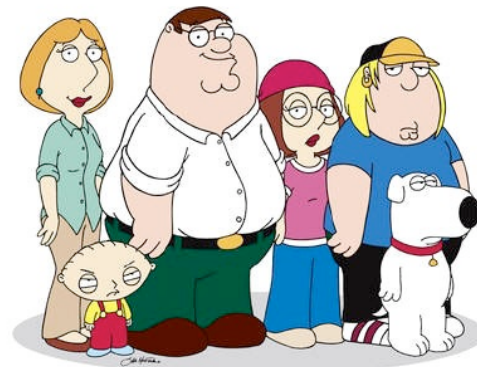
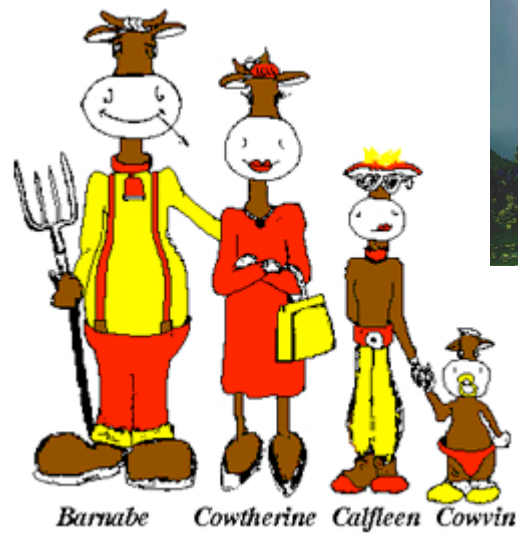


FITNESS



Definición de Fitness (según R. Dawkins)

Histórico: The fittest individuals would be those with the keenest eyes, the strongest muscles, the sharpest ears, the swiftest reflexes - a definition close to everyday usage, physical fitness

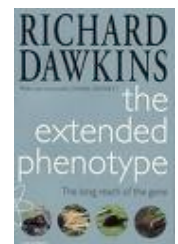
Genotípico: May be regarded as a measure of the number of offspring that a typical individual of genotype Aa is expected to bring up to reproductive age.

Individual: Fitness is a property of an individual organism, often expressed as the product of survival and fecundity.

Inclusivo: Calculated from an individual's own reproductive success plus his effects on the reproductive success of his relatives, each one weighed by the appropriate coefficient of relatedness.

Personal: Personal fitness focuses on the effects that the individual's relatives have on his or her fitness.

R. Dawkins 1982. The extended phenotype

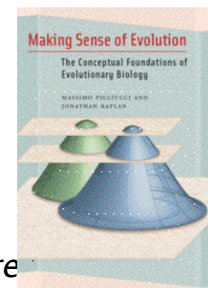


Definición de Fitness (según M. Pigliucci y J. Kaplan)

Informal (=Individual): La relación entre un(os) rasgo(s) y algunos procesos físicos

Vernacular: La propensión global de un organismo particular a reproducirse exitosamente.

Formal: La diferencia respecto a 1 en la razón de la tasa de crecimiento de parte de la población dividida en base a algún rasgo fenotípico. Este fitness es predictivo.

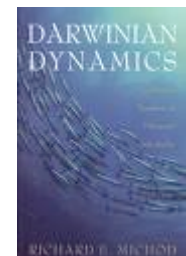


Definición de Fitness (según R.E. Michod)

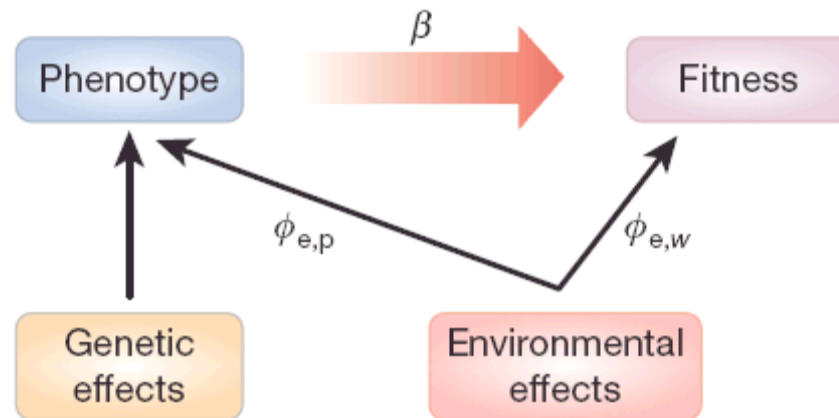
La contribución (esperada) de genes que hace un individuo a la(s) siguiente(s) generación(es)

El número (esperado) de su progenie que está representada en la(s) siguiente(s) generación(es)

R. E. Michod 1999. Darwinian dynamics



Fitness sólo tiene sentido cuando se relaciona con fenotipo



Box 1 Figure | Genetic and environmental effects on fitness.

Fitness puede entenderse como el resultado de la diferencia entre organismos en rasgos fenotípicos y, por lo tanto, en características genéticas.

Fitness sólo tiene sentido cuando se relaciona con fenotipo

Fitness depende del funcionamiento (=desempeño) y/o condición de los organismos, que a su vez depende del fenotipo

Por ello, una aproximación mecanicista al estudio de la eficacia requiere del análisis del funcionamiento o desempeño de los organismos, y de las características fenotípicas que determinan este desempeño.

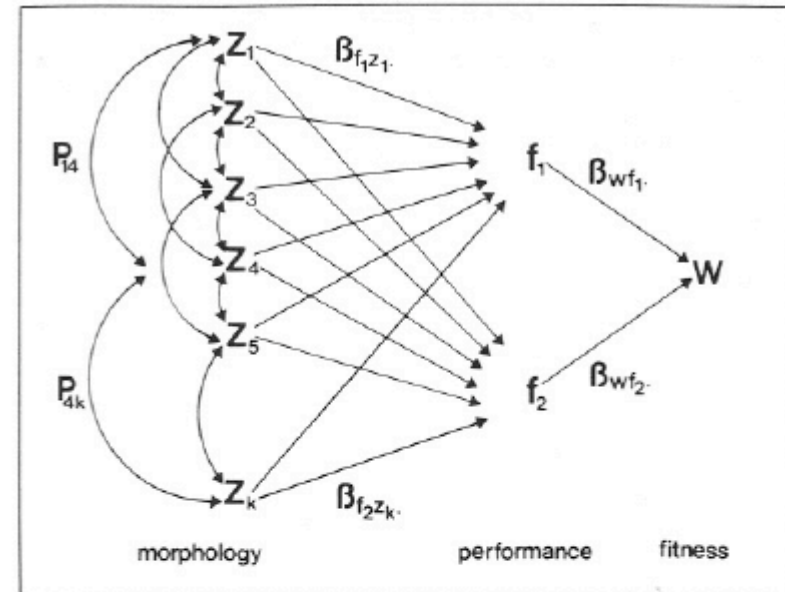


FIG. 3. The statistical relationships between morphology, performance and fitness can be represented with a path diagram. The morphological characters, z_1, z_2, \dots, z_5 , are illustrated in Figure 2; z_k is some other character such as overall body size. The phenotypic covariances between these characters are represented by double headed arrows. For example P_{14} is the covariance between z_1 and z_4 . The two performance variables, f_1 and f_2 , represent ability to swallow two different kinds of prey. Relative fitness is represented by the symbol w . For simplicity here and in Figure 4, arrows indicating residual influences on performance and fitness are not shown.

Características del concepto “Fitness”

1) Dos principales problemas rodean a este concepto:

- a) a qué nivel de organización se manifiesta (gen, genotipo, individuo, rasgo).
- b) cómo se cuantifica.

2) La definición de eficacia se hace más difícil porque la teoría evolutiva entiende fitness como una cantidad probabilística (probabilidad=frecuencia realizada sólo para poblaciones infinitas).

3) Eficacia en un contexto evolutivo tiene significado **sólo cuando lleva asociado un diseño** que propicia o determina dicha eficacia. Medir diferencia entre individuos en eficacia de forma abstracta no tiene sentido.

4) Eficacia es una propiedad que se posee en virtud de la morfología, comportamiento, fisiología o cualquier otra causa fenotípica. En este caso, eficacia no es sólo un atributo de individuo, sino de diseño particular, ni siquiera de clase de individuos. **Fitness de rasgo, alelo o estrategia.**

5) Eficacia es el resultado de confrontar este fenotipo con el ambiente donde vive el organismo. Es un concepto **específico de un ambiente determinado.**

Fitness relativo *versus* absoluto

Eficacia absoluta: Número esperado de descendientes total que deja cada individuo. W_i

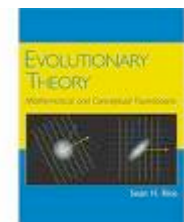
Eficacia relativa: Número de descendientes en relación a los demás conespecíficos. w_i

$$w_i = \frac{W_i}{\bar{W}}$$

Usar eficacia absoluta puede tener más significado biológico porque conecta la teoría evolutiva con la teoría ecológica del crecimiento poblacional

Usar eficacia relativa conlleva el surgimiento de dos propiedades intrínsecas del fitness:

- a) Eficacia es específica de un ambiente determinado, ya que sólo sirve en el contexto de la población de estudio.
- b) La existencia de variación entre individuos adquiere un valor primordial en todas las argumentaciones evolutivas.



Cuantificación de Fitness

Teóricamente, fitness es una medida relativa del desempeño relativo de un alelo, rasgo o estrategia

- 1) **Exito Reproductivo Global** (Lifetime Reproductive Success, LRS): Numero de descendientes que una clase de individuos deja a lo largo de su vida.
 - I. Dificultad en recolectar suficientes datos para satisfacer los presupuestos a largo plazo de los modelos teóricos.
 - II. Variación sustancial en tiempo de generación entre cohortes e individuos en especies iteróparas.
 - III. Incapacidad de corregir variación ambiental y ecológica durante la vida de un organismo que puede afectar a su funcionamiento en un estado fenotípico o genotípico concreto.

- 2) **Tasa Reproductiva Neta** (R_0): Bajo esta definición, fitness no es sólo fecundidad sino fecundidad promediada por supervivencia.

$$R_0 = \sum l_x m_x \Rightarrow \begin{cases} l_x = \text{supervivencia} \\ m_x = \text{fecundidad} \end{cases}$$

El crecimiento de un geno(tipo) en un tiempo t concreto viene dado por la fórmula:

$$N_t = R_0^t N_0$$

Cuantificación de Fitness

- 3) **Parámetro maltusiano** (r , m): Tasa de crecimiento poblacional de un geno(tipo) dentro de una población

$$r = \frac{dN}{dt} \frac{1}{N}$$

El crecimiento de un geno(tipo) en un tiempo t concreto viene dado por la fórmula:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$r \approx \frac{\ln R_0}{T} \Rightarrow r = R_0 \text{ si } T = 1$$

Cuantificación de Fitness

4) **Age-discounted LRS** (λ_{ind}): El autovalor dominante de la siguiente matriz:

$$\begin{array}{cccc} m_1 & \dots & m_{k-1} & m_k \\ 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 & 0 \end{array}$$

Donde k son los estadios vitales, y m_i la fecundidad en el estadio i . O bien como la única raíz positiva de la ecuación

$$1 = \sum_{x=1}^k \frac{1}{2} m_x \lambda_{ind}^{-x}$$

Cuantificación de Fitness

5) **Valor Reproductivo Inicial (VR_0):**

$$VR_0 = \sum l_x m_x e^{-rx}$$

$$VR_0 = R_0 \text{ si } e^{-rx} = 1$$

6) **Euler-Lotka (r):** Tasa de crecimiento poblacional de un geno(tipo) dentro de una población

$$1 = \sum l_x m_x e^{-rx}$$

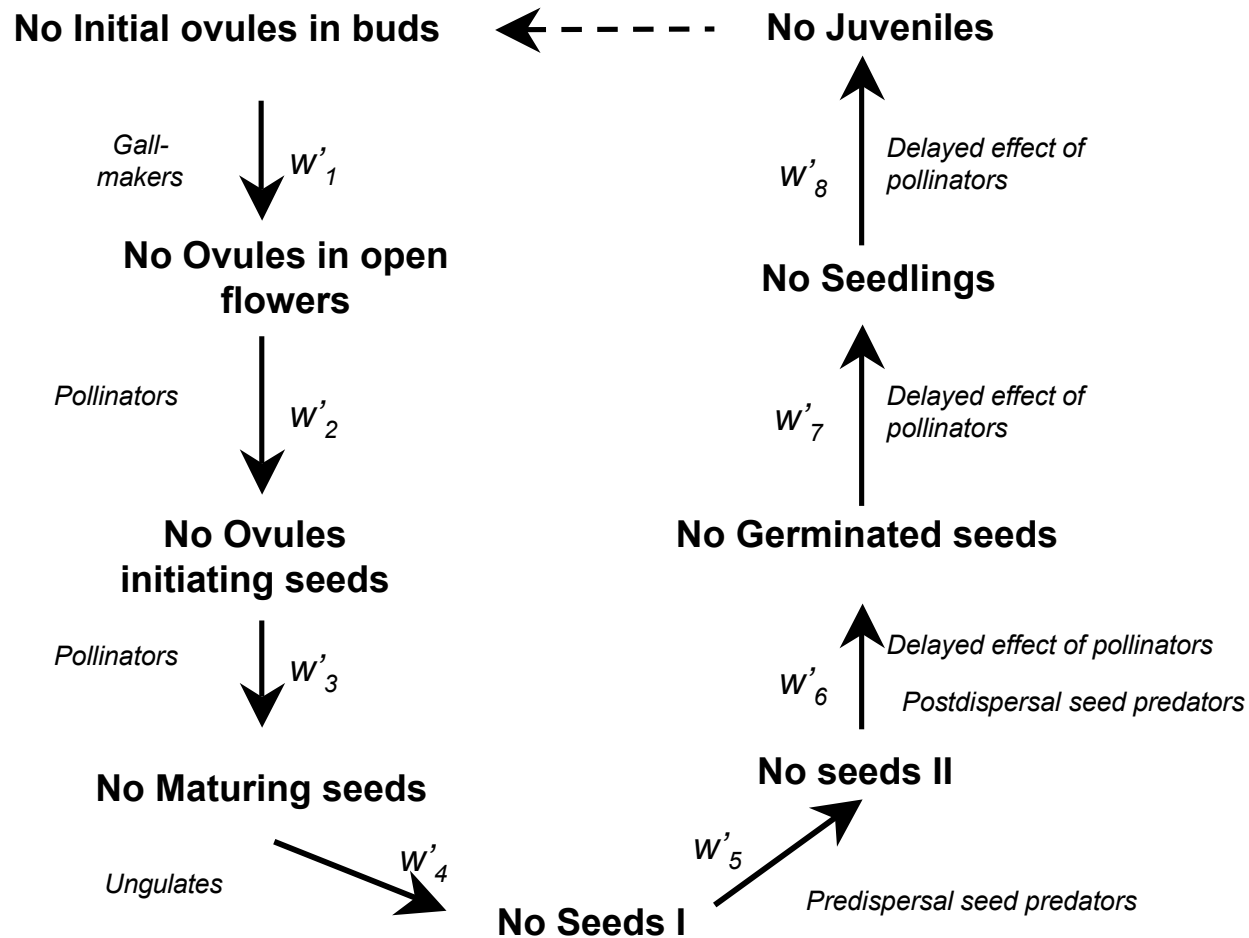
Cuantificación de Fitness

Table 1: Population estimates of fitness and their individual analogues

Name	Description	Symbol	Level	Timing?	Example
Net reproductive ratio	Expected number of same-sex offspring	R_0	Population	No	Heesterbeek 2002
Lifetime reproductive success	Total number of offspring produced	LRS	Individual	No	Clutton-Brock 1988
Intrinsic rate of increase	Per time-unit increase in number	$\lambda_{\text{pop}} (= e^r)$	Population	Yes	Stearns 1992
Age-discounted LRS	Propensity of rate of increase	λ_{ind}	Individual	Yes	McGraw and Caswell 1996

Note: Presented are short descriptions and the symbols for four commonly used estimates of fitness, the level on which these are used to describe fitness, and whether they incorporate reproductive timing. Examples and discussion of their use can be found in the references given.

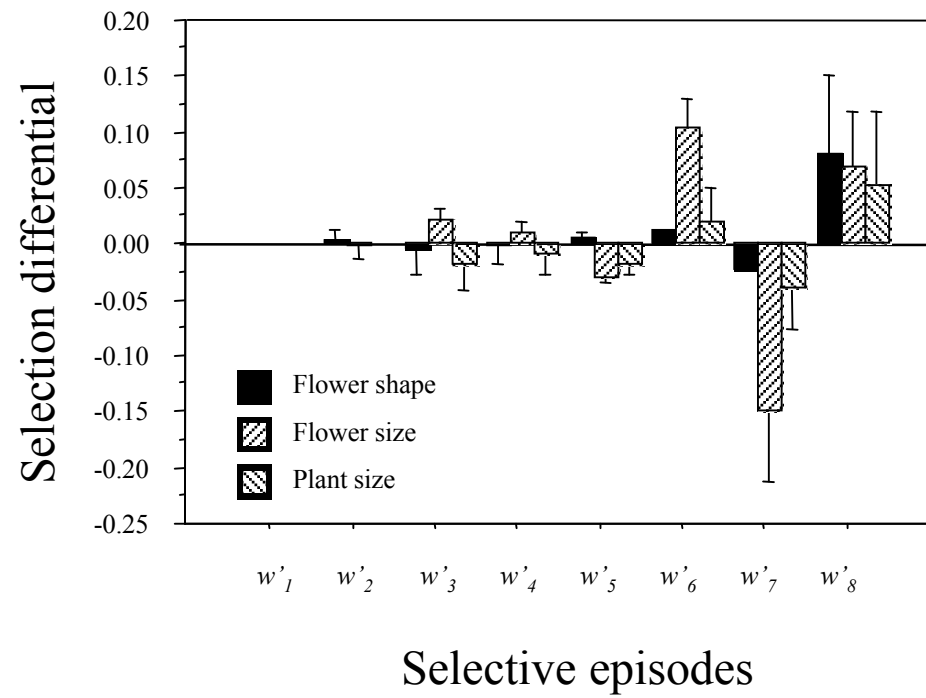
Componentes de Fitness



$w_k =$ Multiplicative fitness components ($W_T = \prod w_k$) \approx transition rates

Componentes de Fitness

Medir sólo componentes de fitness es arriesgado por la existencia de trade-offs



Fitness: ¿un rasgo de padres o de hijos?

Asignar la eficacia de los hijos a los padres puede sobrevalorar la velocidad de la evolución fenotípica cuando hay efectos maternos (Tema 9).

Asignar la eficacia de los hijos sólo a los hijos oculta el efecto de la evolución a través de parientes y permite el estudio de la evolución sólo intrageneracionalmente.

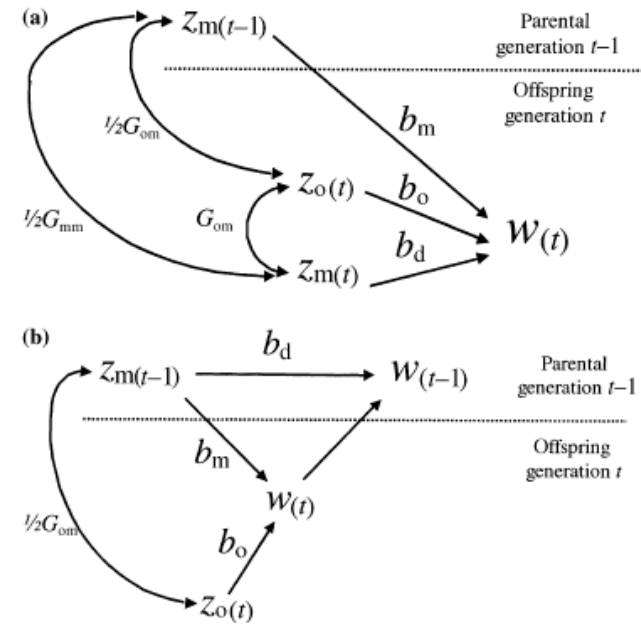
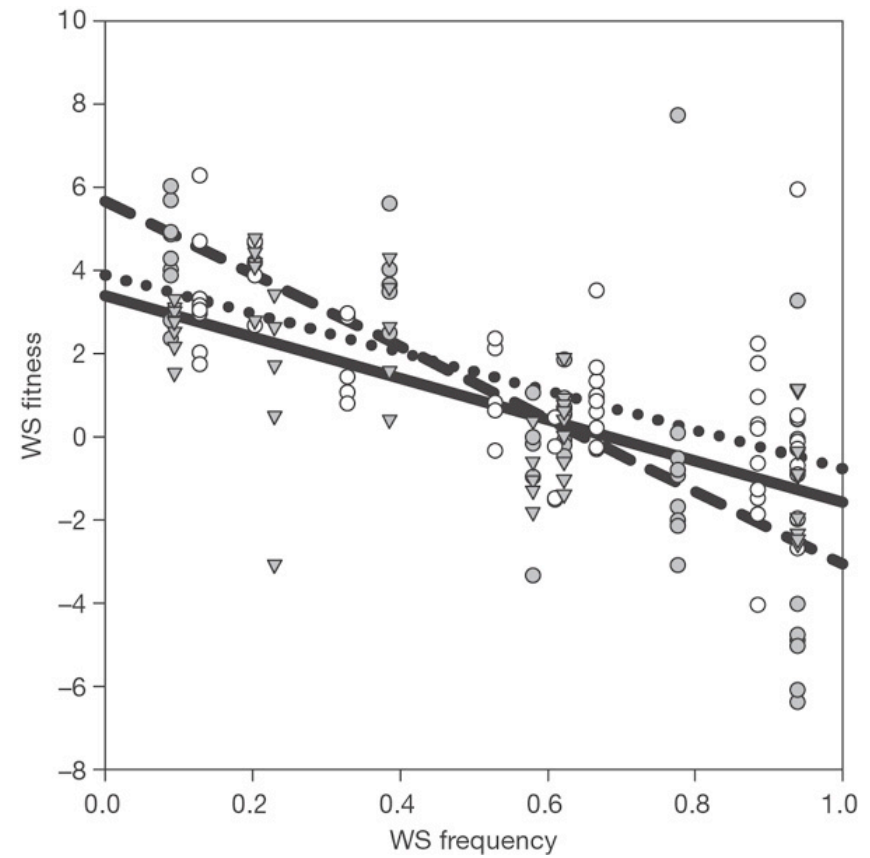


Fig. 1 Fitness components under alternative assignments of offspring fitness. (a) Pathways of effect in the underlying model for offspring fitness. Effects on fitness ($w_{(t)}$) are decomposed into the influence of traits expressed by the offspring itself ($z_{o(t)}$ and $z_{m(t)}$) as well as the influence of the phenotype of its mother ($z_{m(t-1)}$). Covariances between traits are marked with double headed arrows and are labelled with the appropriate covariance parameter. The strength of influence that the three traits have on offspring fitness are b_o , b_d , b_m for the effect of direct selection on the offspring trait, direct selection on the maternal trait and the effect of maternal selection, respectively. The generational boundary is marked with a dashed line. (b) Assignment of offspring fitness to the mother. Offspring fitness ($w_{(t)}$) appears as a component of maternal fitness ($w_{(t-1)}$).

Eficacia dependiente de la frecuencia

Fitness differences whose intensity changes with changes in the relative frequency of genotypes in the population



Eficacia dependiente de la densidad

Fitness differences whose intensity changes with changes in the abundance of genotypes in the population

