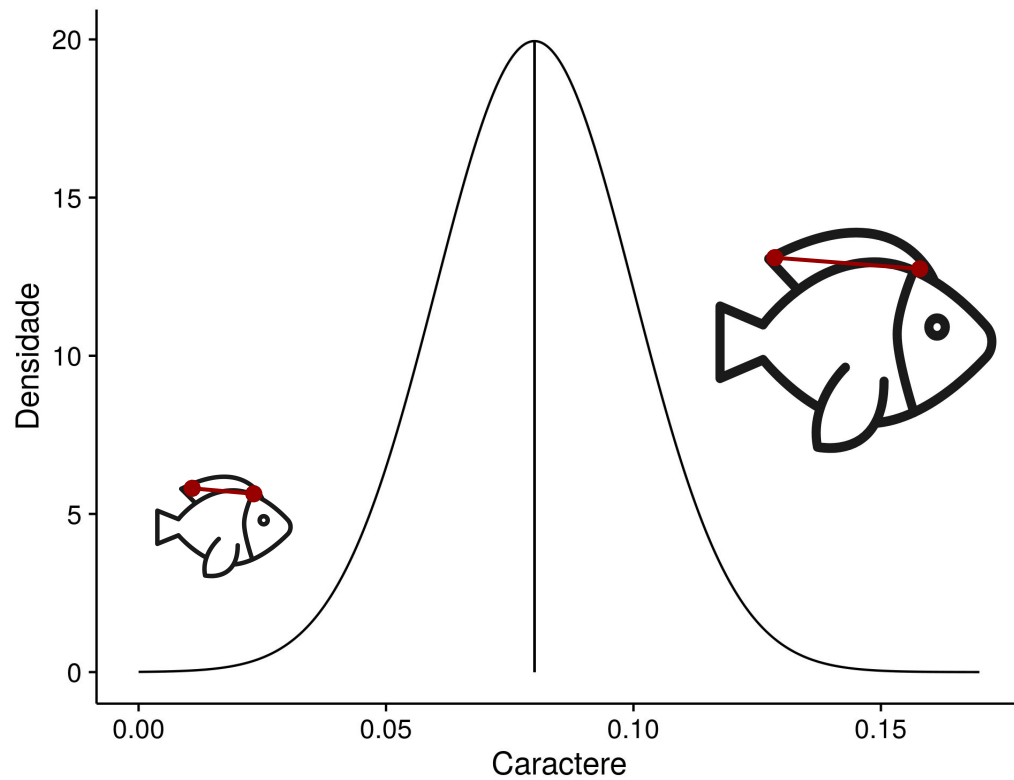


Evolução em várias dimensões

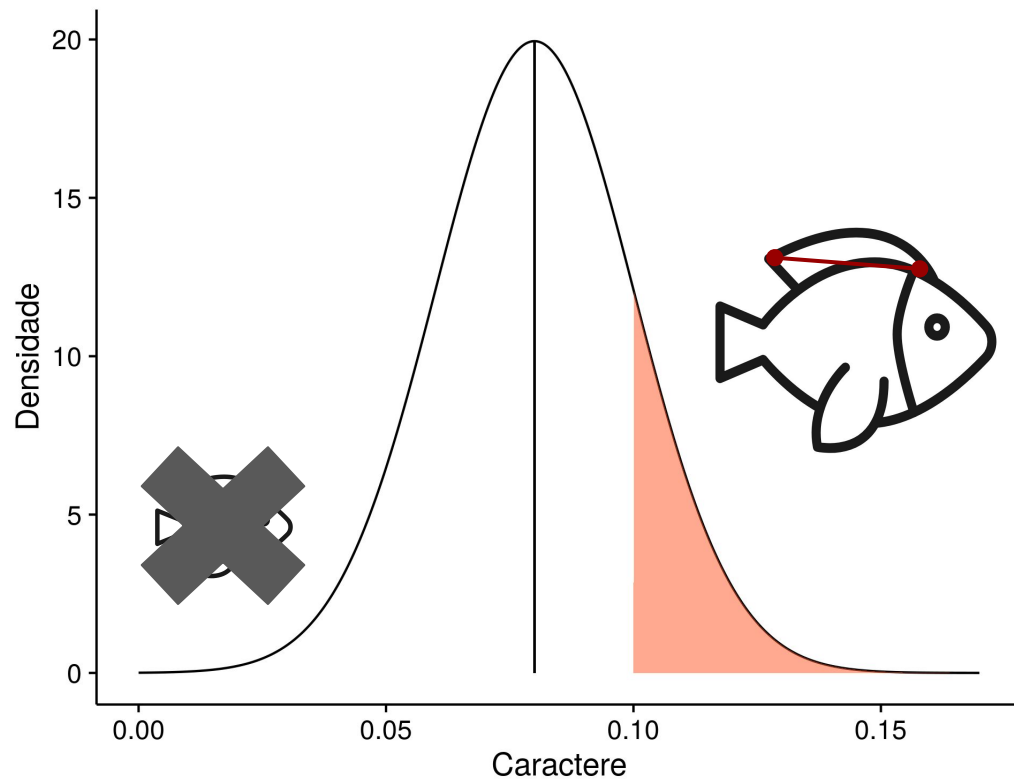
Seleção e covariação

Diogo Melo
diogro@gmail.com
LEM-USP

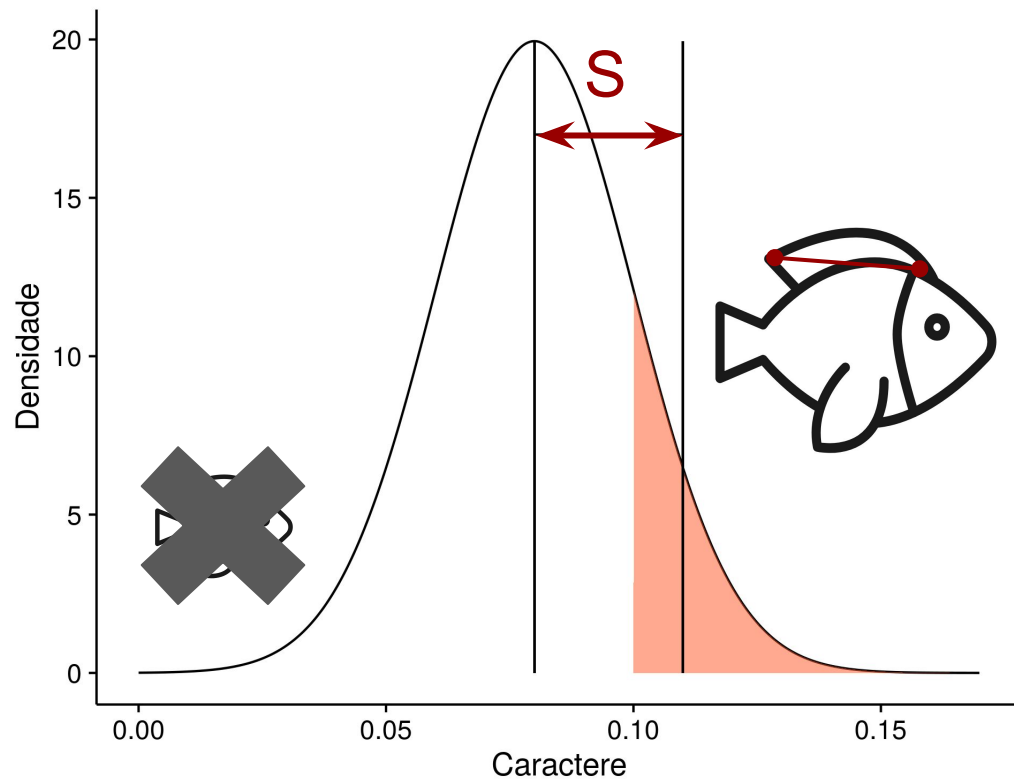
Variação e seleção



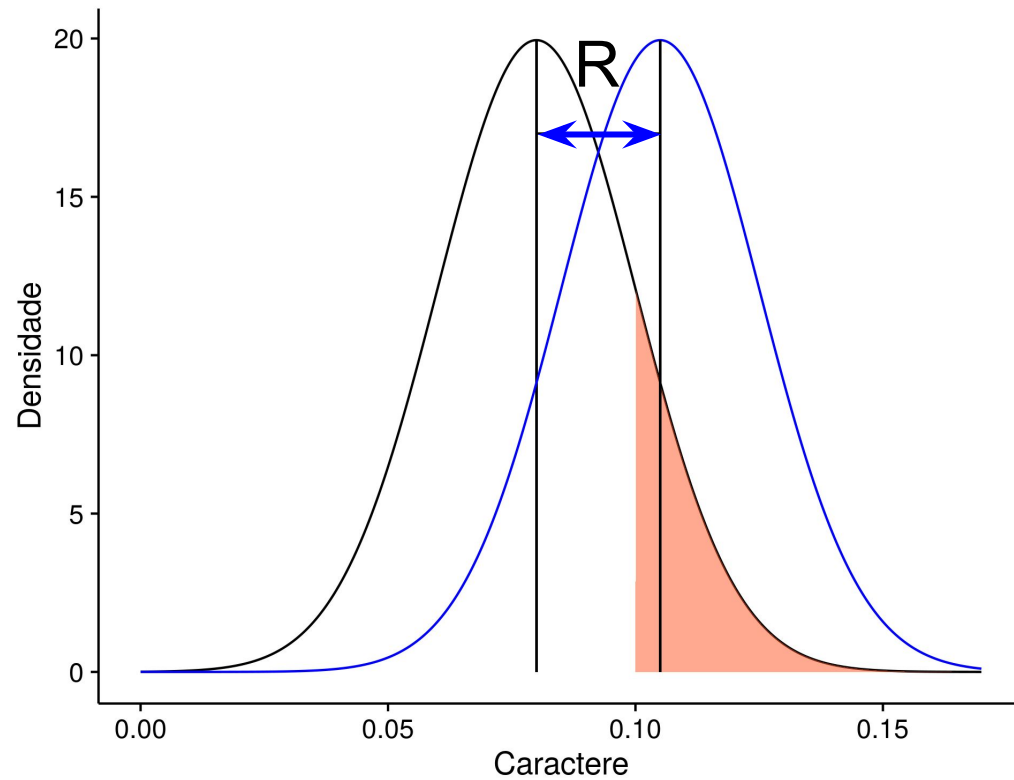
Variação e seleção



Diferencial de seleção



Resposta à seleção



Seleção

- Separação entre seleção e resposta à seleção
 - Seleção é a relação entre caracteres e aptidão
 - Processo ecologico
- Resposta à seleção é a mudança na próxima geração, ligada à herança

Seleção

- Separação entre seleção e resposta à seleção
 - Seleção é a relação entre caracteres e aptidão
 - Processo ecologico
- Resposta à seleção é a mudança na próxima geração, ligada à herança

Teorema de Price

$$\Delta \bar{z} = \frac{1}{\bar{W}} [Cov(W, z^o)] + \bar{\delta}_T$$

$$\Delta \bar{z} = \frac{1}{\bar{W}} [Cov(W, z) + E(W\bar{\delta})]$$

Aptidão

- Seleção depende de diferenças de aptidão
- Aptidão pode ser definida como o número de indivíduos descendentes na próxima geração
 - Ou algo do genero...
- Aptidão relativa é a quantidade importante:

$$\omega = \frac{W}{\bar{W}}$$

- Nós raramente temos acesso à aptidão

Teorema de Price

$$\Delta \bar{z} = \frac{1}{\bar{W}} [Cov(W, z^o)] + \bar{\delta}_T$$

$$\Delta \bar{z} = \frac{1}{\bar{W}} [Cov(W, z) + E(W\bar{\delta})]$$

Aptidão

- Seleção depende de diferenças de aptidão
- Aptidão pode ser definida como o número de indivíduos descendentes na próxima geração
 - Ou algo do genero...
- Aptidão relativa é a quantidade importante:

$$\omega = \frac{W}{\bar{W}}$$

- Nós raramente temos acesso à aptidão

Teorema de Price

$$\Delta \bar{z} = Cov(w, z^o) + \bar{\delta}_T$$

$$\Delta \bar{z} = Cov(w, z) + E(W \bar{\delta})$$

Relação entre S e R

Equação do criador (breeder, não Nosso Senhor)

$$R = h^2 S$$

The diagram illustrates the components of the breeder's equation $R = h^2 S$. Three arrows point upwards from descriptive text to the variables in the equation: R , h^2 , and S .

- An arrow points from "Resposta" to R .
- An arrow points from "Variação herdável: Regressão entre pais e filhos" to h^2 .
- An arrow points from "Seleção $S = Cov(w, z)$ " to S .

- S funciona bem em uma dimensão

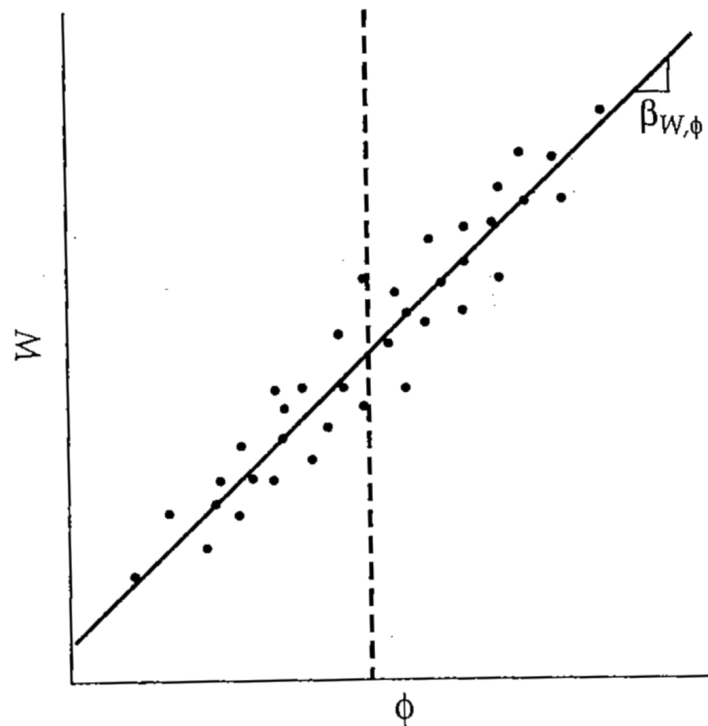
Gradiente de seleção (β)

- Outra medida de seleção
- Funciona melhor que o diferencial em mais dimensões

Regressão linear entre
fitness e o caráter

$$\omega = \mu + \beta z$$

(A)



Equação do criador com β

$$\Delta \bar{z} = cov(z^o, z) \beta_{\omega, z}$$

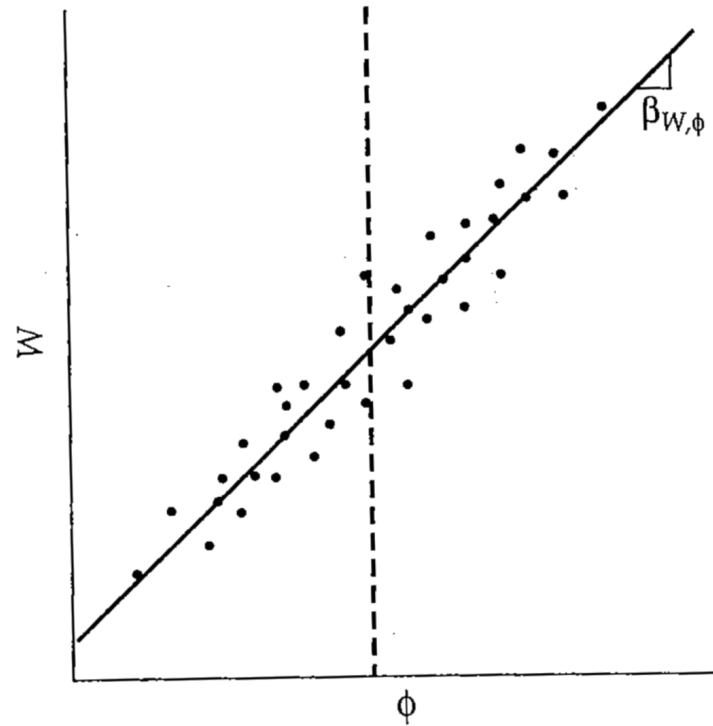
Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

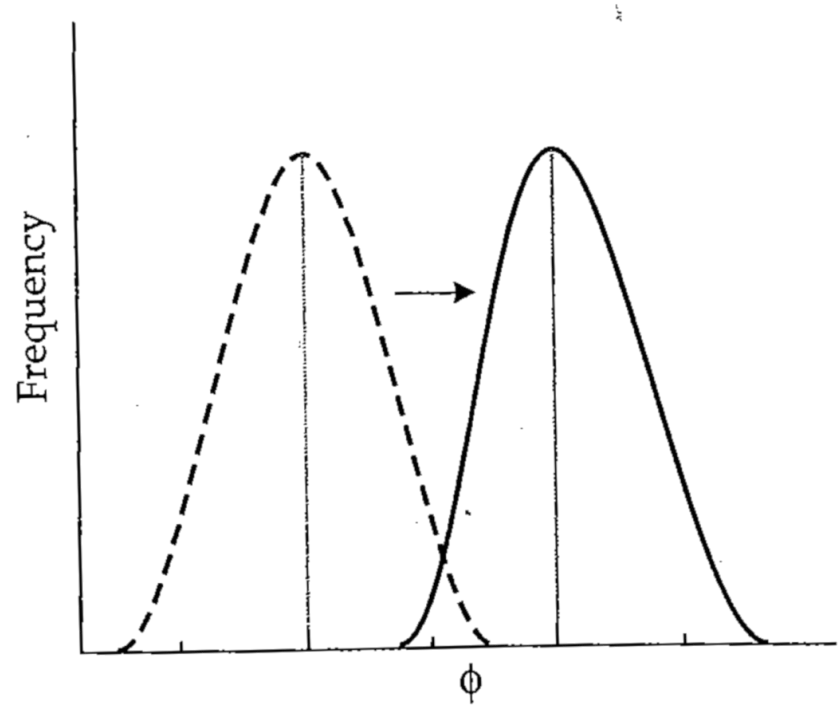
Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Gradiente de seleção (β)

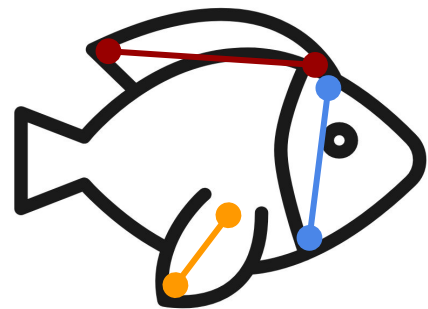
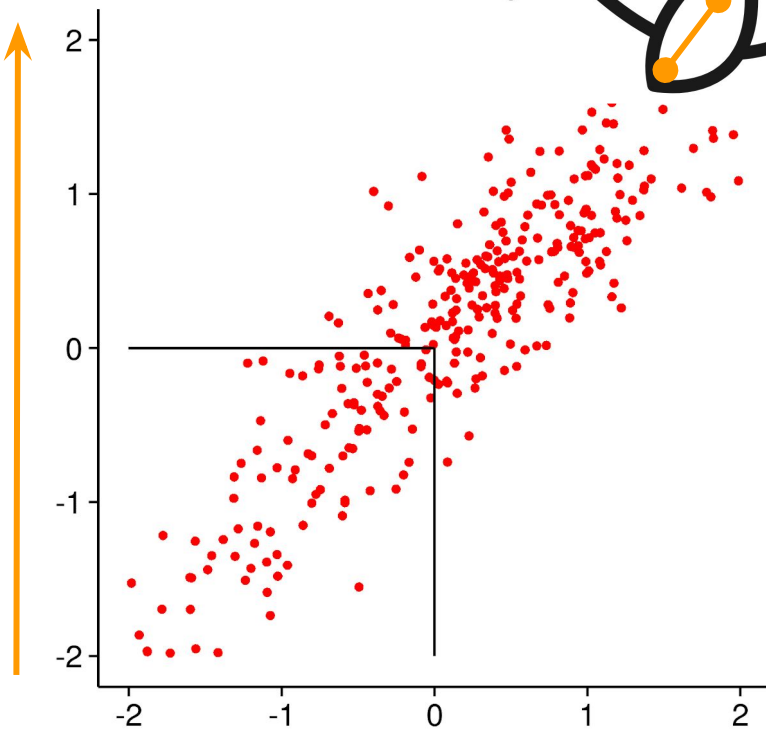
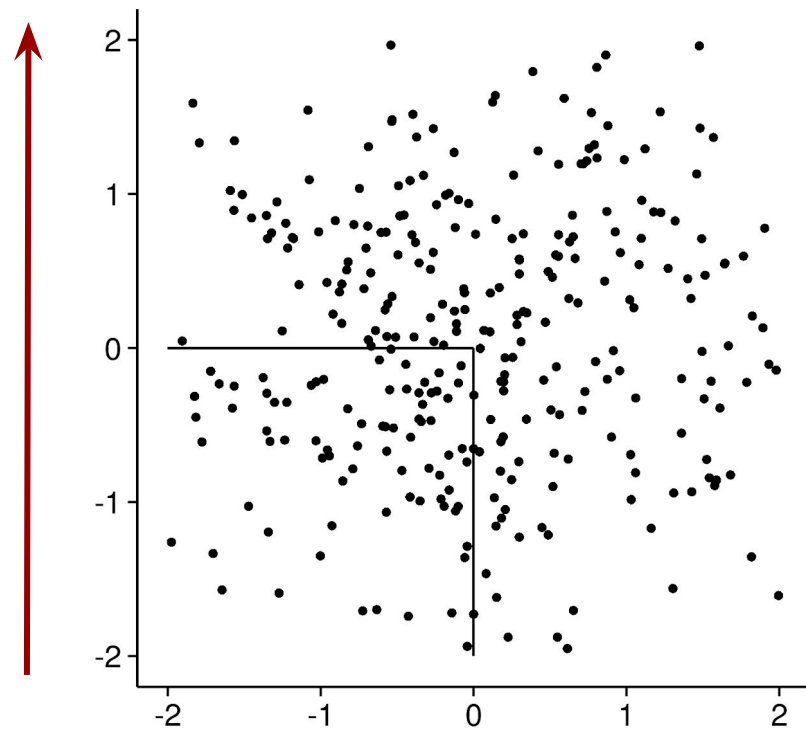
(A)



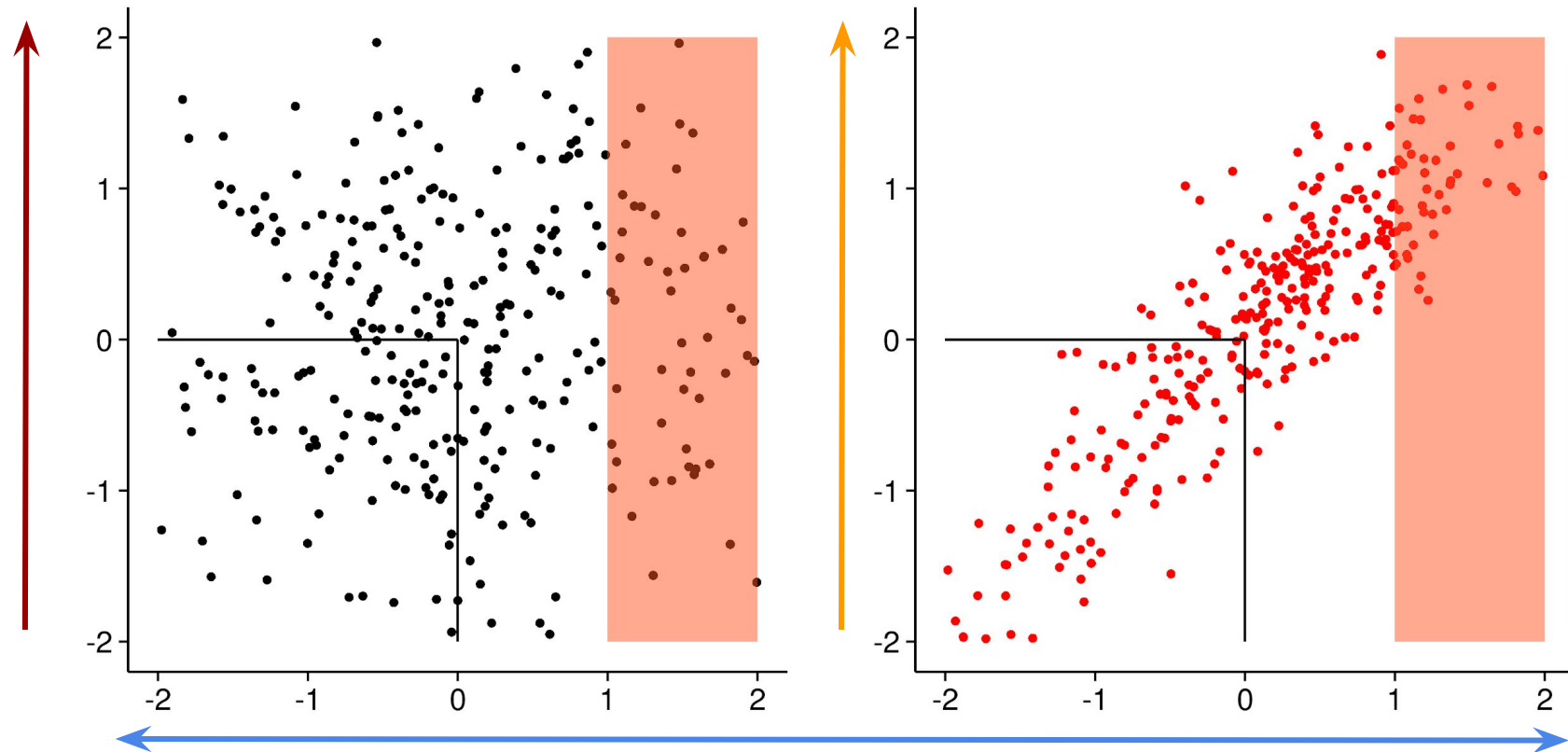
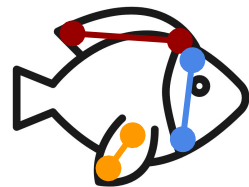
(E)



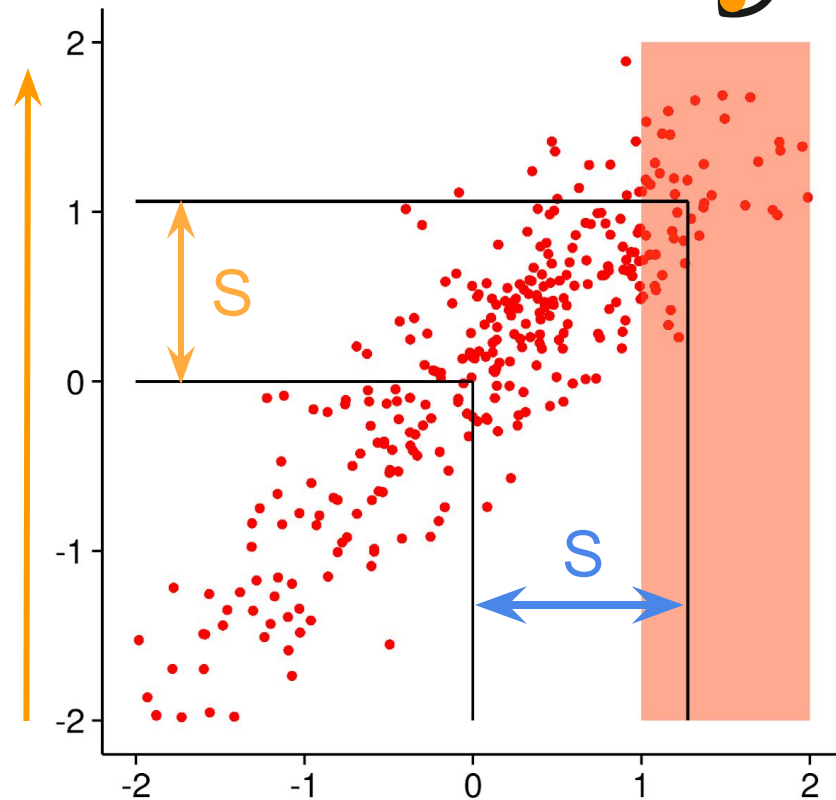
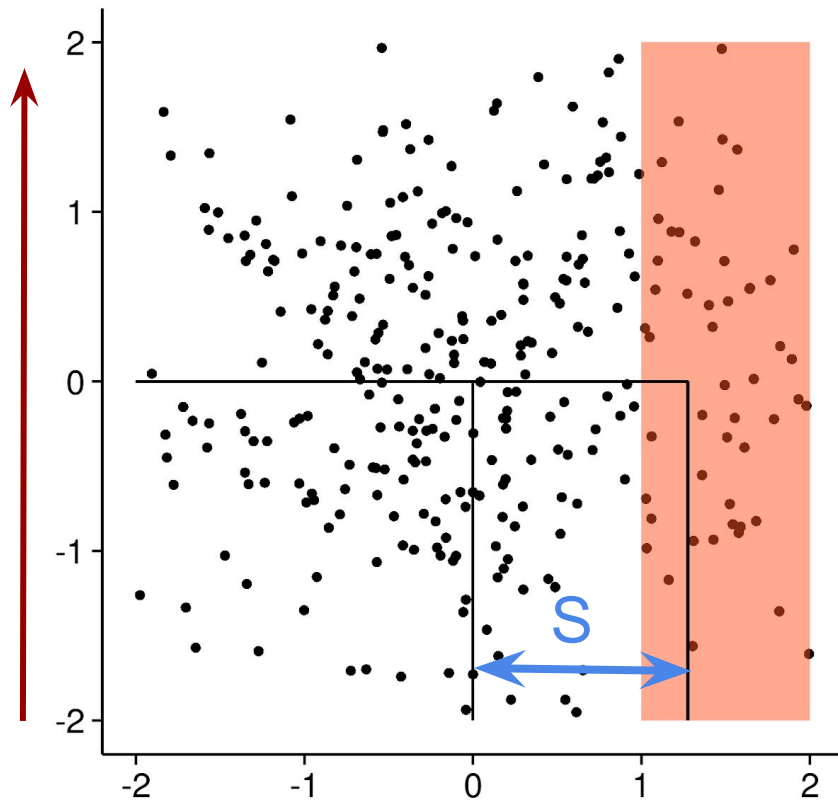
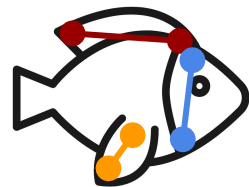
Seleção em várias dimensões



Diferencial em várias dimensões



Diferencial em várias dimensões



Relação entre S e β

- **Gradientes de seleção** expressam a relação entre caracteres individuais e o fitness
- **Diferenciais de seleção** descrevem como a média de cada carácter muda com a seleção
- O problema dos diferenciais é que eles podem ser não nulos mesmo quando a seleção em um determinado carácter é nula

Relação entre S e β

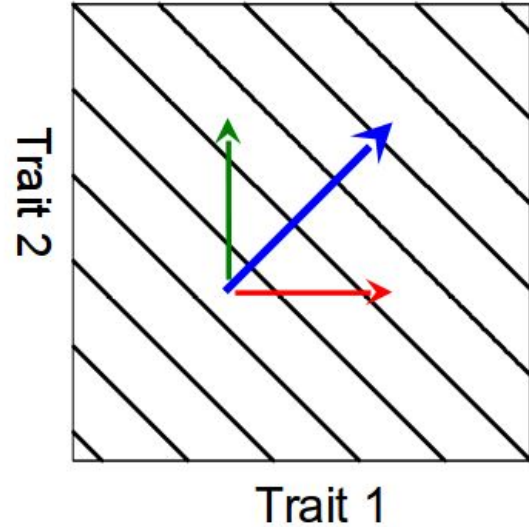
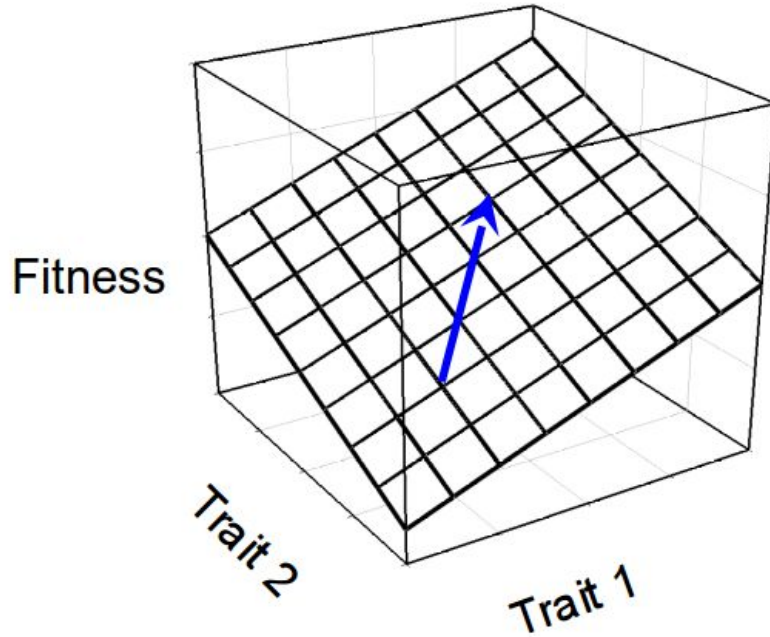
- **Gradientes de seleção** expressam a relação entre caracteres individuais e o fitness
- **Diferenciais de seleção** descrevem como a média de cada carácter muda com a seleção
- O problema dos diferenciais é que eles podem ser não nulos mesmo quando a seleção em um determinado carácter é nula

$$S = Cov(w, z) = Var(z)\beta_{w,z}$$

$$S_1 = \sigma_1^2\beta_1 + \sigma_{12}\beta_2$$

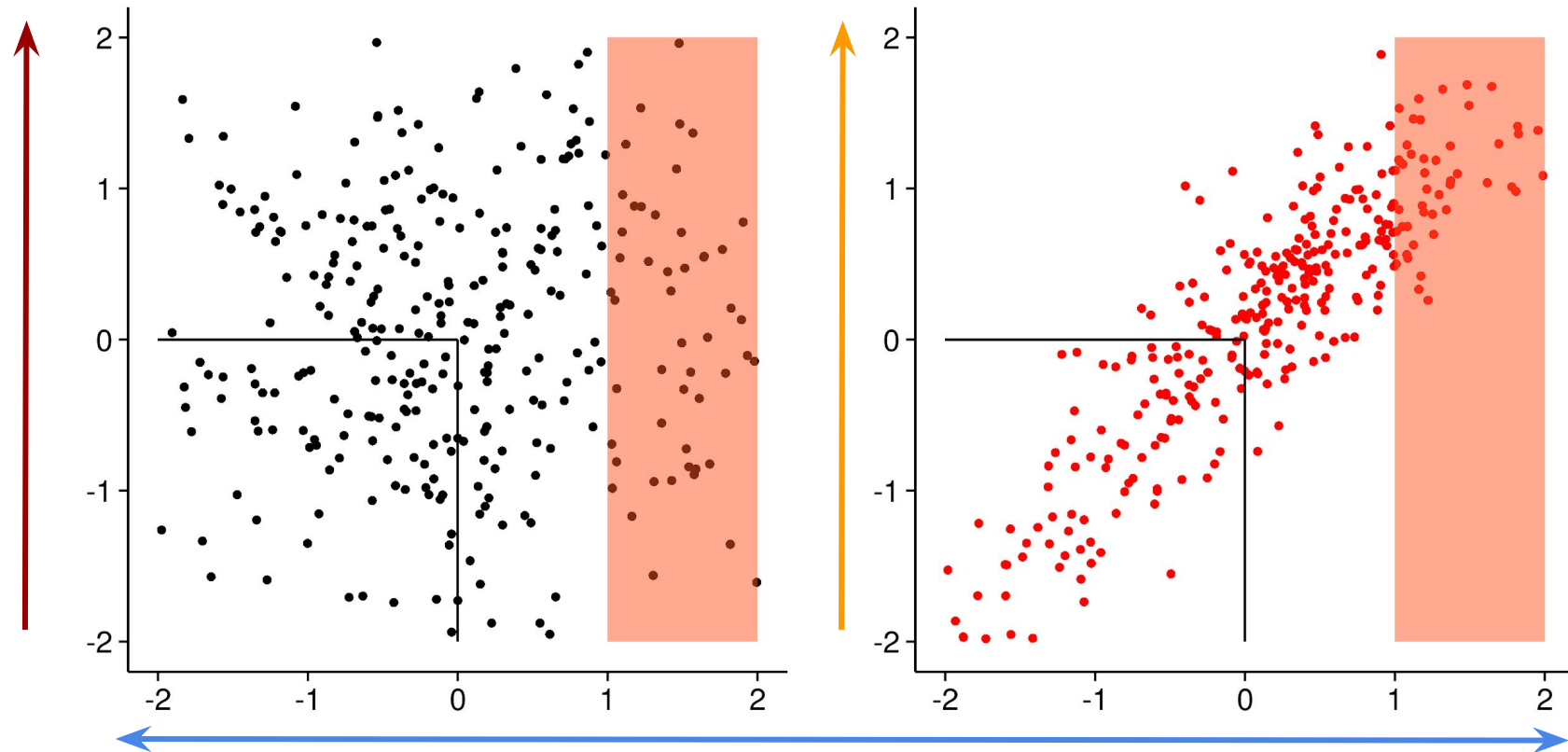
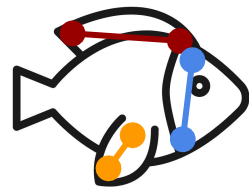
$$S_2 = \sigma_2^2\beta_2 + \sigma_{12}\beta_1$$

Superficie de fitness individual

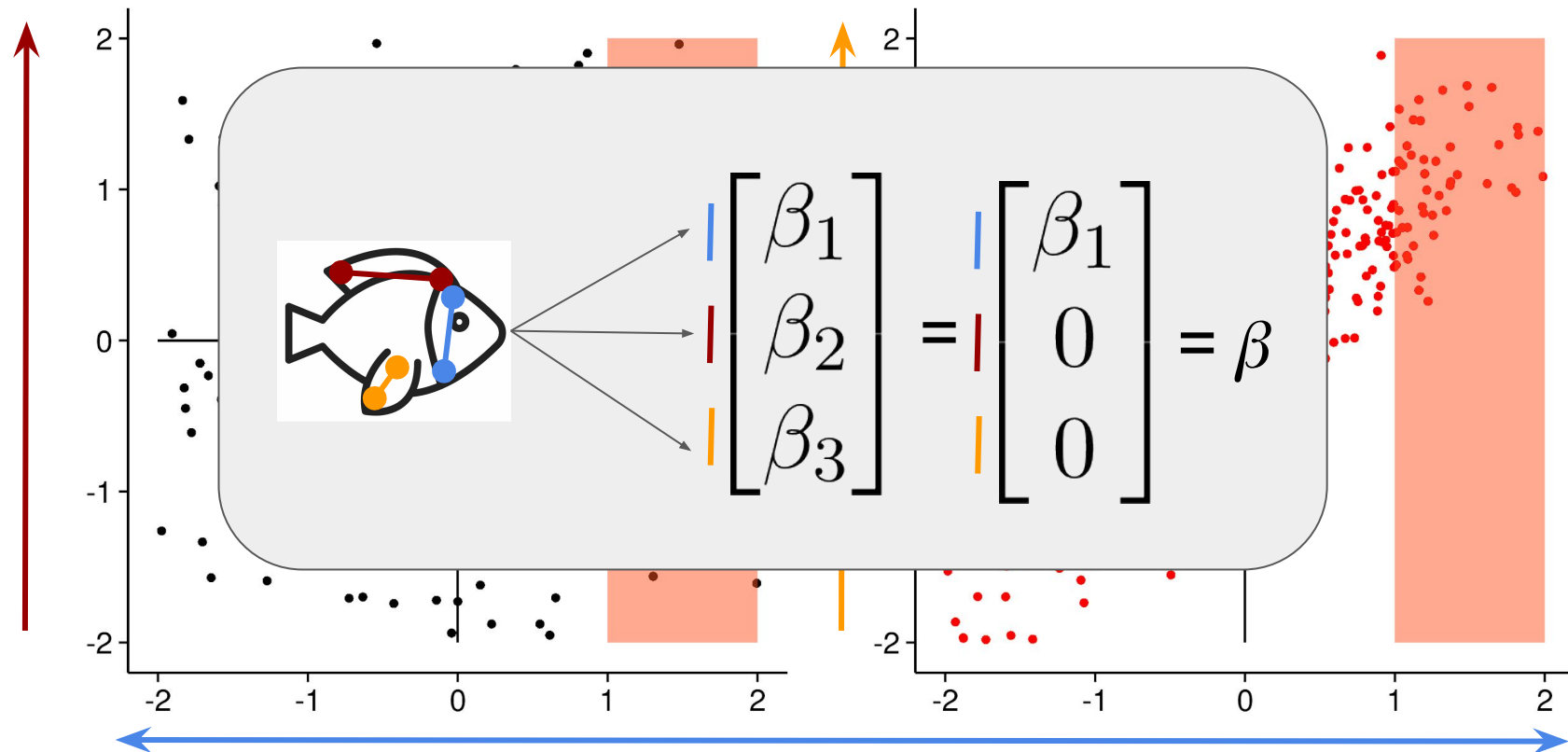
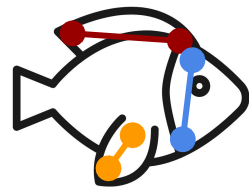


$$\omega = \mu + \beta_1 z_1 + \beta_2 z_2$$

Gradiente de seleção



Gradiente de seleção



Resposta à seleção multivariada

$$\Delta \bar{z} = cov(z^o, z) \beta_{\omega, z}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Resposta à seleção multivariada

$$\begin{bmatrix} \Delta \bar{z}_1 \\ \Delta \bar{z}_2 \\ \Delta \bar{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & C_{31} \\ C_{12} & C_{22} & C_{32} \\ C_{13} & C_{23} & C_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Equação de Lande

$$\begin{bmatrix} \Delta \bar{z}_1 \\ \Delta \bar{z}_2 \\ \Delta \bar{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{21} & G_{31} \\ G_{12} & G_{22} & G_{32} \\ G_{13} & G_{23} & G_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Matriz de covariância
genética aditiva

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Resposta

$$\Delta \bar{z}_1 = G_{11}\beta_1 + G_{12}\beta_2 + G_{13}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21}\beta_1 + G_{22}\beta_2 + G_{23}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31}\beta_1 + G_{32}\beta_2 + G_{33}\beta_3$$

Seleção direta!

$$\Delta \bar{z}_1 = \boxed{G_{11}\beta_1} + G_{12}\beta_2 + G_{13}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21}\beta_1 + \boxed{G_{22}\beta_2} + G_{23}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31}\beta_1 + G_{32}\beta_2 + \boxed{G_{33}\beta_3}$$

Seleção direta!

$$\begin{aligned}\Delta \bar{z}_1 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + G_{13}\beta_3 \\ \Delta \bar{z}_2 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + G_{23}\beta_3 \\ \Delta \bar{z}_3 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + \boxed{G_{33}\beta_3}\end{aligned}$$

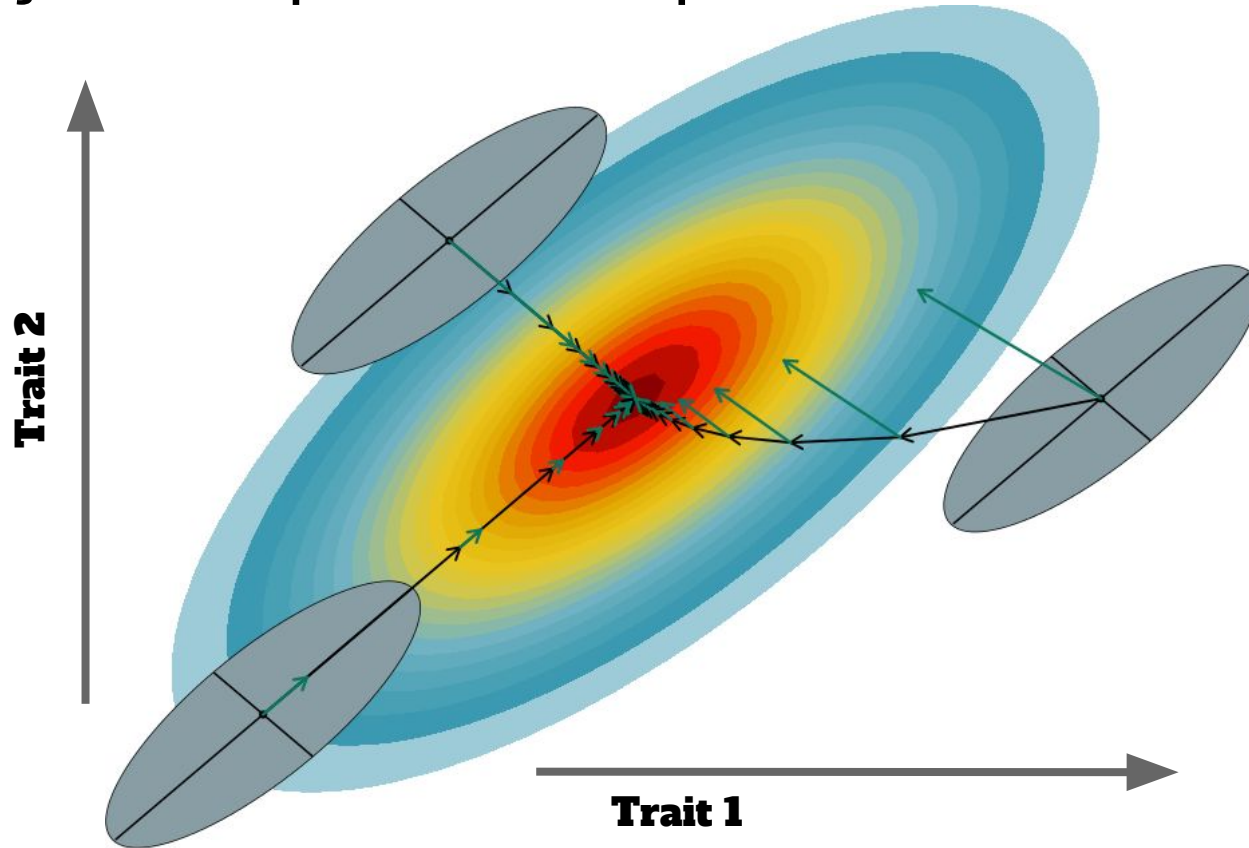
Resposta esperada

$$\Delta \bar{z}_1 = G_{11} \beta_1$$

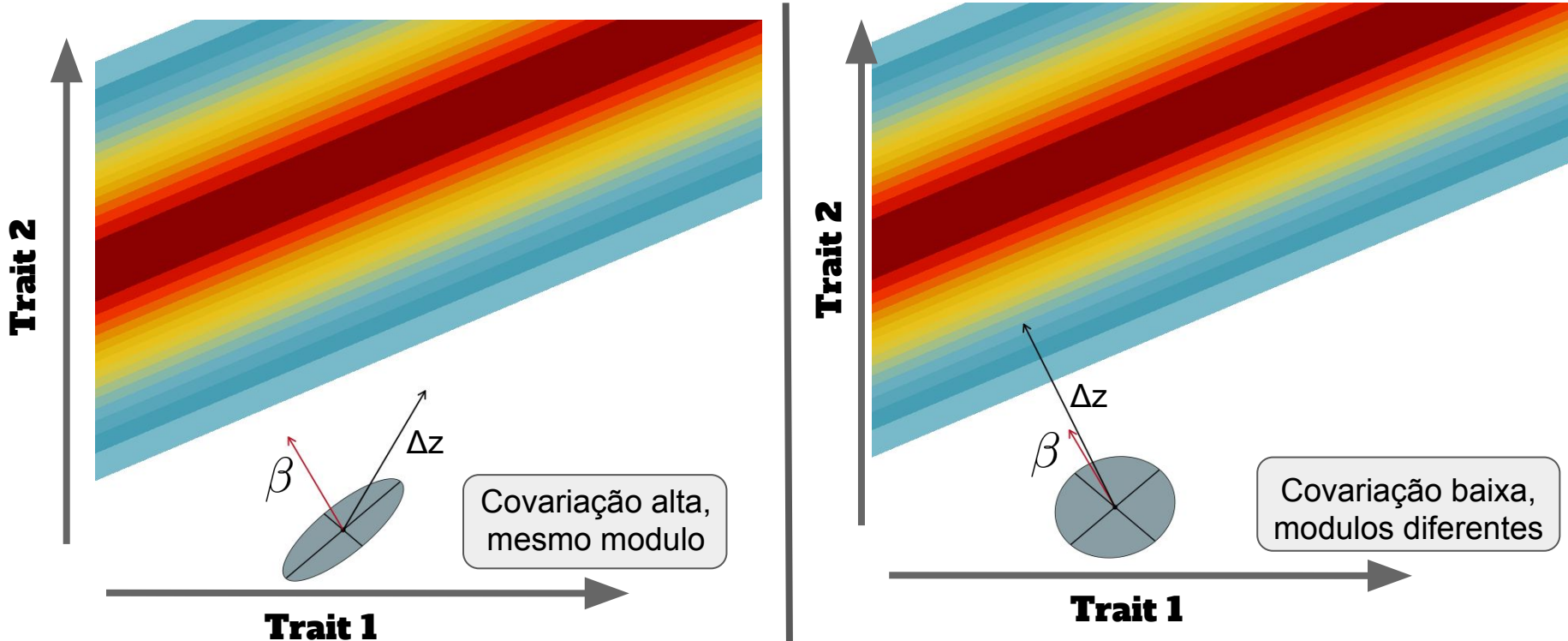
$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21} \beta_1$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31} \beta_1$$

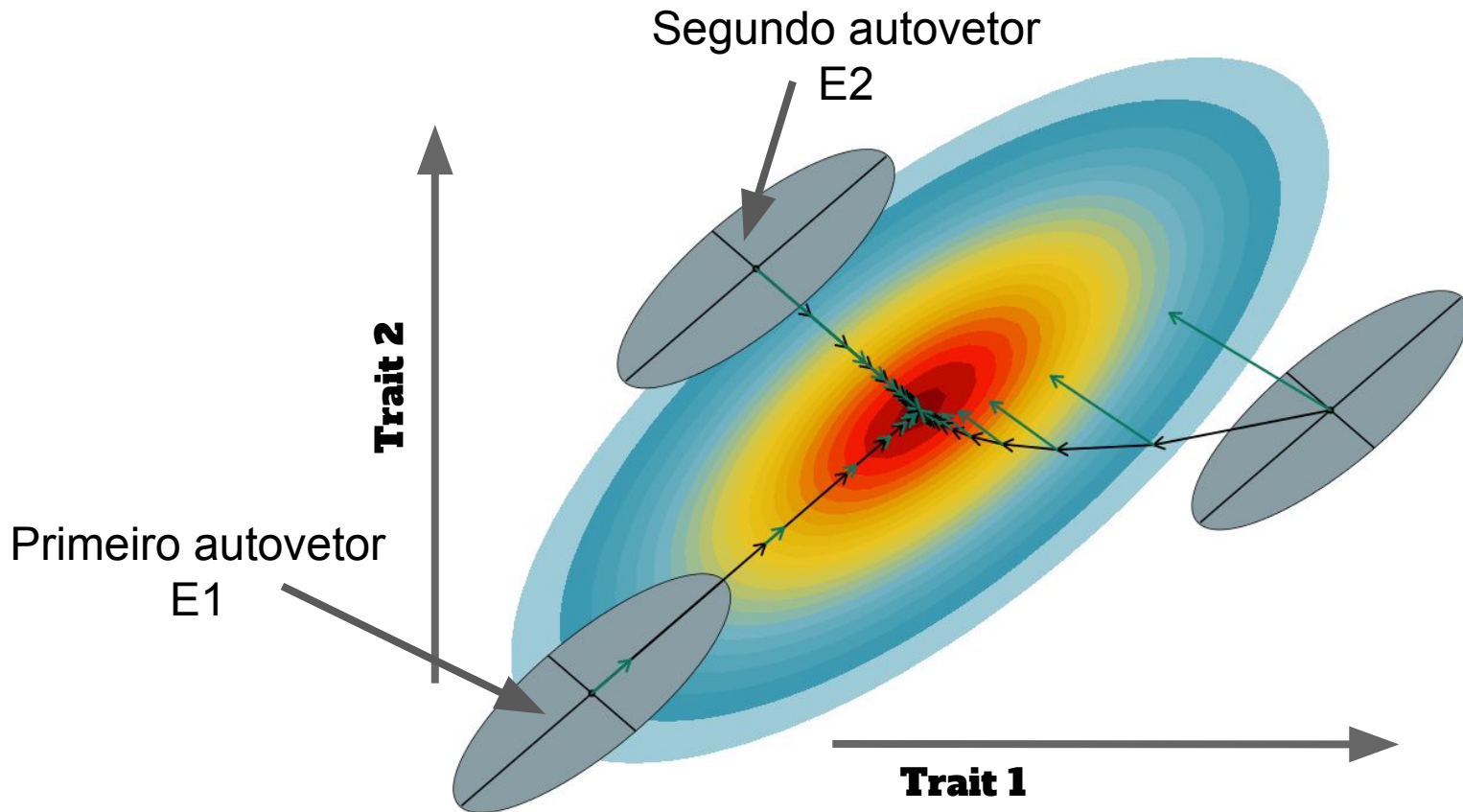
Covariação e superfície adaptativa



Modularidade e a resposta



Autovetores e seleção



Seleção não-linear

- Diferenciais e gradientes de seleção são informativos em relação à mudanças na média dos caracteres
- Mas seleção também pode alterar os padrões de variação e covariação
- Esses componentes de seleção são os componentes não lineares
- Relacionados à curvatura da superfície de seleção

Seleção não-linear

- Diferenciais e gradientes de seleção são informativos em relação à mudanças na média dos caracteres
- Mas seleção também pode alterar os padrões de variação e covariação
- Esses componentes de seleção são os componentes não lineares
- Relacionados à curvatura da superfície de seleção

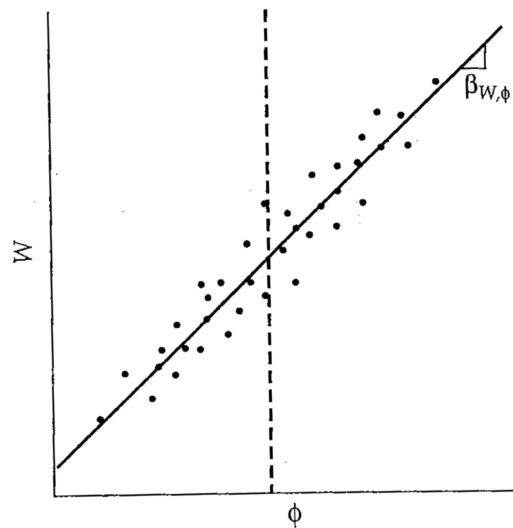
Teorema de Price

$$\Delta \bar{z} = \frac{1}{\bar{W}} [Cov(W, z) + E(W\bar{\delta})]$$

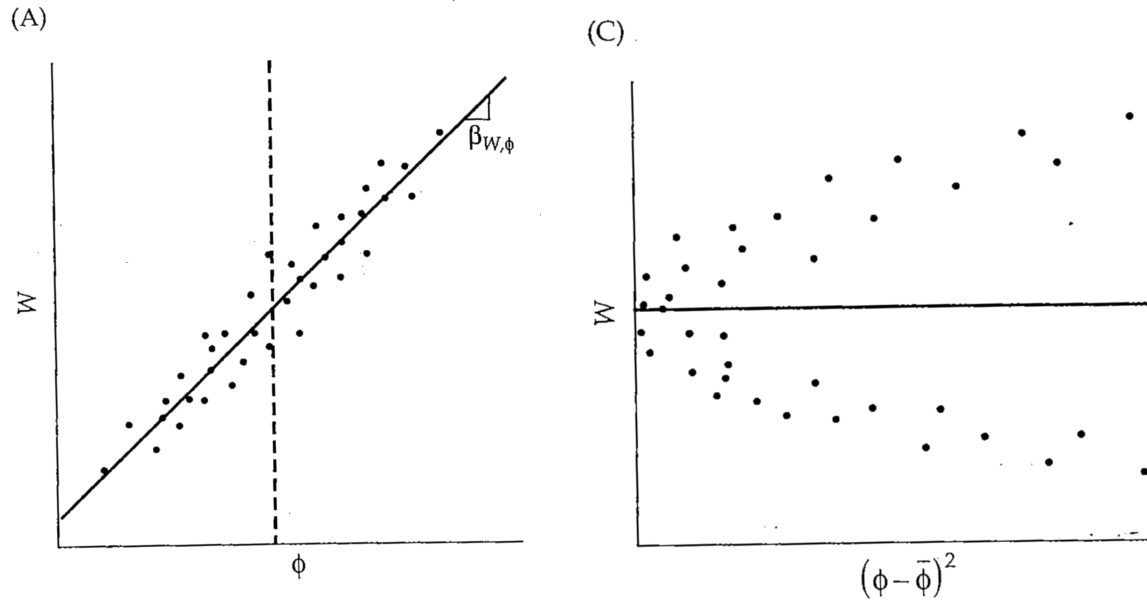
$$\Delta Var(z) = [Cov(w, (z - \bar{z})^2) + E(W\bar{\delta}_{(z - \bar{z})^2})]$$

Seleção linear

(A)

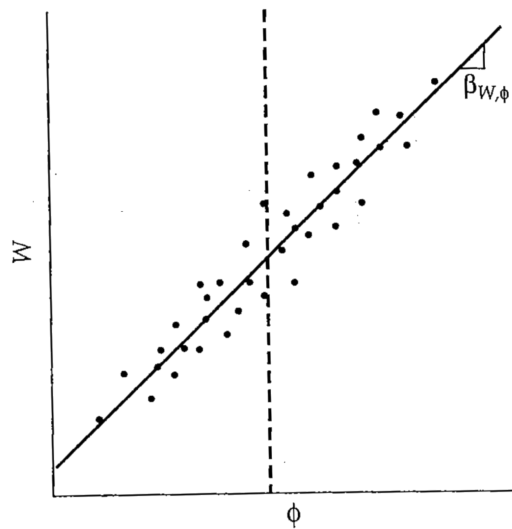


Seleção linear

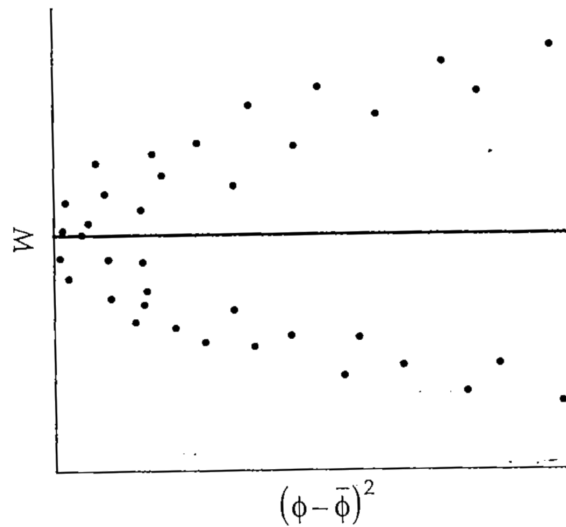


Seleção linear

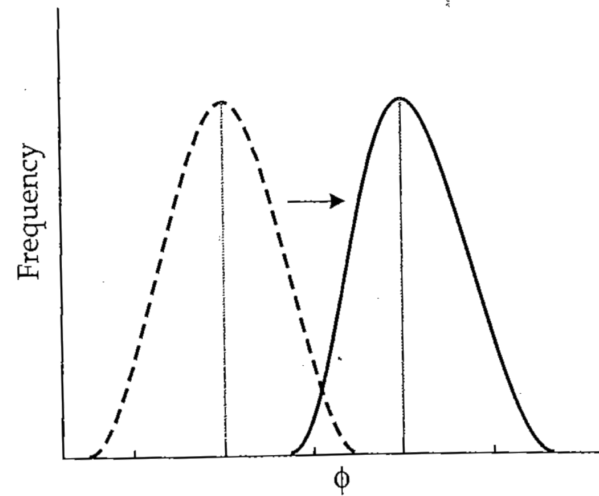
(A)



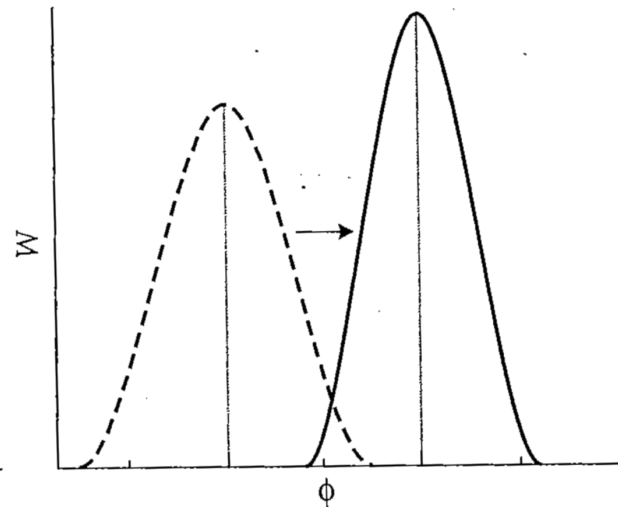
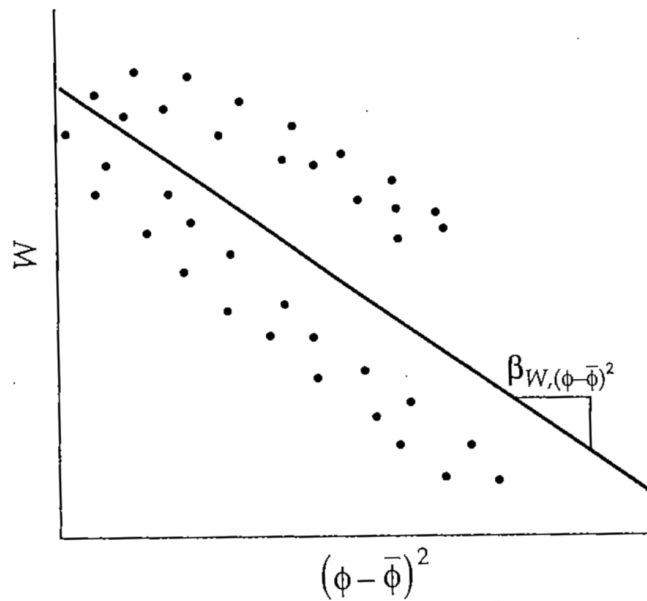
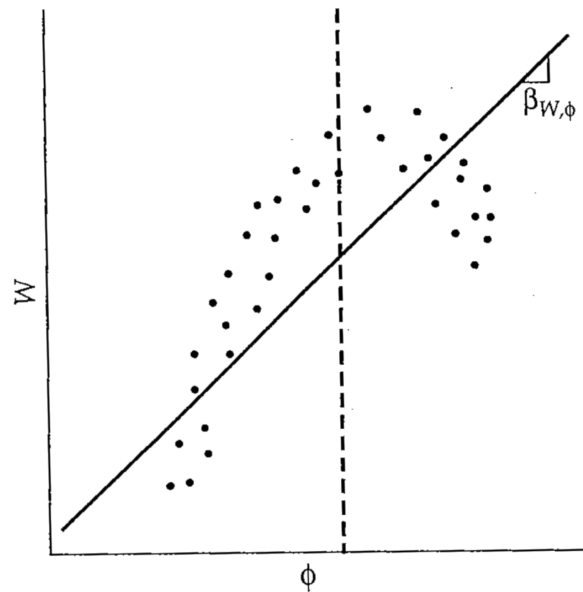
(C)



(E)

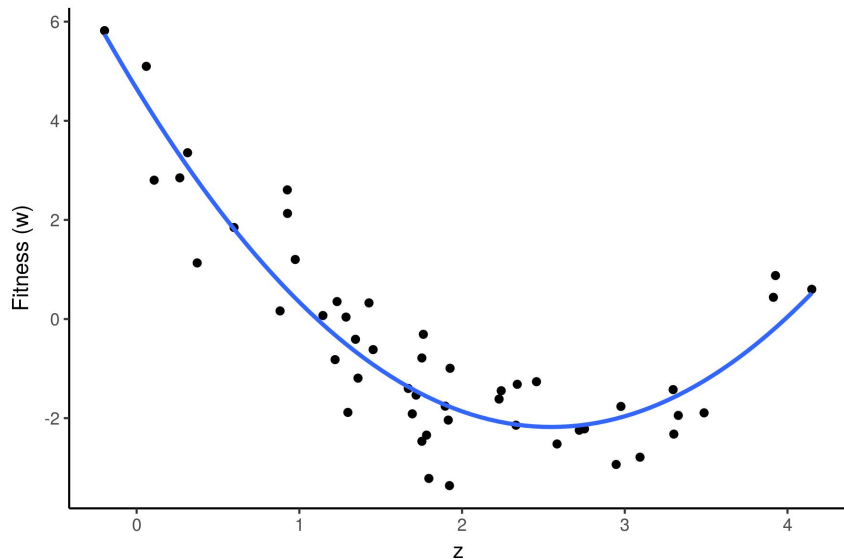


Seleção não-linear

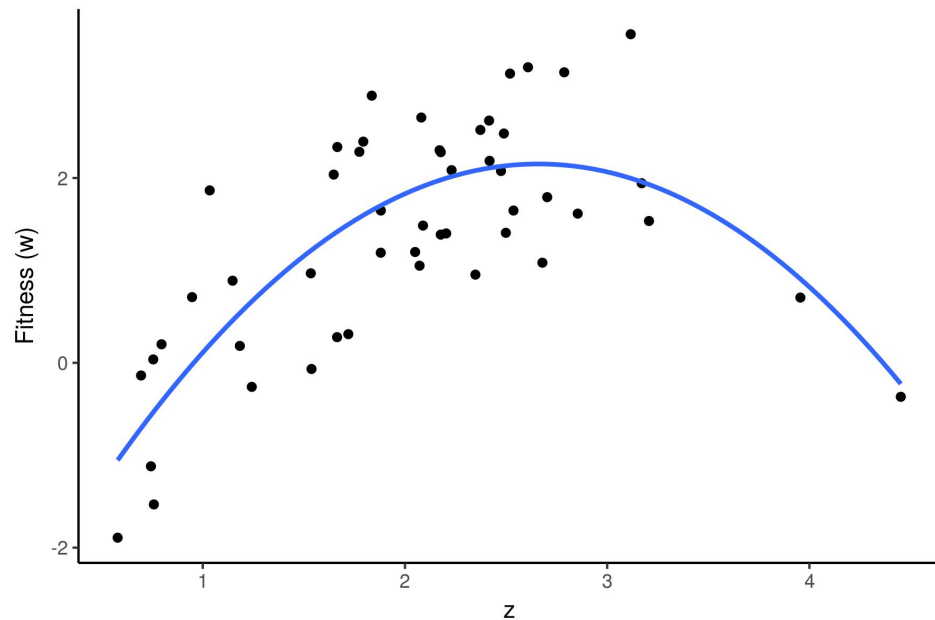


Seleção não-linear

Seleção disruptiva



Seleção estabilizadora

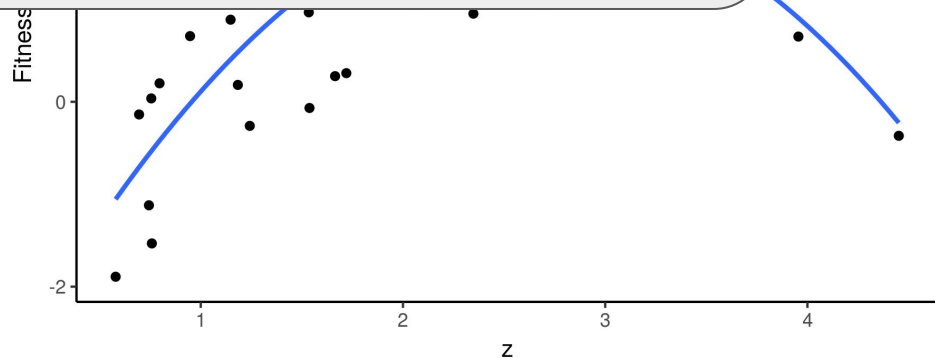
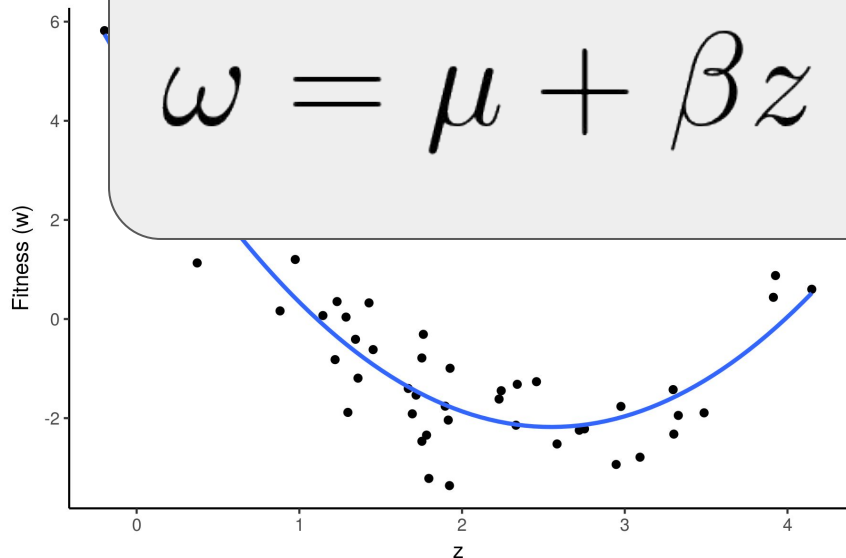


Seleção não-linear

Seleção disruptiva

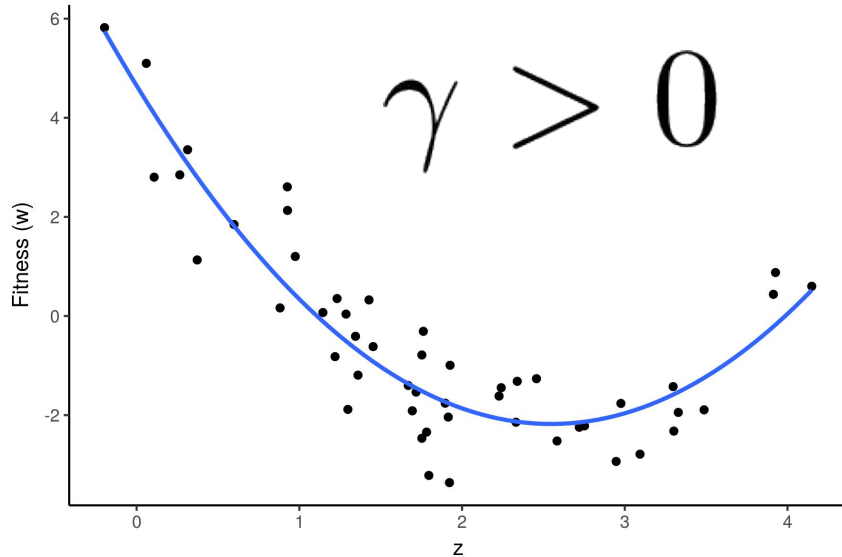
Seleção estabilizadora

$$\omega = \mu + \beta z + \frac{1}{2}\gamma(z - \bar{z})^2$$

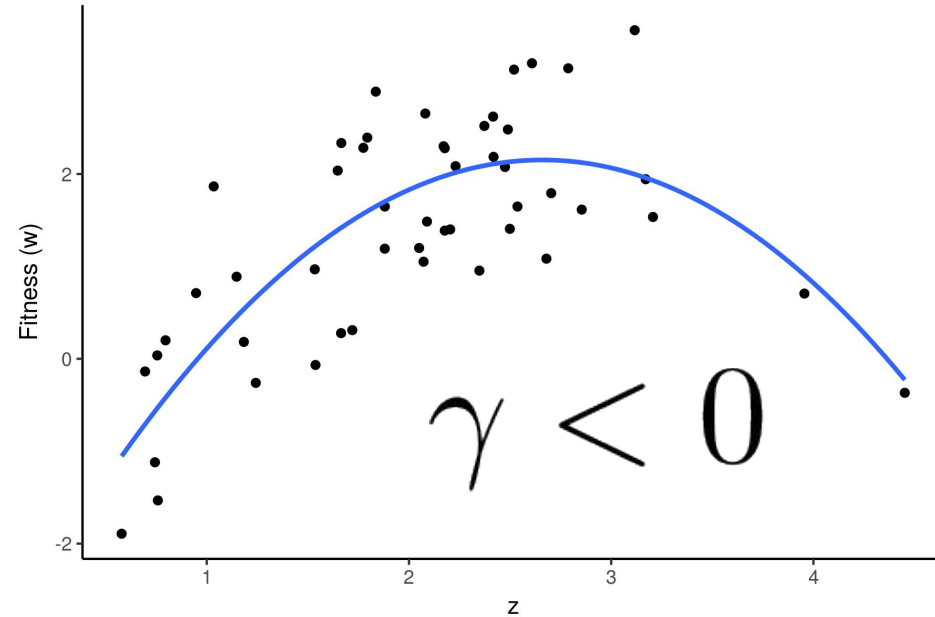


Seleção não-linear

Seleção disruptiva



Seleção estabilizadora



Superfície de fitness não-linear

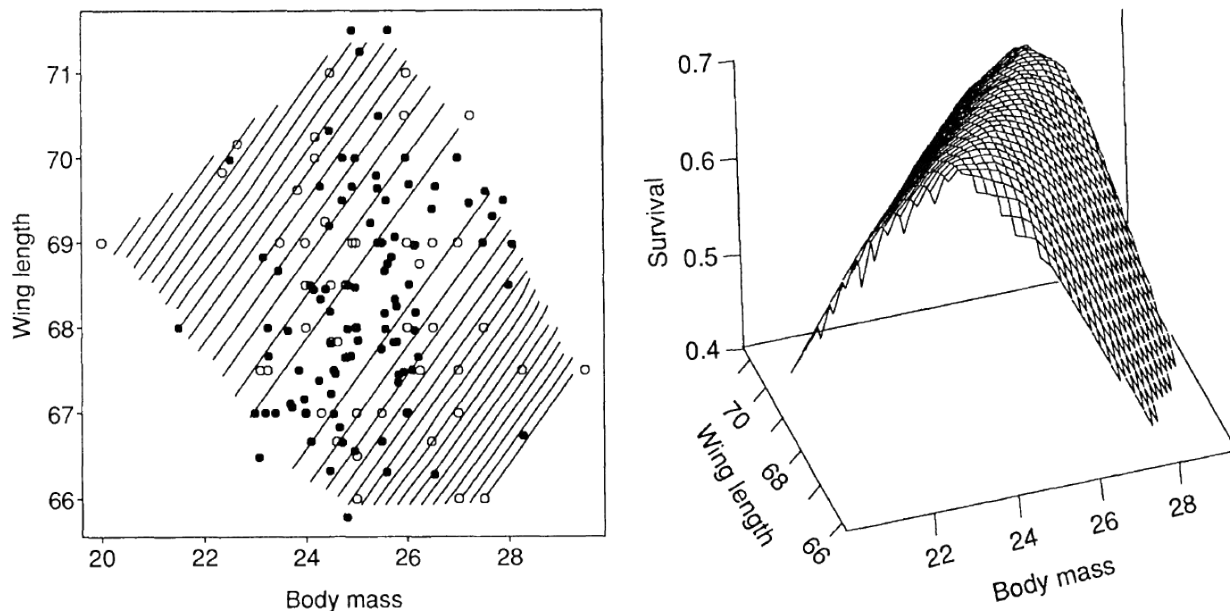


FIG. 3.—Survival (recruitment) of juvenile male song sparrows in relation to wing length and body mass. Symbols on *left panel* indicate measurements of individuals and whether they survived (*filled*) or disappeared (*open*). Fitness contours describe a ridge oriented from lower left to upper right, with survival decreasing to either side. *Right panel* gives a three-dimensional perspective of the surface. $\ln(\lambda) = -6$; $n = 152$.

Matriz γ

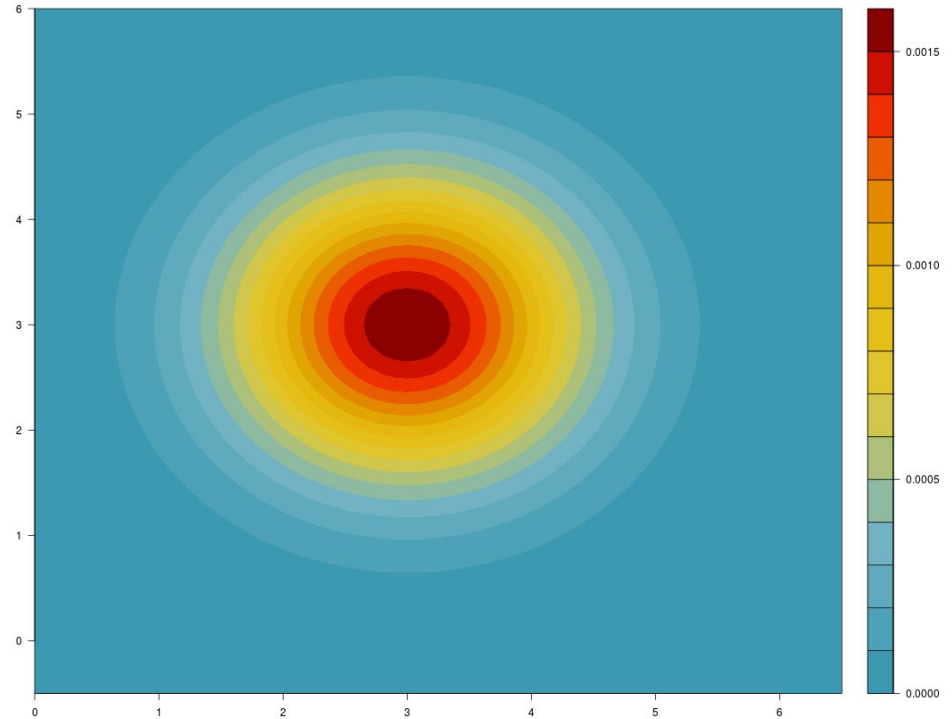
$$\gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}$$

Estabilizadora e estabilizadora

$$\gamma_{11} < 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

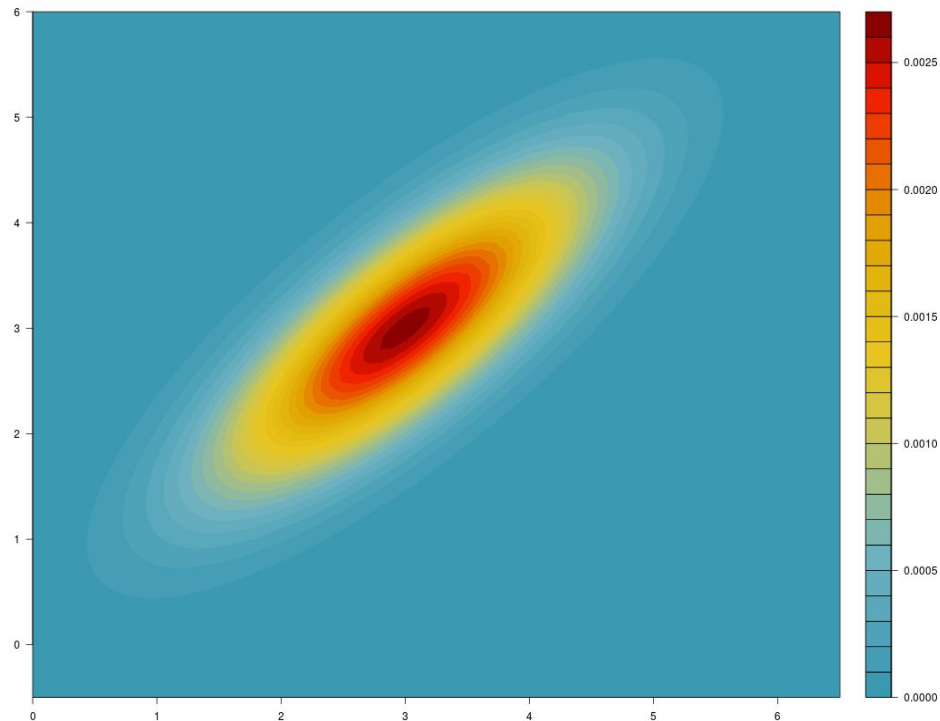


Estabilizadora correlacionada

$$\gamma_{11} < 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} < 0$$

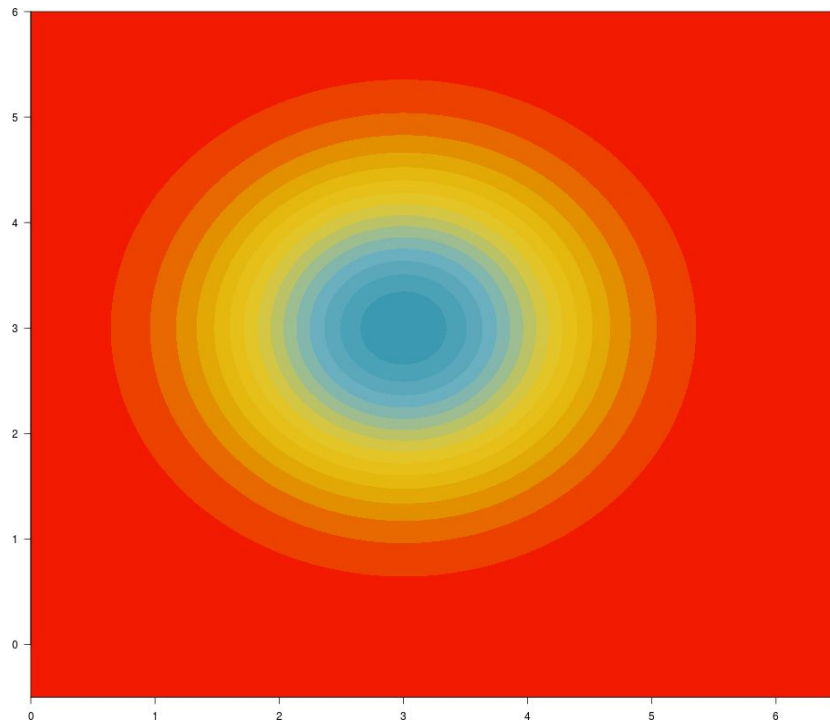


Disruptiva e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} > 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

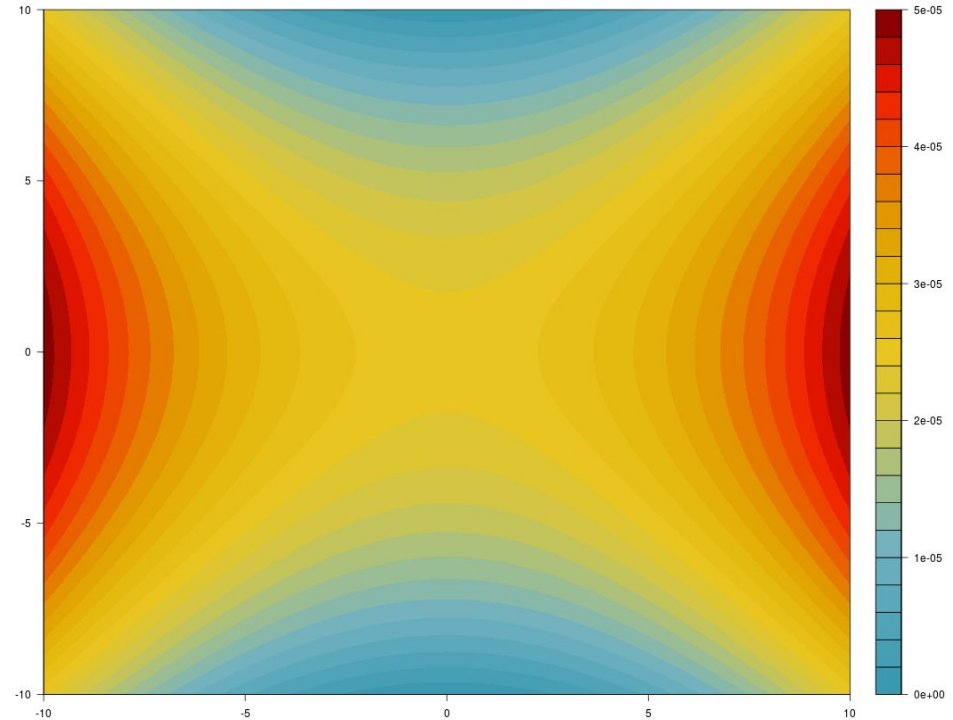


Estabilizadora e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$



Estabilizadora e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

