

FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA EVOLUTIVA

PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN POR SELECCIÓN NATURAL

Los aspectos evolutivos relacionados con la Ecología comenzaron fundamentalmente con Charles Darwin cuando realizó su viaje en barco y enunció la teoría de la evolución, defendiendo que las especies procedían de un antecesor primitivo. Cuando viajó a islas aisladas descubrió el hecho de que en unas islas había un número de especies diferentes a otras islas, diferenciándose en ocasiones en muy pocos caracteres, lo que hizo que supusiese que procedían de un antecesor común.

- ¿QUE ES LA EVOLUCIÓN?

La vamos a definir diferenciándola de aclimatación.

* Evolución: cambios producidos en genotipos de una población (cambios temporales). El problema es que nosotros lo que observamos es el fenotipo.

* Aclimatación: cambios que se producen en un genotipo dado, produciéndose distintos fenotipos de acuerdo con las condiciones en las que crece el genotipo.

- PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN POR SELECCIÓN NATURAL

La teoría que propusieron Darwin y Wallace tenía una serie de principios:

- Variación entre los individuos, no son idénticos
- Toda población de organismos produce un excedente de descendientes
- Competencia entre descendientes: origina que haya individuos fuertes y otros más débiles, reproduciéndose mejor los más fuertes.
- Los rasgos favorecidos se transmiten a las siguientes generaciones.

- ERRORES COMUNES

- 1) Hay una confusión entre selección natural y evolución. La selección natural es uno de los mecanismos por los cuales se produce la evolución.
- 2) La selección natural se produce principalmente por mortalidad diferencial (lucha por la existencia, supervivencia del más apto).
- 3) Evolución por selección natural produce adaptación y esta especiación. Los organismos son consecuencia del pasado, han sido adaptados por éste (no están adaptados a éste). Organismos no son previstos para el presente o el futuro.

- EFICACIA O “FITNESS”

¿Cuáles son los individuos más aptos o eficaces? El mayor éxito reproductivo viene dado por una mayor supervivencia, un mayor número de descendientes y una mayor supervivencia de los descendientes. Lo importante es que al final el número de descendientes sea mayor. La eficacia es un término relativo puesto que comparamos unos genotipos con otros. Es contribución en proporción de un determinado genotipo a las generaciones siguientes.

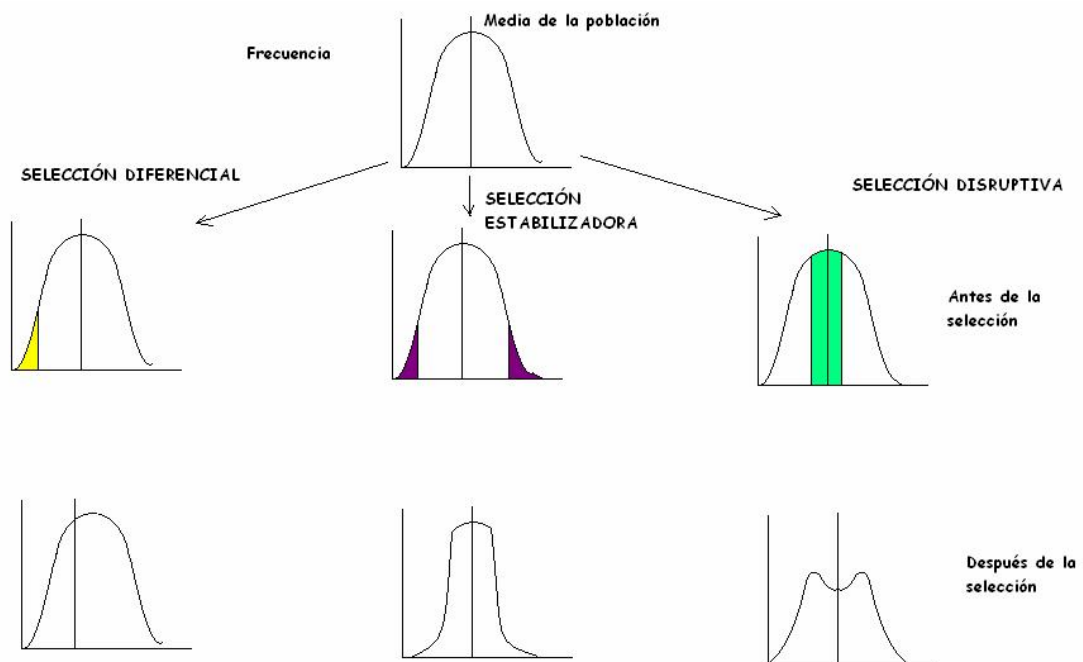
$$\text{Eficacia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ supervivientes descendiente A}}{\text{n}^\circ \text{ descendientes totales}}$$

La teoría de la selección natural no predice la perfección, favorece los más aptos entre los individuos existentes. Hay una limitación al grado de ajuste de los organismos al ambiente.

- ADAPTACIÓN Y TIPOS DE SELECCIÓN

Es difícil observar cambios genotípicos. A veces el mismo genotipo puede dar diferentes fenotipos. La selección se observa a través del fenotipo.

Veamos los tipos de selección:



1) SELECCIÓN DIRECCIONAL

Las zonas sombreadas están seleccionadas negativamente, lo que quiere decir que tiene un éxito reproductivo menor, luego la siguiente generación tiene un tamaño mayor. Por ejemplo, cuando se trata con plantas para obtener una determinada característica. Esta selección es muy rápida, pudiendo estar alrededor de 40 años para el maíz (con un 20 % más de aceite que el normal).

2) SELECCIÓN ESTABILIZADORA

Los individuos que tienen una selección negativa se encuentran en los extremos, luego la mayor parte de los individuos corresponden a un peso alrededor de la media. En la siguiente generación la proporción de individuos cercana a la media es más alta. Lo que se hace pues es estabilizar la media de una población.

Un ejemplo de esta selección es la que se produce en recién nacidos de nuestra especie. En la gráfica se representa un histograma con el peso de recién nacidos, observando que la media es de por ejemplo 3 kg, habiendo pocos individuos en los extremos. Por tanto,

los de peso extremos tienen una mortalidad más alta que los de peso medio. Eso significa que hay una selección negativa sobre los individuos de peso extremo.

3) SELECCIÓN DISRUPTIVA

Los individuos que sufren una selección negativa están en torno a la media, lo que determina que en la siguiente generación el valor medio sea menos numeroso y se favorezcan los individuos extremos. Se favorecen por tanto las formas más raras.

Entre las causas de la adaptación podemos destacar:

- Mutaciones y flujo génico
- El ambiente no es constante
- Organismos con tiempo y energía limitados
- Movilidad de los organismos y gametos (escasa movilidad, mayor necesidad de adaptación).

- ESPECIACIÓN. TIPOS Y MECANISMO

Son hipótesis de cómo se producen diferentes especies a partir de una población más o menos homogénea. Antes definamos a la especie. La especie es un conjunto de individuos con características comunes y que se pueden reproducir entre sí. Esas características no son fijas, sino que van cambiando a lo largo del tiempo.

Mecanismos de especiación

1) ESPECIACIÓN ALOPÁTRICA

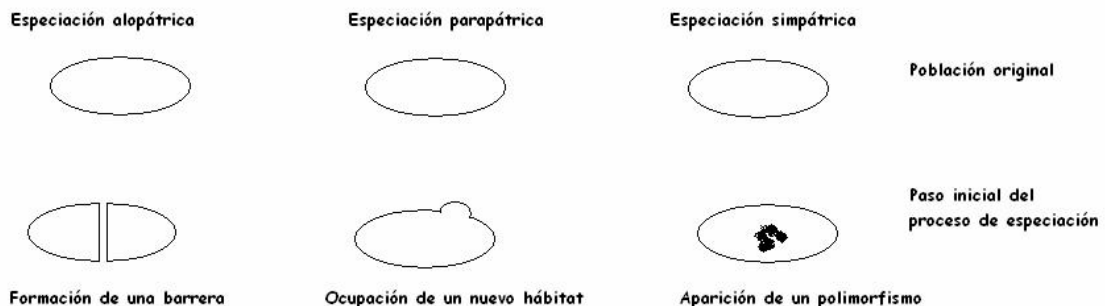
Propone que como premisa fundamental aparezca una barrera física en la población que la divide en dos poblaciones diferentes. Sobreviven los que tienen unas determinadas características. Por ejemplo el porqué las aves no voladoras están en Australia en su gran mayoría.

2) ESPECIACIÓN PARAPÁTRICA

No es por formación de barreras físicas sino que algunos individuos colonizan un nuevo hábitat. Se suele dar en individuos de variabilidad pequeña.

3) ESPECIACIÓN SIMPÁTRICA

Se da en parásitos. Aparece un polimorfismo en la población y esos individuos son capaces de colonizar huéspedes de otras especies lo que determina que se aislen reproductivamente de la especie originaria.



- MECANISMOS DE AISLAMIENTO REPRODUCTIVO

- a) Mecanismos prezigóticos: evitar la fertilización y la formación del cigoto
- 1) Hábitat: las poblaciones viven en la misma región pero ocupan diferentes hábitats.
 - 2) Estacionales o temporales: las poblaciones coexisten en las mismas regiones pero su madurez sexual no coincide en el tiempo.
 - 3) Etológicos (solo en animales): las poblaciones quedan aisladas por comportamientos diferentes e incompatibles anteriores al apareamiento
 - 4) Mecánicos: la hibridación se ve imposibilitada o dificultada por diferencias incompatibles en las estructuras reproductivas (genitales en los animales, flores en las plantas).
- b) Mecanismos postzigóticos: se produce la fertilización y se forman cigotos híbridos, pero estos son inviables o dan lugar a híbridos débiles o estériles.
- 1) Inviabilidad o debilidad de los híbridos
 - 2) Esterilidad del híbrido por su desarrollo: los híbridos son estériles debido a que sus gónadas se desarrollan anormalmente o a que la meiosis se interrumpe antes de llegar a término.
 - 3) Esterilidad segregativa de los híbridos: los híbridos son estériles debido a una distribución anormal de los cromosomas completos, segmentos de cromosoma o combinaciones de genes en los gametos.
 - 4) Descomposición de la F2: los híbridos de la F1 son normales, vigorosos y fértiles, pero la F2 contiene multitud de individuos débiles y estériles.

- UNIDADES DE SELECCIÓN

- Selección individual
- Selección sobre cualquier unidad biológica (gametos, grupos cosanguíneos, grupos sexuales...). Criterios que deben cumplir:
 - a) Variación entre unidades
 - b) Producir excedentes de unidades
 - c) Capacidad para replicarse
 - d) Éxito reproductivo diferencial debe depender de algún atributo
 - e) Existencia de mecanismos para la transmisión de atributos

En cuanto a las unidades de selección distinguimos:

1) SELECCIÓN GAMÉTICA

Hay una gran cantidad de gametos, son capaces de replicarse y el éxito del gameto depende de las características de dicho gameto. Por ejemplo la movilidad de los espermatozoides y los granos de polen que producen tubo polínico rápidamente.

2) SELECCIÓN COSANGUÍNEA

Los grupos que se seleccionan son grupos cosanguíneos, con unas características parecidas frente a otros grupos con características diferentes. Como ejemplo diremos el rasgo altruista de algunas especies para su mayor éxito dentro de ella. El grito de los individuos frente a un depredador:

- atrae la atención del depredador (en detrimento del individuo)
- avisa a individuos cercanos (en beneficio de parientes próximos)

Conlleva consecuencias importantes a nivel ecológico, como los efectos en la organización social y dinámica de poblaciones. Esto tiende a perdurar en las poblaciones.

3) SELECCIÓN GRUPAL

Muchos autores dudan de que se produzca ya que a veces la selección de grupo se contrapone a la selección de individuos, aunque sí que parece explicar la tasa de reproducción de otras especies. Este tipo de selección trata de explicar un poco porque algunas especies tienen una tasa de reproducción muy baja aún cuando no favorecen a la selección de individuos.

4) SELECCIÓN SEXUAL

Trata de explicar las diferencias que se producen entre hembras y machos de algunas especies. Como ejemplo diremos que tenemos varios machos disponibles y que el hecho de tener estas (en ciervos, por ejemplo) condiciona un mayor éxito para unos a la hora de luchar, y eso puede determinar que la siguiente generación nazcan más individuos con astas en esa especie. Las características pueden ser tanto a nivel de macho como de hembra.

- EVOLUCIÓN CONVERGENTE Y PARALELA

1) EVOLUCIÓN CONVERGENTE

La similitud entre varias especies no obedece a líneas divergentes, sino que las formas son parecidas, ya que por ejemplo en el mar las condiciones para todas las especies son parecidas. Esa fuerza selectiva ha sido por tanto la misma para su ancestro común.

La similitud pues es de forma y comportamiento, pero procede de líneas filogenéticas muy diferentes (su anatomía es muy diferente).

También se da en los frutos carnosos de plantas. Aquí la presión selectiva que determina la aparición de frutos carnosos es para ayudar a la dispersión y la dispersión tiene la ventaja de que al ser comida por los animales llevan la semilla a un lugar muy concreto. Además, al pasar por el tracto digestivo del animal se favorece la germinación debido a que el ácido rompe la cubierta de la semilla.

2) EVOLUCIÓN PARALELA

Aparece en grupos que habiendo un ancestro común en dos hábitats distintos han evolucionado de forma parecida. Por ejemplo en mamíferos marsupiales y placentarios. Dentro de las ramas encontramos individuos que aparece con rasgos comunes y hábitats alimenticios muy parecidos.

Sin embargo a veces las convergencias y paralelismos se reconocen sólo por similitudes visibles.

- ESPECIALIZACIÓN DENTRO DE LAS ESPECIES

Se pueden encontrar en hábitats muy próximos especializaciones de una misma especie por que aparecen en condiciones muy distintas (como puede ser una zona con alto contenido de cobre en el suelo y otra zona sin contenido en cobre).

En muchos casos la movilidad de los organismos es importante a la hora de condicionar el intercambio genético. En una especie muy pequeña podemos encontrar por ejemplo ecotipos distintos de plantas. Un ecotipo se puede definir como aquellos ajustes locales (de carácter genético) entre los organismos y su ambiente dentro de la especie.

Esto está muy estudiado en plantas, como son en los aspectos de forma o ciclo vital: forma de crecimiento, necesidad de agua, precocidad de crecimiento, ciclo anual de crecimiento, longevidad y vigor vegetativo, época de floración, respuestas nutricionales, tolerancia de metales tóxicos...

Cuando se estudia el porcentaje de las plantas que toleran el cobre tenemos que las herbáceas tienen una tolerancia muy baja, la población limítrofe (contaminada) tiene un valor medio y las antiguas praderas (muy contaminadas) tienen una alta tolerancia.

Veamos a continuación el término polimorfismo. Por polimorfismo se entiende la presencia simultánea, en el mismo hábitat, de dos o más formas discontinuas de una especie.

1. Polimorfismo transitorio: se debe a:
 - Dispersión de los propágulos de una forma especializada al hábitat de otra forma
 - Condiciones del hábitat han cambiado y se ha producido sustitución por otras formas más adaptadas.

Se llaman transitorias porque al cabo de un tiempo se van a ver de una sola de las formas.

2. Polimorfismo mantenido activamente: se mantiene de forma permanente. Dado por:
 - Los heterocigotos son más aptos pero generan homocigotos, y entonces encontramos ambos, habiendo una diferencia de formas. Encontramos por tanto una diversidad de formas dependiendo de los genes
 - El más apto es el más raro. Los depredadores no conocen y a las presas, y tienen un éxito reproductivo mayor que los más comunes y los más abundantes. Hay por tanto una solución a través de los más raros.
 - Fuerzas selectivas seleccionan un morfo en distintos tipos de hábitats. Por ejemplo en la distribución del caracol *Cepaea nemoralis* de concha amarilla (en contraposición a rosada y parda) y de concha sin franja (en contraposición a con franjas) en diferentes tipos de hábitats. Existen un buen ajuste entre el morfo más común y su fondo: por ejemplo conchas rosadas y pardas en los bosques de hayas; conchas con franjas a, ahornas en los setos. Esto tiene la importancia de que el depredador no es capaz de reconocer a la presa.

Respecto a esto hay una modificación ya que la población va sufriendo una modificación a lo largo del tiempo. Esto se debe posiblemente a las tonalidades del hábitat. En abril, en el bosque dominan los colores pardos al no haber aún floración. En mayor ya sí que abundan los colores verdosos. Conforme avanza la estación que hay más colores verdosos la depredación de los caracoles amarillos verdosos disminuye.

- COEVOLUCIÓN

Influencia evolutiva recíproca entre distintas especies. Las fuerzas selectivas son por tanto otras especies. El hecho de que un individuo tenga menos éxito depende de la presencia de otras especies. Son por ejemplo el sistema depredador-presa. Para escapar del depredador tendrá más ventaja el tener una longitud de las extremidades mayor. En la siguiente generación habría por tanto un desplazamiento de la longitud de la extremidad. Pero al hacerse las presas más rápidas el depredador también debe tener las extremidades más largas. Así pues se van seleccionando los individuos más rápidos. Esto se registra viendo la relación de los restos fósiles.

Hay factores ambientales que también actúan como fuerzas de selección.

Además de la relación depredador-presa hay varias relaciones que llevan a una mayor éxito reproductivo:

- Asociación a bacterias fijadoras de nitrógeno en las leguminosas
- Insectos polinizadores-flores
- Acacias-hormigas

Favorecen la selección de los individuos de la población distinta para favorecerse ellos mismos.