

El porqué de fenotipos no esperados en la F₁ de *Drosophila melanogaster* para caracteres ligados al cromosoma X

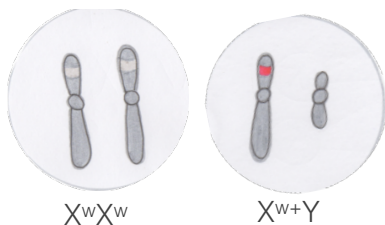
Introducción

Calvin Bridges, discípulo de Thomas Hunt Morgan, descubrió –mientras estudiaba el carácter “color de los ojos” en *Drosophila melanogaster*– fenotipos en la primera generación filial que no esperaba dada la naturaleza del carácter, pues estaba ligado al cromosoma X.

Sus descubrimientos supusieron todo un avance puesto que proporcionó una hipótesis que sería demostrada más adelante con la observación de los cromosomas.

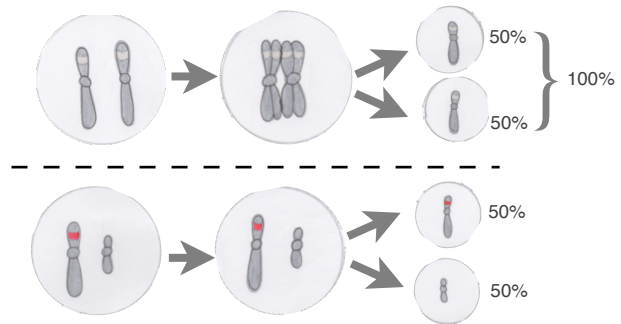
Resultados esperados del cruce

Sabiendo que el alelo *white*, que determina unos ojos de color blanco, es recesivo y ligado al cromosoma X; frente al alelo *salvaje* dominante y que determina por los ojos rojos normales en *D.melanogaster*, se realiza un cruce entre una hembra que muestra el fenotipo white (X^wX^w) , y un macho de fenotipo ojos salvajes ($X^{w+}Y$).



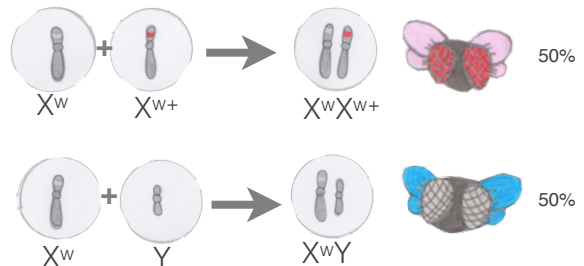
$w = white$
 $w+ = salvaje$
 $w+ > w$

Como podemos observar, los gametos resultante de una meiosis corriente serán los siguientes:



- El 100% de los gametos procedentes de la hembra portarán un cromosoma X con el alelo w : X^w .
- El 50% de los gametos procedentes del macho portarán un cromosoma X con el alelo $w+$: X^{w+} .
- El 50% restante de los gametos masculinos portarán un cromosoma Y, y por tanto, ningún alelo para este gen: Y .

De este modo, la primera generación filial se distribuirá de la siguiente manera:



- El 50% de individuos serán hembras que heredarán un cromosoma X materno con el alelo w y un cromosoma X paterno con el alelo $w+$, es decir, serán moscas: X^wX^{w+} . Dada la dominancia de $w+$ sobre w , dichas hembras mostrarán el fenotipo ojos salvajes.
- El 50% de individuos que restan serán machos que, habiendo heredado un cromosoma X materno con el alelo w y un cromosoma Y paterno que no presenta el gen estudiado, y por tanto: X^wY , expresarán el fenotipo ojos blancos.

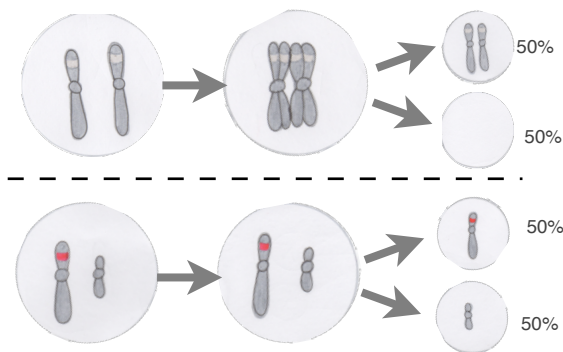
¿Cómo puede ser que C. Bridges observara que una pequeña proporción de la descendencia estaba formada por hembras con ojos blancos y, aproximadamente en igual número, por machos con ojos salvajes?

La no disyunción de los X durante la meiosis femenina

Calvin Bridges postuló una teoría que permitía explicar dichos resultados según la cual, ocasionalmente, en las hembras no se producía la separación de los dos cromosomas X durante la anafase I de la meiosis, a lo cual denominó "no disyunción".

Según el científico, algunas de las hembras de la generación parental sufrieron errores durante el proceso de meiosis, lo cual dio lugar a gametos diferentes a los esperados, y con ello se alteraron los resultados de la primera generación filial.

De este modo, los resultados de la no disyunción en la producción de gametos serían los siguientes:



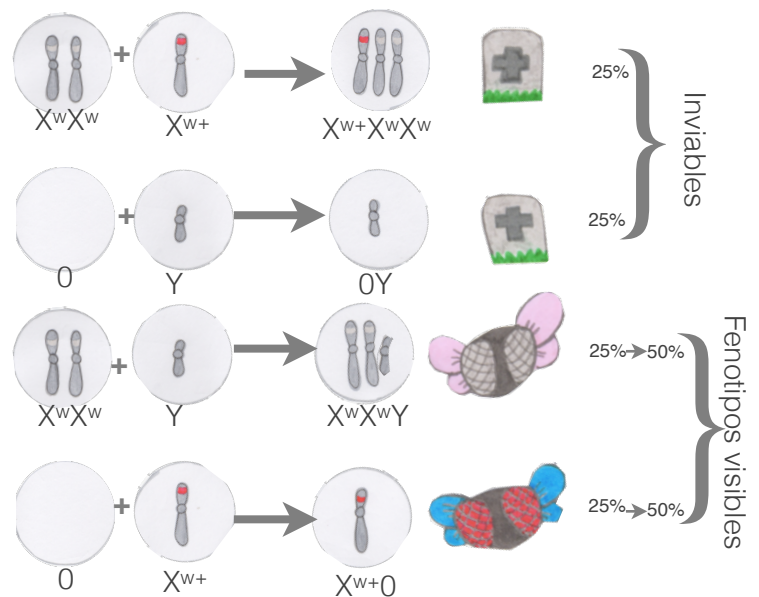
- El 50% de los gametos femeninos portarían dos cromosomas X con el alelo w, dado que no se habría producido la separación de los homólogos durante la anafase I. Por tanto, éstos serían diploides y de tipo X^wX^w .
- El otro 50% de los gametos femeninos carecerían de cromosomas sexuales.

Dado que el fenómeno de la no disyunción se da en la meiosis femenina (puesto que en machos no

hay homología entre los cromosomas X e Y), los gametos producidos por el macho serían los esperados:

- El 50% de los gametos masculinos serían portadores de un cromosoma X con el alelo w^+ , es decir: X^{w^+} .
- El 50% que resta contendrían un cromosoma Y.

Con estos gametos dados, la primera generación filial se distribuiría de esta forma:



Recordemos que, tal como demostraron T. H. Morgan y C. Bridges, la determinación del sexo en *D.Melanogaster* se debe al cociente siguiente:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de cromosomas X}}{\text{ploidía de autosomas}}$$

La ploidía normal de los cromosomas autosomas es 2. De este modo, para que un individuo sea hembra el resultado de esta operación debe ser igual a 1 (se corresponde con la presencia de dos cromosomas X). Mientras que si el resultado es 0'5 se tratará de machos (se corresponde con la presencia de un solo cromosoma X).

Analizando los resultados obtendríamos los siguientes tipos de individuos:

- El 25% de los individuos heredarían el gameto diploide (X^wX^w) por parte materna y el gameto con el cromosoma X (X^{w^+}) del progenitor masculino, dando lugar a individuos $X^{w^+}X^wX^w$.

En este caso el cociente (3/2) daría como resultado 1'5, una metahembra que en la mayoría de los casos moriría, pero de no hacerlo mostraría el color de ojos salvaje.

- El 25% de la descendencia heredaría el gameto materno carente de cromosomas sexuales y el gameto paterno portador del cromosoma Y. Este caso sería totalmente inviable.
- El 25% de los individuos surgirían de la fecundación de un gameto femenino diploide (X^wX^w) por un gameto masculino portador del cromosoma Y, dando lugar a individuos X^wX^wY . En este caso, el cociente (2/2) sería igual a 1, con lo cual estos individuos serían hembras viables pese a poseer el cromosoma Y. Así es como aparecerían las hembras con ojos blancos en la F_1 , uno de los resultados no esperados que obtuvo Calvin Bridges.
- El 25% final procedería de la unión de un gameto femenino carente de cromosomas sexuales y un gameto masculino con el cromosoma X (X^{w+}). El cociente sería (1/2) igual a 0'5 por lo que éstos serían machos, dado que la ausencia de cromosoma Y no supone inviabilidad. Esta última combinación daría lugar al otro fenotipo no esperado que obtuvo C. Bridges.

portarían dos cromosomas X y un cromosoma Y, mientras que los machos de ojos rojos presentarían tan solo un cromosoma X.

Con tal de averiguar si su teoría era cierta, observó la dotación cromosómica de los individuos obtenidos y descubrió exactamente lo que había postulado, lo cual supuso una demostración de cómo se podía predecir la dotación cromosómica de los individuos a partir de la observación de los genotipos que, en última instancia, se dedujeron a partir de los fenotipos. Por extensión podríamos decir que C. Bridges averiguó la dotación cromosómica de los individuos (en lo que concierne a los cromosomas sexuales) mediante la observación de los fenotipos para un carácter ligado al sexo.

Las evidencias de Bridges, por tanto, eran una prueba más que confirmaba la teoría cromosómica de la herencia.

Conclusión

Como podemos observar, esta teoría de la no disyunción daba lugar a los dos fenotipos observados en la F_1 que no se esperaban del cruce teórico dada una meiosis corriente.

Este fenómeno es relativamente normal pero se produce con baja frecuencia, por ello se observan muy pocos individuos de este tipo en la primera generación filial, en comparación con la cantidad observada de individuos con los fenotipos esperados.

Calvin Bridges postuló la teoría de la no disyunción de los X durante la meiosis femenina a partir de la observación de los cruces y su descendencia, deduciendo que las hembras de la F_1 que mostrasen un fenotipo de ojos blancos