

SEGREGACIÓN Y DISTRIBUCIÓN INDEPENDIENTE

La obra de Mendel

Antiguamente se creía que la descendencia surgía de la unión arbitraria de factores; otros postulaban que la descendencia era una mezcla de los caracteres paternos y también se creía que los caracteres se heredaban exactamente del padre al hijo.

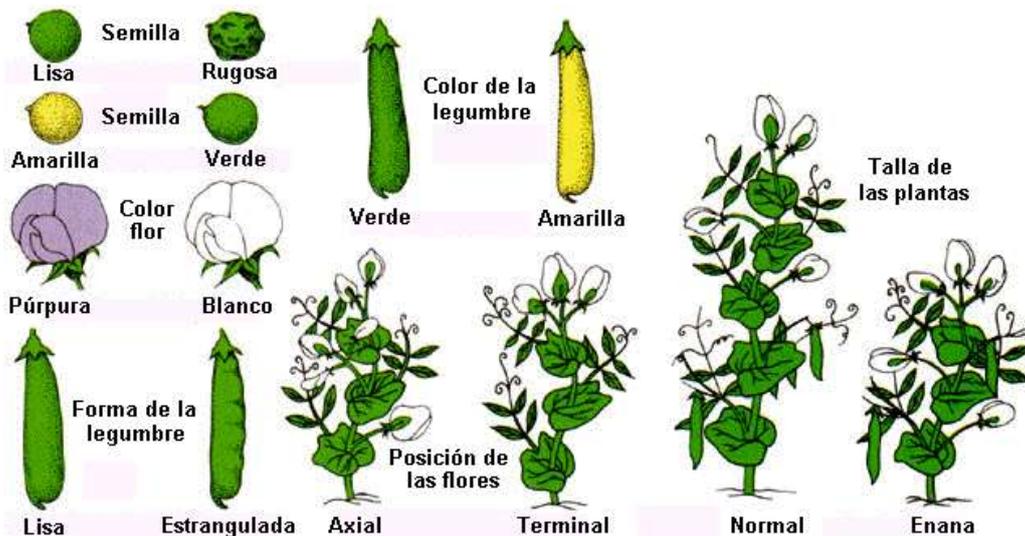
Mendel era un monje austríaco que empezó en 1857 a seleccionar material para ver cómo se transmitían los caracteres, y en 1865 publicó sus experiencias pero no tuvieron mayor trascendencia. Cuando Mendel comenzó sus estudios sobre la herencia, no se sabía de la existencia de los cromosomas ni del papel y mecanismo de la meiosis. No obstante, Mendel pudo determinar la existencia de “unidades de herencia” discretas y predecir su comportamiento durante la formación de los gametos. El trabajo de Mendel pasó largo tiempo inadvertido hasta 1900, cuando tres investigadores por separado: Tschermak, Correns y De Vries llegan a iguales conclusiones y redescubren el trabajo del monje y así se estableció el concepto de gen como unidad hereditaria discreta.

Mendel eligió para trabajar la arveja (*Pisum sativum*) que presentaba para ciertos caracteres dos alternativas, por ej. forma de semilla lisa ó rugosa. Además la especie poseía ciertas características que la convertían en un material apropiado para la investigación:

- a. Autógamas, se autofecundan
- b. Poseen flores hermafroditas, lo que permite hacer fecundación artificial emasculando la flor.
- c. Posee ciclo biológico corto y alta prolificidad
- d. Bajo costo de mantenimiento.

Mendel eligió siete caracteres (característica particular a estudiar), cada uno de los cuales estaba representado por dos formas alternativas u opuestas:

	Carácter	Alternativa
1	Forma de semilla	Lisa / Rugosa
2	Color de cotiledones	Amarillo / Verde
3	Forma de vaina madura	Normal / Comprimida
4	Color de la vaina no madura	Verde / Amarilla
5	Posición de las flores	Axilar / Terminal
6	Longitud del tallo	Alto / Corto
7	Color de flor	Violeta / Blanco



Experiencia de Mendel

Mendel tomó un grupo de plantas para cada carácter y a cada uno los dividió en dos según las alternativas, y dejó que se autofecundaran por unas 5 generaciones para asegurarse que eran líneas puras; o sea que no tendrían variación en cuanto al carácter que él había elegido.

Luego tomó flores del primer grupo (semillas lisas) y las emasculó, es decir, cortó las anteras para usarlas como progenitor femenino. Del segundo grupo (semillas rugosas) sacó los granos de polen y los colocó en el primer grupo, cubriendo luego las flores para evitar efectos extraños y obtuvo lo que llamó *Filial 1* (F1), la cual tenía características de uno sólo de los padres (100% semillas lisas). Hizo esto para cada uno de los caracteres.

P	Lisas	x	Rugosas	
F1			Lisas	100%

Luego por autofecundación de la F1 obtuvo una segunda generación o *Filial 2* (F2), apareciendo aquí la otra forma del carácter paterno que no aparece en la F1. En una generación de 4 individuos de la F2, 3 eran semillas lisas y 1 de semillas rugosas; el mismo patrón seguían los otros caracteres.

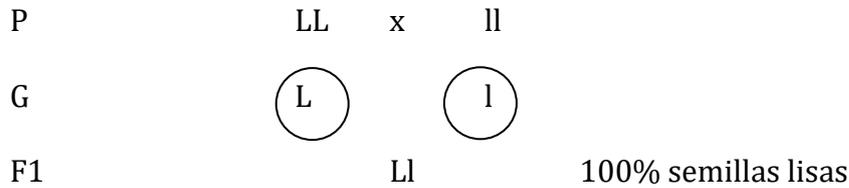
P	Lisas	x	Lisas	
F2	Lisas	,	Rugosas	3:1

Esto demuestra que ninguna característica desaparece, sino que queda enmascarada en F1 para aparecer en F2.

Este tipo de cruzamiento donde se tiene en cuenta un sólo carácter se denomina cruzamiento monohíbrido. La forma del carácter que se expresa en la F1 se denomina **Dominante** y la forma que no se expresa en F1, pero reaparece en F2 se denomina **Recesivo**.

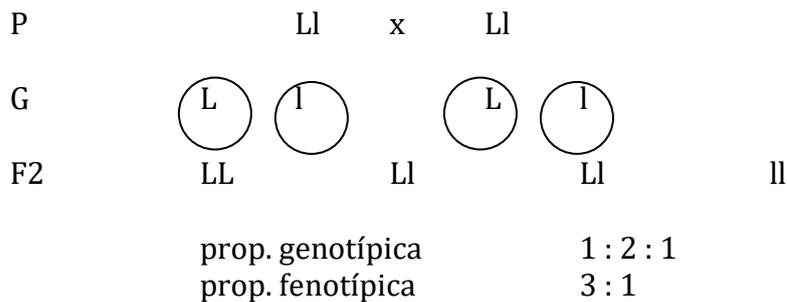
Mendel observaba el fenotipo de las plantas, y para explicar estos resultados, propuso la existencia de factores discretos para cada carácter. Sugirió que estos

factores eran las unidades básicas de la herencia y pasaban sin cambio de generación en generación, determinando los distintos caracteres que expresaba cada planta. Mendel dijo que estos factores se ubicaban de a 2 en los individuos, pero a la descendencia se transmitía por medio de las gametas uno de ellos, restituyéndose en la descendencia los 2 factores.



Los individuos de la F1 son **monohíbridos** que es un individuo **heterocigota** para uno sólo de sus caracteres.

En la F2 sucede lo siguiente:



Teniendo en cuenta los patrones de los resultados obtenidos en los cruces monohíbridos, Mendel postuló su Primer Principio:

“Segregación y pureza de las gametas” Los miembros de un mismo par de alelos se separan uno de otro para formar las gametas, de tal manera que la mitad de las gametas poseen una alternativa de uno de ellos y la otra mitad la otra alternativa.

En el cruce monohíbrido, la forma del carácter que se expresa en la generación F1 se denomina dominante y es consecuencia de la presencia del factor dominante. La forma que no se expresa en F1, pero que reaparece en F2 se denomina recesivo y se encuentra bajo la influencia genética del factor recesivo. Es decir que uno de los factores domina sobre el otro que se llama recesivo.

Con el conocimiento actual del mecanismo de división celular sabemos que esta segregación que explica el primer principio de Mendel sucede en la Anafase I de la meiosis.

Terminología

Alelo: son las alternativas opuestas de un carácter que se ubican en locus iguales de cromosomas homólogos. Es decir que alelo es una de las dos o más formas alternativas de un gen.

Locus: ubicación o lugar donde se encuentra el gen en un cromosoma.

Gen: Es la unidad hereditaria que gobierna la expresión de un carácter. Es lo que Mendel llamó "factor".

Fenotipo dominante: una alternativa es dominante cuando se expresa en F1 y enmascara la otra alternativa del carácter.

Fenotipo recesivo: es la alternativa que recién se expresa en F2 en menor proporción y no aparece en F1.

Homocigota: individuos que no segregan. Ambos miembros de alelos del par homólogo codifican la misma alternativa del carácter considerado.



Heterocigota: individuos que segregan. Un miembro del par homólogo codifica una alternativa del carácter y el otro miembro la otra alternativa. Tienen alelos diferentes y por lo tanto información genética diferente.



Monohíbrido: individuos heterocigotas para un solo carácter.

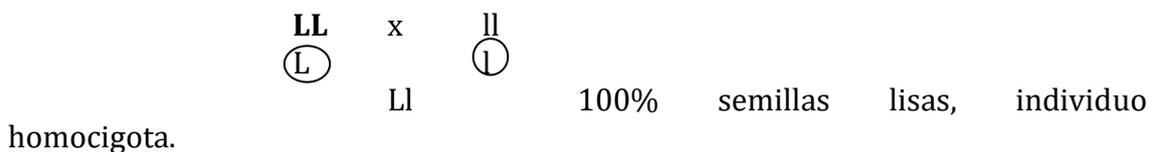
Genotipo: es la constitución genética del individuo aportada por los padres.

Fenotipo: es la expresión de los caracteres percibida a través de los sentidos. Está influenciado por el ambiente. $F = G + A$ (Fenotipo = Genotipo + Ambiente).

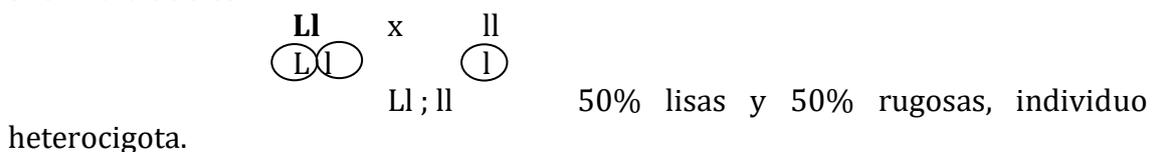
Prueba de cruce

Sirve para averiguar el genotipo de una planta que expresa el fenotipo dominante, ya que el individuo puede ser homocigota o heterocigota. Se cruza el individuo en cuestión con el padre homocigota recesivo.

Si el individuo es LL:



Si el individuo es Ll:



Cruzamiento retrógrado o retrocruzamiento

Es cuando se cruza al descendiente con cualquiera de sus padres.

la	LLAa	Llaa	llAa	llaa
----	------	------	------	------

Proporción genotípica en F2

Proporción fenotípica en F2

1/16	LLAA	}	9/16 lisas, amarillas
2/16	LLAa		
2/16	LlAA		
4/16	LlAa		
1/16	llAA	}	3/16 rugosas, amarillas
2/16	llAa		
1/16	LLaa	}	3/16 lisas, verdes
2/16	Llaa		
1/16	llaa	}	1/16 rugosas, verdes

Prop. fenotípica 9 : 3 : 3 : 1

Prop. genotípica 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1

De acuerdo a los resultados del cruzamiento dihíbrido, Mendel propuso el segundo principio:

“Recombinación y transmisión independiente” las alternativas de los distintos pares de alelos se transmiten independientemente y se recombinan al azar para formar las gametas.

Métodos para obtener genotipo y fenotipo de un dihíbrido en F2

- 1) Tablero de Punnet: se basa en la obtención de gametas del dihíbrido y se las ordena en el tablero, de forma que se crucen cada una de las mismas.
- 2) Método docotómico: se basa en las proporciones fenotípicas de la F2 de un monihíbrido (3:1) y las genotípicas (1:2:1).

3 L_	3 A_	9 L_ A_	}	Prop. fenotípica 9:3:3:1
	1 aa	3 L_ aa		
1 ll	3 A_	3 ll A_		
	1 aa	1 ll aa		

1 LL	1 AA	1 LLAA	}	Prop. genotípica 1:2:1:2:4:2:1:2:1
	2 Aa	2 LLAa		
	1 aa	1 LLaa		
2 Ll	1 AA	2 LlAA		
	2 Aa	4 LlAa		
	1 aa	2 Llaa		
	1 AA	1 llAA		

1ll	2 Aa	2 llAa
	1 aa	1 llaa

3) Método algebraico: también basado en en las proporciones fenotípicas de la F2 de un monihíbrido (3:1) y las genotípicas (1:2:1).

Fenotipos de la F₂ de un dihíbrido:

3 A_ 1 aa
3 L_ 1 ll

9 L_ A_ : 3 L_ aa
3 ll A_ : 1 ll aa

Genotipos de la F₂ de un dihíbrido:

1 AA 2 Aa 1 aa
1 LL 2 Ll 1 ll

1 LLAA: 2 LLAa: 1 LLaa
2 LlAA: 4 LlAa: 2 Llaa
1 llAA: 2 llAa: 1 llaa

Prueba de cruza: Se realiza para conocer el genotipo de un fenotipo dominante, ya que éste puede ser homocigota u heterocigota, variando el resultado obtenido. Se cruza con el padre homocigota recesivo

Lisa, amarilla x	Rugosa, verde
L_A_	llaa

a) Si la descendencia es 100% dominante el padre es homocigota

LLAA	x	llaa
Ⓐ		ⓐ
	LlAa	
100% semillas lisas, amarillas		

b) Si la proporción es 1:1:1:1 ó dicho de otra manera un 25% de cada tipo, el padre es heterocigota.

LLAa	x	llaa
Ⓐ		ⓐ
Ⓐ		LlAa

25% lisas, amarillas
25% lisas, verdes
25% rugosas, amarillas
25% rugosas, verdes