

**Base Genética dos Caracteres
Qualitativos e Quantitativos,
Componentes da Variação
Fenotípica, Coeficiente de
Herdabilidade e Progresso com
Seleção**



INTRODUÇÃO

- Caracteres qualitativos são controlados por um ou poucos genes (classes fenotípicas distinguíveis umas das outras). Ex.: cor de flor, hipocótilo, textura dos grãos de milho, etc...
- Caracteres quantitativos são controlados por muitos genes, as classes não são facilmente distinguíveis, havendo uma distribuição contínua do fenótipo. Referem-se a mensurações de quantidades (pesos, volumes, medidas: kg, m, cm, g, m², etc).

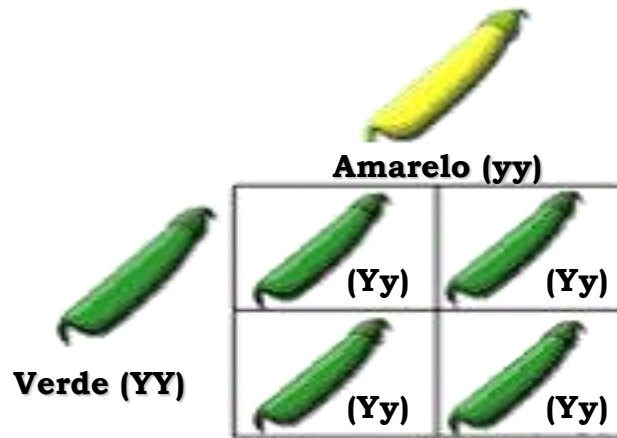
DISTINÇÃO ENTRE CARACTERES QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Qualitativos:

- Segregações conhecidas: 3:1 ou 1:2:1 e 9:3:3:1 para um e dois locos, respectivamente;
- Dominância, dominância parcial;
- Os estudos qualitativos são feitos a nível de indivíduos e a interpretação da herança é feita com base na contagem e proporções definidas pelos resultados observados nas descendências dos cruzamentos.

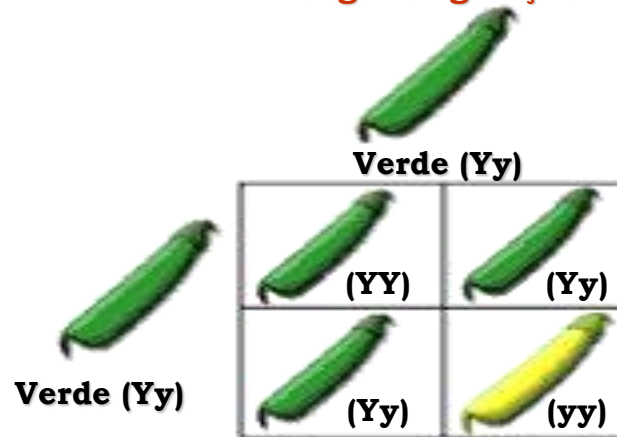
Exemplo 1

Primeira geração



**F₁ ⇔ 100%
verdes**

Segunda geração



**F₂: ¾ verdes e
¼ amarelas**

Mary S. Gibbs (GNN)

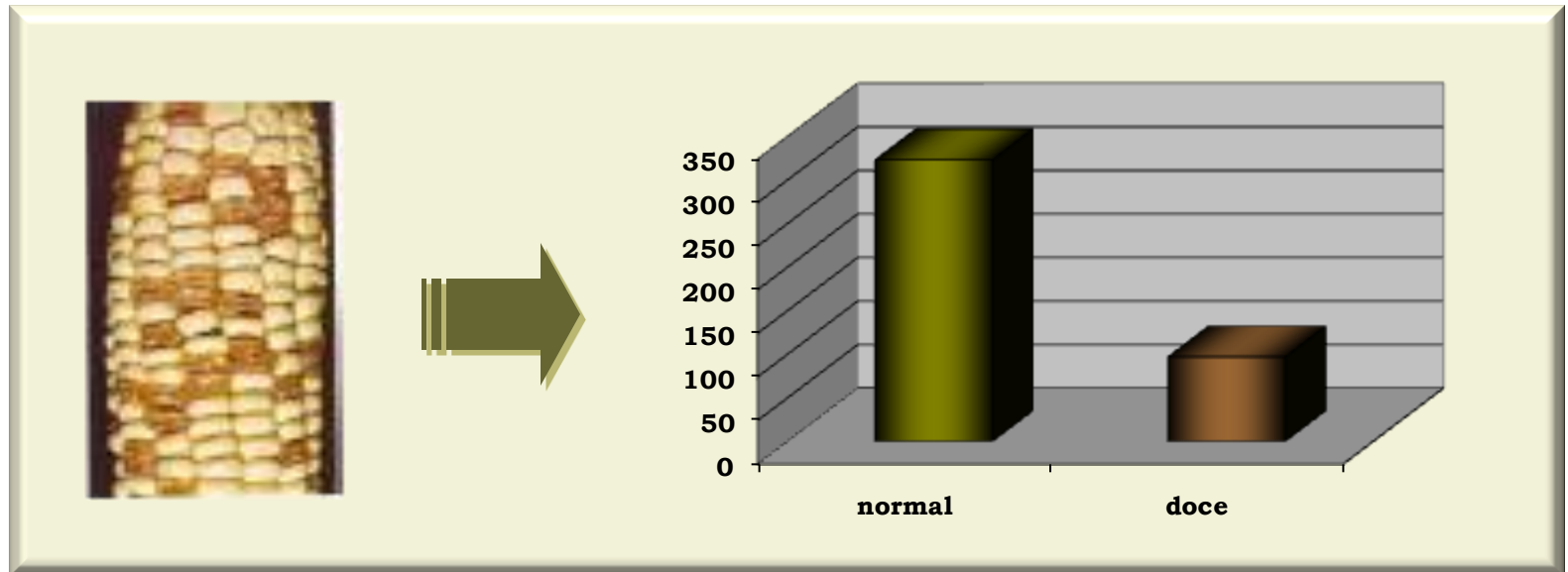
Exemplo 2



Cor do tegumento em milho

Exemplo 3

Milho doce



Num $F_2 \Leftrightarrow$ 323 grãos normais e 97 grãos doces.

Exemplo 4



Gene “dwarf” em arroz



Quantitativos:

Genética Quantitativa é a parte da genética que estuda os caracteres quantitativos, os quais distinguem-se dos caracteres qualitativos em três aspectos.



1. Herança poligênica: os caracteres quantitativos são, em geral, regulados por vários genes;
2. Estudo a nível de populações e baseado na estimação de parâmetros tais como média, variância e covariância;
3. Variações contínuas e efeito do meio.

As características quantitativas são as que exibem variações contínuas (às vezes descontínuas) e são parcialmente de origem não genética; ou seja, são grandemente afetadas pelo ambiente.

Exemplos: Produção de grãos, leite, resistência a algumas doenças, altura, peso, etc...

Exemplo 5 ⇨ Altura da espiga (cm) de 100 plantas F₂

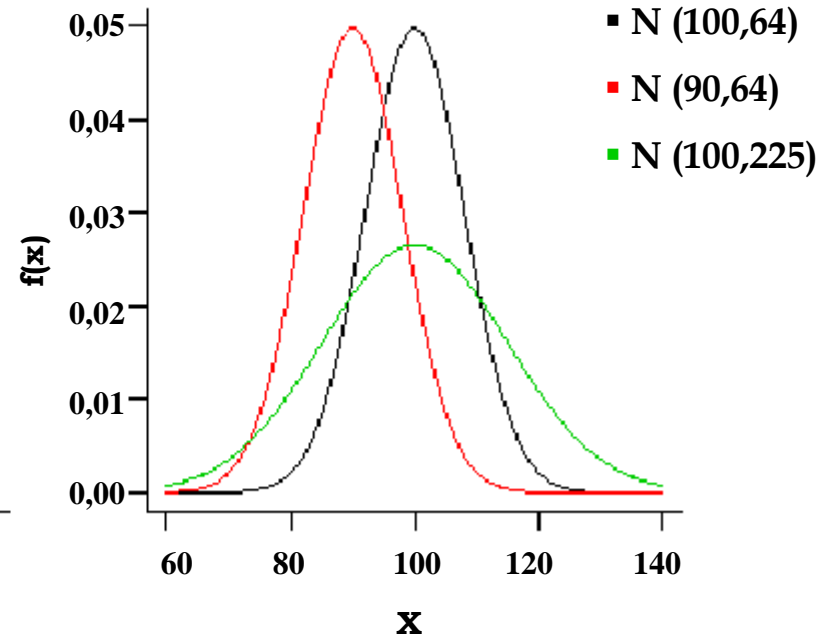
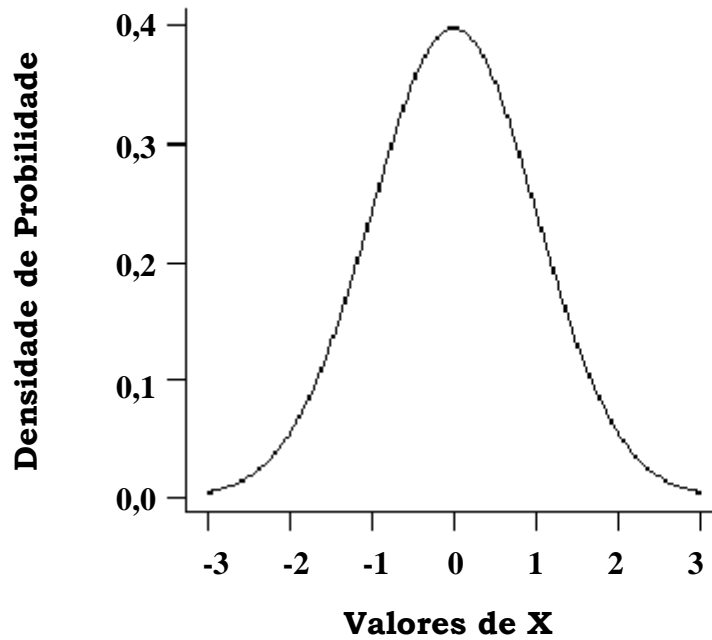
154	174	160	194	158
191	156	160	181	156
152	162	156	135	169
145	158	162	172	169
156	169	156	162	184
166	168	166	176	180
169	160	174	179	164
144	165	180	145	150
172	175	164	174	180
154	171	159	154	165
190	182	190	194	179
175	146	186	174	168
140	184	148	165	161
170	164	162	175	160
144	148	195	164	161
171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

Exemplo 6 ⇨ Toneladas de cana-de-açúcar por ha.

Clone		Clone	
1	102,82	19	94,60
2	117,45	20	119,59
3	133,34	21	111,74
4	120,31	22	114,42
5	108,17	23	105,85
6	112,99	24	89,96
7	124,77	25	106,74
8	133,52	26	100,85
9	108,35	27	98,00
10	124,41	28	108,53
11	115,67	29	92,82
12	108,88	30	102,28
13	110,49	31	101,74
14	86,75	32	86,57
15	96,75	33	97,10
16	106,74	34	102,82
17	105,31	35	88,71
18	192,81	36	125,66



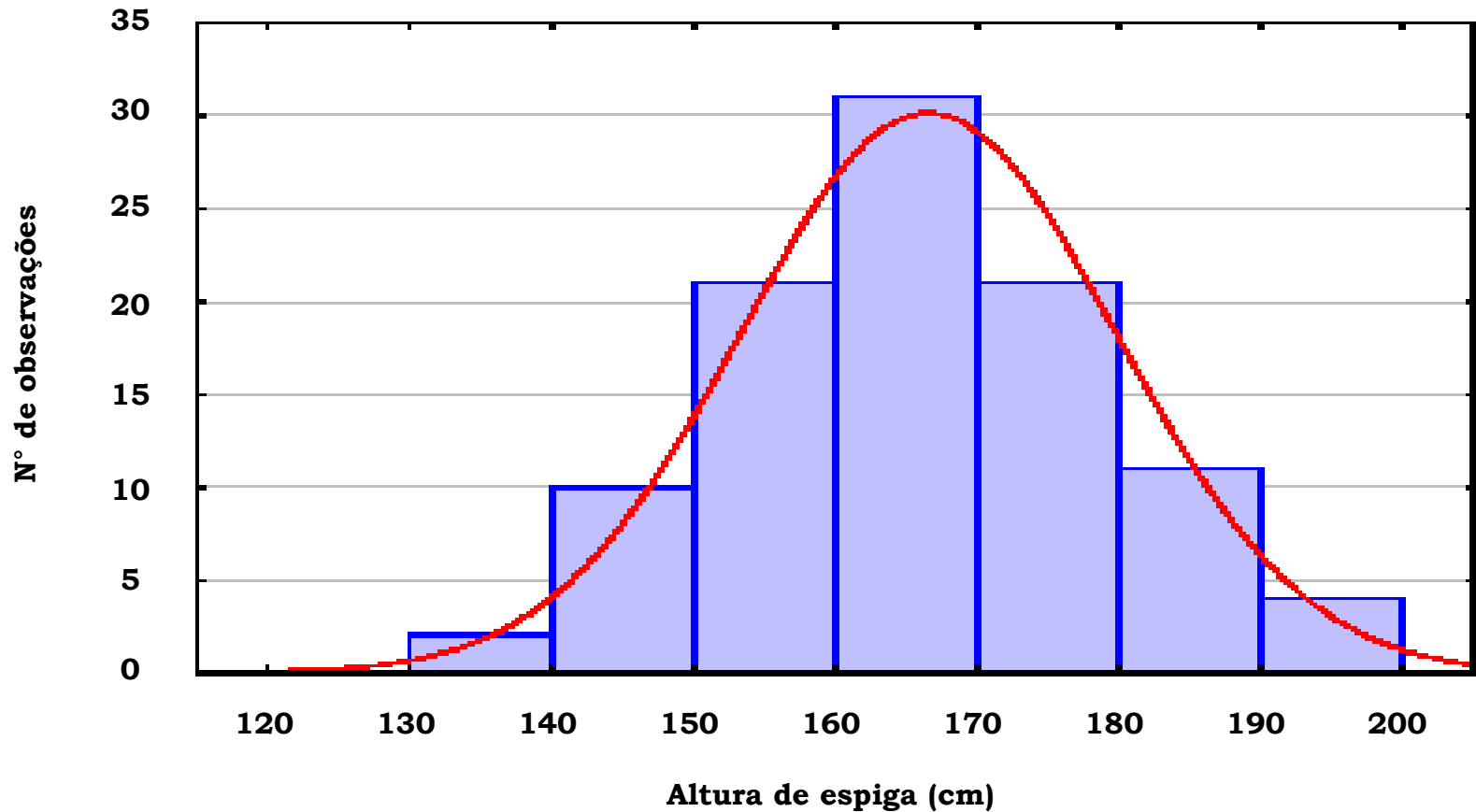
Distribuição Normal
 $X \sim N(100,64)$





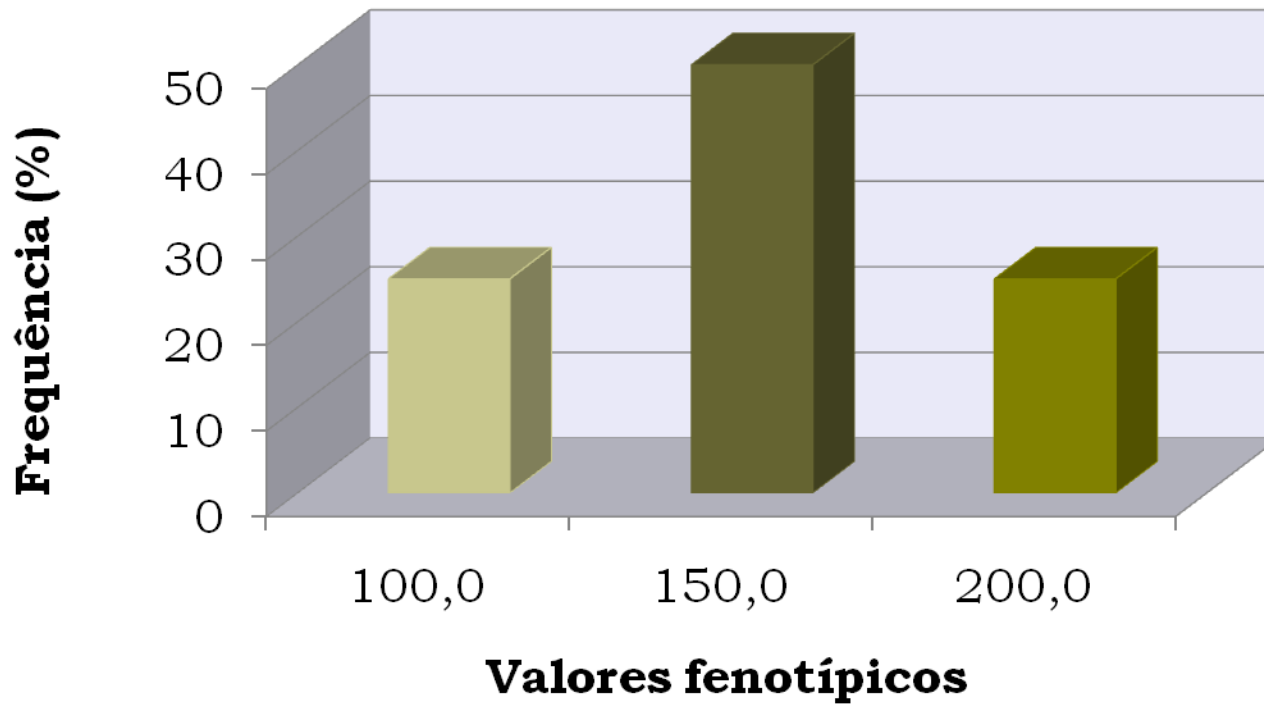
Histograma: Altura de Espiga

— Distribuição Normal Esperada



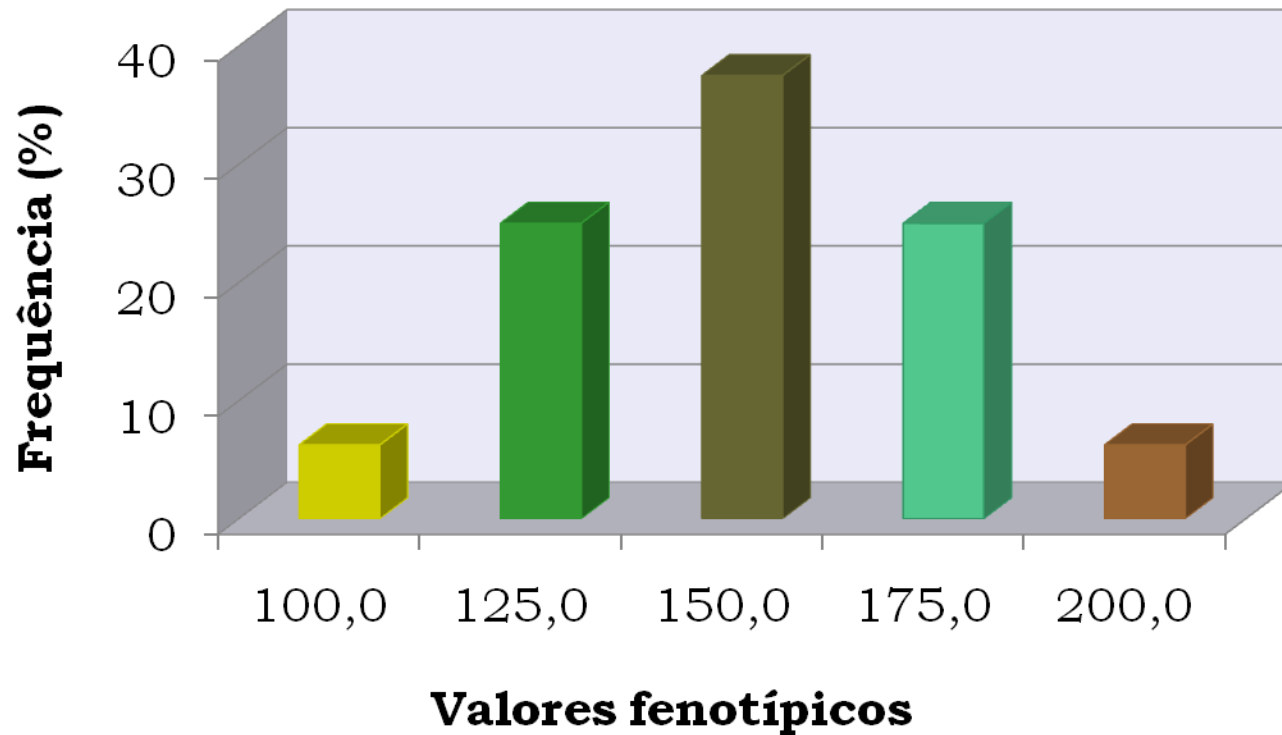
Presença de múltiplos genes

Análise com um gene



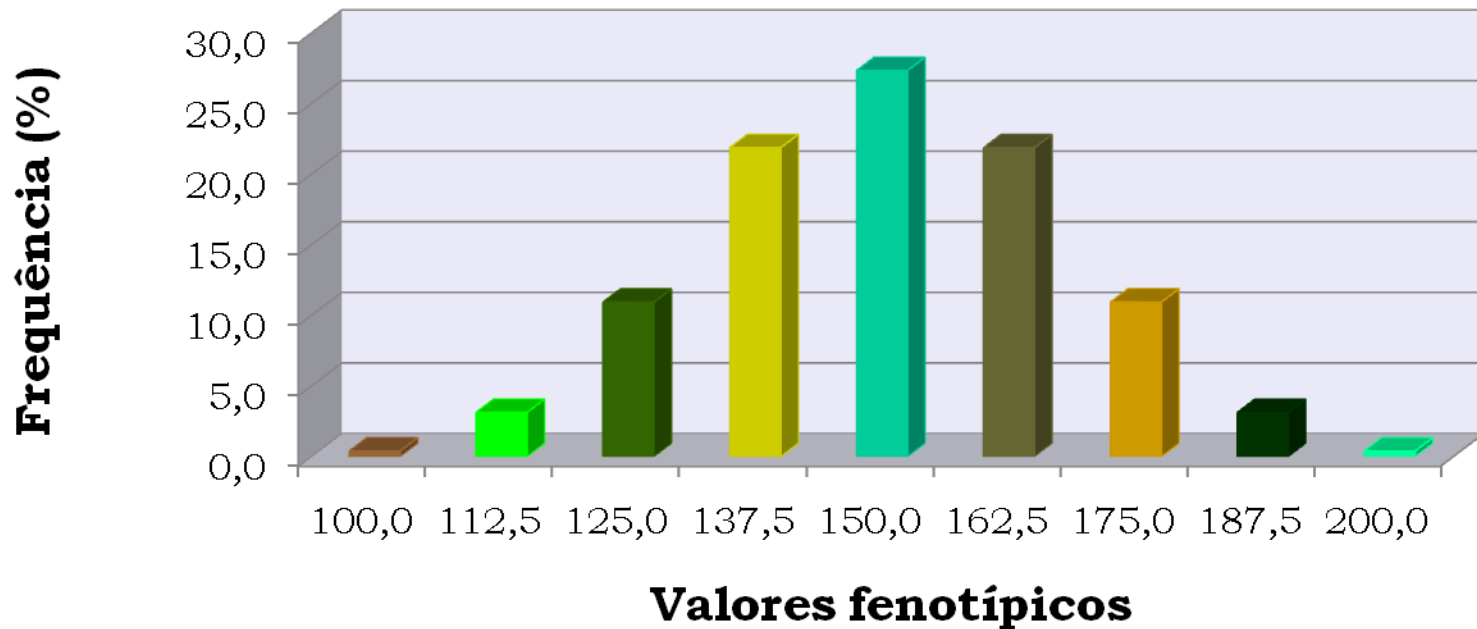
Presença de múltiplos genes

Análise com dois genes



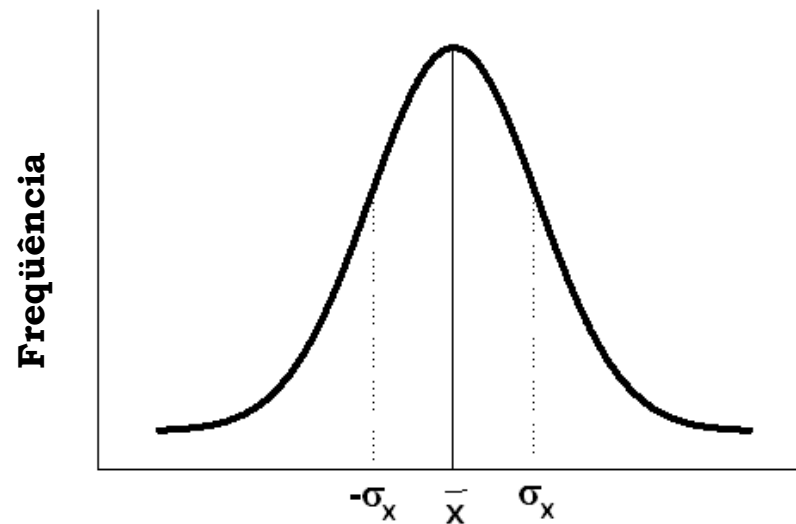
Presença de múltiplos genes

Análise com quatro genes



Distribuição normal

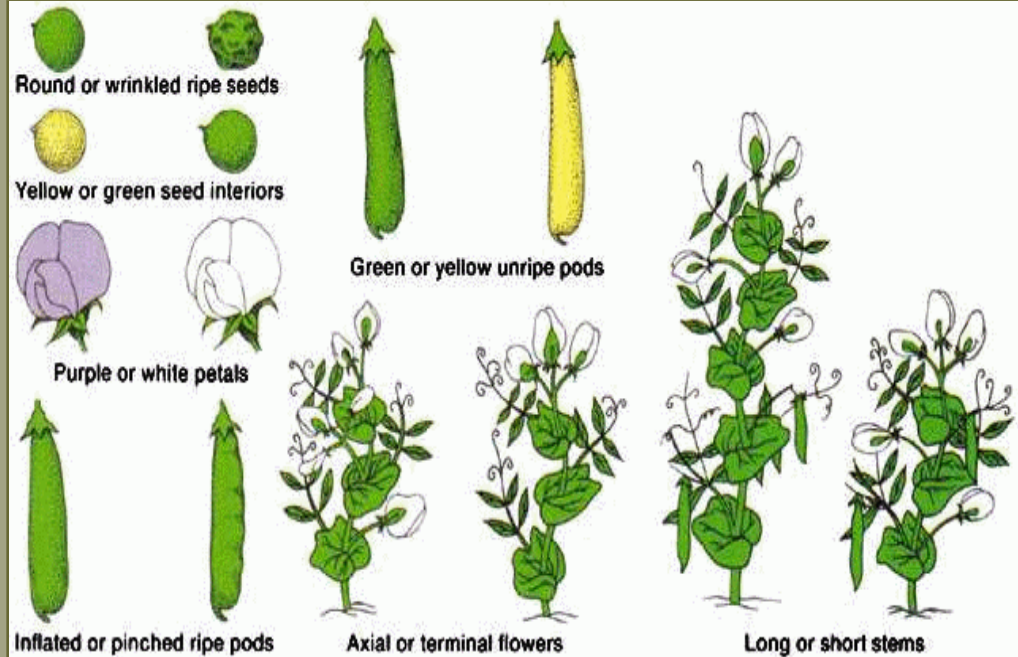
$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mathbf{x}-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



Efeito do ambiente

➤ **Caracteres qualitativos** ⇨ **pouco influenciados pelo ambiente.**

Exemplo 7





➤ **Caracteres quantitativos ⇨ muito influenciados pelo ambiente.**

- Como cada loco (gene) é influenciado pelo ambiente, e como são muitos os genes controlando os caracteres, a influência total do ambiente é alta.
- Existem caracteres mais sensíveis que outros às diferenças ambientais.
- A produção de grãos é muito afetada pelo ambiente, enquanto que a precocidade é menos afetada.

NÚMERO DE GENES E GENÓTIPOS

Nº de genes	Nº de alelos	Nº de fenótipos
1	2	3
2	4	5
3	6	7
4	8	9
5	10	11
10	20	21
100	200	201
...
n	m = 2ⁿ	2n + 1

INTERAÇÕES GÊNICAS

a) Dominância:

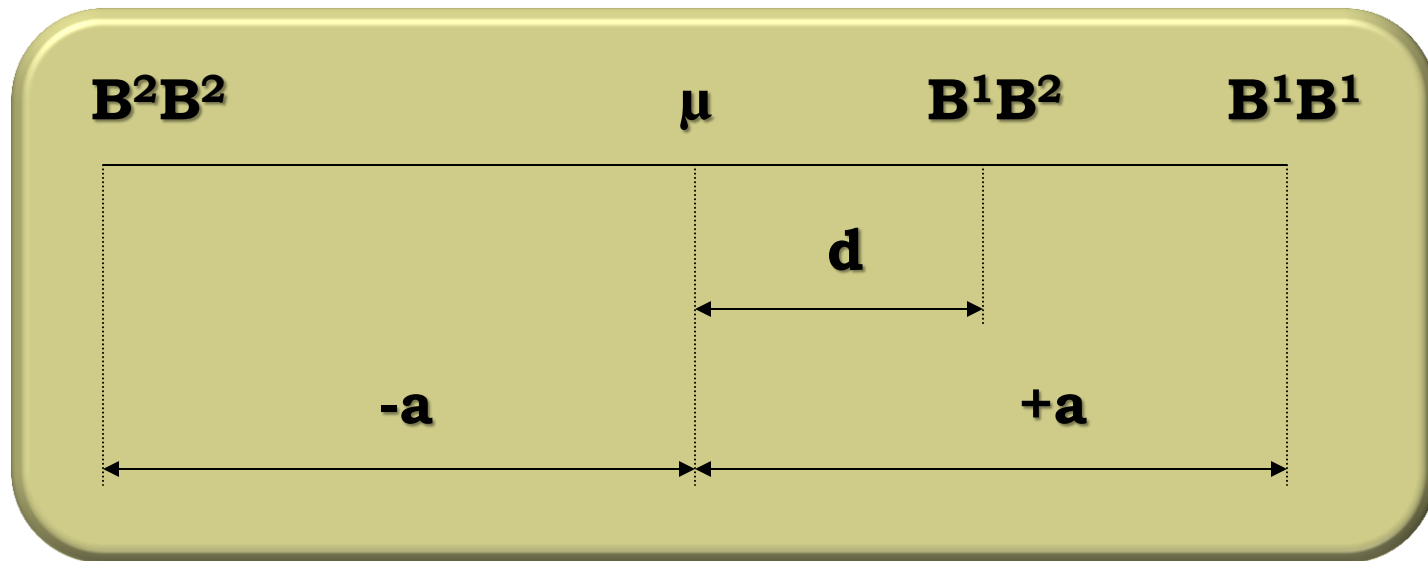
$$\bar{F}_1 \cong P_1 \text{ e } \bar{F}_2 < \bar{F}_1$$

b) Ação aditiva:

$$\bar{F}_1 = \frac{P_1 + P_2}{2} \text{ e } \bar{F}_2 = \bar{F}_1$$

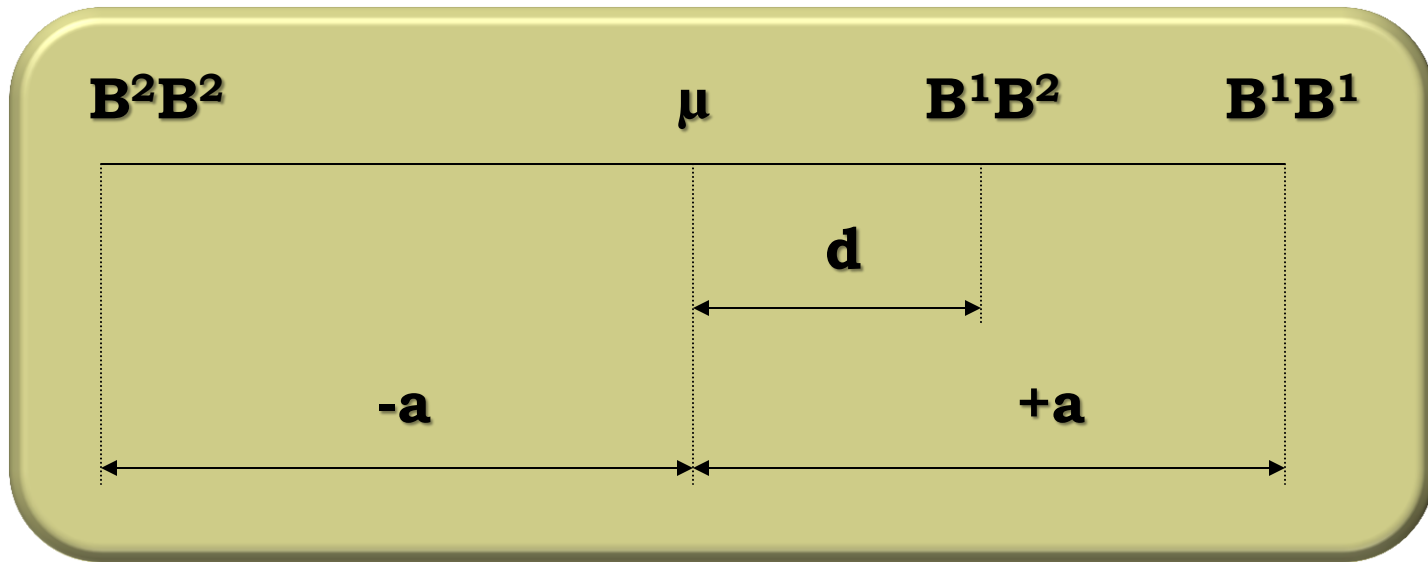
c) Ação sobredominante:

$$\bar{F}_1 > P_1 \text{ e } \bar{F}_2 < \bar{F}_1$$



Valores genotípicos para o loco B.

A contribuição dos homozigotos é dada por $\pm a$ e do heterozigoto por d , em relação à média (μ).



- **Interação aditiva $\Leftrightarrow d/a = 0$;**
- **Interação dominante $\Leftrightarrow d/a = 1$;**
- **Interação sobredominante $\Leftrightarrow d/a > 1$.**

Da mesma maneira que os caracteres qualitativos, os quantitativos apresentam estas interações gênicas. A diferença é que nunca apenas um dos tipos estará envolvido; o que importa para os caracteres quantitativos é a média destas ações gênicas.

➤ **Ação dominante e sobredominante** ⇔
presença de heterose ⇔ **produção de híbridos.**

Exemplo 8 ⇨ Heterose em milho.

Características Agronômicas

Tipo:	Híbrido simples
Ciclo:	Precoce
Emergência ao florescimento:	61 dias
Emergência à maturação:	126 dias
Porte da planta:	Baixo (1,98 a 2,07)
Altura da espiga:	Baixa (1,01 a 1,08)
Resistência ao acamamento:	Boa
Resistência ao quebramento:	Boa
Reação a doenças:	
<i>Puccinia polysora</i>	Moderadamente resistente
<i>Physopela zea</i>	Moderadamente resistente
<i>Phaeosphaeria maydis</i>	Resistente
<i>Corn stunt</i>	Moderadamente resistente
<i>Cercospora</i>	Moderadamente resistente
Tipo de grão:	Semiduro
Cor o endosperma:	Laranja
O BRS 1010 tem como ponto forte a alta produtividade aliada à sanidade de plantas	



Exemplo 9 ⇒ Heterose em animais.

Égua



Jumento



X

Mula / Burro



Exemplo 9 ⇨ Heterose em animais.

Brahman (Zebu Americano)



Shorthorn (Europeu)



X

Santa Gertrudis



CARACTERIZAÇÃO DA HERANÇA POLIGÊNICA

- a) A segregação ocorre para um grande número de genes que controlam o caráter;
- b) Pequena contribuição de cada gene para um valor total fenotípico;

CARACTERIZAÇÃO DA HERANÇA POLIGÊNICA

- c) Estes genes podem apresentar ações do tipo aditiva, dominante e sobredominante;
- d) Grande efeito do ambiente sobre a variação fenotípica;

Genótipos idênticos \Rightarrow fenótipos diferentes;

Genótipos diferentes \Rightarrow fenótipos idênticos.

CARACTERIZAÇÃO DA HERANÇA POLIGÊNICA

e) Pode-se caracterizar o tipo de ação gênica que predomina no controle de um caráter comparando as gerações parentais, F_1 e F_2 ;

⇒ **Importância no uso ou não de híbridos.**

f) Devido a ação conjunta da segregação dos genes e do ambiente, a distribuição dos dados de um caráter quantitativo se ajusta a uma distribuição normal.

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

Fenótipo = Genótipo + Ambiente

$$\mathbf{F} = \mathbf{G} + \mathbf{E}$$

$$\sigma_{\mathbf{F}}^2 = \sigma_{\mathbf{G}}^2 + \sigma_{\mathbf{E}}^2$$

$\sigma_{\mathbf{F}}^2$ = variância fenotípica

$\sigma_{\mathbf{G}}^2$ = variância genotípica

$\sigma_{\mathbf{E}}^2$ = variância ambiental

Coeficiente de Herdabilidade (h^2)

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

Podemos encontrar:

$$h^2 = 80\%$$

$$h^2 = 10\%$$

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

Como interpretar?

% da variação fenotípica atribuída ao efeito genotípico.

Exemplo 10 ⇨ Herdabilidade.

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

PROGRESSO OU GANHO COM SELEÇÃO

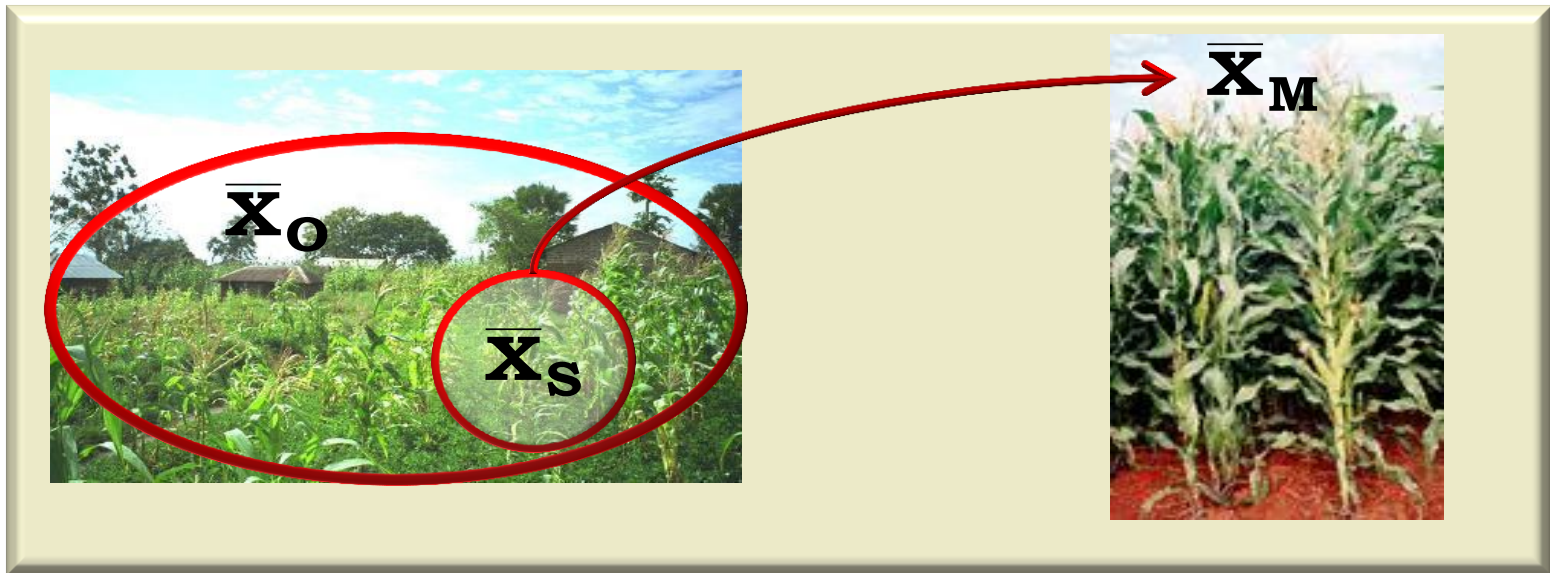


População de milho



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

BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W. (1960). Princípios do Melhoramento Genético das Plantas. Editora Edgard Blücher. Capítulos 8, 9 e 10.
2. Falconer, D.S. (1987). Introdução à Genética Quantitativa. Editora UFV.
3. Borém, A. Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV, 1997. Capítulo 5, 453 p.

BIBLIOGRAFIA

4. Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.; Pinto, C.A.B.P. Genética na agropecuária. Lavras: UFLA, 2001. Capítulo 11, 472 p.

Aula Prática

Análise do peso de grãos de milho em grammas por planta: Geração F₁.

Obs.	Peso	Obs.	Peso	Obs.	Peso
1	120	11	185	21	220
2	130	12	190	22	220
3	140	13	195	23	220
4	145	14	195	24	225
5	150	15	200	25	230
6	165	16	200	26	235
7	170	17	200	27	240
8	180	18	210	28	265
9	180	19	210	29	275
10	185	20	215	30	330

Fonte: Prof. Claudio Lopes Souza Junior

**Análise
do peso
de grãos
de milho
em
gramas
por
planta:
Geração
F₂.**

Obs.	Peso	Obs.	Peso	Obs.	Peso	Obs.	Peso
1	45	26	125	51	165	76	190
2	50	45	130	52	165	77	190
3	55	28	130	53	165	78	195
4	60	29	130	54	165	79	195
5	65	30	135	55	165	80	195
6	70	31	135	56	165	81	195
7	75	32	135	57	170	82	195
8	80	33	135	58	170	83	200
9	85	34	140	59	170	84	205
10	85	35	130	60	170	85	205
11	95	36	145	61	170	86	205
12	95	37	145	62	170	87	210
13	95	38	145	63	175	88	215
14	100	39	145	64	175	89	220
15	100	40	150	65	175	90	220
16	100	41	150	66	175	91	220
17	100	42	150	67	175	92	225
18	105	43	155	68	175	93	225
19	105	44	155	69	180	94	230
20	105	45	155	70	180	95	235
21	110	46	160	71	180	96	235
22	110	47	160	72	180	97	245
23	120	48	160	73	185	98	250
24	125	49	160	73	185	99	250
25	125	50	165	75	190	100	290

Fonte: Prof. Claudio Lopes Souza Junior

Obrigado!

jbaldin@usp.br