

Trabajo Práctico:  
"GENÉTICA"

TP n°5: Genética de Poblaciones:

Lugar de Trabajo: Lab Boccalandro, FCEN

Introducción

**Genética de Poblaciones**

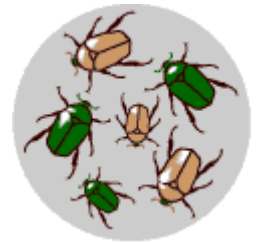
La genética de poblaciones es la rama de la genética cuyo objetivo es describir la variación y distribución de la frecuencia alélica para explicar los fenómenos evolutivos. Para ello, define a una población como un grupo de individuos de la misma especie que están aislados reproductivamente de otros grupos afines, en otras palabras es un grupo de organismos que comparten el mismo hábitat y se reproducen entre ellos. Estas poblaciones, están sujetas a cambios evolutivos en los que subyacen cambios genéticos, los que a su vez están influidos por cuatro factores principales:

- **Selección Natural:** La selección natural es el proceso mediante el cual ciertas características de un individuo hacen que sea más probable su supervivencia y reproducción. La selección natural actúa sobre fenotipos, o las características observables de organismos, pero la base genética hereditaria de cualquier fenotipo que da una ventaja reproductiva se hará más común en la población.

La gran idea de Darwin de la evolución por selección natural es relativamente sencilla, pero a menudo se entiende mal. Para averiguar cómo funciona, tomamos como ejemplo una población de escarabajos:

1. **Hay diversidad de caracteres.**

Por ejemplo, algunos escarabajos son verdes y otros son marrones.



2. **Hay reproducción diferencial.**

Debido a que el ambiente no puede sustentar un crecimiento poblacional ilimitado, no todos los individuos consiguen reproducirse en todo su potencial. En este ejemplo, los pájaros tienden a comerse los escarabajos verdes, que logran sobrevivir y reproducirse con menos frecuencia que los marrones.



3. **Hay herencia.**

Los escarabajos marrones supervivientes tienen bebés escarabajos marrones debido a que este carácter tiene una base genética.



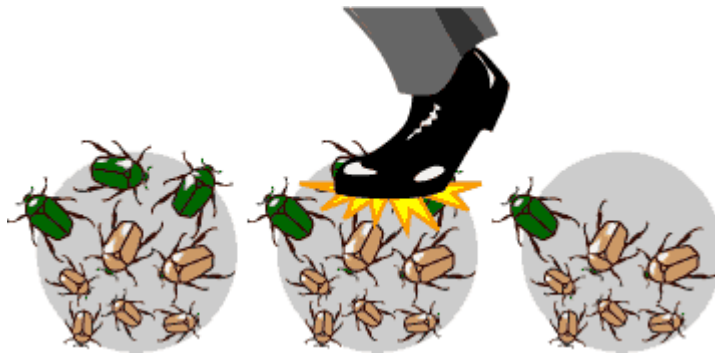
4. **Resultado final:**

El carácter más ventajoso, el color marrón, que permite al escarabajo tener más descendientes, se vuelve más frecuente en la población. Si este proceso continúa, finalmente todos los individuos de la población serán marrones.



Si hay variación, reproducción diferencial y herencia, el resultado será la evolución por selección natural.

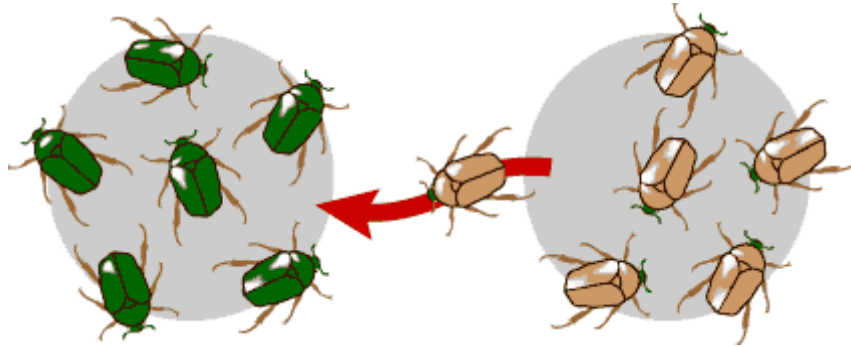
- **Deriva Genética:** Algunos individuos de cada generación pueden, simplemente por el azar, dejar unos pocos descendientes más (y genes) que otros individuos. Los genes de la siguiente generación serán los genes de los individuos «afortunados», no necesariamente los más sanos ni los «mejores». Eso es, en pocas palabras, la deriva genética, y tiene lugar en TODAS las poblaciones.



La deriva genética afecta a la constitución genética de la población pero, al contrario que la selección natural, lo hace mediante un proceso totalmente aleatorio. Por lo tanto, aunque la deriva genética es un mecanismo de la evolución, no tiene el efecto de producir adaptaciones. Los cambios en la deriva genética no son a consecuencia de selección natural, y pueden ser beneficiosos, neutrales o negativos para la reproducción y supervivencia.

- **Flujo Génico:** El flujo génico, también llamado migración, es cualquier desplazamiento de genes desde una población hasta otra. El flujo génico incluye multitud de tipos de sucesos diferentes, como el polen que es transportado por el

aire hasta un nuevo destino o las personas que se trasladan a otra ciudad o país. Si unos genes son transportados hasta una población donde esos genes no existían previamente, el flujo génico puede ser una fuente muy importante de variabilidad genética. En el gráfico de abajo, el gen para la coloración marrón se traslada de una población a otra.



- **Mutación:** Una mutación es un cambio en el ADN, el material hereditario de los seres vivos. El ADN de un organismo influye en su aspecto físico, en su comportamiento y en su fisiología en todos los aspectos de su vida. Por lo tanto, un cambio en el ADN de un organismo puede producir cambios en todos los aspectos de su vida.

Las mutaciones pueden ser beneficiosas, neutras o dañinas para el organismo, pero las mutaciones no «intentan» proporcionar lo que el organismo «necesita». En este sentido, las mutaciones son aleatorias el hecho de que una mutación concreta suceda o no, no está relacionado con lo útil que sería. Dado que todas las células de nuestro cuerpo contienen ADN, hay multitud de lugares en los que pueden producirse las mutaciones; sin embargo, no todas las mutaciones son relevantes para la evolución. Las mutaciones somáticas son las que se producen en las células no reproductoras y no se transmiten a la descendencia.

## Equilibrio de Hardy-Weinberg

El equilibrio de Hardy-Weinberg, es también conocido como equilibrio panmítico (que significa apareamiento al azar), fue estudiado a principios del siglo 20 por diferentes científicos, pero fueron Hardy, un matemático y Weinberg, un físico, quienes lo proponen como Ley de Equilibrio. El equilibrio de Hardy-Weinberg es un modelo teórico para genética de poblaciones. El concepto de equilibrio en el modelo de Hardy-Weinberg se basa en las siguientes hipótesis:

1. La población es panmítica (todos los individuos tienen la misma probabilidad de aparearse y el apareamiento es al azar, (panmixia).

2. La población es suficientemente grande (para minimizar las diferencias existentes entre los individuos y para que en el pool de gametas queden representadas todas las variables de la generación anterior).
3. La población no está sometida a migración, mutación o selección (no hay pérdida ni ganancia de alelos).
4. Las frecuencias génicas y genotípicas se mantienen constantes de generación en generación.

Bajo estas circunstancias las poblaciones genéticas se mantienen en equilibrio.

### Desarrollo del Equilibrio de Hardy-Weinberg:

En una población panmíctica, de gran tamaño y en ausencia de fuerzas evolutivas (mutación, migración, deriva, selección natural), la reproducción sexual, por sí misma, no cambia las frecuencias alélicas ni las frecuencias genotípicas de un determinado locus. Además, las frecuencias genotípicas de equilibrio se logran en una sola generación de apareamiento al azar y las frecuencias alélicas serán las mismas que las de la generación parental. En esta situación de equilibrio, las frecuencias genotípicas están dadas por el desarrollo del cuadrado de la suma de las frecuencias alélicas  $[(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2]$ .

siendo, en el equilibrio:



$p^2$  = frecuencia de individuos AA

$2pq$  = frecuencia de individuos Aa

$q^2$  = frecuencia de individuos aa

### Eficacia Biológica (Fitness)

Los biólogos utilizan la expresión eficacia biológica (o aptitud) para describir la capacidad de un genotipo determinado para dejar descendientes en la siguiente generación en relación con la capacidad de otros genotipos de hacerlo. Por lo tanto, si los escarabajos marrones sistemáticamente producen más descendientes que los escarabajos verdes debido a su color, podría decirse que los escarabajos marrones tienen una eficacia biológica más alta.

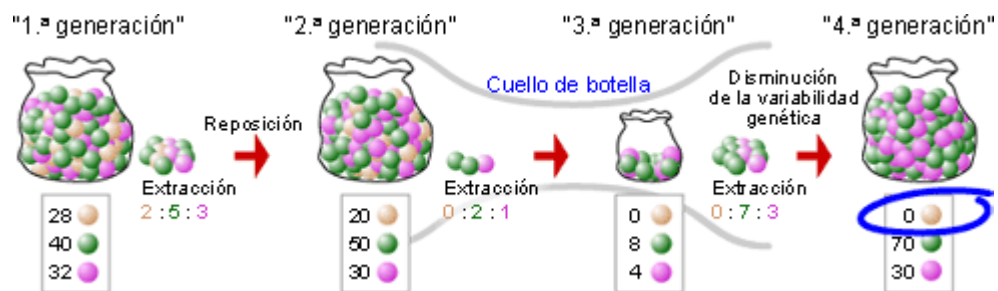
		
Porcentaje que sobrevive respecto del total	95 %	33 %

Los escarabajos marrones tienen una eficacia biológica superior con relación a los escarabajos verdes.

## Cuello de botella y efecto fundador

La deriva genética puede causar grandes pérdidas de variabilidad genética en las poblaciones pequeñas.

Cuando el tamaño de una población se reduce durante al menos una generación, se produce un cuello de botella poblacional. Debido a que la deriva genética actúa más rápidamente reduciendo la variabilidad genética en las poblaciones pequeñas, pasar por un cuello de botella puede hacer que disminuya mucho la variabilidad genética de una población, incluso aunque el cuello de botella no dure muchas generaciones. Las bolsas de canicas de más abajo ejemplifican este proceso, donde, en la generación 2, una extracción singularmente pequeña crea un cuello de botella.



Una disminución de la variabilidad genética implica que la población puede no adaptarse a las nuevas presiones selectivas, como el cambio climático o un cambio en los recursos disponibles, debido a que la variabilidad genética sobre la que actuaría la selección puede haber desaparecido ya de la población.

### Un ejemplo de cuello de botella

Los elefantes marinos del norte tienen poca variabilidad genética, probablemente, por un cuello de botella por el que les hicieron pasar los hombres en la década de 1890. La caza hizo disminuir el censo poblacional hasta tan sólo 20 individuos a finales del siglo XIX. Desde entonces, su población ha «rebotado» hasta más de 30 000, pero sus genes todavía llevan las señales de ese cuello de botella: su variabilidad genética es mucho menor que la de una población de elefantes marinos del sur que no sufrió una caza tan intensa.



### El efecto fundador

El efecto fundador se produce cuando unos pocos miembros de la población original establecen una colonia. Este pequeño tamaño poblacional implica que la colonia puede tener:

- poca variabilidad genética, respecto a la población original.
- una muestra no aleatoria de los genes de la población original.

Por ejemplo, la población afrikáner de colonos holandeses de Sudáfrica desciende principalmente de unos pocos colonos. En la actualidad, en la población afrikáner existe

una frecuencia excepcionalmente alta del gen que causa la corea de Huntington debido a que dio la casualidad de que aquellos colonos holandeses originales eran portadores de ese gen con una frecuencia excepcionalmente alta. Este efecto es fácil de reconocer en las enfermedades genéticas pero, por supuesto, los eventos fundadores afectan a la frecuencia de todo tipo de genes.

En el práctico, haremos simulaciones de distintos casos relacionados con genética de poblaciones, mediante el uso del programa de análisis Popgen.

([http://www.radford.edu/~rsheehy/Gen\\_flash/popgen/](http://www.radford.edu/~rsheehy/Gen_flash/popgen/))

Para todos los casos planteados en el práctico, contestar las siguientes preguntas:

1-¿Qué ocurre con la frecuencia alélica? ¿Por qué?

2-¿Qué ocurre con la frecuencia genotípica? ¿Por qué?

3-¿La población graficada está en equilibrio de Hardy-Weinberg? Si no es así, ¿Qué condiciones variaría para poder establecer el equilibrio?

4-¿Si con las mismas condiciones corre el experimento 4 veces (solo para la condición 1), el resultado es el mismo? Si no obtiene el mismo resultado explique por qué

### **Condición 1**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 50

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.5

### **Condición 2**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.5

### **Condición 3**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

#### **Condición 4**

Poblaciones: 1

Número de individuos: Infinito

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

#### **Condición 5**

Poblaciones: 5

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

Migración: Tasa 0.5 (marcar alternadamente la casilla "migration" para ver el efecto de las migraciones)

#### **Condición 6**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

#### **Condición 7**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

Mutación: 0.005

Retromutación:0

### **Condición 8**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

Mutación: 0.005

Retromutación:0.003

### **Condición 9**

Poblaciones: 1

Número de individuos: 1000

Número de Generaciones: 300

Frecuencia de  $A_1$ : 0.8

Cuello de botella: de generación 50 a 100, número de individuos 50 (probar luego con 200).