



Teorías de evolución II, Selección Sexual y Familiar

Especies con reproducción
asexuada y sexual.

Selección intra- e
intersexual.

Altruismo. Principio de
Hamilton



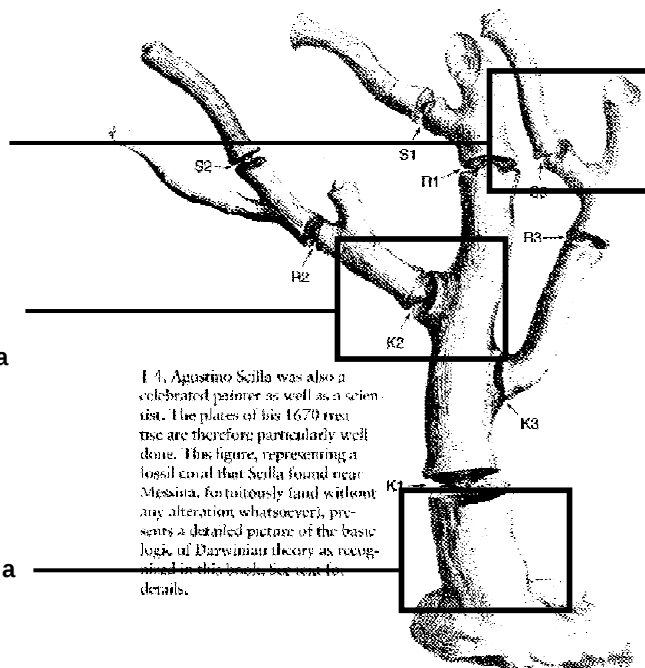
Dr. Germán Manríquez

CORTEJO componentes
biológicos que lo
sustentan

SELECCION NATURAL
Diferencial en
Reproducción y sobrevivencia

SELECCIÓN SEXUAL
Diferencial en Cortejo,
cópula y fusión de
gametos

EVOLUCION Proceso de
cambio con modificación a
partir de un ancestro en
común



Especies con reproducción asexual

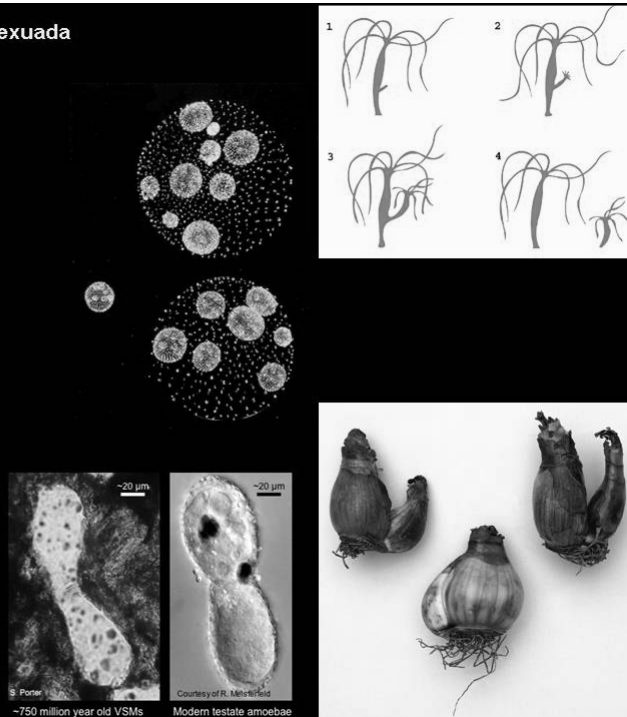
Componentes selectivos:

Sobrevida: muy baja

Reproducción: sobrefecundidad muy alta (carácter clonal).

Agametogamia: no hay fusión de gametos

Ampliamente representado en Bacteria, Cnidaria (hidras) y Plantae



Especies con reproducción sexual

Componentes selectivos:

Sobrevida: alta

Reproducción: sobrefecundidad en general, baja. Gametogénesis, con fusión de gametos

Ampliamente representado en Plantae y Animalia

Ventajas_ Aumento variación ya existente /meiosis/



DIMORFISMO SEXUAL

Los miembros de un sexo difieren fenotípicamente de los miembros del otro sexo

Las diferencias se detectan a nivel individual y poblacional

Operacionalmente se define a nivel celular como anisogamia: formación de gametos diferenciados en forma y tamaño.

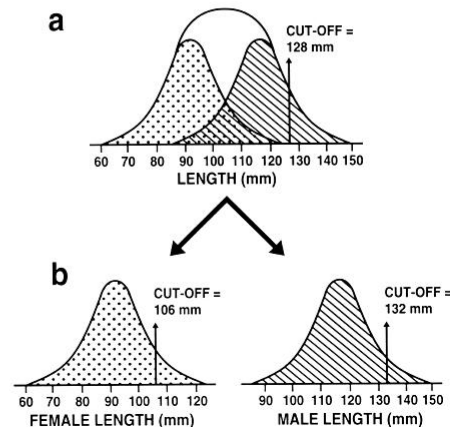
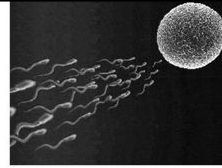
La anisogamia es una condición necesaria, aunque no suficiente del dimorfismo sexual

Ventajas selectivas de la anisogamia: gametos pequeños menor costo energético en producirlos, gametos grandes mayor costo, pero lleva aparejado mayores nutrientes.

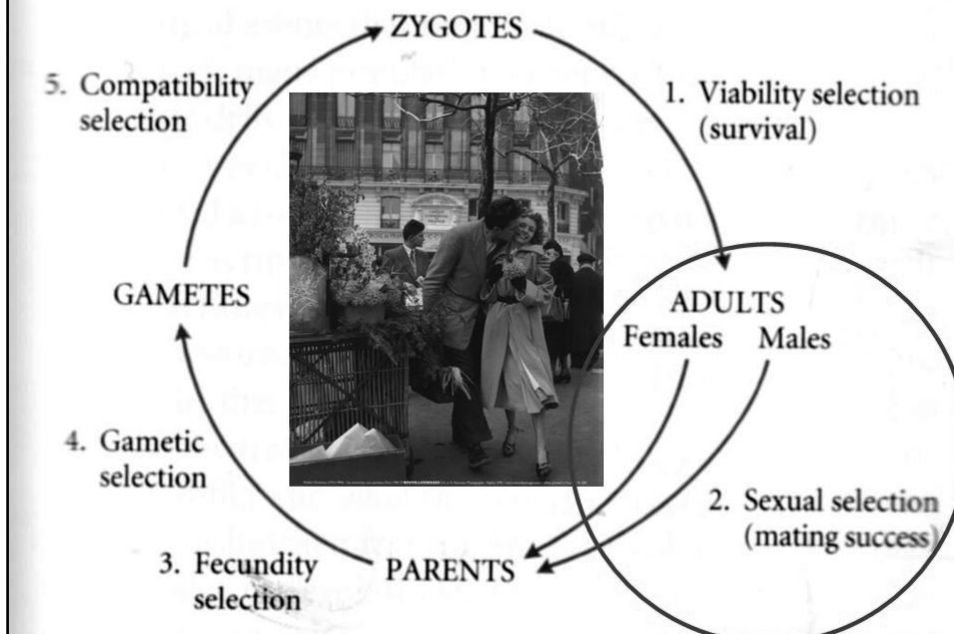
La probabilidad de supervivencia de un cigoto formado de la fusión de anisogametos es mayor que la de uno formado de isogametos

El fitness de ambos sexos es equivalente sólo cuando la proporción de sexos en la población es 1:1

ANISOGAMIA COMO RESULTADO DE SELECCIÓN DISRUPTIVA



NIVELES DE SELECCIÓN: Desde la perspectiva de la ontogenia de los individuos, la selección sexual es un nivel en el que ocurre la selección natural



Definiciones del concepto

"La selección sexual depende de las ventajas que unos individuos tienen sobre otros del mismo sexo y especie, desde el solo punto de vista de la reproducción"

"La creencia en el poder de la selección sexual se funda principalmente en el hecho de que ciertos caracteres están confinados a un sexo, y esto hace probable que en la mayoría de los casos estén relacionados con el acto de reproducción sexual"

Ch. Darwin, 1871 "El Origen del hombre y la selección en relación al sexo"

Sexual selection "...depends not on a struggle for existence, but on a struggle between the males for possession of the females; the result is not death to the unsuccessful competitor, but few or no offspring" (Darwin, 1859, p.136).



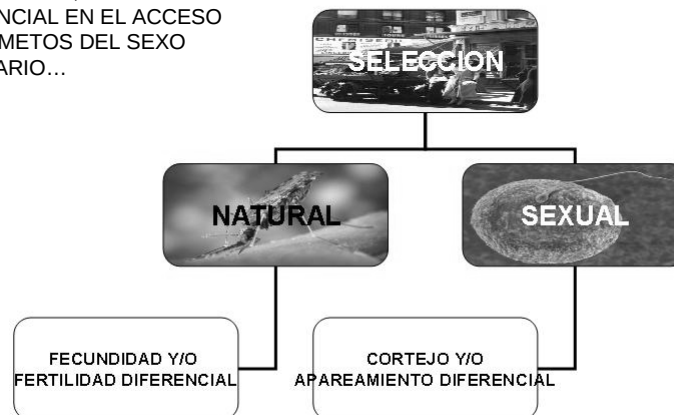
Trogon viridis

EN RESUMEN, **SELECCIÓN NATURAL** SE REFIERE TANTO A LA SOBREVIVENCIA DIFERENCIAL COMO AL ÉXITO REPRODUCTIVO DIFERENCIAL RESULTANTE DE LA VARIACIÓN EN LAS TASAS DE FECUNDIDAD Y/O FERTILIDAD, FLUJO DE GENES NO AZAROSO DEBIDO A DIFERENCIAS EN EL ÉXITO REPRODUCTIVO RELATIVO DE LOS INDIVIDUOS

POR **SELECCIÓN SEXUAL** VAMOS A ENTENDER...

ÉXITO REPRODUCTIVO DIFERENCIAL RESULTANTE DE LA VARIACIÓN EN LA CAPACIDAD DE CORTEJO Y APAREAMIENTO. FLUJO DE GENES NO AZAROSO DEBIDO A DIFERENCIAS EN EL ÉXITO DE OBTENER PAREJA

Y FINALMENTE, ÉXITO DIFERENCIAL EN EL ACCESO A LOS GAMETOS DEL SEXO CONTRARIO...



Planteamiento del problema

El principio de selección natural no explica adecuadamente:

Asimetría de los caracteres sexuales secundarios en machos respecto de las hembras

Eventual selección en contra de los caracteres dimórficos, por no contribuir a la sobrevivencia



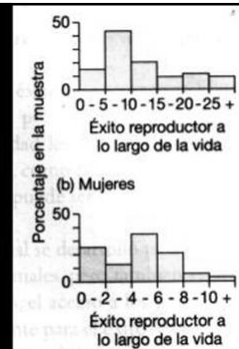
Asimetría en la reproducción sexual

Selección diferencial dependiente del sexo del individuo.

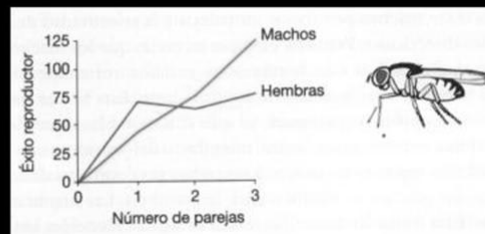
Los huevos (la preñez) son energéticamente más costosos que los espermatozoides contenidos en un eyaculado.

El eventual éxito de la hembra está limitado por el número de huevos (embarazos) que pueda producir, pero no por el número de machos con los que pueda aparearse.

La disponibilidad de pareja es un factor limitante en general para el macho, aunque no para la hembra.

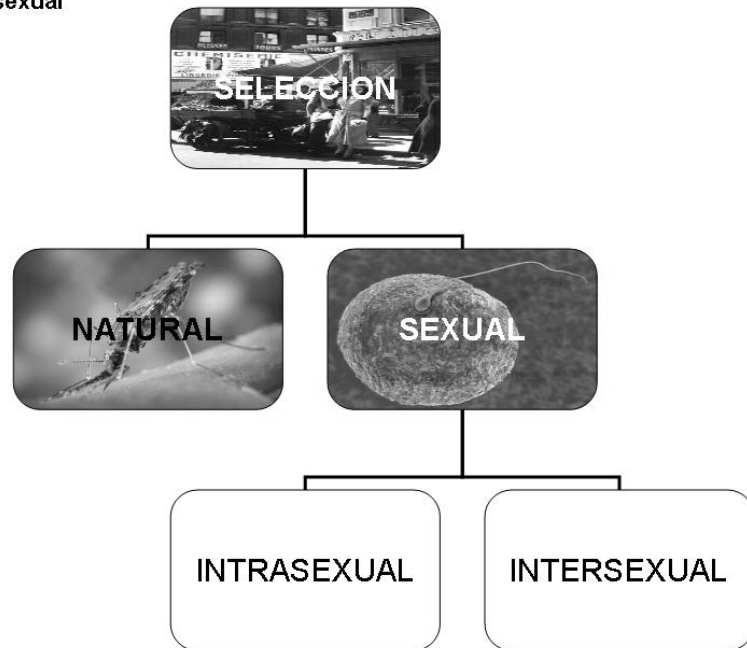


Borgerhoff, 1988



Bateman, 1948

Componentes de la selección sexual

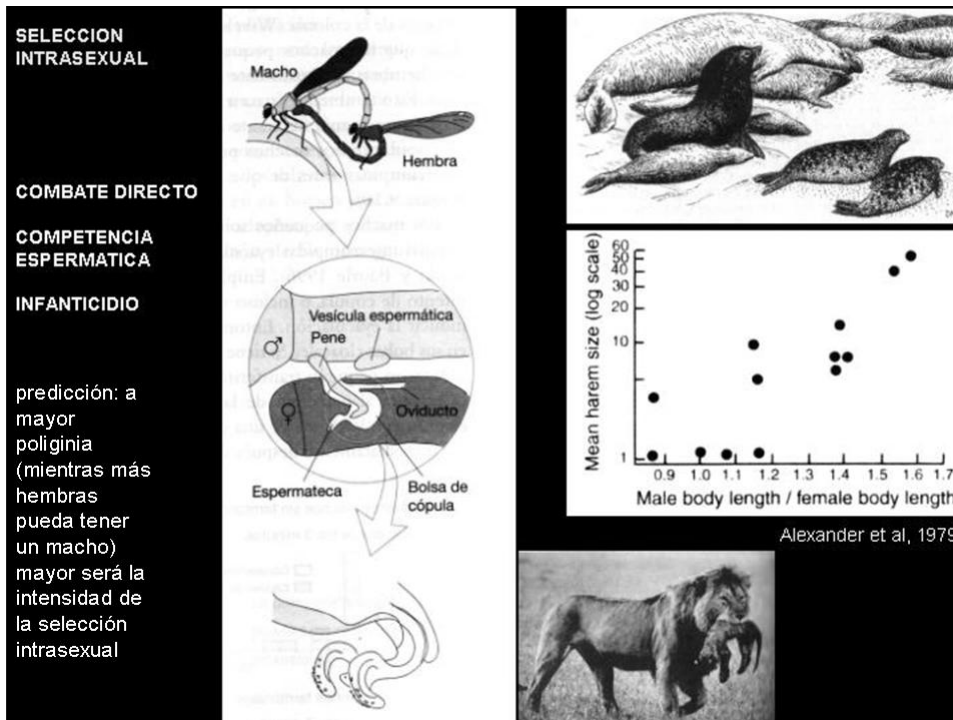


SELECCION INTRASEXUAL

"El mayor tamaño y fuerza (...) más grandes en el hombre que en la mujer, fueron adquiridos en los tiempos primitivos, yendo en aumento sucesivo después, principalmente a causa de sus luchas con los machos rivales por la posesión de las hembras"

Ch. Darwin "El Origen del hombre y la selección en relación al sexo"





SELECCIÓN SEXUAL

A NIVEL CELULAR

Medio ácido de la vagina

Motilidad espermática y funcionamiento del flagelo

Respuesta del sistema inmune femenino a presencia de espermatozoides (desarrollo de inmunodepresores presentes en el semen)

...A NIVEL DEL INDIVIDUO (marcadores de adecuación biológica o fitness)

Fenotipos morfológicos o conductuales que aseguran la obtención de recursos y/o que evitan infecciones o parásitos

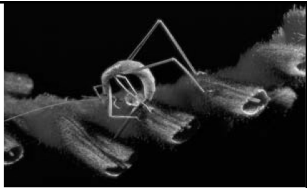
Marcadores de fitness de alto costo energético (territorialidad, ornamentación y aspecto corpora, indicadores de mayores niveles de testosterona)

Simetría del eje bilateral (Asimetría fluctuante)

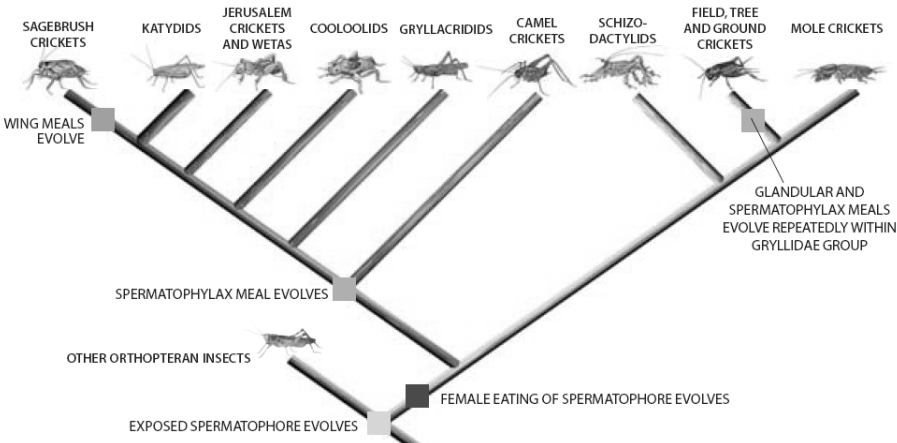
Cuidado de las crías por el macho (conductas "femeninas")

Aguilera et al (2005)
Seasonal variations in the heterologous binding of viscacha spermatozoa. A scanning electron microscope study BIOCELL 29(3): 243-251

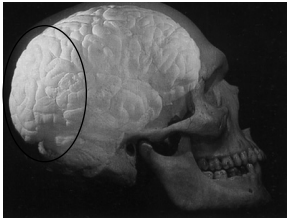
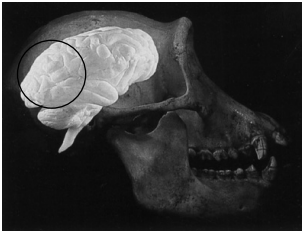
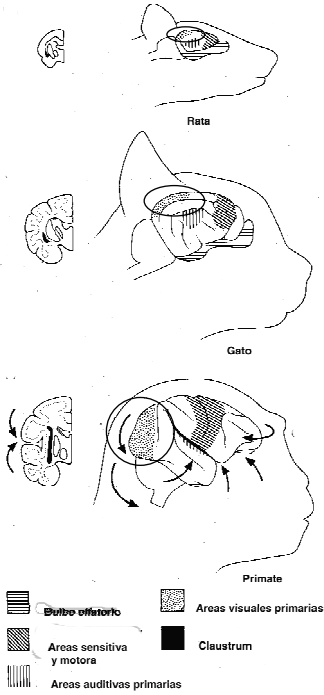
Evolución del regalo nupcial y disminución de conducta espermófaga de la hembra



SPERMATOPHYLAX, a food bag transferred with the sperm, is the most common gift among katydids (Tettigonidae) and related crickets. Shown eating one is an Australian pollen katydid (*Kawanaphila nartee*).



ROL DEL DESARROLLO DE LA CORTEZA VISUAL EN LAS CONDUCTAS DE CORTEJO Y COPULA



Female choice en
Primates:

tamaño testicular y
numero de
gametos
masculinos
potencialmente
disponibles

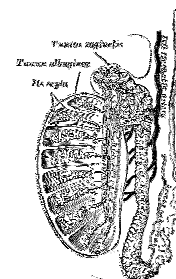
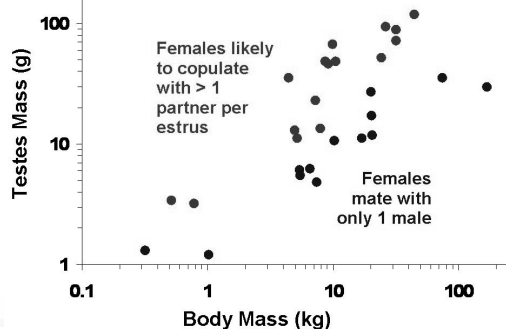
TABLE 12-1
Testis size and sperm count in Hominoidea

The data suggest that sperm competition is most intense in chimpanzees and least intense in gorillas, a conjecture in accord with accounts of mating behavior in the field. Semen samples for the great apes were collected by electroejaculation.

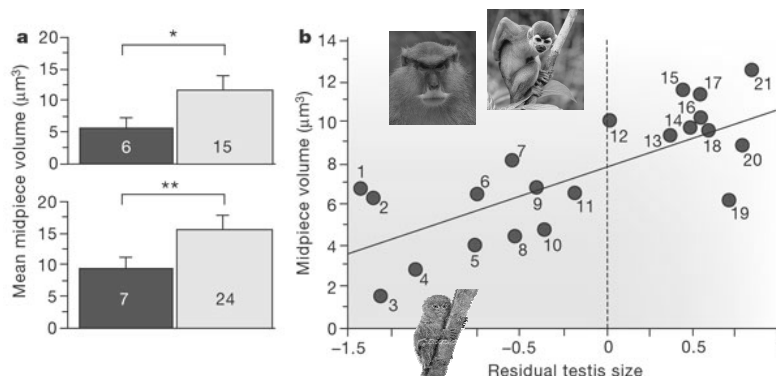
	Approximate weight of testes of mature male		Approximate number of sperm per ejaculate
	Grams	(% of body weight)	
Chimpanzee	120	0.3	60×10^7
Man	25-50	0.04-0.08	25×10^7
Orangutan	35	0.05	7×10^7
Gorilla	35	0.02	5×10^7

Source: After Short, 1981 [566]; Warner *et al.* 1974 [651].

Primate Species: Sexual Selection



Sperm competition: Motility and the midpiece in primates Matthew J. Anderson and Alan F. Dixson Nature 416, 496 (4 April 2002)



a, Comparison of sperm midpiece volume in primates with single-partner (black bars) or multiple-partner (white bars) mating systems at the genus level (top) and the species level (bottom; after comparative analysis of independent contrasts, CAIC). Numbers in bars show sample sizes (number of animals). Asterisk denotes $P < 0.01$; double asterisk denotes $P < 0.05$ (tablewide α -values maintained by sequential Bonferroni corrections). One hundred sperm from each of 106 specimens were measured at $1,000\times$ magnification using a light-refractive microscope, a digital camera and Image NIH for Apple Macintosh. Midpiece volume was estimated using the formula for calculating the volume of a cylinder ($\text{midpiece width}^2 \times \text{midpiece length}$). **b**, Midpiece volume (μm^3) in relation to relative testis size in 21 primate genera ($y = 2.55x + 7.52$; $P < 0.0001$). 1, *Gorilla*; 2, *Erythrocebus*; 3, *Callithrix*; 4, *Hylobates*; 5, *Pongo*; 6, *Theropithecus*; 7, *Saimiri*; 8, *Cebus*; 9, *Galago*; 10, *Homo*; 11, *Cercopithecus*; 12, *Lophocebus*; 13, *Mandrillus*; 14, *Pygathrix*; 15, *Lemur*; 16, *Eulemur*; 17, *Papio*; 18, *Nycticebus*; 19, *Microcebus*; 20, *Pan*; 21, *Macaca*.

SELECCION INTERSEXUAL EN
HUMANOS: THE FEMALE CHOICE AND
PARENTAL INVESTMENT MODEL (Trivers,
1972)

Caracteres seleccionados positivamente
por la hembra (vertebrados en general):

- Mayor diversidad de coloración
- mayor duración del canto
- mayor ornamentación

Humanos, respecto de
conducta de
apareamiento ¿Aves o
mamíferos?



**Peacocks, Picasso, and parental
investment: The effects of romantic
motives on creativity.**

By Griskevicius, Vladas; Cialdini, Robert B.;
Kenrick, Douglas T. 2006. *Journal of
Personality and Social Psychology* 91(3): 63-
76.

Four experiments explored the **effects of mating motivation on creativity**. Even without other incentives to be creative, romantic motives enhanced creativity on subjective and objective measures. For **men**, **any cue designed to activate a short-term or a long-term mating goal increased creative displays**; however, **women displayed more creativity only when primed to attract a high-quality long-term mate**. These creative boosts were unrelated to increased effort on creative tasks or to changes in mood or arousal. Furthermore, results were unaffected by the application of monetary incentives for creativity. These findings align with the view that creative displays in both sexes may be linked to sexual selection, qualified by unique exigencies of human parental investment.




Primates:

¿conducta de cortejo aviar o mamífera?

Criterios de comparación:

- tipo de cortejo predominante (visual u olfatorio?),
- aislamiento reproductivo (pre o postcigoto?),
- canto (simple, complejo?),
- cuidado de las crías (vagilidad, tiempo dedicado),
- desarrollo corteza visual.

Criterio de contrastación de la hipótesis: grado de correlación entre estas conductas y desarrollo de la corteza visual

Atributo/estado	Cortejo (visual, olfatorio)	Aislamiento reproductivo (precigoto, postcigoto)	Canto (simple, complejo)	Cuidado de las crías (vagilidad, tiempo dedicado)	Desarrollo corteza visual (dorsal reptiliana o lateral)
Aves	1	1	1	1	1
Primates	1	1	1	1	1
Ungulados	0	0	0	0	0
Anfibios	1	0	1	0	0



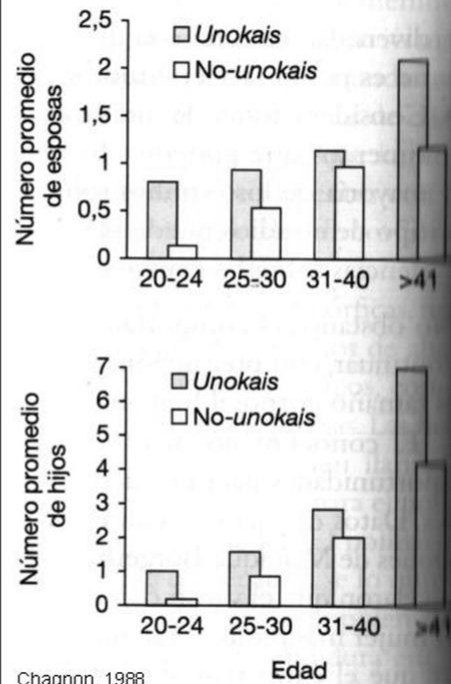
```

graph TD
    Aves --- Node1
    Primates --- Node1
    Node1 --- Node2
    Node2 --- Node3
    Node3 --- Node4
    Node4 --- Node5
    Node5 --- Node6
    Node6 --- Node7
    Node7 --- Node8
    Node8 --- Node9
    Node9 --- Node10
    Node10 --- Node11
    Node11 --- Node12
    Node12 --- Node13
    Node13 --- Node14
    Node14 --- Node15
    Node15 --- Node16
    Node16 --- Node17
    Node17 --- Node18
    Node18 --- Node19
    Node19 --- Node20
    Node20 --- Node21
    Node21 --- Node22
    Node22 --- Node23
    Node23 --- Node24
    Node24 --- Node25
    Node25 --- Node26
    Node26 --- Node27
    Node27 --- Node28
    Node28 --- Node29
    Node29 --- Node30
    Node30 --- Node31
    Node31 --- Node32
    Node32 --- Node33
    Node33 --- Node34
    Node34 --- Node35
    Node35 --- Node36
    Node36 --- Node37
    Node37 --- Node38
    Node38 --- Node39
    Node39 --- Node40
    Node40 --- Node41
    Node41 --- Node42
    Node42 --- Node43
    Node43 --- Node44
    Node44 --- Node45
    Node45 --- Node46
    Node46 --- Node47
    Node47 --- Node48
    Node48 --- Node49
    Node49 --- Node50
    Node50 --- Node51
    Node51 --- Node52
    Node52 --- Node53
    Node53 --- Node54
    Node54 --- Node55
    Node55 --- Node56
    Node56 --- Node57
    Node57 --- Node58
    Node58 --- Node59
    Node59 --- Node60
    Node60 --- Node61
    Node61 --- Node62
    Node62 --- Node63
    Node63 --- Node64
    Node64 --- Node65
    Node65 --- Node66
    Node66 --- Node67
    Node67 --- Node68
    Node68 --- Node69
    Node69 --- Node70
    Node70 --- Node71
    Node71 --- Node72
    Node72 --- Node73
    Node73 --- Node74
    Node74 --- Node75
    Node75 --- Node76
    Node76 --- Node77
    Node77 --- Node78
    Node78 --- Node79
    Node79 --- Node80
    Node80 --- Node81
    Node81 --- Node82
    Node82 --- Node83
    Node83 --- Node84
    Node84 --- Node85
    Node85 --- Node86
    Node86 --- Node87
    Node87 --- Node88
    Node88 --- Node89
    Node89 --- Node90
    Node90 --- Node91
    Node91 --- Node92
    Node92 --- Node93
    Node93 --- Node94
    Node94 --- Node95
    Node95 --- Node96
    Node96 --- Node97
    Node97 --- Node98
    Node98 --- Node99
    Node99 --- Node100
  
```

SELECCION INTRASEXUAL E INTERSEXUAL EN HUMANOS

"Los hombres más fuertes y vigorosos - aquellos que mejor podían defender a sus familias y cazar más, aquellos que estaban provistos de armas más perfectas (...) - lograrían criar mayor número de descendientes que los otros individuos de la tribu (...) No cabe duda tampoco que tales hombres pudieron escoger mejor las mujeres más atractivas"

Ch. Darwin "El Origen del hombre y la selección en relación al sexo"



Reproductive Success of *Unokais* and Non-*Unokais* as of 1987

Ages	<i>Unokais</i>			Non- <i>unokais</i>		
	<i>n</i>	Number of offspring	Average number of offspring	<i>n</i>	Number of offspring	Average number of offspring
20-24	5	5	1.00	78	14	0.18
25-30	14	22	1.57	58	50	0.86
31-40	43	122	2.83	61	123	2.02
>41	75	524	6.99	46	193	4.19
Total	137	673	4.91	243	380	1.59

Source: Chagnon, 1988: 989

Altruismo. Principio de Hamilton

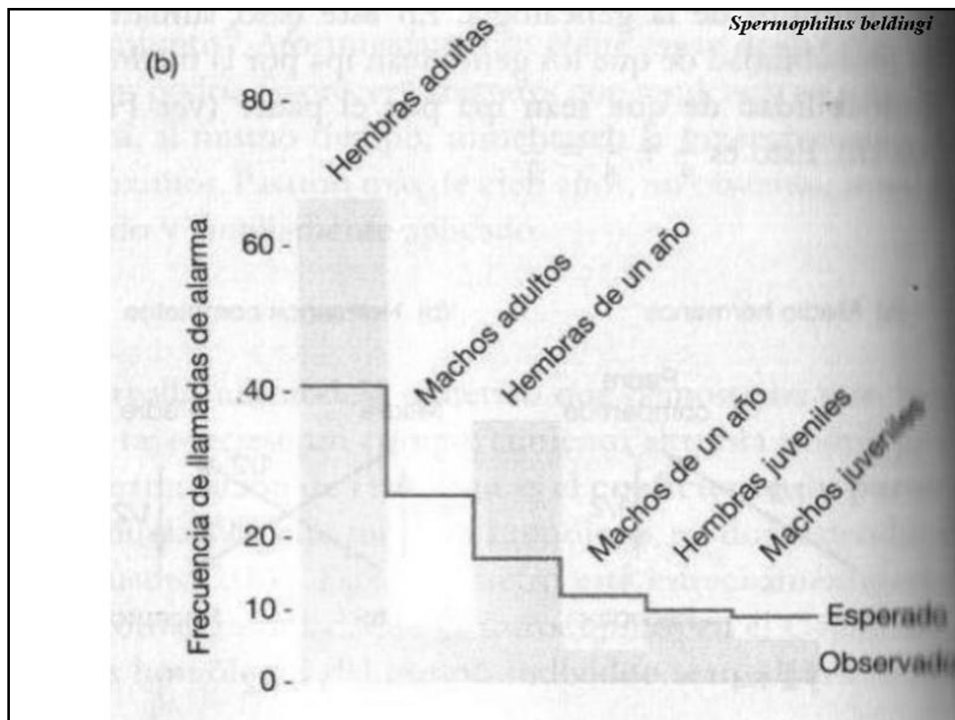
Hembras más emparentadas entre sí que los machos

Hembras detectan el peligro y avisan más frecuentemente que los machos

Lo hacen con mayor frecuencia cuando hay familiares cercanos en el grupo



El comportamiento altruista favorece al grupo de familiares



¿Cómo explicar la conducta altruista?

Regla de Hamilton

Definición de fitness inclusivo

$F_{\text{inclusivo}} = F_{\text{directo}} + F_{\text{indirecto}}$

$$Br - C > 0$$

Predicción: El altruismo favorece el aumento del fitness indirecto

Selección familiar, no sólo individual!

Pero, ¿un alelo que favorece el altruismo, puede propagarse sin no da beneficio directo al portador?

Sí, siempre y cuando se cumpla la regla de Hamilton!

El fitness inclusivo tiene un papel evolutivo cuando los familiares alcanzan un mayor éxito reproductivo que si estuvieran solos

$$Br - C > 0$$

Condición de Selección familiar

$$F_{\text{indirecto}} \gg F_{\text{directo}}$$

Conflicto padres/hijos

Dialéctica del destete

para el hijo

$r = 1$ para un descendiente respecto de su fitness individual

$r = 0.5$ respecto de sus hermanos

para los padres

$r = 0.5$ (los queremos a todos por igual, porque propagan nuestros genes!)

Predicción:

Cada descendiente demandará un mayor cuidado parental para sí mismo
que para con sus hermanos