

# MENDEL.

## Actividad A1.1.1

# Conceptos básicos antes de adentrarnos...

- **Gen.** hereditaria que controla cada carácter en los seres vivos. A nivel molecular corresponde a una sección de ADN, que contiene información para la síntesis de una cadena proteínica.
- **Alelo.** Cada una de las alternativas que puede tener un gen de un carácter. Por ejemplo el gen que regula el color de la semilla del guisante, presenta dos alelos, uno que determina color verde y otro que determina color amarillo. Por regla general se conocen varias formas alélicas de cada gen; el alelo más extendido de una población se denomina "alelo normal o salvaje", mientras que los otros más escasos, se conocen como "alelos mutados".
- **Carácter cualitativo.** Es aquel que presenta dos alternativas claras, fáciles de observar: blanco-rojo; liso-rugoso; alas largas-alas cortas; etc. Estos caracteres están regulados por un único gen que presenta dos formas alélicas (excepto en el caso de las series de alelos múltiples). Por ejemplo, el carácter color de la piel del guisante está regulado por un gen cuyas formas alélicas se pueden representar por dos letras, una mayúscula (A) y otra minúscula (a).
- **Carácter cuantitativo.** El que tiene diferentes graduaciones entre dos valores extremos. Por ejemplo la variación de estaturas, el color de la piel; la complexión física. Estos caracteres dependen de la acción acumulativa de muchos genes, cada uno de los cuales produce un efecto pequeño. En la expresión de estos caracteres influyen mucho los factores ambientales.
- **Genotipo.** Es el conjunto de genes que contiene un organismo heredado de sus progenitores. En organismos diploides, la mitad de los genes se heredan del padre y la otra mitad de la madre.
- **Fenotipo.** Es la manifestación externa del genotipo, es decir, la suma de los caracteres observables en un individuo. El fenotipo es el resultado de la interacción entre el genotipo y el ambiente. El ambiente de un gen lo constituyen los otros genes, el citoplasma celular y el medio externo donde se desarrolla el individuo.
- **Locus.** Es el lugar que ocupa cada gen a lo largo de un cromosoma (el plural es loci).
- **Homocigoto.** Individuo que para un gen dado tiene en cada cromosoma homólogo el mismo tipo de alelo, por ejemplo, AA o aa.
- **Heterocigoto.** Individuo que para un gen dado tiene en cada cromosoma homólogo un alelo distinto, por ejemplo, Aa.

# Biografía.

Johann Gregor Mendel; Heizendorf, hoy Hyncice, actual República Checa, 1822 - Brünn, hoy Brno, id., 1884) Biólogo austriaco. Su padre era veterano de las guerras napoleónicas y su madre, la hija de un jardinero. Tras una infancia marcada por la pobreza y las penalidades, en 1843 Johann Gregor Mendel ingresó en el monasterio agustino de Königskloster, cercano a Brünn, donde tomó el nombre de Gregor y fue ordenado sacerdote en 1847. Residió en la abadía de Santo Tomás (Brünn) y, para poder seguir la carrera docente, fue enviado a Viena, donde se doctoró en matemáticas y ciencias (1851).

En 1854 Mendel se convirtió en profesor suplente de la Real Escuela de Brünn, y en 1868 fue nombrado abad del monasterio, a raíz de lo cual abandonó de forma definitiva la investigación científica y se dedicó en exclusiva a las tareas propias de su función. El núcleo de sus trabajos —que comenzó en el año 1856 a partir de experimentos de cruzamientos con guisantes efectuados en el jardín del monasterio— le permitió descubrir las tres leyes de la herencia o leyes de Mendel, gracias a las cuales es posible describir los mecanismos de la herencia y que fueron explicadas con posterioridad por el padre de la genética experimental moderna, el biólogo estadounidense Thomas Hunt Morgan (1866-1945).

En el siglo XVIII se había desarrollado ya una serie de importantes estudios acerca de hibridación vegetal, entre los que destacaron los llevados a cabo por Kölreuter, W. Herbert, C. C. Sprengel y A. Knight, y ya en el siglo XIX, los de Gärtner y Sageret (1825). La culminación de todos estos trabajos corrió a cargo, por un lado, de Ch. Naudin (1815-1899) y, por el otro, de Gregor Mendel, quien llegó más lejos que Naudin.

Las tres leyes descubiertas por Mendel se enuncian como sigue: según la primera, cuando se cruzan dos variedades puras de una misma especie, los descendientes son todos iguales y pueden parecerse a uno u otro progenitor o a ninguno de ellos; la segunda afirma que, al cruzar entre sí los híbridos de la segunda generación, los descendientes se dividen en cuatro partes, de las cuales una se parece a su abuela, otra a su abuelo y las dos restantes a sus progenitores; por último, la tercera ley concluye que, en el caso de que las dos variedades de partida difieran entre sí en dos o más caracteres, cada uno de ellos se transmite de acuerdo con la primera ley con independencia de los demás.

Para realizar sus trabajos, Mendel no eligió especies, sino razas autofecundas bien establecidas de la especie *Pisum sativum*. La primera fase del experimento consistió en la obtención, mediante cultivos convencionales previos, de líneas puras constantes y en recoger de manera metódica parte de las semillas producidas por cada planta. A continuación cruzó estas estirpes, dos a dos, mediante la técnica de polinización artificial. De este modo era posible combinar, de dos en dos, variedades distintas que presentan diferencias muy precisas entre sí (semillas lisas-semillas arrugadas; flores blancas-flores coloreadas, etc.).

El análisis de los resultados obtenidos permitió a Mendel concluir que mediante el cruzamiento de razas que difieren al menos en dos caracteres, pueden crearse nuevas razas estables (combinaciones nuevas homocigóticas). Pese a que remitió sus trabajos con guisantes a la máxima autoridad de su época en temas de biología, W. von Nägeli, sus investigaciones no obtuvieron el reconocimiento hasta el redescubrimiento de las leyes de la herencia por parte de H. de Vries, C. E. Correns y E. Tschernack von Seysenegg, quienes, con más de treinta años de retraso, y después de haber revisado la mayor parte de la literatura existente sobre el particular, atribuyeron a Johan G. Mendel la prioridad del descubrimiento.

# LEYES DE MENDEL

Conviene aclarar que Mendel, por ser pionero, carecía de los conocimientos actuales sobre la presencia de pares de alelos en los seres vivos y sobre el mecanismo de transmisión de los cromosomas, por lo que esta exposición está basada en la interpretación posterior de los trabajos de Mendel.

# Primera ley de Mendel.

**Enunciado de la ley.**- A esta ley se le llama también Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación (F1). , y dice que cuando se cruzan dos variedades individuos de raza pura ambos (homocigotos ) para un determinado carácter, todos los híbridos de la primera generación son iguales.

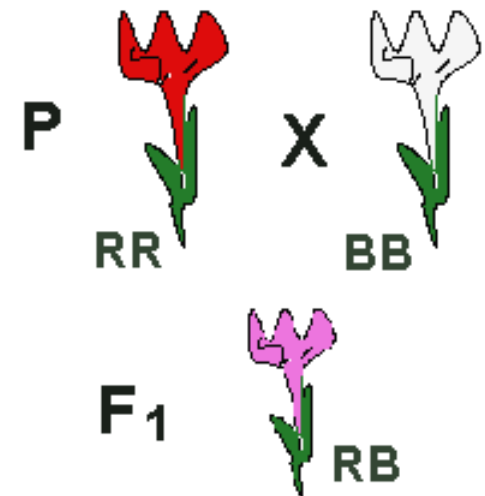
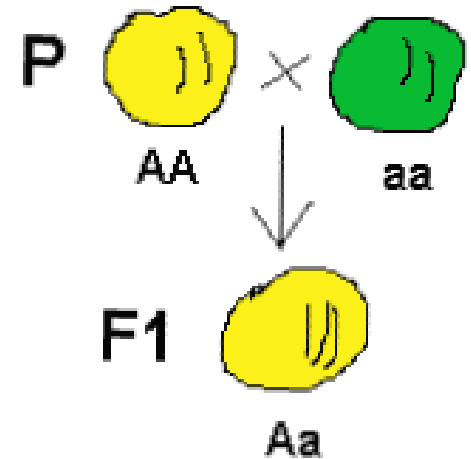
**El experimento de Mendel.**- Mendel llegó a esta conclusión trabajando con una variedad pura de plantas de guisantes que producían las semillas amarillas y con una variedad que producía las semillas verdes. Al hacer un cruzamiento entre estas plantas, obtenía siempre plantas con semillas amarillas.

## Figura 1

**Interpretación del experimento.**- El polen de la planta progenitora aporta a la descendencia un alelo para el color de la semilla, y el óvulo de la otra planta progenitora aporta el otro alelo para el color de la semilla ; de los dos alelos, solamente se manifiesta aquél que es dominante (A), mientras que el recesivo (a) permanece oculto.

**Otros casos para la primera ley.**- La primera ley de Mendel se cumple también para el caso en que un determinado gen de lugar a una herencia intermedia y no dominante, como es el caso del color de las flores del "dondiego de noche" (Mirabilis jalapa). Al cruzar las plantas de la variedad de flor blanca con plantas de la variedad de flor roja, se obtienen plantas de flores rosas. La interpretación es la misma que en el caso anterior, solamente varía la manera de expresarse los distintos alelos.

## Figura 2



# Segunda ley de Mendel.

**Enunciado de la ley.** A la segunda ley de Mendel también se le llama de la separación o disyunción de los alelos.

**El experimento de Mendel.** Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación (F1) del experimento anterior (figura 1) y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción que se indica en la figura 3. Así pues, aunque el alelo que determina la coloración verde de las semillas parecía haber desaparecido en la primera generación filial, vuelve a manifestarse en esta segunda generación.

**Figura 3**

**Interpretación del experimento.** Los dos alelos distintos para el color de la semilla presentes en los individuos de la primera generación filial, no se han mezclado ni han desaparecido, simplemente ocurría que se manifestaba sólo uno de los dos. Cuando el individuo de fenotipo amarillo y genotipo Aa, forme los gametos, se separan los alelos, de tal forma que en cada gameto sólo habrá uno de los alelos y así puede explicarse los resultados obtenidos.

**Otros casos para la segunda ley.** En el caso de los genes que presentan herencia intermedia, también se cumple el enunciado de la segunda ley. Si tomamos dos plantas de flores rosas de la primera generación filial (F1) del cruce que se observa en la figura 2 y las cruzamos entre sí, se obtienen plantas con flores blancas, rosas y rojas, en la proporción que se indica en el esquema de la figura 4. También en este caso se manifiestan los alelos para el color rojo y blanco, que permanecieron ocultos en la primera generación filial.

**Figura 4**

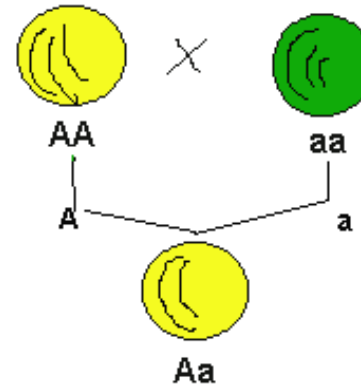
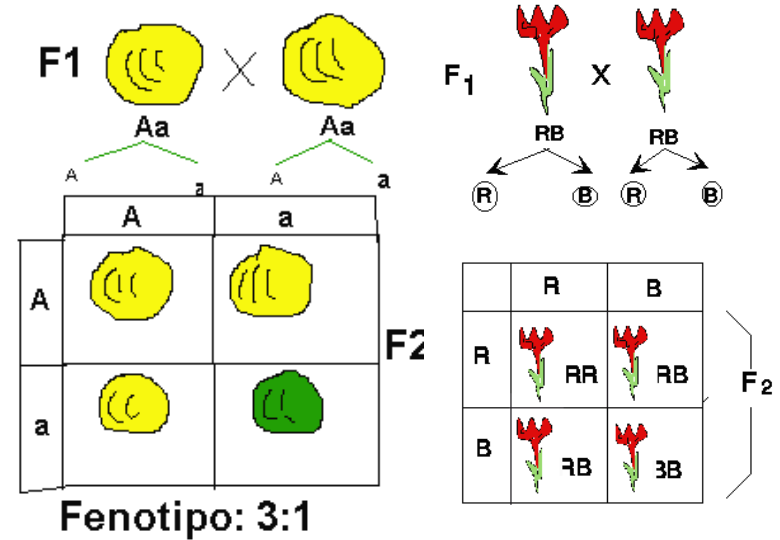
## Retrocruzamiento de prueba

. En el caso de los genes que manifiestan herencia dominante, no existe ninguna diferencia aparente entre los individuos heterocigóticos (Aa) y los homocigóticos (AA), pues ambos individuos presentarían un fenotipo amarillo.

La prueba del retrocruzamiento, o simplemente cruzamiento prueba, sirve para diferenciar el individuo homo del heterocigótico. Consiste en cruzar el fenotipo dominante con la variedad homocigota recesiva (aa).

Si es **homocigótico**, toda la descendencia será igual, en este caso se cumple la primera Ley de Mendel. (figura 5).

Si es **heterocigótico**, en la descendencia volverá a aparecer el carácter recesivo en una proporción del 50%. (figura 6).



# Tercera ley de Mendel.

Enunciado de la ley. Se conoce esta ley como la de la herencia independiente de caracteres, y hace referencia al caso de que se contemplen dos caracteres distintos. Cada uno de ellos se transmite siguiendo las leyes anteriores con independencia de la presencia del otro carácter.

El experimento de Mendel. Mendel cruzó plantas de guisantes de semilla amarilla y lisa con plantas de semilla verde y rugosa (Homocigóticas ambas para los dos caracteres).

(Figura 7) Las semillas obtenidas en este cruzamiento eran todas amarillas y lisas, cumpliéndose así la primera ley para cada uno de los caracteres considerados, y revelándonos también que los alelos dominantes para esos caracteres son los que determinan el color amarillo y la forma lisa.

Las plantas obtenidas y que constituyen la F1 son dihíbridas (AaBb).

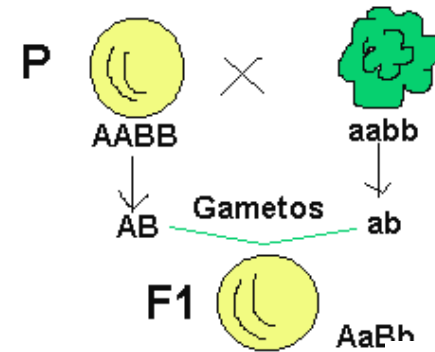
Estas plantas de la F1 se cruzan entre sí, teniendo en cuenta los gametos que formarán cada una de las plantas y que pueden verse en la figura 8. En el cuadro de la figura 9 se ven las semillas que aparecen y en las proporciones que se indica.

Se puede apreciar que los alelos de los distintos genes se transmiten con independencia unos de otros, ya que en la segunda generación filial F2 aparecen guisantes amarillos y rugosos y otros que son verdes y lisos, combinaciones que no se habían dado ni en la generación parental (P), ni en la filial primera (F1).

Asimismo, los resultados obtenidos para cada uno de los caracteres considerados por separado, responden a la segunda ley.

Figura 9

Interpretación del experimento. Los resultados de los experimentos de la tercera ley refuerzan el concepto de que los genes son independientes entre sí, que no se mezclan ni desaparecen generación tras generación. Para esta interpretación fue providencial la elección de los caracteres, pues estos resultados no se cumplen siempre, sino solamente en el caso de que los dos caracteres a estudiar estén regulados por genes que se encuentran en distintos cromosomas. No se cumple cuando los dos genes considerados se encuentran en un mismo cromosoma, es el caso de los genes ligados.



	AB	Ab	aB	ab
AB	<b>AABB</b>	<b>AABb</b>	<b>AaBB</b>	<b>AaBb</b>
Ab	<b>AABb</b>	<b>AAbb</b>	<b>AaBb</b>	<b>Aabb</b>
aB	<b>AaBB</b>	<b>AaBb</b>	<b>aaBB</b>	<b>aaBb</b>
ab	<b>AaBb</b>	<b>Aabb</b>	<b>aaBb</b>	<b>aabb</b>

