



Selección sexual

Biología del Comportamiento 2023 – Noelle Rivas Ortiz

Selección sexual



Selección sexual

Sistemas de apareamiento

Reproducción

Renovación y aumento del número de individuos de una población

Asexual

Varios mecanismos: fisión binaria/mitosis, gemación, fragmentación, etc.

fisión binaria
mitosis

Clones exactos del individuo parental:
100 % de genes pasan a la progenie



Sexual

Requiere la participación de **células reproductivas especializadas: gametos**

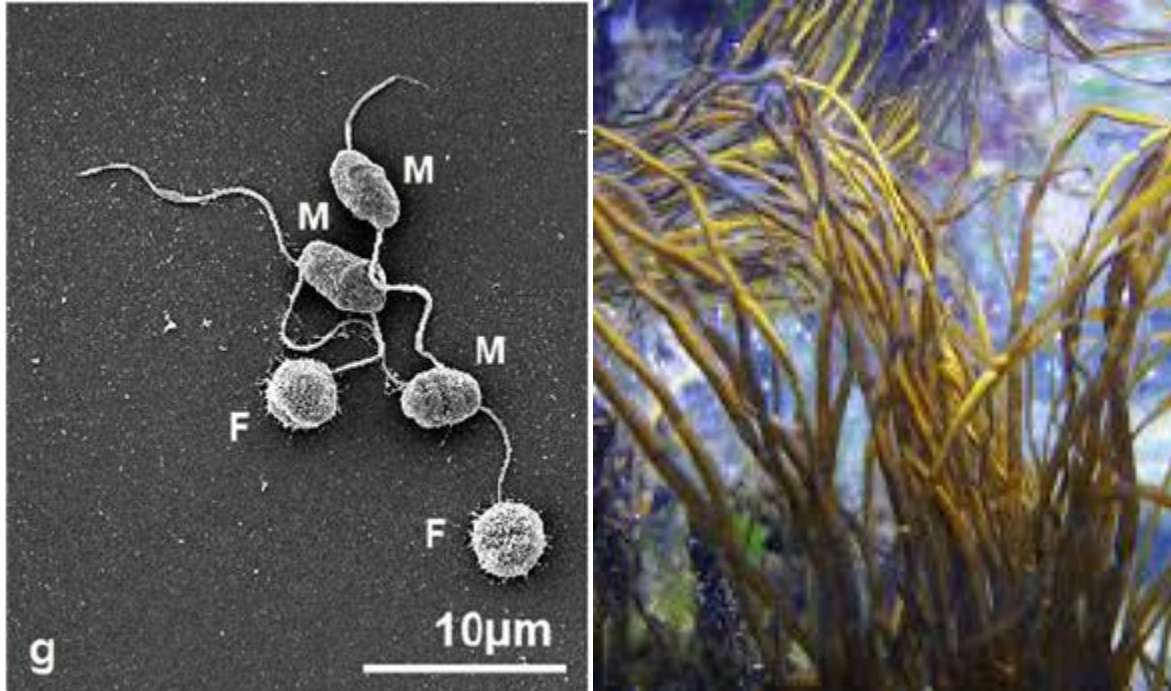
meiosis

Descendientes diferentes de los padres (y entre sí)
50 % de genes pasan a la progenie



Gametos

Isogamia



Sawada et al., 2014

Scytosiphon lomentaria

- Gametos de igual tamaño, sin sexos
- Común en algas y protistas

Anisogamia



Wassarman, 1999

- Gametos de diferente tamaño: uno grande e inmóvil, uno pequeño y móvil
- Sexos femenino y masculino

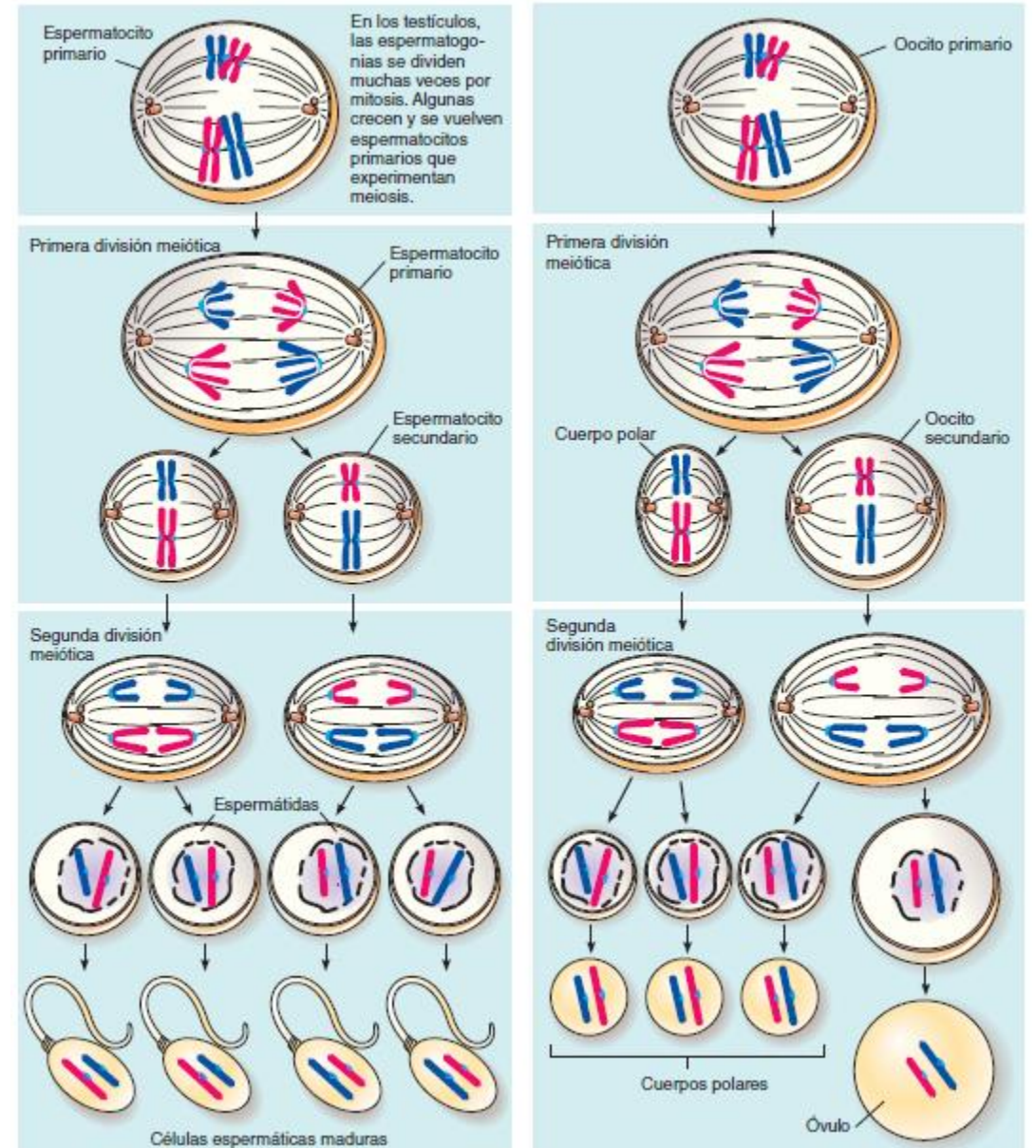
Anisogamia

Costo de los gametos

- Por cada 4 espermatozoides se produce un óvulo

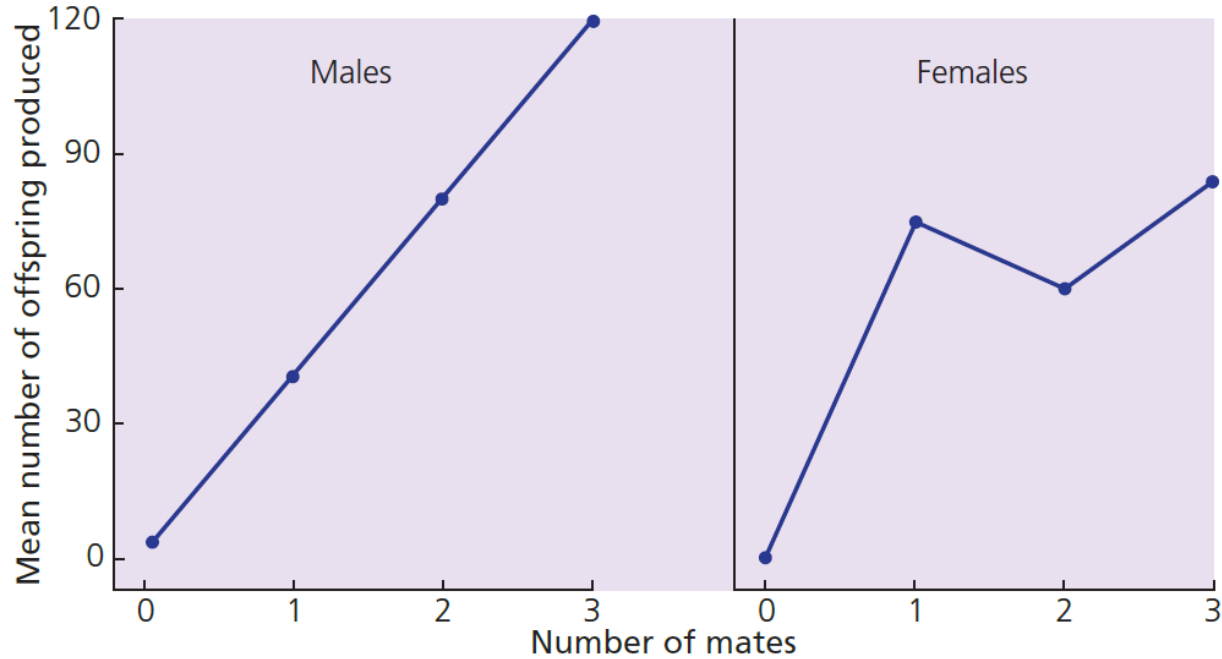
Costo de los gametos altamente desparejo entre sexos

Producción de óvulos es altamente costosa respecto a la producción de espermatozoides



Experimento de Bateman

Angus Bateman (1948)

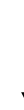


Davies et al., 2012



Drosophila melanogaster

- La progenie de los machos aumenta cuantas más parejas tenga
- La progenie de las hembras alcanza un máximo luego de aparearse una vez



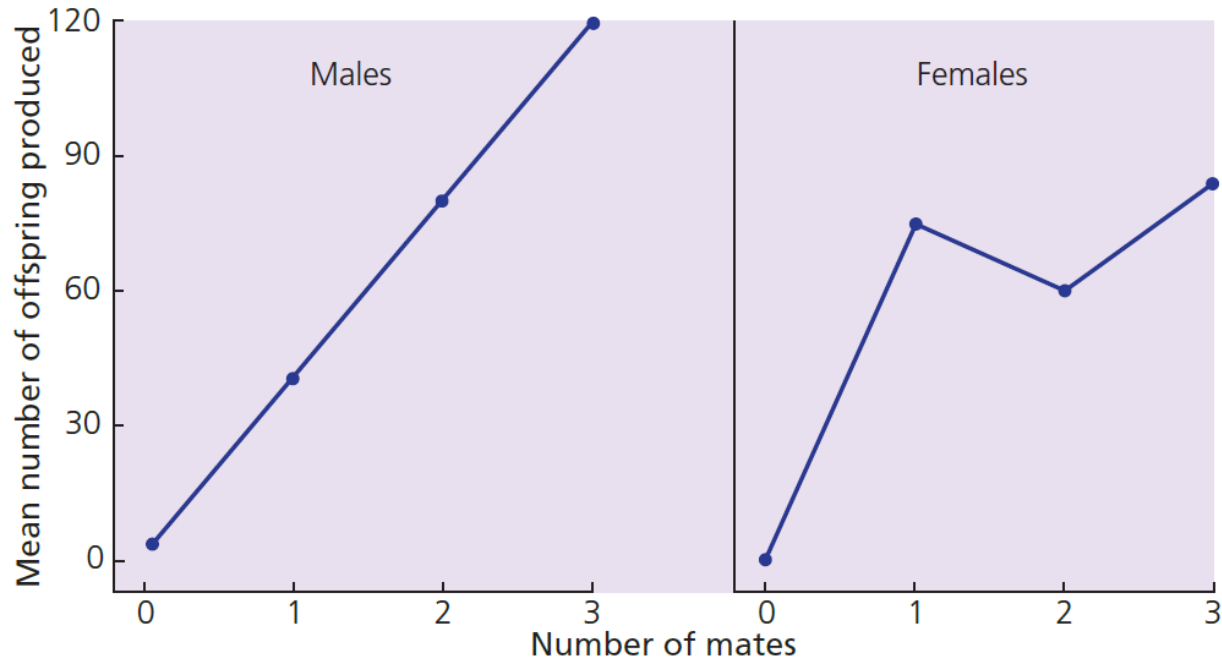
Directamente relacionado con la disponibilidad de gametos.
Consecuencia directa de la anisogamia.



Impacta en las estrategias reproductivas de cada sexo

Experimento de Bateman

Angus Bateman (1948)



Davies et al., 2012



Drosophila melanogaster

Cada sexo adoptará la estrategia comportamental que maximice su éxito reproductivo



Machos maximizarían su número de apareamientos
Hembras serían selectivas con las parejas

Inversión parental

Trivers (1972)

Cualquier inversión en la descendencia que aumente su probabilidad de supervivencia a costa de la capacidad para invertir en otra descendencia.

La inversión en la reproducción no solo se expresa en forma de gametos, también en cuidado de las crías



Las hembras suelen hacer el cuidado de las crías en la mayoría de los casos:

- Mamíferos, el 95% de las especies
- Aves, cuidado compartido pero sesgado hacia hembras
- Solo en peces es más común el cuidado de los machos: pero son casos en los que los machos atraen nuevas parejas mientras cuidan los huevos

→ ¿Por qué?

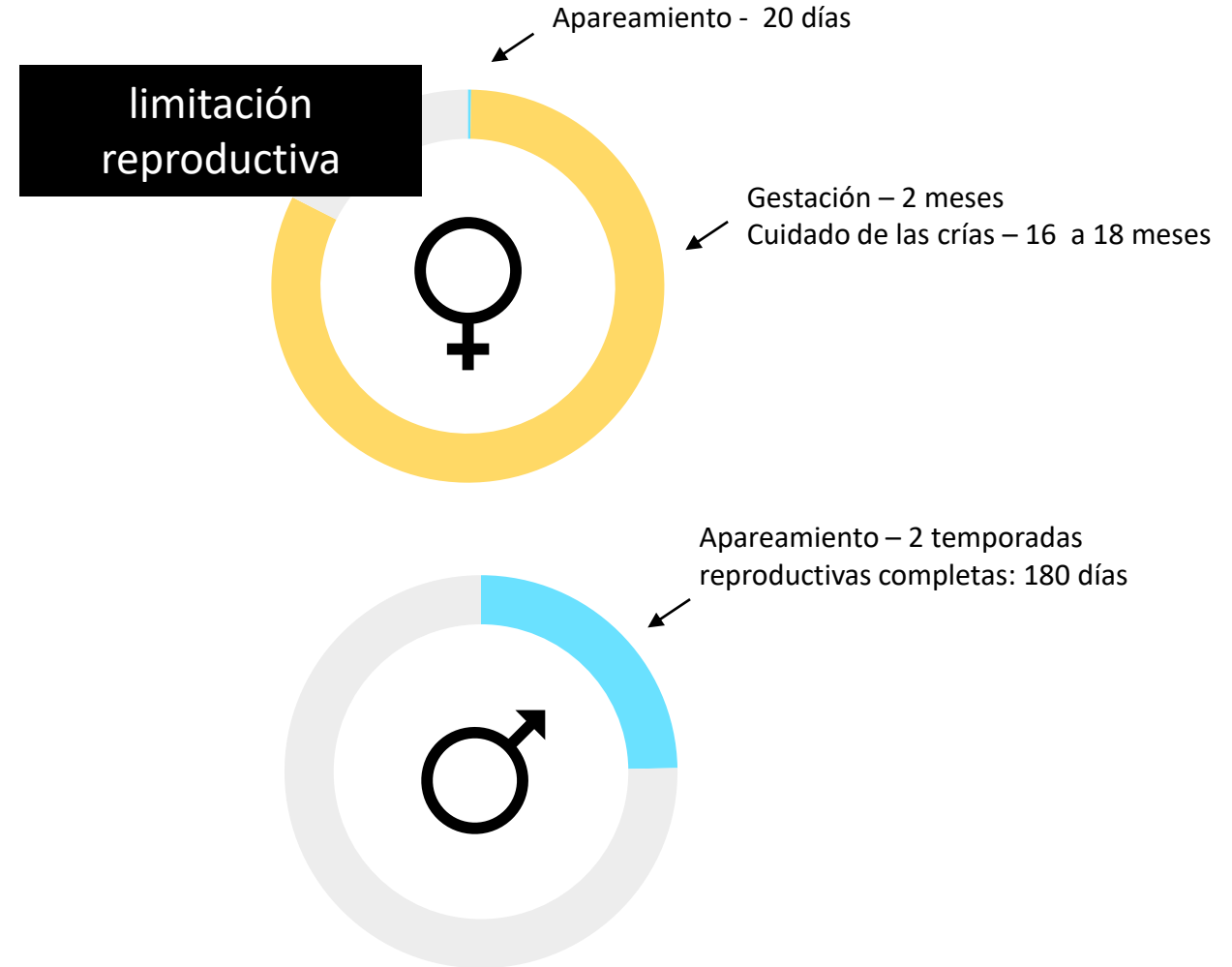
- Para los machos es más favorable aumentar el número de parejas (anisogamia)
- Machos evitan el cuidado de crías ajenas
- Los machos pueden desertar antes que las hembras

Inversión parental

El ejemplo de los mamíferos:



Ursus arctos – oso pardo



Inversión parental

hembras limitadas

menos hembras disponibles

machos no limitados

aumento de la competencia
entre los machos

Trivers (1972)

Hay una relación entre la inversión que
hay en la descendencia y la competencia

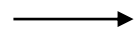
‘Cuando un sexo invierte considerablemente más que el
otro, los miembros de este último competirán entre ellos
para aparearse con los miembros del primero’

♀ esfuerzo reproductivo en forma de esfuerzo parental
♂ esfuerzo reproductivo en esfuerzo de apareamiento

competencia

Selección sexual

Aumento de la competencia entre los machos por acceso a las hembras



Impacta en el éxito reproductivo de los machos

no todos los machos tendrán el mismo éxito reproductivo



éxito reproductivo diferencial



consecuencia de la selección

selección que opera rasgos involucrados en la obtención de pareja

Selección sexual

Selección sexual

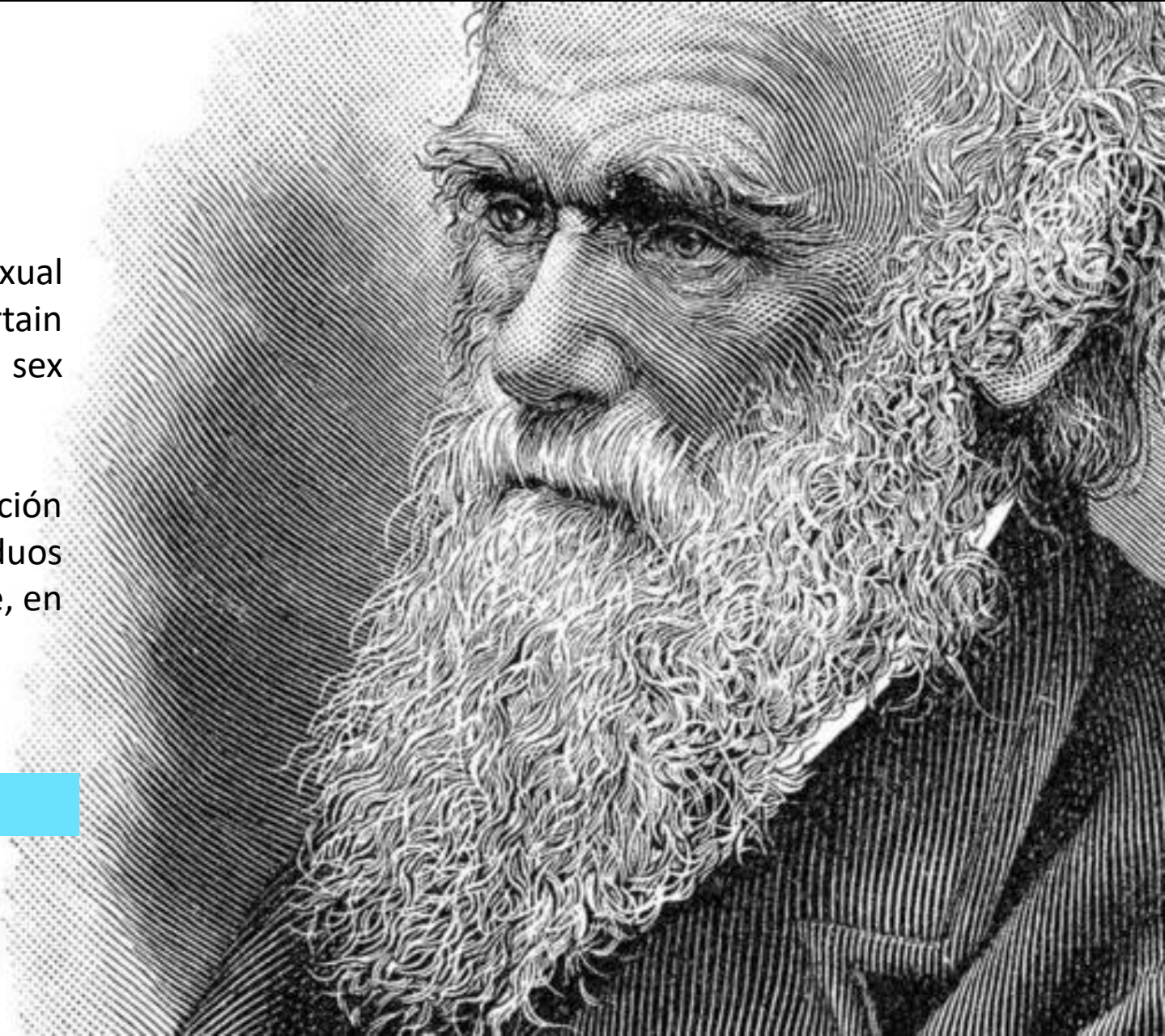
Charles Darwin (1871)

The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex
(El origen del hombre y la selección en relación al sexo)

“That kind of selection, which I have called sexual selection... depends on the advantage which certain individuals have over other individuals of the same sex and species, in exclusive relation to reproduction”

“Esa clase de selección, a la que he llamado selección sexual... depende de la ventaja que ciertos individuos tienen sobre otros individuos del mismo sexo y especie, en relación exclusiva a la reproducción”

La selección sexual es un tipo especial de selección



Selección sexual

Charles Darwin (1871)

La selección sexual es un tipo especial de selección

Selección natural: mecanismo evolutivo que actúa sobre los individuos y genera cambios evolutivos mediante el éxito reproductivo diferencial.

Selección sexual:

mecanismo evolutivo

actúa sobre los individuos **en los caracteres relacionados a la obtención de pareja**

genera cambios evolutivos mediante el éxito reproductivo diferencial



fisiológicos
anatómicos
comportamentales

Proceso especial que modela los mecanismos anatómicos, fisiológicos y de comportamiento que tienen lugar poco antes o al mismo tiempo que el apareamiento y son útiles en el proceso de obtener pareja

Selección sexual

La selección sexual se manifiesta de dos formas

“The sexual struggle is of two kinds; in the one it is between the individuals of the same sex, generally the males, in order to drive away or kill their rivals, the females remaining passive; whilst in the other, the struggle is likewise between the individuals of the same sex, in order to excite or charm those of the opposite sex, generally the females, which no longer remain passive, but select the more agreeable partners”

“La lucha sexual es de dos tipos; en uno es entre los individuos del mismo sexo, generalmente los machos, **para desplazar o matar a sus rivales**, con las hembras manteniéndose pasivas; mientras en el otro, la lucha es también entre individuos del mismo sexo, **para excitar o encantar a aquellos del sexo opuesto**, generalmente las hembras, que ya no permanecen pasivas, sino que **seleccionan las parejas más convenientes**”

- Competencia por las parejas
- Elección de las parejas

Selección sexual

La selección sexual se manifiesta de dos formas

Selección intrasexual

procesos que ocurren entre individuos del mismo sexo

competencia

más frecuentemente entre machos

Selección intersexual

procesos que ocurren entre individuos de diferente sexo

elección de pareja

más frecuentemente hembras eligen

La selección sexual conduce a la evolución de rasgos involucrados en la competencia y elección de pareja

Selección intrasexual

Hay varios tipos de competencia

Competencia por interferencia

Agresión

- Puede implicar luchas/ataques
- Puede resolverse con despliegues sin llegar a ataques

En defensa de:

- Una hembra (ej. harenes)
- Un recurso valorado por la hembra (ej. territorio)

Factor de selección sobre algunos rasgos:

- Tamaño físico
- Armamento (ej. cornamentas)
- Comportamiento agresivo

Competencia sin interferencia

Mecanismos de competencia que no involucran agresión.

Ejemplos más adelante en conflicto sexual.

Selección intersexual

Cortejo

Conjunto de comportamientos previos al apareamiento, que contiene señales informativas



visuales, acústicas, químicas, eléctricas, mecánicas, etc.

Funciones

- Identificar especie, sexo, parentesco, etc
- Atraer potenciales parejas
- Obtener información sobre la calidad de la pareja



“Bailando con los pájaros”

Selección intersexual

La elección de pareja debería aumentar las probabilidades de supervivencia y reproducción de la descendencia

¿cómo?

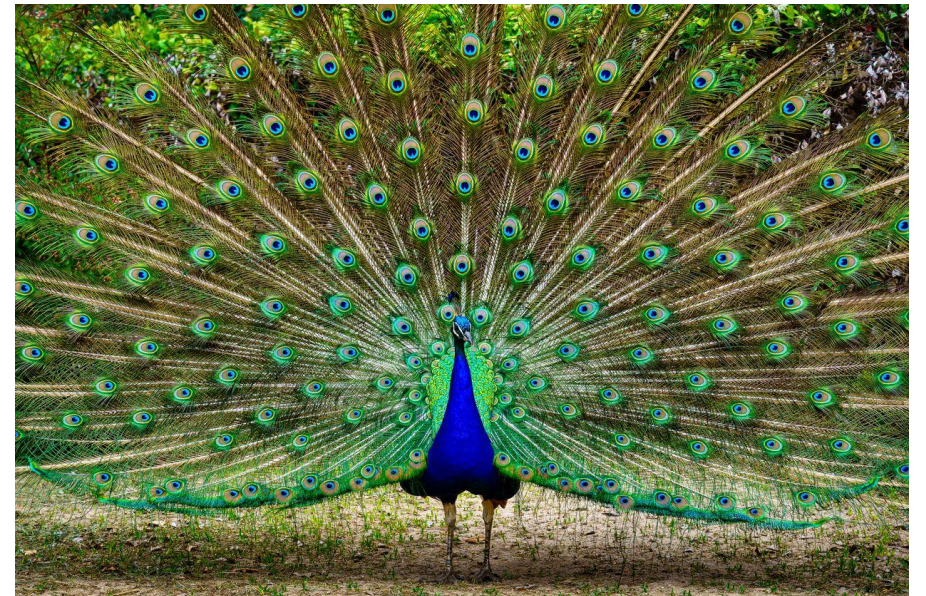
- con mejores recursos: mejor territorio, más/mejor comida, regalos nupciales, etc.
- con mejores genes

elección entre recursos

elección entre pretendientes



Hylobittacus apicalis – mosca colgante



Pavo cristatus - Pavo real

Selección intersexual

Elección entre recursos

Ejemplo: rana toro

Algunos territorios son mucho mejores para la supervivencia de los huevos:

- Son más cálidos (aumenta la velocidad de desarrollo)
- Tienen menos depredación (sanguijuelas)



Hembras eligen a los machos con mejores territorios

También ejemplo de competencia: selección intra e intersexual actuando sobre los mismos rasgos

Machos compiten por el acceso a los mejores territorios



Rana catesbeiana

Selección intersexual

Elección entre pretendientes

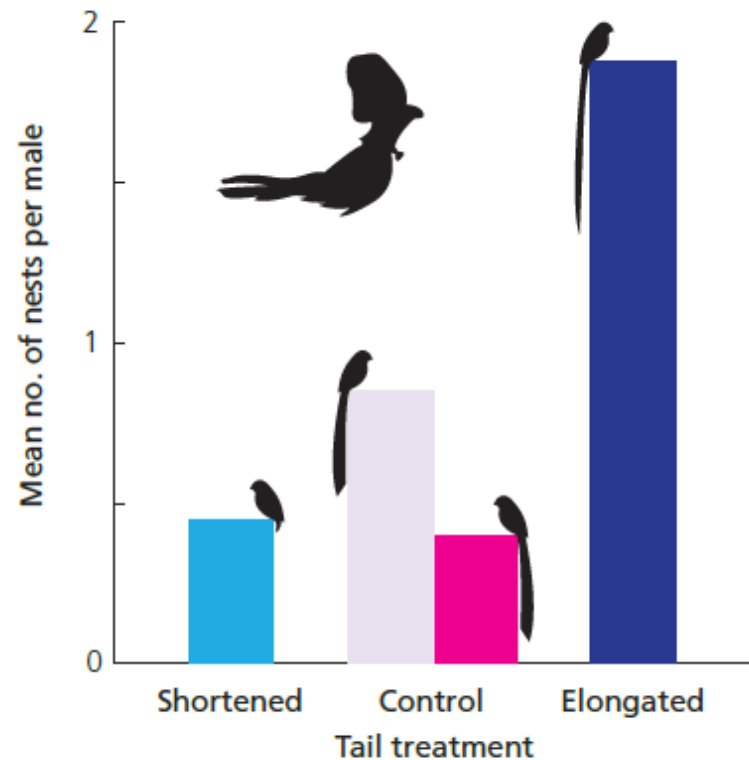
Las hembras suelen elegir sobre determinados rasgos

frecuentemente son ornamentos elaborados
el tamaño suele ser un rasgo importante

Malte Andersson (1982)



Euplectes progne – obispo colilargo



- Las hembras prefieren a los machos de cola más larga
- Ni el cortejo ni la capacidad de retención del territorio fueron afectadas con el tratamiento

La cola no está involucrada en la competencia: rasgo solamente involucrado en selección intersexual

La preferencia por los rasgos elaborados conduce el desarrollo de ornamentos exagerados

¿Cuál es el límite de esos rasgos?

Selección intersexual

¿Por qué las hembras prefieren determinados rasgos?

Principio del hándicap (desventaja) (Amotz Zahavi (1975, 1977))

Los rasgos ornamentados implican una desventaja para los individuos:

- Son costosos energéticamente
- Implican un riesgo extra

Los rasgos elaborados indican la capacidad de un macho para sostener esos rasgos , por lo tanto son indicadores de la calidad genética del macho

Esta hipótesis incluye la interpretación de la resistencia a los parásitos y enfermedades (Bill Hamilton y Marlene Zuk, 1981):

La calidad de los rasgos sexuales secundarios indica el estado de salud, por tanto, resistencia a parásitos y enfermedades (presiones selectivas que varían mucho)



Chlamydera maculata

Davies et al., 2012.



Gasterosteus aculeatus

Selección intersexual

¿Por qué las hembras prefieren determinados rasgos?

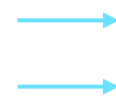
Hipótesis de Fisher – Hipótesis del hijo sexy (Fisher, 1930)

Los rasgos elaborados son elegidos por las hembras únicamente porque son atractivos, no porque sean indicadores de calidad

Un rasgo puede haberse vuelto atractivo porque:

- en algún momento fue una ventaja
- existe un sesgo sensorial

Rasgos que estimulan los sistemas sensoriales. Evolucionaron en un contexto no reproductivo y luego fueron explotados por los machos.



hijos heredarán el rasgo atractivo
hijas heredarán la preferencia por ese rasgo

Resultado: feedback positivo



Gasterosteus aculeatus

Sistemas de apareamiento

Emlen & Oring (1977)

Cómo se consiguen las parejas, cuántas son, y cuál es el sistema de cuidado parental.

“Los sistemas de apareamiento son el resultado del comportamiento de los individuos que compiten tratando de maximizar su éxito reproductivo”

Surgen de:

- La dispersión espacial y temporal de las parejas (que determina qué tan disponibles están)
- “Deserción” de cada sexo (que depende de los costos y beneficios del cuidado parental)

→ Poliginia

- harenes
- leks

→ Promiscuidad

→ Poliandria

→ Monogamia

Sistemas de apareamiento

Poliginia

Un macho se aparea con varias hembras en una estación reproductiva

- El macho defiende recursos, hembras o se agrega en grupos con otros machos para realizar despliegues visuales
- Las hembras realizan todo o casi todo el cuidado parental

→ harenes

Machos monopolizan grupos de hembras. Selección sexual actúa fuertemente en la competencia.



Mirounga angustirostris – elefante marino del norte

- Machos más grandes tienen harenes más grandes
- 5 de 180 machos tienen desde el 48 al 92% de los eventos reproductivos anuales (Le Bouef and Reiter, 1988)

Sistemas de apareamiento

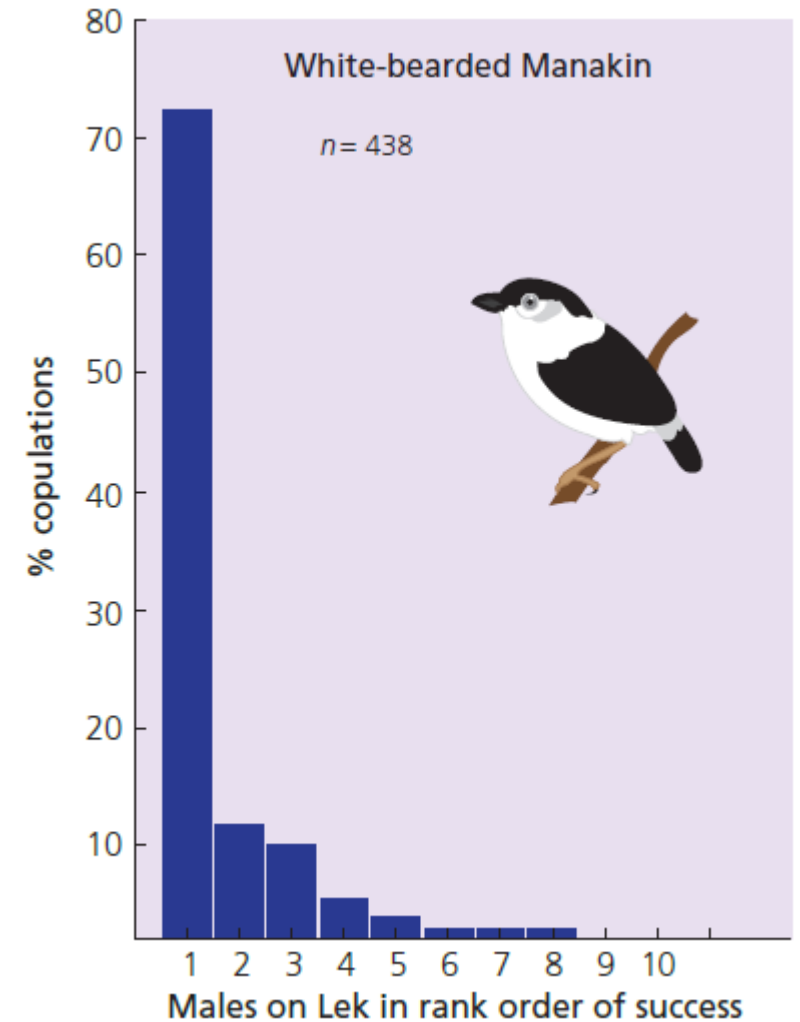
Poliginia

→ leks

Machos se agregan en territorios sin recursos. Compiten por el territorio y realizan despliegues. Hembras son muy selectivas y la diferencia de éxito reproductivo en los machos es muy marcada.



Manacus manacus – saltarín barbiblanco



Sistemas de apareamiento

Poliandria

Una hembra se aparea con varios machos en una estación reproductiva

- El macho realiza la mayoría o todo el cuidado parental
- Puede darse la inversión de roles sexuales

→ Inversión de roles sexuales

Machos eligen, hembras compiten y desarrollan rasgos preferidos.

Aparece en especies en las que:

- las hembras maximizan su éxito reproductivo aumentando el número de apareamientos
- el macho es quien invierte más en el cuidado de las crías: le conviene la selectividad



Actitis macularia – playero manchado

Hembras producen muchos huevos por temporada, gametos no son una limitante, la limitante es incubar. Estrategia: aumentar la cantidad de machos con los que se aparea.

Sistemas de apareamiento

Promiscuidad

Hembras y machos se aparean con varias parejas durante la estación reproductiva

Favorable en ambientes poco estables (cuanto más variabilidad para la progenie, mejor)



Ursus arctos – oso pardo

Sistemas de apareamiento

Monogamia

Se forman parejas que pueden durar una temporada o toda la vida reproductiva

Evoluciona en especies en las que:

- Es muy difícil conseguir pareja
- Las crías requieren más cuidado del que les puede dar un solo parental



Sistema predominante en aves (90 – 95 % de las especies de aves) pero raro fuera de este grupo

- incubación
- alimentación de las crías



Furnarius rufus - hornero

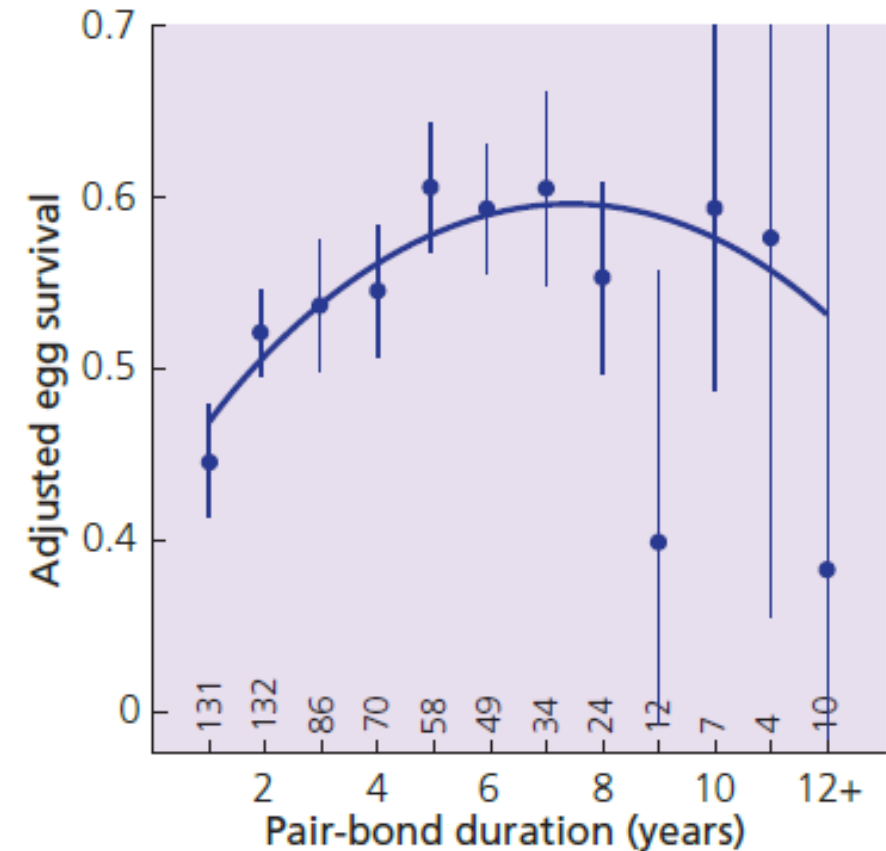
Sistemas de apareamiento

Monogamia

En algunas especies, el éxito reproductivo aumenta en los vínculos de larga duración: mejor coordinación comportamental



Haematopus ostralegus – ostrero euroasiático



Sistemas de apareamiento

Monogamia

¿Qué sucede si la pareja se elige mal?

- Monogamia serial
- Apareamiento extra pareja



Monogamia social y monogamia gamética

- La mayoría de aves monógamas tiene apareamientos extra parejas (25-35% de la paternidad). Tordo sargento: 21 % de la progenie del macho.
- Pueden desarrollarse mecanismos de competencia sin interferencia



Agelaius phoeniceus – tordo sargento

Sistemas de apareamiento

¿Qué pasa cuando la selección sexual no es tan fuerte?

- Las presiones selectivas de ambos sexos son más débiles
- El desarrollo de caracteres sexuales no es tan marcado: es frecuente que no haya dimorfismo sexual.

Los rasgos elaborados y el dimorfismo sexual suelen ser indicadores de una fuerte selección sexual



Furnarius rufus - hornero

Conflicto sexual

Sucede cuando las estrategias óptimas de machos y hembras son diferentes

Genera una coevolución entre estrategias de machos y hembras que inclinen la balanza a favor de cada sexo

Estrategias de los machos

Algunas de estas estrategias son también una forma de competencia (sin interferencia)

→ Cópula forzada



Panorpa sp. – escorpión volador

Recogen regalos nupciales de las telas de arañas

Fuerzan a las hembras cuando no consiguen regalo nupcial

Conflicto: la hembra debe invertir en huevos sin el beneficio del regalo nupcial

Conflicto sexual

→ Custodia de la pareja

Frecuente en especies monógamas con apareamientos extra pareja.

Conflicto: para la hembra es beneficiosa la diversidad de la progenie, para el macho es costoso criar progenie ajena.



Ej: hiurínidos. Golondrina

→ Cópulas repetidas

Los machos “diluyen” así el esperma de otros machos

Frecuente en especies monógamas con apareamientos extra pareja en las que los machos no pueden custodiar.



Agelaius phoeniceus – tordo sargento

Conflicto sexual

→ Remoción o desplazamiento del esperma de otros machos

En especies en las que las hembras almacenan el esperma (espermatecas)



Calopteryx maculata – joya del ébano

→ Distribución del esperma

Los machos deciden cuánto esperma invertir en cada hembra según su preferencia (gallinas con crestas más grandes ponen huevos más grandes) y las condiciones de competencia



Gallus gallus

Davies et al., 2012

Conflicto sexual

→ Tapones

Machos tapan el orificio genital de la hembra luego de aparearse con ella.



Moniliformes dubius

Estos machos acantocéfalos también se aparean con otros machos, llenando sus testículos con su propio esperma

→ Antiafrodisíacos

Los machos rocían a las hembras con sustancias que repelen a otros machos, probablemente asociadas a eventos peligrosos.



Heliconius erato

Conflicto sexual

→ Infanticidio

Machos matan crías cuando no están seguros de su paternidad o si son de otro macho, para favorecer un nuevo período fértil de la hembra. Común en felinos y roedores.



Sula nebouxii

→ Aborto: “El efecto Bruce”

El ingreso de un macho nuevo al grupo induce un aborto en las hembras preñadas, esto disponibiliza a las hembras para un nuevo apareamiento.



Theropithecus gelada - gelada

Conflicto sexual

Estrategias de las hembras

→ Resistencia



Panorpa sp. – escorpión volador

→ Apareamientos extra pareja



Ej: hiurínidos. Golondrina

Conflicto sexual

→ Elección del esperma: a esta elección menos evidente se le llama **elección críptica**



Gallus gallus

Davies et al., 2012

Expulsión del esperma del macho no preferido ante cópula forzada

(a)

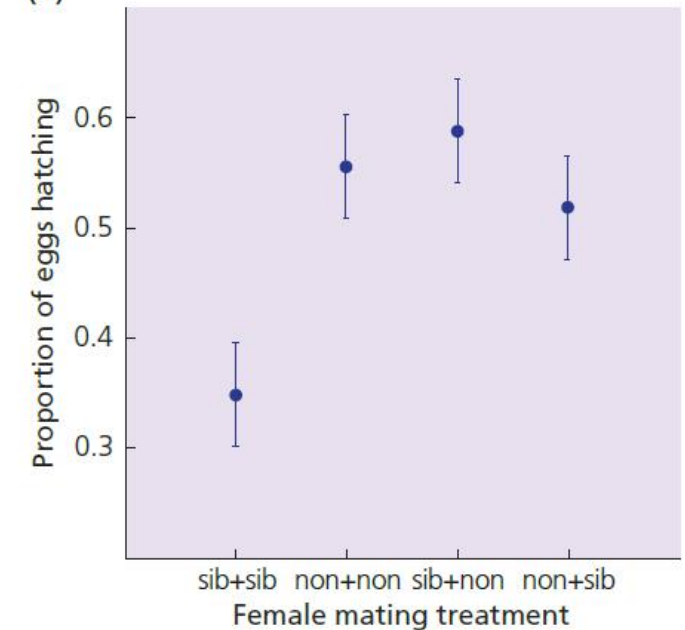


Gryllus bimaculatus

Hembra elige con qué esperma fecundar sus óvulos: evita el esperma de sus hermanos

Tregenza y Wedell (2002)

(b)



Davies et al., 2012.

Plasticidad de la selección sexual

- Hembras eligen, machos compiten
- Hay otras estrategias: por ejemplo, reversión de roles sexuales en poliandría

→ Esas no son las únicas estrategias:

- Los machos también eligen en sistemas no poliándricos
- Las hembras también compiten en sistemas no poliándricos
- Existe la elección mutua

→ Además las preferencias no son estáticas en el tiempo, dependen de:

- Expectativa de vida
- Proporción de sexos aptos para la reproducción (OSR)
- Condiciones ecológicas
- Condiciones sociales

Incluso, a veces, hasta es adaptativo hibridar...

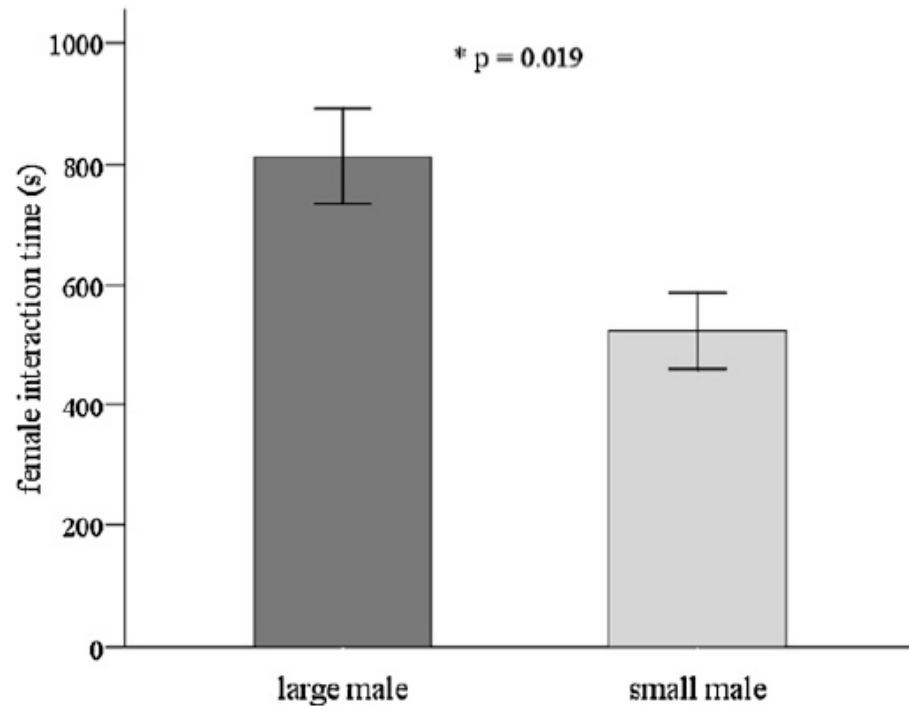
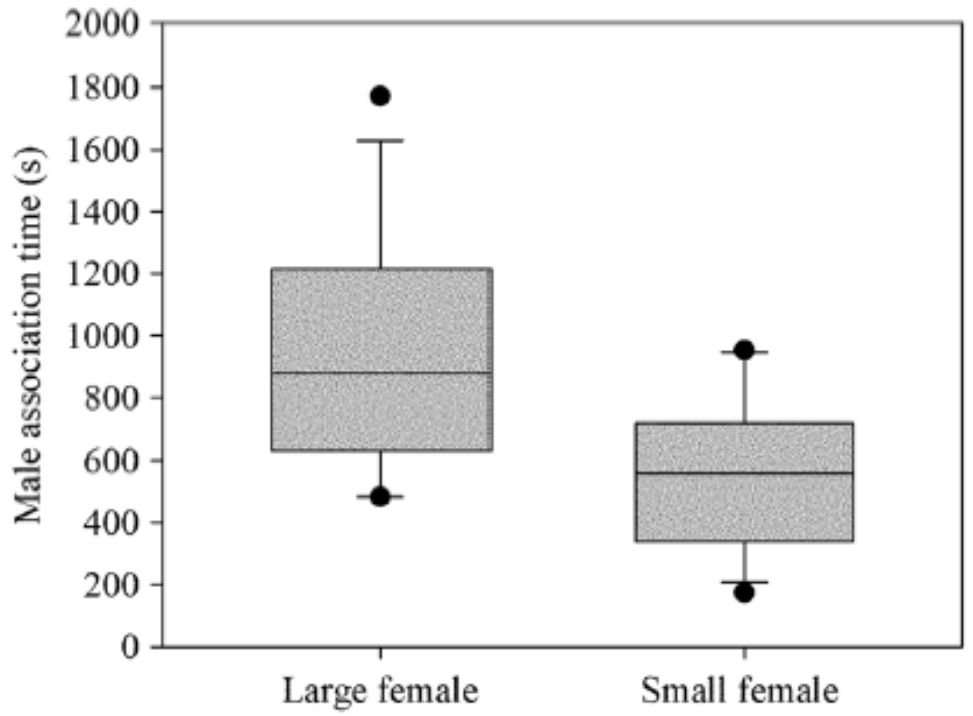
Lo que siempre está por detrás de las estrategias es la maximización del éxito reproductivo de los individuos **porque la selección sexual las favorece**

La maximización del éxito reproductivo de los individuos dependerá de muchos factores

Plasticidad de la selección sexual

El ejemplo nativo: *Garcialebias reicherti* y *G. charrua*

- Ambos sexos tienen preferencias



Plasticidad de la selección sexual

El ejemplo nativo: *Garcialebias reicherti* y *G. charrua*

- Las preferencias son plásticas (OSR, expectativa de vida)

→ Hembras pierden preferencia por machos grandes al final de la temporada

→ Hembras pierden preferencia por machos Homoespecíficos al final de la temporada y cuando hay alto riesgo de desecación

Lo que siempre está por detrás de las estrategias es la maximización del éxito reproductivo de los individuos (porque la selección sexual las favorece)

