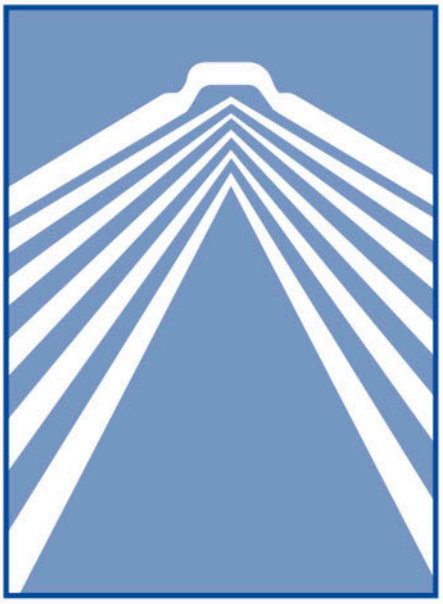
PROBLEMAS DE GENÉTICA RESUELTOS

DESDE MENDEL HASTA LA GENÉTICA CUANTITATIVA



Lola Llobat

PIRÁMIDE

PROBLEMAS DE GENÉTICA RESUELTOS

DESDE MENDEL HASTA LA GENÉTICA CUANTITATIVA

LOLA LLOBAT
PROFESORA DE GENÉTICA DE LA FACULTAD DE VETERINARIA. CARDENAL HERRERA CEU

PROBLEMAS DE GENÉTICA RESUELTOS

DESDE MENDEL HASTA LA GENÉTICA CUANTITATIVA

EDICIONES PIRÁMIDE

COLECCIÓN «CIENCIA Y TÉCNICA»

Edición en versión digital

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro electrónico, su transmisión, su descarga, su descompilación, su tratamiento informático, su almacenamiento o introducción en cualquier sistema de repositorio y recuperación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, conocido o por inventar, sin el permiso expreso escrito de los titulares del copyright.

© María Dolores Llobat, 2021
© Primera edición electrónica publicada por Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2021
Para cualquier información pueden dirigirse a piramide_legal@anaya.es
Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid
Teléfono: 91 393 89 89
www.edicionespiramide.es
ISBN digital: 978-84-368-4397-2

Índice

Prefacio 9

1. Genética clásica 11

1.1. Las tres leyes de Mendel o aproximación a la genética mendeliana 13
1.1.1. Problemas de genética mendeliana 14
1.2. Ampliación a la genética mendeliana 26
1.2.1. Genes ligados al sexo 26
1.2.2. Genes holándricos 27
1.2.3. Genes influidos por el sexo 27
1.2.4. Genes limitados a un sexo 27
1.2.5. Dominancia incompleta: codominancia y herencia intermedia 27
1.2.6. Alelismo múltiple 27
1.2.7. Alelos letales 28
1.2.8. Interacción génica y epistasia 28
1.2.9. Problemas de ampliación de la genética mendeliana 29
1.3. Ligamiento, recombinación y mapas genéticos 41
1.3.1. Problemas de ligamiento, recombinación y mapas genéticos 43

2. Resolución de problemas de genética mendeliana 49

2.1. Resolución de problemas de genética mendeliana 51
2.2. Resolución de problemas de ampliación de genética mendeliana 64
2.3. Resolución de problemas de ligamiento, recombinación y mapas genéticos 74

3. Genética de poblaciones 83

3.1. Bases teóricas de la genética de poblaciones 85
3.2. Problemas de genética de poblaciones 89
3.2.1. Equilibrio de Hardy-Weinberg 89

© Ediciones Pirámide

3.2.2. Mutación 93
3.2.3. Migración 95
3.2.4. Deriva génica 96
3.2.5. Consanguinidad 96
3.2.6. Selección genética 101

4. Resolución de problemas de genética de poblaciones 105

4.1. Equilibrio de Hardy-Weinberg 107
4.2. Mutación 115
4.3. Migración 116
4.4. Deriva génica 118
4.5. Consanguinidad 119
4.6. Selección genética 124

5. Genética cuantitativa 131

5.1. Principios básicos de genética cuantitativa 133
5.1.1. Problemas de genética cuantitativa básica 134
5.1.2. Problemas de heredabilidad y repetibilidad 139
5.2. Diferencial de selección y respuesta a la selección 141
5.2.1. Problemas de diferencial y respuesta a la selección 141
5.3. Heterosis 144
5.3.1. Problemas de heterosis 145
5.4. Selección para un único carácter 146
5.4.1. Estimación de índices de selección para un carácter 147

6. Resolución de problemas de genética cuantitativa 151

6.1. Resolución de problemas de genética cuantitativa básica 153
6.2. Resolución de problemas de heredabilidad y repetibilidad 161
6.3. Resolución de problemas de diferencial y respuesta a la selección 164
6.4. Resolución de problemas de heterosis 168
6.5. Resolución de índices de selección para un carácter 169

7. Tablas 177

Tabla 7.1. Distribución chi cuadrado 179
Tabla 7.2. Distribución normal truncada (muestras grandes) 180

Bibliografía 181

© Ediciones Pirámide

Prefacio

Este libro sobre problemas resueltos de genética no pretende ser un texto teórico, sino un libro para que el estudiante pueda practicar los conceptos teóricos tanto de la genética básica como de la genética de poblaciones y la genética cuantitativa, en diferentes problemas con tipo de resolución sencilla, donde se aplican estos conocimientos adquiridos en los grados de las ciencias biomédicas y de la salud.

Se ha estructurado con pequeñas introducciones teóricas en cada uno de los capítulos, de forma esquemática y sin pretender sustituir a un libro de teoría de genética, sino más bien como recordatorio para el alumno de conceptos básicos que se aplicarán en los problemas resueltos de cada tema.

Se han añadido dos tablas, una sobre la distribución de χ^2 y otra sobre la relación entre la intensidad y la presión de selección, necesarias para la resolución de un gran número de problemas aquí expuestos y resueltos.

La autora de este libro pretende que este sirva de apoyo en la aplicación y resolución de problemas de genética para los estudiantes de los primeros cursos de todas aquellas áreas relacionadas con la salud, la biomedicina y, también, para todos aquellos interesados en la aplicación práctica de esta materia.

© Ediciones Pirámide

1 Genética clásica

1.1. Las tres leyes de Mendel o aproximación a la genética mendeliana.
  1.1.1. Problemas de genética mendeliana.
1.2. Ampliación a la genética mendeliana.
  1.2.1. Genes ligados al sexo.
  1.2.2. Genes holándricos.
  1.2.3. Genes influidos por el sexo.
  1.2.4. Genes limitados a un sexo.
  1.2.5. Dominancia incompleta: codominancia y herencia intermedia.
  1.2.6. Alelismo múltiple.
  1.2.7. Alelos letales.
  1.2.8. Interacción génica y epistasia.
  1.2.9. Problemas de ampliación de la genética mendeliana.
1.3. Ligamiento, recombinación y mapas genéticos.
  1.3.1. Problemas de ligamiento, recombinación y mapas genéticos.

© Ediciones Pirámide

1.1. LAS TRES LEYES DE MENDEL O APROXIMACIÓN A LA GENÉTICA MENDELIANA

Las leyes de Mendel son las reglas básicas sobre la transmisión de caracteres por herencia genética de padres a hijos en los organismos. Como recordatorio, esas tres leyes son:

— **Primera ley de Mendel o principio de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial.** Establece que, si se cruzan dos líneas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación serán todos iguales entre sí, fenotípica y genotípicamente, e iguales fenotípicamente a uno de los progenitores (de genotipo dominante), independientemente de la dirección del cruzamiento.
— **Segunda ley de Mendel o principio de la segregación.** Esta ley establece que, durante la formación de los gametos, cada alelo de un par se separa del otro miembro para determinar la constitución genética del gameto filial.
— **Tercera ley de Mendel o ley de la transmisión independiente o de la independencia de los caracteres.** Diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por tanto el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Solo se cumple en aquellos genes que no están ligados, es decir, que están en diferentes cromosomas, o bien en el mismo cromosoma, pero en regiones muy separadas.

Por tanto, los problemas que siguen a continuación tratarán de aplicar estas tres leyes en casos en los que se cumplen (sin ligamiento entre genes).

© Ediciones Pirámide

1.1.1. Problemas de genética mendeliana

Problema 1.

Una determinada raza de perros nace con cola corta y larga. Este carácter se define por los alelos de un único gen. El carácter «cola larga» es dominante frente a «cola corta». Se cruzaron dos perros de raza pura, una de cola larga con otra de cola corta. La F1 se cruzó consigo misma (retrocruzamiento de F1). En la F2 se obtuvieron los siguientes fenotipos: 3/4 cola larga y 1/4 cola corta.

¿Cómo será el genotipo de los parentales, de los individuos de la F1 y de los de la F2?

Problema 2.

En una determinada línea de ratones, el color de la capa negra es dominante sobre el color de capa blanco, representando por *A* el alelo para la capa negra y *a* para la blanca. Se obtienen 40 individuos del cruce de dos ratones heterocigotos.

¿Cuántas tendrán color de capa negro y cuántas tendrán capa blanca?

Problema 3.

En la misma línea de ratones anterior se cruzaron ratones con capa negra con ratones de capa blanca. La F1 fue de capa negra y en la F2 se obtuvieron 32 ratones con capa negra y 10 con capa blanca.

a) ¿Cuántos de los ratones negros se espera que sean homocigotas?
b) ¿Cómo averiguar cuáles de los 32 ratones negros son heterocigotas?

Problema 4.

El albinismo (falta de pigmentación en la piel) en el hombre se debe a un alelo autosómico recesivo (*a*), mientras que la pigmentación normal es la consecuencia de un alelo dominante (*A*). Un hombre y una mujer, ambos normales, tienen un hijo albino. Determinar la probabilidad de que:

a) El siguiente hijo sea albino.

© Ediciones Pirámide

b) Los dos siguientes hijos sean albinos.
c) Si los padres tienen dos hijos, que uno sea albino y el otro normal.

Problema 5.

La polidactilia en la especie humana se debe a un alelo autosómico dominante. Dos primos hermanos polidactílicos y cuyos abuelos comunes eran normales quieren tener siete hijos. Se desea saber las probabilidades siguientes:

a) Que ningún hijo sea polidactílico.
b) Que los dos mayores sean polidactílicos y los cinco siguientes sean normales.
c) Que tres sean polidactílicos y cuatro no.
d) Si los tres primeros hijos fuesen normales, ¿cuál es la probabilidad de que el cuarto también lo sea?, ¿y de que el quinto sea polidactílico?

Problema 6.

Un toro negro de antepasados desconocidos fue apareado con cierto número de vacas de color rojo de raza pura. Estos apareamientos dieron 20 descendientes de color rojo y 25 descendientes negros.

a) ¿Cuál de dichos caracteres fenotípicos es más probable que esté causado por un homocigoto recesivo?
b) Según su hipótesis, ¿cuántos individuos de cada clase habría esperado?
c) Probar la hipótesis por el método de la χ^2 e indicar si, basándose en dicha prueba, se aceptaría o se rechazaría la hipótesis.

Problema 7.

En el guisante, el color de las semillas se debe a dos alelos de un gen: el alelo *A* determina el color amarillo y es dominante sobre *a,* que determina el color verde. Por otro lado, el alelo *L* es responsable de la formación de semillas lisas y domina sobre *l,* que determina las semillas rugosas. Al cruzar una planta de semillas verdes y lisas con otra de semillas amarillas y lisas se ha obtenido una descendencia formada por unas plantas con semillas amarillas y lisas y otras con semillas amarillas y rugosas. Determinar los genotipos de los progenitores.

© Ediciones Pirámide

Problema 8.

En las cobayas el pelaje negro (*B*) es dominante sobre el albino (*b*), y la piel rugosa (*R*) es dominante sobre la piel lisa (*r*). Una cobaya negra y de piel rugosa se cruza con otra albina y rugosa, y produce la siguiente progenie: 13 negros rugosos, 16 albinos rugosos, 6 negros lisos y 5 albinos lisos.

Identificar los genotipos de los padres, usando el método de χ^2 para probar la hipótesis.

Problema 9.

Dos condiciones anormales en el hombre, las cataratas y la fragilidad de huesos, son debidas a alelos dominantes de dos genes diferentes. Una pareja formada por un hombre con cataratas y huesos normales (cuyo padre tenía ojos normales) y una mujer sin cataratas, pero con huesos frágiles (cuyo padre tenía huesos normales), desean tener hijos.

Indicar la probabilidad de que tengan:

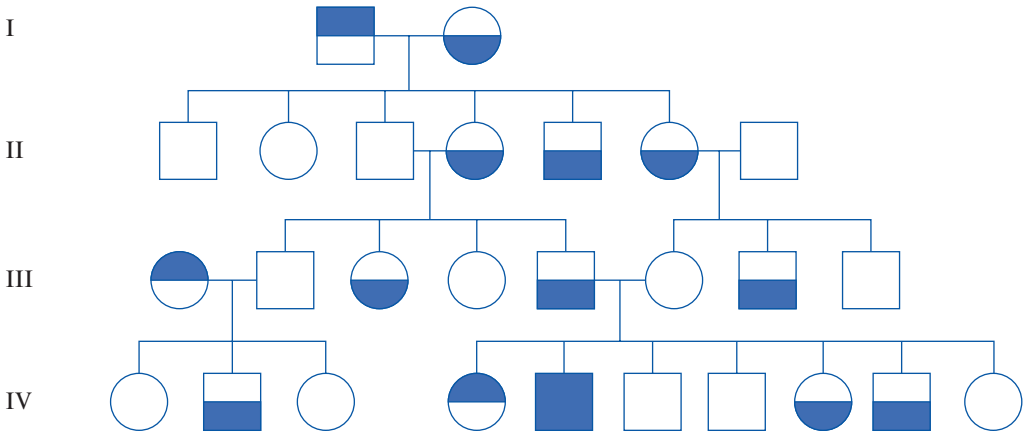
a) Un descendiente normal.
b) Un descendiente con cataratas y huesos normales.
c) Un descendiente con cataratas y huesos frágiles.
d) Un descendiente que padezca ambas enfermedades.

Problemas 10.

En el siguiente pedigrí se presenta la transmisión de dos caracteres en una sola familia. El carácter 1 se indica sombreando la mitad superior del símbolo y el carácter 2 se indica sombreando la mitad inferior. Utilizando símbolos alfabéticos para los genes implicados (por ejemplo, *A*/*a* para el carácter 1, y *B*/*b* para el carácter 2), responder a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué tipo de herencia se halla implicado en cada uno de los caracteres?
b) Determinar hasta donde sea posible los genotipos de todos los individuos de la genealogía.
c) ¿Qué genotipos y fenotipos y qué proporciones se esperarían en el apareamiento entre los individuos IV-3 y IV-5?

© Ediciones Pirámide



Problema 11.

En los gallos y gallinas el rasgo patas plumosas (*F*) es dominante sobre el rasgo patas limpias (*f*), y la cresta en guisante (*P*) sobre la cresta sencilla (*p*). Dos gallos *A* y *B* se cruzan con dos gallinas *C* y *D*. Las cuatro aves tienen patas plumosas y la cresta en guisante. El gallo *A* tiene con ambas gallinas descendencia toda plumosa y con cresta en guisante. El gallo *B* con la gallina *C* tiene descendientes con patas plumosas o limpias, pero todos con la cresta en guisante. El gallo *B* con la gallina *D* tiene todos los descendientes plumosos, pero parte con la cresta en guisante y parte con la cresta sencilla.

¿Cuáles son los genotipos de las cuatro aves progenitoras y de los descendientes de cada cruce?

Problema 12.

Si se autofecunda un individuo heterocigoto para cinco loci independientes (*AaBbCcDdEe*):

a) ¿Cuántos gametos genéticamente distintos puede producir?
b) ¿Qué número de genotipos diferentes aparecerán en la descendencia?
c) ¿Cuál es la frecuencia esperada de individuos heterocigotos para tres loci y homocigotos dominantes para los dos restantes?
d) ¿Cuál es la frecuencia esperada de descendientes *AaBbCcDDEE*?

© Ediciones Pirámide

Problema 13.

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 × normal son braquidactílicos. ¿Qué proporción de descendientes braquidactílicos cabría esperar entre dos individuos heterocigotos?

Problema 14.

El pelo rizado en perros domina sobre el liso. Del cruce de una pareja de perros de pelo rizado se tuvo un cachorro de pelo rizado. ¿Qué tipo de cruce se podría hacer para comprobar si el cachorro es heterocigoto para este carácter?

Problema 15.

En un experimento *A*, una cobaya de pelo blanco se cruza con otra de pelo negro y toda la descendencia obtenida es de pelo blanco. En un experimento *B*, una cobaya también de pelo blanco se cruza con una de pelo negro, pero en este experimento la descendencia está compuesta por cinco cobayas de pelo negro y otras cinco de pelo blanco. ¿Cómo serán los genotipos de los parentales y la descendencia en los distintos experimentos?

Problema 16.

En los gatos el pelaje negro es dominante sobre el gris. Se aparea una hembra de pelo negro cuya madre es gris, con un macho gris. Si la camada obtenida está compuesta de seis cachorros, ¿cuál es la probabilidad de que tres sean negros y tres grises?

Problema 17.

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:

© Ediciones Pirámide