



Adaptación y evolución

**LAS CAUSAS ÚLTIMAS DEL COMPORTAMIENTO:**



# Tema VII: filogenia del comportamiento

Aspectos subyacentes en los procesos evolutivos que se manejan en el estudio del comportamiento animal.



# Evolución(Dobzhansky et al.1980)

- «La evolución de los organismos constituye una serie de transformaciones parciales o completas e irreversibles de la composición genética de las poblaciones, basadas principalmente en **interacciones alteradas con el ambiente**.
- Consiste principalmente en radiaciones adaptativas a nuevos ambientes, ajustes a cambios ambientales que se producen en un hábitat determinado y el origen de nuevas formas de explotar hábitats ya existentes.
- Estos cambios adaptativos dan lugar ocasionalmente a una mayor complejidad en el patrón de desarrollo, de las reacciones fisiológicas y de las interacciones entre las poblaciones y su ambiente».



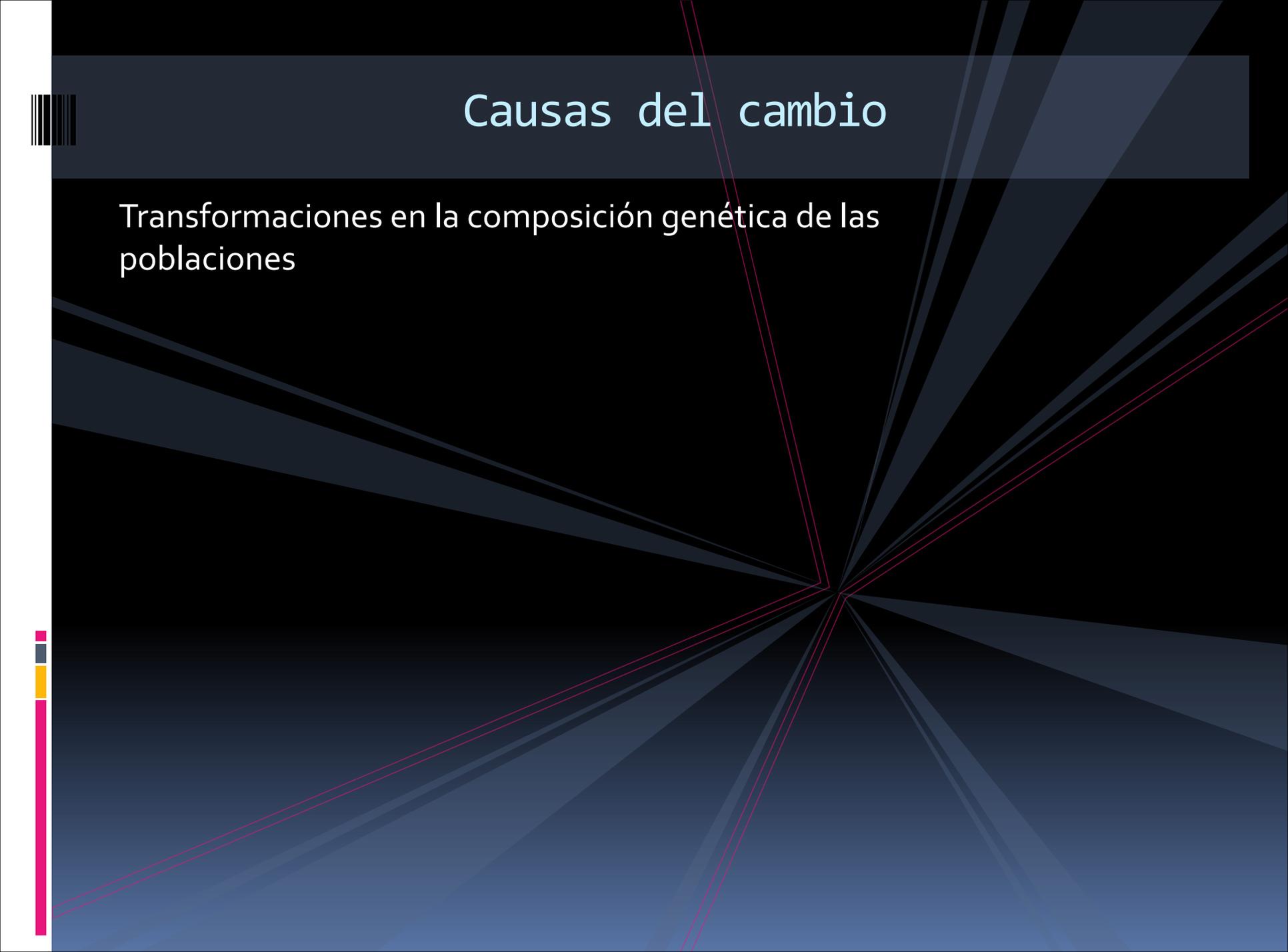
# Filogenia del comportamiento

- Habría que entender cuales son los mecanismos y los motores que subyacen en el proceso evolutivo. De esta forma llegaremos a poder formular **explicaciones hipotéticas** de la causación ultima del comportamiento observado en los animales, así como diseñar experimentos que nos permitan **poner a prueba** su significado funcional.
- 

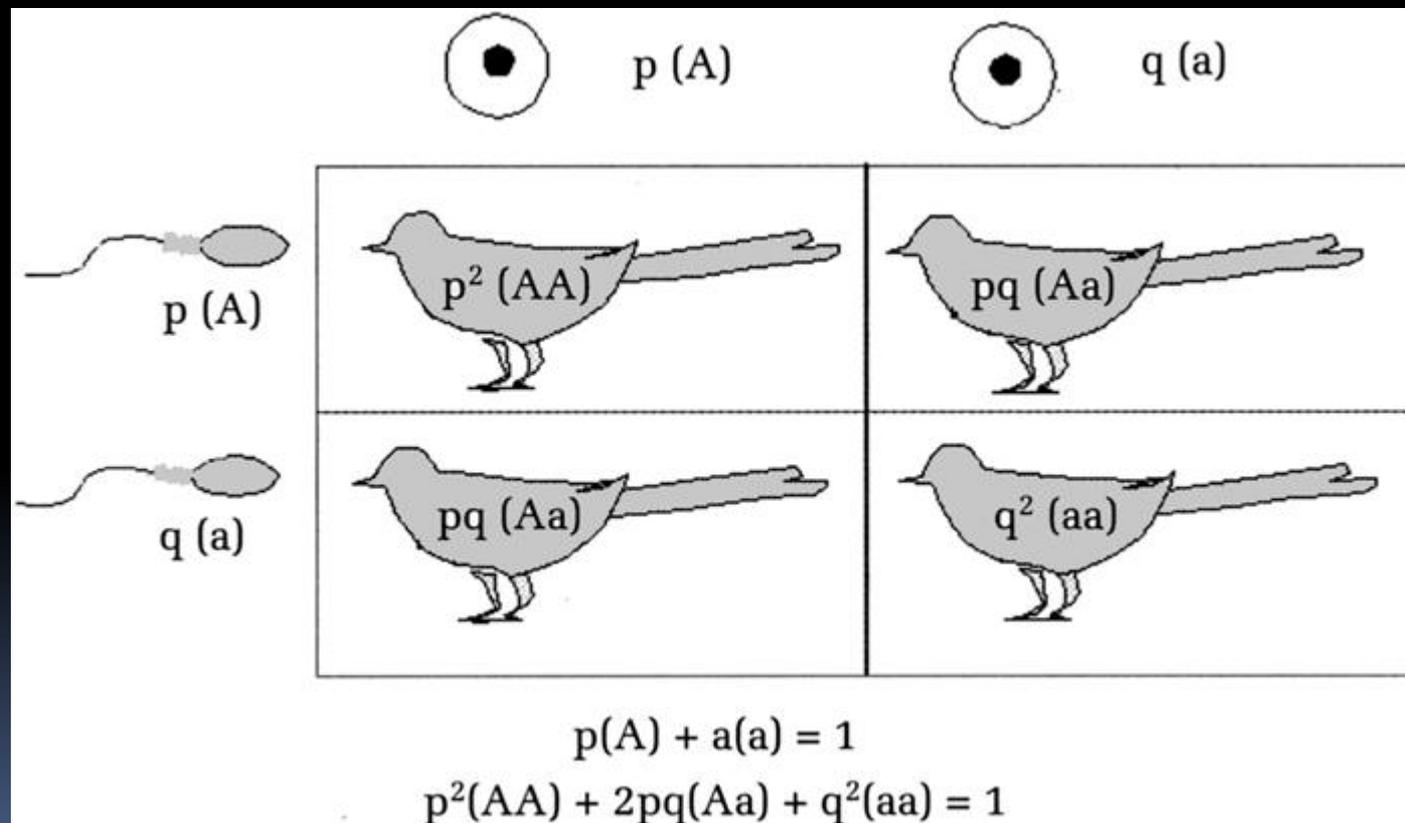


# Causas del cambio

Transformaciones en la composición genética de las poblaciones



Ley de Hardy-Weinberg predice la existencia de un **equilibrio** entre las probabilidad de aparición de los dos alelos de un mismo gen, de forma que si sus probabilidades son  $p$  y  $q$  se cumple que  $p + q = 1$  y que la distribución de los genotipos en la población para esos alelos es igual a la expresión del binomio  $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$ .

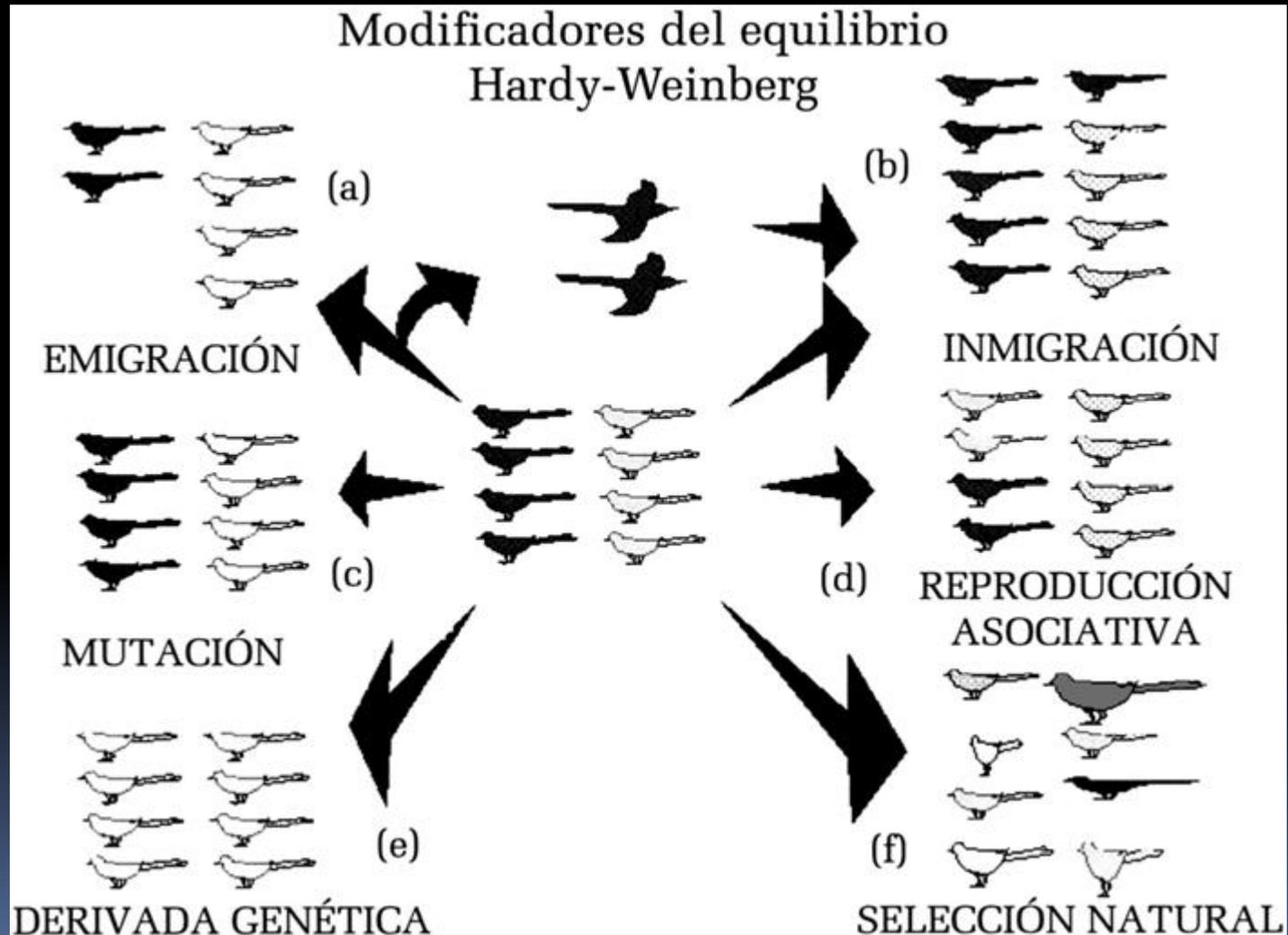




Pero si la evolución implica transformaciones en la composición genética de las poblaciones

- El equilibrio Hardy-Weinberg no se cumple.
  - Por eso el estudio de la evolución es la determinación de los factores que modifican dicha ley, i. e. de los mecanismos que producen cambios en la representación de cada genotipo entre las sucesivas generaciones.
- 

# Fuerzas modificadoras del equilibrio Hardy-Weinberg



# FUERZAS QUE MODIFICAN EL EQUILIBRIO DE HARDY-WEINBERG

- Emigración e Inmigración : alteran la proporción de genes de la población.
- Mutación génica: un nuevo equilibrio.
- Reproducción asociativa: apareamiento de individuos en forma distinta al azar, tiende a aumentar la proporción de formas homocigóticas.
- Reproducción asociativa: apareamiento de individuos en forma distinta al azar, tiende a aumentar la proporción de formas homocigóticas.
- Deriva génica: pérdida de determinados genes o baja representación de algunos individuos por azar



SELECCIÓN NATURAL: actúa sobre el fenotipo,  
incluido su comportamiento



## Dos conceptos importantes

- *Eficacia*: la medida de la cualidad selectiva de los portadores de los genes, es su éxito reproductivo.
  - *Adaptación* : son las características residentes en el genotipo de un individuo que determinan un valor alto de *eficacia*.
- 

# ADAPTACIÓN

comportamiento adaptativo cuando provee al individuo que lo porta una eficacia al menos igual o mayor a la unidad.

Valor	Actual	Generación Futura
$e = 0$		
$0 < e < 1$		
$e = 1$		 
$e > 1$		

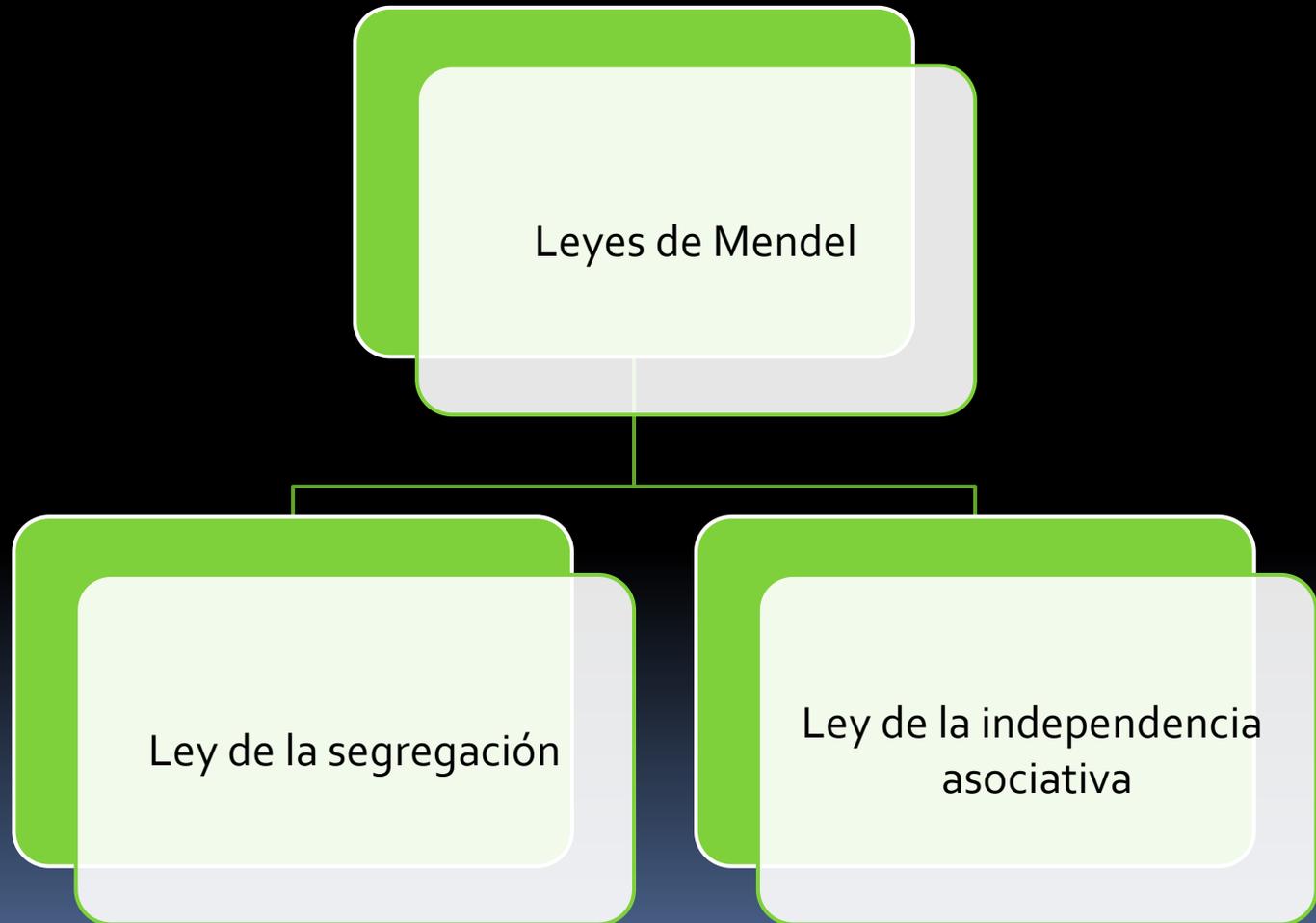
# Bases sobre la que actúa la Selección Natural

Leyes de la herencia

Bases celulares de la  
heredabilidad

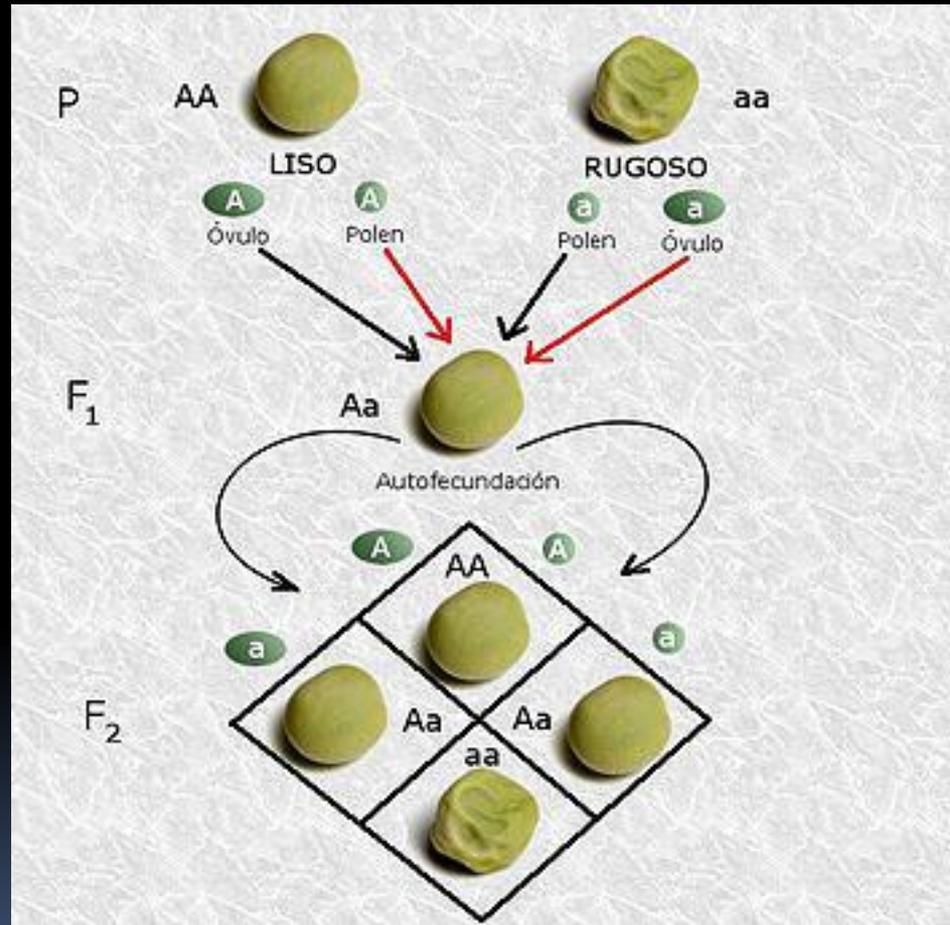
Variación genética

# Leyes de Mendel

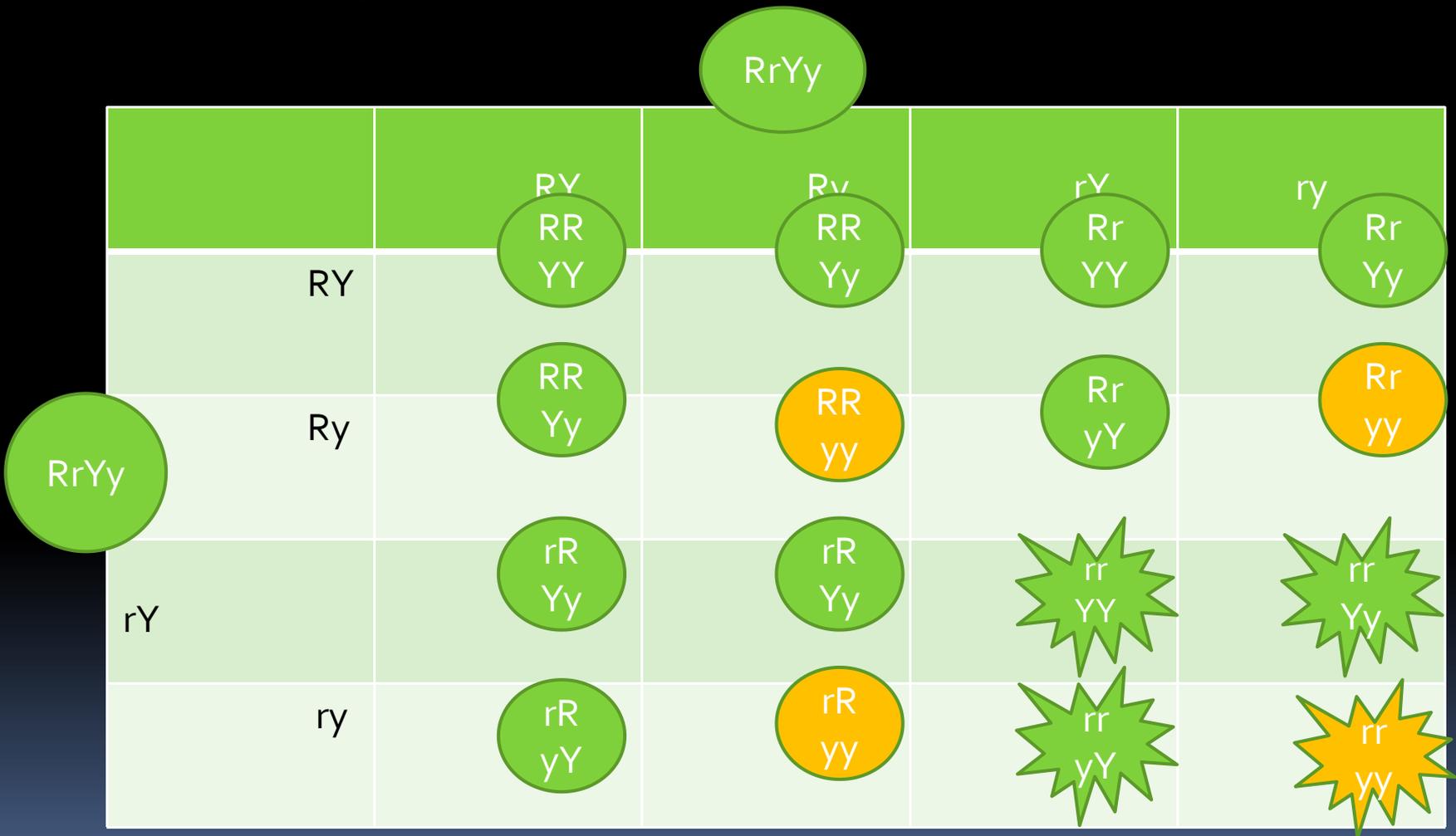


# Ley de la segregación

La razón de fenotipos es constante e igual a 3:1.



2.Ley de la independencia asociativa: cuando dos o más pares de genes se segregan simultáneamente, la distribución de cualquiera de ellos es independiente de la del otro





## Sin embargo...

Rangos de dominancia y recesividad distintos a los completos dados por Mendel

Influencia de un gen sobre varios caracteres

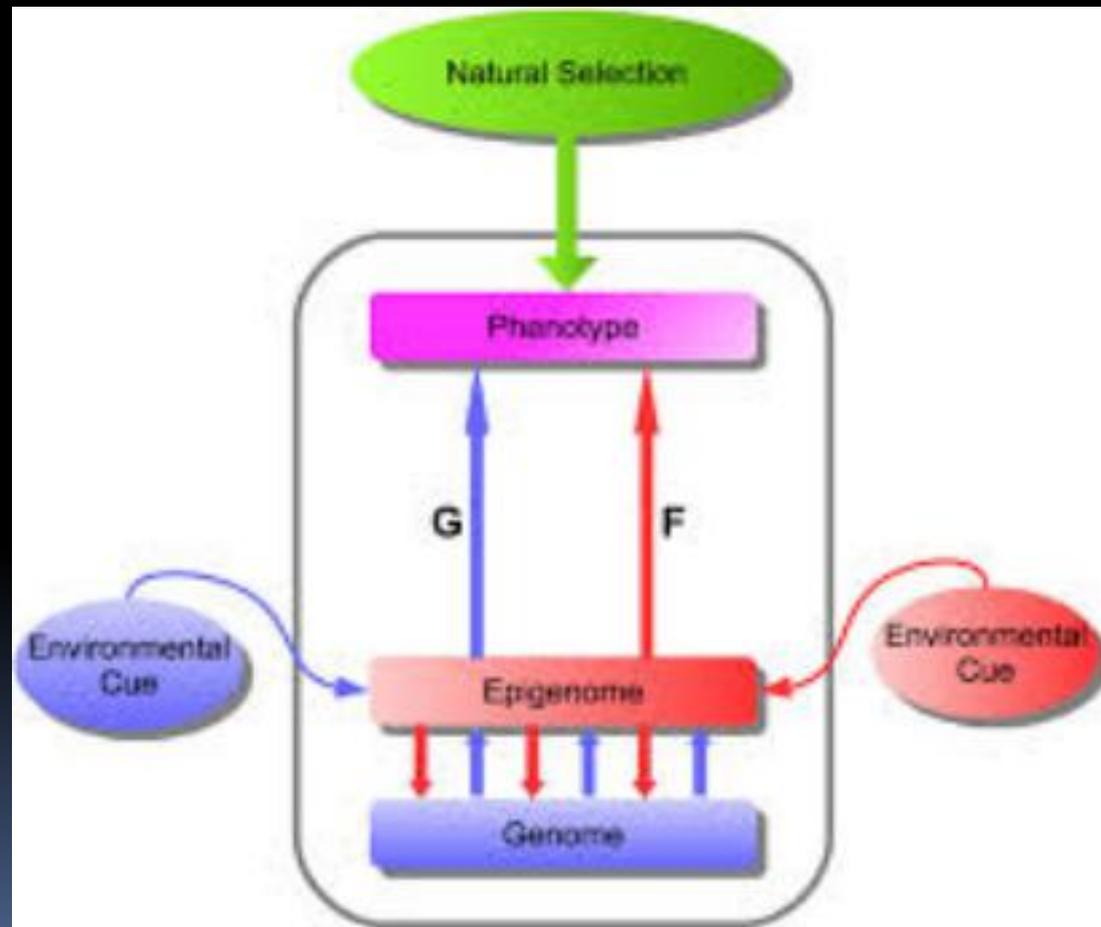
Interacción de varios genes sobre un mismo carácter

# Expresión del comportamiento

Los procesos de traslado de la información a nivel genético y de ADN hasta el comportamiento son aún desconocidos en gran parte, e incluso las bases fisiológicas que tienen lugar entre el genotipo y el comportamiento resultante.



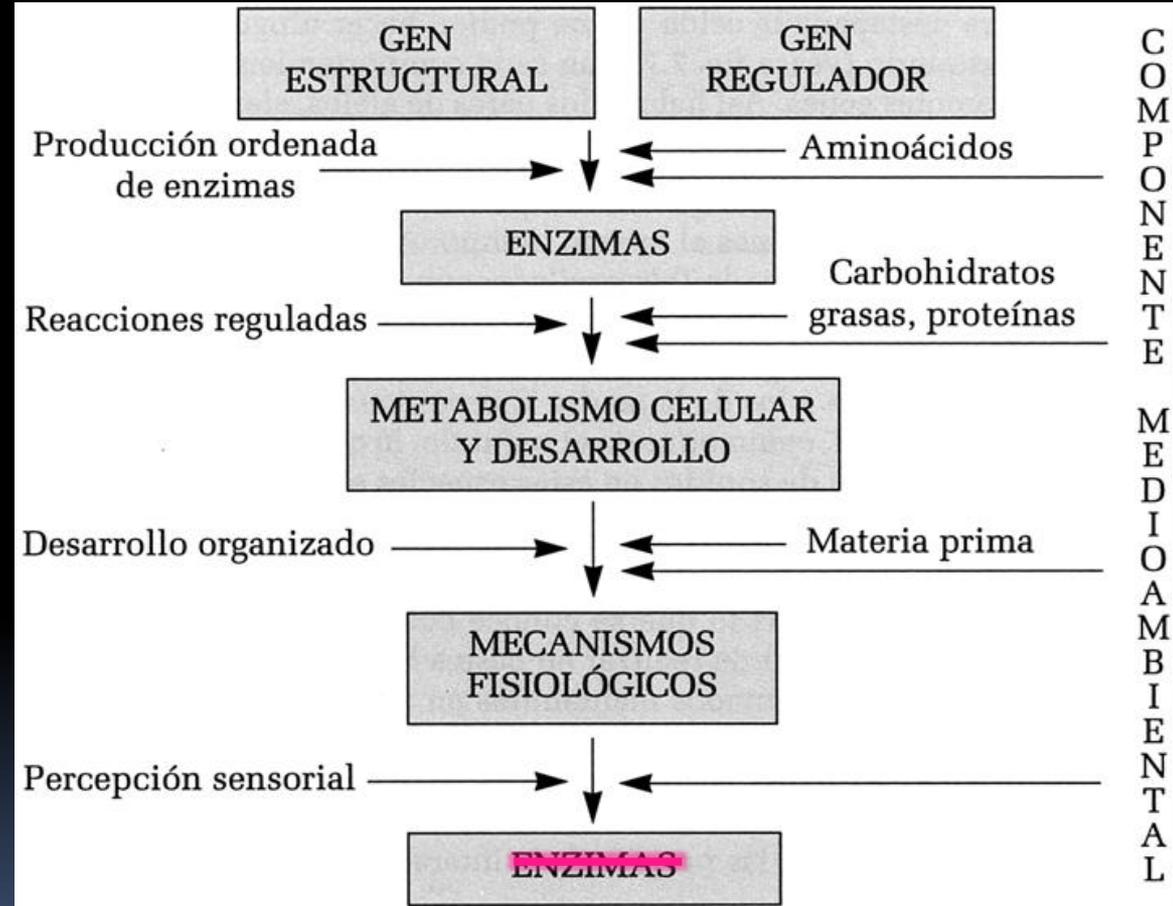
# Epigenética: relación entre genoma, epigenoma y fenotipo (Nishikawa & Kinjo 2018)



# Epigenética



# Los genes no determinan directamente los rasgos...



Léase **Comportamiento**

# Control del comportamiento por un gen: comportamiento higiénico en *Apis mellifera* (Rothenbuler 1964)

- Enfermedad de las "larvas sucias" (*Bacillus larvae*)
- La eliminación de larvas muertas reduce la probabilidad de extensión de la infección
- Abejas "limpiadoras" o "higiénicas"

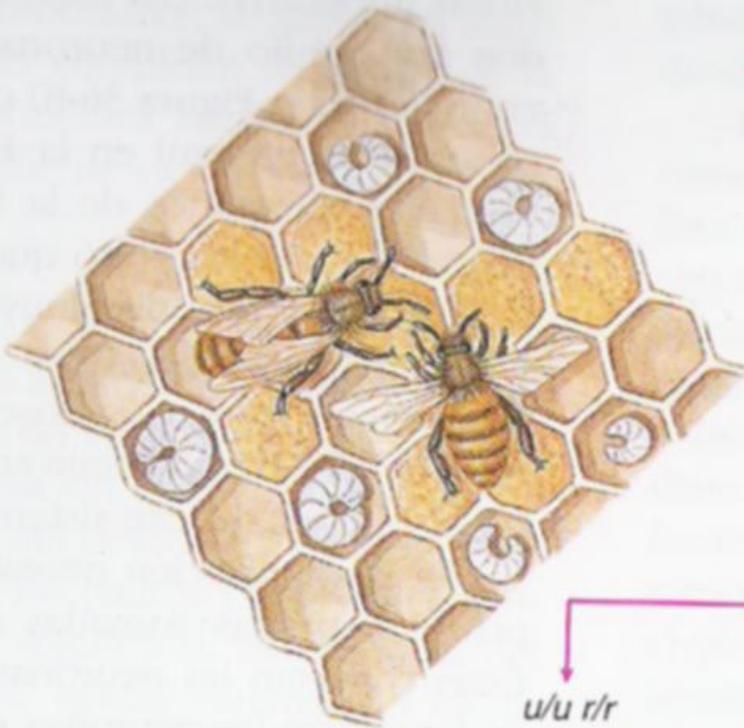


## Dos componentes para un mismo comportamiento: “limpiar”

- Abejas “limpiadoras”:  
homocigóticas recesivas para dos  
genes diferentes: *u*: apertura de la  
tapa de las celdillas
- *r*: eliminación de las larvas muertas



# Herencia de la conducta higiénica



$u$  destapa las celdillas  
 $U$  no destapa las celdillas  
 $r$  elimina las larvas enfermas  
 $R$  no elimina las larvas enfermas

Homozigótica limpiadora      Homozigótica no limpiadora

♀  $u/u \ r/r$  × ♂  $U/U \ R/R$

$U/u \ R/r$

Heterozigóticas no limpiadoras

$u/u \ r/r$  ×  $U/u \ R/r$

Retrocruzamiento de las heterozigóticas no limpiadoras con homozigóticas limpiadoras

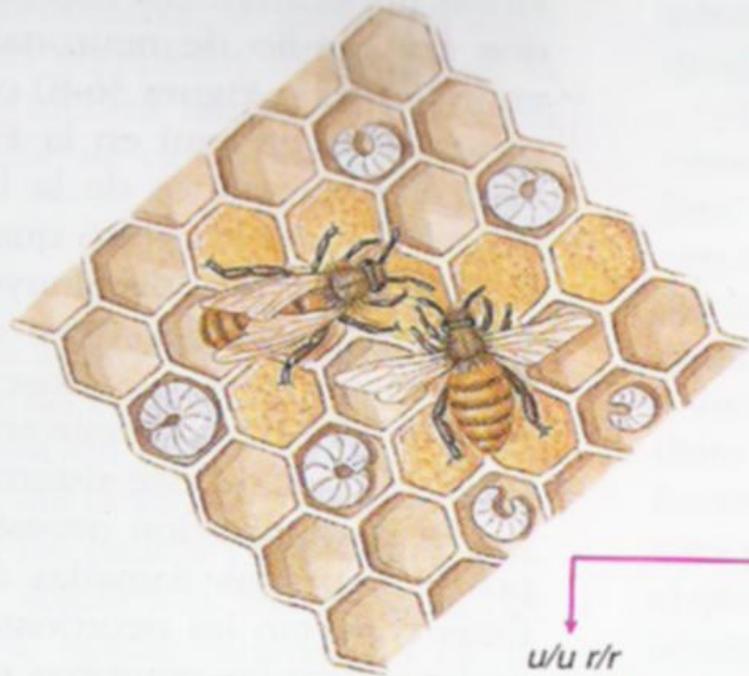
$u/u \ r/r$   
Limpiadora

$U/u \ r/r$   
No limpiadora;  
no destapa las celdillas pero puede eliminar larvas muertas

$u/u \ R/r$   
No limpiadora;  
destapa las celdillas pero deja en ella a las larvas muertas

$U/u \ R/r$   
No limpiadoras;  
no destapa las celdillas ni elimina las larvas muertas

Cada componente de la conducta de limpieza está asociado con la segregación independiente de los genes



*u* destapa las celdillas  
*U* no destapa las celdillas  
*r* elimina las larvas enfermas  
*R* no elimina las larvas enfermas

Homozigótica limpiadora      Homozigótica no limpiadora

♀ *u/u r/r* × ♂ *U/U R/R*

*U/u R/r*

*u/u r/r* × *U/u R/r*

Heterozigóticas no limpiadoras

Retrocruzamiento de las heterozigóticas no limpiadoras con homozigóticas limpiadoras

*u/u r/r*  
Limpiadora

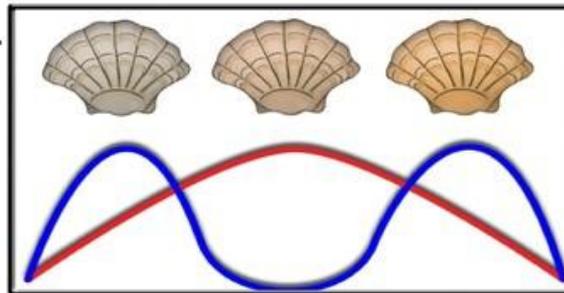
*U/u r/r*  
No limpiadora;  
no destapa las celdillas pero puede eliminar larvas muertas

*u/u R/r*  
No limpiadora;  
destapa las celdillas pero deja en ella a las larvas muertas

*U/u R/r*  
No limpiadoras;  
no destapa las celdillas ni elimina las larvas muertas

# TIPOS DE SELECCIÓN

1

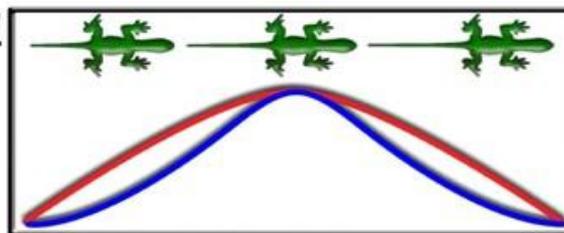


## Selección disruptiva

Prevalcen los rasgos extremos:  
Las almejas con color claro y oscuro.

— Antes  
— Después

2

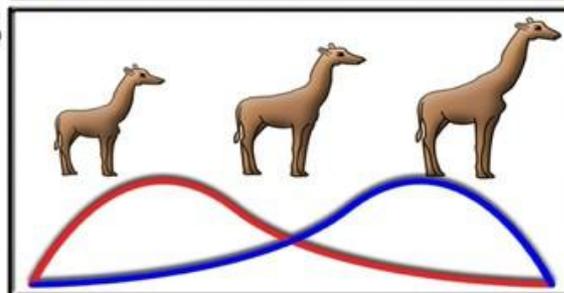


## Selección estabilizadora

Prevalece el rasgo promedio:  
Las lagartijas con cola de tamaño medio.

— Antes  
— Después

3



## Selección direccional

Prevalece el rasgo en un extremo:  
Las jirafas con el cuello más largo.

— Antes  
— Después

## Selección estabilizadora

Reduce la variación en las poblaciones, pero no cambia el promedio



## TIPOS DE SELECCION



- SELECCIÓN DIRECCIONAL
- Si continúa durante numerosas generaciones se percibe *una tendencia* evolutiva dentro de la población

## TIPOS DE SELECCIÓN

### SELECCIÓN DISRUPTIVA

Los individuos en los extremos de la distribución de caracteres contribuyen con más descendencia a las generaciones siguientes que aquellos más próximos al promedio



# Selección direccional

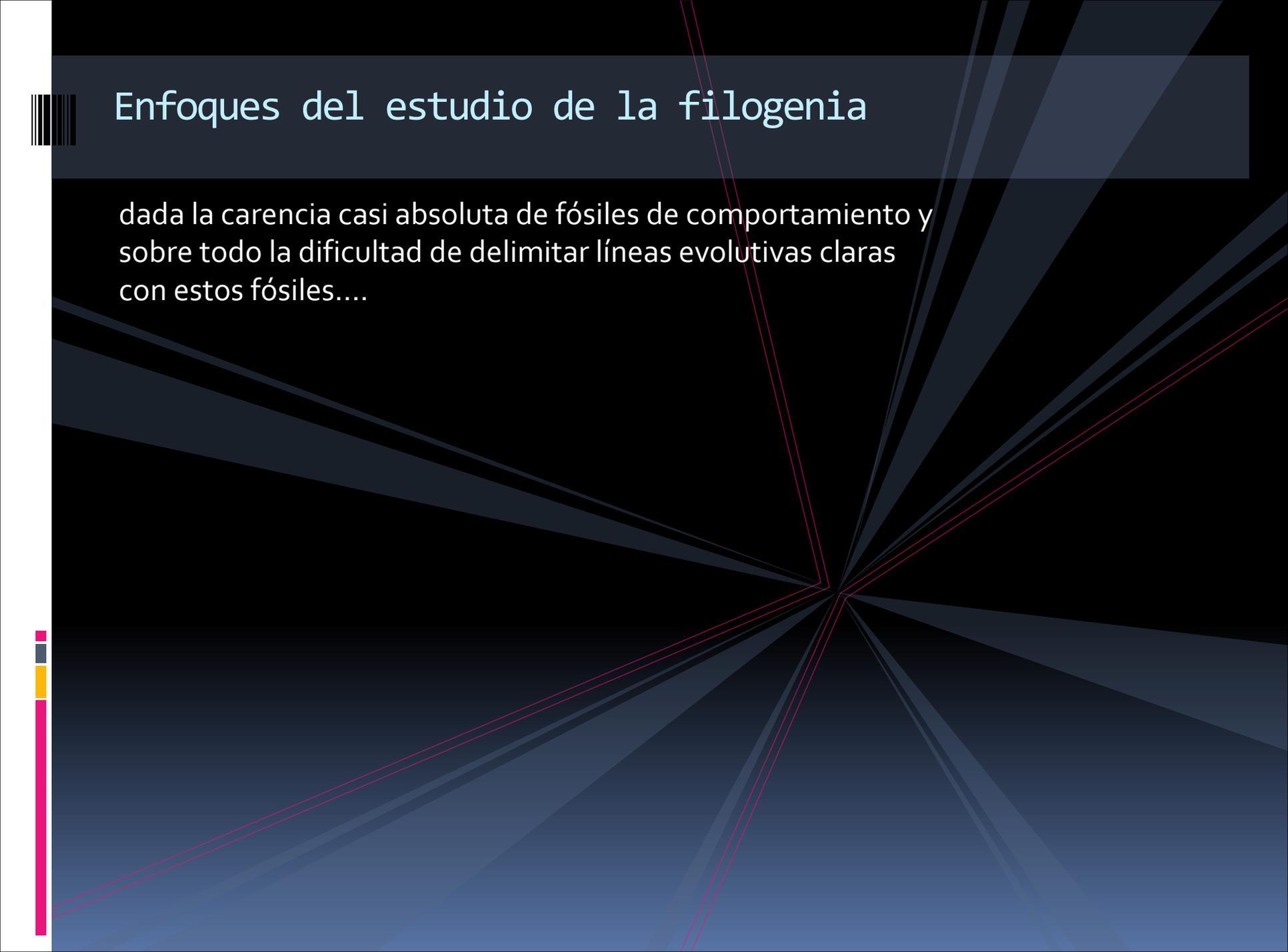
Grado de mimetismo de los huevos del parásito de incubación del críalo (*Clamator glandarius*) es determinante de la selección por parte de su hospedador habitual la Urraca (*Pica pica*): a mayor mimetismo, menor expulsión



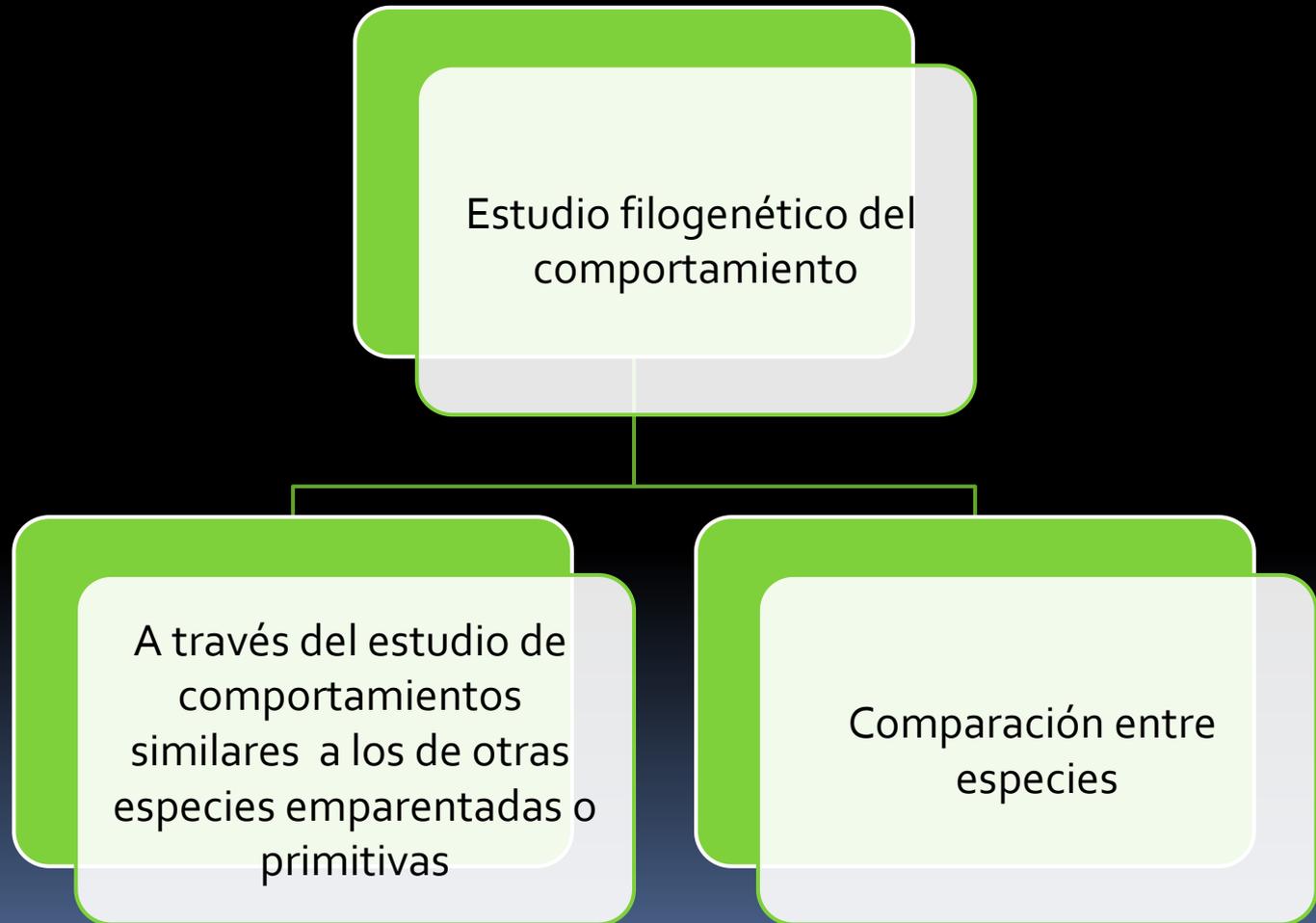


# Enfoques del estudio de la filogenia

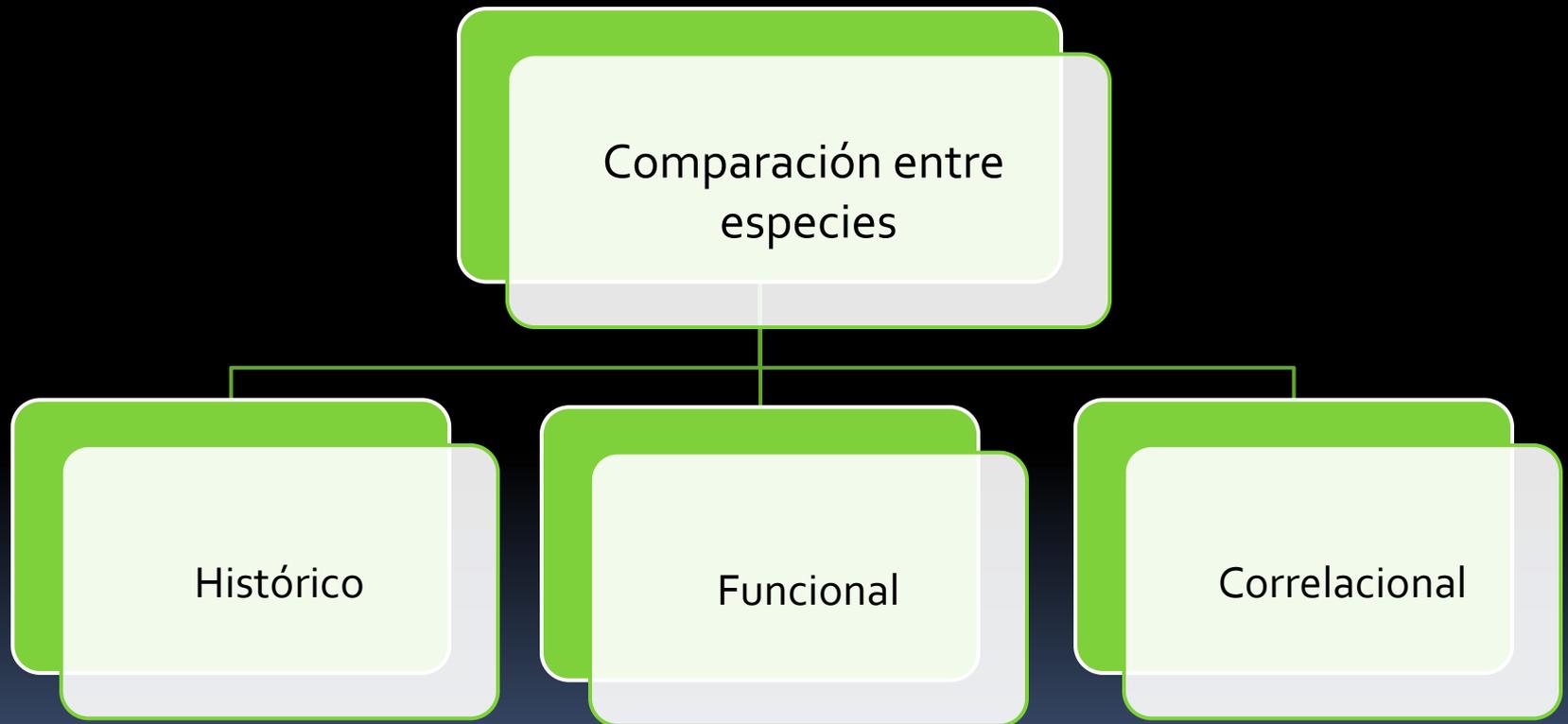
dada la carencia casi absoluta de fósiles de comportamiento y sobre todo la dificultad de delimitar líneas evolutivas claras con estos fósiles....



# Enfoques del estudio de la filogenia

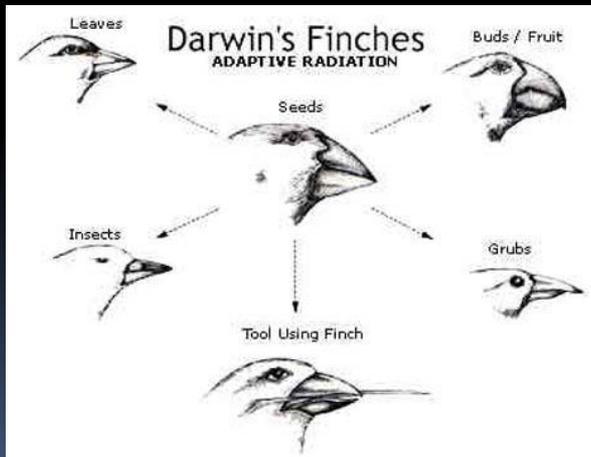


# Enfoques del estudio de la filogenia



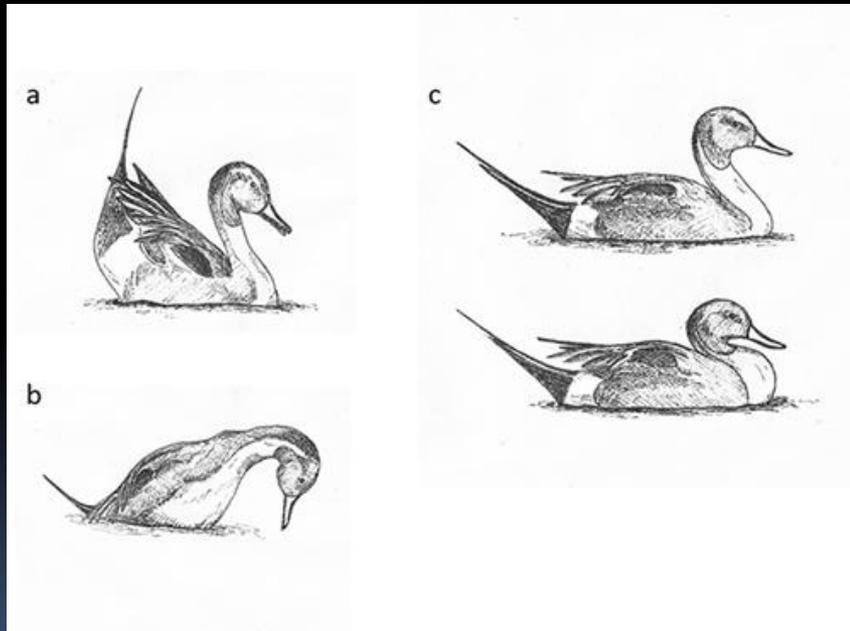
# Comparación entre especies: enfoque histórico

- Se basa en la utilización de especies emparentadas filogenéticamente. Aquellos comportamientos compartidos por todas o la mayoría de las especies indican que son primitivos: Comportamientos simples son ancestrales. Comportamientos complejos como más actuales.
- Estudios: Comportamiento alimenticio de los pinzones de las islas Galápagos (Lack 1947). Estudios en las anátidas (Lorenz 1941, 1958). Cortejo en la familia Empididae (Kessel 1955).



# Exhibiciones en patos y gansos (Lorenz 1941)

## Patos



## Gansos



Exhibiciones en grupos de pelecaniformes  
(van Tets 1965)



## Exhibiciones en grupos de pelecaniformes (van Tets 1965)

	Pelícanos	Alcatraces y piqueros pardos	Cormoranes y dardos	Rabihorcad os
Retorcimiento del cuello		+	+	
Movimiento cabeza		+		
Señalamiento del cielo, exhibición de salto	+	+	+	
Arqueado	+	+	+	
Presentación material del nido y llamada de preaterrizaje	+	+	+	+

Exhibiciones de cortejo de *Hilara* sp.  
(Slater 1988)



# Regalo nupcial

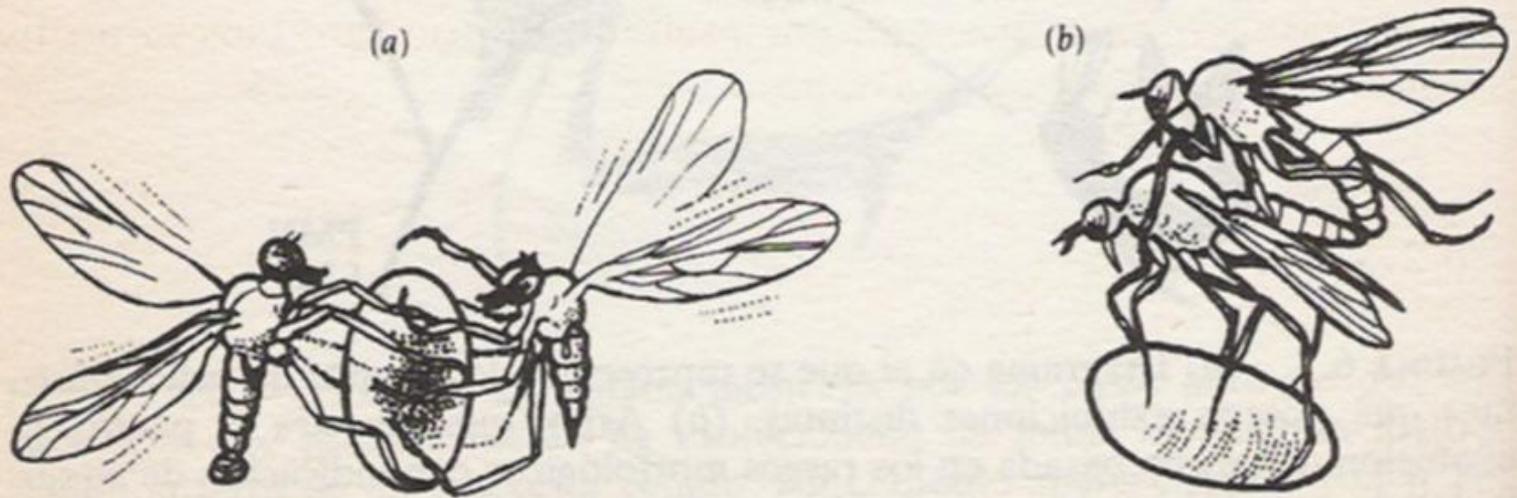


FIGURA 6.8. Antes del apareamiento (b), el macho del empídeo *Hilara sartor* corteja a la hembra (a) con la presentación de un balón de seda vacío a modo de regalo.



# Siete especies, siete comportamientos distintos...

1. El macho corteja simplemente a la hembra sin darle ningún símbolo
  2. El macho captura una mosca se la ofrece a la hembra.
  3. El macho captura una mosca y la envuelve con unos cuantos hilos de seda antes de ofrecerla a la hembra.
  4. El macho captura una mosca y la envuelve completamente en seda antes de ofrecerla a la hembra.
  5. El macho captura una mosca y la succiona por completo antes de envolverla en seda y ofrecerla a la hembra.
  6. El macho envuelve un trozo de mosca con seda antes de ofrecerla.
  7. El macho hila un balón de seda sin usar ninguna presa como base
- 

# Cortejo en *Hilara* sp.

- Las primeras cinco especies se alimentan de insectos: ofrecer una presa a la hembra supone un beneficio real para éstas.
- Las dos últimas, se alimentan de néctar: sus regalos carecen de valor intrínseco, pero las hembras eligen a los machos que ofrecen presentes y éstos son los que tienen posibilidad de aparearse. Todo el procedimiento se ha convertido en un ritual.

Hipótesis: cortejos en los que interviene la alimentación pueden ayudar a la hembra a realizar una puesta mejor y más abundante

Todo bien... pero la mosca escorpión se paso de la raya!



# Enfoque funcional

- Intenta evaluar el significado adaptativo de los comportamientos observados. Comportamientos muy generalizados han de poseer importantes presiones de selección que lo determinen.
- Estudios: Limpieza del nido de la gaviota *Larus rudibundus* (Tinbergen 1963).



157381 www.fotosearch.com

# Enfoque correlacional

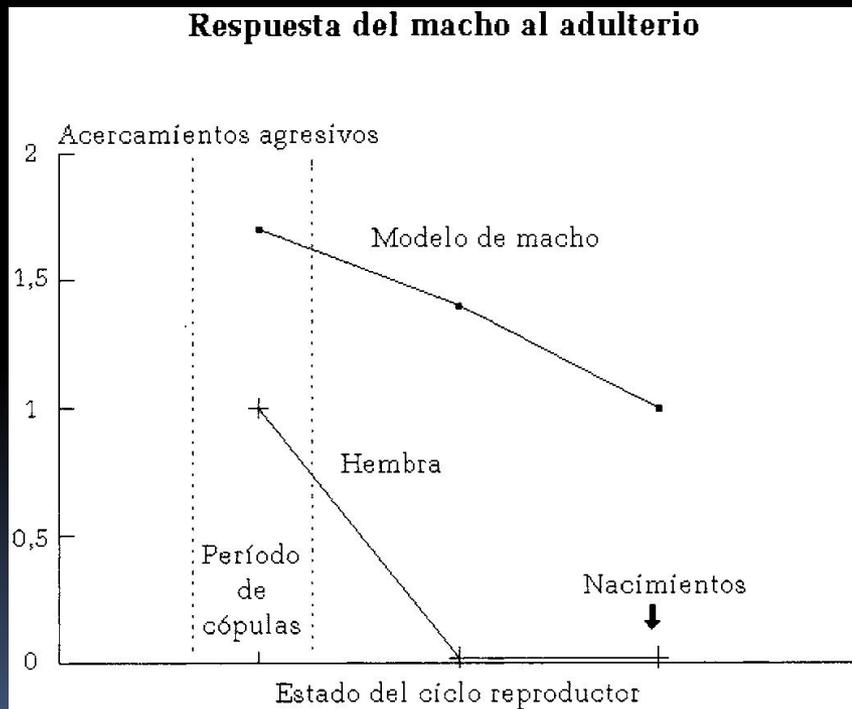
- Correlaciones entre comportamiento y medio en base a la existencia de presiones de selección similares sobre especies no emparentadas en hábitats determinados que llevan hacia la convergencia de comportamientos. Estudios de especies relacionadas que viven en hábitats distintos.
- Estudios: relación entre hábitat (altitud) y comportamientos en tres especies de marmotas (Barash, 1974).

Especie	Altitud	Edad de dispersión	Sistema
<i>M. monax</i>	Baja	Año 1	Solitaria (agresiva)
<i>M. flaviventris</i>	Baja	Año 2	Colonial (algo agresiva)
<i>M. olympus</i>	Alta	Año 3	Colonial (tolerante)



# Enfoque predictivo

## Respuesta al adulterio de *Sialia currucoides*



# Filogenia del fin...

