

# Problemas de Fundamentos de Genética

## Grado de Bioquímica

### 1. Mendelismo

1. Mendel descubrió que en los guisantes la posición axial de las flores es dominante sobre la posición terminal. Representamos por  $A$  el alelo para la posición axial y por  $a$  para la terminal. Determinar las clases y proporciones de gametos y de progenie producida por cada uno de los siguientes cruza-  
mientos: a)  $AA \times aa$ , b)  $AA \times Aa$ , c)  $Aa \times aa$ , d)  $Aa \times Aa$ .

2. La braquidactilia es un carácter humano raro dominante que causa el acortamiento de los dedos. Varios estudios han puesto de manifiesto que aproximadamente la mitad de la progenie de matrimonios braquidactílicos  $\times$  normal son braquidactílicos. ¿Que proporción de descendientes braquidactílicos cabría esperar entre dos individuos heterocigóticos?

3. Supongamos que en el hombre el color de los ojos está controlado por un solo gen con dos alelos:  $B$ , que produce ojos color marrón y es dominante sobre  $b$ , que produce ojos de color azul.

- ¿Cuál es el genotipo de un individuo de ojos marrones que se casa con un individuo de ojos azules y produce un primer individuo de ojos azules?
- Considerando el mismo apareamiento anterior ¿Que proporción de los dos colores de ojos cabría esperar en los siguientes descendientes?
- ¿Que proporción cabría esperar en cuanto al color de los ojos en la progenie de un apareamiento entre dos individuos de ojos marrones, cada uno de los cuales tenía un progenitor con ojos azules?

4. En el hombre la falta de pigmentación, denominada albinismo, es el resultado de un alelo recesivo ( $a$ ), y la pigmentación normal es la consecuencia de un alelo dominante ( $A$ ). Dos progenitores normales tienen un hijo albino. Determine la probabilidad de que:

- El siguiente hijo sea albino.
- Los dos hijos inmediatos sean albinos.
- ¿Cuál es el riesgo de que tengan dos hijos, uno albino y otro normal?

5. La ausencia de molares en la especie humana se debe a un alelo autosómico dominante. Del matrimonio de dos primos hermanos sin molares y cuyos abuelos comunes eran normales, nacen cinco hijos. Se desea saber las probabilidades siguientes:

- Todos los hijos sin molares.
- Los dos mayores sin molares y los tres pequeños con ellos.
- Tres con molares y dos sin ellos.
- Si los cuatro primeros son normales, ¿cuál es la probabilidad de que el quinto también lo sea? ¿Y de que ese quinto no tuviera molares?

6. En el ganado vacuno se sabe que el alelo recesivo  $r$ , produce el color rojo y el alelo dominante  $R$  el blanco. Un portador

es apareado con vacas portadoras. Determine las probabilidades de:

- Que el primer descendiente sea rojo.
- Que los primeros cuatro descendientes sean blancos.
- ¿Cuál es la proporción fenotípica esperada entre la descendencia resultante del cruzamiento retrógrado entre vacas blancas de la  $F_1$  y el toro portador?
- Si el toro portador es apareado con vacas homocigóticas blancas, ¿que proporción fenotípica puede esperarse en el cruzamiento retrógrado de las vacas  $F_1$  con el toro portador?

7. La idiocia infantil amaurótica es un defecto mental raro que se presenta en los individuos homocigóticos para un alelo recesivo.

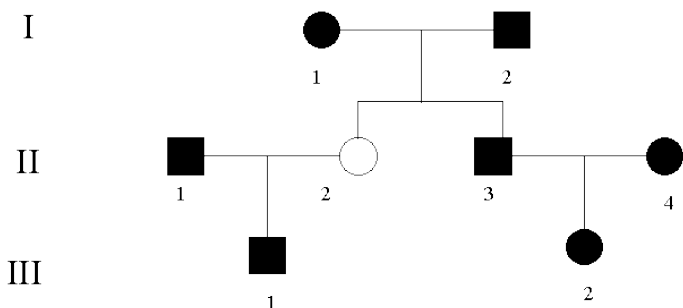
- Si dos progenitores normales tienen una hija con síntomas de la enfermedad y un hijo normal, ¿cuál es la probabilidad de que el hijo sea portador del alelo recesivo?
- Si ese hijo se casase con una mujer normal, cuyo hermano estuviese afectado por dicha enfermedad, ¿cuál es la probabilidad de que el primer descendiente de dicho matrimonio esté afectado?
- Si el primer hijo nacido del matrimonio b) estuviera afectado, ¿cuál sería la probabilidad de que el segundo hijo también lo esté?
- Si los dos primeros hijos del matrimonio b) estuvieran afectados, ¿cuál sería la probabilidad de que el tercer hijo fuese normal?

8. El color negro del cuerpo de *Drosophila* lo produce un alelo recesivo de un gen, mientras que el color gris está determinado por el alelo dominante del mismo gen. Se obtuvieron 400 moscas en la  $F_2$  del cruzamiento de una mosca de cuerpo gris por otra de cuerpo negro, ambas homocigóticas.

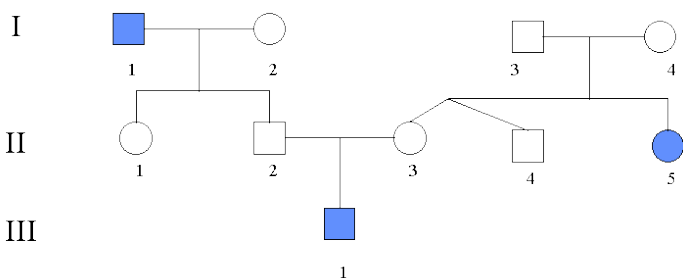
- Dése el número de moscas que se espera que sean grises, el número de negras, el de las heterocigóticas y el de las homocigóticas.
- Cruzando dos moscas grises entre si, se obtiene una descendencia compuesta por 158 moscas grises y 49 negras. Déense los genotipos de los progenitores, razonando la respuesta.

9. Se cruzaron plantas de pimiento picante con plantas de pimiento dulce. La  $F_1$  fue de frutos picantes y en la  $F_2$  se obtuvieron 32 plantas de pimientos picantes y 10 de pimientos dulces. ¿Cuántas de las plantas picantes se espera que sean homocigóticas y cuantas heterocigóticas? ¿Cómo averiguar cuales de las 32 plantas picantes son heterocigóticas?

10. El pelo negro de los cobayas es producido por un alelo dominante  $N$  y el blanco por su alelo recesivo  $n$ . A menos que haya evidencia de lo contrario, asuma que II-1 y II-4 no llevan el alelo recesivo. Los símbolos sólidos representan pelo negro. Calcule las probabilidades de que un descendiente III-1  $\times$  III-2 tenga pelo blanco.

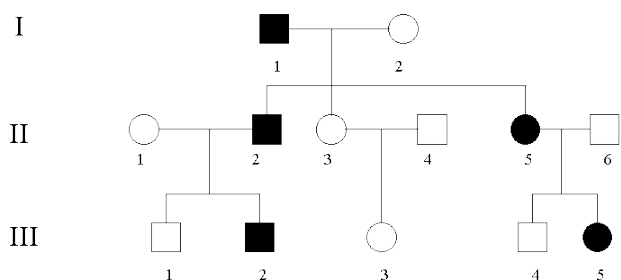


11. A continuación se presenta el árbol genealógico de un rasgo humano bastante común (símbolos sombreados):

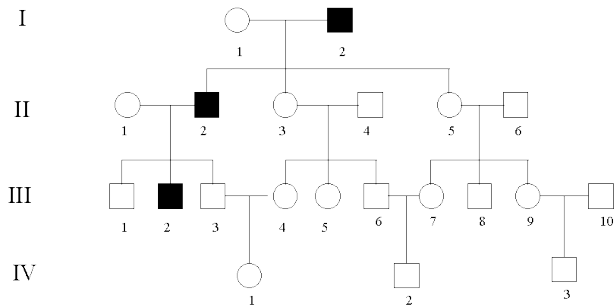


- Indique si cree que las diferencias genéticas que causan dicho efecto son dominantes o recesivas.
- Designe el genotipo de todos los individuos del pedigrí e indique toda la serie de genotipos posibles en el caso de que piense que para un individuo determinado existe más de un genotipo posible.

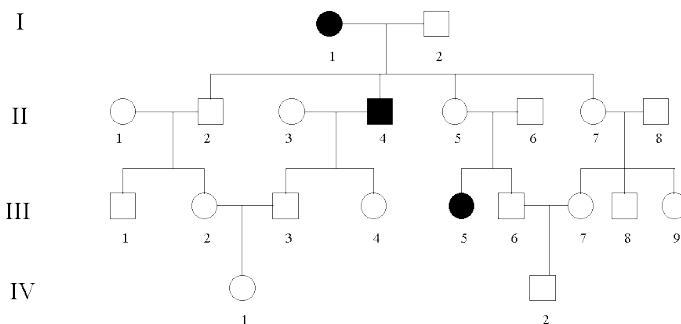
12. Una escotadura en la punta de las orejas es la expresión fenotípica de un alelo dominante en el ganado. En el pedigrí, los símbolos sólidos representan individuos con escotadura. Determine las probabilidades de la progenie con escotadura en las orejas, producida en los siguientes apareamientos: a) III-1 × III-3, b) III-2 × III-3, c) III-3 × III-4, d) III-1 × III-5, e) III-2 × III-5.



13. El alelo recesivo,  $r$  de un gen es la causa principal del color rojo del cabello en el hombre. El cabello oscuro se debe al alelo dominante,  $R$ . En el pedigrí, los símbolos negros representan cabello rojo; y los símbolos blancos, cabello oscuro. Asuma, a menos de que haya evidencia de lo contrario, que los individuos que se casan con los miembros de esta familia no son portadores del alelo  $r$ . Calcule la probabilidad de que el cabello rojo aparezca en los hijos de estas parejas: a) III-3 × III-9, b) III-4 × III-10, c) IV-1 × IV-2, d) IV-1 × IV-3.



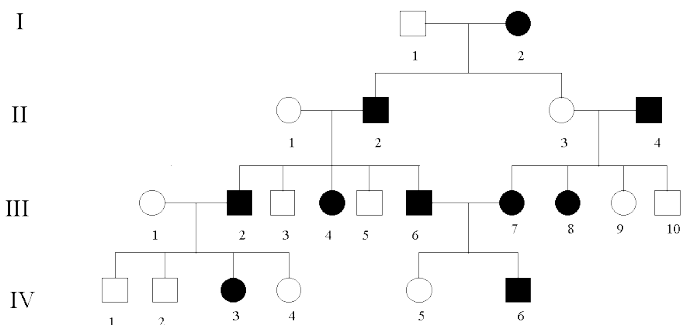
14. El alelo que determina el pelaje moteado en los conejos ( $S$ ) es dominante respecto al alelo para el color sólido ( $s$ ). En el siguiente pedigrí considere que aquellos individuos que se han unido con los miembros de esta familia no son portadores del alelo del color sólido ( $s$ ), a menos que esté demostrado lo contrario. Calcule las probabilidades de que nazcan conejos de color sólido en los siguientes apareamientos: a) III-1 × III-9, b) III-1 × III-5, c) III-3 × III-5, d) III-4 × III-6, e) III-6 × III-9, f) IV-1 × IV-2, g) III-9 × IV-2, h) III-5 × IV-2, i) III-6 × IV-1.



Los símbolos negros representan a los animales de color sólido; los símbolos blancos a animales moteados.

15. En el siguiente pedigrí se muestra la herencia para el color de los ojos en el hombre. Los símbolos sólidos representan color marrón. Determinar:

- Si el color marrón es dominante o recesivo; ¿por qué?
- Los genotipos de todos los individuos
- La proporción de individuos con ojos color marrón entre los descendientes del matrimonio III-5 × III-8
- La proporción de individuos de ojos color marrón entre los hijos del matrimonio IV-3 × IV-6
- Proporción de individuos de ojos color marrón nacidos del matrimonio entre un descendiente masculino del matrimonio del apartado anterior, que fuera heterocigótico para ojos marrones, casado con el individuo III-4



## 2. Mendelismo (continuación)

1. En el maíz los fenotipos *glossy* (superficie de la hoja lustrosa) y *rootless* (ausencia de raíces secundarias) están controlados por dos *loci* independientes. Cuando se cruzan dos líneas puras, una de fenotipo *glossy* y la otra *rootless* se obtiene una descendencia de fenotipo normal. ¿Qué segregación fenotípica se espera en la F<sub>2</sub>?

2. El cruzamiento de dos *Drosophila* de tipo salvaje da una descendencia F<sub>1</sub> enteramente de tipo salvaje. Cada mosca de la F<sub>1</sub> fue posteriormente cruzada con moscas de ala reducida (mutación *vg*) y cuerpo negro (mutación *e*). Se obtienen los resultados siguientes:

- $\frac{1}{4}$  de los cruces da: salvajes, *vg*, *e* y *vg* y *e* en la proporción 1:1:1:1
- $\frac{1}{4}$  de cruces da: una descendencia enteramente salvaje
- $\frac{1}{4}$  de cruces da: moscas salvajes y *vg* en proporción 1:1
- $\frac{1}{4}$  de cruces da: moscas salvajes y *e* en proporción 1:1

¿Cuáles son los genotipos de las moscas originales de fenotipo salvaje?

3. Las plantas gigantes del tomate las produce un alelo dominante (D), y las enanas otro recesivo (d). Otro alelo dominante (H) es responsable de los tallos con vello, y el recesivo (h) de los sin vello. Se cruzan dos plantas dihíbridas y en la F<sub>1</sub> se obtienen los siguientes resultados: 21 plantas enanas sin vello, 64 gigantes sin vello, 60 enanas con vello, 190 gigantes con vello.

- a) Hacer un diagrama del cruce
- b) A partir de los datos observados, averiguar la razón de los fenotipos gigante/enano y con vello/sin vello
- c) Si se cruza una planta dihíbrida con una doble recesiva, ¿qué proporción fenotípica se espera?

4. La rata doméstica es normalmente de pelaje marrón y bigote ralo. En el laboratorio se han obtenido dos líneas puras, una de color blanco y bigote ralo y otra de color marrón y bigote espeso.

Al cruzar las dos líneas, la F<sub>1</sub> fue de fenotipo normal y en la F<sub>2</sub> aparecieron los siguientes individuos: 80 de pelo marrón y bigote ralo, 9 de pelo blanco y bigote espeso, 27 de pelo blanco y bigote ralo y 25 de pelo marrón y bigote espeso.

- a) ¿Cuántos genes están implicados en la determinación de estos caracteres?
- b) ¿Qué se puede deducir de las proporciones fenotípicas de la F<sub>2</sub>?
- c) Si se cruza una rata de la F<sub>1</sub> con otra de la F<sub>2</sub> de color blanco y bigote espeso, ¿cuál es la probabilidad de obtener un descendiente marrón de bigote espeso?

5. El color del tallo de las plantas del tomate se sabe que está bajo control genético de por lo menos un par de alelos, de modo que el fenotipo (*A*.) es de color púrpura debido a la producción de antocianina, y el fenotipo (*aa*) es verde por ausencia de dicho pigmento. El borde de la hoja puede ser festoneado por la presencia del alelo dominante (*C*), mientras que el recesivo (*c*) la produce de borde liso. La aparición de dos cavidades dentro del fruto del tomate se debe a un alelo dominante (*M*), mientras que el recesivo (*m*) lo hace plurilocular. Se hace un cruce entre dos líneas: *AAccMM* × *aaCCmm*. ¿Qué razón entre los fenotipos se espera en la F<sub>2</sub>?

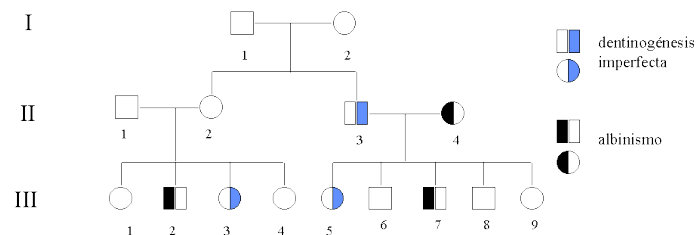
6. Una planta heterocigótica para 4 genes independientes (*AaBbCcDd*) se autofertiliza. Determinar la frecuencia esperada de los siguientes genotipos en la progenie de esta planta: a) *aabbccdd* b) *aabbCcDd* c) *AaBbCcDd*

7. Se ha obtenido una planta que es heterocigótica para seis *loci* independientes (*AaBbCcDdEeFf*) cada uno de ellos con dos alelos y con dominancia completa. Suponiendo que se autofecunda dicha planta, se desea saber:

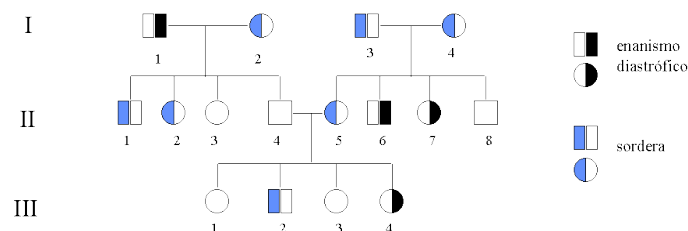
- a) Cuál es la probabilidad de que un descendiente sea heterocigótico para cuatro *loci* y homocigótico recesivo para los otros dos
- b) Cuál es la probabilidad de que un descendiente sea triple heterocigótico
- c) Cuál es la probabilidad de que un descendiente sea homocigótico *AA* y heterocigótico para los restantes *loci*
- d) Cuántos genotipos distintos pueden formarse que sean heterocigóticos para dos *loci*

8. Considerando de nuevo la autofecundación de la planta heterocigótica para seis *loci* independientes del problema anterior, ¿cuál es la probabilidad de que entre 10 individuos de la descendencia haya dos de fenotipo dominante para un solo carácter, tres de fenotipo dominante para dos caracteres, tres de fenotipo dominante para tres caracteres y dos de fenotipo recesivo para los seis caracteres?

9. En una genealogía aparecen individuos albinos e individuos afectados de dentinogénesis imperfecta. Deducir, hasta donde sea posible, los genotipos de todos los componentes de dicha genealogía.



10. La siguiente genealogía muestra a una familia afectada por dos enfermedades que aparecen con baja frecuencia en la especie humana y que se sabe que son debidas a genes situados en diferentes cromosomas.



- a) ¿Cuál es el tipo de herencia de cada una de esas enfermedades?
- b) Darse los genotipos de todos los individuos del pedigrí.
- c) Calcular la probabilidad que el primer descendiente de II-1 y III-4 sea: 1) sano, 2) con sordera 3) afectado por enanismo, 4) afectado solamente por una cualquiera de las dos enfermedades.
- d) Si II-1 y III-4 tienen dos descendientes, ¿cuál es la probabilidad de que cada uno esté afectado por una enfermedad diferente?
- e) Y si tienen 3, ¿cuál es la probabilidad de que dos estén afectados de sordera y el otro de enanismo diastrófico?

### 3. Codominancia, herencia intermedia y alelismo múltiple

1. Un alelo dominante ( $L$ ) determina el pelo corto en el conejillo de Indias, y el recesivo ( $l$ ) el pelo largo. Alelos con herencia intermedia en un locus independiente determinan el color, siendo:  $c^y c^y =$  amarillo;  $c^y c^w =$  crema;  $c^w c^w =$  blanco. Predecir la razón fenotípica esperada en la descendencia del cruzamiento de dos conejillos dihíbridos.

2. Los rábanos pueden ser largos, redondos u ovalados en cuanto a su forma. El color puede ser rojo, azul y púrpura. Una variedad larga y azul es cruzada con otra variedad redonda y roja, produciendo una  $F_1$  oval y púrpura. La  $F_2$  obtenida fue: 9 larga, roja; 15 larga, púrpura, 19 oval, roja; 32 oval, púrpura; 8 larga, azul; 16 redonda, púrpura; 8 redonda, azul; 16 oval, azul; 9 redonda, roja.

- ¿Cuántas parejas alélicas están involucradas en la determinación de la forma y del color?
- ¿Qué fenotipos esperarían en cruzamientos entre la  $F_1$  y cada uno de sus parentales?
- Si los rábanos oval-púrpura fueran preferidos comercialmente, ¿qué líneas de rábanos deberían ser mantenidas para producir mayor cantidad de esos rábanos y por qué?

3. Las flores de ciertas plantas pueden ser rojas, rosas o blancas. Las flores rojas cruzadas con las blancas sólo producen rosas. Cuando plantas con flores rosas fueron cruzadas, produjeron 113 rojas, 129 blancas y 242 rosas. La hipótesis es que estos colores son producidos por un locus génico único con alelos que presentan herencia intermedia. ¿Es aceptable esta hipótesis en base a la prueba de  $\chi^2$ ?

4. Las cinco madres (a hasta e), con los fenotipos dados, tuvieron cada una un hijo del que se describe el fenotipo. Seleccionar los posibles padres de cada uno de esos niños entre los cinco hombres de los que se dan los genotipos.

Madre	Fenotipo madre	Fenotipo hijo	Genotipo varón
a	A M Rh <sup>+</sup>	O M Rh <sup>+</sup>	1. $I^A i L^M L^N rr$
b	B N Rh <sup>-</sup>	B N Rh <sup>-</sup>	2. $I^B i L^M L^N RR$
c	O M Rh <sup>-</sup>	A MN Rh <sup>+</sup>	3. $ii L^N L^N rr$
d	A N Rh <sup>+</sup>	AB MN Rh <sup>+</sup>	4. $ii L^M L^M rr$
e	AB MN Rh <sup>-</sup>	AB M Rh <sup>-</sup>	5. $I^A I^A L^M L^N RR$

5. En un caso de paternidad discutida, el fenotipo del grupo sanguíneo de la madre es A MN Rh<sup>-</sup> y el fenotipo del hijo es B N Rh<sup>+</sup>. Anótense todos los posibles fenotipos del grupo sanguíneo que puede presentar el padre.

6. ¿Cuáles de los siguientes varones podrían ser excluidos como posible padre de un niño con fenotipo O Rh<sup>+</sup> MN, si el fenotipo de la madre fuese O Rh<sup>-</sup> MN? Fenotipos masculinos: AB Rh<sup>+</sup> M; A Rh<sup>+</sup> MN; B Rh<sup>-</sup> MN; O Rh<sup>-</sup> N.

7. Una pareja tiene cuatro hijos legítimos con los genotipos:  $ii RR L^M L^N$ ,  $I^A i Rr L^N L^N$ ,  $ii RR L^N L^N$ ,  $I^B i rr L^M L^M$ . ¿Cuáles son los genotipos de los progenitores?

8. En los conejos, la coloración completa ( $C$ ), el albinismo Himalaya ( $c^h$ ) y el albinismo ( $c^a$ ) forma una serie de alelos múltiples con dominancia en el orden dado. ¿Cómo será la descendencia de los siguientes cruzamientos?

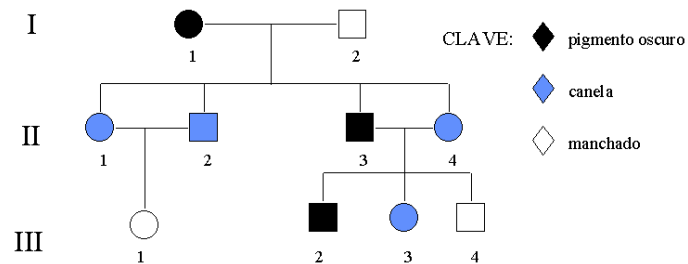
- Con color  $\times$  Himalaya (ambos homocigóticos)
- $F_2$  del cruzamientos anterior

- Himalaya  $\times$  albino (ambos homocigóticos)
- $F_2$  del cruzamiento anterior
- $F_1$  del apartado a)  $\times$   $F_1$  del apartado c)

9. ¿Cómo será la descendencia de los siguientes cruzamientos entre conejos, teniendo en cuenta que  $c^{ch} c^{ch}$  produce fenotipo chinchilla y  $c^{ch} c^h$  y  $c^{ch} c^a$  fenotipo gris claro? a)  $Cc^{ch} \times Cc^a$ , b)  $c^{ch} c^{ch} \times c^h c^h$ , c)  $c^h c^a \times c^{ch} c^{ch}$ , d)  $Cc^h \times c^{ch} c^a$ .

10. La herencia del color de la piel en las reses está determinada por una serie de alelos múltiples con la jerarquía de dominancia siguiente:  $S > s^h > s^c > s$ . El alelo  $S$  pone una banda de color blanco alrededor de la mitad del animal que se denomina cinturón holandés; el alelo  $s^h$  produce las manchas tipo *Hereford*; el color sólido es el resultado del alelo  $s^c$ ; y las manchas de tipo *Holstein* se deben al alelo  $s$ . Los machos con cinturón holandés homocigóticos son cruzados con hembras con manchas tipo *Holstein*. Las hembras  $F_1$  son cruzadas con machos manchados tipo *Hereford* con genotipo  $s^h s^c$ . Prediga las frecuencias genotípicas en la descendencia.

11. Una serie de alelos múltiples determina en los perros la distribución de los pigmentos del pelaje. El alelo  $A^s$  produce una distribución uniforme del pigmento oscuro sobre el cuerpo; el alelo  $a^y$  reduce la intensidad de la pigmentación y da lugar a los perros color canela; el alelo  $a^t$  produce pelajes manchados como canela y blanco, canela y café, etc. La jerarquía de dominancia es  $A^s > a^y > a^t$ . Dado el siguiente pedigrí:



- Determine los genotipos de todos los individuos hasta donde sea posible.
- Calcule las probabilidades de que se produzcan descendientes manchados del apareamiento de III-1 y III-2.
- Calcule la fracción de descendientes oscuros, que se espera que sean heterocigóticos, del cruce I-1  $\times$  II-3.

### 4. Genes en cromosomas sexuales

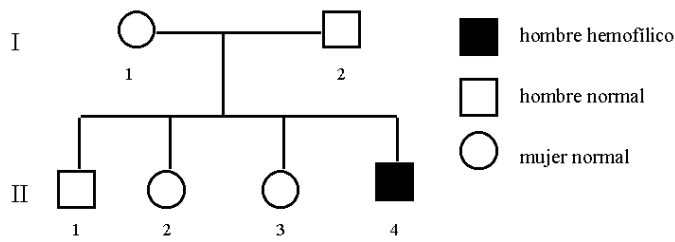
1. Una pareja, cuyos miembros tienen visión normal, tiene un hijo daltónico.

- ¿Cuáles son los genotipos de los padres?
- ¿Cuál es el sexo y el genotipo del niño?

2. Una mujer de visión normal cuyo padre es daltónico se casa con un hombre cuya madre era daltónica. a) ¿Que genotipos tendrá la descendencia de esta pareja si son niños? b) ¿Y si son niñas?

3. En el pollo, si un gallo no barrado ( $b$ ) se cruza con una gallina barrada ( $B$ ) y una hembra  $F_1$  de este cruzamiento se aparee con su padre y un macho  $F_1$  con su madre, ¿cómo será la descendencia de estos dos últimos cruzamientos, en lo que a barrado se refiere, si tenemos en cuenta que se trata de un carácter ligado al sexo y que  $B$  es dominante sobre  $b$ ?

4. El alelo recesivo de un gen ligado al sexo ( $h$ ) prolonga el tiempo de coagulación de la sangre dando como resultado lo que comúnmente se llama «enfermedad hemorrágica» (hemofilia). De la información obtenida en el pedigrí, conteste las siguientes preguntas:



- Si II-2 se casa con un hombre normal, ¿cuál es la probabilidad de que su primer hijo sea un niño hemofílico?
- Suponga que su primer hijo es hemofílico, ¿cuál es la posibilidad de que su segundo hijo sea un niño hemofílico?
- Si II-3 se casa con un hombre hemofílico, ¿cuál es la probabilidad que su primer hijo sea normal?
- Si la madre de I-1 era fenotípicamente normal, ¿qué genotipo tenía su padre?
- Si la madre de I-1 era hemofílica, ¿cuál era el fenotipo del padre de I-1?

5. Un hombre (1) y una mujer (2) ambos con visión normal, tienen un hijo (3) daltónico y dos hijas (4 y 5) normales. El hijo (3) tiene un hijo daltónico (6) y dos hijas normales (7 y 8). La primera hija (4) tiene un hijo daltónico (9) y una hija daltónica (10). La segunda hija (5) casada con un hombre daltónico, tiene cinco hijos normales (11-15) y tres hijas normales (16-18). ¿Cuáles son los genotipos de los miembros de esta familia? ¿Cuáles son los genotipos y los fenotipos de los esposos de los miembros 3, 4 y 5?

6. El tipo mocho en las ovejas es producido por un gen  $P/p$  cuyo alelo  $P$  es dominante en las hembras pero recesivo en los machos. Un macho homocigótico con cuernos se cruza con una hembra también homocigótica, pero mocha. Se pide que den la segregación con respecto al sexo y al carácter mocho en la  $F_1$  y en la  $F_2$ .

7. En el ganado, el color blanco es determinado por un gen  $C^c$  dominante en los machos y recesivo en las hembras. Su alelo para el color rojo  $C^R$  actúa como dominante en las hembras y recesivo en los machos. Del cruce de un macho rojo y una hembra blanca,

- ¿qué proporciones fenotípicas y genotípicas esperarías en la  $F_1$  y la  $F_2$ ?
- Si una vaca blanca tiene un becerro rojo, ¿qué sexo tendrá el becerro?
- ¿Cuál es el genotipo que no es posible del progenitor masculino de la parte b)?

## 5. Genes letales

1. En *Drosophila melanogaster*, el alelo dominante *Hairless* ( $H$ ) reduce de modo notable el número normal de quetas y es letal en homocigosis. Otro gen dominante, *Suppressor of Hairless* ( $Su - H$ ), que se transmite independientemente del anterior y que también es letal en homocigosis, suprime el efecto de *Hairless*.

- ¿Cuál será la composición fenotípica de la descendencia obtenida a partir de un cruzamiento entre un individuo

de fenotipo *Hairless* y otro de fenotipo normal portador de  $Su - H$ , pero no de  $H$ ?

- ¿Qué proporciones fenotípicas se esperan al retrocruzar con el genitor *Hairless* la fracción fenotípica menos abundante de la descendencia del cruzamiento anterior?
- ¿Y si se retrocruza con el genitor portador de  $Su - H$ ?
- ¿Y si se cruza con una cepa homocigótica para los alelos normales de ambos loci?

2. Se cruzan entre sí ratones amarillos de cola curvada. Los descendientes dan una proporción de 6 amarillos con colas curvadas, 2 amarillos con colas normales, 3 agutí con colas curvadas, y 1 agutí con cola normal.

- ¿Cuál de los caracteres está asociado con un alelo letal?
- ¿Está determinada la cola curvada por un gen dominante o recesivo?
- ¿Cuál es el genotipo de los ratones amarillos con la cola curvada?
- ¿Cuáles son los genotipos de las cuatro clases fenotípicas?

3. Dos caracteres dominantes, alas rizadas ( $R$ ) y ojos de color ciruela ( $C$ ), están ligados en acoplamiento en el cromosoma 2 de *Drosophila* y están asociados con una inversión cromosómica que impide el entrecruzamiento.  $R$  y  $C$  son letales en estado homocigótico. ¿Qué descendencia cabe esperar del cruzamiento entre hembras y machos de alas rizadas y ojos ciruela?

4. Se sabe que una serie de alelos múltiples gobierna la intensidad de la pigmentación en el ratón.  $D$  = color completo;  $d$  = color diluido;  $d^l$  = letal cuando es homocigótico. el orden de dominancia es  $D > d > d^l$ . Un ratón hembra con color completo portadora del alelo letal es apareada con un ratón de color diluido también portador del alelo letal. La  $F_1$  es cruzada retrogradamente con el padre diluido.

- ¿Qué proporción fenotípica puede esperarse de la descendencia retrógrada viable?
- ¿Qué porcentaje de la descendencia retrógrada con color completo es portadora del alelo letal?
- ¿Qué porcentaje de la descendencia con color diluido lleva el alelo letal?

5. Una mutación ligada al sexo y denominada «muesca» es letal en *Drosophila* cuando se presenta en los machos hemocigóticos y en las hembras homocigóticas. Las hembras heterocigóticas tienen pequeñas muescas en las puntas de sus alas. Las hembras homocigóticas recesivas y los machos hemocigóticos tienen alas normales (tipo común).

- Calcule las proporciones fenotípicas viables esperadas en  $F_1$  y  $F_2$  sin considerar el sexo, cuando se cruzan machos de tipo común con hembras con muescas.
- ¿Cuál es la proporción de machos viables/hembras viables en  $F_1$  y  $F_2$ ?
- ¿Cuál es la proporción de animales viables con muescas/tipo común en  $F_1$  y  $F_2$ ?

## 6. Interacción génica

1. Cuatro formas de cresta en las gallinas están determinadas por la interacción entre dos genes:  $R$  y  $P$ , de forma que:

- $R\_pp$  produce cresta en forma de roseta
- $rrP\_$  produce cresta en forma de guisante
- $R\_P\_$  produce cresta en forma de nuez
- $rrpp$  produce cresta en forma sencilla

Apareamientos entre aves de cresta en «nuez» y de cresta en «roseta» produjeron en la  $F_1$ : 4 de cresta sencilla, 5 en «guisante», 13 en «roseta» y 12 en «nuez».

¿Cuáles son los genotipos más probables de los progenitores?

2. Tres gallinas de cresta en «nuez» fueron cruzadas con individuos de cresta sencilla. En un caso la descendencia fue toda cresta en «nuez». En otro caso, uno de la descendencia fue de cresta sencilla. En el tercer caso la descendencia fue bien cresta en «nuez» o bien cresta en «guisante». Averigüe los genotipos de todos los progenitores y de la mencionada descendencia.

3. El color rojo del trigo se debe al genotipo  $R\_B\_$  y el blanco al recesivo  $rrbb$ . Los genotipos  $rrB\_$  y  $R\_bb$  producen color pardo. Se cruza una variedad roja homocigótica con otra blanca.

- a) ¿Qué fenotipos se esperan en la  $F_1$  y en la  $F_2$ ?
- b) Si la  $F_2$  parda se cruza artificialmente al azar, ¿qué proporciones fenotípicas se esperan en la descendencia?

4. Se pueden distinguir tres formas de fruto en la calabaza (*Cucurbita pepo*): forma de disco, forma alargada y forma esférica. Una variedad pura en forma de disco es cruzada con una variedad alargada. Toda la  $F_1$  tiene forma de disco. Entre 80 de la  $F_2$  aparecen 30 en forma de esfera, 5 alargadas y 45 en forma de disco.

- a) Reduzca los números de  $F_2$  a su proporción más baja.
- b) ¿Qué tipo de interacción es operante?
- c) Si la  $F_2$  en forma de esfera se cruza al azar, ¿qué proporciones fenotípicas podríamos esperar?

5. Se realizaron cruzamientos entre tipos de avena, una con semillas de vaina blanca y otra con semillas de vaina negra. La  $F_1$  era de vaina negra y en la  $F_2$  ( $F_1 \times F_1$ ) se obtuvieron 560 plantas distribuidas de la siguiente forma: 418 negras, 106 grises y 36 blancas.

- a) Definir símbolos para los genes y explicar la herencia del color de la vaina en dichos cruzamientos.
- b) Dar los genotipos de los individuos blancos y grises de la  $F_2$ .

6. El alelo dominante ( $B$ ) de un gen determina el color blanco del fruto de la calabaza y el alelo recesivo ( $b$ ) el fruto con color. El fruto amarillo está regido por el alelo dominante ( $V$ ) de un gen hipostático de distribución independiente y el fruto verde por su alelo recesivo ( $v$ ). Cuando se cruzan plantas dihíbridas la descendencia aparece en una proporción de 12 blancas : 3 amarillas : 1 verde.

- a) ¿Qué proporción de color de fruto se espera en los cruces:
  - 1)  $Bbvv \times Bbvv$
  - 2)  $BbVV \times$  verde?
  - 3)  $Bbvv \times bbVv$

b) Si dos plantas son cruzadas produciendo  $\frac{1}{2}$  de la descendencia amarilla y el otro  $\frac{1}{2}$  de la descendencia verde, ¿cuáles son los genotipos y fenotipos de los progenitores?

7. Brewbaker encontró que las plantas consanguíneas de la  $F_1$  que procedían de cruzamientos entre dos cepas de tréboles de flores blancas (*Trifolium repens*) daban lugar a una  $F_2$  formada por 5 rojas : 75 blancas. No se indicó letalidad alguna.

- a) Utilizando la explicación más sencilla, ¿cuántos genes se hallan implicados en dichos cruzamientos?
- b) Empleando símbolos, definir los alelos implicados y dar el genotipo de las plantas rojas de la  $F_2$ .

8. El apareamiento entre ratas de genotipo idéntico produjo la siguiente descendencia: 14 color crema : 47 color negro : 19 albinas.

- a) ¿A qué proporción se aproxima la descendencia?
- b) ¿A qué tipo de epistasia se debe?
- c) ¿Cuáles son los genotipos de los progenitores y de los descendientes?

9. Dos plantas de guisantes con flores blancas se cruzaron entre sí dando una  $F_1$  de flores púrpura. Un cruzamiento al azar entre dos plantas de la  $F_1$  produjo una descendencia de 96 plantas, de las cuales 53 eran púrpura y 43 blancas.

- a) ¿Qué razón fenotípica se espera aproximadamente en la  $F_2$ ?
- b) ¿Cuáles fueron los genotipos probables de los padres?

## 7. Genética cuantitativa

1. Tres loci que segregan independientemente con dos alelos cada uno ( $Aa$ ,  $Bb$ ,  $Cc$ ) determinan la altura en una planta, de modo que la presencia de los alelos representados por las letras mayúsculas añade 2 cm. a la altura base de 2 cm.

- a) Dé la altura que esperaría en la  $F_1$  de un cruzamiento entre las cepas homocigóticas:  $AABBCC$  (14 cm.)  $\times$   $aabbcc$  (2 cm.).
- b) Dé la distribución de las alturas (fenotipos y frecuencias) que se espera en un cruzamiento  $F_1 \times F_1$ .
- c) ¿Qué proporción de esta  $F_2$  tendrá la misma altura que las cepas paternas?
- d) ¿Qué proporción de la  $F_2$  siendo homocigótica tendría la misma altura de la  $F_1$ .

2. Supongamos que la diferencia entre una raza de cebada que produce 4 gr. por planta y una que produce 10 se debe a tres factores múltiples iguales y de acción acumulativa,  $AABBCC$ . Crúcese un tipo con el otro.

- a) ¿Cómo serán los fenotipos de la  $F_1$ ?
- b) ¿Cómo serán los fenotipos de la  $F_2$ ?

3. Supongamos que en las calabazas la diferencia del peso del fruto entre un tipo de 1350 gramos y otro de 2700 se debe a tres genes  $Aa$ ,  $Bb$  y  $Cc$ , contribuyendo cada uno de los dominantes en 225 gramos de peso del fruto. Se cruza una planta de 1350 gramos ( $aabbcc$ ) con una de 2700 ( $AABBCC$ ).

- a) ¿Cuáles serán los fenotipos de la  $F_1$ ?
- b) ¿Y de la  $F_2$ ?

4. Dos líneas puras de maíz (*AABBCCDDEE* y *aabbccdde*) que difieren en cinco loci independientes para el carácter longitud de la mazorca tienen un valor fenotípico de 25cm. y 15cm. respectivamente. Se obtiene una  $F_2$  de 512 plantas y se desea saber cuántas de ellas tendrán mazorcas de 19cm. de longitud.

5. Se midió la longitud del ala en muestras de dos líneas puras de cierto insecto, en su  $F_1$  y en su  $F_2$ , obteniéndose los resultados que se dan a continuación:

Línea	Longitud media (mm)	Varianza (mm <sup>2</sup> )
$P_1$	4.90	0.08
$P_2$	10.71	0.07
$F_1$	8.82	0.10
$F_2$	9.13	1.16

Suponiendo que en este carácter no se presentan efectos de dominancia ni epistáticos y que todos los individuos se desarrollaron en las mismas condiciones de laboratorio,

- ¿en cuántos loci difieren las líneas 1 y 2?
- ¿cuántos loci controlan la expresión del carácter longitud del ala en ese insecto?

6. A partir de una población de *Drosophila melanogaster* que presentaba una longitud variable en el ala con una media  $\bar{x}_0 = 3,415$  y una varianza  $V_0 = 0,650$ , se obtuvo por consanguinidad una línea pura que presentaba una media de para este carácter  $\bar{x}_p = 3,180$  y una varianza  $V_p = 0,403$ . Calcúlese la heredabilidad para el carácter longitud del ala en dicha población.

7. En una cepa de *Drosophila melanogaster* que presentaba un número variable de quetas extra, se realizó una selección para incrementar dicho número, eligiendo como genitores en la cepa inicial  $G_0$  para formar la generación siguiente  $G_1$ , aquellos individuos que presentaban mayor número de quetas, hasta completar un 25% de los individuos de dicha cepa. A continuación se expresan los datos observados en ambas generaciones:

Gen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tot
$G_0$	2	9	12	21	34	30	17	13	4	2		144
$G_1$			3	11	12	15	27	16	10	5	2	101

- Calcúlese la heredabilidad para el carácter «número de quetas extra» en esta generación.
- ¿Variaría la heredabilidad para este carácter en generaciones sucesivas de selección? Razone la respuesta.

8. En una población de cerdos se ha estimado que el espesor de la grasa tiene una heredabilidad del 80%. El espesor promedio de la grasa de esta población es de 1,2 pulgadas y el promedio de los individuos seleccionados de esta población como progenitores de la siguiente generación es 0,8 pulgadas. ¿Cuál es el promedio esperado en la siguiente generación?

## 8. Ligamiento y recombinación

1. En *Drosophila*, el alelo recesivo *speck* (*s*) produce una mancha oscura en la base de las alas y el alelo recesivo *curved* (*c*) produce curvatura en las alas. Los dos genes están situados en un mismo cromosoma y presentan un 30% de recombinación. Se cruza un individuo *SSCC* con otros *sscc*.

- ¿Cuál es la composición de la  $F_1$  con respecto a los genotipos y fenotipos?

- ¿Cuáles son los diferentes tipos de gametos producidos por las hembras de la  $F_1$ ?
- ¿Cuáles son sus frecuencias relativas?
- Si se cruzan las hembras de la  $F_1$  con machos *sscc*, ¿cuáles serán los fenotipos obtenidos y sus frecuencias?

2. En *Drosophila* el color negro de su cuerpo está determinado por el alelo recesivo (*e*) y las alas vestigiales por el alelo recesivo (*vg*) de otro gen. Estos dos loci están ligados y separados por 20 unidades de mapa aproximadamente. Prediga los fenotipos y sus frecuencias que cabe esperar en:

- Un cruzamiento de hembras heterocigotas cuyos alelos están en fase de repulsión con machos heterocigotos cuyos alelos están en fase de acoplamiento.
- Un cruzamiento recíproco al del apartado anterior.
- Un cruzamiento en donde ambos progenitores heterocigotos presenten sus alelos en fase de repulsión.

3. En el maíz, el color de la aleurona está determinado por un gen cuyos alelos *R* y *r* determinan respectivamente la aleurona coloreada y aleurona incolora. El color de la planta está determinado por el gen *Y/y* cuyos alelos determinan color amarillo (*y*) o color verde (*Y*). En la siguiente tabla se muestran los fenotipos y sus frecuencias de los cruzamientos de prueba de dos plantas heterocigóticas:

Fenotipo	PI	PII
Coloreada verde	88	23
Coloreada amarilla	12	170
Incolora verde	8	190
Incolora amarilla	92	17
Total	200	400

- ¿Cuáles son los genotipos de las plantas heterocigóticas I y II?
- ¿Cuál es el porcentaje de recombinación observado?
- ¿Si se cruzan las dos plantas heterocigóticas, qué frecuencia de descendientes incoloros amarillos cabría esperar?

4. En la rata, el color de los ojos está determinado por la interacción de dos genes *R/r* y *P/p*. La presencia simultánea de los alelos *R* y *P* produce ojos negros. Los individuos dobles o simple recesivos tienen los ojos claros. Estos genes están ligados. Ratas homocigóticas negras (*RP, RP*) se cruzan con individuos dobles recesivos (*rp, rp*) y los individuos de la  $F_1$  se someten a un cruzamiento de prueba, obteniéndose 1 255 ratas con ojos negros y 1 777 de ojos claros. Después se cruzan individuos *Rp, Rp* con otros *rP, rP* y la  $F_1$  se somete a un cruzamiento prueba con los dobles recesivos, obteniéndose en la descendencia 147 individuos de ojos negros y 1 540 de ojos claros. Calcúlese el porcentaje de recombinación entre los genes *R* y *P*.

5. Los genes *A* y *B*, localizados en el mismo cromosoma, presentan un porcentaje de recombinación del 20%. Los genes *C* y *D* localizados en otro cromosoma, presentan un porcentaje de recombinación del 30%. Se cruza un homocigoto dominante *AABBCCDD* con un homocigoto recesivo *aabbccdd*. Después se cruza un individuo de la  $F_1$  con el progenitor recesivo, ¿cuál será el aspecto de la descendencia?

6. En *Drosophila persimilis*, los caracteres quietas cortas y ojos brillantes se deben a la acción de los correspondientes alelos recesivos de dos loci diferentes. En la F<sub>1</sub> del cruzamiento de una hembra de quietas cortas con un macho de ojos brillantes, todas las hembras eran normales y todos los machos de quietas cortas. La segregación obtenida en la F<sub>2</sub> fue la siguiente:

	Hembras	Machos
Normales	130	43
Quietas cortas	126	81
Ojos brillantes		80
Quietas cortas y ojos brillantes		44

¿Qué conclusiones pueden sacarse de estos datos en cuanto a la localización de estos genes?

7. Los alelos recesivos, *e* y *vg*, de dos genes ligados en *Drosophila*, producen cuerpo negro y alas vestigiales respectivamente. Cuando las moscas de tipo común se cruzan con mutantes doble recesivos, los individuos de la F<sub>1</sub> son dihíbridos en fase de acoplamiento. Un cruzamiento de prueba de la F<sub>1</sub> dio los siguientes resultados: 1930 tipo salvaje, 1888 negras y vestigiales, 412 negras y 370 vestigiales.

a) Calcúlese la distancia entre los loci *e* y *vg*.

Otro gen (*cn*), cuyo alelo recesivo está situado entre los loci de *e* y *vg*, produce ojos color cinabrio. Cuando moscas de fenotipo salvaje se cruzan con moscas de fenotipo triple mutante, se obtiene una F<sub>1</sub> trihíbrida, que sometida a cruzamiento de prueba, dio los siguientes resultados: 664 moscas salvajes, 652 negras, cinabrio y vestigiales, 72 negras y cinabrio, 68 vestigiales, 70 negras, 61 cinabrio y vestigiales, 4 negras y vestigiales y 8 cinabrio.

b) Calcule la distancia de mapa entre los tres genes.

c) ¿Coinciden las distancias *e-vg* calculadas en a) y b)? Razone por qué.

d) ¿Cuál es el coeficiente de coincidencia?

e) ¿Y la interferencia?

8. En el maíz, los genes *an* (antera en espiga), *br* (braquítico) y *f* (rayado fino), se encuentran todos en el cromosoma 1. A partir de los resultados de un cruce de prueba (con un total de 879 descendiente) resumidos a continuación, determínese la secuencia de genes en su cromosoma, las distancias en el mapa y los genotipos de los padres homocigóticos utilizados para obtener el heterocigótico.

88	+++	2	+br+	55	anbrf	1	an+f
21	++f	339	+brf	355	an++	17	anbr+

9. En *Drosophila*, los alelos recesivos *r*, *cd* y *e*, de tres genes situados en el cromosoma 3 producen, respectivamente ojos en forma de riñón, ojos color cardenal y color negro del cuerpo. Hembras homocigóticas de ojos en forma de riñón y color cardenal son apareadas con machos homocigóticos de color negro. A las hembras trihíbridas de la F<sub>1</sub> se les hace el cruzamiento de prueba para producir la F<sub>2</sub> y entre 4000 descendientes recogidos en la F<sub>2</sub> se encuentran los siguientes tipos: 1.761 riñón cardenal, 1773 negros, 128 riñón negro, 138 cardenal, 97 riñón, 89 negro cardenal, 8 tipo común y 6 riñón cardenal negro.

a) Determinar si los loci están ligados.

b) Calcular el orden y las distancias de mapa.

10. Supóngase tres pares de alelos en *Drosophila*: *+/n*, *+/o* y *+/p*. Los alelos *n*, *o*, *p* son todos recesivos y ligados al sexo. En el cromosoma *X* se encuentran en el orden *nop*, siendo

la distancia entre *n* y *o* de 12 unidades de mapa y entre *o* y *p* de 10 unidades. Para esta región del cromosoma *X*, el coeficiente de coincidencia es de 0.5. En un cruzamiento entre hembras de genotipo *++p/no+* y macho *nop/Y*, predecir los tipos y frecuencias de los genotipos que se espera que aparezcan en una descendencia de 2000 individuos.

11. El alelo recesivo del gen horquilla (*h*), produce cerdas y pelos acortadas en *Drosophila*. El alelo recesivo de otro gen, llamado abierto (*a*), ocasiona alas adheridas al cuerpo en ángulo recto. El alelo recesivo de un tercer gen, llamado granate (*g*), produce ojos color rosado en las moscas jóvenes. Hembras heterocigóticas tipo común para los tres loci fueron cruzadas con machos tipo común. Los datos de la F<sub>1</sub> aparecen a continuación: todas las hembras de tipo común; entre los machos: 57 granate, abierto; 419 granate, horquilla; 60 horquilla; 1 abierto, horquilla; 2 granate; 439 abierto; 13 tipo común; 9 abierto, granate, horquilla.

a) ¿En qué cromosoma están estos genes?

b) ¿Qué gen está en el centro?

c) ¿Cuál es la distancia entre los loci?

d) ¿En qué tanto por ciento es operante la interferencia?

12. En cierto organismo se dispone de dos cepas, A y B, cuyos genotipos son *OOPPQQ* y *ooppqq*, respectivamente. La descendencia del cruzamiento de A × B fue retrocruzada con B y se obtuvo una descendencia con la distribución: 100 *OPQ*, 100 *opQ*, 100 *OPq*, 100 *opq*, 25 *Opq*, 25 *oPq*, 25 *oPQ*, 25 *OpQ*. Determinar las relaciones de ligamiento entre estos tres loci, sabiendo que pertenecen a un mismo grupo de ligamiento.

13. Se cruza una cepa homocigótica para cuatro mutaciones recesivas distintas *a*, *b*, *c*, y *d*, situadas en el mismo cromosoma (pero no presentando necesariamente este orden) con una cepa homocigótica para los alelos dominantes de tipo salvaje. A continuación se efectúa el cruzamiento de las hembras de la F<sub>1</sub> con machos homocigóticos recesivos y se cuentan 2000 individuos de la F<sub>2</sub>, obteniéndose los siguientes resultados:

668	abcd	689	++++	97	abc+	98	+++d
5	ab+d	5	++c+	2	a+cd	1	+b++
69	a+c+	76	+b+d	1	ab++	1	++cd
145	a+++	143	+bcd	0	a++d	0	+bc+

a) Determinar las distancias existentes entre los cuatro genes y dibujar el mapa genético parcial para los mismos.

b) ¿Cuál es el grado de interferencia que se produce entre los genes situados en primer y tercer lugar?

c) ¿Y entre los genes en segunda y cuarta posición?

d) ¿Es el número de triples recombinantes el esperado?

14. En cierta especie se aislaron cinco mutaciones recesivas: *a*, *b*, *c*, *d* y *e*, dos de las cuales (*b* y *e*) mapean a cinco unidades una de otra. Con el fin de establecer las relaciones de ligamiento entre los cinco loci, se efectuaron dos cruzamientos diferentes, cuyas descendencias presentaron las siguientes composiciones fenotípicas:

<i>AaDdEe</i> × <i>aaddee</i>				<i>BbCcDd</i> × <i>bccdd</i>			
43	<i>ADE</i>	2	<i>Ade</i>	305	<i>BCD</i>	60	<i>bcD</i>
171	<i>ADe</i>	25	<i>aDe</i>	111	<i>BcD</i>	12	<i>Bcd</i>
20	<i>AdE</i>	184	<i>adE</i>	10	<i>bCD</i>	117	<i>bCd</i>
3	<i>aDE</i>	52	<i>ade</i>	68	<i>BCd</i>	317	<i>bcd</i>

Determinar la ordenación de los cinco loci, así como las distancias genéticas existentes entre ellos.