

Ejercicios resueltos de genética

1) Un varón de cabello rizado se casó con una mujer de pelo también rizado. Esta pareja tuvo dos hijos, uno con pelo rizado y otro con pelo liso. Si el carácter de pelo liso es recesivo frente al rizado, indica cuáles son los genotipos de los padres y los hijos.

2) En la mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster*, el color gris del cuerpo domina sobre el negro. Al cruzar dos moscas grises, se han obtenido 152 moscas grises y 48 negras. Indica razonadamente cuál es el genotipo de los progenitores.

3) Un cerdo de orejas peludas se cruzó con dos cerdas; la primera tenía las orejas sin pelo y la segunda con pelo. Del primer cruzamiento se obtuvieron un 50% de la descendencia de orejas peludas y otro 50% de orejas sin pelo. ¿Qué descendencia esperarías del cruzamiento con la cerda de orejas peludas?

4) Al cruzarse dos razas puras para el color de sus flores, unas rojas y otras blancas, resultó una F1 de flores rosas. Al autopolinizarse esta F1 se originó una F2 con un 25% de flores rojas, 50% de flores rosas y 25% de flores blancas. ¿Qué explicación propones para los resultados del experimento?

5) Tres parejas reclaman en un juzgado la paternidad de una niña que tiene un grupo sanguíneo AB. Los primeros tienen los grupos sanguíneos A y 0; los segundos son AB y 0, y los terceros, A y AB. ¿Qué pareja tiene razón?

6) Cuatro amigos que viajan juntos tienen un accidente de automóvil y mientras tres de ellos salen ilesos, el cuarto tiene una fuerte hemorragia que necesita con urgencia una transfusión. El médico plantea una donación entre ellos y los datos que aportan son los siguientes:

- El herido es del grupo sanguíneo A y Rh+
- El primero de los amigos es 0, y sabe que sus padres son ambos Rh-
- El segundo de los amigos no conoce su grupo, pero sabe que sus padres son uno del grupo 0 y otro del grupo A.
- El tercer amigo también desconoce su grupo sanguíneo pero sus padres son los dos del grupo B Rh+

Si fueras el médico y dispusieras de esta información ¿qué donante escogerías, si es que alguno de ellos es el apropiado? (¡No lo elijas al azar, piensa que está en juego la vida de una persona!).

Soluciones

1) *Un varón de cabello rizado se casó con una mujer de pelo también rizado. Esta pareja tuvo dos hijos, uno con pelo rizado y otro con pelo liso. Si el carácter de pelo liso es recesivo frente al rizado, indica cuáles son los genotipos de los padres y los hijos.*

Como sabemos que pelo rizado domina sobre pelo liso, llamaremos R al alelo pelo rizado y r al alelo pelo liso.

$R > r$

Los padres, ambos con pelo rizado, tienen dos genotipos posibles, RR y Rr : El hijo de pelo rizado no nos aporta información, porque, como los padres, puede ser homocigoto o heterocigoto. Pero el hijo con pelo liso sí nos aclara algo: como es de fenotipo recesivo, su genotipo obligatoriamente tiene que ser rr . Y como ambos alelos han debido salir de algún lado (¡suponemos que los miembros de la pareja se han sido fieles!) esto obliga a que los padres sean ambos heterocigotos.

Padres $\rightarrow Rr$
Hijo pelo liso $\rightarrow rr$
Hijo pelo rizado $\rightarrow RR$ o Rr (es imposible determinarlo con la información del enunciado).

2) *En la mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster*, el color gris del cuerpo domina sobre el negro. Al cruzar dos moscas grises, se han obtenido 152 moscas grises y 48 negras. Indica razonadamente cuál es el genotipo de los progenitores.*

Para empezar, podemos descartar que las moscas progenitoras fueran homocigotas, porque entonces su descendencia habría sido uniforme (si los padres son AA o aa , todos los hijos habrían salido AA o aa , respectivamente). Por lo tanto, debe existir al menos un heterocigoto. Esto nos deja con tres posibilidades, y sus respectivas descendencias:

$AA \times Aa \rightarrow 1/2 AA, 1/2 Aa \rightarrow$ Todas fenotipo dominante
 $aa \times Aa \rightarrow 1/2 Aa, 1/2 aa \rightarrow$ La mitad fenotipo dominante, la mitad recesivo
 $Aa \times Aa \rightarrow 1/4 AA, 1/2 Aa, 1/4 aa \rightarrow 3/4$ fenotipo dominante, $1/4$ fenotipo recesivo

La primera opción, por dar una descendencia uniforme, queda descartada. De las otras dos, la segunda no parece encajar, porque las proporciones deberían ser mitad y mitad, y tenemos 152 grises y 48 negras. ¿Podría ser la tercera? Según los resultados teóricos, debería haber el triple de fenotipos dominantes frente a los recesivos. Si dividimos 152 entre 48 obtenemos 3,17. Esto se ajusta lo suficientemente bien, por lo que podemos afirmar que los padres eran ambos heterocigotos Aa .

Importante: cuando trabajamos con problemas de genética que tengan resultados numéricos como es este caso, no tenemos que exigir que las proporciones se cumplan con exactitud. De hecho, en la naturaleza no ocurre así: las leyes de la genética que establecen las proporciones son estadísticas, y la determinación de los caracteres de un individuo concreto sucede al azar. Con que las cifras que obtengamos sean razonablemente aproximadas, es suficiente. Otro cantar sería que en la división

Cajón de Ciencias

anterior nos hubiese salido 5,6 ¡Eso está demasiado alojado de 3!¹

3) *Un cerdo de orejas peludas se cruzó con dos cerdas; la primera tenía las orejas sin pelo y la segunda con pelo. Del primer cruzamiento se obtuvieron un 50% de la descendencia de orejas peludas y otro 50% de orejas sin pelo. ¿Qué descendencia esperarías del cruzamiento con la cerda de orejas peludas?*

Aquí no nos dicen si el carácter orejas peludas es dominante o recesivo frente al de orejas sin pelo. Hagamos un esquema de los datos que nos dan, a ver si podemos sacar algo en claro:

Oreja peluda x Oreja sin pelo → 1/2 peluda 1/2 sin pelo.
Oreja peluda x oreja peluda → ¿?

Echa un vistazo a los cruzamientos que aparecen en las leyes de Mendel. ¿Cuáles de ellos nos dan una descendencia de 50% de un fenotipo y 50% de otro?

AA x AA → Todos fenotipo dominante
aa x aa → Todos fenotipo recesivo
Aa x AA → Todos fenotipo dominante
Aa x aa → 1/2 fenotipo dominante, 1/2 fenotipo recesivo
Aa x Aa → 3/4 fenotipo dominante, 1/4 fenotipo recesivo

Sabemos entonces que el primer cruce del enunciado es de un heterocigoto con un homocigoto recesivo. Lo que no sabemos es a qué miembro de la parejita corresponde cada uno. Por lo tanto, como respuesta, planteamos las dos posibilidades:

* Si el macho es Aa, entonces “oreja peluda” domina sobre “oreja sin pelo”, y la segunda hembra puede ser AA o Aa (ambos tienen fenotipo “orejas peludas”). Sea cual sea el genotipo de la segunda hembra, toda la descendencia será o AA o Aa, es decir, con fenotipo dominante (orejas peludas).

* Si el macho es aa, entonces “oreja peluda” es recesivo, y la segunda hembra es también aa. Conclusión: toda la descendencia será aa, oreja peluda (fenotipo recesivo).

¡Fíjate que, aún sin saber qué carácter es dominante y cuál recesivo, incluso sin saber los genotipos exactos de cada individuo, podemos deducir que la descendencia del segundo cruzamiento será a la fuerza “orejas peludas”!

¹ ¿Y cuánto es “demasiado alejado”? preguntarán los más quisquillosos. Bueno, no es algo que se deje al criterio de cada uno. Existen métodos matemáticos para determinar cómo de distinto puede ser un resultado antes de que deje de ser fiable, pero pertenecen a una teoría matemática normalmente reservada para el nivel universitario. En los ejercicios que tengas que hacer de este estilo se verá claramente si un resultado aproximado es válido o no. Si aún así tienes curiosidad por ahondar en esa rama de las matemáticas, puedes empezar buscando información sobre uno de los métodos más asequibles, llamado el “Chi cuadrado”.

Cajón de Ciencias

4) Al cruzarse dos razas puras para el color de sus flores, unas rojas y otras blancas, resultó una F1 de flores rosas. Al autopolinizarse esta F1 se originó una F2 con un 25% de flores rojas, 50% de flores rosas y 25% de flores blancas. ¿Qué explicación propones para los resultados del experimento?

Este es facilito si estás atento a un detalle. En cuanto nos dicen que de padres rojo y blanco nos sale descendencia rosa está claro que tenemos un caso de herencia intermedia (¡no confundir con codominancia²!). En estos casos no puede hablarse de dominancia y recesividad. Llamamos B al alelo “flor blanca” y R al alelo “flor roja”. Las flores rosas salen de un genotipo BR. Sabiendo esto, los cruces que nos plantea el enunciado serán:

RR x BB → RB
RB x RB → 1/4 RR 1/2 RB 1/4 BB

Lo cual se ajusta perfectamente a las proporciones del enunciado.

5) Tres parejas reclaman en un juzgado la paternidad de una niña que tiene un grupo sanguíneo AB. Los primeros tienen los grupos sanguíneos A y 0; los segundos son AB y 0, y los terceros, A y AB ¿Qué pareja tiene razón?

Recuerda en primer lugar que el sistema sanguíneo humano AB0 se rige por tres alelos con la siguiente relación:

$$A = B > 0$$

Es decir, A es codominante con B (si coinciden, ambos se manifiestan) y tanto A como B dominan sobre 0. La forma correcta y más profesional de simbolizar estos alelos es I^A, I^B, I.

Después de esta introducción, vamos con el problema. La niña objeto de la disputa es AB, por lo que su genotipo no deja lugar a dudas. El único posible es I^AI^B.

De esos dos alelos, uno ha debido venir del padre y otro de la madre. Vamos a ver en cuál de las tres parejas ha podido darse esto. Es muy fácil, si caes en la cuenta de que, en cuanto haya uno de los padres con grupo 0 (que a la fuerza, por ser recesivo, debe ser II) es imposible que haya cedido a su hija un alelo I^A o I^B. Con esto, descartamos las dos primeras parejas. ¿Podría ser la tercera? El padre que es A tiene indudablemente un alelo I^A (el otro no lo sabemos, podría ser I^A o I, pero eso es indiferente), mientras que está claro que el segundo progenitor AB, al ser I^AI^B, sí puede dar a su hija un alelo I^B ¡problema resuelto!

² “Herencia intermedia” es cuando el heterocigoto tiene una “mezcla” de ambos fenotipos (blanco + rojo = rosa). “Codominancia” es cuando el heterocigoto muestra ambos fenotipos a la vez (blanco + rojo = flor con manchas blancas y rojas)

Cajón de Ciencias

6) Cuatro amigos que viajan juntos tienen un accidente de automóvil y mientras tres de ellos salen ilesos, el cuarto tiene una fuerte hemorragia que necesita con urgencia una transfusión. El médico plantea una donación entre ellos y los datos que aportan son los siguientes:

- El herido es del grupo sanguíneo A y Rh+
- El primero de los amigos es 0, y sabe que sus padres son ambos Rh-
- El segundo de los amigos no conoce su grupo, pero sabe que sus padres son uno del grupo 0 y otro del grupo A.
- El tercer amigo también desconoce su grupo sanguíneo pero sus padres son los dos del grupo B Rh+

Si fueras el médico y dispusieras de esta información ¿qué donante escogerías, si es que alguno de ellos es el apropiado? (¡No lo elijas al azar, piensa que está en juego la vida de una persona!).

En cuanto al sistema AB0, ya hemos explicado en el ejercicio anterior. El sistema Rh funciona con dos alelos, Rh+ domina sobre Rh-.

Para saber qué grupo puede donar a qué grupo, pondremos aquí una tabla resumen. Si no entiendes el porqué la tabla es como es, repásalo en los apuntes o en nuestra web:

Sistema AB0

| | | Donante | | | |
|----------|----|---------|---|----|---|
| | | A | B | AB | 0 |
| Receptor | A | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| | B | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ |
| | AB | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 0 | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |

Sistema Rh

| | | Donante | |
|----------|-----|---------|-----|
| | | Rh+ | Rh- |
| Receptor | Rh+ | ✓ | ✓ |
| | Rh- | ✗ | ✓ |

Para que una transfusión sea viable, *ambos* sistemas deben ser compatibles.

Visto esto, vamos a organizar los datos, escribiendo los fenotipos de los implicados siempre que nos sea posible.

El herido → Fenotipo A, Rh+

Cajón de Ciencias

Amigo 1

Sistema AB0: 0

Sistema Rh: si los dos padres son Rh⁻ (el alelo recesivo), él a la fuerza debe ser Rh⁻

Amigo 2

Sistema AB0: desconocido, pero como uno de sus padres es A (I^AI^A o I^AI) y otro 0 (I I), solo puede ser A o 0.

Sistema Rh: sin datos. No sabemos nada.

Amigo 3

Sistema AB0: desconocido, pero si los padres son del grupo B (I^BI^B o I^BI), él puede ser del grupo B o del 0.

Sistema Rh: como los dos padres son Rh⁺ (Rh⁺Rh⁺ o Rh⁺Rh⁻), él puede ser Rh⁺ o Rh⁻

Vamos a analizar los datos, que se nos desangra el paciente. Fíjate que el grupo perfecto como donante es el 0 Rh⁻, porque puede donar a todos. Con esto en mente, el amigo 1 es sin duda la mejor opción. ¿Valdría alguno de los otros? Tanto el 2 como el 3 tienen una posibilidad de ser 0 Rh⁻, pero no es seguro. El 2 podría ser A⁺, A⁻, 0⁺ o 0⁻, por lo que también podría donar, sea cual sea su grupo, al herido. Sin embargo, el 3 podría ser 0⁺, 0⁻ (ambos sin problemas para donar al herido), B⁻ o B⁺. En cualquiera de estos dos últimos casos, una transfusión sería fatal.

Conclusión: los amigos 1 y 2 son donantes viables. Sin embargo, cualquier médico iría directamente al amigo 1, del que tiene seguridad respecto al grupo sanguíneo que además resulta ser donante universal.