

TEMA 12.- LA HERENCIA GENÉTICA

1.- Teoría cromosómica de la herencia.-

La herencia de caracteres entre padres e hijos es el resultado de la transmisión de genes, la cual se realiza de forma paralela a la de los cromosomas que los contienen. Precisamente, los mecanismos de mitosis y meiosis que afectan a la distribución cromosómica, condicionan también el reparto de los genes. Esta teoría se puede explicar mediante ciertos puntos clave:

- 1) Se llama *gen* al fragmento cromosómico de ADN que controla un carácter determinado (P. e. gen A para el color del guisante)
- 2) Los genes se alinean en el cromosoma, ocupando un espacio físico llamado *locus*. (P. e. un segmento del cromosoma-14 del guisante)
- 3) Cada carácter se expresa por combinación de dos *alelos*, uno materno y otro paterno situado en el mismo locus de cada cromosoma homólogo, con la misma o distinta información. (P. e. el color amarillo depende del alelo A y el verde del a)
- 4) Si ambos alelos tienen igual información para un carácter, el individuo es *homocigoto* para ese carácter (AA, aa), en caso contrario es *heterocigoto* (Aa, aA) (pág 225)
- 5) El *genotipo* es el conjunto de alelos que se heredan para un determinado carácter, y el *fenotipo* es la expresión de dicho genotipo. (P. e. el genotipo aa para el color del guisante expresará el fenotipo “color verde”) Conviene decir, que no obstante, el fenotipo depende también del ambiente a la hora de expresarse en ciertos casos.

2.- Las leyes de Mendel.-

Mendel utilizó diferentes especies vegetales -en especial el guisante- para cruzarlas, y observar las descendencias, con el fin de analizar estadísticamente los resultados y formular una serie de conclusiones o *Leyes*. Debió elegir unos caracteres fácilmente observables (color, forma, longitud...), y el guisante además se autopoliniza con facilidad (aunque también usó la *polinización cruzada*), dando descendientes muy numerosos, algo necesario en estudios estadísticos. (pág. 226)

2.1. Primera Ley de Mendel: “Uniformidad en la F₁”:

Cuando se cruzan dos variedades puras u homocigóticas para un carácter, todos los descendientes de la F₁ son iguales entre sí.

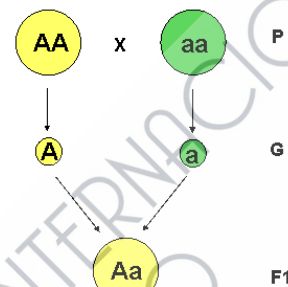
Conviene aclarar que el color del guisante presenta *herencia dominante*. Consiste en que los híbridos Aa expresan uno de los dos fenotipos posibles (en este caso el amarillo) por lo que el alelo A (con mayor fuerza de expresarse que el otro) se llamará *dominante*. El alelo a (verde) se llamará *recesivo*. (pág. 228)

La primera ley de Mendel:

Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación:

Cuando se cruzan dos variedades individuos de raza pura ambos (homocigotos) para un determinado carácter, todos los híbridos de la primera generación (F₁) son iguales.

Mendel llegó a esta conclusión al cruzar variedades puras de guisantes amarillos y verdes pues siempre obtenía de este cruzamiento variedades de guisante amarillos.



P: Generación parental
G: Gametos
F₁: Primera generación filial

(H2)

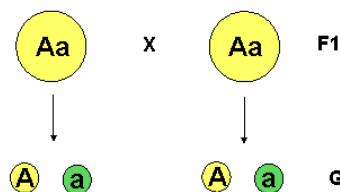
2.2. Segunda Ley de Mendel: “Segregación alélica” (pág. 228):

“Todo carácter está controlado por dos factores independientes (alelos) que se distribuyen separadamente (se segregan) durante la formación de gametos”

La segunda ley de Mendel:

Ley de la separación o disyunción de los alelos.

Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación (F₁) del experimento anterior, amarillas (Aa) y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción 3:1 (75% amarillas y 25% verdes). 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 (F₂).



Segunda Generación F₂

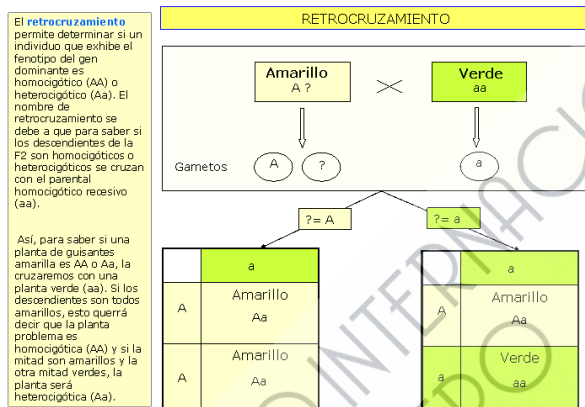
	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

El llamado *retrocruzamiento de prueba* (pág. 229) se basa en un cruce entre un heterocigoto de fenotipo dominante, (cuyo genotipo AA o Aa se desconoce) con un fenotipo recesivo aa

- Si el dominante es AA, el 100% de la F₁ es de fenotipo dominante
- Si el dominante es Aa, habrá un 50% de dominantes y un 50% de recesivos

Si volvemos al caso del guisante, cruzamos un guisante amarillo con verde. De ser puro, la descendencia ofrecerá un 100% de guisantes amarillos.

En el caso de que el guisante “problema” fuese Aa, la descendencia será de amarillos y verdes al 50%

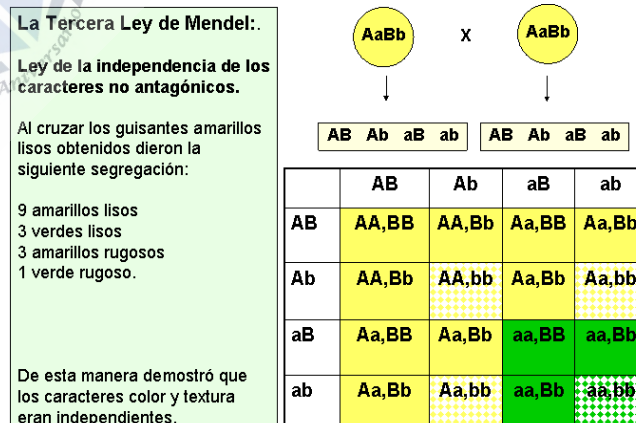


2.3. Tercera Ley de Mendel: “Independencia de caracteres” (pág. 229):

“Los factores que controlan caracteres diferentes se transmiten de forma independiente en la herencia, y su distribución se realiza al azar en la descendencia”

Si tenemos en cuenta el carácter “forma” en el guisante, está controlado por un gen B de dos alelos: B (liso) y b (rugoso). Además, la forma lisa domina sobre la rugosa.

Si cruzamos dos variedades homocigóticas para los dos caracteres, contrarias entre sí (AABB y aabb), la F₁ que resulte será del 100% con guisantes amarillos lisos de genotipo AaBb (1ª ley de Mendel). Si cruzamos posteriormente dos individuos AaBb de la F₁ entre sí, obtendremos:



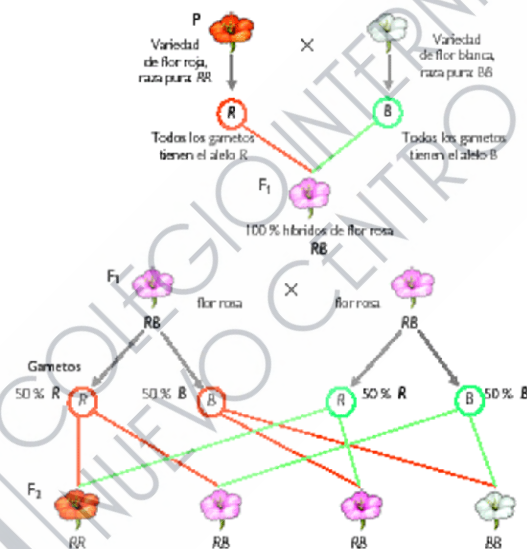
Desde el momento en que se obtienen guisantes amarillos-rugosos y verdes-lisos de parentales amarillos lisos y verdes-rugosos, se comprueba que un color no implica forzosamente una forma (ser “amarillo” no obliga a ser “liso”). Así, los caracteres se transmiten independientes unos de otros.

3.- Excepciones a la teoría de Mendel.-

3.1.- La herencia intermedia.-

Se produce cuando dos alelos (pág 230) para un carácter tienen la misma fuerza de expresión, son *codominantes*. En este caso, los híbridos Aa expresan un fenotipo intermedio. Un caso típico es la transmisión del color de pétalo en el *Don Diego de noche*.

Si los rojos son RR, y los blancos BB, los que presenten genotipo RB presentarán un fenotipo intermedio: serán de pétalo rosa.



3.2.- Epistasia (pág.231)

Fenómeno caracterizado porque un gen *epistásico* condiciona la expresión de otro *hipostásico*, como ocurre en ciertos ratones y su pelaje.

La expresión del color B (B = negro, b= gris) depende de la presencia de otro gen C (C = con color, c = sin color). Si se produjese el genotipo cc, se anula al gen B, y el ratón sale albino (sin color)

3.2.- Alelismo múltiple (pág. 232)

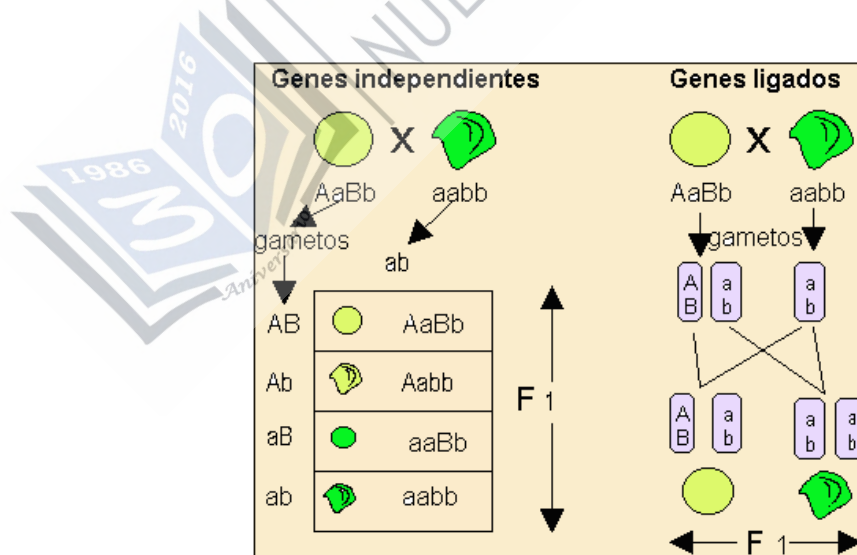
Se produce cuando un gen está controlado por más de dos alelos. El caso más conocido se refiere a la herencia del grupo sanguíneo ABO. Es un rasgo de la sangre humana, controlado por tres alelos: A y B (codominantes) y el O (recesivo frente a los dos anteriores), que se puede resumir del siguiente modo:

Alelos	Grupo sanguíneo	Carácter
AA	A	Presencia de Ag A
AO	A	Presencia de Ag A
BB	B	Presencia de Ag B
BO	B	Presencia de Ag B
AB	AB	Presencia de Ag A y B
OO	O	Sim Ag A ni B

Un caso muy común es la *herencia poligénica*, donde ciertos caracteres se forman por la suma acumulativa de muchos alelos. Suelen ser caracteres *cuantitativos*, como la estatura, el peso, con una gran variedad de fenotipos posibles

3.3.- Los genes ligados. (pág. 235)

Muchos genes se encuentran compartiendo una misma cromátida (*genes ligados*) y puede suceder que al transmitirse, unos “arrastran” a otros, con lo cual no existe transmisión independiente entre ellos. Los experimentos de Morgan muestran la transmisión de 2 caracteres (color de ojos y longitud de las alas en moscas) cuando están ligados, siendo distintas proporciones en la F₂ respecto a lo propuesto por Mendel.



3.4.- Genes letales (pág. 233)

Se trata de un caso particular donde a veces un alelo en homocigosis produce la muerte del individuo. En ciertos ratones, el alelo A determina el color amarillo del pelo, y es dominante sobre el alelo a (gris). Sin embargo, este alelo en homocigosis (AA) es *letal*, lo que reduce las proporciones fenotípicas del color amarillo.

3.5.- La genética del sexo: (ver pág. 236)

En todas las especies, ser macho o hembra es un carácter que se transmite genéticamente, excepto algunos casos. P.e. en cocodrilos, la incubación a altas temperaturas genera machos. A veces (abejas) el sexo depende del n° de cromosomas. Existen individuos n, que son machos (zánganos) y los 2n que son hembras (reinas y obreras)

La mayor parte de los casos se deben a la presencia de dos cromosomas X e Y, que dan distintas posibilidades. Así, en mamíferos (p.e) los XY son machos y los XX, hembras, al contrario que en las aves.

3.6.- La herencia ligada al sexo.- (ver pág. 239)

Dado que los cromosomas sexuales X e Y no son iguales, habrá genes del cromosoma Y (*segmento diferencial*) que marquen diferencias entre varones y mujeres (*dimorfismo sexual*)

Otro caso es cuando un gen ligado al cromosoma X es recesivo. Si es así, la probabilidad de que ese gen se exprese es mayor en varones que en mujeres, donde el otro cromosoma X puede portar el alelo dominante, que lo oculte.

Es el caso del daltonismo o la hemofilia, enfermedades donde el sexo masculino presenta mucha mayor probabilidad de padecerlas que el femenino. Así, en el daltonismo (incapacidad para los colores), existen 2 alelos D y d (recesivo, transmite la enfermedad) asociados al cromosoma X e implicados en esta herencia. Por tanto,

Genotipo	Carácter	%
$X^D X^D$	Mujer de visión normal	25%
$X^D X^d$	Mujer de visión normal, portadora	50%
$X^d X^d$	Mujer daltónica	25%
$X^D Y$	Varón de visión normal	50%
$X^d Y$	Varón daltónico	50%

CUESTIONES PROPUESTAS SELECTIVIDAD

1.- Relativo a la genética mendeliana:

- a) Defina monohíbrido
- b) Defina cruzamiento prueba
- c) Usando términos génicos, indique las proporciones genotípicas y fenotípicas de los descendientes de un cruce entre dihíbridos

2.- Definir y relacionar los siguientes términos:

- a) Genotipo/ Fenotipo
- b) Homocigoto/ Heterocigoto
- c) Herencia dominante/ Herencia intermedia

3.- Concepto de:

- a) Ligamiento y sobrecruzamiento
- b) Retrocruzamiento y fenotipo. Describa, utilizando símbolos genéticos, un ejemplo de retrocruzamiento

4.- Ligamiento:

- a) Concepto
- b) Explicar por qué los genes ligados no cumplen las proporciones mendelianas.
- c) Recombinación e importancia biológica

5.- La variedad de gallinas llamadas andaluzas o "azules" se produce cuando se cruzan un animal negro con uno blanco, e intervienen en dicha herencia un solo par de alelos

- a) ¿Qué descendencia se esperaría del cruce de dos individuos azules?
- b) ¿Y de dos negros?
(Razonar las respuestas)

6.- En una especie animal, el pelo largo es dominante sobre el pelo corto. Un macho de pelo largo se cruza con dos hembras. Con la primera, de pelo corto, se obtiene un hijo de pelo largo, y con la segunda, de pelo largo, se obtiene un descendiente de pelo corto.

- a) ¿Cómo serán los genotipos del macho y la hembra de pelo largo?
- b) Proporción genotípica de la descendencia obtenida de cada uno de esos dos cruzamientos
(Razonar las respuestas)

7.- En el guisante, el tallo largo (planta alta) es dominante sobre el tallo corto (planta enana). Si una planta de guisante homocigótica para el carácter dominante se cruza con una planta enana:

- a) Indicar los genotipos y fenotipos de los progenitores y de la F1
- b) Indicar los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia de una planta de la F1 con el progenitor alto
- c) Indicar los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia de una planta de la F1 con el progenitor enano
- d) Indicar los genotipos, fenotipos y proporciones de la descendencia del cruzamiento de dos plantas heterocigóticas

8.- En cierta especie animal, el pelo gris es dominante sobre el pelo blanco y el pelo rizado sobre el liso. Se cruza un individuo de pelo blanco y liso con otro de pelo gris y rizado, que tiene un padre de pelo blanco y una madre de pelo liso.

- a) ¿Pueden tener hijos de pelo gris y liso?. En caso, afirmativo, ¿En qué porcentaje?
- b) ¿Pueden tener hijos de pelo blanco y rizado?. En caso, afirmativo, ¿En qué porcentaje? (Razonar las respuestas)

9.- El pelo rizado de los perros es dominante sobre el pelo liso. Una pareja de pelo rizado tuvo un cachorro de pelo rizado y otro de pelo liso.

- a) ¿Con qué clase de hembra debería cruzarse el cachorro de pelo rizado para conocer su genotipo? Razonar la respuesta
- b) ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas se obtiene de la descendencia del cruzamiento anterior?
(Razonar las respuestas)

10.- En el tomate, la flor amarilla es dominante sobre la flor blanca. Al cruzar dos plantas heterocigóticas se obtiene 300 descendientes. Responder de forma razonada:

- a) ¿Cuántos de ellos serán de fenotipo dominante?
- b) ¿Cómo se puede averiguar si uno de estos descendientes de fenotipo dominante es homocigoto o heterocigoto?
(Razonar las respuestas)

11.- En cierta especie vegetal, el tallo alto es dominante sobre el tallo enano. Si una planta homocigótica para el carácter dominante se cruza con otra de tallo enano,

- a) ¿Cómo serán los genotipos y fenotipos de la F1?
- b) ¿Qué descendencia se obtendrá del cruzamiento de una planta de la F1 con su progenitor alto? ¿Y con su progenitor enano?
(Razonar las respuestas)

12.- En una raza vacuna, la falta de cuernos P , es dominante sobre la presencia p . Un toro sin cuernos, se cruza con tres vacas:

- 1) Con la vaca A, que tiene cuernos, se obtiene un ternero sin cuernos
- 2) Con la vaca B, también con cuernos, se produce un ternero con cuernos
- 3) Con la vaca C, que no tiene cuernos, se produce un ternero con cuernos

- a) Genotipos del toro y de las tres vacas
- b) ¿Cuáles son los genotipos posibles de los tres terneros?
(Razonar las respuestas)

13.- En la especie humana, el color de los ojos viene determinado fundamentalmente por un par de alelos. Un hombre de ojos azules se casa con una mujer de ojos pardos. La madre de la mujer era de ojos azules y el padre, que tenía un hermano de ojos azules, era de ojos pardos. Del matrimonio nació un hijo con ojos pardos.

- a) Indicar los genotipos de toda la familia
- b) ¿Qué otros genotipos son posibles en la descendencia?
(Razonar las respuestas)

14.- En el ganado ovino, la oreja peluda domina sobre la oreja desnuda. Un macho de orejas peludas, se cruza con dos ovejas. Con una de las ovejas, de orejas desnudas, se obtiene un cordero con orejas peludas. Con la otra oveja, también de orejas desnudas, se obtiene un cordero de orejas desnudas.

Indicar los genotipos del macho, de las ovejas y de los corderos
(Razonar las respuestas)

15.- Una vaca de pelo retinto (rojo), cuyos padres son de pelo negro, se cruza con un toro de pelo negro, cuyos padres tienen pelo negro, uno de ellos, y pelo retinto el otro. ¿Cuál es el genotipo de los animales que se cruzan? ¿Y el fenotipo de la descendencia? (Razonar las respuestas)

16.- En la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), existen individuos de cuerpo negro y otros que presentan cuerpo gris:

- a) Se cruzan dos moscas grises y se obtiene una descendencia compuesta por 30 moscas grises y 10 negras. Indique los genotipos de los parentales razonando la respuesta.
- b) Entre las moscas grises de la descendencia del cruce anterior, ¿Cómo averiguaría que individuos son homocigóticos? Razone la respuesta.

17.- En relación con las aportaciones de Mendel al estudio de la herencia, en los tomates, dos alelos de un gen determinan la diferencia en el color del tallo púrpura o verde, y dos alelos de otro gen independiente determinan la diferencia en la forma de la hoja: "cortada" y "patata". Al cruzar una planta de tomate homocigota de tallo púrpura y hoja "patata" con otra planta también homocigota de tallo verde y hoja "cortada", todos los descendientes de la F1 presentaron el tallo púrpura y hoja "patata". A continuación, las plantas de la F1 se cruzan entre sí para obtener la F2.

- a) Indique los genotipos de los parentales
- b) ¿Cuáles serán las proporciones genotípicas y fenotípicas en F2?
- c) Si se realiza un retrocruzamiento de una planta de la F1 con la planta progenitora de tallo verde y hoja "cortada" ¿qué proporciones genotípicas y fenotípicas se esperan para la descendencia?

18.- El color rojo de los ojos de *Drosophila* (mosca del vinagre) es dominante. Se realizó un cruzamiento en el que ambos parentales tenían los ojos rojos y se observó que la descendencia era fenotípicamente uniforme, con ojos rojos. De esta descendencia se tomaron una serie de moscas, cada una de las cuales se cruzó con una mosca de ojos púrpura. La mitad de los cruzamientos produjo solo moscas de ojos rojos, y la otra mitad produjo el 50% de moscas con ojos rojos, y el otro 50% de moscas con ojos púrpura.

- a) Indicar los genotipos de la descendencia del primer cruzamiento
- b) Indicar los genotipos de la descendencia del segundo cruzamiento
(Razonar las respuestas)

19.- Al cruzar dos moscas del vinagre de alas largas con otra de alas cortas, la mitad de los descendientes eran de alas largas y otros con alas cortas (25%)

En la avispa común, cuando se cruzó un individuo de alas largas con otro de alas cortas, la mitad de los descendientes eran de alas largas, mientras que la otra mitad tenía las alas cortas. Se sabe que, en ambas especies, el tamaño de las alas está controlado por un gen con dos alelos.

- a) ¿Se puede establecer, con esos resultados, la relación de dominancia entre los alelos de la mosca del vinagre?
- b) ¿Y en la avispa común?
(Razonar las respuestas)

20.- En una especie animal el pelo oscuro y el color marrón de los ojos, son caracteres dominantes sobre el pelo dorado y los ojos azules. Un macho de pelo oscuro y ojos de color marrón se cruzó con una hembra de pelo dorado y ojos de color azul. Si la descendencia, fue de dos crías, una con ojos marrones y pelo dorado, y la otra con ojos azules y pelo oscuro:

- a) ¿Cuáles son los genotipos de los padres?
- b) ¿Y los de las crías?
(Razonar las respuestas)

21.- En el guisante, el carácter "talla normal" es dominante sobre el carácter "talla enana", y el carácter "semilla amarilla" domina sobre el carácter "semilla verde". Se cruza una `planta de talla normal y semilla verde, que se obtuvo a partir de un cruzamiento: "talla normal" x "talla enana", con una planta de talla enana y semilla amarilla, obtenida a partir de un cruzamiento: "semilla verde" x "semilla amarilla".

- a) Indicar los genotipos de los parentales utilizados y los descendientes obtenidos
- b) ¿Cuáles serán las proporciones fenotípicas de la descendencia?
(Razonar las respuestas)

22.- Suponiendo que en la especie humana, la jaqueca y la aniridia (un tipo de ceguera hereditaria) son debidas a dos genes dominantes, un hombre que padecía jaqueca y cuyo padre no la tenía, se casó con una mujer que tenía aniridia, pero cuya madre no la padecía

- a) Indicar los fenotipos y genotipos de todos los descendientes posibles
- b) Calcular la proporción de hijos que padecerán simultáneamente las dos enfermedades
(Razonar las respuestas)

23.- El cabello oscuro (O) en el hombre, es dominante sobre el cabello rojo (r) . El color pardo de los ojos (P) domina sobre el azul (a). Un hombre de ojos pardos y cabello oscuro se casó con una mujer, también de cabello oscuro, pero de ojos azules. Tuvieron dos hijos, uno de ojos pardos y pelo rojo, y otro de ojos azules y pelo oscuro.

- a) Indicar genotipos de los padres
- b) Indicar genotipos de los hijos
(Razonar las respuestas)

24.- La forma de los rábanos puede ser alargada o redonda, en los individuos homocigóticos, y oval en los heterocigóticos. Los colores pueden ser blanco o rojo, para los homocigotos y púrpura para los heterocigotos. Contestar, razonando las respuestas:

- a) ¿Qué tipo de descendencia cabe esperar del cruzamiento entre una planta de rábanos alargados y blancos con una de rábanos redondos y rojos?
- b) ¿Y entre una planta oval y púrpura y otra redonda y roja?

25.- El color rojo de la pulpa del tomate depende de la presencia del factor R , dominante sobre su alelo r para el amarillo. El enanismo se debe a un gen recesivo d . Se dispone de una variedad homocigótica de pulpa amarilla y tamaño normal y otra enana de pulpa roja.

- a) ¿Podría obtenerse, a partir de las variedades disponibles, una variedad homocigótica de pulpa normal?
 - b) ¿Y una variedad amarilla de porte enano?
- (Razonar las respuestas)

26.- Al cruzar una planta de guisante con semillas amarillas y lisas con otra de semillas verdes y rugosas, se obtuvo una descendencia formada por un 50% de plantas con semillas amarillas y lisas y otro 50% con semillas verdes y lisas.

- a) ¿Cómo se llama este tipo de cruzamiento?
 - b) ¿Cuáles son los genotipos de las plantas que se cruzan?
 - c) ¿Y de su descendencia?
- (Razonar las respuestas)

27.- Se cruzan dos cobayas homocigóticas, uno de ellos tiene el pelaje liso de color negro y el otro tiene pelaje rizado y color blanco. El rizado domina sobre el liso, mientras que el blanco es recesivo.

- a) Utilizando símbolos genéticos para los caracteres definidos, indique los genotipos de ambos parentales
- b) Indique el genotipo y fenotipo de los individuos de la F1
- c) Calcule las proporciones genotípicas y fenotípicas de la F2

28.- En relación con las aportaciones de Mendel al estudio de la herencia:

- a) Explique brevemente el tipo de herencia de una enfermedad hereditaria que padece un varón cuyos padres no manifiestan la enfermedad. Indique los genotipos de los padres y el hijo
- b) ¿Pueden tener un descendiente sano una pareja en que ambos miembros padecen una enfermedad hereditaria dominante? Razonar la respuesta indicando los genotipos y fenotipos de los progenitores y de la descendencia

29.- En relación con las aportaciones de Mendel al estudio de la herencia:

- a) Calcule las proporciones genotípicas de la descendencia del cruzamiento de un individuo heterocigoto para dos caracteres independientes con un individuo homocigoto recesivo para dichos caracteres
- b) Determine los gametos (y proporciones) que puede producir un individuo AaBb y otro Aabb
- c) Si el color de la piel está determinado por la pareja alélica: B (piel oscura); b (piel clara), y el color del cabello por: A (castaño); a (rubio), indique los posibles genotipos y proporciones fenotípicas de los hijos de una pareja de piel oscura y el pelo castaño que han tenido un primer hijo con piel clara y pelo rubio

30.- Con relación a la Genética Mendeliana:

En los conejillos de Indias, el pelo negro B es dominante sobre el albino b, y el pelo encrespado A es dominante sobre el pelo liso a. Cuando se realiza un cruce entre un animal homocigótico negro y pelo encrespado y un albino con pelo liso.

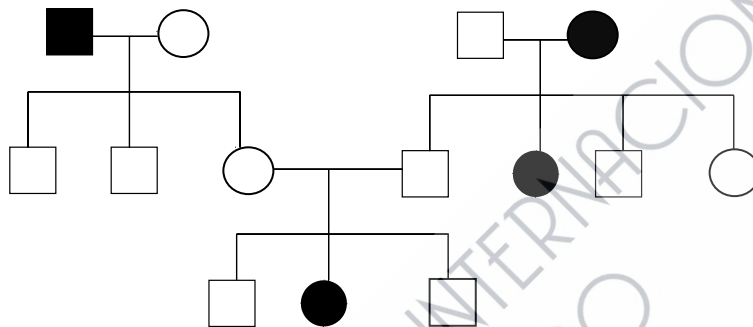
- a) ¿Cómo es el genotipo de los parentales? ¿Cuál será el genotipo de la F1?
- b) Indique las proporciones genotípicas y fenotípicas de la F2
- c) ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas se obtendrían al cruzar un descendiente de la F1 con el parental albino de pelo liso?

31.- En relación con las aportaciones de Mendel al estudio de la herencia:

- a) Defina gen, alelo y cruzamiento prueba
- b) La siguiente genealogía se refiere a la miopía humana (representada por los símbolos negros). Indique si esta anomalía se hereda como un carácter dominante o recesivo. Razone la respuesta

32.- En relación con las aportaciones de Mendel al estudio de la herencia:

- Defina gen, alelo y cruzamiento prueba
- La siguiente genealogía se refiere a la miopía humana (representada por los símbolos negros). Indique si esta anomalía se hereda como un carácter dominante o recesivo. Razone la respuesta
- Copie el árbol genealógico en su hoja de examen. Utilizando la letra A para el alelo dominante y la letra a para el alelo recesivo, indique los genotipos más probables para cada individuo.



COLEGIO INTERNACIONAL
NUEVO CENTRO