



Colegio de
San Francisco de Paula

Tema 7. Evolución y biodiversidad

7.2 Selección Natural



Germán Tenorio
Biología NS-Diploma BI
Curso 2014-2016



IMAGEN: ulrybio.weebly.com

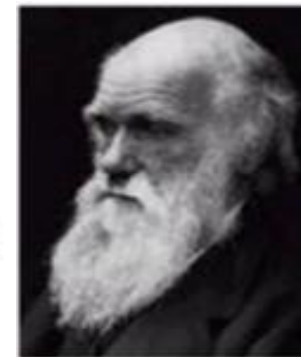
"It's not you—it's natural selection."

Idea Fundamental: La diversidad de la vida ha evolucionado y sigue evolucionando por selección natural.





Charles Darwin (1809-1882)



Older Darwin
Naturalist and author of
'On the Origin of Species'

1809 1831 1836 1854 1857 1859 1863 1863 1882

Finaliza sus estudios y se embarca en el viaje del Beagle, tomando notas y recolectando muestras alrededor del mundo.

Formula el mecanismo por el que las poblaciones se dividen en nuevas especies.

Herbert Spencer:
"Supervivencia del más apto".

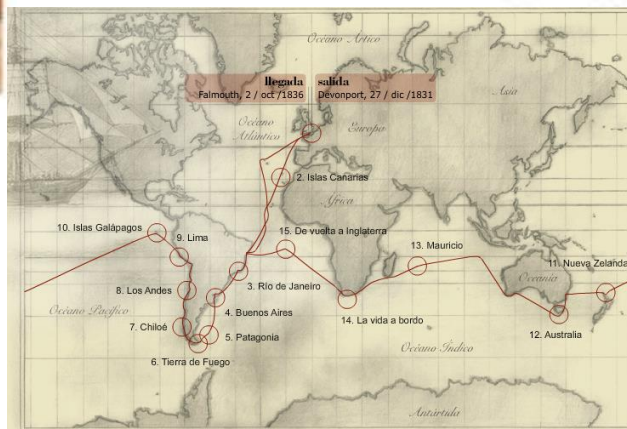
Fósil descubierto de Archaeopteryx.

Publica **"Sobre el Origen de las Especies por medio de la Selección Natural"**.

Alfred Russell Wallace contacta con él y le muestra que comparte sus propias ideas sobre las especies.



Young Darwin
Naturalist on board
the HMS Beagle



Biografía W1



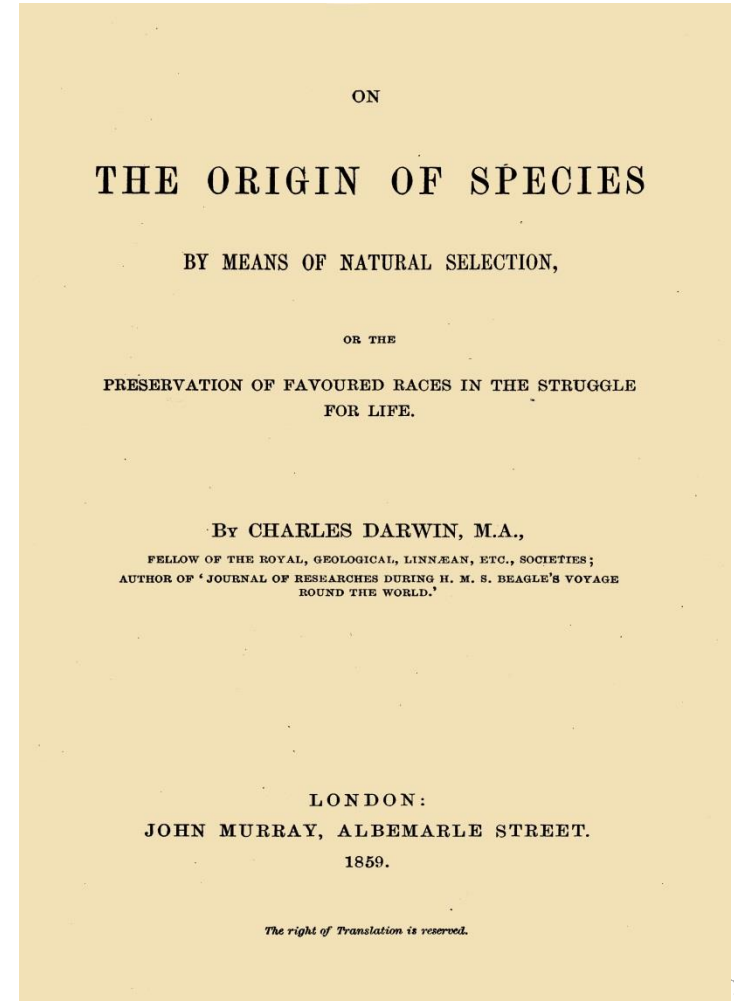


Teoría de la evolución

- Charles Darwin desarrolló la teoría de la evolución, publicada en un libro de unas 500 páginas titulado "El origen de las especies" (1859).
- En su libro, decía:

"...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir) que los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo Selección Natural"

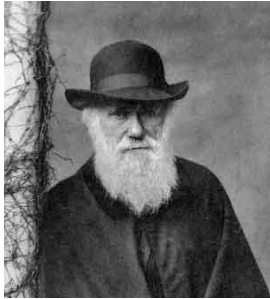
IMAGEN: commons.wikimedia.org



XXXXXXXXXX



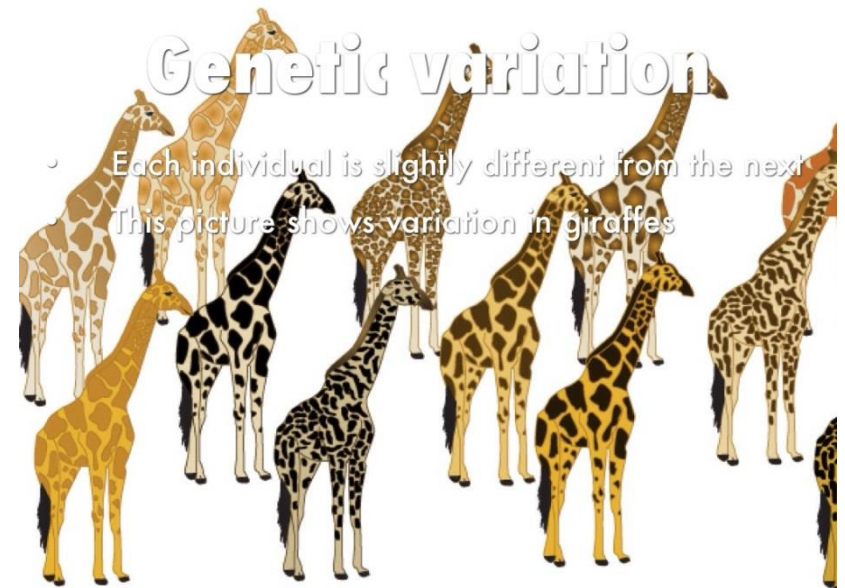
Variación



“...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir) que **los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros**, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo **Selección Natural**”

C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

- Una de las observaciones en las que Darwin basó su teoría de la evolución por selección natural fue la variación.
- Las poblaciones varían en muchos aspectos, como el tamaño de individuo, color, fuerza, etc.
- La selección natural solo puede suceder si hay variación entre los miembros de la misma especie, ya que si todos los individuos fueran genéticamente idénticos, no habría forma de que unos se vieran favorecidos frente a otros.





Fuentes de variación

- **La mutación, la meiosis y la reproducción sexual causan variación entre los individuos de una especie.**
- Durante la producción de gametos por **meiosis**:

1) Tiene lugar la **recombinación** (entrecruzamiento) entre cromosomas homólogos en profase I, lo que genera nuevas combinaciones de alelos en un cromosoma.

Animación1

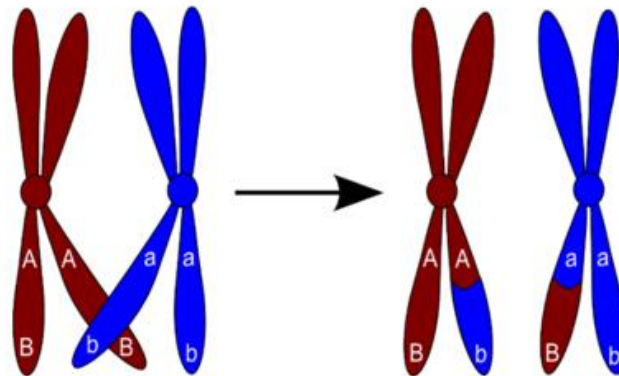
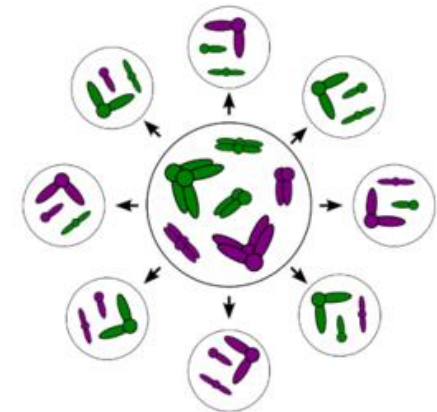


IMAGEN: ck12.org

Crossing Over



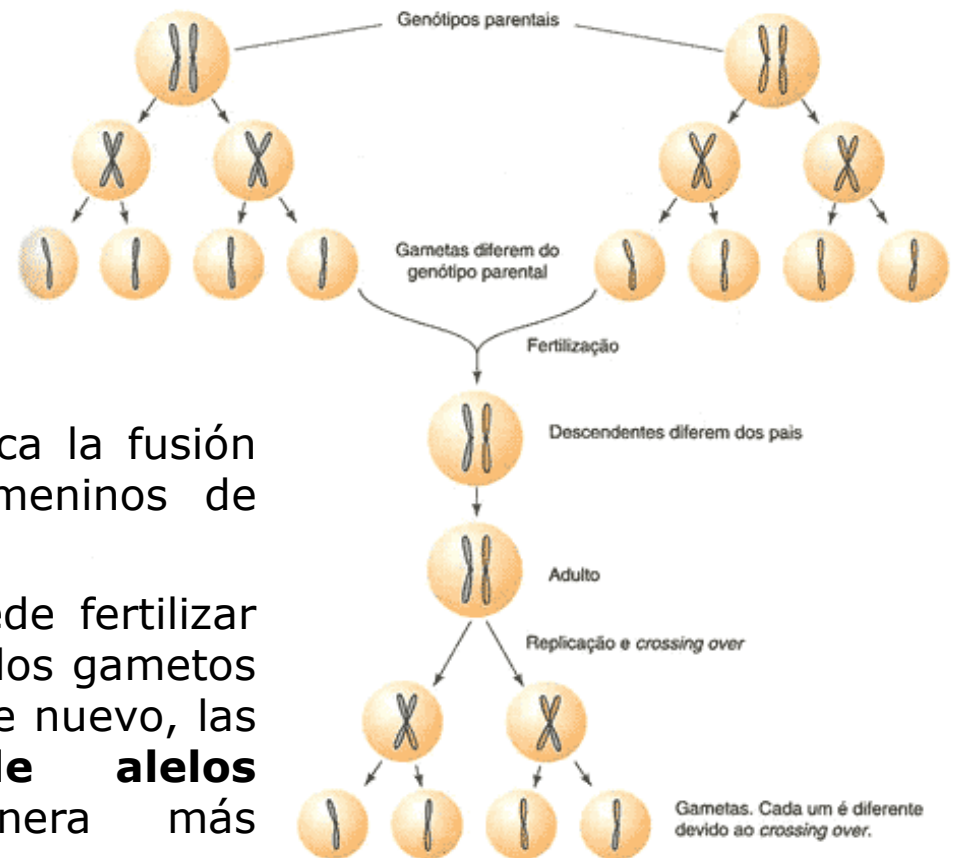
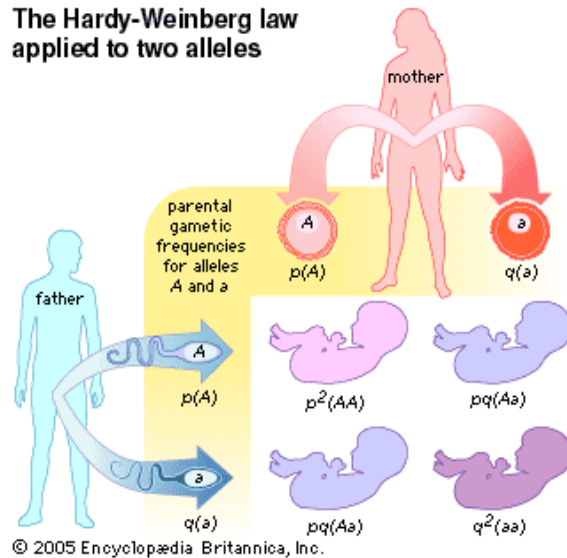
Random Assortment

2) La **orientación y segregación aleatoria** de los homólogos (bivalentes) en metafase I genera un gran número de combinaciones de cromosomas maternos/paternos en los gametos. A mayor número de cromosomas, mayor variedad se genera ($2^n = 2^{23} = 8\,388\,608$).



Fuentes de variación

The Hardy-Weinberg law
applied to two alleles



- La **reproducción sexual** implica la fusión de gametos masculinos y femeninos de distintos individuos.

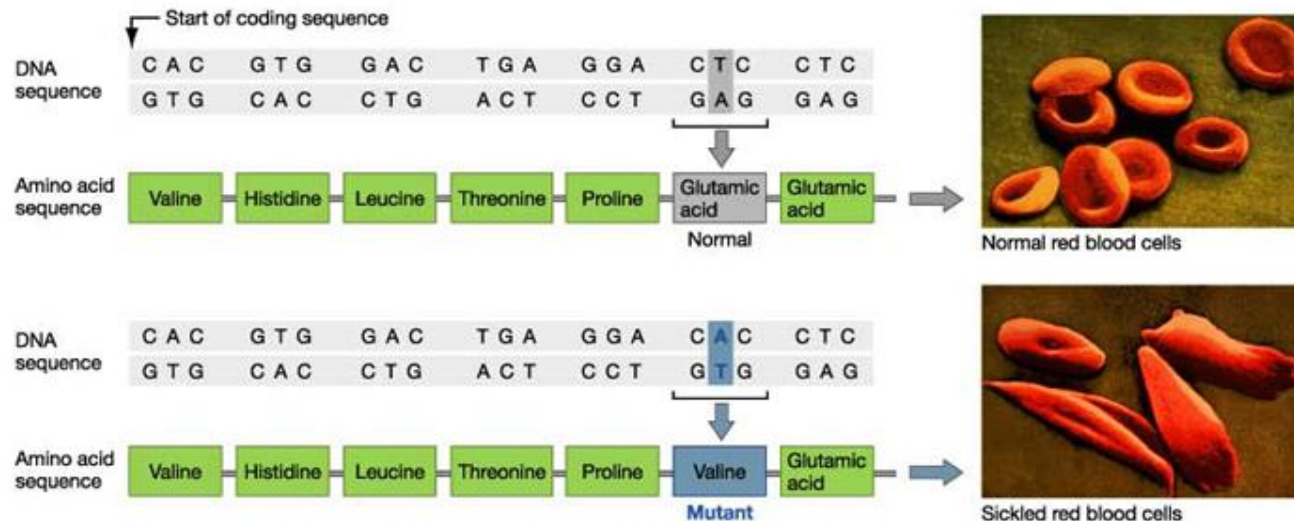
Cualquiera de los gametos puede fertilizar aleatoriamente a cualquiera de los gametos de otro individuo, por lo que de nuevo, las **combinación aleatoria de alelos durante la fertilización** genera más variabilidad genética.

XXXXXXXXXX



Fuentes de variación

- Las **mutaciones** son la fuente original de variación, creando nuevos alelos que agrandan el acervo génico de una población, generando proteínas con funciones diferentes.
- No siempre una mutación en un codón o triplete en el ADN, altera la secuencia de aminoácidos de la proteína correspondiente, dado que el código genético es degenerado.

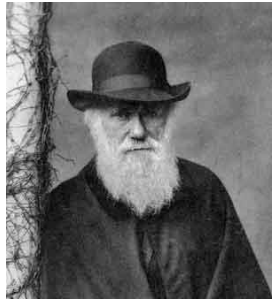


The change in amino acid sequence causes hemoglobin molecules to crystallize when oxygen levels in the blood are low. As a result, red blood cells sickle and get stuck in small blood vessels.

- La mutación constituye la única fuente de variación en los organismos que carecen de reproducción sexual.



Adaptaciones



“...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir) que **los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros**, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo **Selección Natural**”

C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

- Por tanto, existe variabilidad genética entre los individuos de una población, pero ¿qué hace que una característica sea ventajosa o no?
- La respuesta se encuentra en la estrecha relación que existe entre la estructura y la función en los seres vivos.

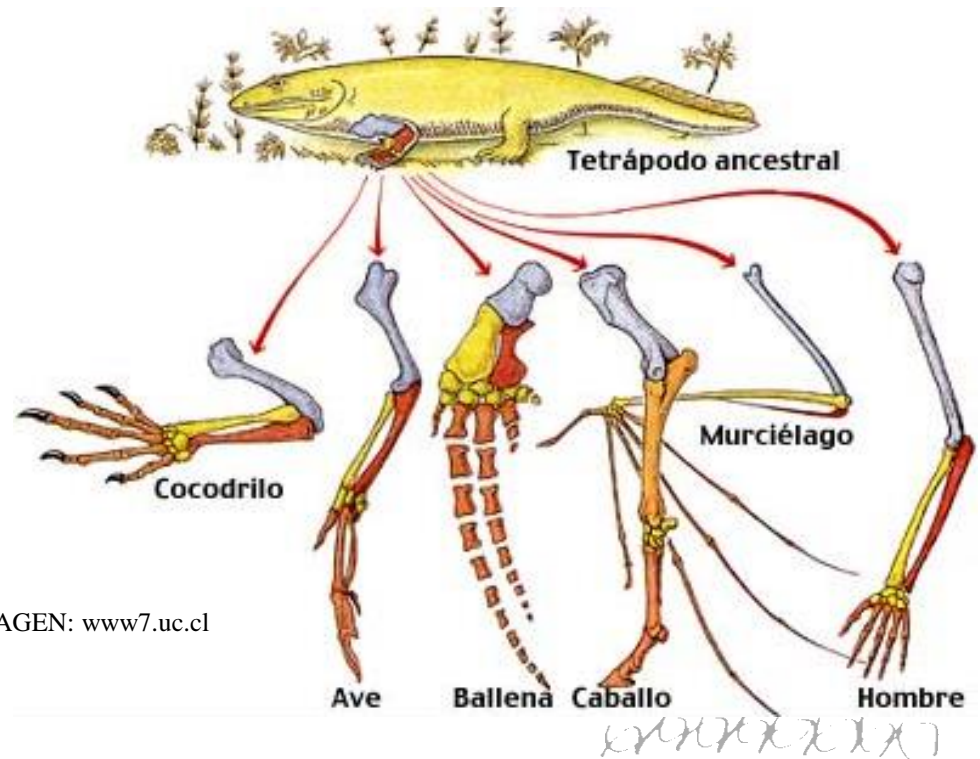
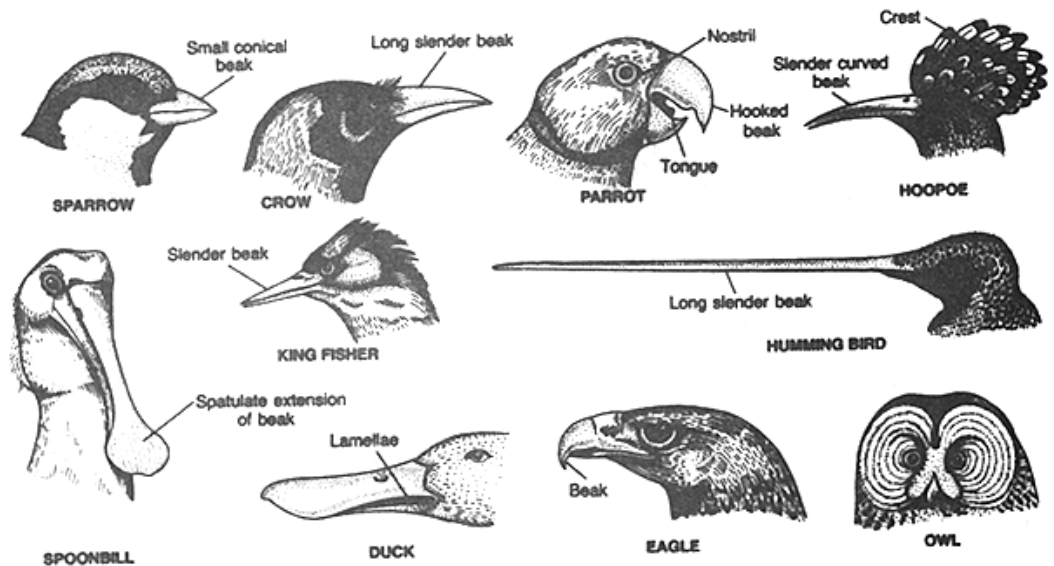


IMAGEN: www7.uc.cl



Adaptaciones

- La estructura del pico de un ave se correlaciona con su dieta y forma de alimentación, el tejido de reserva hídrica en el tallo de un cactus está relacionado con la escasas épocas de lluvia en los hábitats desérticos, y la forma de las vellosidades intestinales con la absorción de nutrientes.
- Estas características que hacen que un individuo esté adaptado a su medio ambiente y a su forma de vida, se denominan **adaptaciones**.
- Las adaptaciones no se adquieren o perfeccionan a lo largo de la vida de un individuo, sino que se desarrollan por selección natural, es decir, se selecciona a los individuos con las características más aptas para un determinado medio ambiente y forma de vida.

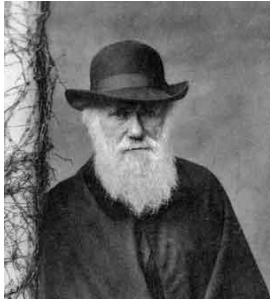


Different Types of Beak

Vídeo1



Sobreproducción de descendientes



“...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que **nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir**) que **los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros**, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo **Selección Natural**”

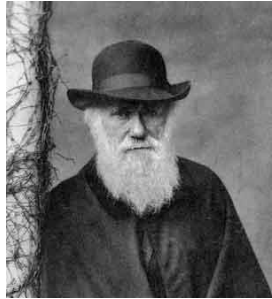
C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

- En la naturaleza, las especies tienden a producir más descendencia de la que puede soportar el medio ambiente.
- Darwin apuntó que esto conduciría a una **lucha por la supervivencia** dentro de la población, existiendo una competencia por los recursos que haría que no todos los individuos obtuvieran los necesarios como para poder subsistir y reproducirse.





Reproducción y supervivencia diferencial



“...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que **nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir**) que **los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear**? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier **variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada**. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo **Selección Natural**”

C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

- Como consecuencia de esta lucha por la supervivencia debida a la limitación de recursos, unos individuos de la población sobrevivirán y se reproducirán, mientras que otros no.
- El azar puede jugar un cierto papel en ello, pero también influyen las características que posee el individuo.
- En la lucha por la supervivencia, los individuos mejor adaptados tienden a sobrevivir y a dejar más descendencia, mientras que los menos adaptados tienden a morir o producir menos descendencia. Esto es **selección natural**.
- Un ejemplo de ello lo constituye la longitud del cuello de la jirafa.

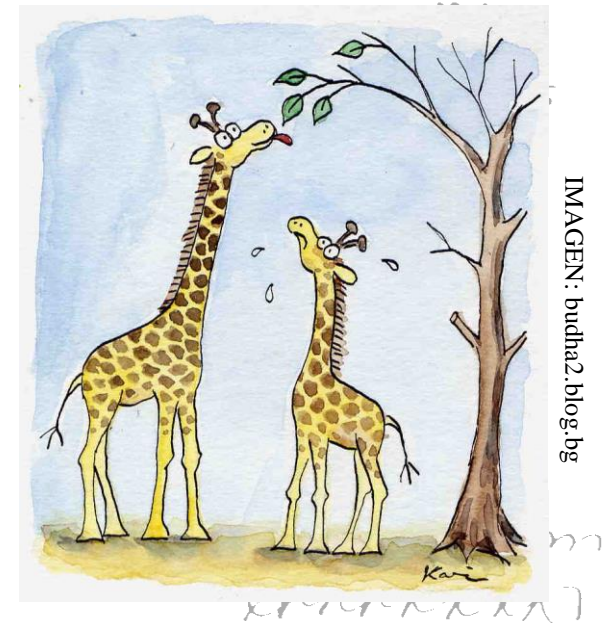


IMAGEN: budha2.blog.bg



Herencia

- Muchas de las variaciones entre los individuos de una población pueden transmitirse a la descendencia, ya sean características físicas como de comportamiento.
- Por tanto, **los individuos que se reproducen transmiten las características a su descendencia.**
- Solo las características genéticas pasan a la siguiente generación. Así, aquellas características que han sido adquiridas a lo largo de la vida de un individuo, no suelen ser transmitidas, y por tanto no son significativas en la evolución de una especie.



W1

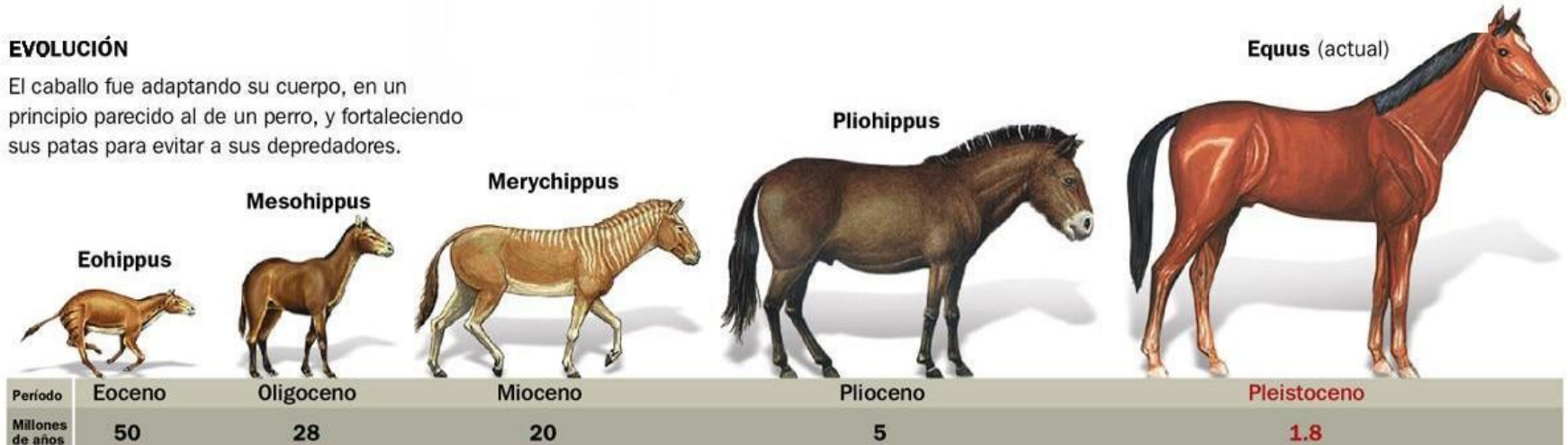


Cambio progresivo

- Debido a que los individuos mejor adaptados sobreviven por selección natural, pueden reproducirse y transmitir sus características a la descendencia.
- Igualmente, los individuos menos adaptados por selección natural tienen una menor tasa de supervivencia y por tanto, menor éxito reproductivo.
- Esto causaría un aumento en la población de la proporción de individuos que poseen las características que los hacen estar mejor adaptados.
- Generación tras generación, las características de la población cambiarían gradualmente, **evolucionando la población por selección natural.**

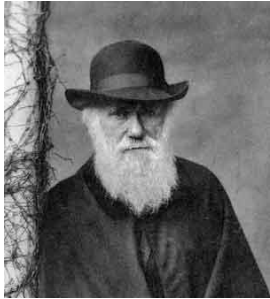
EVOLUCIÓN

El caballo fue adaptando su cuerpo, en un principio parecido al de un perro, y fortaleciendo sus patas para evitar a sus depredadores.





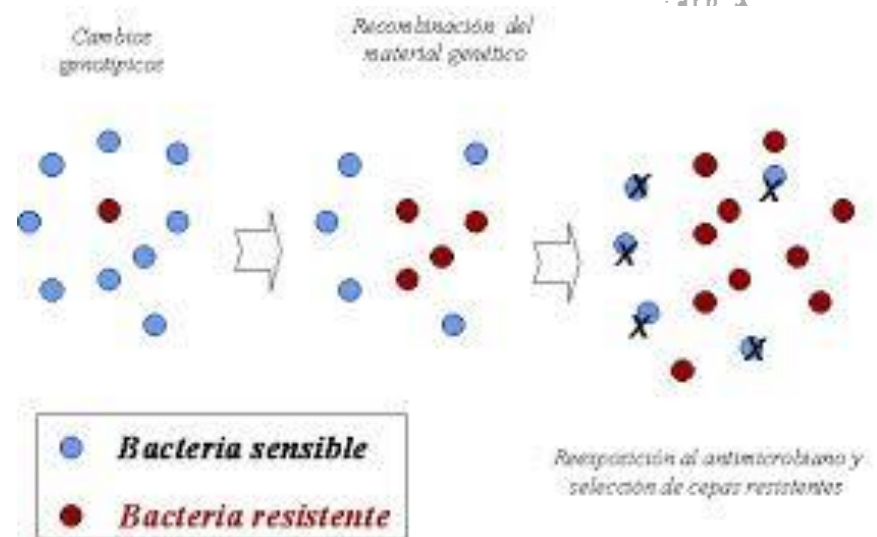
Cambio progresivo



“...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que **nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir**) que **los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear**? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier **variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada**. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo **Selección Natural**”

C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

- La **selección natural** aumenta en el acervo génico la frecuencia de las características que hacen que los individuos estén mejor adaptados y reduce la frecuencia de otras características que conllevan cambios dentro de la especie.
- La mayoría de los cambios evolutivos ocurren a lo largo de grandes periodos de tiempo tras muchísimas generaciones, como es el caso de la evolución del caballo, sin embargo, también existen muchos ejemplos de pequeños pero significativos cambios, como es el caso de la resistencia bacteriana a los antibióticos.





NATURALEZA CIENCIAS: Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales

- Los antibióticos han sido uno de los grandes triunfos de la medicina en el siglo XX. Sin embargo, desde que comenzó su uso han ido aumentando los problemas de resistencia a antibióticos de las bacterias patógenas.
- Se ha llegado a establecer el siguiente patrón:
 - Después de que un antibiótico haya sido usado en pacientes, la resistencia bacteriana al mismo aparece en unos pocos años.
 - La resistencia a antibióticos se expande cada vez a más especies de bacterias patógenas.
 - En cada especie, la proporción de infecciones que están causadas por estirpes resistentes aumenta.

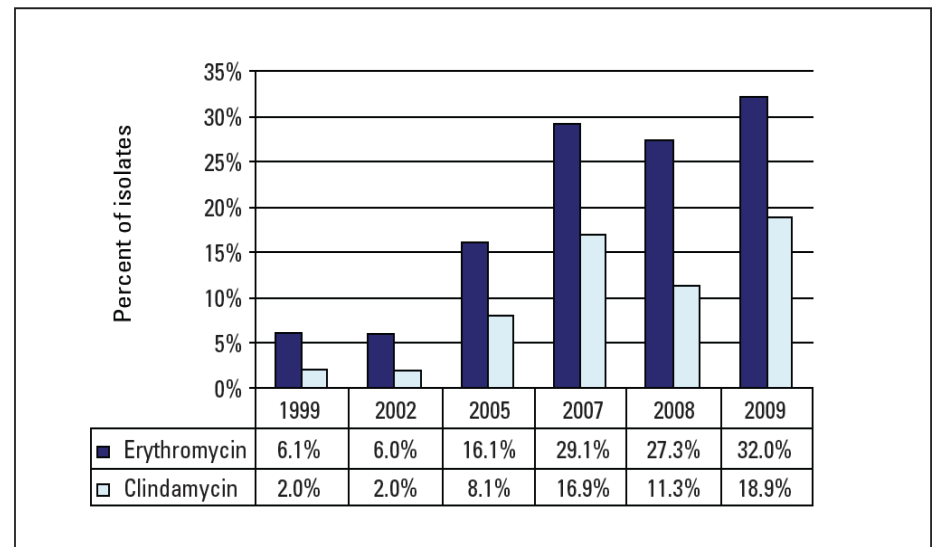


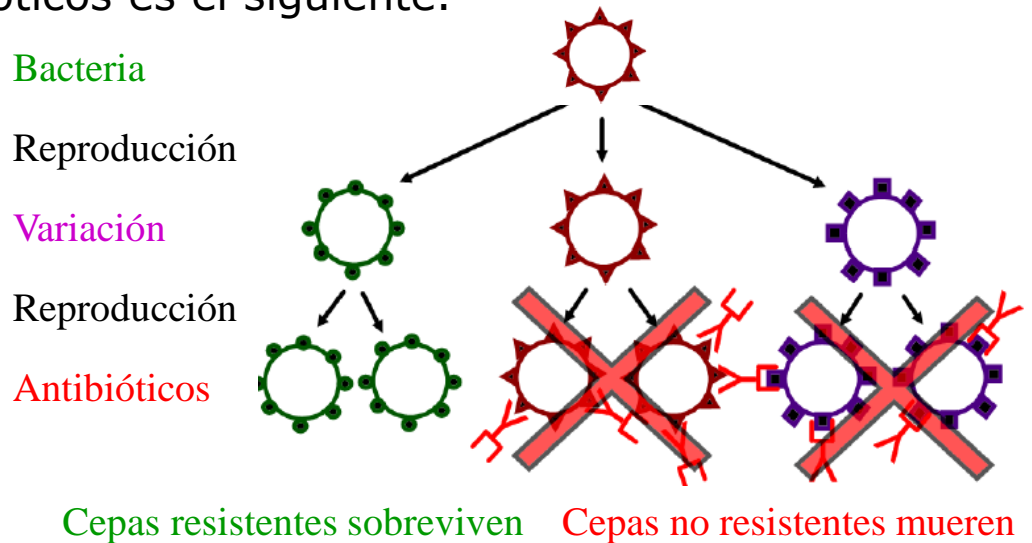
Figure 2. Percent of *S. pneumoniae* isolates resistant to erythromycin and clindamycin.

XXXXXXXXXX



NATURALEZA CIENCIAS: Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales

- Por tanto, a lo largo de todo este tiempo en el que los antibióticos han sido usados para tratar enfermedades bacterianas, se ha ido desarrollando una resistencia a los mismos en las poblaciones bacterianas, lo cual, constituye un claro ejemplo de evolución.
- La teoría de la evolución por selección natural puede explicar el desarrollo de la resistencia a antibióticos en las bacterias. El mecanismo por el que surge la resistencia a antibióticos es el siguiente.
- Los **antibióticos** se usan para matar las bacterias interfiriendo con su metabolismo. Algunas estirpes de cepas bacterianas son sensibles a un antibiótico concreto, mientras que otras pueden ser resistentes, debido a la variabilidad existente en la población.





APLICACIÓN: Evolución de la Resistencia a antibióticos en bacterias

- La resistencia al antibiótico es una ventaja seleccionada favorablemente y la presencia del antibiótico sería el cambio medioambiental.

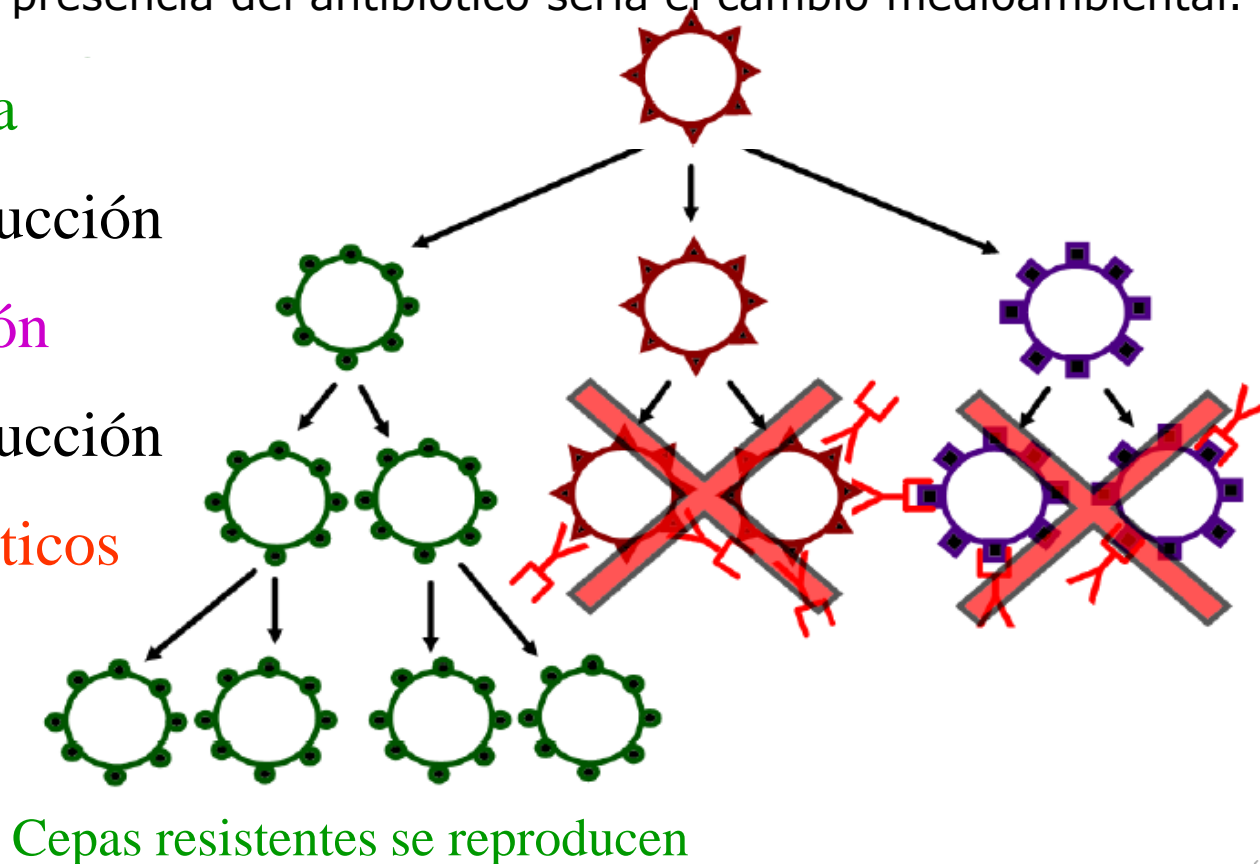
Bacteria

Reproducción

Variación

Reproducción

Antibióticos





APLICACIÓN: Evolución de la Resistencia a antibióticos en bacterias

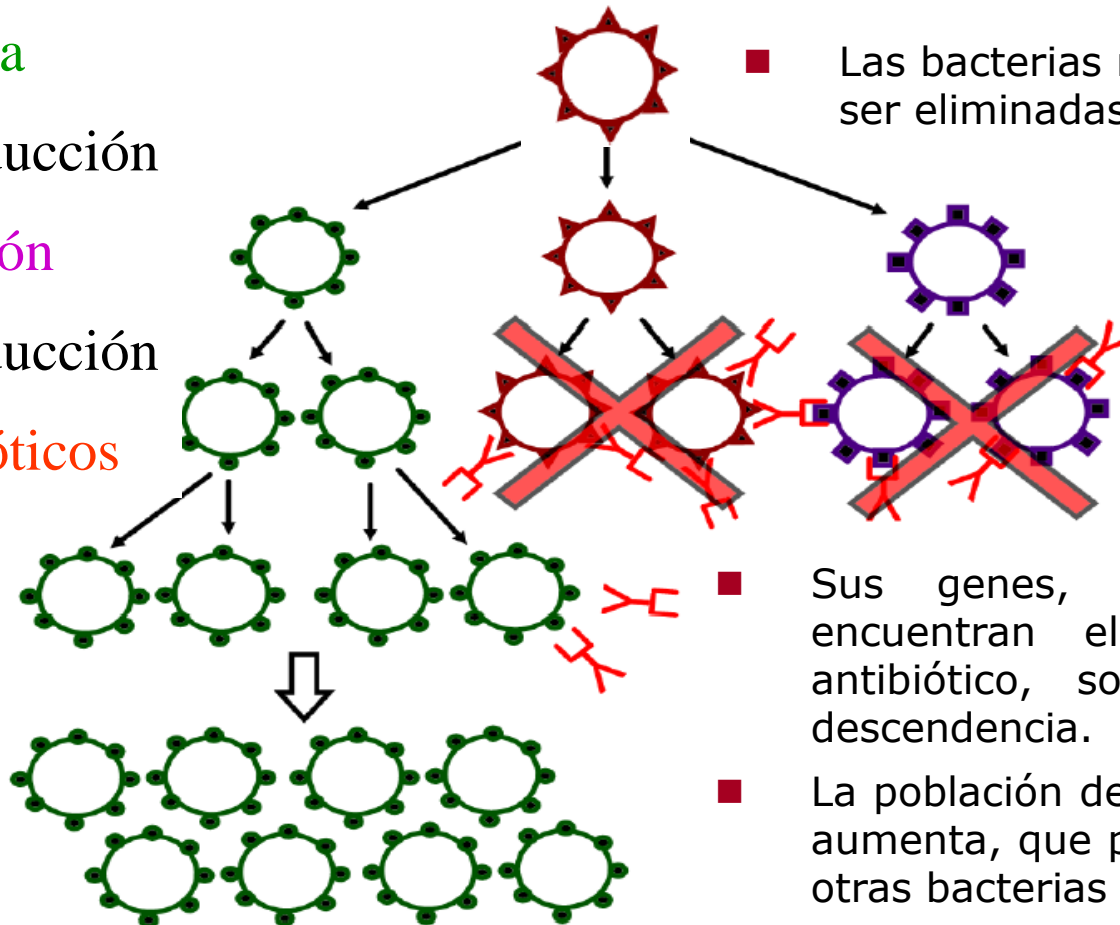
Bacteria

Reproducción

Variación

Reproducción

Antibióticos



■ Las bacterias resistentes no pueden ser eliminadas por el antibiótico.

■ Sus genes, entre los que se encuentran el de resistencia al antibiótico, son transmitidos a la descendencia.

■ La población de bacterias resistentes aumenta, que pueden pasar el gen a otras bacterias mediante plásmidos.



XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Evolución de la Resistencia a antibióticos en bacterias

- Un ejemplo real lo constituye la bacteria ***Staphylococcus aureus***, donde existen una cepa Meticilina resistente (MRSA) y otra cepa Meticilina susceptible (MSSA).
- Frente a un **cambio ambiental**, como sería la aplicación del antibiótico meticilina, las bacterias de la cepa MSSA mueren y las MRSA sobreviven, que se reproducen y el gen que confiere resistencia prolifera y aumenta su frecuencia en el acervo génico.

La población de MRSA aumenta, llegando a ser la cepa dominante, y el antibiótico meticilina ya nunca será efectivo contra la infección.



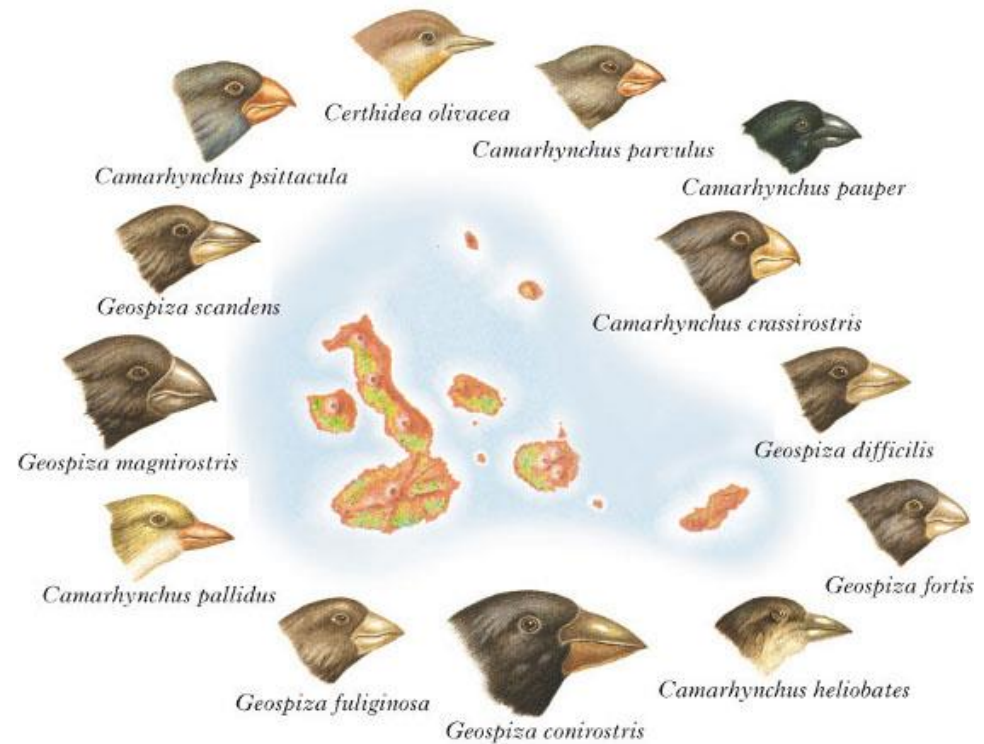
W3





APLICACIÓN: Variaciones picos de los pinzones

- Darwin visitó en 1839 el archipiélago de las Islas Galápagos, formado de 13 islas, donde recolectó diferentes pinzones.
- Darwin observó que la forma y el tamaño del pico variaba entre las 14 especies existentes, en función de su dieta.
- Mucho se ha investigado desde entonces sobre los "pinzones de Darwin", confirmándose una **estrecha relación entre las características del pico de un pinzón y su dieta**, de manera que cuando uno cambia, el otro también.
- Un ejemplo de ello se encuentra en la investigación llevada a cabo en la isla **Daphne Major**.





APLICACIÓN: Variaciones picos de los pinzones

- En la isla Daphne Major habita la especie *Geospiza fortis*, mientras que la especie *Geospiza fuliginosa* está casi ausente. Ambas especies se alimentan de pequeñas semillas, aunque *G. fortis* también puede alimentarse de semillas más grandes.
- En ausencia de competencia con *G. fuliginosa* por las pequeñas semillas, *G. fortis* presenta un menor tamaño, tanto general como del pico, comparado con otros miembros de esta especie en otras islas.



IMAGEN: askjohnmackay.com



Pico pequeño adaptado a
semillas pequeñas



Geospiza fortis



Geospiza fuliginosa
Pico pequeño adaptado a
semillas pequeñas

IMAGEN: cell.com



APLICACIÓN: Variaciones picos de los pinzones

- Una sequía en 1977 provocó un gran descenso de semillas pequeñas, lo que hizo que solo pudieran alimentarse aquellos individuos con picos capaces de romper las semillas grandes y duras.

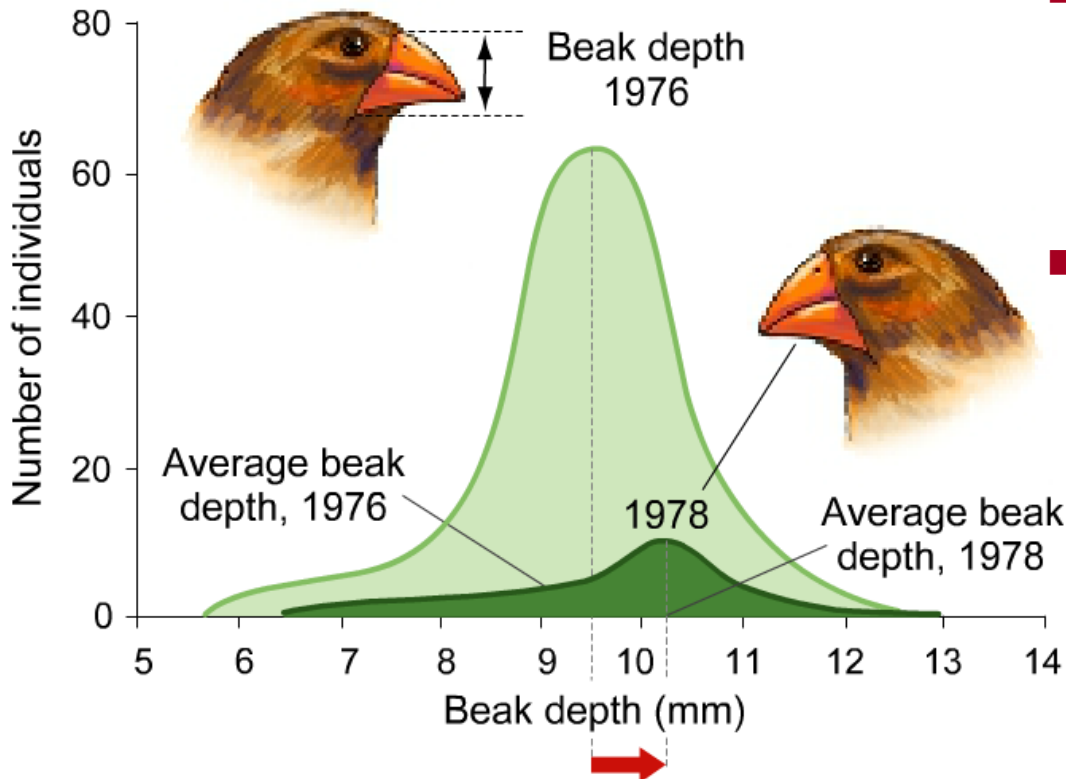
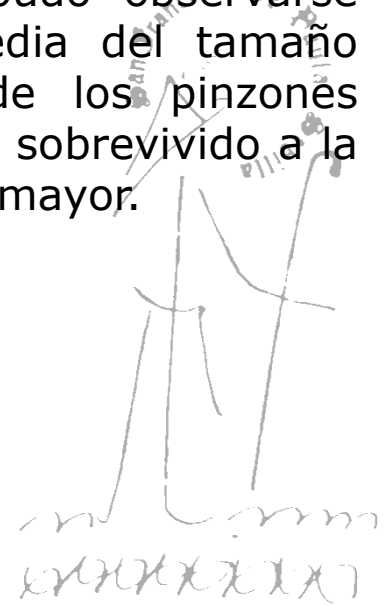


IMAGEN: wps.pearsoncustom.com

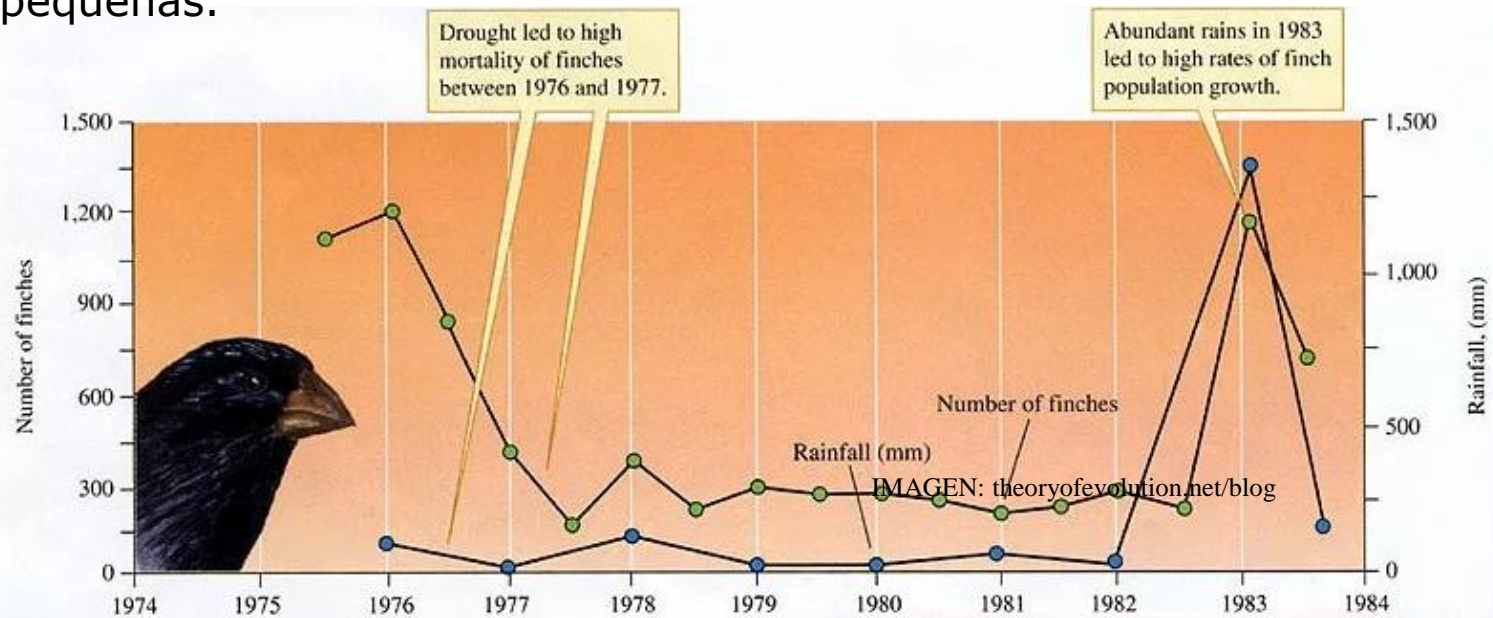
- La mayoría de la población murió ese año, con la tasa más alta de mortalidad entre los individuos de picos más pequeños.
- En 1978 pudo observarse que la media del tamaño del pico de los pinzones que habían sobrevivido a la sequía era mayor.





APLICACIÓN: Variaciones picos de los pinzones

- Del año 1982-83, El Niño, que causó 8 meses de intensas lluvias, y como resultado, un aumento del aporte de pequeñas y blandas semillas frente al de las semillas grandes.
- *G. fortis* se reprodujo rápidamente en respuesta al aumento de la disponibilidad de alimento, pero la vuelta a las condiciones de sequía provocó que disminuyera su reproducción hasta 1987, momento en el que tenía picos más estrechos y largos que la media que había en 1983, lo que se correlaciona con la reducción en el aporte de semillas pequeñas.





APLICACIÓN: Variaciones picos de los pinzones

- La variación de la forma y el tamaño del pico se debe fundamentalmente a los genes, aunque el medio ambiente también influye.



- Teniendo en cuenta la herencia de los caracteres longitud y grosor del pico y los datos de los pinzones que habían sobrevivido para reproducirse, se realizó una predicción del cambio en el tamaño medio de ambos caracteres entre 1983 y 1987.

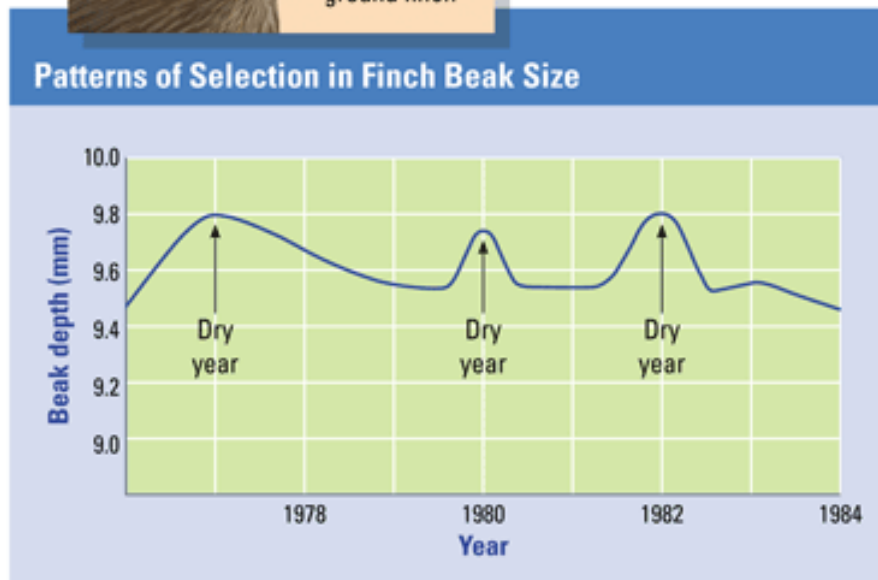


IMAGEN: theoryofevolution.net/blog

- Los resultados observados eran muy cercanos a los esperados. Así, se esperaba que la longitud aumentara en 10 μm y lo hizo en 6 μm . Por otro lado, se esperaba que el grosor disminuyera en 130 μm y los datos observados mostraron que lo hizo en 120 μm .
- Esta investigación muestra claramente que estos cambios significativos están claramente ligados a la selección natural.



Selección natural y TdC

- La selección natural es una teoría, como también lo es la teoría del Big Bang, por el que se explica el origen del Universo.

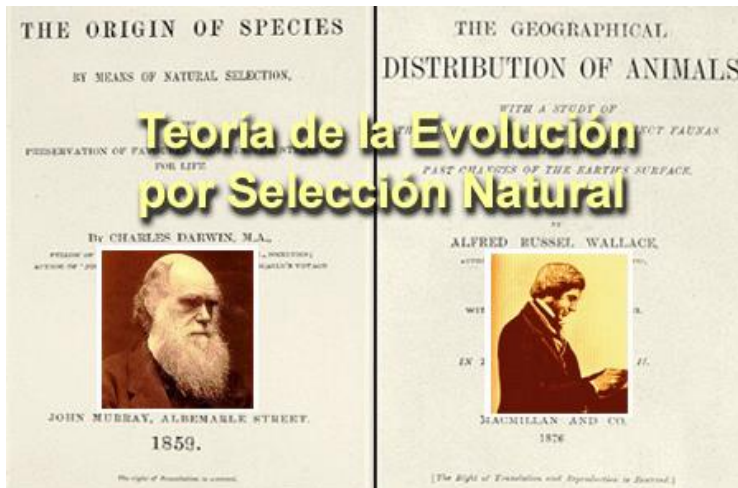


IMAGEN: aulavirtual.usal.es

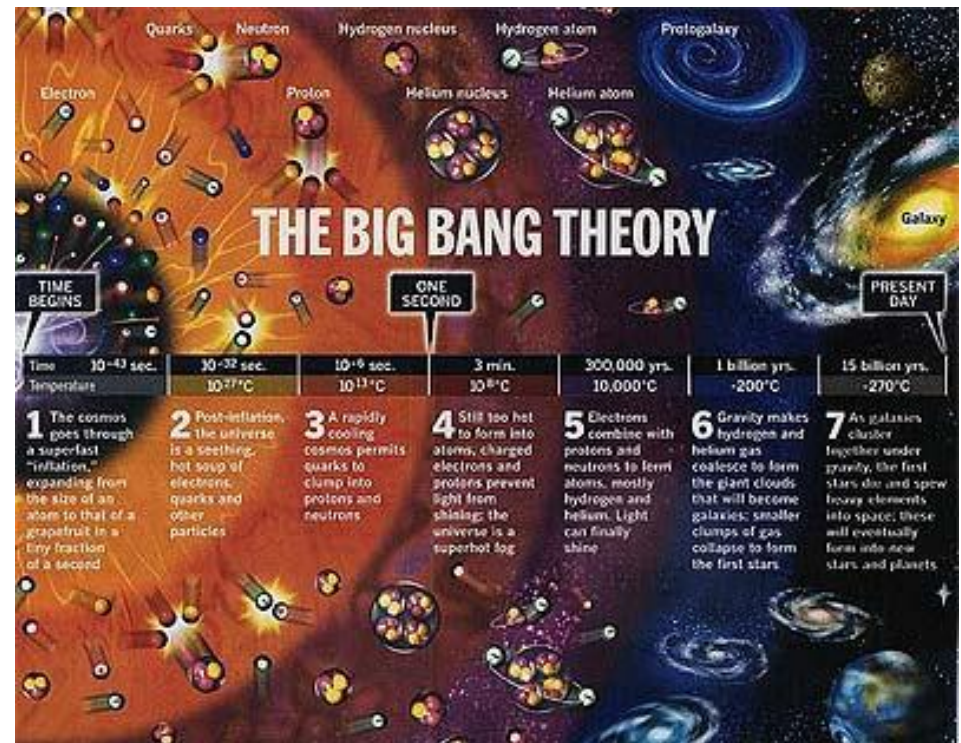


IMAGEN: ciencia1.com

- ¿Cuántas pruebas se requieren para sustentar una teoría y qué clase de pruebas contrarias se requieren para refutarla?