándose el cigoto diploide, que comienza a dividirse mitóticamente formando el embrión de la fase esporofítica. Éste queda rodeado por los restos del gametofito femenino, que acumula nutrimentos, y la pared del macrosporangio o nucela se endurece, y así, se constituye una semilla.

El embrión contenido en el interior de la semilla suspende su desarrollo al entrar en etapa de latencia. Los conos, al madurar pueden soltar las semillas en muchos casos, aunque en otros no es así, por lo que caen junto con los conos al suelo. Es interesante hacer notar que el desarrollo de los tubos polínicos en dirección al gametofito masculino es muy lento por lo que puede tardar más de un año alcanzar el arqueogonio y realizarse la fecundación.

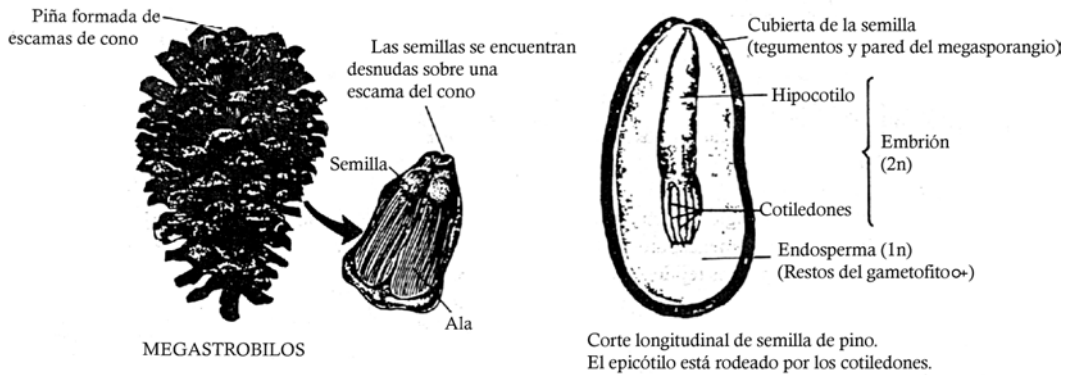


Figura 34. Semilla de pino.

Contesta los siguientes cuestionamientos.

1. Señala las características del gametofito masculino en las coníferas. _____

2. Señala las características del gametofito femenino en las plantas señaladas.

3. Señala los nombres con que se conocen los megasporangios. _____

4. Señala de qué está constituida una semilla en las gimnospermas. _____

En seguida encontrarás el esquema que resume el ciclo vital completo en las coníferas, estúdialo con cuidado y responde los datos que te soliciten posteriormente.

Figura 35.

1. En el número 1 de la figura se representa a la fase dominante en estas plantas que corresponde a la del _____
2. En los microstrobilos se localizan: _____, donde se producen las microsporas, mediante división celular del tipo _____
4. En esta figura se representa cómo las microsporas haploides originan a
5. _____ que se caracterizan por lo siguiente: _____

4. Los granos de polen son transportados por _____ hasta llegar a _____ éste es un caso de polinización _____

5. En el número 5 de la figura se representan _____, que contienen a los _____, también denominados:

6. Esta estructura posee un orificio denominado _____, por donde penetra la estructura del grano de polen denominada _____, lo cual se representa en el esquema en el número _____.

7. Explica como se realiza la fecundación _____

8. El cigoto formado origina _____, éste entra en la etapa de reposo denominada _____.

9. Señala las partes que constituyen una semilla en la coníferas _____

10. En este ciclo, la fase reducida a dimensiones microscópicas y de poca duración es la del. _____

Estas plantas ya no dependen de la presencia de agua para la fecundación, lo cual es sin duda una ventaja adaptativa para el medio terrestre.

Explica a continuación cómo se logra no depender del agua para la fecundación en estas plantas.

11. En condiciones adecuadas, el embrión reanudará su desarrollo en el proceso de _____, originando al nuevo esporofito, reiniciándose de nuevo el ciclo alternante.

Ciclo vital en las plantas con flores (angiospermas)

En principio, hay que señalar que este ciclo vital es muy similar al de las gimnospermas, aún que en las angiospermas se observa aún mayor reducción de la fase gametofítica. El nombre de estas plantas hace referencia a uno de sus rasgos significativos: la presencia de flores, estructuras reproductoras de la fase esporofítica, dominante en el ciclo.

Otra característica distintiva estrechamente relacionada con la presencia de las flores es que forman frutos después de la fecundación, los que encierran a las semillas, las que ya *no* están desnudas o descubiertas, como ocurre en las gimnospermas.

Explica qué ventaja crees que tenga el hecho de que las semillas se encuentren encerradas en el interior de la estructura denominada fruto.

1. La fase o planta del esporofito es la dominante, y es la que puedes observar a tu alrededor. Los esporangios del esporofito se localizan en las flores, que consisten en un eje y varios verticilos o series de hojas modificadas unidas al mismo.

Las hojas portadoras de esporas constituyen estructuras especiales: los estambres y pistilos. Hay heterosporia, los microsporangios o sacos polínicos se les localizan en los estambres y originan por meiosis a las microsporas y de éstas se desarrollan los granos de polen (gametofitos masculinos). Los megasporangios o nucelas o primordios seminales se localizan en el pistilo.

La nucela o megasporangio por meiosis origina megasporas en cuyo interior se desarrolla el reducido gametofito femenino con la ovocélula u oosfera. Los megasporangios han recibido también el poco apropiado nombre de “óvulos”.

2. Como en todas las plantas con semilla, la nucela (macroesporangio), junto con el gametofito femenino a que da origen, se mantienen dentro de la planta esporofítica progenitora, alimentándose de la misma. La fecundación ocurre en la nucela, donde se desarrolla el embrión del nuevo esporofito.

Define en tus propias palabras qué es una flor: _____

Señala que es lo que se localiza en los estambres de la flor _____

Indica qué se origina de las microsporas: _____

Anota dónde se localizan los megasporangios: _____

Explica qué se origina de las megasporas formadas por las nucelas

(megasporangios): _____

Señala dónde se desarrollan el gametofito femenino y el embrión (encerrado en la semilla): _____

Ahora te describiremos la estructura de una flor típica, que consta de las siguientes partes o verticilos florales, que, ordenados de afuera hacia adentro, son los siguientes: sépalos, pétalos, estambres y pistilo.

- a) *Sépalos*. Hojas poco modificadas y generalmente verdes, cuyo conjunto constituye el llamado cáliz.
- b) *Pétalos*. Estas hojas modificadas son de colores diversos (en plantas polinizadas por animales). El conjunto de pétalos constituye a la corola. Tanto el cáliz como la corola forman parte de las envolturas florales o *periantio*.
- c) *Estambres*. Estos órganos están formados por un filamento delgado en cuya parte terminal está la antera. En esta última se hallan los microsporangios o sacos polínicos. Al conjunto de estambres se le llama androceo.
- d) *Pistilo*. (o gineceo) Está formado por hojas muy modificadas denominadas *carpelos* (un carpelo o varios).

En el pistilo se distinguen las siguientes partes:

- Un estigma terminal, donde llega y se adhiere el polen, ya que su superficie es pegajosa.
- El estilo, conducto alargado.
- El ovario, cavidad o cámara expandida.

En el ovario se localizan los megasporangios o nucelas (óvulos de forma inapropiada), que originan a las megasporas y de éstas a los gametofitos femeninos con las ovocélulas.

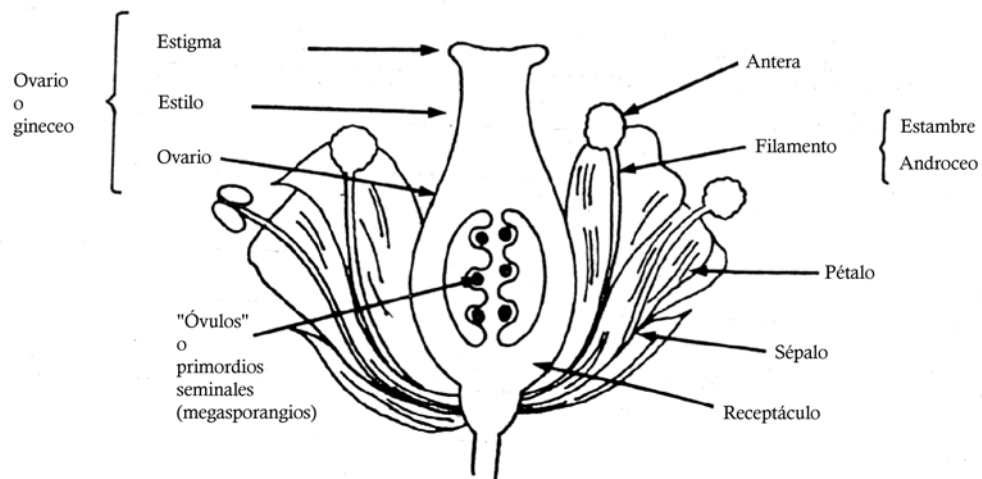


Figura 36. Flor.

Es frecuente, aunque no muy correcto, referirse a los estambres como órganos masculinos y al pistilo como el órgano femenino. ¿Es ésta denominación correcta? Debemos recordar que ambas son estructuras formadoras de esporas (esporangios) y *no* producen gametos sino las ya señaladas microsporas y megasporas.

Define los siguientes términos: cáliz, corola, periantio: _____

Señala cuál es la función del pistilo y de los estambres: _____

Describe el papel que tiene el estigma: _____

Indica que importancia tiene el hecho de que los pétalos presenten colores

llamativos: _____

Contesta qué es lo que se localiza en el interior del ovario: _____

Explica a qué dan lugar las microsporas y las megasporas: _____

Apunta qué nombres reciben los megasporangios y dónde se localizan:

Señala dónde se originan las microsporas: _____

La flor que se ha descrito es completa, ya que en otras puede faltar alguna de las partes señaladas, por ejemplo, el cáliz o la corola, los estambres o el pistilo. Se dice que una angiosperma es perfecta cuando posee estambres y pistilo; en cambio, cuando el esporofito lleva solamente estambres o pistilo se dice que la planta es dioica, ya que un tipo de estas plantas produce sólo flores con estambres, y otro produce las flores con pistilos. Las ya señaladas plantas perfectas se dice que son especies monoicas.

Otro aspecto importante es que en las plantas polinizadas por animales (polinización zoófila), además de tener pétalos coloreados, se producen abundantes sustancias azucaradas y fragancias atractivas. Las especies encargadas de la polinización, llevando el polen de los estambres de una flor al estigma de otra flor de la misma especie, son (de acuerdo a cada especie) abejas, moscas, aves, e incluso mamíferos como murciélagos.

Define qué es la polinización zoófila: _____

En algunas especies se realiza una autopolinización, ya que los granos de polen de una flor caen sobre el estigma de la misma flor realizándose una autofecundación. Sin embargo, lo más frecuente es la polinización cruzada, en que el polen de una flor llega al estigma de otras flores de la misma especie, lo que lleva a fecundación cruzada. Ahora revisaremos los pasos que se presentan en el ciclo vital de las plantas con flores:

1. En las anteras de los estambres ocurre la meiosis, que da lugar a numerosas microsporas haploides. Estas inician inmediatamente su desarrollo para originar al gametofito masculino. El núcleo de la microspora se divide por mitosis, originándose dos núcleos, el vegetativo y el generativo.

En esta fase binucleada, el joven gametofito, que está encerrado en las resistentes paredes de la espora que le da origen, recibe el nombre de *grano de polen*.

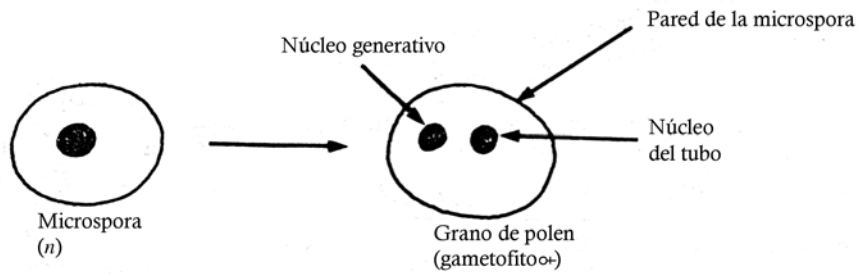


Figura 37

La antera se abre, con lo que los abundantes granos de polen quedan expuestos, facilitándose así la polinización.

Define qué es un grano de polen y señala cuál es su origen. _____

3. En el ovario se localizan las nucelas o megasporangios (o primordios seminales u óvulos). En el interior de una nucela tiene lugar la meiosis, resultado de esta una megaspora haploide, que empieza a aumentar de tamaño y de ésta se formará el nuevo gametofito femenino o saco embrionario.

El núcleo de la megaspora se divide mitóticamente, formándose ocho núcleos de estos surgen seis células, que se distribuyen en grupos de tres en cada extremo de las paredes de la megaspora, y en el centro quedan los dos núcleos restantes, que de hecho constituyen otra célula. Estas *siete* células constituyen ahora al gametofito femenino o saco embrionario.

Estudia la figura 38 que representa dicho desarrollo

Estudia la figura 38 que representa dicho desarrollo.

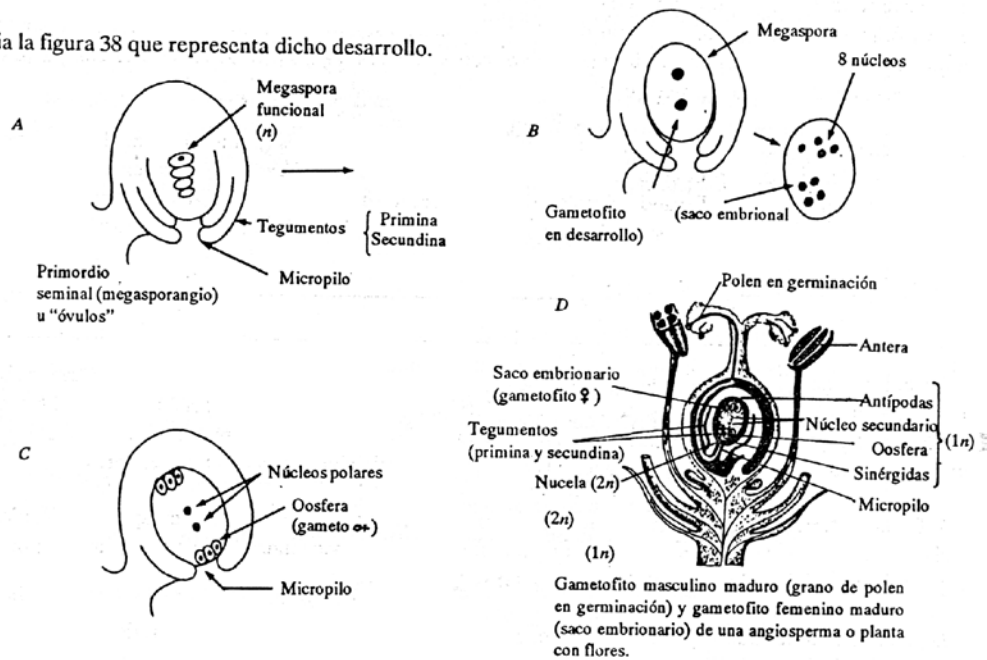


Figura 38.

Señala las características del gametofito femenino en angiospermas. _____

En el esquema A observa al megasporangio o nucela, que posee dos tegumento o membranas protectoras (primaria y secundaria) encerrando a la macrospora; tales membranas dejan un pequeño orificio de entrada, el *micropilo*.

En la C puedes observar que una de las células gametofíticas localizadas cerca del micropilo es el gameto femenino: la ovocélula u oosfera.

Señala qué papel crees que tiene el orificio de la nucela llamado micropilo: _____

3. Ahora gracias a la polinización los granos de polen llegan a la superficie del estigma, donde se adhieren.

Estos granos de polen activan ahora su desarrollo y de cada uno de éstos surge el tubo polínico, que se va abriendo camino entre los tejidos de la nucela en dirección al micropilo. Mientras este tubo crece, en su extremo se localiza el núcleo vegetativo.

El otro núcleo (generatriz o generativo) se divide mitóticamente para dar lugar a dos pequeñas células: los *espermatozoides*. Estudia la figura 39 donde se muestra lo anterior.

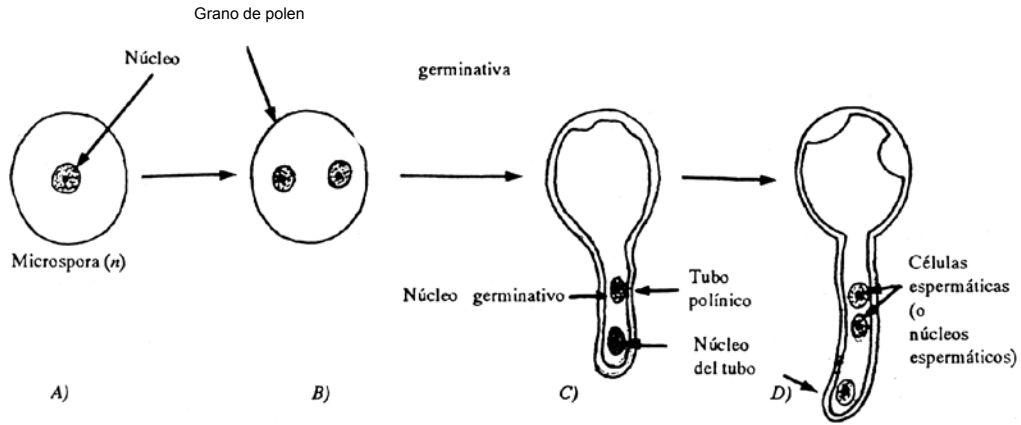


Figura 39.

Señala cuál es el total de células que constituyen al gametofito masculino (grano de polen): _____

Indica el número de espermatozoides que presenta: _____

Hay que hacer notar que el tubo polínico en las angiospermas pueden crecer y alargarse varios centímetros en unas pocas horas. (Recuerda que en las angiospermas sólo crece pocos milímetros en meses.)

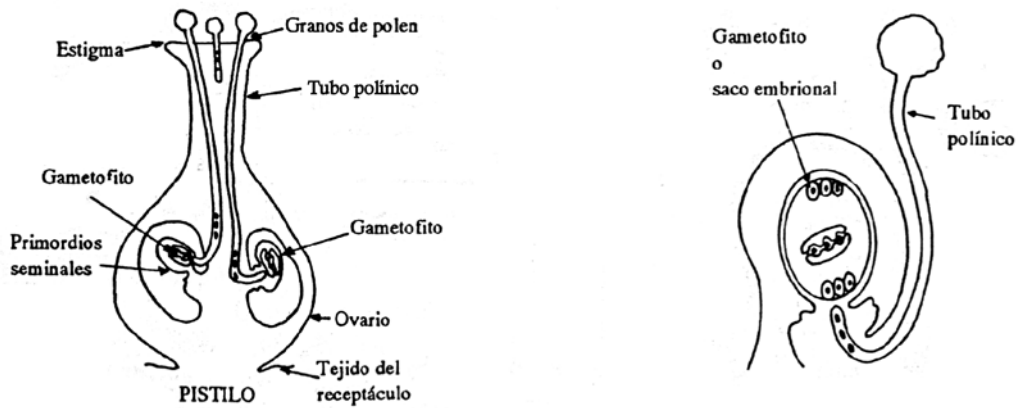


Figura 40

- El tubo polínico llega hasta el interior del gametofito femenino, donde se rompe liberando a los dos espermatozoides. En ese momento se realiza el fenómeno denominado doble fecundación: un espermatozoide se une a la ovocélula, formándose el cigoto diploide y el otro espermatozoide se fusiona con los dos núcleos polares del saco embrionario, resultado de esta «fecundación» un núcleo triploide.

El cigoto ($2n$) comienza a dividirse mitóticamente, además de iniciar la diferenciación celular, transformándose en un embrión del nuevo esporofito. Al mismo tiempo el núcleo triploide también se divide muchas veces para originar a las células del tejido del endospermo, que acumula nutrimentos a partir del esporofito progenitor, rodeando al embrión, contribuyendo a la alimentación de éste.

En la figura 41 observa lo anteriormente descrito. Explica en seguida por qué se dice que en las angiospermas se realiza una doble fecundación.

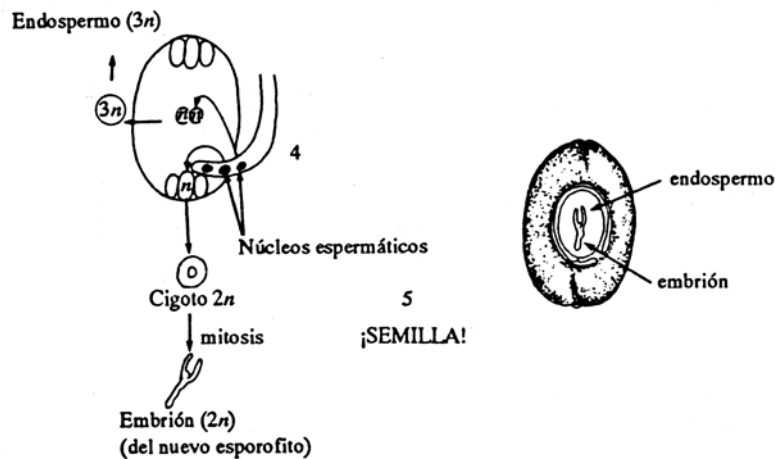


Figura 41

- Mientras se desarrollan el embrión del nuevo esporofito y el endospermo, los tegumentos o membranas de la nucela o megasporangio se endurecen con lo que se constituye una semilla.

Esencialmente, la semilla es el conjunto formado por el embrión y el endospermo encerrados en los tegumentos de la antigua nucela. El embrión contenido en la semilla suspende temporalmente su desarrollo (latencia), que reanuda cuando las condiciones sean adecuadas en el proceso de germinación. Estudia la figura 42 que muestra la estructura de las semillas.

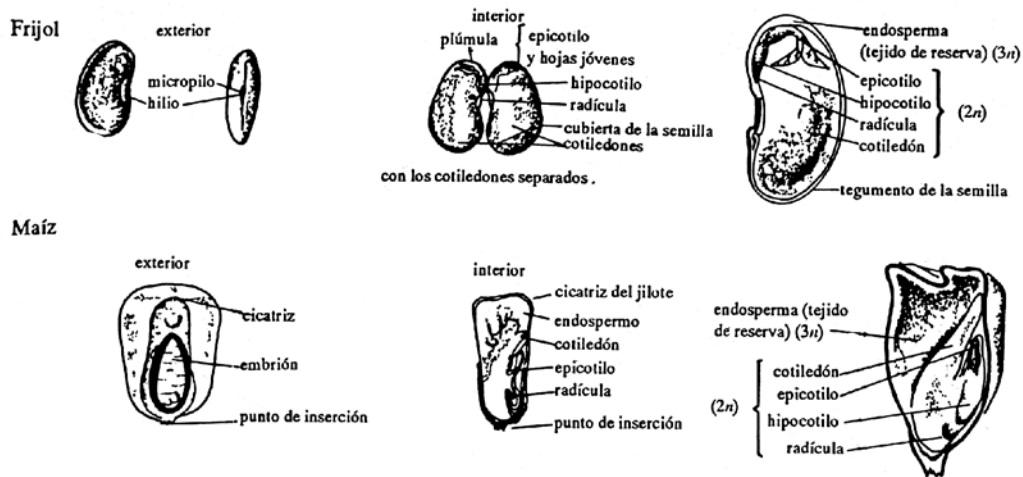


Figura 42. Semilla de frijol (dicotiledónea) y grano de maíz, un fruto (monocotiledónea).

Observa que el embrión presenta *uno* o *dos* cotiledones, las primeras hojas que forman los cotiledones son hojas temporales que ayudan a la digestión y absorción de alimentos del endospermo, cuando este se halla en abundancia en la semilla, por ejemplo en las semillas de la calabaza, donde los cotiledones son pequeños. En otras semillas el endospermo desaparece, debido a que sus nutrimentos se incorporan a los cotiledones, que en este caso son macizos, funcionando así como depósitos de alimento al servicio de la germinación; éste es el caso de las semillas de frijol o de cacahuete.

Señala qué partes constituyen al embrión en las plantas dicotiledóneas como el frijol:

Indica la diferencia que se observa entre las semillas de una planta monocotiledónea como la del maíz, comparándola con el embrión de una dicotiledónea: _____

Es importante hacer notar que un grano de trigo o maíz (monocotiledóneas), como puedes ver en las figuras, en realidad son frutos, ya que las paredes ováricas que constituyen al fruto se adhieren firmemente a la única semilla que presenta un solo cotiledón.

- Al mismo tiempo que las semillas se están formando, el ovario también aumenta de tamaño, almacenando también sustancias nutritivas. El fruto encierra a las semillas y consta de las siguientes partes: *exocarpio*, *mesocarpio* y *endocarpio*, que en conjunto se conocen como *pericarpio*, que puede ser seco o jugoso.

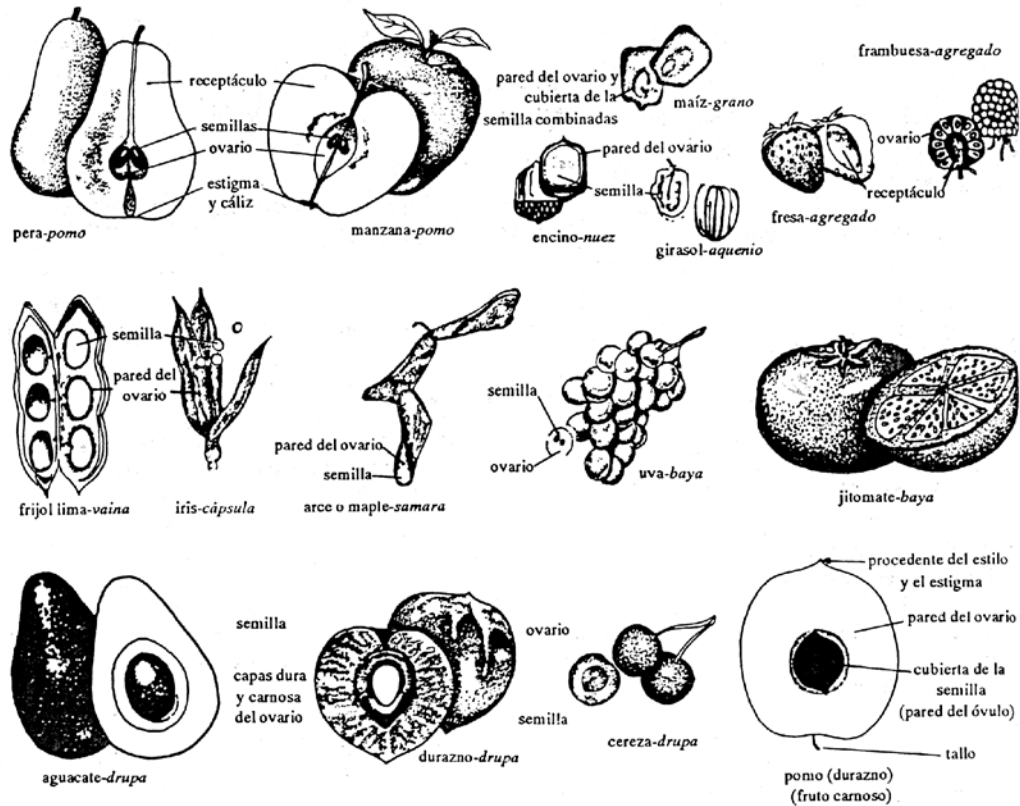


Figura 43.

Define que es un fruto y señala cual es su origen: _____

Señala si consideras algunas ventajas en el hecho de que las semillas se encuentren encerradas en el fruto de las plantas: _____

Los frutos proporcionan mayor protección a las semillas y contribuyen a su dispersión; pueden o no abrirse espontáneamente soltando las semillas.

- al desprenderse los frutos en determinadas condiciones ambientales el embrión reanuda su desarrollo rompiéndose la latencia y, mediante división celular y procesos de diferenciación celular, se forma la nueva planta del esporofito.

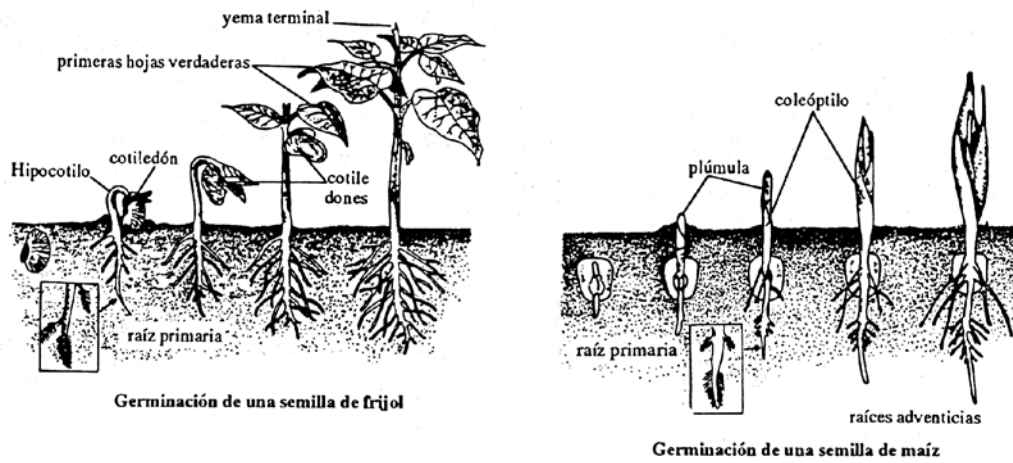


Figura 44.

Define qué es la germinación _____

Para terminar señalaremos los rasgos distintivos de las angiospermas:

1. las flores son los órganos reproductores del esporofito.
2. la doble fecundación.
3. la presencia del tejido del endospermo triploide en la semilla.
4. los frutos encierran a las semillas.

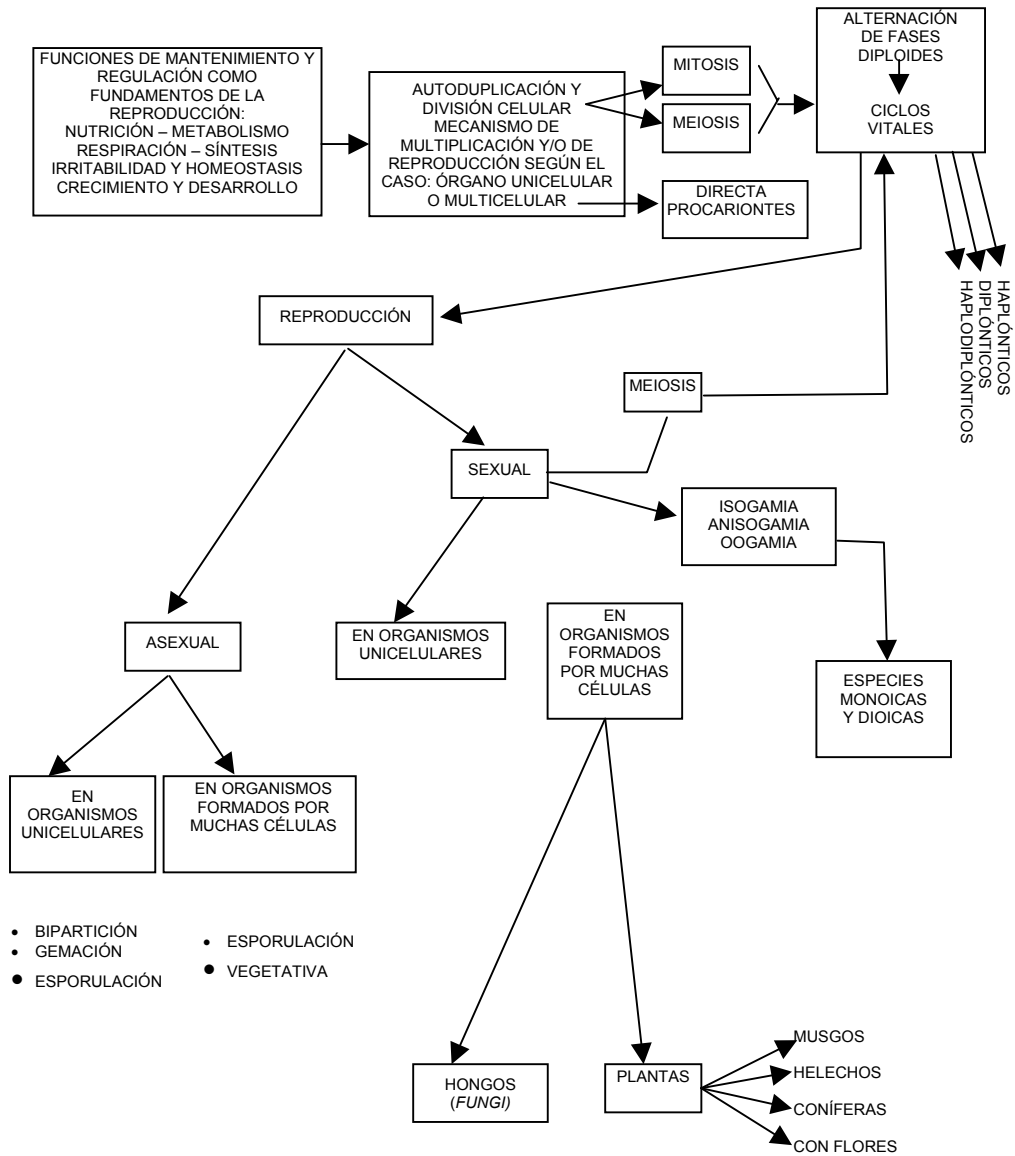
EXPLICACIÓN INTEGRADORA

Los ciclos reproductores en los vegetales son, de hecho, variaciones sobre un mismo tema, y a lo largo de la evolución se han logrado notables ajustes en varios aspectos que permitieron su notable éxito en el medio terrestre. Dicha adaptación les llevó en los aspectos reproductivos a lograr independencia del agua en dicha reproducción. Recuerda que esto es importante ya que el agua suele escasear muchas veces en el medio terrestre.

Enumera las adaptaciones reproductivas de las metafitas que les permiten no depender del agua para reproducirse. En este aspecto podemos señalar:

1. la predominancia del esporofito, que es la fase más adulta del medio terrestre, y la reducción del gametofito.
2. la producción de espermatozoides no nadadores, los cuales llegan a las ovocélulas por otros medios (polinización y tubos polínicos).
3. el desarrollo de la semilla, excelente forma de resistencia y dispersión del medio terrestre.

RECAPITULACIÓN



ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

Observación e identificación de estructuras de reproducción en hongos y plantas.

En el desarrollo de esta actividad observarás estructuras reproductivas de hongos y plantas que aprenderás a identificar macroscópicamente y microscópicamente con ayuda de instrumentos y equipo que para ello se te proporcionarán en el laboratorio. Para llevar a cabo esta actividad, será necesario que recuerdes bien los conceptos y términos empleados en el contenido del fascículo y, desde luego, con los esquemas de los organismos cuyos ciclos biológicos aparecen en el mismo.

¿El conocimiento físico de las estructuras reproductivas nos pueden dar indicio acerca del potencial reproductivo de los organismos que han sido seleccionados para esta actividad? Para realizarla es necesario que consigas las siguientes muestras biológicas para analizarlas en el laboratorio;

- Un cultivo de hongos de pan (*Rhizopus*) que tú mismo harás en casa siguiendo las indicaciones que te haga el profesor o el responsable del laboratorio a fin de ver micelio, hifas, esporangios y esporas.
- Una muestra de musgo que recolectarás de acuerdo con las instrucciones del profesor o el responsable del laboratorio para observar esporofitos y esporas.
- Una muestra de helechos con las características que señale el profesor o el responsable del laboratorio para observar esporofitos y esporas.
- Flores con estructuras reproductivas completas: androceo, gineceo, polen, ovarios y óvulos.
- Conos de pino (masculinos y femeninos), es decir megastrobilos y microstrobilos.
- Hongos (basydiomicetos) que recolectarás en el campo: cuerpo fructífero y esporas.

Para hacer todas estas observaciones requerirás el siguiente material:

1 microscopio de disección.
1 microscopio de compuesto.
6 portaobjetos.
6 cubreobjetos.
2 agujas de disección.
1 pinzas de disección de punta aguda.
1 bisturí (con navaja)
1 frasco con gotero y agua o glicerina.

Procedimiento

1. toma una porción muy pequeña del cultivo de hongos y colócala sobre la platina del microscopio de disección, enfoca y observa. ¿Que estructuras ves?
 - a) con ayuda de una aguja de disección y pinzas separa los esporangios, colócalos sobre el portaobjetos, deja caer una gotita de agua o glicerina.
 - b) Coloca encima el cubreobjetos, toma la preparación y obsérvala en el microscopio óptico primero a 150 y luego a 600 aumentos. ¿Qué ves? Esquematiza.
 - c) Presiona un poco la preparación (sin romper el cubreobjetos) y haz que salgan las esporas de los esporangios. ¿Cómo son? ¿Cuántos son? Dibújalas.

2. toma el cuerpo fructífero del hongo (basydiomiceto), corta la <<umbela>> y vacía las esporas sobre una hoja de papel blanco (el profesor o el responsable del laboratorio te dirá como lo hagas). Observa el dibujo que dejan las esporas.
 - a) ¿Te dice algo este dibujo acerca de la estructura interna del basidiocarpo de dicho hongo? Piensa y discútelo con el profesor.
 - b) Con una aguja de disección recoge unas cuantas esporas, haz una preparación y obsérvala en el microscopio óptico. ¿Cómo son las esporas? Dibuja una.

3. Toma una <<pizca>> de la muestra del musgo que recolectaste, y obsérvala con el microscopio estereoscópico.
 - a) ¿Qué ves? Discute con el profesor.
 - b) Con ayuda de las pinzas de disección separa el esporofito (el profesor te dirá cómo) y haz una preparación, obsérvala al microscopio óptico a 150 y 600 aumentos. Dibuja e identifica el <<asca>>.
 - c) Presiona con mucho cuidado el asca y saca las esporas. ¿Cómo son? ¿Cuántas son?

4. Toma el helecho, arranca una <<pínula>> y obsérvala al microscopio estereoscópico.
 - a) ¿Qué ves? Discute con el profesor.
 - b) Con ayuda de la aguja de disección extrae los esporangios, haz la preparación y obsérvala al microscopio óptico ¿Cómo son? Dibuja uno.
 - c) Con mucho cuidado oprime la preparación y extrae las esporas ¿Cómo son? ¿Cuántas son? Dibuja una.

5. Toma la flor, haz una disección y separa cuidadosamente el androceo del gineceo y observa ambas estructuras en el microscopio estereoscópico.
 - a) ¿Cómo son? Dibújalas.
 - b) Con un bisturí haz una disección y separa cuidadosamente el androceo del gineceo y observa ambas estructuras en el microscopio estereoscópico.

c) Abre una antera, extrae los granos de polen, haz una preparación y obsérvalos en el microscopio óptico. ¿Cómo son? ¿Cuántos hay?

6. ¿Recolectaste estrobilos (conos)? ¿Podrías definir cuál es cuál?

Discusión

¿Todas las estructuras que viste son productoras de esporas? _____

¿Todas son iguales sin importar el organismo al que pertenecen? _____

En cada caso, ¿qué tipo de esporas tenemos según la forma de división celular que les produce?

a) {	Mitosporas	Haploides
		Diploides

b) Meiosporas (Haploides)

Para responder a esta cuestión es necesario que repases cada uno de los ciclos biológicos correspondientes a las muestras (es posible que dichos ciclos estén en el fascículo).

¿Todas las estructuras productoras de esporas producen la misma cantidad?

¿Qué relación crees que tenga la anterior pregunta con los mecanismos de:

Reproducción _____

Diseminación _____

Y supervivencia de las especies? _____

¿Las estructuras reproductivas que observaste las pudiste relacionar con los ciclos biológicos de hongos y plantas que están en el contenido teórico de este fascículo?

¿Puedes resolver ahora el problema que inicialmente se planteó al comenzar esta actividad?

En base a estas dos últimas cuestiones elabora una conclusión acerca de la importancia que tiene la reproducción en la perpetuación de las especies.

Nota: Para agilizar y obtener mejor resultado de esta actividad se recomienda al profesor que cada equipo realice uno de los seis experimento planteados y que al final de la práctica el maestro estimule el intercambio de resultados entre ellos con el objeto de llegar a una sola conclusión.

AUTOEVALUACIÓN

Según lo realizado en las actividades de consolidación todas las estructuras de reproducción están relacionadas con ciclos de vida contenidos en la parte teórica del fascículo.

Sin embargo, las estructuras reproductivas que viste en el laboratorio sólo te proporcionan un conocimiento parcial de dichos ciclos, pues te muestran únicamente el aspecto sexual de reproducción de los organismos escogidos para dicha actividad. Es decir, todas las estructuras que observaste son estructuras productoras de esporas, luego la forma de reproducción que analizaste es la esporulación.

Como ya se mencionó en el contenido de este fascículo, las esporas son unidades reproductivas a partir de las cuales se generan directamente nuevos individuos. ¿Qué relación guarda esto con el potencial reproductivo de los organismos que observaste y manejaste en el desarrollo de esta práctica? ¿Cuántas esporas calculas que se producen en cada uno de estos individuos?

Si todos estos individuos están sujetos a la depredación o a las inclemencias del medio ambiente en el cual habitan, ¿Cuál crees que sería el destino de dichos organismos si en lugar de muchas sólo produjeran unas cuantas esporas o ninguna? ¿Qué pasaría si su supervivencia solamente dependiera del aspecto sexual de su existencia?

Pero las esporas no sólo son simples unidades reproductivas, como se ha planteado en el contenido del fascículo, sino formas de resistencia y prolongación de las especies. ¿Cuáles serían las posibilidades de disseminación y conquista de un nuevo hábitat si los organismos que viste produjeran unas cuantas esporas?

Para responder correctamente a los problemas centrales de las Actividades de consolidación, debiste haber efectuado esta reflexión y observar la constante relación que se presenta entre los ciclos biológicos, las estructuras reproductivas y el potencial de reproducción.

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

1. Varias especies de plantas cultivadas, el ser humano las propaga casi exclusivamente (o totalmente) por métodos de reproducción vegetativa (asexual), por medio de estacas de raíz, de tallo, u otros medios del mismo tipo. Realiza una visita a algún lugar en que se cultiven las plantas de esta manera, para fines de ornato, reforestación o alimentación y pide informes sobre los métodos por los que se obtienen tales plantas, si estas producen semillas, si tales semillas son viables, etc. Te sugerimos viveros y campos de cultivos. Elabora un reporte con la información obtenida y discútelo en tu clase con tus compañeros y maestros.
2. Actualmente existen, entre otras, dos empresas dedicadas al cultivo de algunas especies de hongos comestibles, los cuales se venden en el mercado. Hongos Leben, S.A. de C.V., Morelos 62, Cuajimalpa, D.F., y Planta Guadalupe Victoria, Capulhuac, Edo. de México, Tel. 813-11-67.

Te sugerimos que realices una visita a plantas de este tipo y pidas informes respecto de la metodología para su cultivo. Investiga cuál es el origen de las diferentes especies de hongos que se expenden en mercados y supermercados. Con la información recabada elabora un reporte al respecto.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CURTIS, Helena: Biología. Ed. Omega, Barcelona, 1972.

DELEVORYAS: Diversificación vegetal.

EHRlich, Holm y Soule: Introducción a la Biología. McGraw-Hill, México.

FRIED, George H.: Biología. McGraw-Hill, México, 1990.

NASON: Biología. Ed. Limusa, México, 1978.

NELSON y Robinson: Conceptos fundamentales de la Biología. Ed. Limusa, México, 1977.

ORAM, Hummer y Scott: Biología – Sistemas Vivientes. Ed. CECSA, México, 1979.

OTTO, J. H., y A. Towle: Biología Moderna. Ed. Interamericana, México, 1988.

OXEHORN, Joseph M.: Biología. Publicaciones Cultural, México, 1979.

WEISZ, Paul B.: La Ciencia de la Biología. Ed. Omega, Barcelona.