

## Centro Escolar Profesor Daniel Cordón Salguero

Tercer ciclo turno: tarde 9 ° grado Sección C y D Docente: Rubén Tobar

Asignatura: Ciencia Salud y Medio ambiente Guía de trabajo # 8 Tercer trimestre

**Unidad 9: El mundo de los genes Fecha de entrega: 31 de agosto 2020**

Nombre del/la estudiante: \_\_\_\_\_

**Indicación general:** Lee, analiza y desarrolla la siguiente guía de trabajo correspondiente a la unidad 9, la debes desarrollar en un archivo de texto (Word) o la desarrollas en tu cuaderno y le tomas fotografías a cada página desarrollada como imagen y **luego la envías con su respectiva portada al siguiente correo: [tobaronline@gmail.com](mailto:tobaronline@gmail.com)** , también puedes ingresar la página de Facebook: <https://www.facebook.com/cienciatobarc.e.salguero> ,donde te puedes comunicar si tienes alguna duda, para estar en contacto y darle seguimiento al desarrollo de las actividades.

**Para desarrollar la presente guía debes de ver y comprender cada uno de los videos propuestos, así como, leer y analizar el material de apoyo, que se encuentra después de la guía de trabajo.**

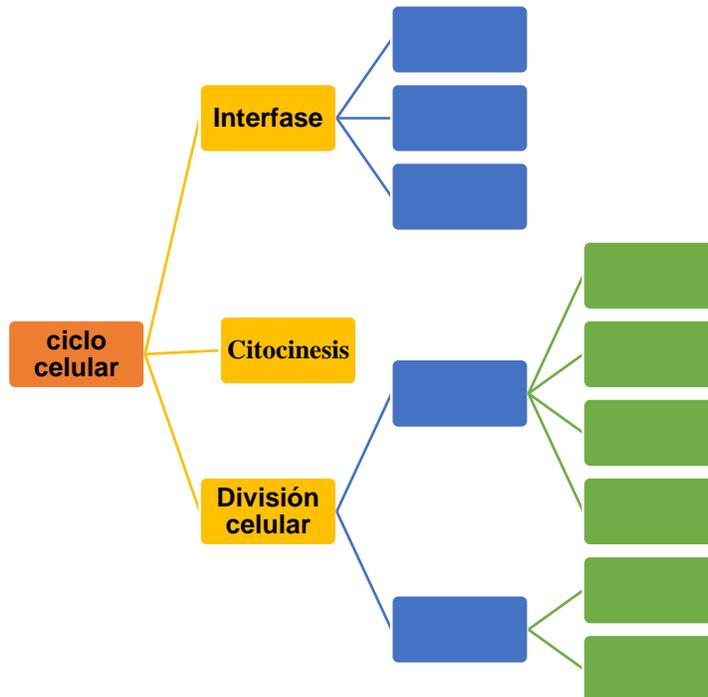
	<b>Indicadores de logro</b>
<b>U n i d a d 9</b>	9.2 Compara y representa con creatividad las fases de la mitosis y la meiosis en el proceso de división celular.
	9.3 Identifica y describe con interés las diferencias entre los organismos homocigóticos y los heterocigóticos por la presencia de sus tipos de alelos.
	9.4 Explica claramente y con interés la diferencia entre fenotipo y genotipo como el conjunto de genes que informan sobre las características de un ser vivo y el conjunto de caracteres observables en un organismo.
	9.5 Resuelve con interés problemas de cruces híbridos y explica cada una de las leyes de Mendel.
	9.7 Representa y explica con responsabilidad la estructura del ADN propuesta por Watson y Crick y la importancia genética en el ser humano.
	9.8 Explica con seguridad las características y función de los cromosomas, genes y código genético.
	9.10 Representa y describe con objetividad y curiosidad las diferencias y ventajas de la reproducción sexual y asexual en los seres vivos.
	9.11 Explica con seguridad, valorando las diferentes aplicaciones de la Ingeniería Genética en la vida de los seres vivos.
	9.13 Describe con curiosidad e interés algunas enfermedades relacionadas con ciertas fallas genéticas como el síndrome de Down, el síndrome de Alzheimer, fibrosis quística o la leucemia linfocítica, y otras.

## Videos a observar para desarrollar la guía de trabajo.

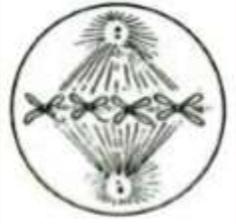
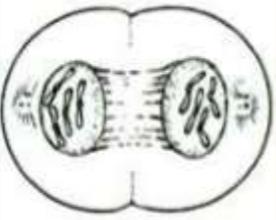
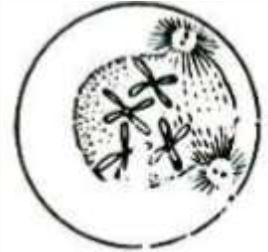
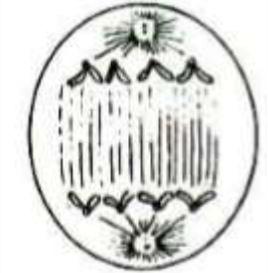
- 1- Ciclo celular: la mitosis <https://www.youtube.com/watch?v=n8lxbZCE8t4>
- 2- División celular: la Meiosis <https://www.youtube.com/watch?v=eOxrPr7XH9k>
- 3- Conceptos básicos de genética: cruces <https://www.youtube.com/watch?v=0yHqDWe8Zeg>
- 4- Las leyes de Mendel, cuadro de Punnett paso a paso <https://www.youtube.com/watch?v=LXXK2l1pdv8>
- 5- Cruces monohíbridos <https://www.youtube.com/watch?v=aQhBi4Iyay4>
- 6- Leyes de Mendel y cuadro de Punnett [https://www.youtube.com/watch?v=\\_DViohu7BN4](https://www.youtube.com/watch?v=_DViohu7BN4)
- 7- ¿Qué es ADN, gen, alelos, cromatina, cromosoma y locus? <https://www.youtube.com/watch?v=VqA7zbAezxI>
- 8- Formas de reproducción asexual <https://www.youtube.com/watch?v=g64j5GbjUM>
- 9- El ciclo de vida de musgos y helechos. <https://www.youtube.com/watch?v=3TgTv4x4wHk>

## Desarrollo de actividades

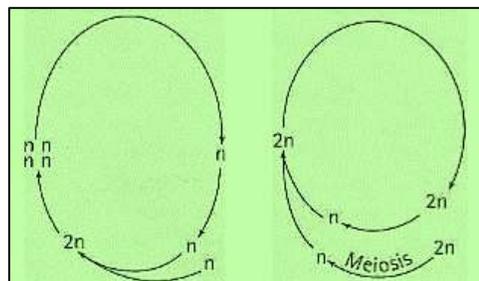
- 1- Completa el siguiente mapa conceptual sobre el ciclo celular de una célula Eucariota. (5%)



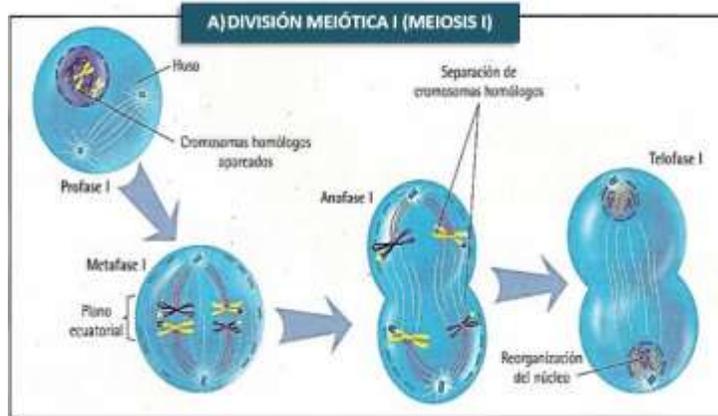
2- Reconoce las fases de la MITOSIS en el siguiente cuadro. Enumera el orden correcto en que se producen, escribe el nombre de cada fase y que cambios se producen en cada caso. (5%)

ESQUEMA	ORDEN	FASE	DESCRIPCIÓN
			
			
			
			

3- Observa los ciclos que se representan a continuación y escribe si se refieren a un ser de ciclo diploide o a un ser de ciclo haploide. (5%)

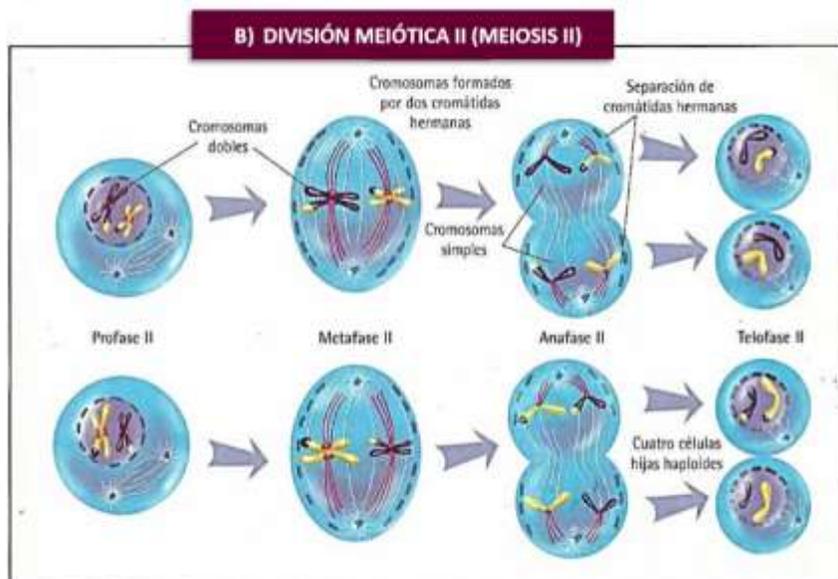


**4- Describe lo que sucede en cada etapa de la meiosis I. (5%)**



Profase I	Metafase I	Anafase I	Telofase I

**5- Describe lo que sucede en cada etapa de la meiosis II. (5%)**



Profase II	Metafase II	Anafase II	Telofase II

6- Completa el cuadro comparativo que se presenta a continuación sobre la mitosis y meiosis. (5%)

Criterio	Meiosis	Mitosis
Número de divisiones nucleares		
Cantidad de células que se producen		
Dotación cromosómica de las células hijas (diploides/haploides)		
Tipo de células que producen.(somáticas /gametos)		
Etapas del proceso		

7- Completa el siguiente cuadro identificando y escribiendo el nombre de cada una de las leyes de Mendel y sus características. (5%)

Nombre	imagen	Características

**8- Contesta las siguientes preguntas relacionadas a cada una de las tres leyes de Mendel sobre la genética. (5%)**

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Primera ley de Mendel</b></p> <p><b>1. ¿Qué significa línea pura?</b></p> <p><b>2- Cuando se cruzan dos razas puras, ¿cómo son sus descendientes</b></p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Segunda ley de Mendel</b></p> <p><b>1-¿A qué se llama generación híbrida?</b></p> <p><b>2-¿En qué porcentaje se presentan los genotipos y en qué porcentaje los fenotipos?</b></p> <p><b>3-¿Qué son alelos y qué son gametos?</b></p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Tercera ley de Mendel</b></p> <p><b>1-¿En qué proporción resultan los fenotipos?</b></p> <p><b>2- ¿A qué se denomina "autofecundación" ?</b></p>
--	---	--

**9- Realiza los siguientes ejercicios, donde aplicarás las leyes de Mendel. (Ley de la uniformidad o dominancia, Ley de la segregación o disyunción de caracteres, Ley de la independencia de caracteres) (10%)**

**A- Si una planta es homocigótica de tallo alto (AA) y se cruza con una homocigótica recesiva de tallo enano (aa), sabiendo que el tallo alto es dominante sobre el tallo enano, ¿Cómo serán los genotipos y fenotipos de la F1 y de la F2? Representa ambos cruces en cuadros de Punnett para la f1 y f2; sustenta cada una de las leyes de Mendel. Indica los porcentajes de individuos obtenidos y las características genotípicas y fenotípicas para cada caso.**

♂	F1	♀
○	X	○

♀	♂		
Fenotípicamente? Genotípicamente? Relación en %? Ley?			

♂	F2	♀
○	X	○

♀	♂		
Fenotípicamente ? Genotípicamente? Relación en %? Ley?			

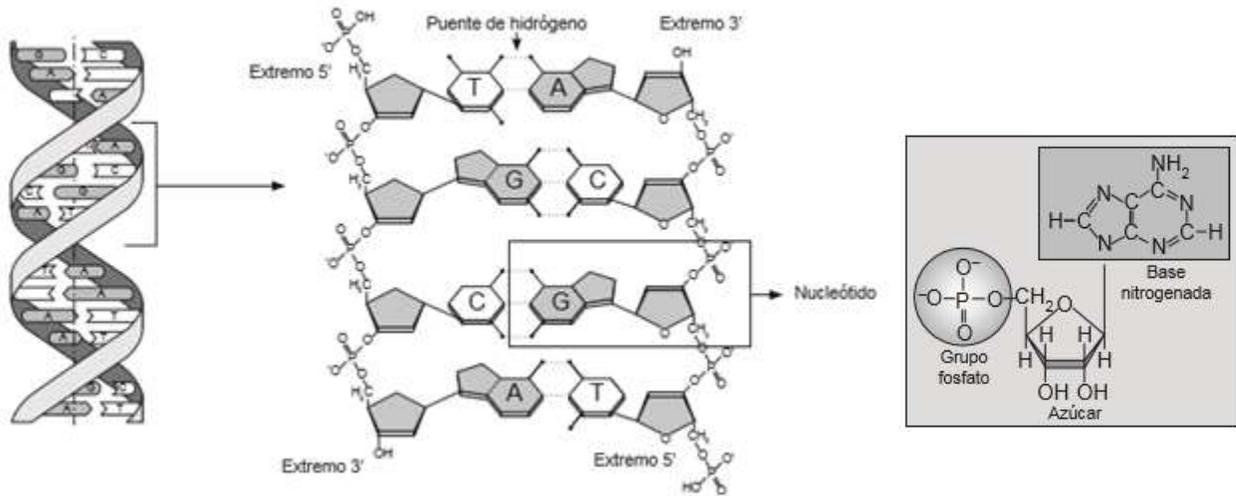
**B-Se cruza un perro negro (NN) y alto (AA) con uno blanco (nn) y enano (aa); para la F1 se obtuvo que el 100% de los perros salieron negros y altos, por la dominancia del color negro y alto sobre el blanco y enano, mostrando unos gametos: NnAa.**

F2  
NnAa x NnAa

♀	♂				

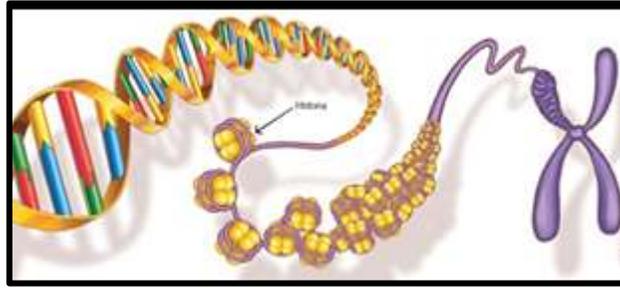
Fenotipos?
Genotipos?
Relación? Ley?

**10-Lee y analiza lo siguiente, para que a continuación completes las preguntas. La molécula de ADN está conformada por pequeñas unidades denominadas nucleótidos, los cuales interactúan entre sí para conformar una doble hélice de ADN, las bases nitrogenadas: Adenina(A) y timina(T), interactúan entre sí a través de dos puentes de hidrógeno, mientras que la Citosina(C) y la Guanina(G), lo hacen por medio de tres puentes de hidrógeno. (10%)**



- A- ¿Qué nombre recibe la estructura básica del ADN?
- B- ¿Cuántas cadenas o hebras presenta el ADN?
- C- ¿Cuáles son los componentes de un nucleótido?
- D- ¿qué nombre recibe el Azúcar que presenta el ADN?
- E- ¿Cuáles son las bases nitrogenadas que se enlazan a través de dos puentes de hidrógeno?
- F- ¿Cuáles son las bases nitrogenadas que se enlazan a través de tres puentes de hidrógeno?

11-La información genética contenida en el ADN se encuentra codificada en los genes. (5%)



¿Cuál es la relación existente entre el ADN, los genes, la cromatina y los cromosomas?

12- La mayoría de los animales invertebrados se reproducen asexualmente. Relacione los siguientes términos y sus dibujos, uniéndolos correctamente. (5%)

COLUMNA A

SE REPRODUCE  
ASEXUALMENTE  
POR GEMACIÓN

SE REPRODUCE  
ASEXUALMENTE  
POR  
FRAGMENTACIÓN

SE REPRODUCE  
ASEXUALMENTE  
POR  
PARTENOGENÉNESIS

COLUMNA B



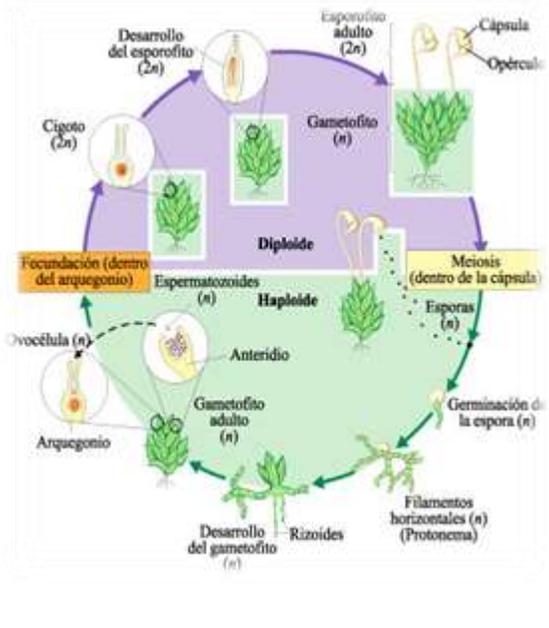
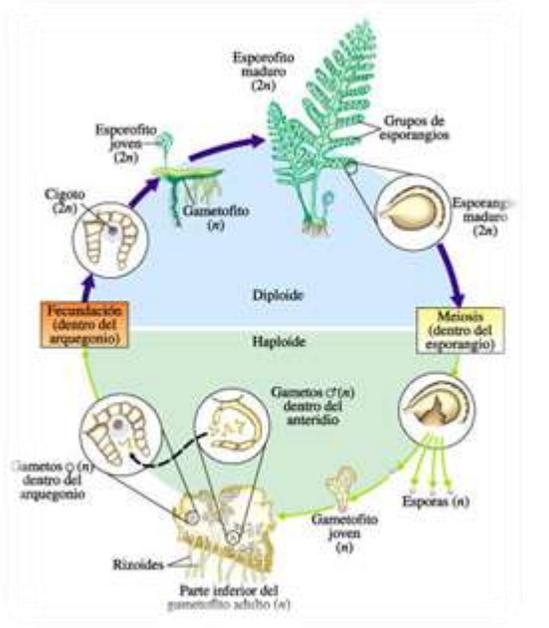
COLUMNA C

El individuo se desarrolla a partir de un óvulo sin fecundar.

A partir de fragmentos de un organismo adulto, se regeneran organismos nuevos

Ocurre cuando en la superficie del progenitor se genera un abultamiento o yema, la cual crece y madura hasta convertirse en un ser independiente o se queda unida a él.

13- Completa la siguiente tabla explicando las etapas de la alternancia de generaciones presente en los musgos y helechos. (10%)

Ciclo de vida de los musgos	Ciclo de vida de los helechos
	
<b>Fase Haploide (n)</b>	<b>Fase haploide (n)</b>
<b>Fase Diploide (2n)</b>	<b>Fase Diploide (2n)</b>

14- Después de ver los siguientes videos sobre el ciclo de vida de las gimnospermas y las angiospermas, complete la siguiente tabla explicando el proceso de reproducción sexual. (10%)

Ciclo de vida de las angiospermas <https://www.youtube.com/watch?v=kygNn6yIbbk>

Ciclo de vida de las gimnospermas(pino) <https://www.youtube.com/watch?v=6tp4r-5zUNY>

Ciclo de vida de las Gimnospermas	Ciclo de vida de las Angiospermas

15- Después de ver el siguiente video sobre, Biotecnología: sus técnicas y aplicaciones <https://www.youtube.com/watch?v=CMHhNjCC3KE>

Contesta las siguientes preguntas: (10%)

- A- ¿Qué es la biotecnología?
- B- ¿Que disciplinas intervienen en la biotecnología?
- C- ¿En qué consisten la técnica de las mutaciones inducidas y su aplicación?
- D- ¿En qué consisten la técnica de transgénesis y su aplicación?
- E- ¿En qué consiste la técnica germoplasma o genomas y su aplicación?
- F- ¿En qué consiste la clonación y su aplicación?

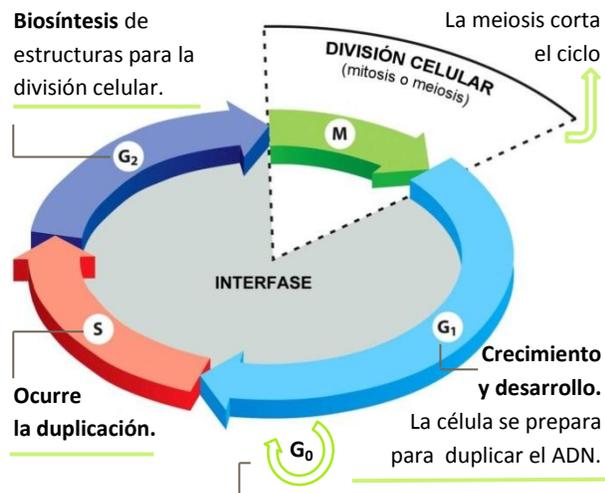
## EL CICLO CELULAR

Es la secuencia de etapas durante el desarrollo de la célula que culmina cuando el material genético se distribuye en células hijas durante la división.

En eucariotas, el ciclo celular consiste de dos períodos básicos: la **interfase** y la **división celular** (o *Fase M*), para su estudio ambos se dividen en fases o momentos estudiados a continuación.

### Interfase

Es el conjunto ordenado de sucesos metabólicos que conducen al crecimiento y la división celular. Se compone de tres fases llamadas:  $G_1$ , S y  $G_2$ ; las cuales, al juntarse con la *Fase M* (división), forman el *ciclo celular* (Fig. 15).



La  $G_0$  es la etapa cuando la célula no se prepara para una división celular. Es un estado estable donde la célula mantiene su tamaño.

Figura 15. Eventos que componen el ciclo celular eucariota.

### DIVISIÓN CELULAR: LA FASE M

Es el proceso donde una célula "madre" origina a dos o más células "hijas", distribuyendo su material genético. En los eucariotas, el proceso común de distribución genética es la **mitosis**, mientras que en procariotas es la **fisión binaria**. Ambos anteceden a la formación de dos células idénticas.

**División y reproducción.** La reproducción es la capacidad de los sistemas vivos para autoperpetuarse, o sea el proceso biológico de

crear nuevos seres vivos semejantes debido a la transferencia de su material genético. Ya que las células se perpetúan a través de la división, esta se conoce también como **reproducción celular**. En efecto, todas las especies unicelulares se reproducen por división celular. En las especies multicelulares, la división celular no solo es indispensable para reproducirse sino también para su crecimiento, desarrollo y regeneración.

Para que la reproducción celular tenga éxito, son necesarios tres sucesos básicos:

- La información genética debe ser copiada.
- Ambas copias genéticas deben separarse.
- La célula debe dividirse.

Independiente del nivel de organización, existen dos tipos básicos de reproducción: *asexual* y *sexual*. En la reproducción asexual, un individuo o progenitor origina a otro(s) genéticamente idéntico(s); mientras que en la sexual, dos individuos conjugan su material genético para dar origen a una descendencia semejante. Las bases celulares de estos procesos radican en la forma de cómo se distribuye el material genético, que en eucariotas puede darse de dos maneras básicas: *la mitosis* o *la meiosis*.

### MITOSIS

La mitosis es el proceso por el cual una célula eucariota separa los cromosomas de su núcleo en dos juegos idénticos para distribuirlos en dos núcleos distintos. El rompimiento nuclear para formar dos nuevos núcleos se llama **cariocinesis** y ocurre inmediatamente antes de la división del citoplasma o **citocinesis**. Estos eventos sucesivos constituyen la *división celular mitótica* (Fase M).

La división mitótica es la forma de reproducción asexual de eucariotas, en ella se conservan los organelos y la información genética de la célula progenitora. El proceso puede dividirse en cuatro fases sucesivas: *profase*, *metafase*, *anafase* y *telofase* (Fig. 16).

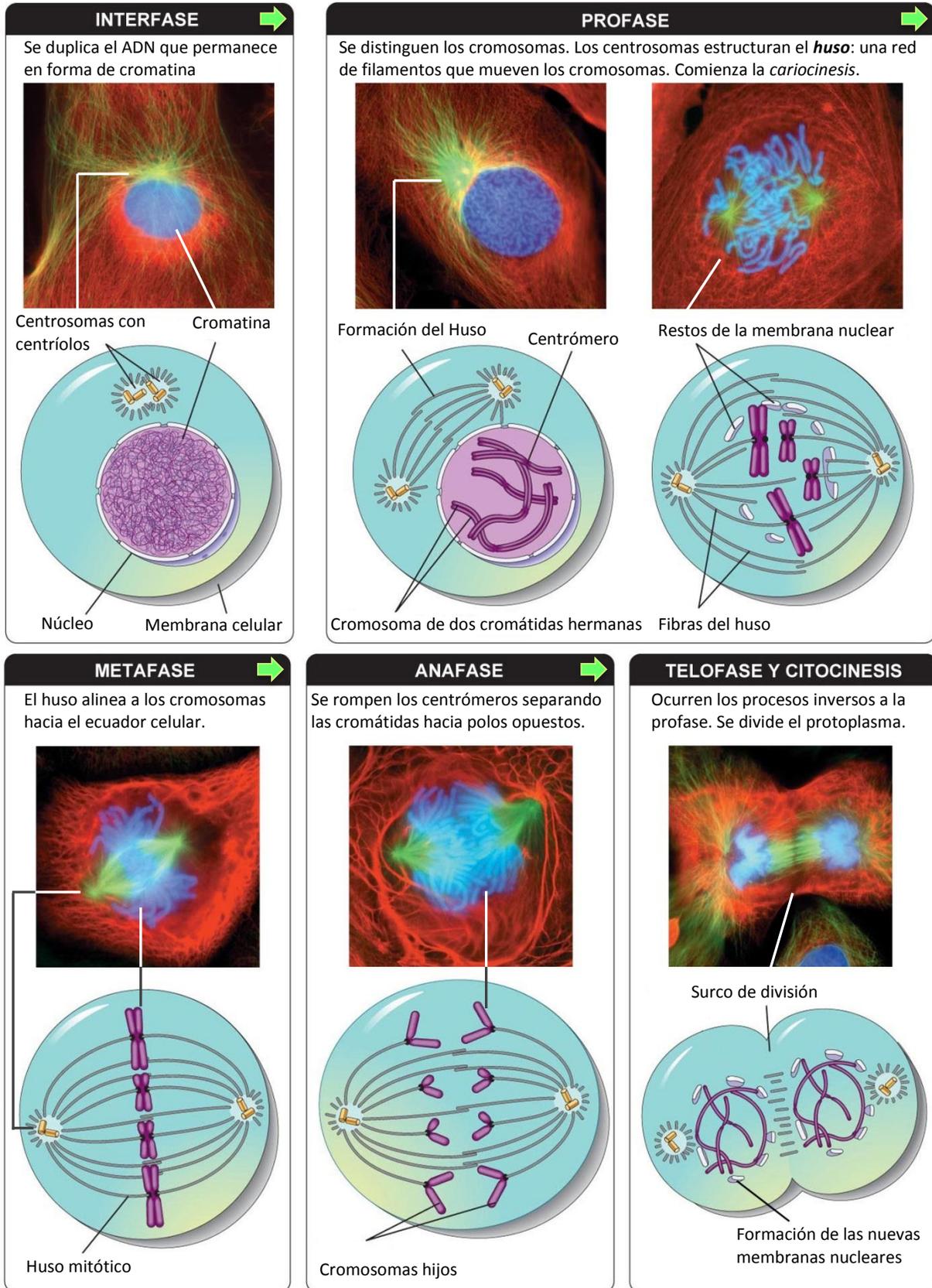


Figura 16. Secuencia de fases y eventos en la división mitótica en una célula animal. Se muestran micrografías y esquemas. Los centrosomas son organelos no membranosos formados por estructuras proteicas que organizan el citoesqueleto (Lección 1).

**MEIOSIS**

Es el proceso por el cual una célula eucariota diploide ( $2n$ ), recombina la información genética de sus cromosomas para luego distribuirlos en cuatro células hijas haploides ( $n$ ) distintas de la madre. Para reducir el número cromosómico, la meiosis consiste de dos divisiones sucesivas: **meiosis I y meiosis II**.

La *división meiótica* es indispensable para la reproducción sexual de todos los organismos multicelulares y de ciertos eucariotas unicelulares, ya que es el proceso responsable de la formación de células reproductivas o **gametos** (espermatozoides y óvulos) que son  $n$ . De esta manera, la meiosis tiene dos funciones básicas: *promover la variabilidad genética y mantener constante el número de cromosomas de la especie* (usualmente  $2n$ ).

Aun cuando las estructuras formadas durante la división son similares a la mitosis y cada una se divide en cuatro fases con el mismo nombre de su equivalente mitótico, la meiosis es un proceso radicalmente distinto de la mitosis (Tabla 1).

La *meiosis I* es también llamada *reduccional* porque en ella se divide a la mitad el número de cromosomas; es especialmente importante la *profase I*, donde los *pares homólogos* se unen (*sinapsis*) formando grupos de cuatro cromátidas o *tétradas* conectadas por puntos llamados *quiasmas* donde ocurre el *entrecruzamiento*: las cromátidas intercambian fragmentos de ADN, duplicando la variabilidad génica, a esto se llama *recombinación* (Fig. 17). La *meiosis II* es *ecuacional*, porque el número de cromosomas se mantiene como en la mitosis (Fig. 18). El proceso de división se detalla a continuación.

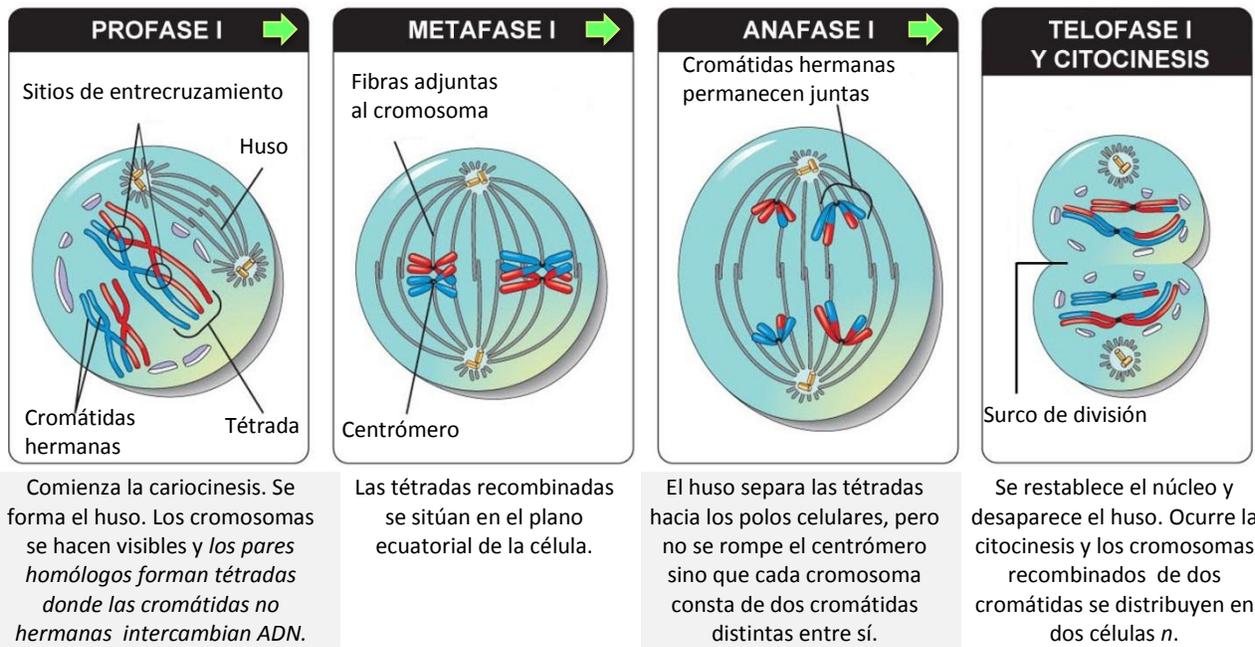


Figura 17. Meiosis I en una célula animal: en esta división ocurre la recombinación genética y las células resultantes son  $n$  con su material genético duplicado, porque cada uno de los cromosomas de su único juego consta de 2 cromátidas.

Tabla 1. Diferencias entre mitosis y meiosis

MITOSIS	MEIOSIS
División única (dos células hijas).	Dos divisiones celulares (cuatro células hijas).
El número de cromosomas se mantiene.	El número de cromosomas se reduce a la mitad.
Las células hijas son genéticamente idénticas a la madre.	Existe recombinación genética: las células hijas son diferentes entre sí y a la madre.
Base de la reproducción asexual.	Base de la reproducción sexual.

La *meiosis II* ocurre de manera similar a la mitosis, con la diferencia de que ambas células provenientes de *meiosis I* son  $n$  y que el material genético de las cromátidas hermanas es distinto entre sí debido al entrecruzamiento.

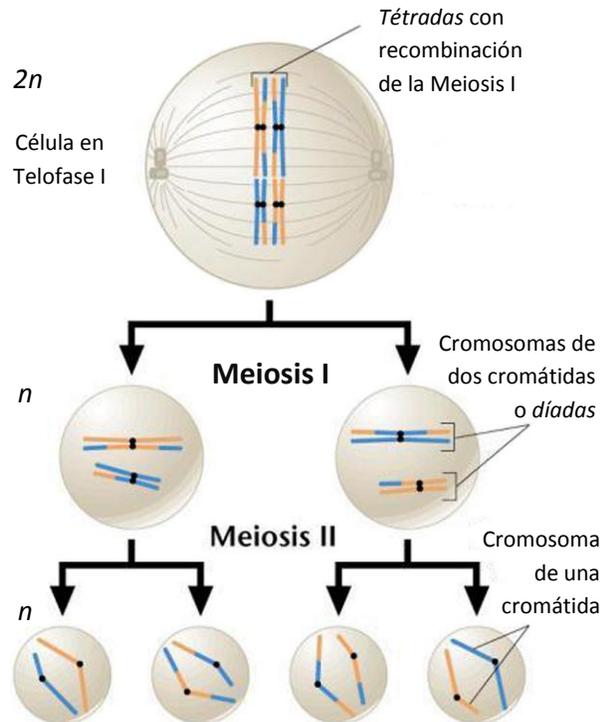


Figura 18. Relación entre *meiosis I* y *II*. La *meiosis II* ocurre con un proceso idéntico a la mitosis, pero las células resultantes son genéticamente distintas.

La diploidía ( $2n$ ) es en sí misma el resultado de la reproducción sexual, puesto que los pares homólogos se constituyen de un cromosoma que proviene de cada progenitor, aislado mediante la meiosis. Esto significa que en los organismos  $2n$  existen también células  $n$ , así se distinguen dos tipos de células: **somáticas** y **germinales**.

Las *células somáticas* son las que conforman los tejidos corporales y son  $2n$ ; mientras que las *células germinales* constituyen los gametos, son  $n$  y genéticamente distintas a las *somáticas*.

### Alternancia de Fases

Es el conjunto de eventos cíclicos que permiten a los eucariotas de reproducción sexual pasar del estado diploide ( $2n$ ) a haploide ( $n$ ) y viceversa. En los animales, típicamente  $2n$ , la alternancia de

fases es *gamética*, puesto que solo los gametos son  $n$  y a través de la fecundación (fusión de gametos) surge un individuo multicelular  $2n$ . Por otra parte, cuando la misma especie presenta dos estadios multicelulares con fases  $n$  y  $2n$ , existe una *Alternancia de Generaciones*, ya que para volver a la fase  $2n$  es necesario que dos sujetos  $n$  se reproduzcan.

### LA HERENCIA

Es el proceso por el cual una célula o individuo descendiente adquiere las características de una célula o individuo(s) progenitor(es). En términos biológicos, es la *transmisión de material genético nuclear que codifica características anatómicas, fisiológicas, metabólicas o conductuales de un ser vivo a sus descendientes*.

Actualmente, el estudio de la transmisión genética o herencia es llamado *genética clásica* e incluye también el análisis de relación entre cromosomas y herencia, a esto se le llama *Teoría Cromosómica de la Herencia*, compuesta de tres postulados básicos:

- Los genes están situados en los cromosomas.
- Los genes están dispuestos linealmente en los cromosomas.
- La recombinación de los genes se corresponde con el intercambio de segmentos cromosómicos (entrecruzamiento).

**Conceptos de la herencia.** En genética, la escala de trabajo precisa distintos conceptos. Hasta ahora, se ha definido el gen desde su perspectiva estructural (molecular); no obstante, para el estudio de la herencia, se refiere al gen desde su perspectiva funcional, siendo este *un factor hereditario (región de ADN) que ayuda a determinar una característica*. Los genes vienen en diferentes versiones (dos o más) denominadas **alelos**. Todos los alelos de un gen particular se encuentran en una región específica del cromosoma llamada **locus** del gen (Fig. 20).

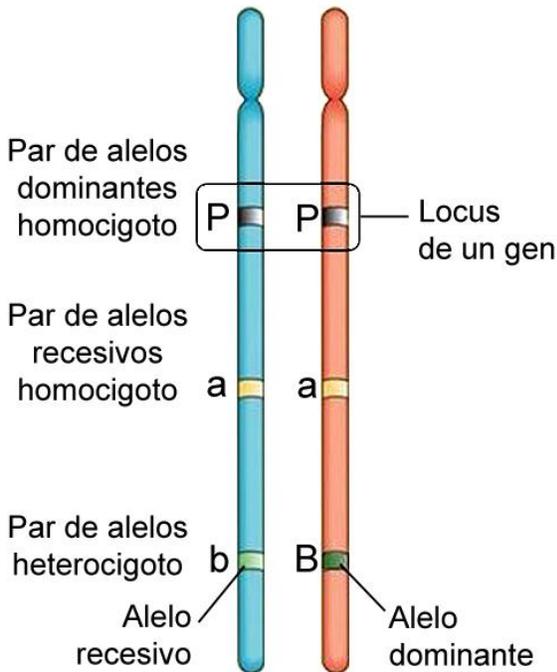


Figura 20. Representación de los alelos (forma de un gen) en cromosomas homólogos de una cromátida.

El **genotipo** es el conjunto de *alelos* que posee un individuo. Un organismo  $2n$  que posee dos *alelos* idénticos es **homocigoto** para ese *locus*; mientras que un organismo  $2n$  que posee dos *alelos* distintos es **heterocigoto** para ese *locus*.

El **fenotipo** es la manifestación o apariencia de una característica, esta puede ser física, fisiológica, bioquímica o conductual. Así por ejemplo, que una planta tenga semillas lisas es un *fenotipo*. Un *fenotipo* dado proviene de un *genotipo* que se desarrolla en un ambiente particular. El *genotipo* determina el potencial de desarrollo colocando ciertos límites. La manera como el *fenotipo* se desarrolla a través de esos límites es determinado por el efecto de otros genes y de factores ambientales, y la influencia es distinta en cada característica; como ejemplo, tener cabello liso o rizado depende fuertemente de los genes, pero la estatura depende en gran medida de factores externos como la nutrición, aunque los genes aún imponen ciertos límites ya que no hay personas de 5 m de altura.

## CRUCES MENDELIANOS

### Cruce Monohíbrido

Aunque antes de *Mendel* ya se habían realizado experimentos de hibridación en vegetales, la efectividad del análisis hereditario en los cruces mendelianos se debió a ciertas características:

- Las plantas *P. sativum* son fáciles de cultivar, crecen y se reproducen muy rápido, lo que facilita observar varias generaciones.
- Estas plantas producen muchos descendientes, permitiendo un análisis matemático significativo de la relación entre características.
- *Mendel* escogió plantas de variedades puras, cuyo *fenotipo* era fácilmente rastreado.
- Al hacer los cruces, centró su atención en siete características con sólo dos rasgos posibles, en lugar de un rango. Esto supone que los genes se presentaban en sólo dos alelos (Fig. 21).
- *Mendel* no se limitó a describir, sino que infirió.

SEMILLA		FLOR	VAINA		TALLO	
Forma	Cotiledones	Color	Forma	Color	Lugar	Tamaño
Gris y Redondo	Amarillo	Blanco	Lleno	Amarillo	Vainas axiales	Largo (~3 m.)
Blanco y Arugado	Verde	Violeta	Constreñido	Verde	Vainas terminales	Corto (~30 cm.)
1	2	3	4	5	6	7

Figura 21. Características escogidas por Mendel.

Los experimentos de *Mendel* iniciaron con el *cruce monohíbrido*: Aquel que se realiza entre padres que difieren en una característica única. *Mendel* cruzó dos plantas *homocigóticas*, una con semilla amarilla y otra con semilla verde. Luego observó cómo la descendencia mostraba sólo un *fenotipo*: semillas amarillas (Fig. 22). *Mendel* repitió el experimento con los demás rasgos, obteniendo un resultado común: sólo se mostraba un *fenotipo* de dos posibles.

Esta primera generación de un cruce se llama Parental (**P**) y su descendencia es la Filial 1 (**F<sub>1</sub>**). Pero *Mendel* además realizó cruces entre los

descendientes (la  $F_1$ ), obteniendo una Filial 2 ( $F_2$ ) y observó que en esta sólo el 25% de los especímenes mostraba la característica perdida en la  $F_1$  (semilla verde), mientras que el 75% mantenía el fenotipo de la  $F_1$  (semilla amarilla).

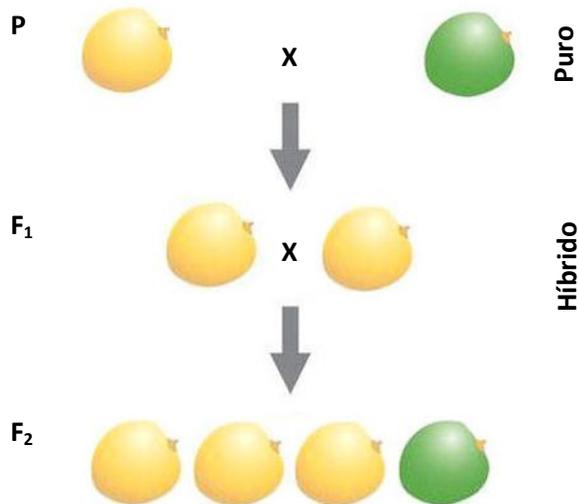


Figura 22. Observaciones de Mendel en los cruces monohíbridos.

Mendel llamó al fenotipo persistente (semilla amarilla) como **dominante** y al que se mostraba hasta la  $F_2$  (semilla verde) como **recesivo**. Ahora se conoce que estas son dos formas *alélicas* de un mismo gen. Algunos alelos *tienen la capacidad enmascarar a otros*, esto se llama **dominancia**.

Repitiendo este experimento con otros rasgos, Mendel planteó sus primeras dos leyes:

**1ª Ley de Mendel: Ley de la Uniformidad.**

*“Si se cruzan dos variedades puras para un determinado carácter, los descendientes serán fenotípica y genotípicamente iguales entre sí, y fenotípicamente iguales a uno de los progenitores”.*

**2ª Ley de Mendel: Ley de la Segregación.**

*“Durante la formación de los gametos, cada alelo de un par se separa del otro para determinar la constitución genética del gameto filial”.*

**Explicación.** En organismos  $2n$ , cada alelo de un par se ubica en un sitio específico de cromátidas distintas: el *locus* (Fig. 20), por lo que se separan durante la meiosis al formar gametos (Fig. 23). *Si la variedad es pura, sólo posee una forma alélica del gen en ambas cromátidas*, entonces es homocigoto *puesto que todos sus gametos tendrán el mismo alelo*.

Cuando los gametos de ambas variedades puras se fusionan ( $F_1$ ), *todos los descendientes poseen las dos formas alélicas de éstas*, una en cada par homólogo compartiendo el *locus*, pero el fenotipo exhibe solo un alelo: el *dominante*. *Sólo basta un alelo dominante para que éste se exprese, pero un alelo recesivo sólo se expresa cuando no comparte locus con uno dominante*.

Estos nuevos individuos no puros ( $F_1$ ) se llaman *híbridos*, y son **heterocigotos**, ya que su proceso meiótico distribuirá ambos alelos en dos tipos distintos de gametos. Si los híbridos se cruzan entre ellos existen tres posibles combinaciones genotípicas para la  $F_2$ : homocigoto dominante, heterocigoto y homocigoto recesivo (Fig. 24).

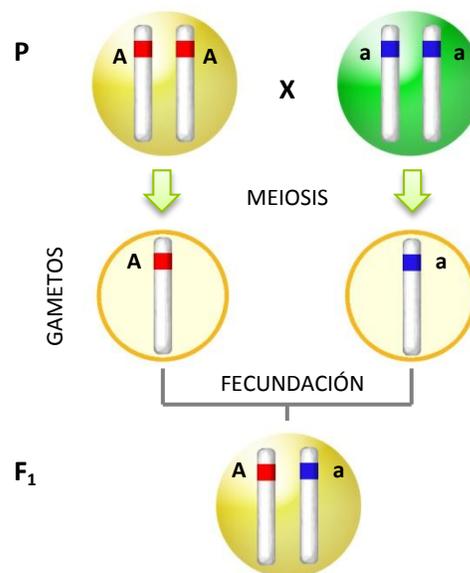


Figura 23. Bases de la 1ª Ley de Mendel. Los alelos (fragmento coloreado del cromosoma) se segregan en la meiosis y se combinan en la fecundación. Como las plantas son de variedades puras producen un solo tipo de gametos. A = dominante, a = recesivo.

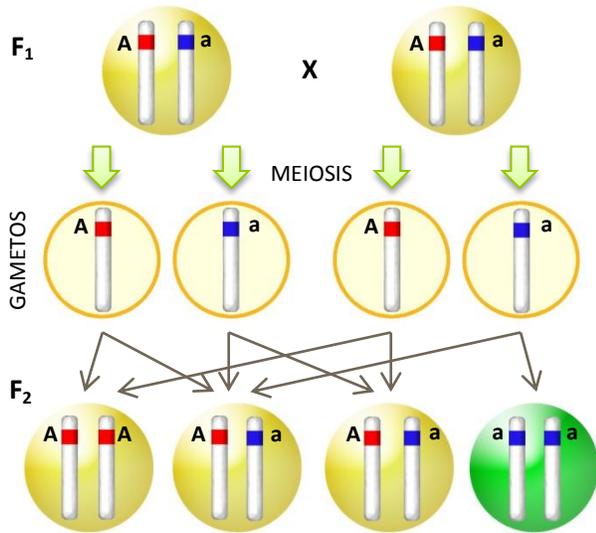


Figura 24. Bases de la 2ª Ley de Mendel. Cada progenitor de la F<sub>2</sub> puede generar dos tipos de gametos, cada uno conteniendo una forma alélica. Los cruces posibles brindan tres genotipos y dos fenotipos.

Sólo en la segunda generación de un *cruce monohíbrido* puede presentarse el fenotipo recesivo, con un 25% de probabilidad. El resto de descendientes tendrá el rasgo dominante, esta es una *razón de 3:1* (Figs. 22 y 24).

**Notación en los cruces y predicción**

Usualmente los cruces se presentan en un *Cuadro de Punnett*, que permite observar todas las combinaciones posibles de uno o más alelos maternos con los paternos. Esto a su vez ayuda a determinar la probabilidad de un genotipo y fenotipo en particular. Por convención, los alelos *dominantes* se representan por letras mayúsculas y los *recesivos* por minúsculas (Tabla 2).

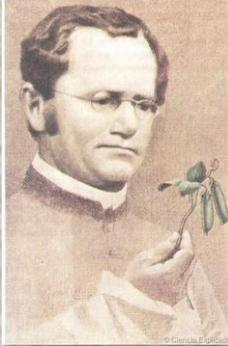
Tabla 2. Cuadro de Punnett para un cruce monohíbrido.

		Progenitores		
		A	a	
Paterno	Materno A	AA	Aa	Genotipos posibles
	Materno a	Aa	aa	

Cruce monohíbrido, segunda generación entre guisantes con: **A** = Semillas amarillas, y **a** = Semillas verdes. Como el espacio se divide en 4 campos, las probabilidades de cada genotipo para la descendencia son:

- 25% de individuos homocigotos dominantes
- 50% de individuos heterocigotos
- 25% de individuos homocigoto recesivo

Como se observa en la tabla 2, antes de iniciar el *cuadro de Punnett* es necesario determinar los gametos posibles entre cada progenitor debido. Así es posible “predecir” el genotipo.



**Notas de Mendel**

*Johann Mendel* nació en 1822 en territorio de la actual República Checa. Hijo de granjeros, aprendió de su padre a cultivar y realizar injertos.

Tuvo acceso a educación gracias a su admisión en un monasterio, de donde se ordenó como sacerdote y al hacerlo obtuvo el nombre de *Gregor Mendel*.

Ejerció la docencia y así fue recomendado para ingresar a la Universidad de Viena, donde aprendió química, matemática, botánica, fisiología vegetal, etc.

Condujo sus experimentos durante más de ocho años y presentó sus conclusiones en 1865. Siendo ignoradas por la comunidad científica, estas permanecieron en el olvido por casi cuarenta años.

El propio Charles Darwin no tuvo conocimiento de los trabajos de Mendel, siendo la genética la principal omisión en su teoría de la evolución.

Mendel fue electo abad de su monasterio y poco a poco se olvidó de la genética y la docencia. Murió en 1884 sin ser reconocido por su aporte.

Para corroborar un genotipo a partir del fenotipo, *Mendel* realizó *Cruces de Prueba*; esto es posible conociendo la *dominancia* y el *genotipo* de un progenitor. Por ejemplo, *Mendel* determinó que el tallo largo (T) era dominante sobre el tallo corto (t), pero entonces *¿cómo podía corroborar que las plantas de tallo largo eran homocigotas?* *Mendel* las cruzó con un recesivo (Tabla 3).

Tabla 3. Cuadro de Punnett para un cruce monohíbrido entre homocigoto recesivo y posible heterocigoto (prueba).

		Materno	
		T	t
Paterno	t	Tt	tt
	t	Tt	tt

El padre es homocigoto pues es recesivo (tt), produce sólo gametos t. Si la madre es heterocigoto, producirá gametos T y t, y habrá 50% de probabilidad de plantas F1 tallo bajo. Como se esperaba, *Mendel* obtuvo un FENOTIPO: 50% tallo largo y 50% tallo corto.

**ACTIVIDAD 1. (Tiempo: 30 minutos)**

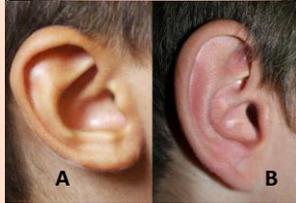
**¿SOMOS DOMINANTES O RECESIVOS?**

Existen varios rasgos anatómicos en los seres humanos que son determinados por un gen de dos formas alélicas. Con esta actividad, observando el fenotipo, se podrá analizar los posibles genotipos de los estudiantes.

**Procedimiento:** Divida a los estudiantes en grupos de cuatro a ocho integrantes. Pida que se observen las siguientes características y anoten su ocurrencia:



**Pico de viuda.**  
Su presencia es dominante y la ausencia es recesiva.



**Lóbulo de la oreja.**  
Si cuelga libre es dominante (A), pero si está adherido por la base de la mandíbula de forma indirecta (B), es recesivo.



**Pecas.**  
La presencia de pecas es dominante y su ausencia es recesiva.



**Campanances.**  
La presencia de campanances en las mejillas es dominante. Su ausencia es recesiva.



**Enrollamiento de la lengua.**  
La capacidad de hacerlo es dominante.

Cuando hayan terminado interroga: ¿por qué no todos tienen los mismos rasgos? ¿Qué significa esto? ¿Qué podemos inferir de nuestro genotipo?

Las personas que son recesivas para una característica son homocigóticas, pero las dominantes pueden ser tanto heterocigóticas como homocigóticas. Puede pedir que analicen los rasgos de sus familias:

Si ambos padres presentan un rasgo dominante común, pero el alumno o uno de sus hermanos presenta un rasgo recesivo, los padres son heterocigoto. Si un padre es recesivo y otro dominante para un rasgo común, pero el alumno o uno de sus hermanos es recesivo en ese rasgo, entonces el padre dominante es heterocigoto.

**CRUCE DIHÍBRIDO**

Es aquel que se realiza entre padres que difieren en dos características independientes. Mendel realizó diversos cruces de este tipo, obteniendo resultados que derivaron en la 3ª ley:

**3ª Ley de Mendel: Ley de la Recombinación Independiente de Factores.**

*“Diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, por lo tanto el patrón de herencia de uno no afectará al otro”.*

Sólo se cumple en genes no ligados, o sea los que se encuentran en diferentes cromosomas o en regiones muy alejadas de un mismo cromosoma.

A continuación se estudiará uno de los cruces dihíbridos de Mendel para dos variedades puras de guisantes: Semilla lisa amarilla (dominantes), y semilla rugosa verde (recesivos) (Fig. 25).

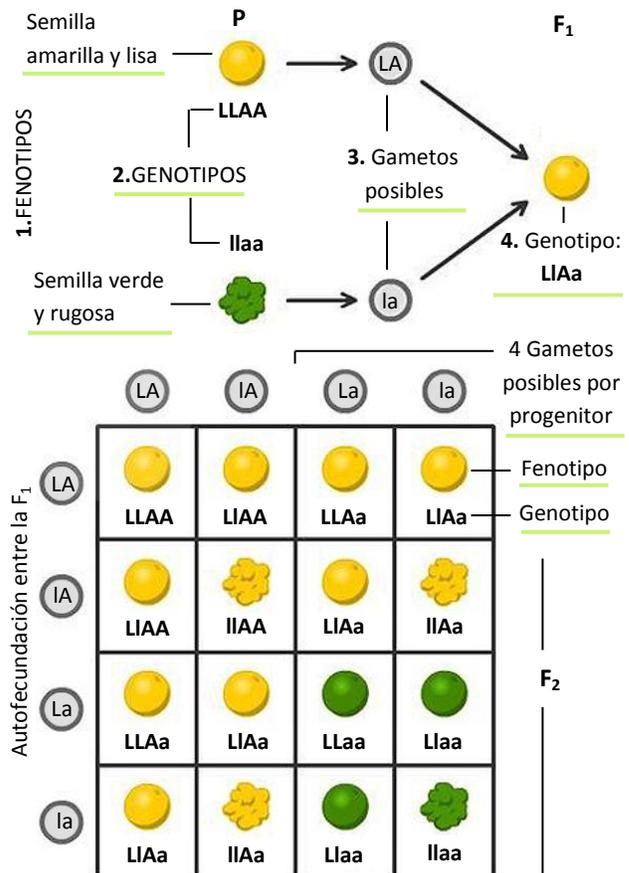


Figura 25. Cruce dihíbrido entre guisantes homocigóticos, primera y segunda filial. Razón fenotípica de 9:3:3:1.

Como se observa en la figura 25, en un cruce *dihíbrido* entre razas puras, la F<sub>2</sub> presenta 16 *genotipos* que expresan 4 *fenotipos* distintos con *razones* de ocurrencia de 9:3:3:1, de la siguiente manera:



Esta distribución obedece a la *recombinación independiente*, cuyas bases subyacen en la recombinación de la *meiosis* como se observa en la figura 26, en otro cruce mendeliano donde los rasgos son la forma y color de la vaina.

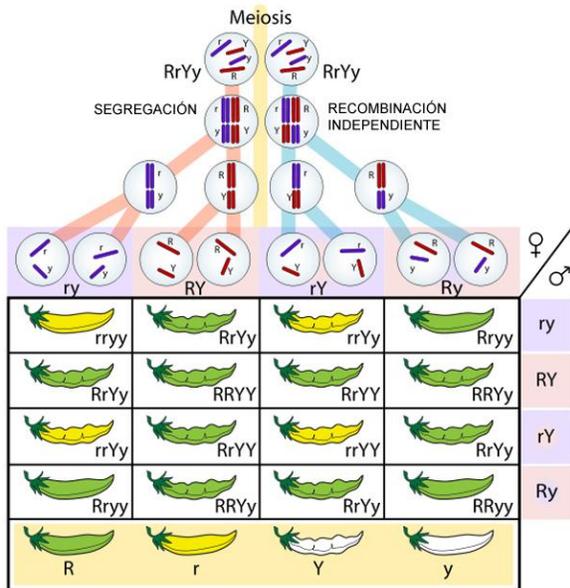


Figura 26. Recombinación independiente de alelos en un cruce dihíbrido, F<sub>2</sub>. R = verde, r = amarillo, Y = rugosa, y = lisa.

**Mutaciones y Anomalías Cromosómicas**

Las *mutaciones* son cambios espontáneos en la *secuencia genética* de un individuo (ADN en una célula o ARN en un virus). Estas pueden ocurrir por factores ambientales como virus, radiación, químicos mutagénicos o por factores internos como errores durante el proceso de duplicación.

Aunque sean características adquiridas, las mutaciones pueden ser heredables debido a que ocurren a nivel genético. Estos cambios genómicos son muy frecuentes (especialmente en células somáticas) y representan una fuerza

impulsora de evolución al aumentar la variabilidad genética poblacional. No obstante, la mayoría de mutaciones no son viables (producen la muerte), otras no se expresan en el fenotipo y sólo algunas confieren ventaja a los individuos.

Los errores durante la división meiótica pueden causar *anomalías cromosómicas*; estas son alteraciones en la estructura o número de los cromosomas que sólo puede ocasionarse por fecundación entre gametos defectuosos. En humanos, aproximadamente uno de cada 200 bebés nacen con alteraciones de este tipo.

Cuando el *cariotipo* varía en el número de cromosomas, se denomina *aneuploidía*. Algunos ejemplos son: el *Síndrome de Down* o *trisomía 21*, causado por la presencia de tres cromosomas 21; el *síndrome de Turner*, que es una *monosomía* causada por la presencia de un único cromosoma sexual (el X).

**EJERCICIOS Y PROBLEMAS**

**A. EJERCICIOS**

1. En la especie humana, el sexo es determinado gracias al par de cromosomas sexuales X y Y. Las mujeres presentan el par homólogo XX, y los hombres el XY. Demuestre con un cuadro de Punnett la probabilidad de que un bebé sea niña o niño.

**Solución sugerida:** En la meiosis, los cromosomas homólogos se separan, así que los gametos serán:

		Mujer = X	Hombre = X ó Y	
	Hombre	X	Y	2/4 presentan genotipo XX. 2/4 presentan genotipo XY.
Mujer	X	XX	XY	50% probabilidad para una niña.
	X	XX	XY	50% probabilidad para un niño.

2. Si una planta homocigótica de tallo alto (AA) se cruza con una homocigótica de tallo enano (aa), sabiendo que el tallo alto es dominante sobre el tallo enano, ¿Cómo serán los genotipos y fenotipos de la F<sub>1</sub> y de la F<sub>2</sub>? ¿Cómo puede comprobar un heterocigoto en la F<sub>2</sub>?

**Solución sugerida:**

**Paso 1.** Determinar los gametos formados en P. Como son homocigotos, estos solo pueden ser:

A y a

**Paso 2.** Realizar cruce para la F<sub>1</sub>.

Sólo existe un fenotipo posible: F<sub>1</sub> = Aa 100%



para reproducir fragmentos específicos de la cadena de ADN.

El proceso de manipulación genética usualmente incluye la siguiente secuencia básica:

- Aislar un gen en particular cuya función y locus es conocida.
- Multiplicar el gen. Esto se realiza con la RCP.
- El gen debe ser combinado con otros elementos genéticos (como regiones de señal) para garantizar su inserción adecuada.
- Localizar el sitio de inserción.
- Insertar el gen. Para ello se puede estresar la célula con un electrochoque que incremente la permeabilidad de membrana.

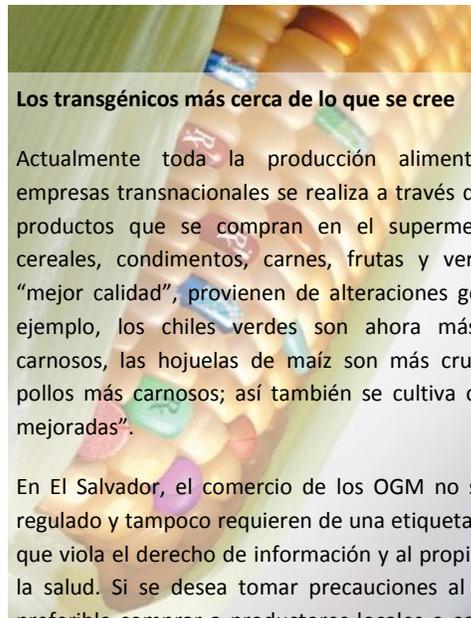
**Aplicaciones de la Ingeniería Genética**

Actualmente las aplicaciones genéticas abarcan campos muy diversos, desde la agricultura y ganadería, con el desarrollo de variedades más resistentes, más nutritivas y de mayor producción; la farmacéutica, para la producción de nuevos medicamentos más eficientes a más bajo costo; así como la medicina con el desarrollo de nuevos tratamientos y la cura de enfermedades congénitas.

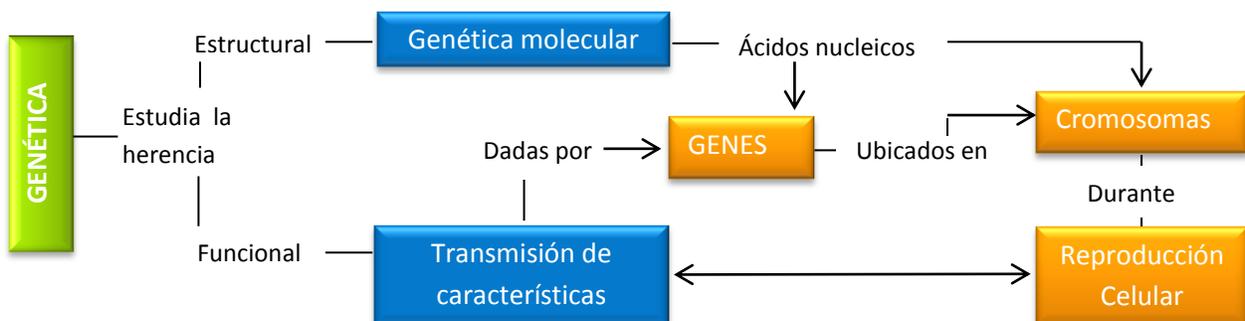
**Terapia genética.** Es el tratamiento médico que consiste en sustituir o añadir, una copia normal de la región defectuosa del ADN para poder solucionar y restablecer una función alterada, evitando el desarrollo de enfermedades de origen genético.

**Transgénicos.** Se denomina así a los organismos genéticamente modificados (OGM) que se emplean para producir alimentos. Su “mejora” genética usualmente consiste incrementando su productividad o resistencia.

**Riesgos de los OGM:** La manipulación genética para producir alimentos, si bien aumenta la producción y disminuye pérdidas en las cosechas, puede traer serias consecuencias a la salud y al ambiente. Se ha sugerido que de la misma forma en cómo los genes son transferidos desde un organismo externo, estos pueden causar mutaciones en quienes los consumen; asimismo, las nuevas variedades pueden reproducirse con las variedades silvestres y producir así recombinaciones no previstas.



**RESUMEN**



**T**odos los organismos vivos, pasan a través de diversas etapas en su ciclo vital, desde su gestación hasta llegar a su etapa adulta. Cada especie sufre muchos cambios anatómicos y fisiológicos a medida va desarrollando su estructura física. Esto sucede tanto en vegetales como animales. Si bien es necesario analizar a estos dos enormes reinos y comparar las similitudes y diferencias entre sus especies típicas (Fig. 1), conviene analizar también organismos menos conspicuos, pero de notable importancia.



Figura 1. Distintos organismos que poseen distintos ciclos de desarrollo vital.

### DESARROLLO DE LOS SERES VIVOS

Anteriormente se han considerado las plantas vasculares superiores (Lección 5); sin embargo, existen otros grupos importantes desde el punto de vista evolutivo, que son las *plantas no vasculares* y vasculares inferiores (Lección 3). Al igual que representantes de otros reinos como los hongos cuya importancia es también industrial, alimenticia, médica y económica.

### PLANTAS NO VASCULARES

Todas las plantas poseen un ciclo de vida alternado en dos generaciones de organismo multicelular: el gametofito y el esporofito. Cada generación da lugar a la otra, este proceso se llama *alternancia de generaciones* (Lección 7). Este tipo de ciclo reproductivo ocurre en musgos,

hepáticas, antoceros, helechos y varios tipos de algas (Fig. 2).



Figura 2. Una planta hepática. El gametofito a simple vista.

Se debe tener cuidado de no confundir la alternancia de generaciones con los estados *haploide* y *diploide* en los ciclos de vida de otros organismos que se reproducen sexualmente. La alternancia de generaciones es distinguida por el hecho de que en *su ciclo de vida incluye organismos multicelulares haploides y organismos multicelulares diploides*.

El *gametofito* (“planta que produce gametos”), es llamado así por la producción de gametos haploides por mitosis, que se fusionan durante la fertilización formando cigotos diploides. La división mitótica del cigoto produce el *esporofito* (“planta que produce esporas”).

En el estado adulto del esporofito se producen por meiosis *esporas haploides*, células reproductivas que pueden convertirse en un organismo haploide nuevo sin necesidad de fusionarse con otra célula. La división mitótica de las esporas produce un nuevo gametofito multicelular y el ciclo inicia de nuevo (Fig. 3). En el caso de los helechos y muchas otras especies de plantas, el aspecto de los gametofitos y esporofitos los hace parecer dos tipos de plantas diferentes, a pesar de ser formas de la misma especie. En las plantas superiores o con semilla, la estructura familiar distinguible es el esporofito.

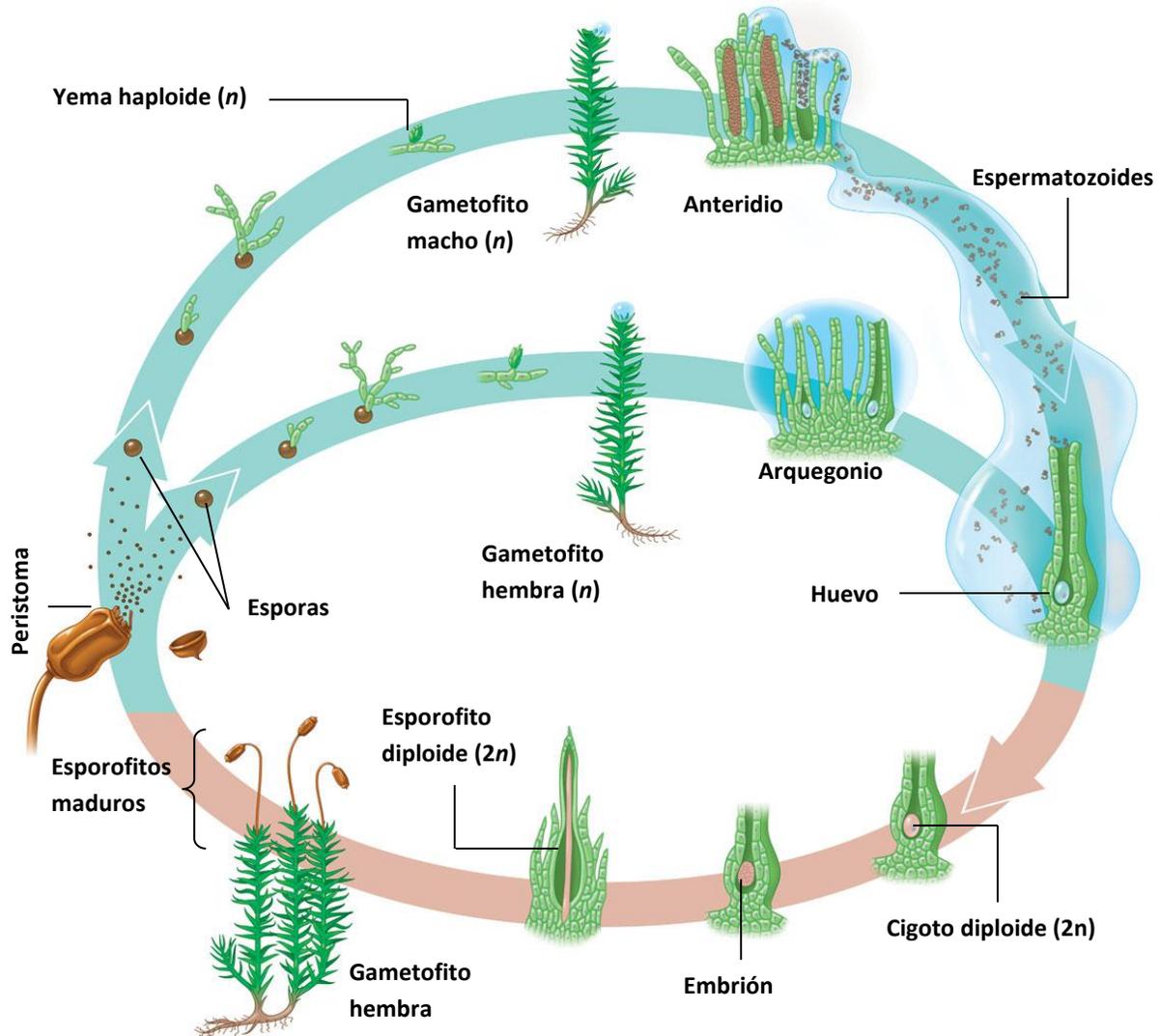


Figura 3. Esquema sobre el ciclo vital de un musgo; la flecha celeste indica la fase haploide y la flecha rosada indica la fase diploide del esporofito y gametofito multicelulares.

**Esporas.** Las *esporas* son células reproductoras haploides que se convierten en gametofitos multicelulares haploides por mitosis.

Los cigotos se desarrollan para formar el *embrión*, el cual alojan en un tejido especializado para protegerlo y nutrirlo que posee la planta “hembra” (gametofito). Estos tejidos proveen de azúcares y aminoácidos al embrión, que además posee células especializadas llamadas *Células Placentarias de Transferencia*, que están adyacentes al tejido maternal; su función es facilitar y mejorar la transferencia de nutrientes

de la planta madre hacia el embrión, a través de un elaborado crecimiento de su pared celular y la membrana plasmática.

Esta interface es análoga a la transferencia embrión-madre en *mamíferos placentarios* o *euterios*. El embrión multicelular y dependiente es un rasgo derivado de que este grupo de plantas también conocidas como *embriofitas*.

Los representantes vivos de este grupo de plantas no vasculares son los musgos, las hepáticas y los antoceros. Son plantas que no poseen raíces ni tallos. Se caracterizan por ser de

tamaño pequeño. Sus esporofitos son estructuras que sobresalen en altura, en forma de “pequeños arboles” en el caso de las hepáticas; como una cápsula en los musgos y como estróbilos (del griego *strobilos*: “cono”) pequeños en el caso de antoceros (Fig. 4).



Figura 4. A: Hepática con sus esporofitos con forma de “palmeras”. B: Antoceros con sus estróbilos.

El esporofito tiene órganos multicelulares llamados *esporangios* que producen las esporas. Entre los esporangios hay células diploides llamadas *esporocitos* (células madre de las esporas).

Los gametos que producen estas plantas también son órganos multicelulares; el femenino se llama *arquegonio*, cada uno produce un huevo u óvulo encerrado en las paredes de este órgano. El órgano masculino se llama *anteridio* y produce *anterozoides* (espermatozoides vegetales) que se liberan al ambiente, estos poseen flagelos con los que nadan a través de gotas de agua o en alguna película de agua para llegar al arquegonio y fertilizarlo (Fig. 5).



Figura 5. A: arquegonio de hepática. B: anteridio de musgo (cuerpos color café).

## Plantas Vasculares

Los fósiles de las primeras plantas vasculares sugieren que los tamaños del gametofito y esporofito eran prácticamente iguales, sin embargo, entre las plantas vasculares vivientes, el esporofito (diploide) es más largo y más complejo que el gametofito.

## HELECHOS

En los helechos la parte más familiar es el esporofito (la planta con sus frondas parecidas a hojas) mientras que su gametofito es una estructura multicelular muy pequeña y difícil de observar. Un hito en la evolución de las plantas fue la aparición de *esporofilos* que son hojas modificadas que llevan esporangios. Los helechos producen grupos de esporangios llamados *soros* que por lo general se encuentran en la parte inferior del esporofilo (Figs.6 y 7).



Figura 6. Una fronda de helecho con su parte inferior llena de cúmulos de esporas llamados soros

Muchas de las plantas vasculares inferiores son *homosporas*, es decir, tienen un tipo de esporangio que produce esporas que desarrollan un gametofito bisexual, esto pasa en varios tipos de helechos. En contraste, las especies heterosporas, producen dos tipos de esporangios que forman dos tipos de esporas: *Megaspora*, que se transforma en gametofito femenino, y *Microspora*, que se convierte en gametofito masculino. Todas las plantas vasculares superiores con semilla son heterosporas, también algunas especies de helechos (Fig. 7).

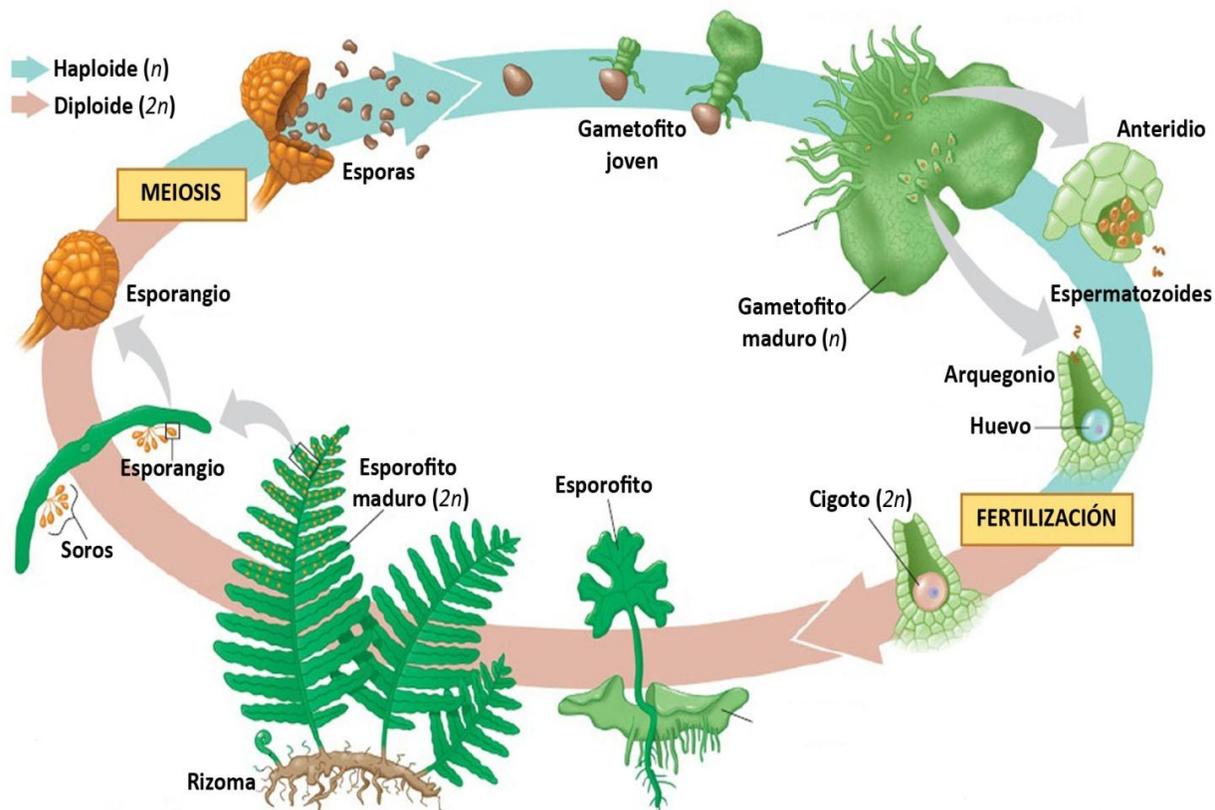


Figura 7. Esquema del ciclo vital de los helechos, diferenciando la alternancia de generaciones, los gametofitos y esporofitos.

#### ACTIVIDAD 1. (Tiempo: 45 minutos)

##### Microclima y morfología de plantas no vasculares.

**Materiales:** musgos, hepáticas, antoceros, lente de aumento (lupa), libreta de apuntes.

**Indíqueles que:** pueden recolectar las muestras buscando en lugares húmedos y frescos, sobre rocas o paredes cercanas a fuentes de agua. Pídales que observen las estructuras básicas con atención a las reproductoras si las hay. Que identifiquen arquegonios y anteridios con la lupa y tomen nota.

##### Puede preguntarles:

¿Por qué se consideran estas plantas como inferiores?  
 ¿Qué factor influye en la reproducción de estas plantas? ¿Qué condiciones había en el lugar donde colecto las muestras? ¿Por qué dependen tanto del agua estas plantas?  
 ¿Por qué no alcanzan un mayor tamaño o altura?

Típicamente los helechos poseen un rizoma horizontal, del cual salen láminas largas parecidas a hojas llamadas *frondas* cuya función es

fotosintética, además de producir los soros que contienen los esporangios; algunas especies poseen esporangios con dispositivos que ayudan a liberar las esporas al aire libre.

#### PLANTAS CON SEMILLA

El estudio de los fósiles y estudios comparativos de plantas modernas apuntan que las primeras plantas con semilla aparecieron alrededor de 360 millones de años atrás. La semilla consiste en un embrión con una provisión de alimento y recubierto en una capa protectora. Al estar protegido y alimentado, el embrión puede moverse muy lejos del lugar donde está la planta madre; esto podría compararse a una versión “desmontable” de útero móvil en una mujer embarazada que puede ser descartado.

El gametofito de las plantas con semilla es microscópico, en contraste con el gametofito de las plantas sin semilla y vasculares inferiores, que se puede observar a simple vista (Fig. 8).



Figura 8. Cono de un pino, dentro de cada escama hay una semilla desnuda.

Las gimnospermas aparecieron hace unos 251 MDA atrás, dominaron los ecosistemas cuando las plantas no vasculares cedieron ante un clima más seco. Presenciaron la extinción de los dinosaurios y abrieron el camino a las plantas angiospermas.

Los pinos y las demás coníferas son la división (phylum) más abundante de las gimnospermas. El árbol de pino es el esporofito y sus esporangios están entre las escamas que forman el cono o la piña (Figs. 8 y 9); conviene recordar que las coníferas son plantas heterosporas.



Figura 9. A: conos masculinos liberando esporas. B: cono femenino con semillas entre sus escamas.

Los pinos presentan un cono pequeño que produce microsporas a través de la meiosis, cada una de estas se desarrolla hasta formar un grano de polen conteniendo el gametofito masculino. En el otro tipo de cono, se producen las megasporas por meiosis, están son haploides y

están dentro del óvulo. Las megasporas se desarrollan en el gametofito femenino que se mantienen dentro de los esporangios (Fig. 9).

Luego que ambos gametofitos jóvenes se han formado, transcurren alrededor de tres años para que se encuentren, se unan y produzcan las semillas a partir de los óvulos fertilizados. Las escamas del cono se abren y separan para liberar las semillas que son esparcidas por el viento. La semilla que cae en suelo y ambiente adecuado, germina para iniciar así de nuevo el ciclo (Fig. 10).



Figura 10. Semillas de una variedad de pino. Estas al germinar inician un ciclo de muchos de duración.

### Plantas con flor y semilla

El nombre Angiospermas (del griego *angion* “envase” y *sperma* “semilla”) se refiere a las plantas con la semilla contenida dentro del fruto u ovario maduro. En la actualidad existen más de 250,000 especies de angiospermas en el planeta, haciéndolas el grupo más diverso de plantas (cerca del 90% de todas las especies).

La flor de una angiosperma típica, produce microsporas (los granos de polen) que serán el gametofito masculino, y macrosporas que contienen una *oosfera* o gameto femenino (en un gametofito femenino, el óvulo) (Fig. 10).

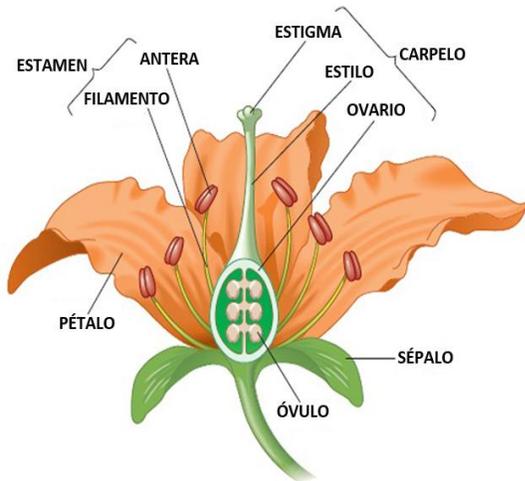


Figura 10. Esquema de una estructura floral idealizada con sus partes principales.

El polen es llevado desde la antera hasta el estigma; al llegar ahí, la célula tubular del polen, forma el *tubo polínico* para llegar hasta el saco embrionario que contiene los óvulos. El polen libera los espermatozoides (vegetales) por el tubo para fertilizarlos, formando un cigoto diploide. Los otros anterozoides se fusionan con la célula central del gametofito femenino produciendo una célula triploide. Este tipo de fertilización doble donde un evento produce un cigoto diploide y célula triploide es único de las angiospermas (Fig. 11).

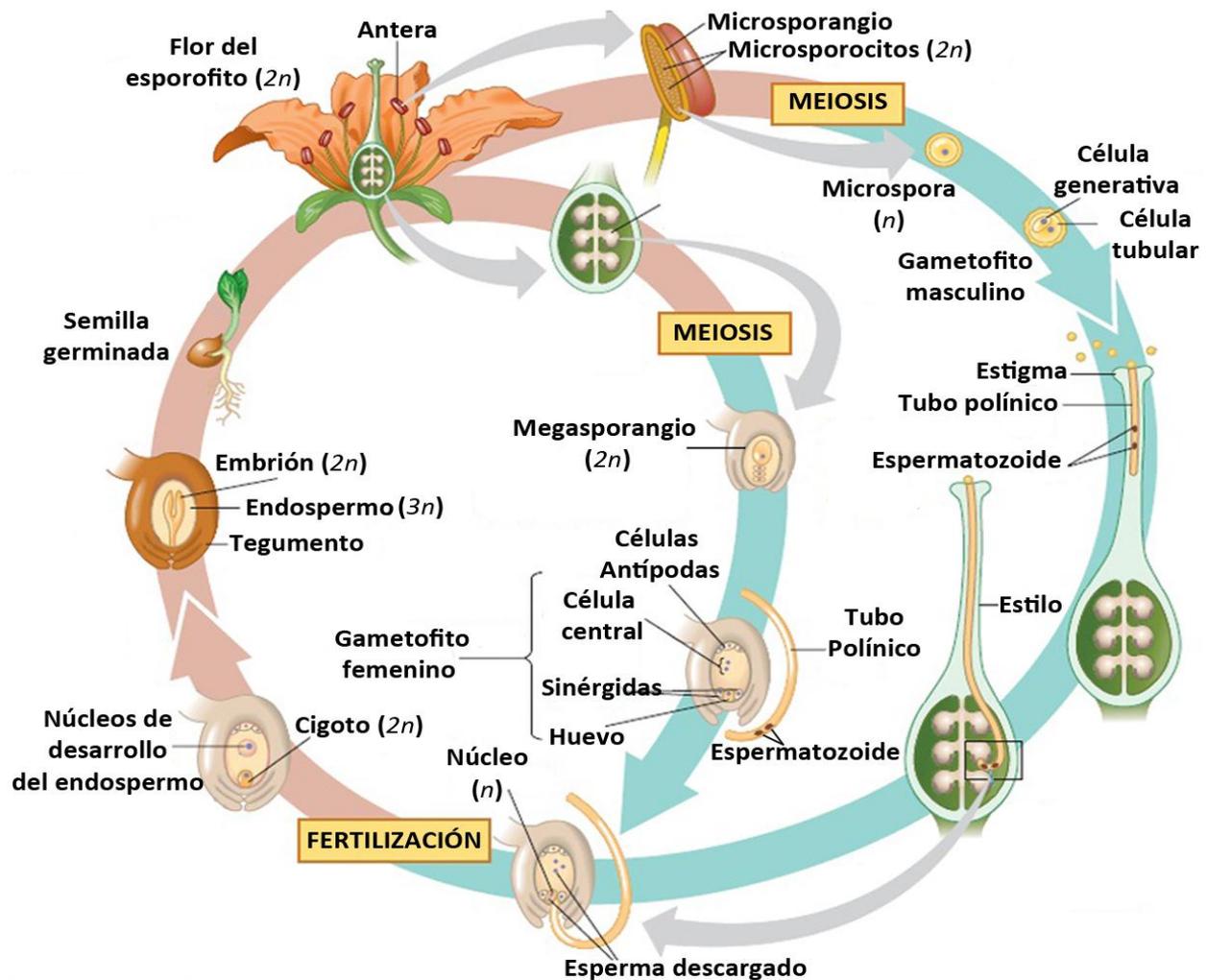
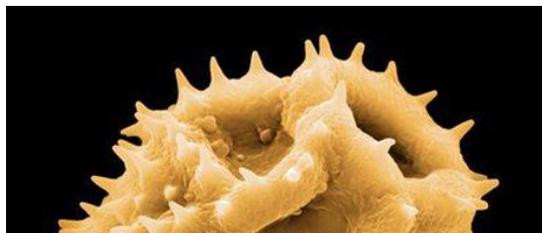


Figura 11. Esquema del ciclo de desarrollo vital en plantas angiospermas, presenta las fases haploide y diploide, así como los microsporangios y megasporangios al momento de su fusión. Además, muestra el desarrollo del tubo polínico que es una extensión de la célula tubular que está junto a la célula germinativa del polen, el conducto formado es donde bajan los espermatozoides para llegar al óvulo en los ovarios y después de la fertilización se inicia la fase diploide y triploide al formarse el endospermo que se transformará en la capa interna de la semilla que protege el embrión.

Se desconocen las razones exactas de la doble fertilización, pero se teoriza que ocurre para sincronizar el almacenamiento de alimento con el desarrollo del embrión. Si una flor no es polinizada o el espermatozoide no llega al óvulo, la fertilización no ocurre. Tal vez la doble fertilización sea una adaptación para prevenir el despilfarro de nutrientes en óvulos infértiles.



#### Polen acorazado

El polímero *Esporopolenina* es un compuesto presente en la pared celular de las esporas, es muy estable en su estructura, lo que le da gran resistencia a la espora ante los ambientes adversos. Esta adaptación química habilita a las esporas para ser esparcidas a través del aire sin sufrir daños.

## HONGOS

Se han descrito alrededor de 100,000 especies de hongos, pero se estima que el reino Fungi posee aproximadamente 1,500,000 especies. Son organismos heterótrofos que se dispersan por medio de sus esporas liberadas al aire. Estas esporas al encontrar un suelo favorable, con suficiente humedad y nutrientes comienzan a formar nuevos *micelios* (Fig. 12).



Figura 12. Un ejemplar de ascomiceto, creciendo en un tronco podrido.

## Reproducción sexual

Los núcleos de las hifas y las esporas de muchas especies de hongos son haploides, aunque muchos hongos tienen etapas haploides que son transitorias a través de su ciclo de vida.

En la reproducción sexual todo comienza cuando hifas de dos micelios liberan una señal química llamada *feromona* que sirve como atracción que al llegar a los receptores de cada uno, las hifas comienzan a extenderse en dirección de las feromonas, que al encontrarse se fusionan (Fig. 13). Este proceso promueve la variación genética evitando que hifas con similitud genética se fusionen entre sí. Sin embargo, este proceso puede variar en muchas maneras de acuerdo a la especie del hongo.



Figura 13. Hifas de un zigomiceto por debajo de la superficie del suelo

## Reproducción asexual

Ciertas especies se reproducen prioritariamente en forma asexual. Estos hongos por lo general crecen en forma de filamentos muy finos y pequeños que producen esporas haploides por mitosis. Algunas especies se les conocen como mohos si tienen un micelio visible (Lección 3). Los mohos crecen rápidamente produciendo muchas esporas asexualmente (Fig. 14).



Figura 14. Micrografía electrónica de moho, con sus cuerpos fructíferos liberando esporas.

Las levaduras pueden reproducirse asexualmente por medio del crecimiento celular y su posterior división, dando origen a células hijas más pequeñas que las paternas. Las levaduras también pueden crecer como micelio filamentososo, todo dependerá de la disponibilidad de nutrientes del sustrato donde se encuentren (Fig. 15).

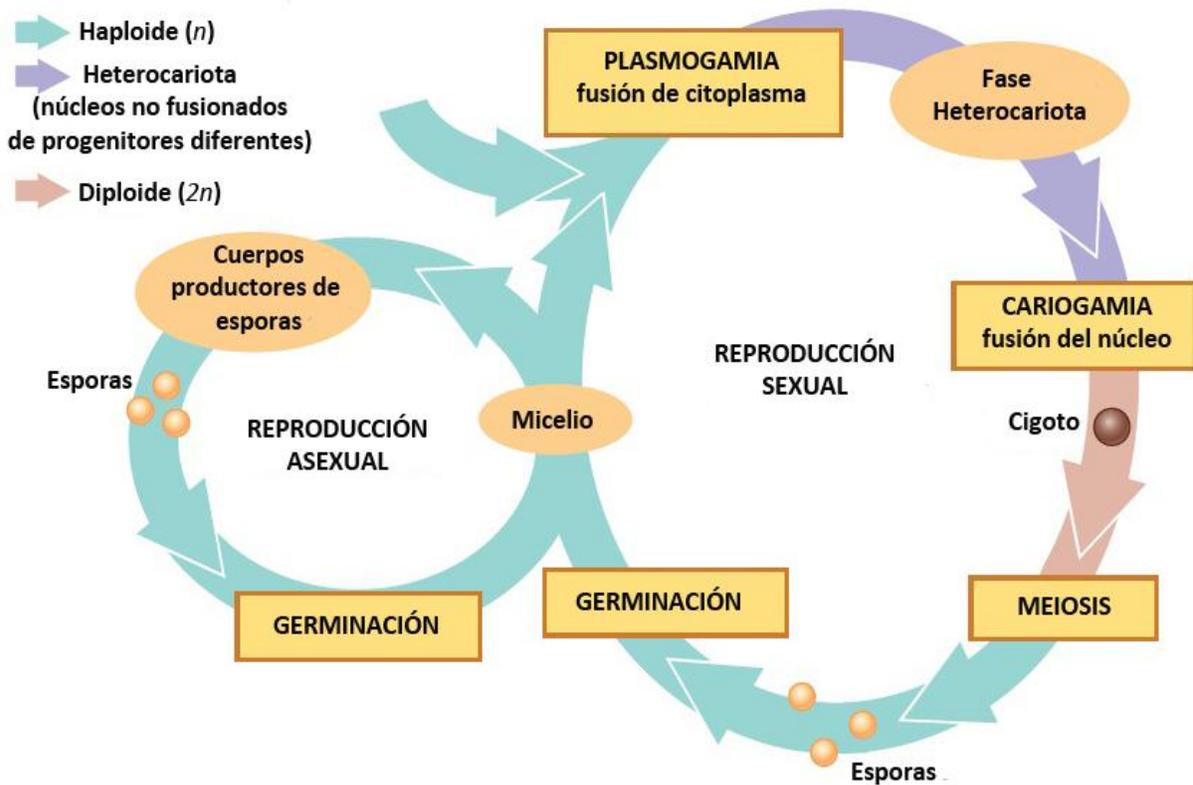


Figura 15. Esquema integrado de los dos tipos de reproducción que hay en el reino Fungi. Con características únicas tales como la unión de hifas diferentes a través de la plasmogamia y la unión de núcleos de células diferentes por medio de la cariogamia.