

GENÉTICA QUANTITATIVA

Herança Mendeliana x herança poligênica

Interações gênicas

Ação aditiva

Ação dominante

Ação sobredominante

Heterose

Variância e Herdabilidade

Progresso de Seleção

Fenótipo = Genótipo + Ambiente

- Para o melhoramento, não interessa conhecer somente os fenótipos individuais das plantas mas, principalmente, as diferenças entre os fenótipos -> ou a variabilidade que se expressa entre os indivíduos.
- Para quantificar a variabilidade utiliza-se da estatística conhecida como variância, que é uma medida da dispersão dos dados.
- Quanto + dispersos os dados em torno da média, maior a variância.

Exemplo: Número de sementes por vagem

Variedade A -> 10 plantas => 4, 2, 6, 3, 7, 5, 7, 8, 2, 3

Média = 4,6

Variedade B -> 10 plantas => 5, 4, 3, 6, 4, 6, 5, 4, 6, 3

Média = 4,6

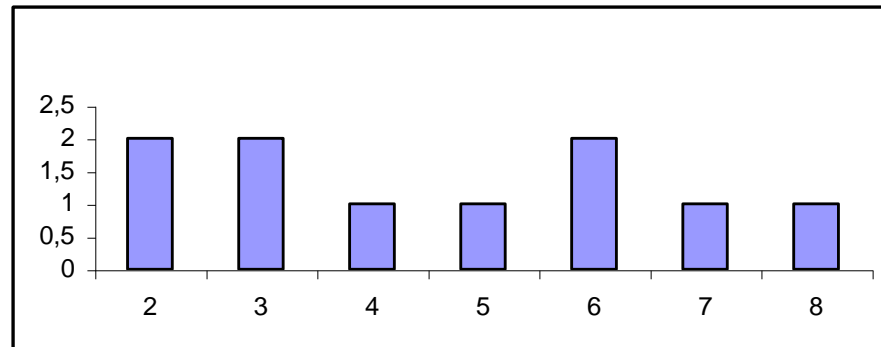
Variedade C -> 10 plantas => 4, 4, 5, 6, 4, 5, 5, 4, 5, 4

Média = 4,6



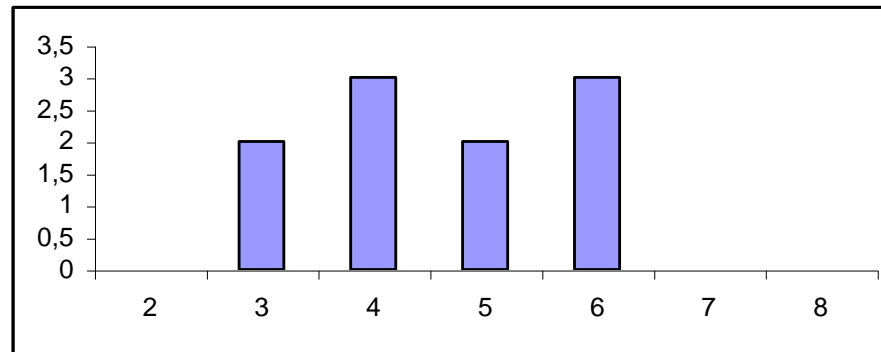
Variâncias:

A



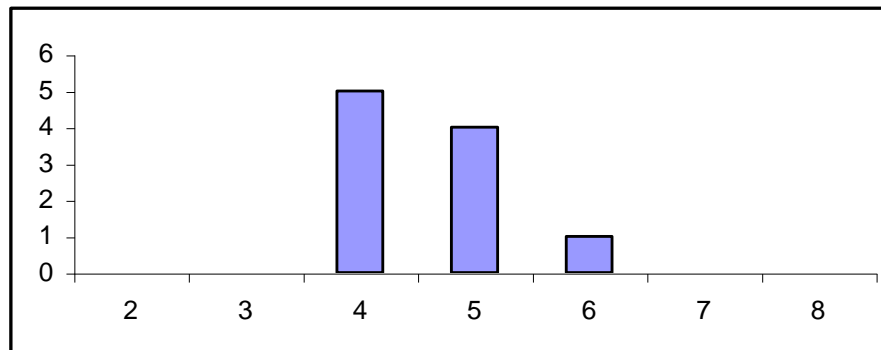
$$S^2 = 4,488$$

B



$$S^2 = 1,377$$

C



$$S^2 = 0,488$$

Média: 4,6

Componentes da Variação Fenotípica

Variância: Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Variância populacional

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Variância amostral

Como medir a variância???

$$s^2 = \frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \sum d_i^2$$

sendo: d_i = desvio de cada observação em relação à média geral (\bar{x});

$n-1$ = grau de liberdade;

n = nº de observações.

$$s^2 \text{ ou } \sigma^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

Ex: Comprimento de espigas de milho

	Média	Amplitude (cm)	s^2
P_A	6,6	5 a 8	0,67
P_B	16,8	13 a 21	3,57
F_1	12,1	9 a 15	2,31
F_2	12,9	7 a 19	5,06

Como verificar o quanto da variabilidade em F_2 é devido somente a causas genéticas?

$$\begin{array}{l} s^2P_A = 0,67 \\ s^2P_B = 3,57 \\ s^2F_1 = 2,31 \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \\ \longrightarrow \\ \nearrow \end{array} \text{ só variabilidade ambiental}$$

$$\frac{s^2P_A + s^2P_B + s^2F_1}{3} = 2,18 \rightarrow \text{variabilidade ambiental média}$$

$$s^2_{F_2} = 5,06 = \text{variabilidade ambiental média} + \text{variabilidade genotípica}$$

$$\text{Variância genotípica } (F_2) = 5,06 - 2,18 = 2,88$$



P1



P2



F1



P1



F1



P2

População F2





População F2

Fenótipo = Genótipo + Ambiente

$$F = G + E$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

σ_F^2 = variância fenotípica

σ_G^2 = variância genotípica

σ_E^2 = variância ambiental

$$F_1 = G_1 + E_1$$

$$F_2 = G_2 + E_2$$

$$F_3 = G_3 + E_3$$

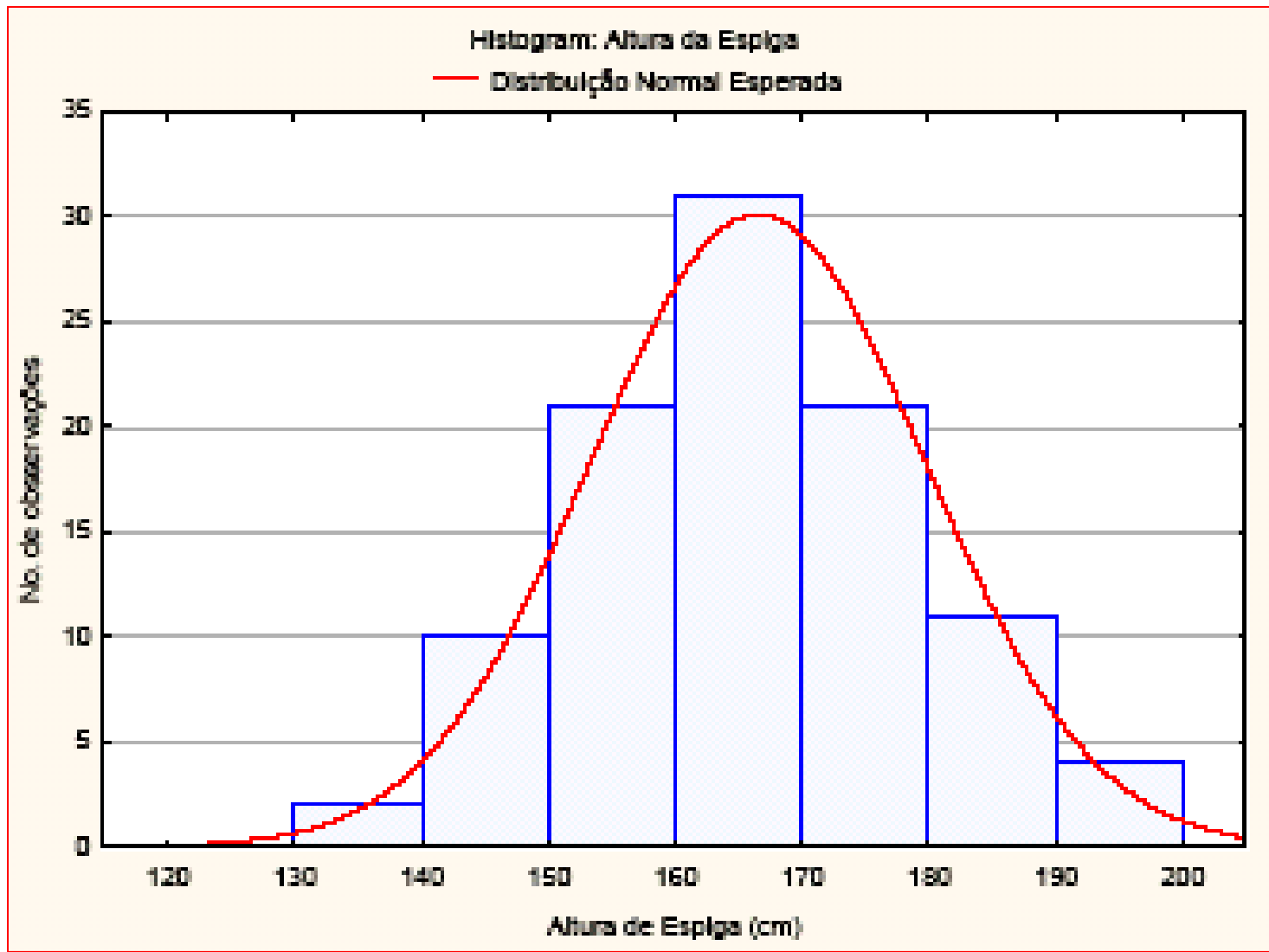
...

$$F_n = G_n + E_n$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

Ex: altura da espiga de 100 plantas F_2 de milho

154	174	160	194	158
191	156	160	181	156
152	162	156	135	169
145	158	162	172	161
156	169	156	162	184
166	168	166	176	180
169	160	174	179	164
144	165	180	145	150
172	175	164	174	180
154	171	159	154	165
190	182	190	194	179
175	146	186	174	168
140	184	148	165	161
170	164	162	175	160
144	148	195	164	161
171	164	180	168	172
167	151	184	171	154
159	169	170	146	160
165	148	166	165	168
155	190	189	178	186



Portanto: $\sigma^2_F = \sigma^2_G + \sigma^2_E$

Pergunta: Quanto da variabilidade fenotípica é
devida a diferenças genéticas????

=> Podemos responder a isto calculando a:

Herdabilidade (h^2)

Coefficiente de Herdabilidade (h^2)

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2}$$

$$h^2\% = \left(\frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} \right) \times 100$$

Podemos encontrar:

$$h^2 = 80\%$$

$$h^2 = 10\%$$

Como interpretar?

% da variação fenotípica
atribuída ao efeito genotípico

Exemplos de coeficientes de herdabilidade:

Caracteres	h^2
Peso de gado ao nascer	0,49
Tamanho da fibra de lã de carneiros	0,38
% de chocas em galinhas	0,16
Tamanho da cria de camundongos	0,15
Nº de vagens por planta (feijão)	0,87
Peso da semente de feijão	0,99

=> Caracteres de alta herdabilidade em feijão:

-> Número de vagens por planta (0,87)

-> Número de sementes por vagem (0,94)

=> Caracteres de baixa herdabilidade em feijão:

-> Produção de grãos (0,46)



Milho: produção de grãos por planta individual (g/planta)

F1					F2		
8	12	10			60	10	50
10	21	20			60	55	40
25	30	21			50	70	80
9	10	11			20	8	30

Calcule a média, variância fenotípica, genética e ambiental das gerações F1 e F2, e a herdabilidade.

$$X_{F1} = 187/12$$

$$X_{F2} = 533/12$$

$$X_{F1} = 15,58 \text{ g/pl}$$

$$X_{F2} = 44,42 \text{ g/pl}$$


$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

$$S^2_{F(F1)} = \frac{3517 - (187)^2/12}{11}$$

$$S^2_{F(F2)} = \frac{29589 - (533)^2/12}{11}$$

$$S^2_{F(F1)} = 54,81 \text{ g/pl}^2$$

$$S^2_{F(F2)} = 537,72 \text{ g/pl}^2$$


$$S^2_{F(F2)} = S^2_{G(F2)} + S^2_{E(F2)}$$

$$S^2_{G(F2)} = S^2_{F(F2)} - S^2_{E(F2)}$$

$$S^2_{G(F2)} = 537,72 - 54,81$$

$$S^2_{G(F2)} = 482,91 \text{ g/pl}^2$$

$$S^2_{F(F1)} = \frac{(3517 - 17)^2 12}{11}$$

$$S^2_{F(F1)} = 54,81 \text{ g/pl}^2$$

$$S^2_{F(F2)} = \frac{29589 - (533)^2/12}{11}$$

$$S^2_{F(F2)} = 537,72 \text{ g/pl}^2$$

$$S^2_{F(F2)} = S^2_{G(F2)} + S^2_{E(F2)}$$

$$S^2_{G(F2)} = S^2_{F(F2)} - S^2_{E(F2)}$$

$$S^2_{G(F2)} = 537,72 - 54,81$$

$$S^2_{G(F2)} = 482,91 \text{ g/pl}^2$$

$$h^2 = \frac{S^2_{G(F2)}}{S^2_{F(F2)}} = \frac{482,91}{537,72} = 0,898 = 89,8\%$$

Progresso ou Ganho de Seleção

População:

-> campo com diferentes
genótipos



SELEÇÃO

Qual será o progresso com a seleção, ou seja, qual será a produtividade da população selecionada??

Progresso ou Ganho com Seleção:



População de milho

seleção



Indivíduos selecionados

O progresso ou ganho com seleção refere-se ao incremento na média da população original. Depende da herdabilidade do caráter e do diferencial de seleção



$$GS = h^2 \times ds$$

$$GS\% = \frac{GS}{\bar{X}_0} \times 100$$

\bar{X}_0 = média da população original

\bar{X}_s = média da população selecionada

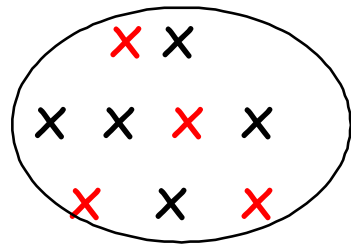
\bar{X}_M = média da população melhorada

ds = diferencial de seleção ($\bar{X}_s - \bar{X}_0$)

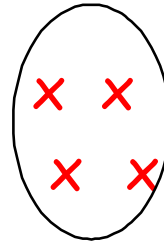
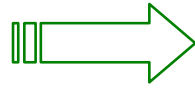
h^2 = herdabilidade

GS = ganho com a seleção

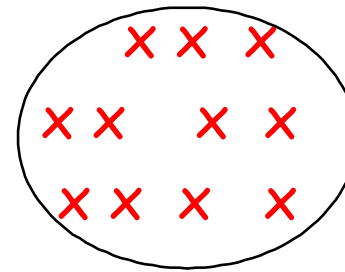
Qual a aplicabilidade de h^2 ?



População original
(\bar{x} original)



População selecionada
(\bar{x} selecionada)



População melhorada
(\bar{x} melhorada)

$$ds = \bar{X}_s - \bar{X}_o$$

$\bar{X}_m - \bar{X}_o = GS$ (progresso ou ganho genético obtido com a seleção)

$$GS = h^2 \times ds$$

Milho: produção de grãos por planta individual (g/planta)

F1					F2		
8	12	10			60	10	50
10	21	20			60	55	40
25	30	21			50	70	80
9	10	11			20	8	30

Selecione (em F2) os indivíduos com produção > 50 g/pl. Calcule a X_s , o diferencial de seleção (d_s), e o progresso de seleção (G_s).

$$X_{F_2} = 44,42 \text{ g/pl} = X_0$$

$$X_s = \frac{60+60+55+70+80}{5} = 65 \text{ g/pl}$$

$$ds = X_s - X_0 = 65 - 44,42 \Rightarrow ds = 20,58$$

$$h^2 = 0,89 \times 100 = 89\%$$

$$Gs = h^2 \times ds$$

$$Gs = 0,89 \times 20,58$$

$$Gs = 18,31 \text{ g/pl}$$

$$Gs\% = \frac{18,31}{44,42} \times 100$$

$$Gs = 41,22 \%$$

Referência para estudo:

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. 2004. *Genética na Agropecuária*. Lavras: Editora UFLA, 3^a Ed. 472p. [R165g4 e.1 95052].

Cap. 12 - *Genética quantitativa*

