

Conceptos básicos de genética

Por Nekkox

Índice

Introducción.....	2
Conceptos genéticos.....	3
Herencia.....	5
Empezando con la genética. Funcionamiento.....	6
Ejemplo 1: Ley de la uniformidad. Herencia intermedia.....	7
Ejemplo 2: Ley de la separación de alelos.....	9
Ejemplo 3: Ley de la segregación independiente.....	10
Retrocruzamiento y cruzamiento prueba.....	13
Ejercicios.....	14

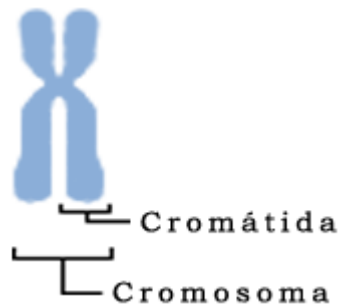
Introducción

Es conocido como el padre de la genética el señor Gregor Mendel, un monje austriaco del siglo XIX que basó sus observaciones y estudios genéticos en hibridar dos poblaciones de guisantes altamente consanguíneas y diferentes entre sí.

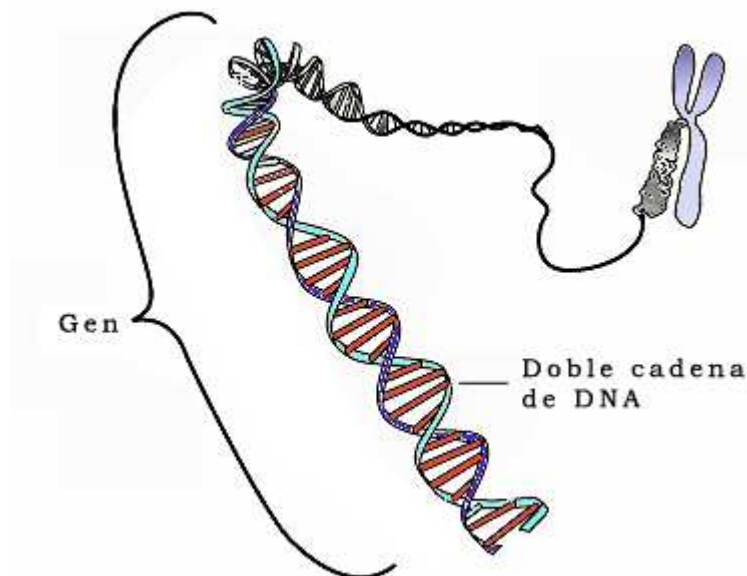
Antes de empezar a estudiar cruces debemos tener un poco claras las bases del material genético, de qué consta y cómo se transmite.

El color de los ojos, la altura, el tamaño de la nariz y todos los rasgos físicos que difieren de un individuo a otro vienen determinados por los genes. Los genes son trozos de ADN que están enlazados formando una larga cadena molecular con forma de doble hélice y, a su vez, esta cadena se comprime formando unas estructuras denominadas **cromátidas**.

El ADN contiene toda la información genética, tanto la que se expresa como la que no. ¿Entonces qué diferencia hay entre el ADN y los genes? Para que nos entendamos, el ADN dice “marrón” y el gen dice “pelo”.



Dos cromátidas forman un **cromosoma**. Éste elemento será clave a la hora de heredar los genes, ya que de cada cromosoma sólo una cromátida pasará a la descendencia, es decir, cada progenitor aportará sólo **la mitad** de su material genético.



Conceptos genéticos

Vamos a repasar una serie de conceptos indispensables para entender la genética:

Alelo: es cada una de las dos formas que puede tener un gen. Es aquí donde se suelen producir las mutaciones.

Genotipo: es la información genética que tiene un individuo. Está formado por genes.

Fenotipo: es la expresión del genotipo. Dicho de otra manera, son los rasgos físicos y conductuales que presenta un individuo en un ambiente determinado. Hay genes que no expresan fenotipo porque otros se lo impiden, con lo cual no siempre vamos a poder “observar” toda la información genética de los individuos.

Homocigoto: es todo aquél individuo que posee dos copias exactas de un gen determinado.

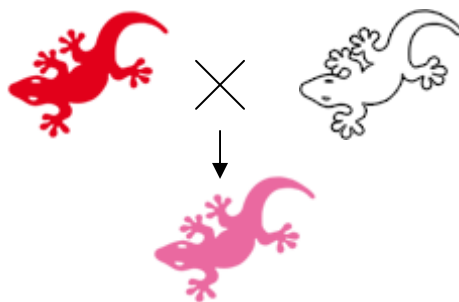
Heterocigoto: es todo aquél individuo que posee dos copias diferentes de un gen determinado.

Comportamiento de los alelos mutados

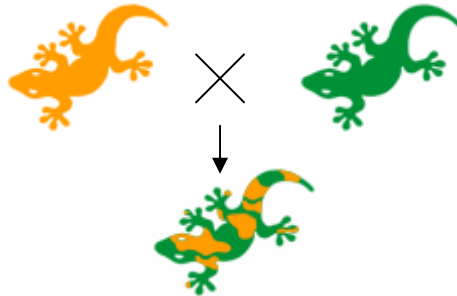
Dominante: es aquél que con sólo una copia ya se expresa fenotípicamente con todo su potencial.

Recesivo: es aquél que se necesitan las dos copias para que pueda expresarse fenotípicamente.

Dominante incompleto: este alelo y el normal se expresan de forma conjunta dando lugar a una mezcla de sus características, resultando así un tercer fenotipo diferente al de los progenitores.



Co-dominancia: este alelo se expresa al igual que el normal dando lugar también a un tercer fenotipo, pero esta vez no se produce una mezcla de las características, si no que la expresión del genotipo se hace a trozos.

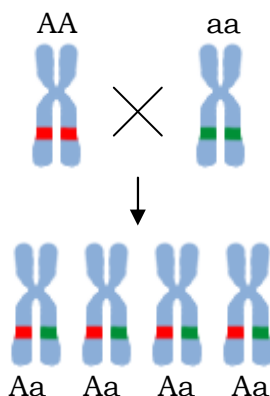


Monogenia: un fenotipo determinado viene provocado por la mutación de un solo gen.

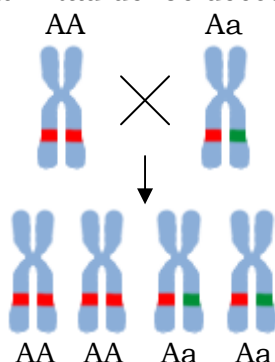
Poligenia: un fenotipo determinado viene provocado por la mutación de dos o más genes. Estos fenotipos se consiguen a base de mucho retrocruzamiento y selección de los mejores individuos, por tanto no debe confundirse con una combinación de genes; un individuo puede llevar muchas mutaciones monogénicas y no ser poligénico. Por ejemplo la fase *Albino Enigma* viene determinada por la expresión de dos genes monogénicos diferentes, el *Enigma* y el *Albino*; mientras que la fase *SH (super hypo)* es poligénica, ya que se necesita un gran número de genes mutados que hagan funciones parecidas para conseguir esas características.

Herencia

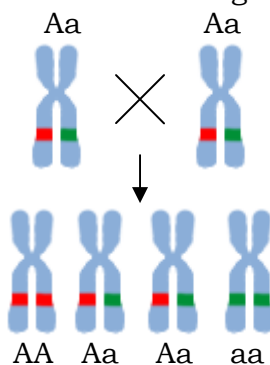
Como hemos comentado antes, sólo la mitad del material genético de cada progenitor pasará a la descendencia. Si un progenitor que es homocigoto para una mutación en un gen determinado (verde) se aparea con un progenitor normal (rojo), **toda** su descendencia heredará la mutación, ya que al ser homocigoto tiene las dos cromátidas mutadas y cada descendiente recibirá una copia:



En cambio si dicho progenitor es heterocigoto, sólo tendrá la mutación en una cromátida y tendrá un 50% de posibilidades de que la descendencia herede esa mutación, es decir, sólo la mitad de los descendientes tendrá el gen:



En el caso de que los dos progenitores sean homocigotos, toda la descendencia será igual a los padres (a menos que se produzca alguna mutación espontánea y no heredada). Por el contrario, si los dos progenitores son heterocigotos, cada uno tendrá el 50% de posibilidades de transmitir el gen mutado y, si coinciden, puede haber descendientes homocigotos para la mutación:



Evidentemente, **mientras más cromátidas haya con el gen mutado, más posibilidades hay que la descendencia la herede.**

Empezando con la genética – Funcionamiento

En genética hay una serie de pasos a seguir a la hora de hacer cruces. Esto será muy importante, pues será básico para esquematizar de forma clara los problemas que hagamos.

Cuando crucemos individuos utilizaremos letras para referirnos a los genotipos y siempre irán en parejas para ilustrar los dos alelos. Las letras mayúsculas indicarán que el gen al que representan es dominante y las minúsculas indicarán el recesivo. También pueden utilizarse superíndices para indicar diferentes grados de dominancia.

Supongamos que tenemos un grupo de geckos multicolor y queremos cruzar una pareja que consta de un individuo rojo y otro verde, ahora les vamos a asignar una letra, la que nos sea más cómoda. Yo suelo utilizar letras que me den alguna pista de a lo que me estoy refiriendo, por ejemplo:

R = Rojo

L = Liso

C = Corto

etc.

Es muy importante asignar al mismo gen la misma letra para evitar confusiones, sobre todo cuando practiquemos con más de uno. Así pues usaremos, por ejemplo, la R.

Sabemos que el rojo es dominante y que el verde es recesivo, por tanto quedará así:

R = Rojo, dominante (mayúscula)

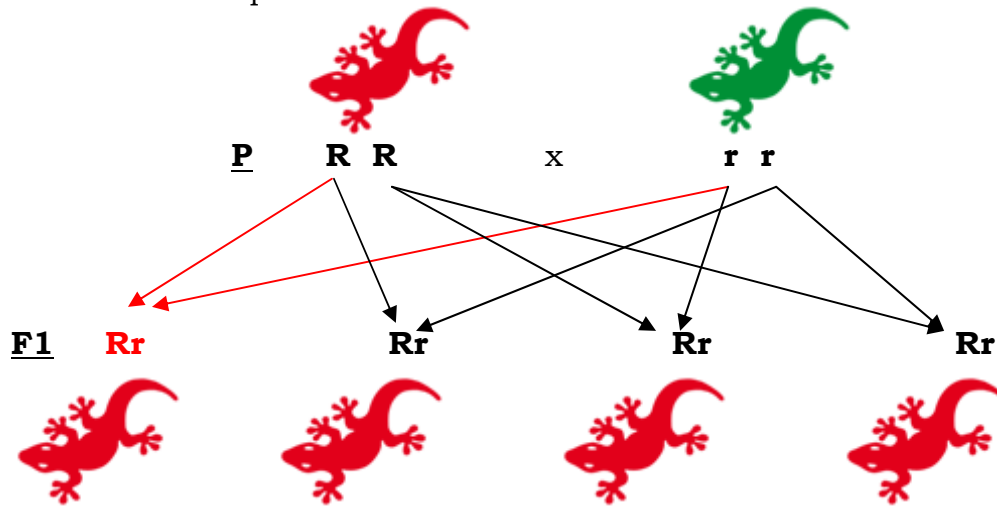
r = Verde, recesivo (minúscula)

Indicaremos que rojo domina sobre verde de esta manera: **R > r**

Para indicar la primera generación (o la generación parental) se expresa mediante una **P**, y las generaciones descendientes (o filiales) se expresan como **F1** para la primera, **F2** para la segunda, y así sucesivamente.

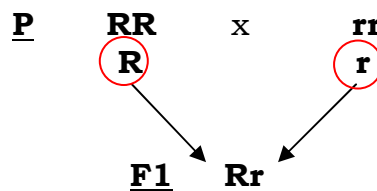
Ejemplo 1 – Ley de la uniformidad

Vamos a hacer el primer cruce. Para ello tenemos que coger ordenadamente un alelo de cada progenitor y agruparlos en un descendiente. Intentaré explicarlo con este esquema:



Qué lío, ¿verdad? Quizás en el siguiente ejemplo se vea más claro.

El hecho de que sean homocigotos nos ahorra trabajo, pues no es necesario cruzar cada alelo, con representar sólo uno será suficiente.



Si hacemos la versión “rápida” debemos tener en cuenta que en realidad hay el doble de alelos, así que id con ojo a la hora de calcular los resultados.

Ahora debemos sumar la descendencia que presenten el mismo genotipo y expresar los resultados en forma de fracción, que es lo común. En este caso es un poco inútil ya que toda la descendencia es idéntica genotípicamente, por lo que se verá más claro más adelante cuando crucemos heterocigotos.

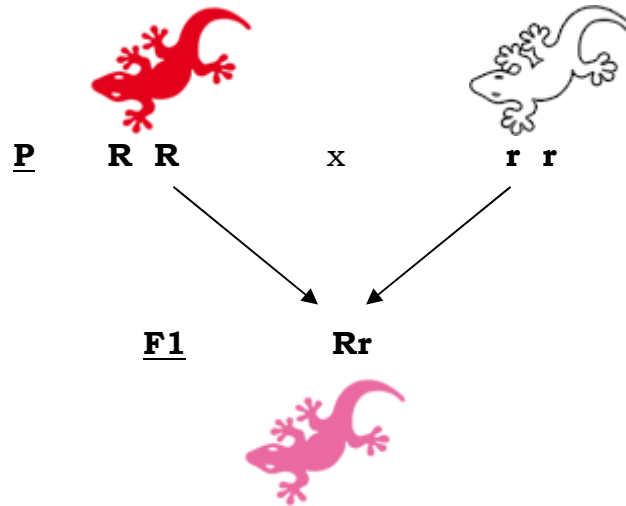
El siguiente paso es indicar el fenotipo de los genotipos resultantes y agrupar la descendencia por fenotipos, en este caso se usa también el porcentaje y la relación:

100% Rr (Rojo heterocigoto para Verde)

Resumiendo, el 100% de la descendencia será fenotípicamente roja y genotípicamente roja heterocigota para verde.

Herencia intermedia

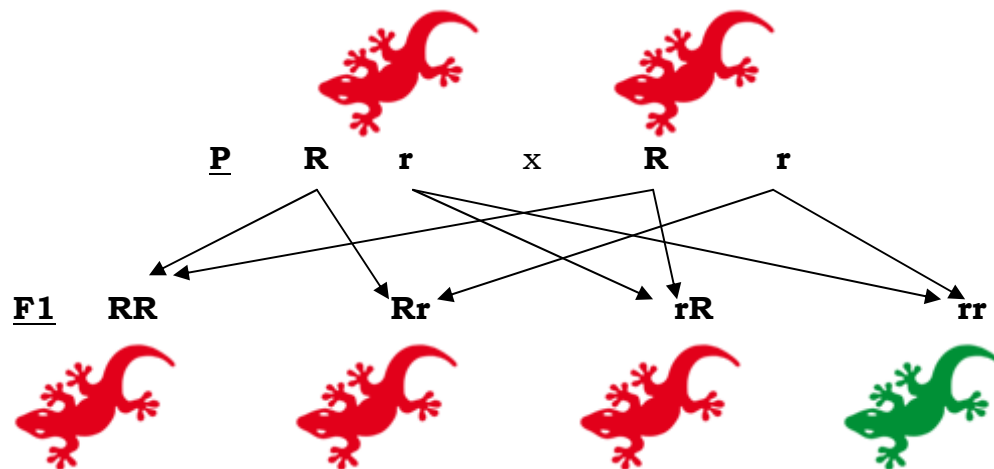
Una variante de la primera ley de Mendel es la herencia intermedia, donde el cruce de dos fenotipos homocigotos diferentes da como resultado un tercer fenotipo.



Los genes **dominantes incompletos** y los **co-dominantes** siguen este tipo de herencia.

Ejemplo 2 – Ley de la separación de alelos

Ahora vamos a probar a cruzar dos descendientes heterocigotos del ejemplo anterior:



Vaya, aquí la cosa ya cambia. Ahora tenemos diferentes genotipos y eso nos hace pensar que probablemente habrá diferentes fenotipos (como ya hemos comentado al principio, no siempre es así). Seguiremos siempre el mismo procedimiento:

Expresamos los genotipos en forma de fracción:

$\frac{1}{4} RR$
 $\frac{1}{4} Rr$
 $\frac{1}{4} rR$
 $\frac{1}{4} rr$ } Un dato importante es que Rr y rR es lo mismo, el orden de los factores no altera el producto. Por tanto será **$\frac{1}{2} Rr$** .

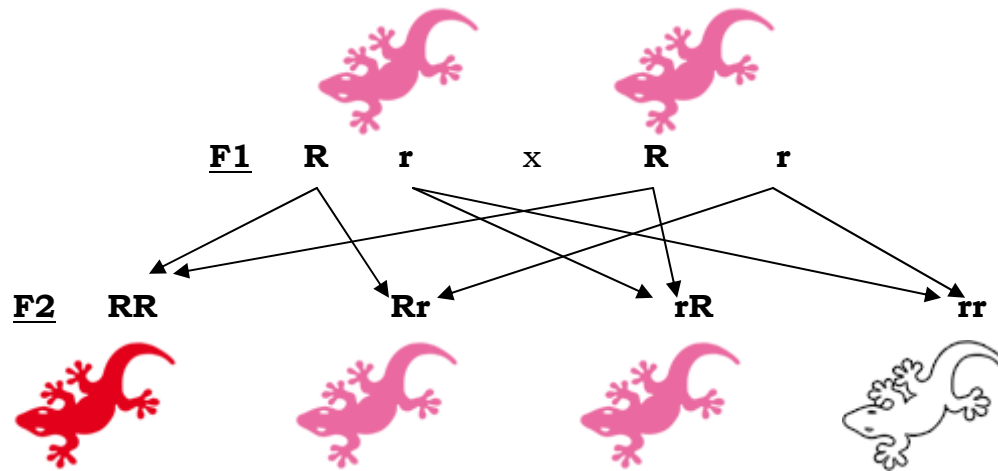
Ahora miramos los fenotipos que presentan cada uno y los agruparemos para tener la predicción final:



También se puede expresar como:

75% Rojo
25% Verde o bien **25% Rojo**
50% Rojo het Verde o bien **3:1**
25% Verde **3 Fenotipos rojos**
1 Fenotipo verde

Para el caso de los ejemplares que muestran herencia intermedia anteriormente comentado, cuando se cruzan dos individuos de la F1 se mostrará en la siguiente generación todos los fenotipos:



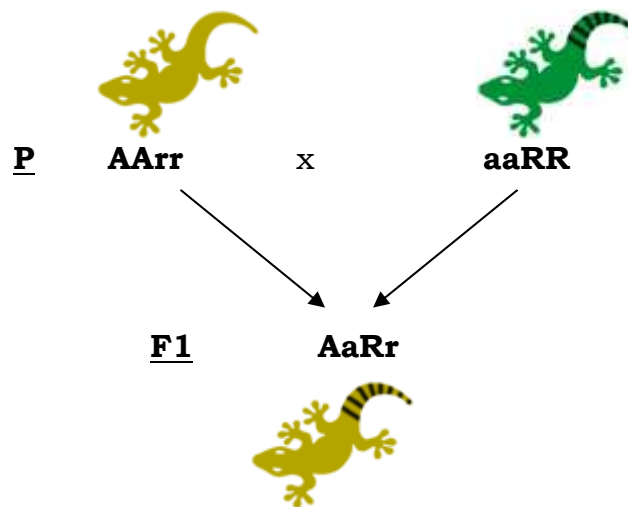
Estos resultados corresponderían a una proporción fenotípica **1:2:1**.

Ejemplo 3 – Ley de la segregación independiente

Vamos a complicar un poco más el asunto, ahora en vez de trabajar con un carácter, trabajaremos con dos. Esta ley también se denomina **Dihibridismo**.

Supongamos que queremos juntar dos geckos de nuestro grupo multicolor, uno de ellos es amarillo con la cola lisa y el otro es verde con la cola rayada. Igual que antes, le daremos nombre a estos genotipos sabiendo sus relaciones de dominancia:

A = Amarillo > **a = Verde** → Recordad que la letra mayúscula
R = Rayas > **r = Liso** → domina sobre la minúscula.



Bueno, hasta el momento no ha sido muy complicado, pero lo que realmente importa es el resultado del cruzamiento de la F1. Ahora ya no tenemos 2 alelos (=1 carácter) en juego, ahora son 4 (= 2 caracteres) por lo que habrá 16 resultados posibles, y cuando haya 6 alelos (= 3 caracteres) en juego habrá 36 posibles resultados y la cosa puede complicarse bastante.

















Para facilitarnos las cosas podemos utilizar dos tipos de métodos: el árbol o el cuadro de Punnet. Explicaré sólo el cuadro porque lo encuentro más intuitivo y fácil de hacer.

Colocaremos en la primera hilera y columna la pareja de alelos de diferentes genes que se podría pasar a la descendencia para cada progenitor y apuntaremos las combinaciones resultantes:

	♀ AR	♀ Ar	♀ aR	♀ ar
♂ AR	AARR	AARr	AaRR	AaRr
♂ Ar	AARr	AArr	AarR	Aarr
♂ aR	aARR	aARr	aaRR	aaRr
♂ ar	aArR	aArr	aarR	aarr

Para seguir un patrón sistemático y evitar errores, recomiendo apuntar la combinación de genotipos de izquierda a derecha, es decir, el primer alelo del padre con el primer alelo de la madre, el primero del padre con el segundo de la madre, el segundo del padre con el primero de la madre y el segundo del padre con el segundo de la madre.

Fenotípicamente el cuadro quedaría así:

	♀ AR	♀ Ar	♀ aR	♀ ar
♂ AR	 AARR	 AArr	 AaRR	 AaRr
♂ Ar	 AaRr	 AArr	 AaRr	 Aarr
♂ aR	 aARR	 aARr	 aaRR	 aaRr
♂ ar	 aArR	 aArr	 aarR	 aarr

Cuando importa poco los genes que lleven se suele omitir el recesivo si hay un dominante que lo inhiba, para ello se coloca una raya simulando que ahí hay otro alelo pero nos da igual cuál sea porque fenotípicamente el resultado será el mismo, por ejemplo:

AaRr → A_R_ , AARR → A_R_

Estas dos escrituras indican que el individuo es amarillo y tiene rayas, sólo que, por ejemplo, en el primer caso, el primer genotipo nos da la información de que además de ser amarillo y rayado es heterocigoto para verde y cola lisa.

Volviendo al cruce, el resultado de ese cuadro será:

9/16 A_R_ (Amarillo, Rayas)

3/16 A_rr (Amarillo, Liso)

3/16 aa_R_ (Verde, Rayas)

1/16 aarr (Verde, Liso)

En este tipo de cruces es muy típica la proporción fenotípica **9:3:3:1**.

Otra forma sería:

25 % Amarillo Rayado het Verde y Liso

12.5 % Amarillo Rayado het Liso

12.5 % Amarillo Rayado het Verde

12.5% Amarillo Liso het Verde

12.5% Verde Rayado het Liso

6.25% Amarillo Rayado

6.25% Amarillo Liso

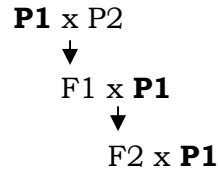
6.25% Verde Liso

6.25% Verde Rayado

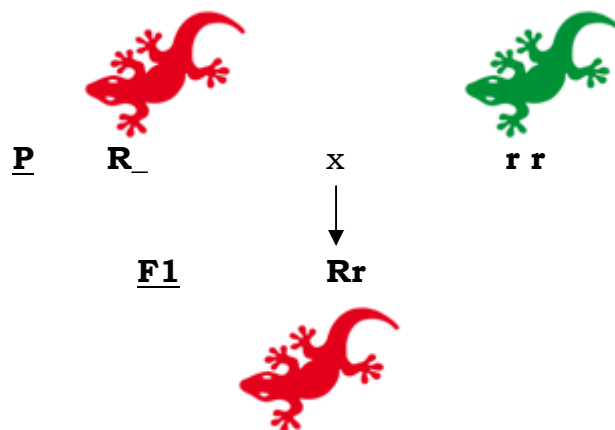
Para calcular los porcentajes hay que contar el número de individuos con el genotipo deseado, dividirlo entre el total y multiplicar el resultado por 100. Ejemplo: hay 4 ejemplares AaRr → $4/16 = 0.25 \times 100 = 25\%$ Amarillo Rayado het Verde y Liso.

Retrocruzamiento y cruzamiento prueba

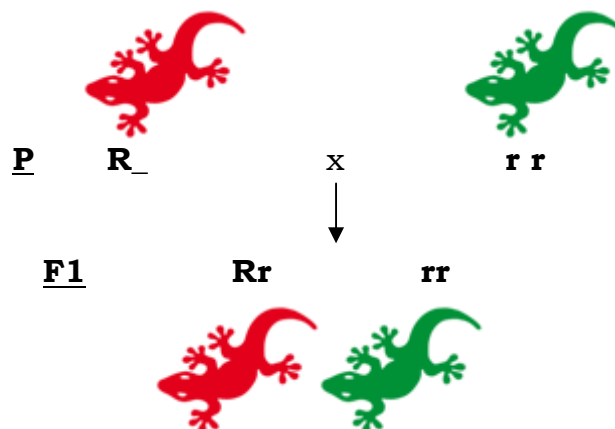
El retrocruzamiento o *backcross* es simplemente cruzar un individuo de la generación filial (F1, F2...) con uno de los progenitores. Esto se hace para potenciar algunos genes y aumentar la calidad de mutaciones poligénicas.



El cruzamiento prueba se utiliza para saber el genotipo de un individuo que muestra un fenotipo dominante. Estos individuos se cruzan con otros homocigotos recesivos para el gen en cuestión, de esta manera si la totalidad de la F1 muestra el fenotipo dominante, quiere decir que el individuo problema es homocigoto para el gen dominante, mientras que si la mitad salen con fenotipo recesivo quiere decir que el individuo problema es heterocigoto. El genotipo de estos individuos se expresa con la letra del alelo del gen dominante y una raya para señalar que en su lugar hay un alelo el cual desconocemos. Veamos un ejemplo:



En este caso toda la F1 ha salido con el fenotipo dominante, por tanto el gecko progenitor rojo es homocigoto (RR).

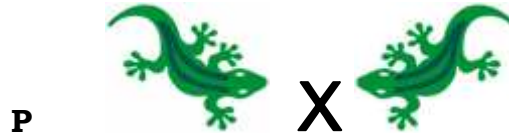


En este caso la mitad de la descendencia muestra el fenotipo recesivo, por tanto el gecko progenitor rojo es heterocigoto (Rr).

Ejercicios

Ejercicio 1

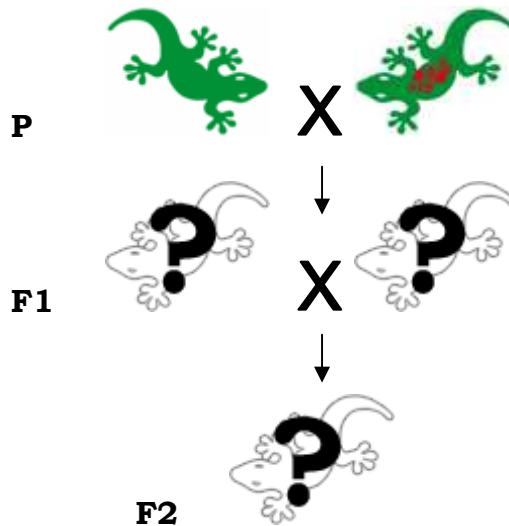
En un grupo de geckos, las líneas (L) que les recorren parte del cuerpo son dominantes sobre el cuerpo homogéneo (l). En un cruce de dos geckos heterocigotos para el carácter “lineado”, ¿qué fracción de los descendientes deberían tener líneas en la espalda?



- A) Ninguno
- B) 1/4
- C) 1/2
- D) 3/4
- E) Todos

Ejercicio 2

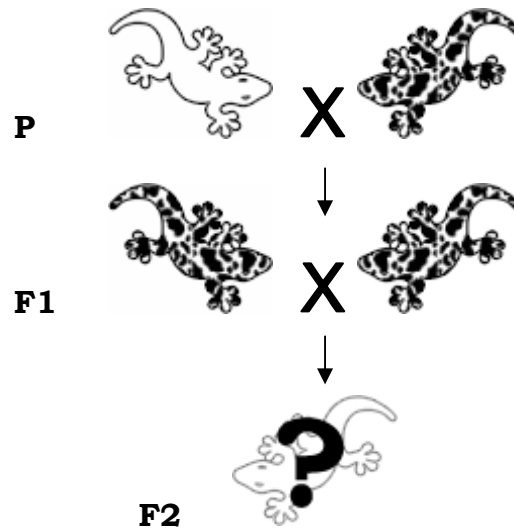
Cruzamos dos geckos homocigotos, uno con manchas rojas en la espalda y otro sin manchas. El carácter “punteado” es dominante. De la F1 que hemos obtenido dejamos que se crucen entre sí y analizamos los ejemplares resultantes de la F2. ¿Cuáles son las predicciones de estos cruces?



- A) 1/2 de la F1 y 3/4 de los geckos de la generación F2 tendrán punteado.
- B) 1/2 de la F1 y 1/4 de los geckos de la generación F2 serán lisos.
- C) Todos los geckos de la generación F1 y F2 tendrán punteado.
- D) 3/4 de la F1 y 9/16 de los geckos de la generación F2 tendrán punteado.
- E) Todos los geckos de la generación F1 y 3/4 de la F2 tendrán punteado.

Ejercicio 3

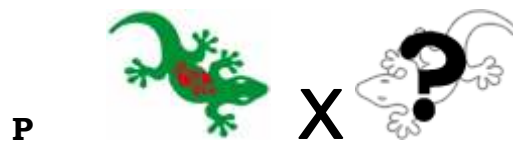
Cruzamos dos geckos híbridos (F1) para expresar manchas parecidas a las de una vaca (el carácter manchas es dominante sobre cuerpo liso). ¿Qué porcentaje de geckos con manchas de vaca producirá la generación F2?



- A) 100%
- B) 75%
- C) 50%
- D) 25%
- E) 0%

Ejercicio 4

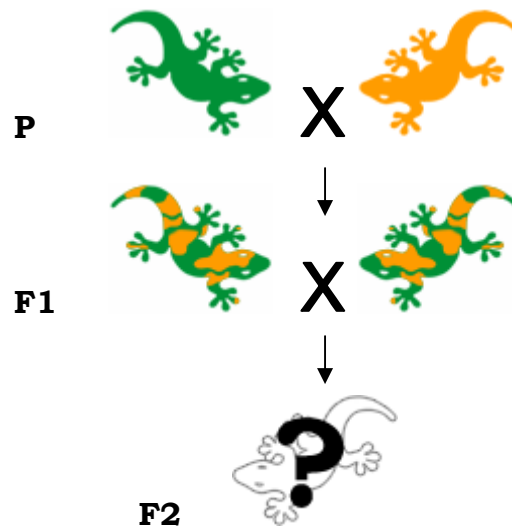
Para identificar el genotipo de un gecko con manchas rojas en la espalda como homocigoto dominante (DD) o heterocigoto (Dd), habrá que hacer un cruzamiento prueba con geckos del genotipo...



- A) d
- B) D
- C) dd
- D) DD
- E) Dd

Ejercicio 5

Si el gen para geckos verdes (N) fuera co-dominante sobre el gen para geckos naranjas (n), ¿cuál sería el resultado de cruzar dos geckos Nn?



- A) 1/4 serán verdes, 1/2 serán verdes y naranjas, 1/4 serán naranjas.
- B) 1/2 serán verdes, 1/4 serán verdes y naranjas, 1/4 serán naranjas.
- C) 1/4 serán verdes, 1/4 serán verdes y naranjas, 1/2 serán naranjas.
- D) Todos los descendientes serán verdes.
- E) Todos los descendientes serán verdes y naranjas.

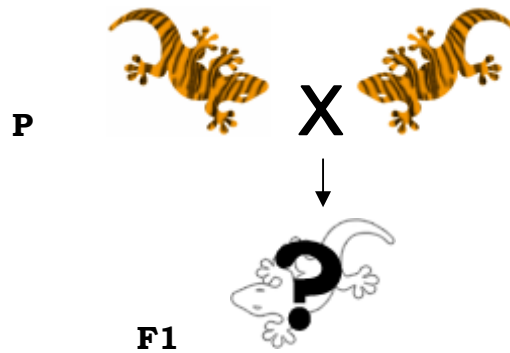
Ejercicio 6

Para un gecko con el genotipo AaBb, ¿qué deberíamos representar en la primera columna en el cuadro de Punnett?

- A) Aa y Bb
- B) AB y ab
- C) AB, Ab, aB y ab
- D) Aa, Bb, AB y ab
- E) AA, aa, BB y bb

Ejercicio 7

Dos geckos son heterocigotos para dos caracteres: manchas de tigre y color base. **T** es el alelo para el carácter dominante “manchas de tigre”, **t** es el alelo para la característica “sin manchas”. **C** es el alelo para la característica dominante “color naranja”, mientras que **c** es el alelo para la característica “color amarillo”. Los geckos que se cruzan tienen el siguiente genotipo: **TtCc**. ¿Cómo será el cuadro de Punnet? ¿Qué resultados genotípicos y fenotípicos obtendremos?



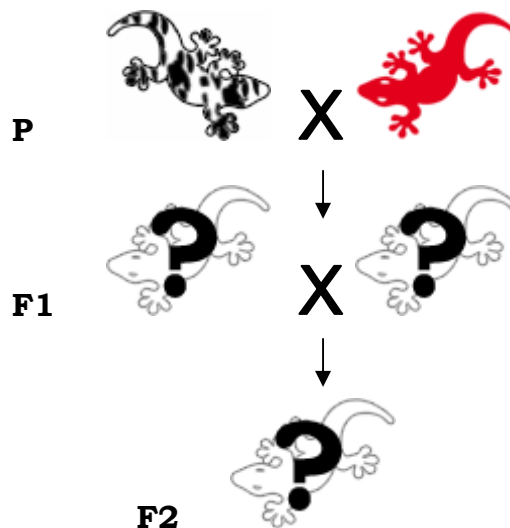
Ejercicio 8

La proporción fenotípica esperada en la descendencia de un cruzamiento prueba del gecko progenitor del ejercicio anterior **TtCc** x **ttcc** es:

- A) 9:3:3:1
- B) 3:1
- C) 1:1:1:1
- D) 1:2:1
- E) 3:1:1:3

Ejercicio 9

En geckos multicolor, el carácter “capa torda” (**M**) es completamente dominante sobre el carácter “capa lisa” (**m**). Si los caracteres para el color base fueran dominantes incompletos, de manera que **RR** es rojo, **Rr** es rosa y **rr** es blanco; ¿cuáles serían los fenotipos resultantes de cruzar un gecko blanco de capa torda (**MMrr**) con un gecko rojo de capa lisa (**mmRR**)? ¿Y del cruce de la **F1**?



Ejercicio 10

En este caso dos genes afectan el color de piel de nuestros geckos multicolor. Los **CC** o **Cc** son azules. Los geckos con el genotipo **cc** son blancos porque toda la producción y depósito de pigmento en las escamas está bloqueada. En el segundo gen, el alelo **B** (azul oscuro) es dominante sobre el alelo **b** (azul claro). Un gecko de color azul oscuro se aparea con un gecko blanco de genotipo **bbcc**. La mitad de la descendencia es blanca, un cuarto son azul oscuro y un cuarto son azul claro. ¿Cuál es el genotipo del padre azul oscuro?

