

Seleção natural

Modelo matemático

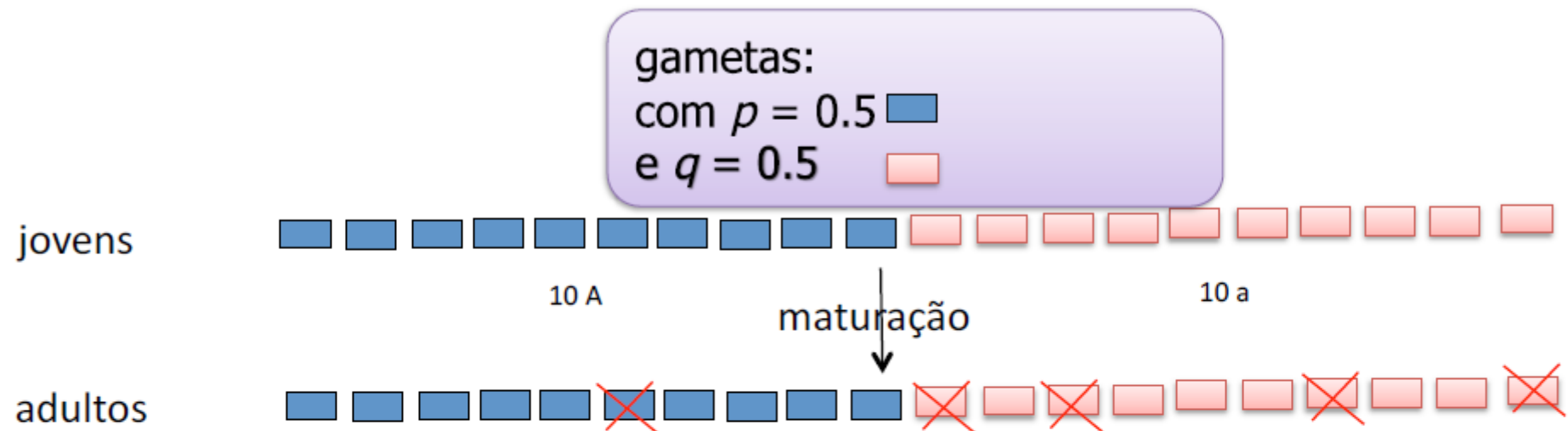
PONTOS IMPORTANTES JÁ ANALISADOS

- Seleção natural não significa evolução
- A seleção natural pode não ter nenhum efeito evolutivo a não ser que os fenótipos diferentes sejam associados a diferentes genótipos
- Uma estrutura não pode evoluir por seleção natural a não ser que altere as chances de reprodução e sobrevivência do organismo

FITNESS

- As consequências da seleção natural dependem da relação entre:
 - fenótipo e fitness
 - genótipo e fenótipo
 - genótipo e fitness

Generalização do modelo haplóide



Valor adaptativo absoluto

do genótipo A: $9/10 = 0.9$

do genótipo a: $6/10 = 0.6$

Valor adaptativo relativo

$w_A = 0.9/0.9 = 1$

$w_a = 0.6/0.9 = 0.67$

coeficiente de seleção (s)

$s = 1 - w_A = 0$

$s = 1 - w_a = 0.33$

$$p' = p \cdot w_A / (p \cdot w_A + q \cdot w_a)$$

gametas:
com $p' = 9/15$ 
e $q' = 6/15$ 

jovens



12 A

8 a

Modelo básico

	Genótipos			
	AA	Aa	aa	Total
<i>Fitness</i> relativa	w_{AA}	w_{Aa}	w_{aa}	
Frequência antes da seleção	p_0^2	$2p_0q_0$	q_0^2	1
Contribuição ponderada	$w_{AA}p_0^2$	$w_{Aa}2p_0q_0$	$w_{aa}q_0^2$	$\bar{w}$
Frequência após seleção	$\frac{w_{AA}p_0^2}{\bar{w}}$	$\frac{2q_0p_0w_{Aa}}{\bar{w}}$	$\frac{w_{aa}q_0^2}{\bar{w}}$	1

Valor adaptativo médio

$$\overline{w} = p_0^2 w_{AA} + 2p_0 q_0 w_{Aa} + q_0^2 w_{aa}$$

Frequência alélica após seleção (p_1 e q_1)

$$p_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{2p_0q_0w_{Aa}}{\bar{w}} \right) + \frac{p_0^2w_{AA}}{\bar{w}}$$

$$p_1 = \frac{p_0q_0w_{Aa} + p_0^2w_{AA}}{\bar{w}}$$

Variação da frequência alélica após 1 geração de seleção

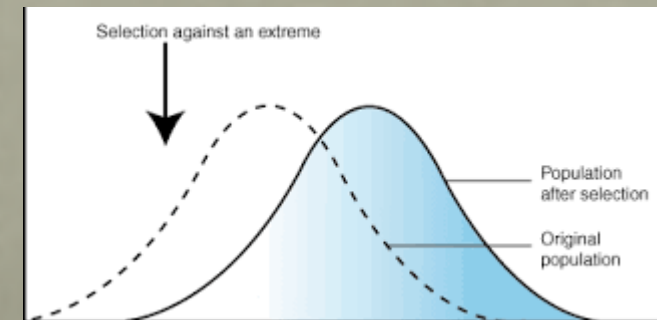
$$\Delta p = p_1 - p_0$$

$$\Delta p = \frac{p_0 q_0 w_{Aa} + p_0^2 w_{AA}}{\bar{w}} - p_0$$

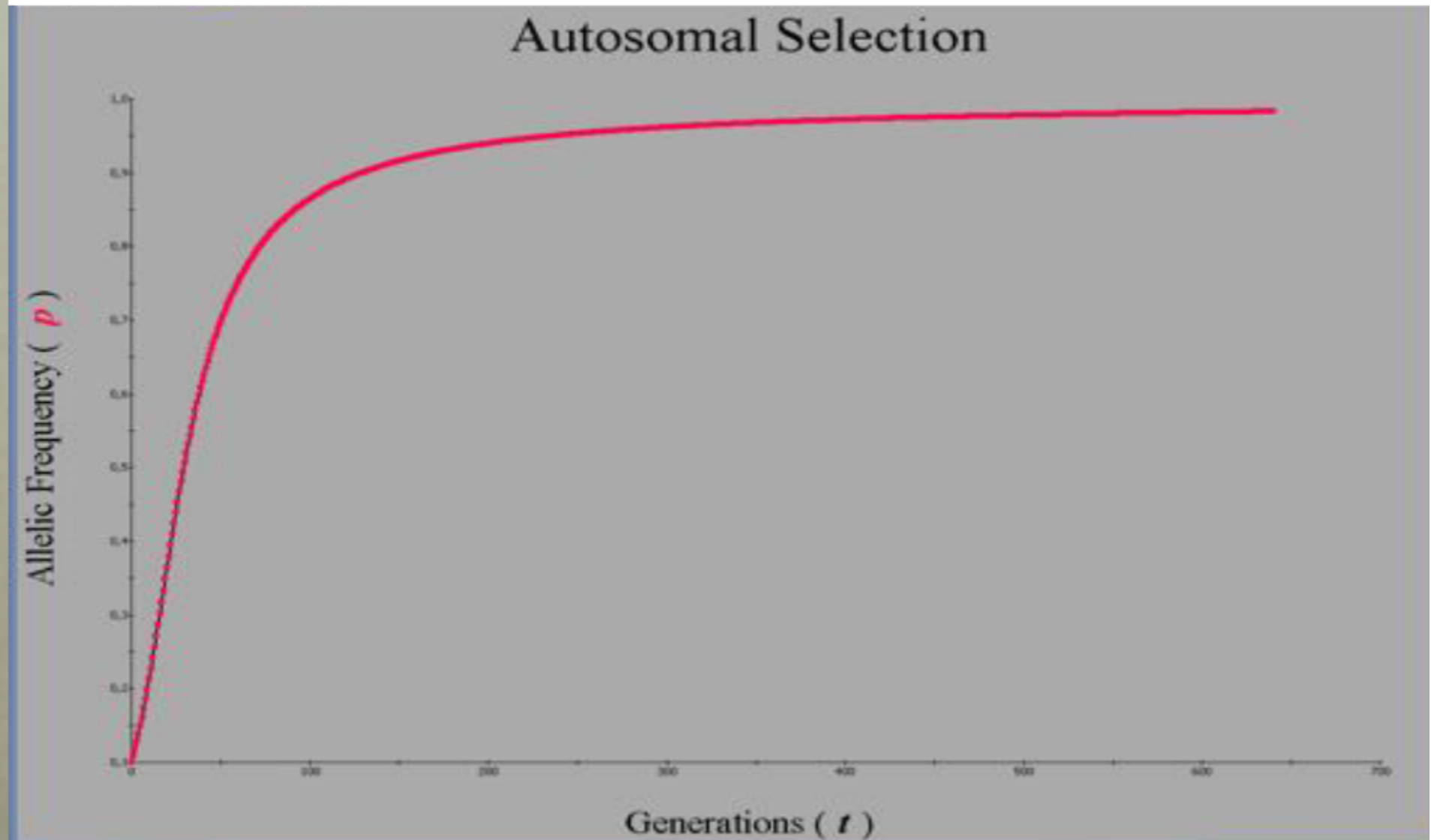
$$\Delta p = \frac{p_0 q_0 w_{Aa} + p_0^2 w_{AA} - p_0 \bar{w}}{\bar{w}}$$

SELEÇÃO DIRECIONAL

- A frequência inicial do alelo pode ser alta se inicialmente fosse neutro ou mantido por seleção balanceada, ou baixa se for um novo alelo
- Δp será sempre um valor positivo:
 - $f(A)$ tende a aumentar
 - $p = 1$ ponto de equilíbrio estável
- Δp proporcional a s e p :
 - Se $s \neq 0 \rightarrow p$ vai aumentar



$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$



Valor adaptativo médio de uma população é a
esperança média de sobrevivência de cada
indivíduo após uma geração de seleção

$$\overline{w} = p^2 w_{AA} + 2pq w_{Aa} + q^2 w_{aa}$$

**A frequência dos alelos evolui para o
ponto de maior valor adaptativo médio**

$$\overline{W} = p^2 w_{AA} + 2pq w_{Aa} + q^2 w_{aa}$$

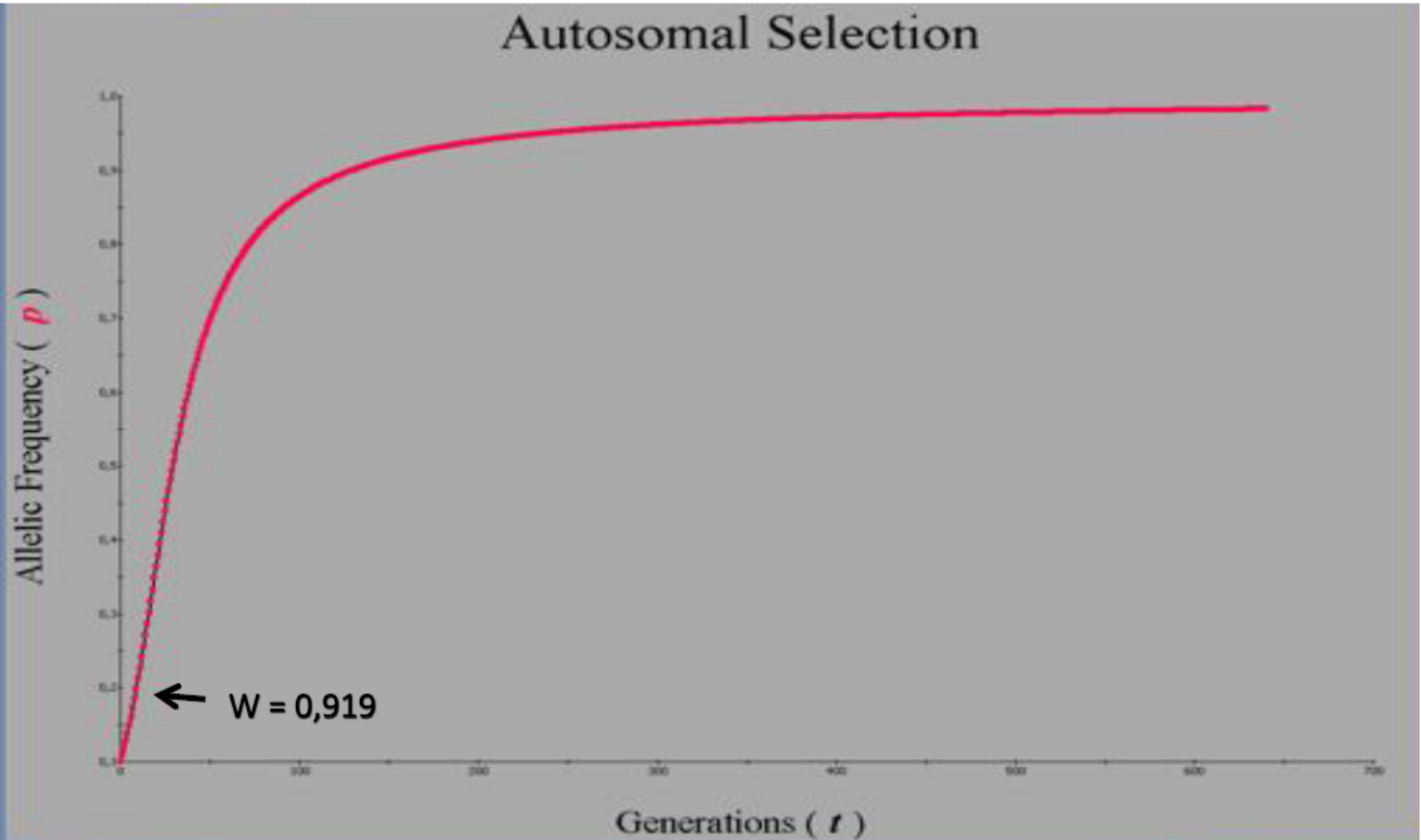
$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

- Um alelo p com frequência inicial de 0,1
 $p^2 = 0,1^2 = 0,01$ $2pq = 2 \times 0,9 \times 0,1$ $q^2 = 0,9^2 = 0,81$

$$W = 0,01 \times 1 + 0,18 \times 1 + 0,81 \times 0,9$$

$$W = 0,01 + 0,18 + 0,728 = 0,919$$

$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$



$$\overline{W} = p^2 w_{AA} + 2pq w_{Aa} + q^2 w_{aa}$$

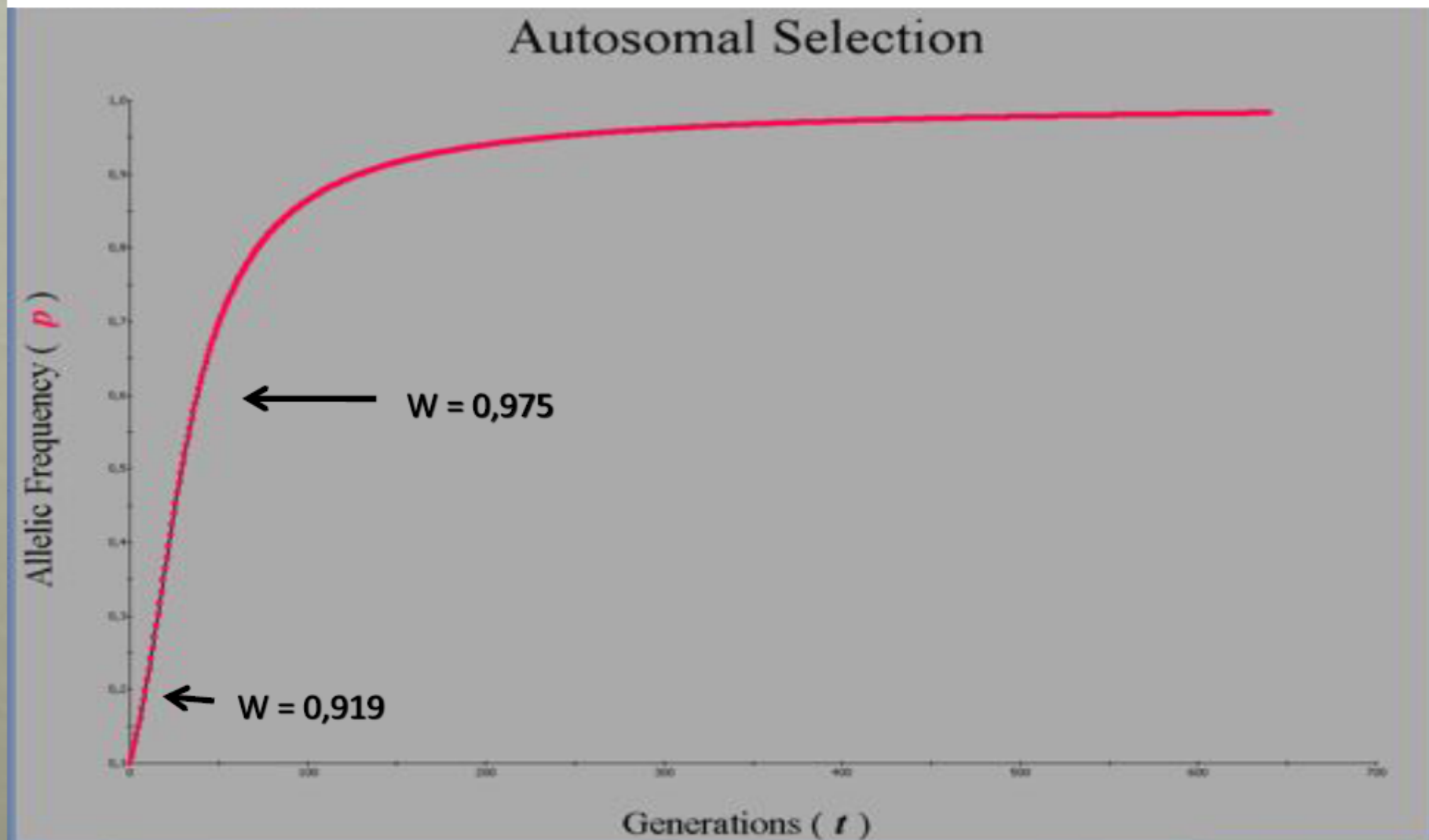
$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

- Quando a frecuencia de $p = 0,5$
 $p^2 = 0,5^2 = 0,25$ $2pq = 2 \times 0,5 \times 0,5$ $q^2 = 0,5^2 = 0,25$

$$W = 0,25 \times 1 + 0,50 \times 1 + 0,25 \times 0,9$$

$$W = 0,25 + 0,50 + 0,225 = 0,975$$

$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$



$$\overline{W} = p^2 w_{AA} + 2pq w_{Aa} + q^2 w_{aa}$$

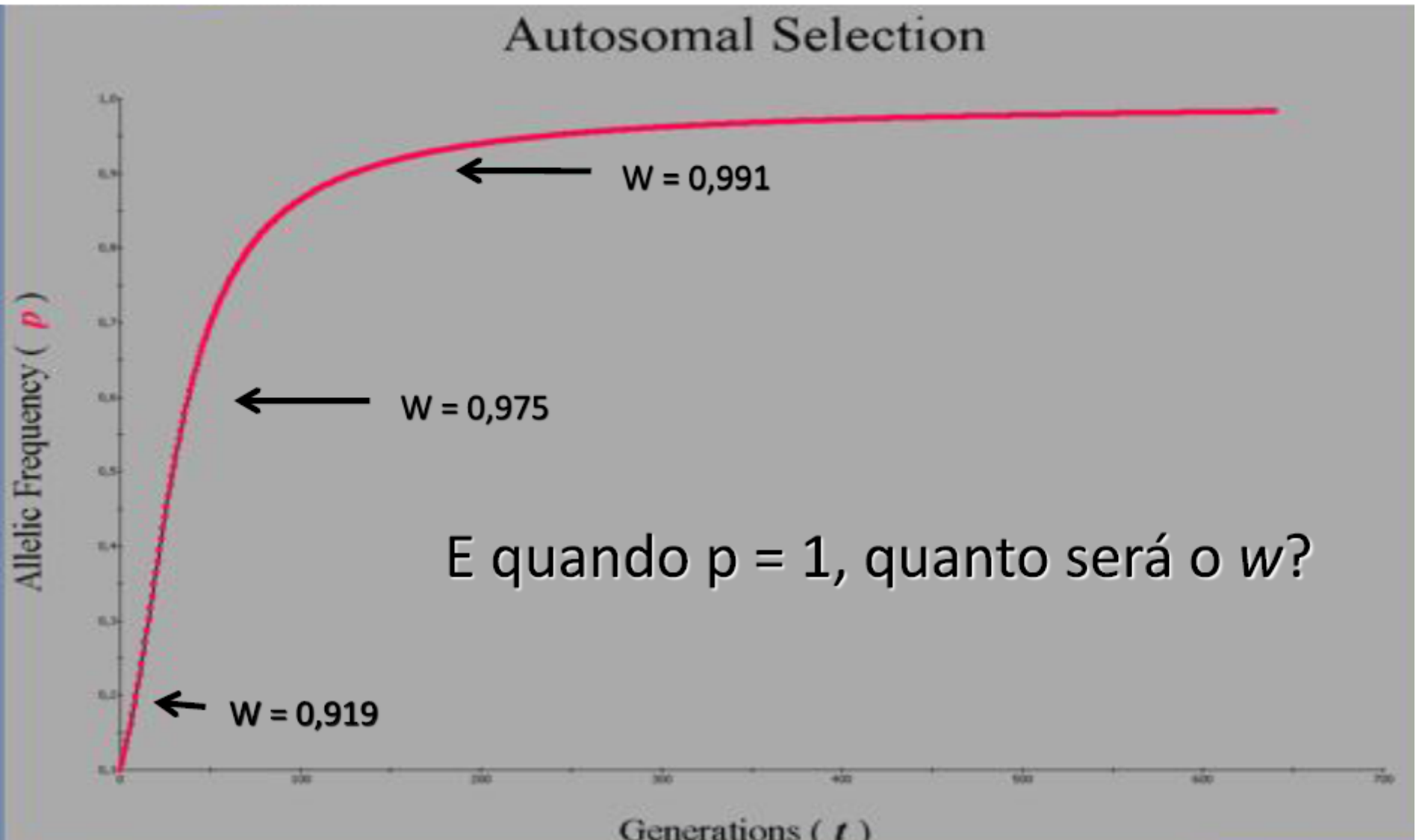
$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

- Quando a frecuencia de $p = 0,9$
 $p^2 = 0,9^2 = 0,81$ $2pq = 2 \times 0,9 \times 0,1$ $q^2 = 0,1^2 = 0,01$

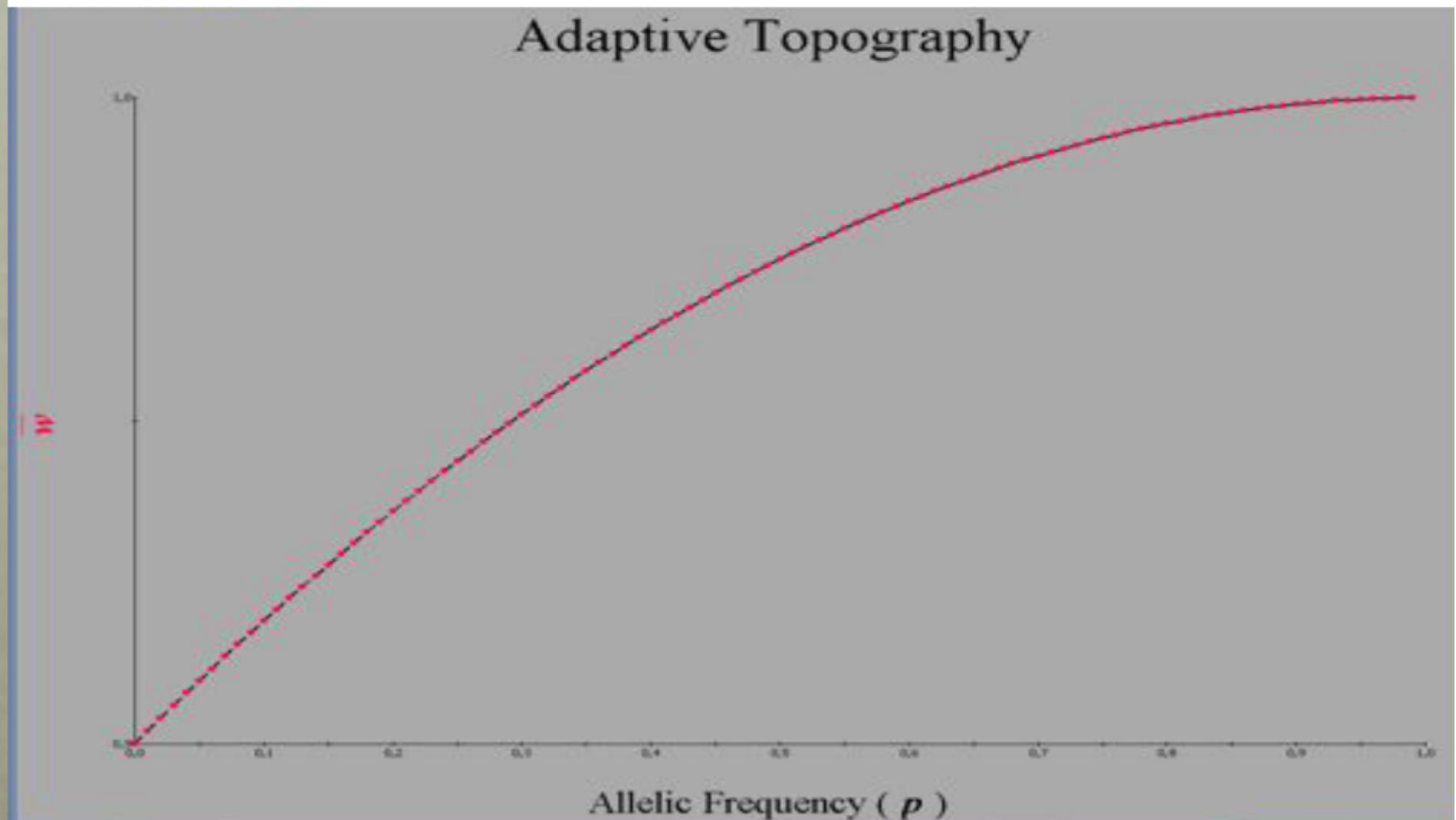
$$W = 0,81 \times 1 + 0,18 \times 1 + 0,01 \times 0,9$$

$$W = 0,81 + 0,18 + 0,0009 = 0,991$$

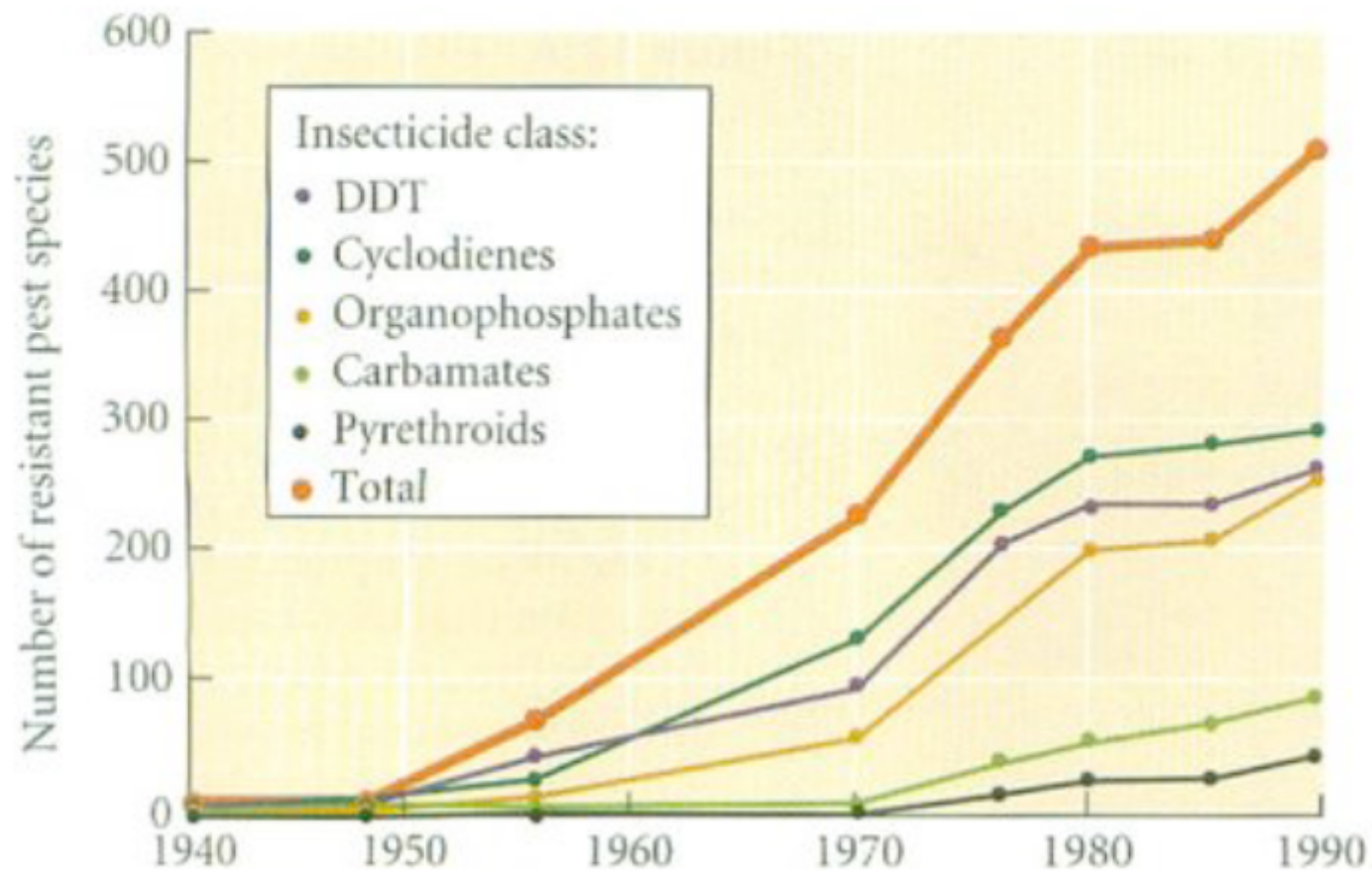
$$w_{AA}=1 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$



O valor adaptativo médio da população
tende a aumentar



EXEMPLOS



VANTAGEM DO HETEROZIGOTO

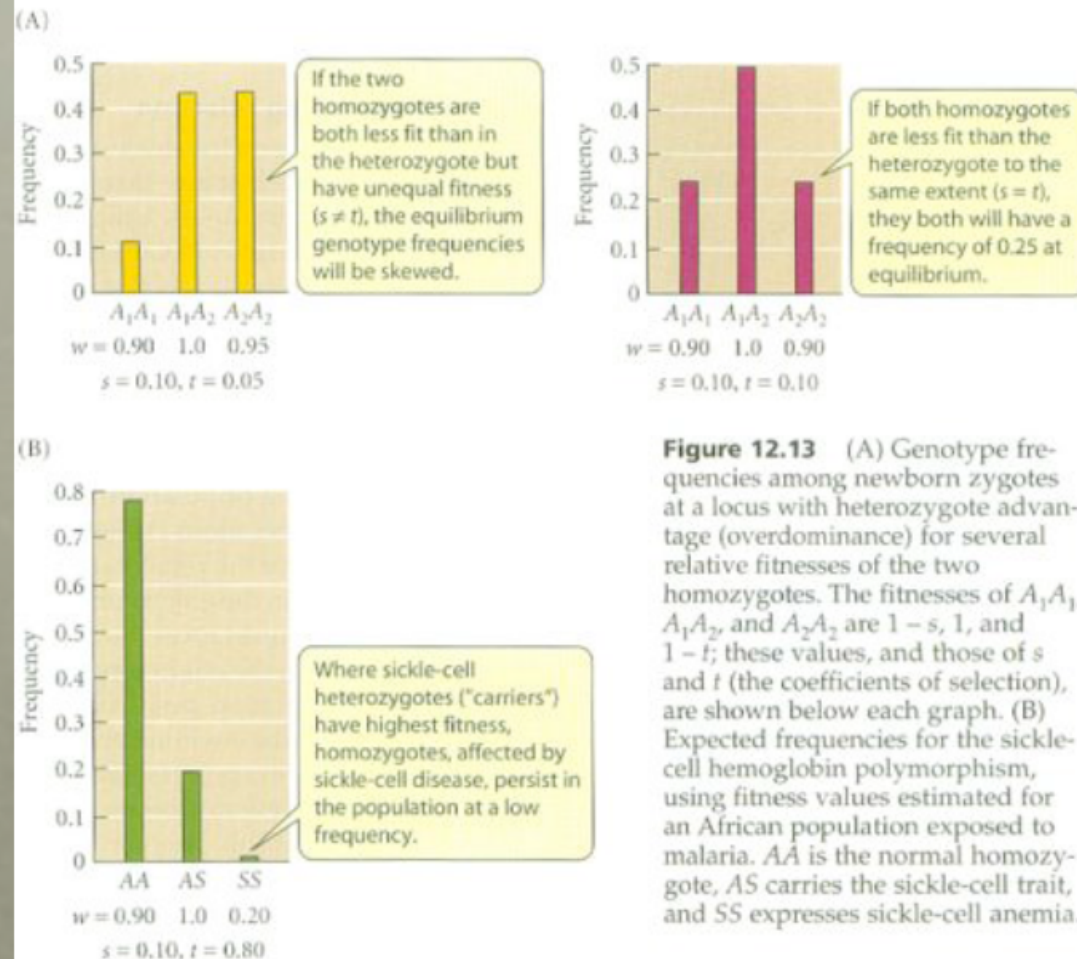
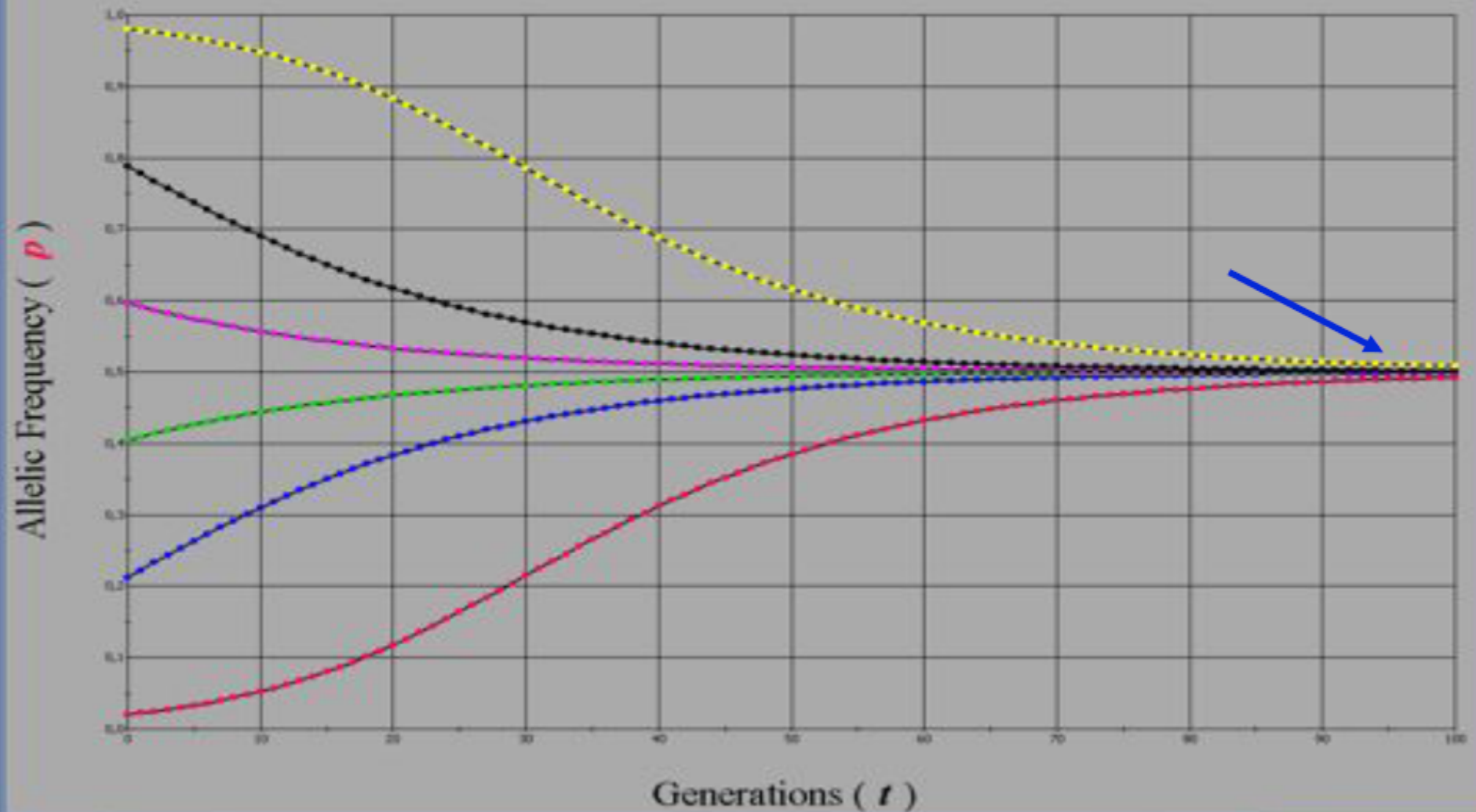


Figure 12.13 (A) Genotype frequencies among newborn zygotes at a locus with heterozygote advantage (overdominance) for several relative fitnesses of the two homozygotes. The fitnesses of A_1A_1 , A_1A_2 , and A_2A_2 are $1 - s$, 1 , and $1 - t$; these values, and those of s and t (the coefficients of selection), are shown below each graph. (B) Expected frequencies for the sickle-cell hemoglobin polymorphism, using fitness values estimated for an African population exposed to malaria. AA is the normal homozygote, AS carries the sickle-cell trait, and SS expresses sickle-cell anemia.

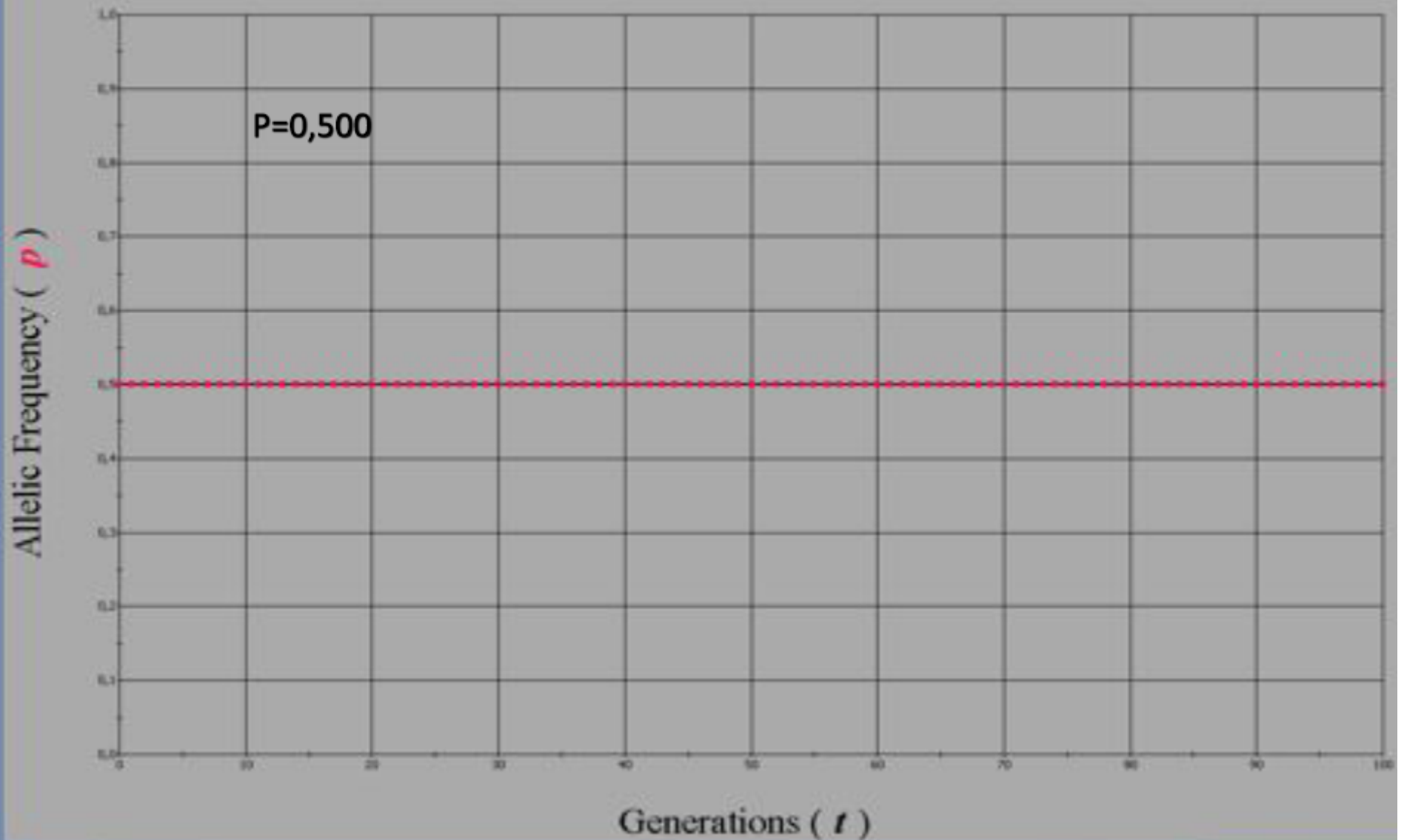
$$w_{AA}=0,9 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

Autosomal Selection



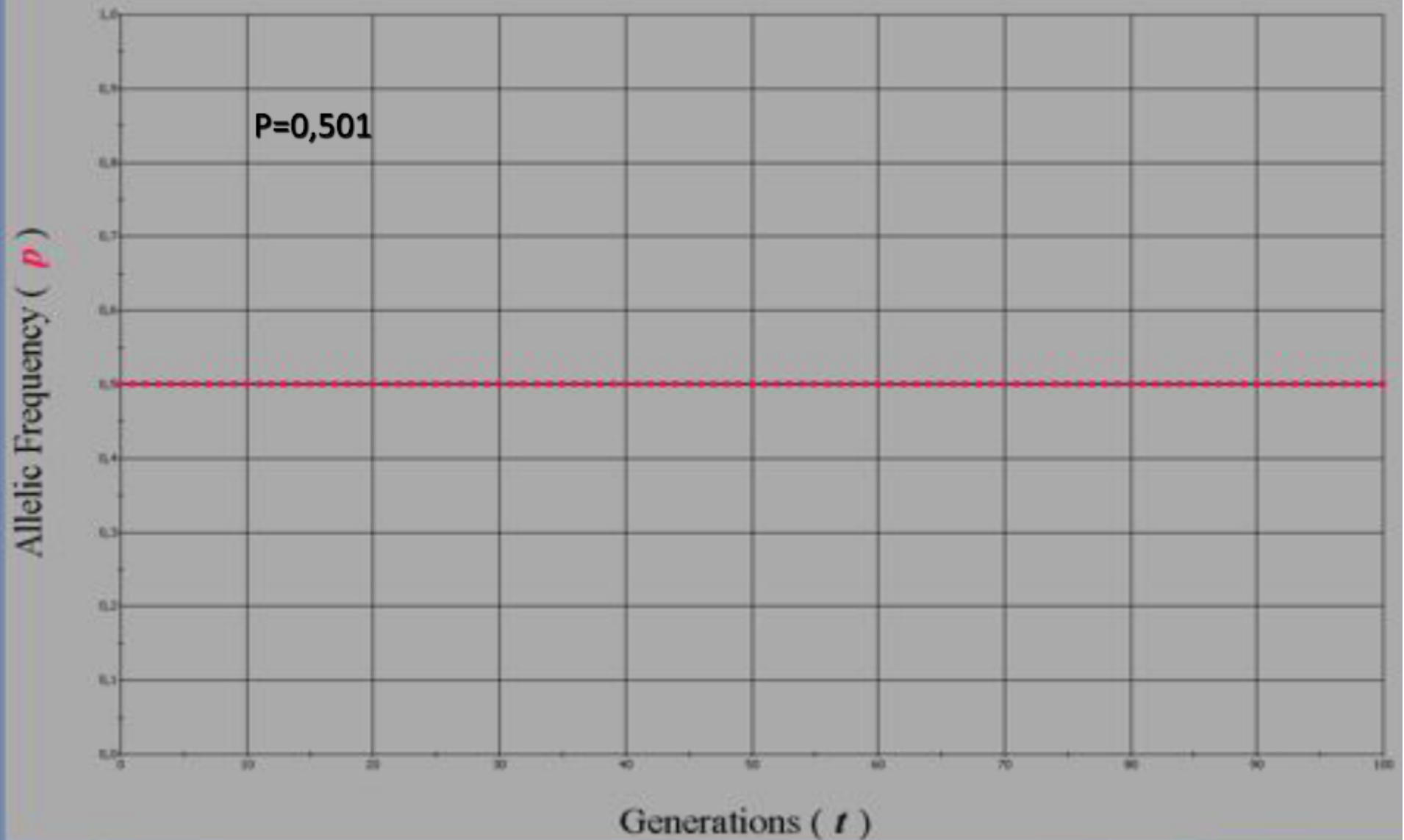
$$w_{AA}=0,9 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

Autosomal Selection



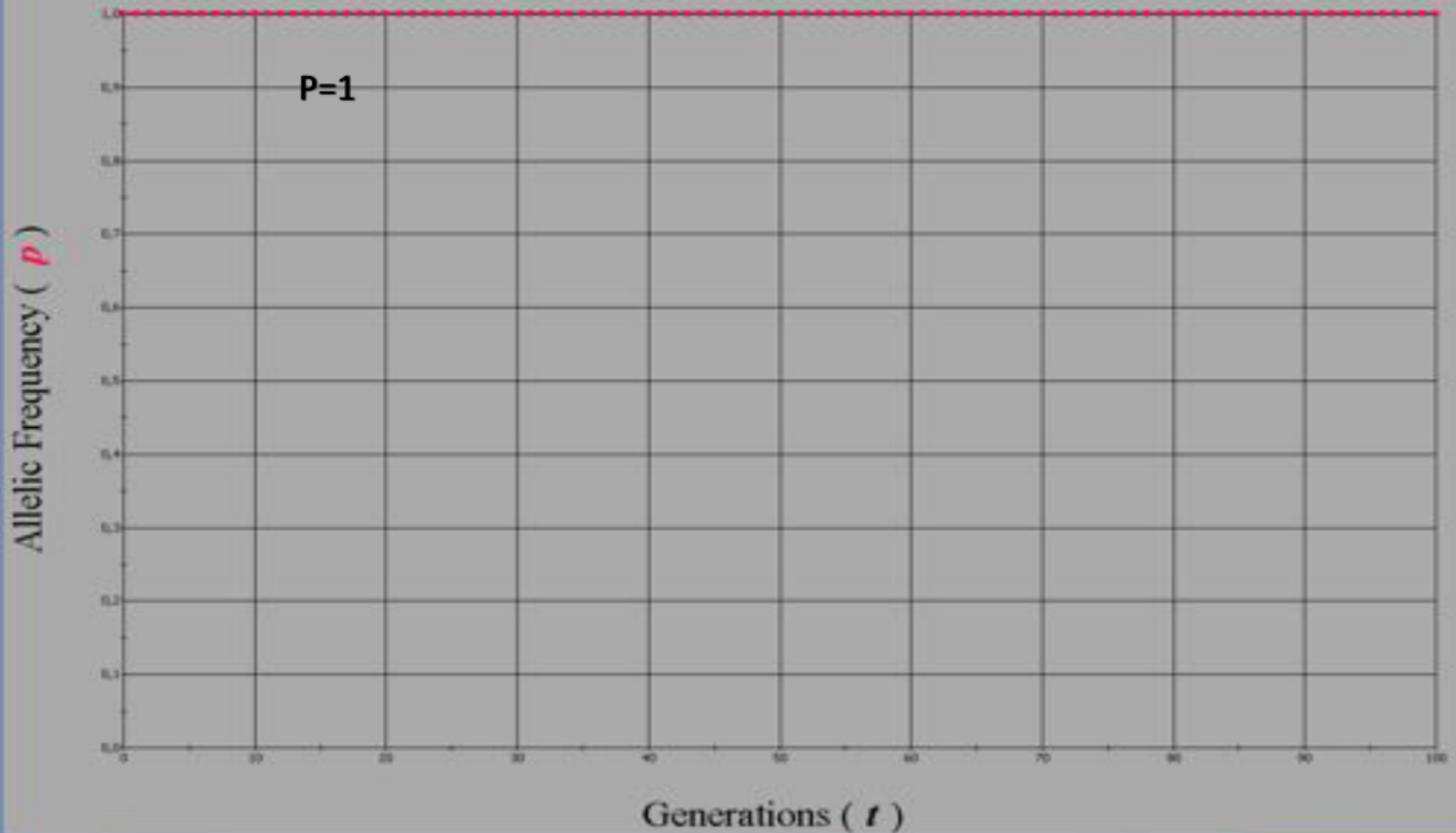
$$w_{AA}=0,9 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

Autosomal Selection



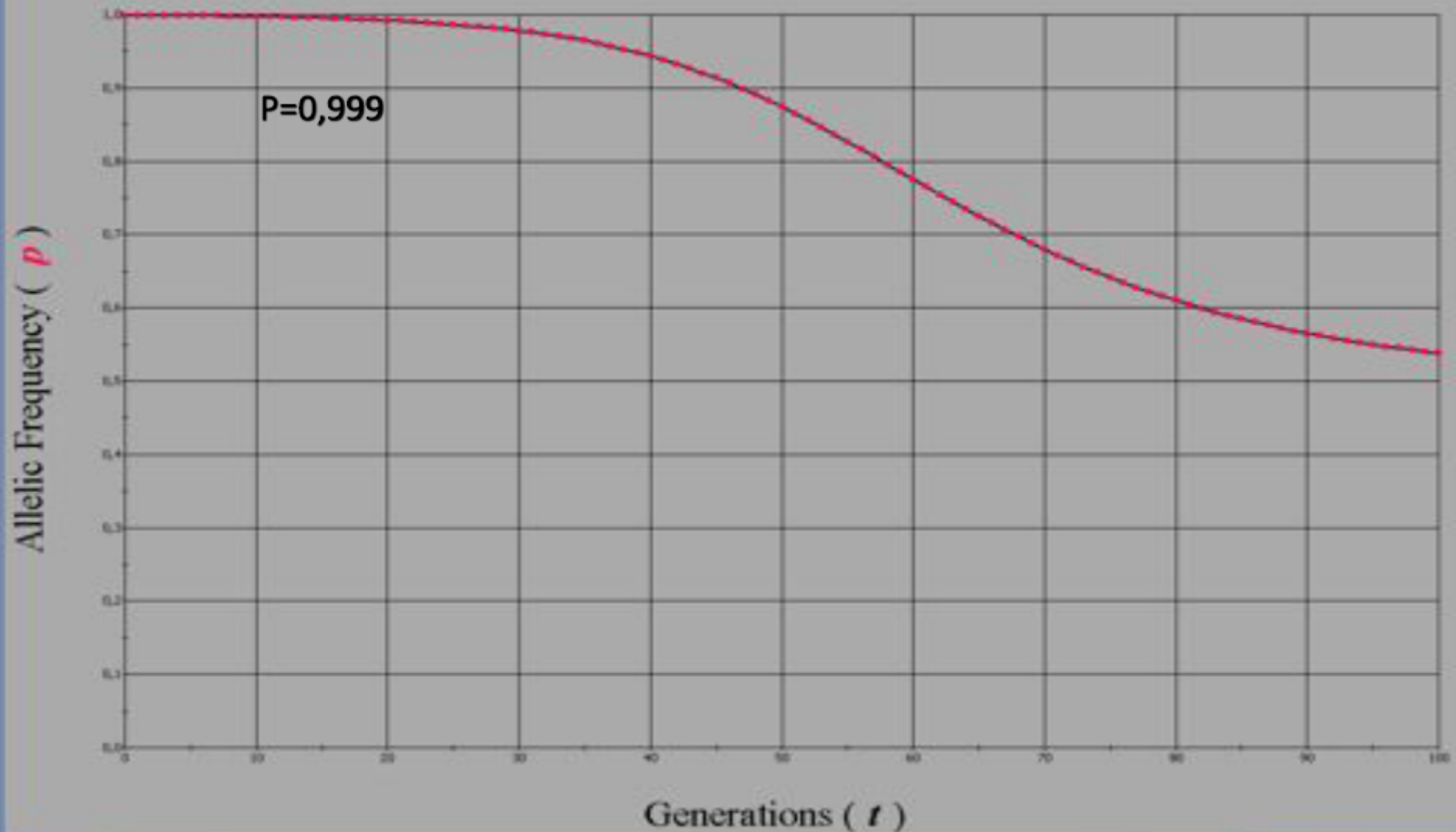
$$w_{AA}=0,9 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

Autosomal Selection

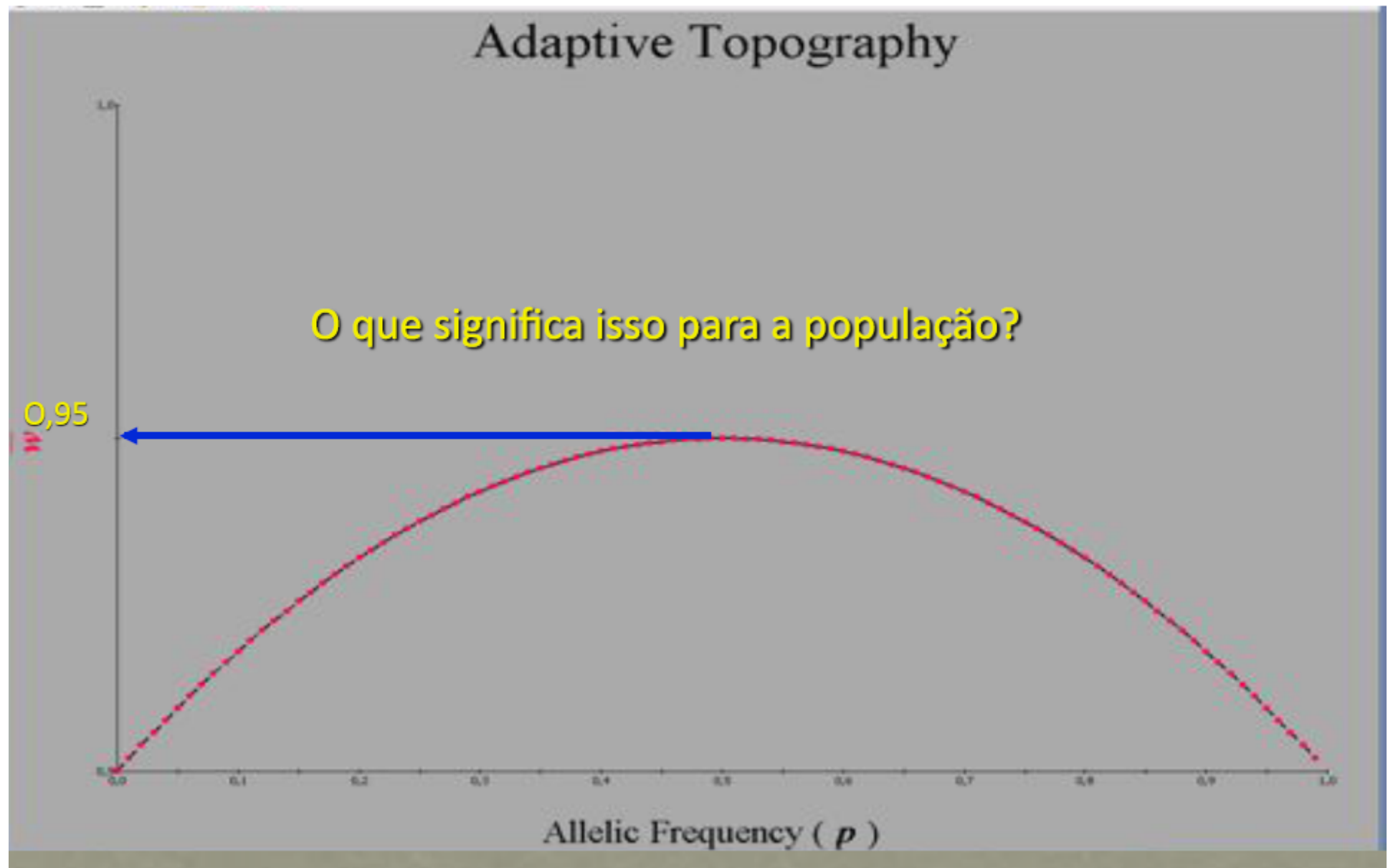


$$w_{AA}=0,9 \quad w_{Aa}=1 \quad w_{aa}=0,9$$

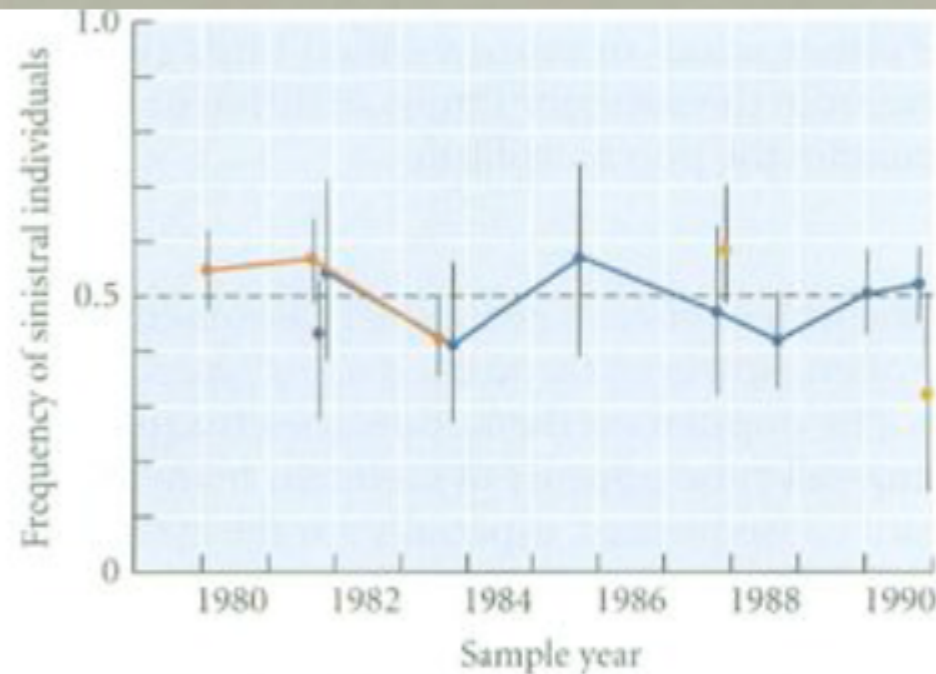
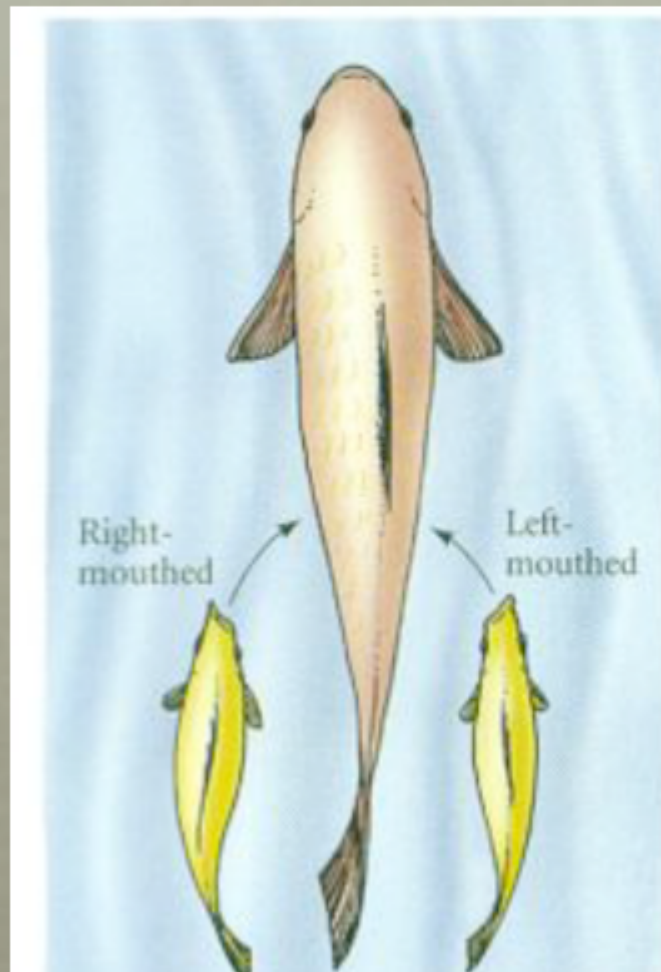
Autosomal Selection



Um dos maiores argumentos dos neutralistas



SELEÇÃO DEPENDENTE DE FREQUÊNCIA



Michio Hori (1993) analyzed a fascinating example of frequency-dependent selection in the cichlid fish *Perissodus microlepis* in Lake Tanganyika. In this species, individuals have either a right-mouthed or left-mouthed orientation, which affects their ability to catch other cichlids from behind and snatching a mouthful of food.