

Las Leyes de Mendel

Por: Orlando Valega, apicultor de Apícola Don Guillermo
Correo: apicoladonguillermo@yahoo.com.ar

LAS LEYES DE GREGOR MENDEL DE LA HERENCIA GENETICA - TEORIA MENDELIANA



Algo de Historia

Gregor Mendel, considerado el padre de la genética, fue un monje austriaco cuyos experimentos sobre la transmisión de los caracteres hereditarios se han convertido en el fundamento de la actual teoría de la herencia.

Las leyes de Mendel explican los rasgos de los descendientes, a partir del conocimiento de las características de sus progenitores

Gregor Mendel nació el 22 de julio de 1822 en Heizendorf (hoy Hyncice, República Checa), en el seno de una familia campesina.

Dificultades familiares y económicas le obligaron a retrasar sus estudios. Fue un hombre de contextura enfermiza y carácter humilde y retraído. El entorno sociocultural influyó en su personalidad científica,

principalmente el contacto directo con la naturaleza, las enseñanzas de su padre sobre los

cultivos de frutales y la relación con diferentes profesores a lo largo de su vida, en especial el profesor J. Scheider, experto en pomología.

El 9 de octubre de 1843 ingresó como novicio en el convento de Brünn, conocido en la época por su gran reputación como centro de estudios y de trabajos científicos. Después de tres años, al finalizar su formación en teología, fue ordenado sacerdote, el 6 de agosto de 1847. En un principio fue inducido por su superior a dedicarse al campo de la pedagogía, pero él eligió un camino bien distinto. En 1851 ingresó en la Universidad de Viena, donde estudió historia, botánica, física, química y matemáticas, para graduarse y ejercer como profesor de biología y matemáticas. Durante su estancia allí llegó a dar numerosas clases como suplente, en las materias de matemáticas, ciencias naturales y ciencias generales, con excelente aprobación entre los estudiantes. Sin embargo, una vez finalizados sus estudios, no logró graduarse, por lo que decidió regresar al monasterio de Abbot en 1854. De naturaleza sosegada y mentalidad matemática, llevó una vida aislada, consagrado a su trabajo. Más adelante fue nombrado profesor de la Escuela Técnica de Brünn, donde dedicó la mayor parte de su tiempo a investigar la variedad, herencia y evolución de las plantas, especialmente de los guisantes, en un jardín del monasterio destinado a los experimentos. Sus aportaciones al mundo de la ciencia son consideradas hoy como fundamentales para el desarrollo de la genética.

Hacia el final de su vida, en 1868, Mendel fue nombrado abad de su monasterio, donde murió el 6 de enero de 1884 a causa de una afección renal y cardíaca.

Mendel tuvo la fortuna de contar, en su propio monasterio, con el material necesario para sus experimentos. Comenzó sus trabajos estudiando las abejas, coleccionando reinas de todas las razas, con las que llevaba a cabo distintos tipos de cruces. Entre 1856 y 1863 realizó experimentos sobre la hibridación de plantas. Trabajó con más de 28.000 plantas de distintas variantes del guisante oloroso o chícharo, analizando con detalle siete pares de características de la semilla y la planta: la forma de la semilla, el color de los cotiledones, la forma de la vaina, el color de la vaina inmadura, la posición de las flores, el color de las flores y la longitud del tallo.

Sus exhaustivos experimentos tuvieron como resultado el enunciado de dos principios que más tarde serían conocidos como «leyes de la herencia». Sus observaciones le permitieron acuñar dos términos que siguen empleándose en la genética de nuestros días: **dominante y recesivo**. “Factor” e “híbrido” son, asimismo, dos de los conceptos establecidos por Mendel de absoluta vigencia en la actualidad.

En 1865 Mendel expuso ante la Sociedad de Historia Natural de Brünn una extensa y detallada descripción de los experimentos que había llevado a cabo y de los resultados

obtenidos. A pesar de su importancia, y de que su trabajo fue distribuido entre las principales sociedades científicas de su tiempo, pasó totalmente inadvertido. Al año siguiente, en 1866, publicó su obra fundamental en un pequeño boletín divulgativo de su ciudad, bajo el título Ensayo sobre los híbridos vegetales. En ella expuso la formulación de las leyes que llevan su nombre. Este ensayo contenía una descripción del gran número de cruzamientos experimentales gracias a los cuales habla conseguido expresar numéricamente los resultados obtenidos y someterlos a un análisis estadístico.

A pesar de esta detallada descripción, o quizás por ese mismo motivo, su obra no tuvo respuesta alguna entre la comunidad científica de su época. De hecho, Mendel intercambió correspondencia con uno de los más eminentes botánicos del momento, Carl Nágeli, aunque éste no pareció muy impresionado por su trabajo. Sugirió a Mendel que estudiara otras plantas, como la vellosina Hieracium, en la cual Nágeli estaba muy interesado.

Mendel siguió su consejo, pero los experimentos con Hieracium no fueron concluyentes, dado que no encontró normas consistentes en la segregación de sus caracteres, y empezó a creer que sus resultados eran de aplicación limitada. Su fe y su entusiasmo disminuyeron, y debido a la presión de otras ocupaciones, en la década de 1870 abandonó sus experimentos sobre la herencia. No fue hasta mucho después de la muerte de Mendel, en 1903, cuando se descubrió que en Hieracium se da un tipo especial de partenogénesis, que produce desviaciones de las proporciones fenotípicas y genotípicas esperadas.

Tuvieron que pasar treinta y cinco años para que la olvidada monografía de Mendel saliera a la luz. En 1900 se produjo el redescubrimiento, de forma prácticamente simultánea, de las leyes de Mendel por parte de tres botánicos: el holandés Hugo de Vries en Alemania, Eric Von Tschermak en Austria y Karl Erich Correns en Inglaterra. Asombrados por el sencillo planteamiento experimental y el análisis cuantitativo de sus datos, repitieron sus experimentos y comprobaron la regularidad matemática de los fenómenos de la herencia, al obtener resultados similares. Al conocer de forma fortuita que Mendel les había precedido en sus estudios, estuvieron de acuerdo en reconocerle como el descubridor de las leyes que llevan su nombre.

El británico William Bateson otorgó un gran impulso a dichas leyes, considerándolas como base de la genética (hoy llamada genética clásica o mendeliana), término que acuñó en 1905 para designar la «ciencia dedicada al estudio de los fenómenos de la herencia y de la variación de los seres». En 1902, Boyen y Sutton descubrieron, de forma independiente, la existencia de un comportamiento similar entre los principios mendelianos y los cromosomas en la meiosis. En 1909 el danés Wilhelm Johannsen introdujo el término «gen» definiéndolo como «una palabrita... útil como expresión para los factores unitarios... que se ha demostrado que está en los gametos por los investigadores modernos del mendelismo». Sin embargo, no fue hasta finales de la década de 1920 y comienzos de 1930 cuando se comprendió el verdadero alcance del trabajo de Mendel, en especial en lo que se refiere a la teoría evolutiva.

La observación de los resultados obtenidos llevó a Mendel a formular algunas suposiciones que explicaran los resultados obtenidos:

1) **“En cada organismo hay un par de factores que controlan la manifestación de una cualidad particular”**. Mendel formuló dicha suposición al observar que en la primera generación (F_1) aparece sólo un rasgo de la generación parental. El segundo rasgo queda oculto en F_1 y reaparece en un 25% en la segunda generación (la reaparición del segundo rasgo sugirió a Mendel que los híbridos llevan oculta una característica). Si hay un factor que queda oculto, es obvio que debe existir otro factor que determina la característica expresada en F_1 .

2) **“Si un organismo tiene dos factores antagónicos para una característica, uno de ellos puede expresarse con exclusión total del otro”**. Dicha suposición la formuló Mendel al observar el aspecto de la primera generación (F_1) cuyos descendientes presentan la característica de uno de los progenitores a pesar que ambos progenitores son puros. Descartó que un factor hubiese sido destruido ya que reaparece en la segunda generación (F_2).

Mendel supuso que el gene con la característica observada era más “poderoso” que el determinante del rasgo excluido. Llamó gene dominante al que produce el efecto aunque esté presente su antagonista; y gene recesivo al que no se manifiesta en presencia del dominante.

Los “factores antagónicos” corresponden a lo que actualmente se llama genes alelos. En los individuos de líneas puras, los dos genes alelos son iguales (ya sea dominantes o recesivos). Para indicar si los genes del individuo son idénticos o distintos se usan los términos homocigoto (genes alelos iguales) y heterocigotos (genes alelos diferentes). Un híbrido es un organismo heterocigoto. Un individuo de línea pura es homocigoto.

3) “**Los factores hereditarios se separan o segregan al formarse las células sexuales de manera que cada gameto lleva un factor de cada par**”. Esta suposición llevó a Mendel a explicar porque los organismos llevan siempre dos genes para cada rasgo y la relación de 3:1 de la segunda generación. Mendel supuso que el óvulo y el espermio son portadores de un solo factor para el rasgo que se hereda. La fusión de los gametos (fecundación), restablece el par de factores que controla la característica. Además, la segregación de los genes determina que en los híbridos, el 50% lleve uno de los factores (genes alelos) y el otro 50% lleva el otro.

Antes de introducirnos en el análisis de las leyes de Mendel, revisaremos algunos conceptos que nos permitirán lograr en mejor forma nuestro propósito.

- ◆ **LOS CROMOSOMAS** son componentes nucleares que desempeñan un papel importante en la herencia, porque en ellos está localizado el material hereditario: **los GENES**.
- ◆ Por lo general los organismos presentan en los núcleos de sus células un doble juego cromosómico proveniente de la unión de los dos gametos, cada uno de los cuales contribuye con una serie cromosómica, tal es el caso de las **células somáticas**, que son las que forman la inmensa mayoría de los órganos.
- ◆ Los **gametos** o **células sexuales** son células **HAPLOIDES**, porque constan de sólo una serie cromosómica. Las células somáticas son células **DIPLOIDES**, porque constan de dos series cromosómicas. Las células somáticas humanas tienen 46 cromosomas en sus núcleos. Los gametos humanos (espermatozoides y óvulos) tienen 23 cromosomas en sus núcleos.
- ◆ La unión de un espermatozoide y un óvulo constituye la fecundación y la célula resultante se llama **CIGOTO o CELULA HUEVO**. Debido a que los núcleos de las células sexuales tienen una serie cromosómica (son haploides), la célula huevo contiene dos series (es diploide).
- ◆ Los cromosomas existen por pares en las células somáticas. Los miembros de cada par son homólogos entre sí: uno es de origen espermático y el otro de origen ovular, tienen el mismo tamaño, forma y aspecto y contienen dispuestos en el mismo orden, genes similares, es decir, genes que controlan los mismos rasgos hereditarios. Estos genes, que ocupan el mismo lugar (**locus**) en una pareja de **CROMOSOMAS HOMOLOGOS** se llaman entre sí **GENES ALELOS**.
- ◆ En los gametos no existen pares de cromosomas: como resultado de la **MEIOSIS** cada célula sexual contiene sólo un miembro de cada pareja de genes alelos.
- ◆ Desde el punto de vista de su acción sobre los caracteres hereditarios, los genes se dividen en **DOMINANTES** y **RECESIVOS**. Los genes dominantes son capaces de hacer aparecer un determinado carácter hereditario cualquiera sea el gen que constituye su par.
- ◆ Los **genes recesivos** manifiestan su efecto sólo en ausencia de su alelo dominante, vale decir, su efecto se produce sólo si aparece en doble dosis en las células del organismo.
- ◆ Cuando los miembros de un par de alelos son iguales en un individuo, se dice que es **HOMOCIGOTO** para el rasgo hereditario en estudio. Por ejemplo, si se examina el par de genes alelos que un individuo presenta para la determinación de su grupo sanguíneo, es homocigoto si los pares alelos son: A-A, B-B y O-O.
- ◆ Cuando los miembros del par alelo son distintos, el individuo es **HETEROCIGOTO** para el rasgo. Ejemplo A-O, B-O, A-B.
- ◆ La constitución genética que tiene un ser para sus rasgos hereditarios, representa su **GENOTIPO**.
- ◆ El aspecto externo de un ser, vale decir, la forma como se manifiesta el Genotipo constituye el **FENOTIPO**. Por ejemplo A-A o AO constituyen genotipos que puede presentar un individuo con relación a su grupo sanguíneo. En ambos casos el fenotipo es “grupo sanguíneo A”. El gen O es recesivo. Si un hombre presenta fenotípicamente el grupo O, su genotipo debe ser O-O.
- ◆ Las más generales y las más simples de las reglas que rigen los fenómenos de la herencia fueron descubiertas por experiencias **de hibridación**. Estas experiencias consisten en el estudio de la transmisión de una o varias características (monohibridismo, polihibridismo) propias de una variedad por cruzamiento con otra variedad cuyas características correspondientes son diferentes.

Las leyes de Mendel

Las leyes de Mendel explican y predicen cómo van a ser las características de un nuevo individuo, partiendo de los rasgos presentes en sus padres y abuelos. Los caracteres se heredan de padres a hijos, pero no siempre de forma directa, puesto que pueden ser dominantes o recesivos. Los caracteres dominantes se manifiestan siempre en todas las generaciones, pero los caracteres recesivos pueden permanecer latentes, sin desaparecer, para ‘surgir y manifestarse en generaciones posteriores.

Los principios establecidos por Mendel fueron los siguientes:

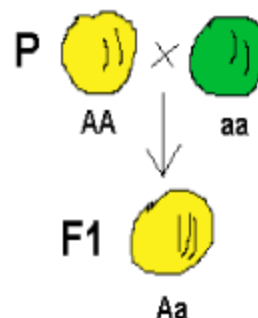
— **Primera ley de Mendel o ley de la uniformidad**. Establece que si se cruzan dos razas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación son todos

iguales entre sí (igual fenotipo e igual genotipo) e iguales (en fenotipo) a uno de los progenitores.

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



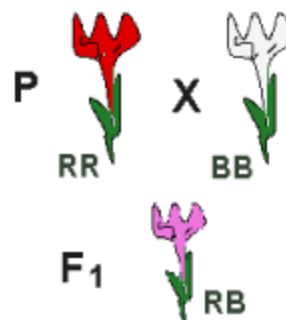
Interpretación del experimento.-

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.

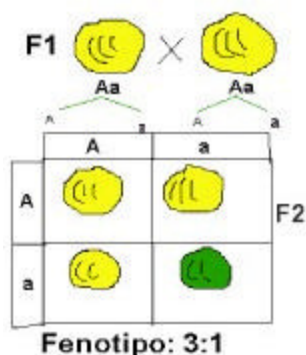
Figura 2



— **Segunda ley de Mendel o ley de la segregación.** Establece que los caracteres recesivos, al cruzar dos razas puras, quedan ocultos en la primera generación, reaparecen en la segunda en proporción de uno a tres respecto a los caracteres dominantes. Los individuos de la segunda generación que resultan de los híbridos de la primera generación son diferentes fenotípicamente unos de otros; esta variación se explica por la segregación de los alelos responsables de estos caracteres, que en un primer momento se encuentran juntos en el híbrido y que luego se separan entre los distintos gametos.

El experimento de Mendel.

Figura 3



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.

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.

Herencia sin dominancia: Fue descubierta por Correns que cruzó dos variedades puras de dondiego de la noche (*Mirabilis Jalapa*) de flores rojas y blancas respectivamente.

En la primera generación obtuvo todas las plantas de flores rosadas, color intermedio entre el rojo y el blanco. El resultante obtenido estaba en aparente desacuerdo con los trabajos de Mendel. La explicación dada a este resultado es que los dos alelos (para rojo y blanco), tienen igual fuerza y al estar ambos presentes manifiestan un estado fenotípico intermedio. Se trata de **una HERENCIA INTERMEDIA o Codominante** en la cual participan genes intermedios.

Al cruzar posteriormente las plantas de flores rosadas entre sí, se obtuvo en F2 un 25 % de flores rojas; un 50% de flores rosadas y un 25 % de flores blancas.

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.

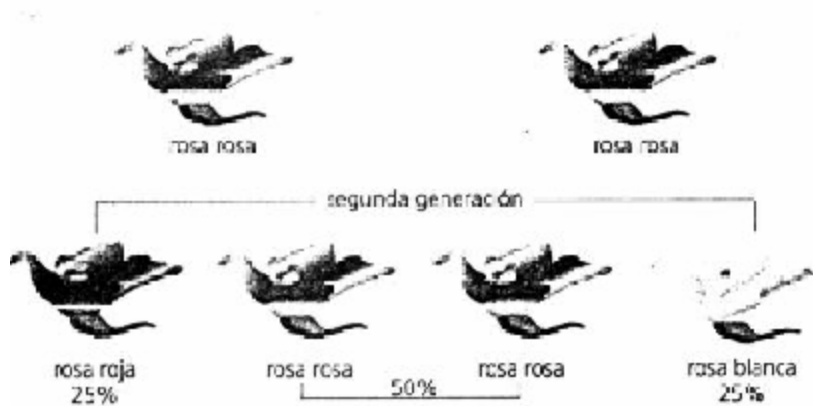


Figura 4

Retrocruzamiento

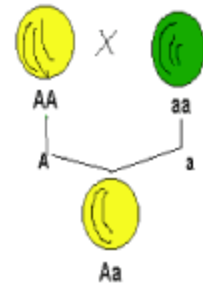
Es una técnica de diagnóstico genético que permite señalar si un individuo es homocigoto (es decir, puro genéticamente) o heterocigoto (híbrido). El cruzamiento retrógrado consiste en cruzar un individuo de genotipo desconocido con otro que presenta característica alela recesiva. La observación de los resultados fenotípicos permite concluir el genotipo del individuo en examen. Por ej. : si se cruzan arvejas de albumen amarillo (cuyo genotipo se desconoce), con arvejas de albumen verde.

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).

Figura 5



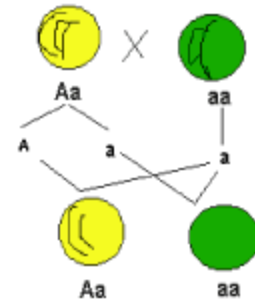
— **Tercera ley de Mendel o ley de la independencia de caracteres.**

Establece que los caracteres son independientes y se combinan al azar.

En la transmisión de dos o más caracteres, cada par de alelas que controla un carácter se transmite de manera independiente de cualquier otro par de alelos que controlen otro carácter en la segunda generación, combinándose de todos los modos posibles.

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

Figura 6

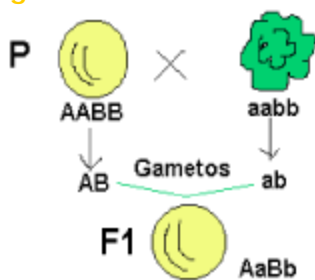


Tercera ley de Mendel

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.

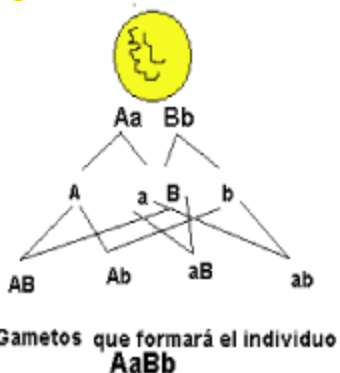
Figura 7



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.

Figura 8



Las plantas obtenidas y que constituyen la F1 son dihibridas (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.

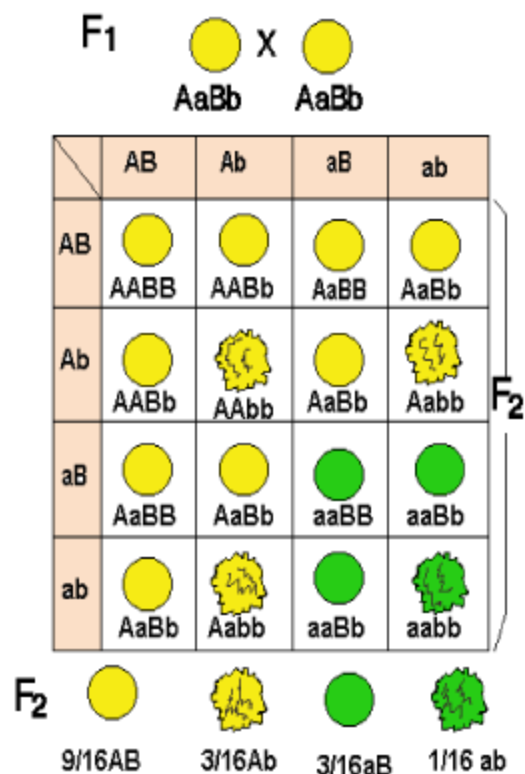
Se puede apreciar que los alelos de los distintos genes se transmiten con independencia unos de otros, ya que en la segunda generación filial F2 aparecen guisantes amarillos y rugosos y otros que son verdes y lisos, combinaciones que no se habían dado ni en la generación parental (P), ni en la filial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

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

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 distintas cromosomas. No se cumple cuando los dos genes considerados se encuentran en un mismo cromosoma, es el caso de los genes ligados.

Figura 9



Teoría Cromosómica de la Herencia

En 1903, el citólogo norteamericano Walter Sutton hizo notar que durante la Meiosis, los cromosomas se comportan de una manera muy semejante a los “factores hipotéticos de Mendel”. Al detallar su comparación Sutton señaló que:

- 1) Los cromosomas se presentan en pares estando cada par constituido por un cromosoma de origen paterno y otro, de origen materno. Mendel dijo que los “factores” existen en pares y que cada par resulta de un gene paterno y otro materno.
- 2) Los cromosomas homólogos se separan en la Meiosis recibiendo cada gameto un miembro de la pareja de homólogos. Según Mendel, los “factores hereditarios” segregan al formarse las células sexuales de modo que cada gameto lleva sólo un factor.
- 3) En la metafase de la primera división meiótica los pares de cromosomas homólogos se ordenan al azar (algunos cromosomas de origen materno se ubican a un lado de la placa ecuatorial y el resto al otro lado; lo mismo sucede con los de origen paterno). En esta forma los cromosomas se distribuyen al azar en la formación de los gametos.

Basado en este paralelismo, Sutton pensó que los “factores de Mendel” (los genes) debían hallarse contenidos en los cromosomas.

Es obvio que los cromosomas no podían ser las “partículas mendelianas” porque el número de rasgos hereditarios es siempre muy superior al número de cromosomas.

Sutton sugirió, por lo tanto, que muchos genes diferentes podían estar localizados en un solo cromosoma. La idea actual es que cada gen ocupa un punto definido en un cromosoma, denominado “locus” (loci).- En los cromosomas homólogos, los genes para una determinada característica ocupan por supuesto, loci que son comparables por su posición.

Determinación Genética del Sexo

Una de las interrogantes más interesantes de la herencia biológica: ¿es el sexo un rasgo determinado por el genotipo del individuo?

Los primeros indicios de que el sexo es un rasgo hereditario surgieron cuando se descubrió, en la *Drosófila Melanogaster*, que había diferencias entre los cromosomas del

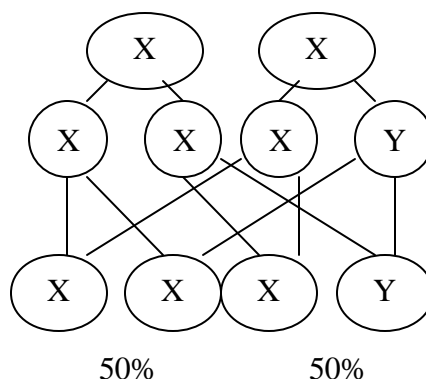
macho y de la hembra. En ambos sexos, tres de los cuatro pares de cromosomas homólogos son idénticos en forma y tamaño, pero el cuarto es diferente. En la hembra está constituido por dos componentes rectos llamados cromosomas X; mientras que el macho tiene un cromosoma recto (Cromosoma X) y otro más pequeño en forma de bastón (Cromosoma Y).

La pareja de cromosomas que diferencia el macho de la hembra se llama heterocromosomas o cromosomas sexuales.

De acuerdo a lo anterior:

XX corresponde a una hembra XY corresponde a un macho
--

La hembra sólo produce un tipo de gametos (homogamética), caracterizados por contener cromosoma X; en cambio el macho puede formar dos clases de gametos (espermatozoides) (heterogámico) en igual proporción: 50% con el cromosoma X y 50% con el cromosoma Y. El sexo de la Drosófila depende del tipo de espermio que fecunda al óvulo (el gameto masculino determina el sexo):



La determinación del **sexo en la especie humana** pertenece a este tipo de determinación sexual. La mujer posee 22 pares de autosomas y 2 heterocromosomas XX. Su genotipo es 44 A + XX (forma óvulos con 22 A + X). El hombre posee 22 pares de autosomas y 2 heterocromosomas XY. Su genotipo es 44 A + XY (forma espermatozoides con 22 A + X, y espermatozoides con 22 A + Y).

Mecanismo Abraxas: (Descubierto en la mariposa *Abraxas grossulariata* del grosellero). Este mecanismo de determinación sexual se presenta en Lepidópteros (mariposas y polillas) en Aves (gallinas, pavos, gorrión) y Peces. Los machos son ZZ (homocigotos), y las hembras ZW (heterocigotas). En este caso es la hembra la que determina el sexo.

Mecanismo Protenor: (Descubierto en Hemípteros del género *Protenor*). Este mecanismo se presenta en Hemípteros y en Ortópteros (grillos y langostas). Las hembras poseen un par de cromosomas X (XX); el macho posee sólo un cromosoma X (XO). En este caso son los machos quienes determinan el sexo.

Determinación del sexo en las abejas: La abeja hembra es diploide (32 cromosomas), en cambio el macho lleva solamente 16 cromosomas (haploide). Cada óvulo posee 16 cromosomas resultado de una meiosis normal. Los espermios son producidos a través de una meiosis especial, en la cual todos los cromosomas van a una célula sexual y ninguno a la otra. La abeja reina al ser fecundada almacena los espermios en un receptáculo seminal “Espermateca” que se comunica por un túbulo con el oviducto. La ovoposición puede realizarla la reina de dos formas:

- a) Cuando ovoposita en “celdillas de zánganos”, el túbulo del receptáculo seminal permanece cerrado. Los óvulos haploides se desarrollan y dan origen a individuos haploides (zánganos).
- b) Cuando ovoposita en “celdillas de obreras”, el túbulo se abre durante la expulsión del óvulo, permitiendo así su fecundación. Los óvulos fecundados originan individuos diploides (hembras). Que éstas resulten obreras o reinas depende de la alimentación que reciben en su estado larvario.

Fuente Consultada:

- Gran Enciclopedia Universal <http://www.portalplanetasedna.com.ar/mendel.htm>
- Leyes de Mendel Por lourdes Luengo <http://www.biotech.bioetica.org/ap1.htm>
- Leyes de Mendel Enciclopedia Wikipedia http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Mendel

-Introducción a la genética. <http://fai.unne.edu.ar/biologia/genetica/genet1.htm>

Por Orlando Valega: “Apinatura” <http://galeon.com/apinatura>

Suscribite al grupo Apinatura Aquí:

<http://es.groups.yahoo.com/group/apinatura/join>