Características	F_1 Fenotipo	F_2 Fenotipo	Proporción fen.	Proporción Gen.
Corteza gris o blanca	gris	705 gris 224 blancas		
amarillas o verdes	amarillas	6022 amarillas 2001 verdes		
vaina inflada o aplastadas	infladas	882 infladas 224 aplastadas		
vainas verdes o amarillas	verdes	428 verdes 152 amarillas		
flores axiales o terminales	axiales	651 axiales 207 terminales		
tallos largos o cortos	largos	787 largos 277 cortos		

Cuadro 4. Completa las proporciones fenotípicas y genotípicas del cuadro realizando los siguientes ejercicios, siguiendo los mismos pasos que Mendel. Recuerda que la letra que representa el genotipo puede ser cualquiera pero previamente especificado y la dominante va en primer término.

Ejercicios de cruzas de Monohíbridos con dominancia completa.

EJERCICIO I - 1

1. En este y todos los ejercicios puedes usar el cuadro de Punnett como se te muestra en el Anexo.

   De acuerdo con el color de la corteza de los chícharos el gris es dominante sobre el blanco, por lo tanto tendremos que en la cruza de:

GG = gris	
gg = blanco	

Representación del carácter.

P_1 GG x gg

Gametos ____ , ____ x ____ , ____

F_1 _____

al autofecundar F_1 Gg x Gg

Gametos ____, ____ x ____ , ____

F_2 ____ ____ ____ ____

La proporción Genotípica es: _____

La proporción Fenotípica es: _____

EJERCICIO I - 2

Caracter: Forma de la vaina. La forma inflada es dominante sobre la forma aplastada.

II = inflada	
ii = aplastada	

P_1 II x ii

Gametos ____, ____ x ____, ____

F_1 _____

F_1 Ii x Ii (autofecundación)

Gametos ____, ____ x ____, ____

F_2 ____ ____ ____ ____

La proporción Genotípica es: _____

La proporción Fenotípica es: _____ _____

EJERCICIO I - 3

Caracter: Color de las vainas. El verde es dominante sobre el amarillo.

BB = verde	
bb = amarillo	

P_1 BB x bb

Gametos ——, —— x ——, ——

F_1 _____

F_1 Bb x Bb (autofecundación)

Gametos ——, —— x ——, ——

F_2 —— —— —— ——

La proporción Genotípica es: _____

La proporción Fenotípica es: _____

EJERCICIO I - 4

(Sólo se te darán los Genotipos, si tienes dudas consulta con tu maestro).

Caracter: Longitud del tallo. El tallo largo es dominante sobre el corto.

LL = Tallo largo	
ll = Tallo corto	

P_1 LL x ll

Gametos ——, —— x ——, ——

F_1 _____

F_1 ——— x ——— (autofecundación)

Gametos ——, —— x ——, ——

F_2 —— —— —— ——

La proporción Genotípica es: _____

La proporción Fenotípica es: _____

EJERCICIO I - 5

Caracter: Color de la flor. El rojo es dominante sobre el blanco.

RR = rojo	
rr = blanco	

P_1 RR x rr

Gametos ——, —— x ——, ——

F_1 _____

F_1 ——— x ——— (autofecundación)

Gametos ——, —— x ——, ——

F_2 —— —— —— ——

La proporción Genotípica es: _____

La proporción Fenotípica es: _____

EJERCICIO I - 6

Consulta el cuadro No. 4, de tu contenido y con la práctica que tienes complementalo. Las flores Axiales son dominantes sobre las terminales. (Si tienes dudas consulta con tu maestro).

2. Cruzas de Prueba o Retrocruza.

Cuando Mendel observó que de la F_1 se obtenían plantas con semillas lisas y rugosas y en la F_3 las semillas rugosas mantenían puro su caracter, realizó el siguiente experimento. Cruzó semillas lisas de la F_1 con rugosas. En este caso de dominancia completa, las semillas lisas pueden ser heterocigotas u homocigotas dominantes, pero en las rugosas, el caracter homocigoto recesivo se mantiene puro; por lo tanto, los gametos son conocidos, y como son recesivos, sólamente se manifestarán genotípicamente al unirse a otro recesivo. En dado caso de que no se manifieste el caracter rugoso, obtendríamos la información de que el otro organismo es dominante puro. A este tipo de cruza la llamó Cruza de Prueba o retrocruza, y la utilizó para comprobar que cada progenitor segregaba la mitad de los caracteres. Veamos:

F_1 Aa x aa ← caracter conocido (línea pura recesiva)

Gametos A, a x a, a ← gametos conocidos

	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

Proporción fenotípica 2:2

Proporción genotípica 2:2

La mitad fueron rugosas lo que nos comprueba que el caracter liso no era de línea pura sino heterocigoto.

¿Se podrá realizar la cruza de prueba con la F_2 de los experimentos? ¿Por qué?

B. Cruzas Dihíbridas.

Estas cruzas se realizan cuando se toman en cuenta dos caracteres a un tiempo.

Hasta estos momentos las conclusiones de Mendel sobre la combinación de un caracter era fácilmente explicable, ya que un par de genes actúa sólamente para un caracter determinado; pero Mendel había observado que los caracteres se encontraban mezclados, por ejemplo: observó que las semillas lisas (AA) eran dominantes sobre el caracter arrugado (aa) y las semillas amarillas (BB) eran dominantes sobre las verdes (bb), pero encontraba semillas lisas verdes (AAbb) y rugosas amarillas (aaBB) por lo que procedió a realizar otros experimentos:

Seleccionó semillas de línea pura para las siguientes características:

Semillas lisas amarillas (AABB)
Semillas rugosas verdes (aabb) y

las fecundó por medio de fertilización cruzada, obteniendo en la F_1 sólamente plantas con semillas lisas amarillas. Procedamos a representarlo:

P_1 AABB x aabb

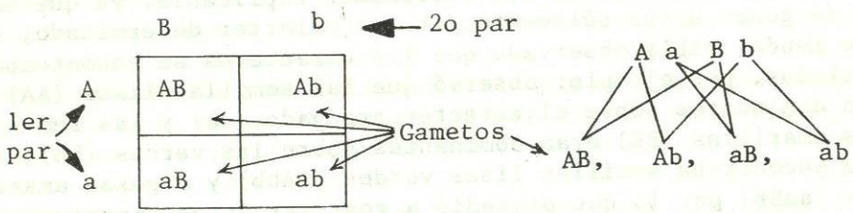
Gametos (todos) AB x ab (todos)

F_1 AaBb todas lisas amarillas

Los caracteres dominantes persistieron, como era de esperarse ya que no hubo diferencias con los obtenidos al estudiar los caracteres aislados o de un par de genes.

Cuando autofecundó la F_1 obtuvo una proporción de 9 lisas amarillas 3 lisas verdes, 3 rugosas amarillas, 1 rugosa verde o séase una proporción fenotípica de 9:3:3:1. ¿Por qué? Veamos la explicación: para la formación de los gametos, cada par de

genes deberá de segregar uno de sus miembros, de tal manera que los gametos tendrán la representación de cada par; esta segregación será en forma independiente en cada uno de los miembros. Por ejemplo: si el Genotipo es AaBb los gametos - se obtienen de la siguiente manera: se colocan los miembros del primer par (Aa) a un lado del cuadro de punnett y el segundo par al otro lado:



o bien como la muestra la figura de la derecha. Véamos cómo obtuvo Mendel esta proporción:

F_1 AaBb x AaBb (Autofecundación)

Gametos. AB, Ab, aB, ab x AB, Ab, aB, ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

En la F_2 tendremos:

La proporción fenotípica de 9:3:3:1. Esta proporción siempre se da en la cruza de los dihíbridos con dominancia completa , al desglosar tendremos nueve lisas amarillas, aun que su genotipo (constitución genética) sea diferente, siempre aparece en los 9 casos el caracter redondo y amarillo: 1 AABB 2 AABb 2 AaBB, 4 AaBb.

Como podrás observar el genotipo es diferente pero fenotípicamente son iguales, podemos representar la proporción 9 como 9 A-B-.

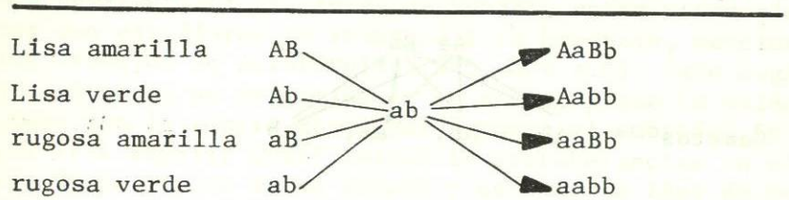
Tres lisas verdes, en este caso el caracter redondo puede aparecer en forma heterocigótica pero el caracter verde -- sólo se puede presentar cuando se encuentra en forma homocigótica. 1 AAbb, 2 Aabb.

Tres rugosas amarillas, el caracter rugoso sólo se presenta en forma homocigótica y el amarillo se presenta como en el primer caso, tanto en forma heterocigótica como en homocigótica. 1 aaBB, 2 aaBb.

Un rugoso verde, en este caso los dos caracteres recesivos se manifiestan porque aparecen en forma homocigótica aabb.

Al igual que con los monohíbridos, cuando se requiere determinar con seguridad los tipos y frecuencia de los gametos de un dihíbrido (AaBb) se realizan una retrocruza o -- cruza de prueba . Una cruza de prueba se lleva a cabo utilizando un individuo doble recesivo (aabb), ya que sólo -- produce un solo tipo de gameto (ab), y no afecta la información de los gametos del dihíbrido. Veamos:

AaBb x aabb



C. Leyes de Mendel.

Gregorio Mendel, después de 8 años de trabajo, al ver que los procesos se repetían en forma y proporción ordenada, - enunció dos leyes que aún en nuestros días siguen rigiendo las bases de la genética.

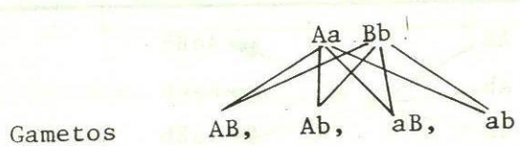
Primera Ley de Mendel.

Ley de la Segregación o ley de la pureza de los gametos. - Esta ley establece que los genes se encuentran por pares - en los organismos (AA - aa), pero en la formación de los - gametos cada gene se segrega o separa del otro miembro y - pasa a un gameto diferente, de modo que cada gameto tiene sólo uno de cada tipo de gen.

Segunda Ley de Mendel.

Ley de la Segregación independiente.
Establece que los miembros de un par de genes se separan o segregan con independencia de como se haga en otros pares, de modo que se reparten al azar en el gameto resultante.

Así un individuo heterocigoto para dos pares de genes, dará cuatro tipos de gametos en cantidades iguales:



Una vez terminados sus trabajos, Mendel los publicó en el - año de 1865 - 66 en la Sociedad de Historia Natural de Brünn, pero desgraciadamente no tuvieron aceptación por los científicos, tal vez porque no se encontraban con la capacidad suficiente para entenderlos o porque estaban demasiado ocupados con los trabajos de Carlos Darwin sobre las teorías de la evolución y origen de las especies, y fue hasta el año - de 1900 cuando fueron redescubiertas por tres biólogos investigadores, cada uno trabajando por separado: Hugo de - - Vries en Holanda, Carl Correns en Alemania y Erick Von - - Tschermak Seysnegg en Australia. Gregorio Mendel murió en - 1884.

A partir de 1900 la Genética se desarrolló vertiginosamente, como lo veremos más adelante; pero queremos recalcar la importancia de estos trabajos por lo siguiente: la sencillez del trabajo, ya que tomó el poco espacio que dejaba el monasterio; la separación de las características, ya que cada una fué tomada en forma individual así como la separación - de las semillas con su debida etiquetación (esto hace suponer que Mendel había formulado sus hipótesis y que buscaba algo en concreto a pesar de que nunca lo manifestó en sus - escritos); la tenacidad en sus experimentos, ya que se llevó 8 años en realizarlos a pesar de los problemas que tuvo (plagas), y la emisión de las conclusiones sobre sus trabajos con sus dos leyes además de que conjugó los conocimientos de botánica y matemáticas.

Esto es un modelo de investigación científica que marcó la diferencia entre el éxito y el error de los anteriores investigadores que tomaban al organismo en la totalidad de -- sus características. Antes de Mendel, entre otros científicos que estudiaron lo relativo a la herencia, mencionaremos los trabajos de Aristóteles (300 años a.C). Este sugirió -- que el sémen se originaba de la sangre y que la unión del - semen con la sangre menstrual formaba el embrión. En el siglo XVII Regnier Graff descubrió protuberancias en el ovario de la hembra de un venado y se tomó la idea de que el -

semen y el óvulo transmitían las características. Carlos - Darwin concluyó que los descendientes entre parejas sin relación de parentesco eran más vigorosos que entre familiares y en 1875 Gatton establece la diferencia entre lo congénito y lo adquirido, etc.

D. Proporciones fenotípicas.

En genética se maneja en alto grado las probabilidades, debido a que la segregación de los alelos de un gene es en - forma independiente, y ésto nos da las proporciones o probabilidades tanto Genotípicas como Fenotípicas. Las proporciones Fenotípicas están dadas en base al número de alelos y el grado de dominancia.

La dominancia de los alelos se manifiesta en forma de do-- minancia completa y dominancia parcial o incompleta.

En los monohíbridos la dominancia completa se manifiesta - fenotípicamente en una proporción de 3:1 ya que muestra -- los efectos fenotípicos de un solo alelo, ejemplo: la pigmentación normal de una persona esta dado por un alelo, y el albinismo (falta de pigmentación en la piel) se mani- - fiesta sólo en forma recesiva.

A _ = pigmentación normal de la piel

aa = albino.

En el cruzamiento de dos personas heterocigóticas con pigmentación normal tendríamos:

Aa x Aa

Gametos A, a, x A, a.

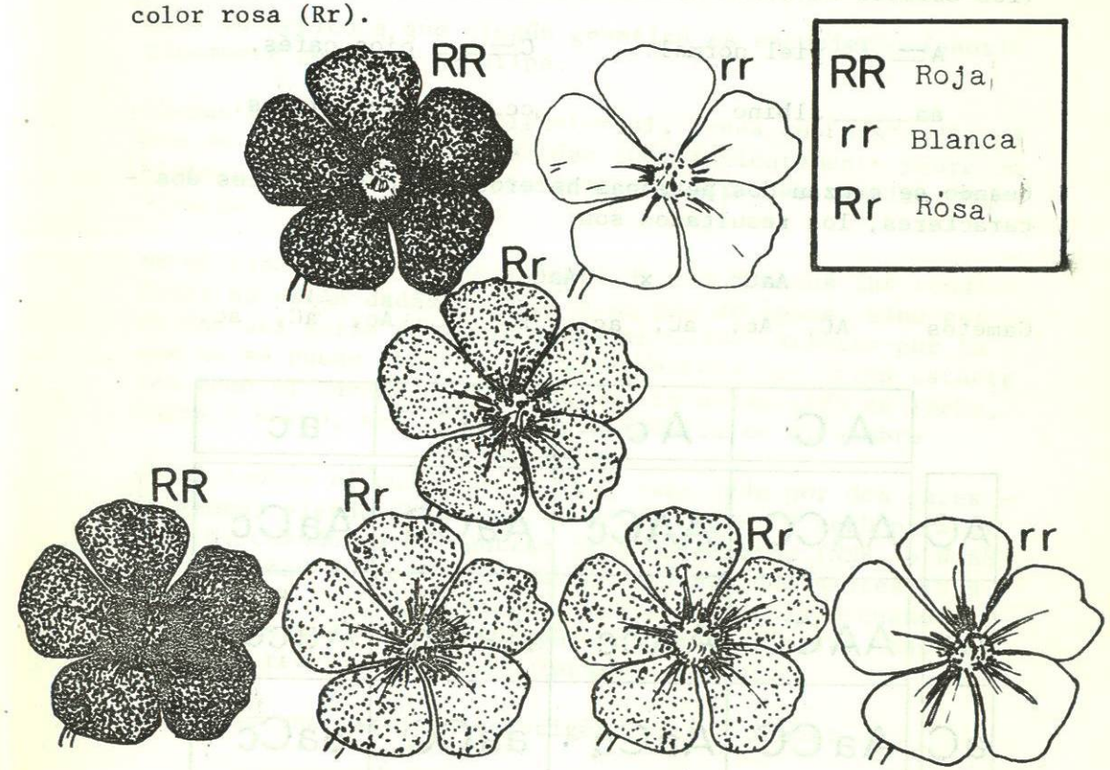
	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

F_1 AA, Aa, Aa, aa.

3 con piel normal 1 albino

En caso de que la dominancia fuese parcial o incompleta las proporciones fenotípicas y genotípicas serían iguales, 1:2:1 Ejemplo:

Si cruzamos dos plantas con flores de color (RR) rojo, y -- (rr) blanco, en las cuales estos colores sólo se manifiestan en forma homocigótica; en forma heterocigótica se da un color rosa (Rr).



Pero independientemente de la forma de dominancia, la individualidad de los genes recombinantes siempre se mantiene.

Lo mismo sucede con la individualidad de pares de genes no alélicos (AABB o AaBb), tanto en dominancia completa como incompleta; veamos:

En los humanos, el color normal de la piel se presenta en forma homocigótica dominante y heterocigótica, y el albinismo sólo se presentan en forma recesiva. En el color de los ojos, el azul se manifiesta únicamente en forma recesiva, (los colores obscuros son dominantes sobre los cláros).

A—— piel normal. C—— ojos cafés.

aa—— albino cc—— ojos azules.

Cuando se cruzan dos personas heterocigóticas para los dos caracteres, los resultados son:

AaCc x AaCc

Gametos AC, Ac, aC, ac, x AC, Ac, aC, ac.

	AC	Ac	aC	ac
AC	AACC	AACc	AaCC	AaCc
Ac	AACc	AAcc	AaCc	Aacc
aC	AaCC	AaCc	aaCC	aaCc
ac	AaCc	Aacc	aaCc	aacc

Siendo la proporción fenotípica de 9:3:3:1 y la genotípica de 1:2:1:2:4:2:1:2:1.

En la dominancia incompleta hay algunas variantes en las proporciones, dependiendo de la forma de acción de los genes. Si en algunos de los pares de genes hay dominancia y si cada par actúa independientemente y en diferentes caracteres, en la cruza al azar de dihíbridos la proporción genotípica y fenotípica son iguales:

1:2:1:2:4:2:1:2:1.

ésto es debido a que ningún genotipo es encubierto fenotípicamente por otro genotipo.

Cuando hay herencia multifactorial, o sea que dos o más pares de genes diferentes actúan independientemente sobre un mismo caracter, las proporciones fenotípicas cambian. Por ejemplo:

En el caso del color de la piel de los humanos las tonalidades no están dadas en base a un par de genes, sino que actúan una serie de genes sobre un mismo caracter por lo que no se puede separar. Lo mismo sucede con otros caracteres como el tamaño de los frutos, la producción de leche, carne y huevo, así como la inteligencia en el hombre.

En el hombre el color de la piel está dado por dos pares de genes; siendo NNBB para el color negro, y nnbb para el blanco. Cuando se encuentran tres dominantes (NNB_ o N_BB) la tonalidad es negroide. Cuando son dos dominantes (N_B_ NNbb, nnBB) fenotípicamente aparece como mulato cuando solamente uno de los alelos aparece como dominante (Nnbb o nnBb) aparecería con una coloración morena.

Al cruzar una pareja heterocigótica tendríamos:

NnBb x NnBb

Gametos NB, Nb, nB, nb x NB, Nb, nB, nb.

	NB	Nb	nB	nb
NB	NNBB Negro	NNBb Negroide	NnBB	NnBb Mulato
Nb	NNBb Negroide	NNbb Mulato	NnBb	Nnbb Moreno
nB	NnBB Negroide	NnBb Mulato	nnBB	nnBb Moreno
nb	NnBb Mulato	Nnbb Moreno	nnBb	nnbb Blanco

En este caso obtenemos la forma fenotípica de 1:4:6:4:1, y la proporción genotípica de 1:2:1:2:4:2:1:2:1.

Cuando la dominancia completa la ejerce cualquiera de los alelos dominantes, no importando la proporción en que aparezca, la proporción fenotípica será de 15:1, o sea que la única forma de no presentarse la dominancia sería en la forma recesiva homocigótica, ya que todos los pares de genes actúan independientemente en la misma dirección y sobre un mismo caracter.

En el caso de la pigmentación de la piel, es muy discutido el número de genes que actúan. En este ejercicio, usamos el modelo de Davenport que es el más simple para nuestra explicación. R.R. Gates estima que son 3 pares y lo más actual es la estimación de que son hasta 20 pares de genes. Esto se debe a que el porcentaje de melanina en las células varía desde cero en los albinos hasta 100% en los negros de Bermudas y Jamaica; la población negra Americana muestra en promedio un 75% de concentración de melanina. También varía la terminología, ejemplo, al negroide se le denomina obscuro, al mulato intermedio o mediano y al moreno, claro o brillante.

EJERCICIO I - 7

La ausencia de los cuernos, en reses vacunas, es debido a un gene complementario dominante (B—), siendo las reses con cuernos normales (bb). El gene (R) para el color rojo no muestra dominancia sobre el blanco (R') siendo el híbrido (RR') de color ruano.

Suponiendo segregación independiente, dé las probabilidades genotípicas y fenotípicas de los apareamientos siguientes:

a) BbRR x bbRR'

b) BbRR' x bbR'R'

c) BbRR' x BbRR'

d) ruano sin cuernos (cuya madre tuvo cuernos) x blanco sin cuernos.

EJERCICIO I - 8

Los descendientes de los cruzamientos siguientes, que tienen segregación independiente, ¿En qué proporción serán completamente homocigóticos?

e) AaBb x AaBb

f) AABb x AAbb

g) AaBB x AAbb

h) Aa x aa