

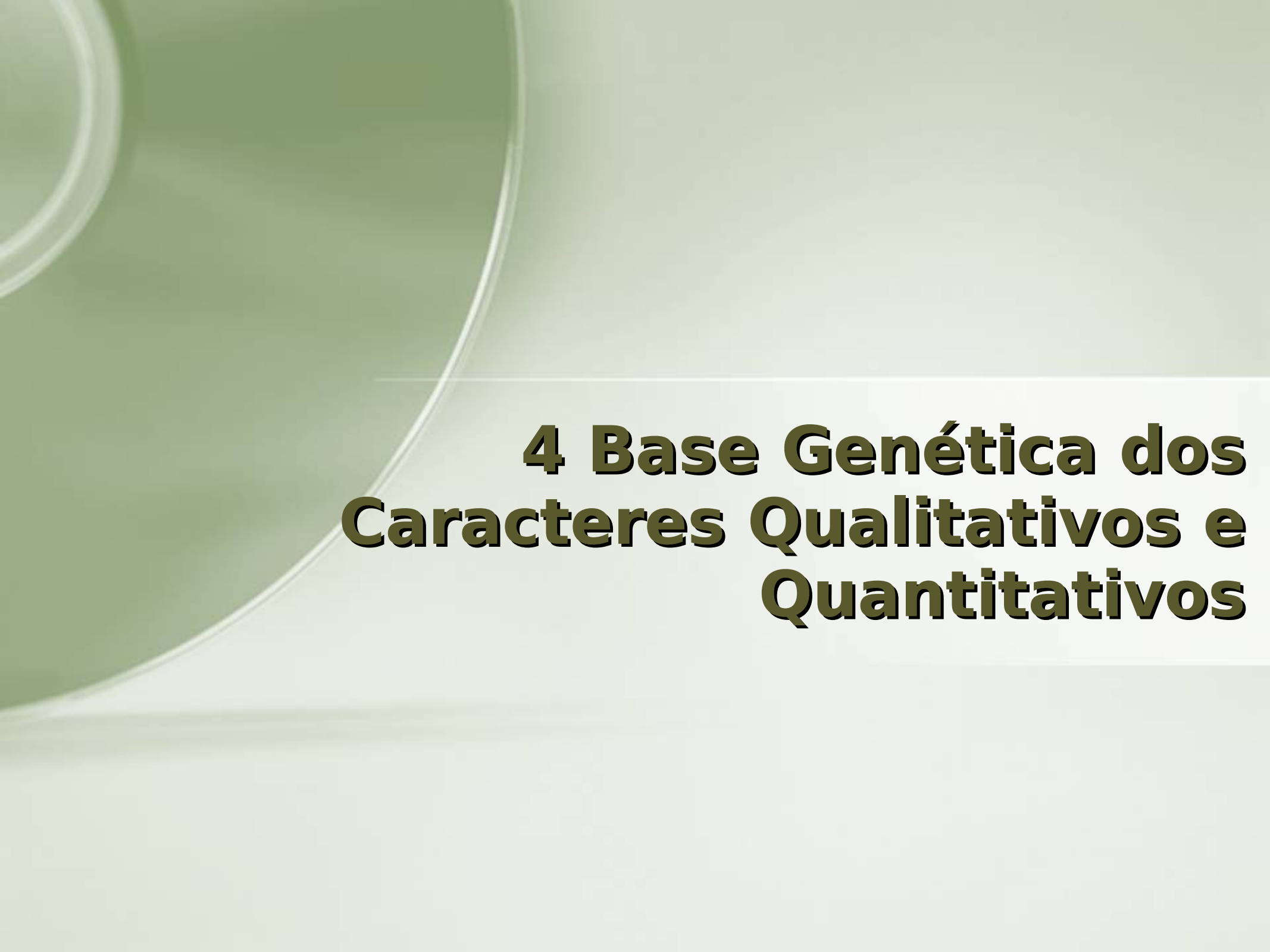
LGN 313

Melhoramento Genético

Professores: Antonio Augusto Franco Garcia
José Baldin Pinheiro

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Genética - ESALQ/USP
Segundo semestre - 2010

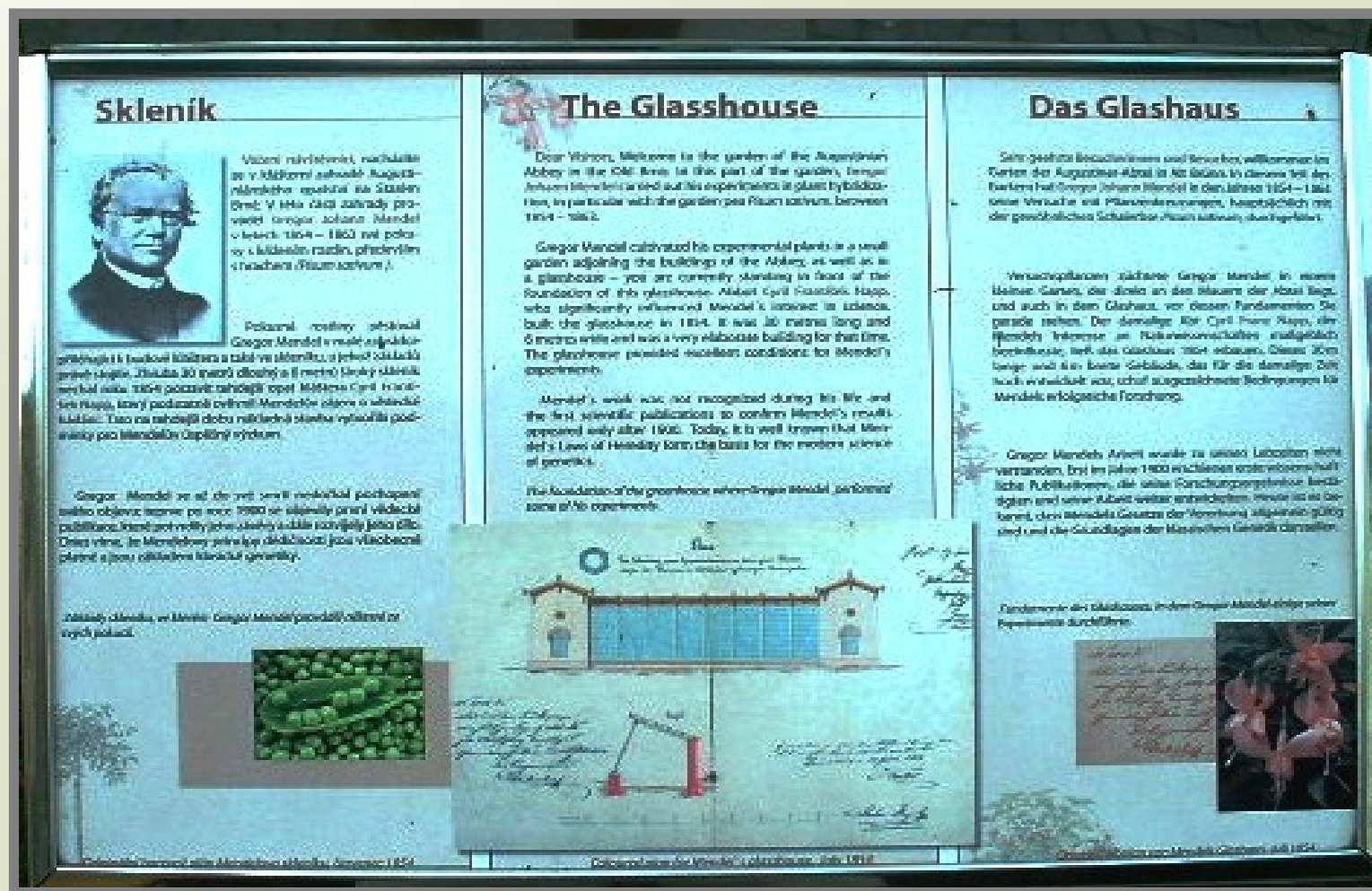
aafgarci@esalq.usp.br
baldin@esalq.usp.br



4 Base Genética dos Caracteres Qualitativos e Quantitativos

4.1 Introdução

Johann (Gregor) Mendel nasceu em Heinzendorf (naquela época, pertencia à Áustria, mas hoje faz parte da República Tcheca), a 22 de junho de 1822, e morreu em Brno, Morávia (atual República Tcheca), a 6 de janeiro de 1884



4.1 Introdução



Jardins do convento onde Mendel iniciou, em 1856, as experiências sobre hibridação com ervilhas

4.1 Introdução

Fundação da estufa de Mendel, no pátio do mosteiro



4.1 Introdução

Mosteiro de Brno (atual República Tcheca)



4.1 Introdução

Mosteiro de Brno



4.1 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 (*caracteres poligênicos, multifatoriais*) e 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).

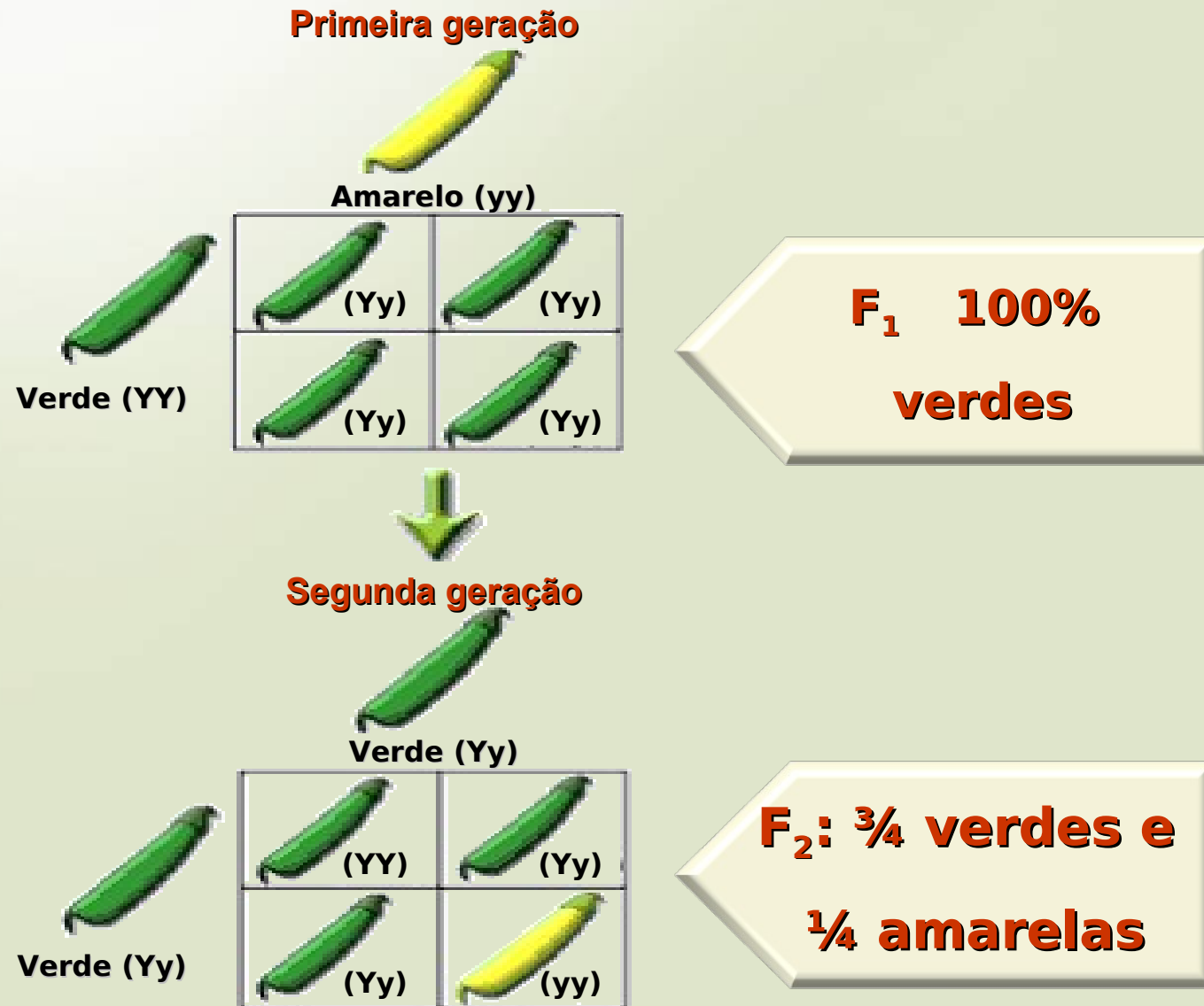
4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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 são feitos a nível de indivíduos e a interpretação da herança é feita com base na contagem e nas proporções definidas pelos resultados observados nas descendências dos cruzamentos.

Os genótipos são classificados em grupos fenotípicos distintos

Exemplo 01



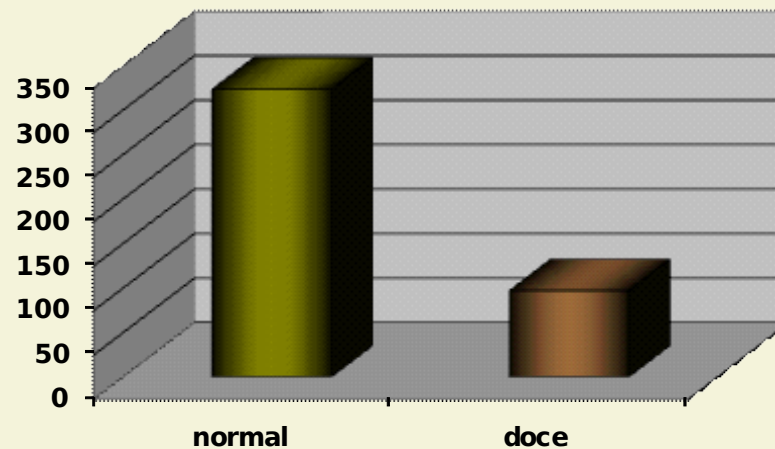
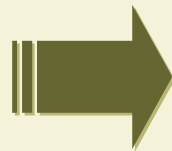
Exemplo 02



Cor do tegumento de grãos de milho

Exemplo 03

Milho doce

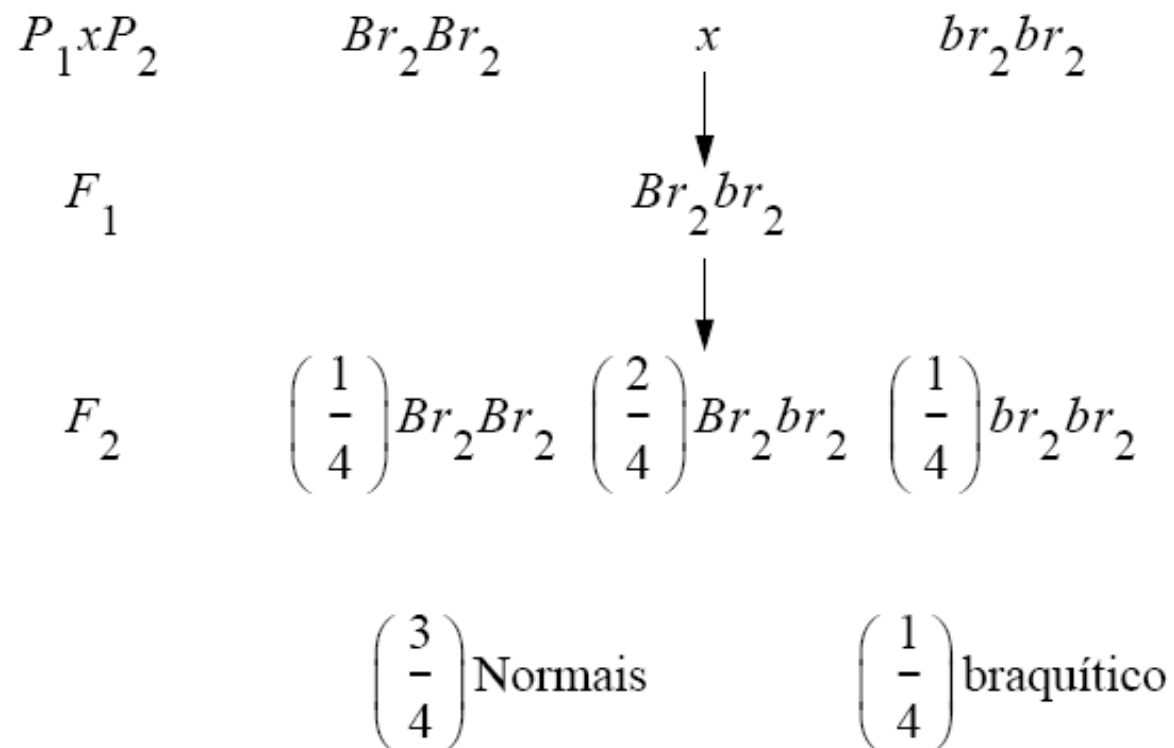
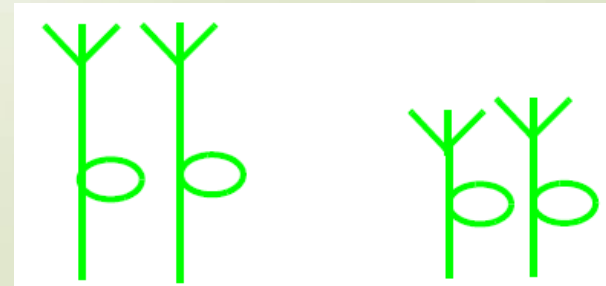


Num F_2 323 grãos normais e 97 grãos doces.

Exemplo 04

Milho normal: Br_2Br_2

Milho anão (braquítico): br_2br_2



Exemplo 05

Gene “dwarf” em arroz



4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

➤ **Quantitativos:**

- Herança poligênica: regulados por vários genes;
- Impossibilidade de serem classificados em grupos fenotípicos distintos;
- O estudo é feito em populações, com base na estimação de parâmetros como média, variância e covariância;
- Variação contínua (em geral, ajustam-se a uma distribuição normal).

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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

Exemplo 06

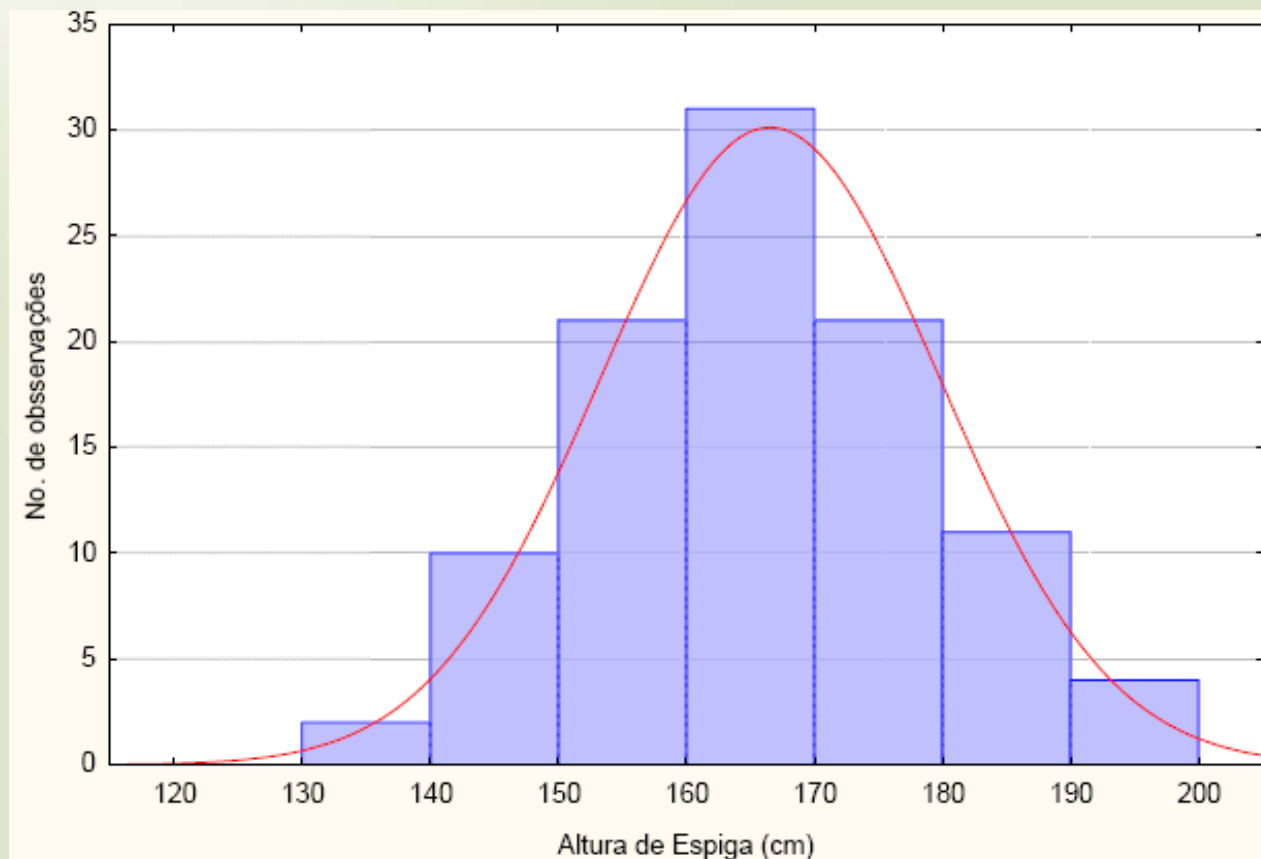
Altura da espiga (cm) de 100 plantas F₂ de milho

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

Exemplo 06

Histograma: Altura de Espiga

— Distribuição Normal Esperada



Exemplo 07

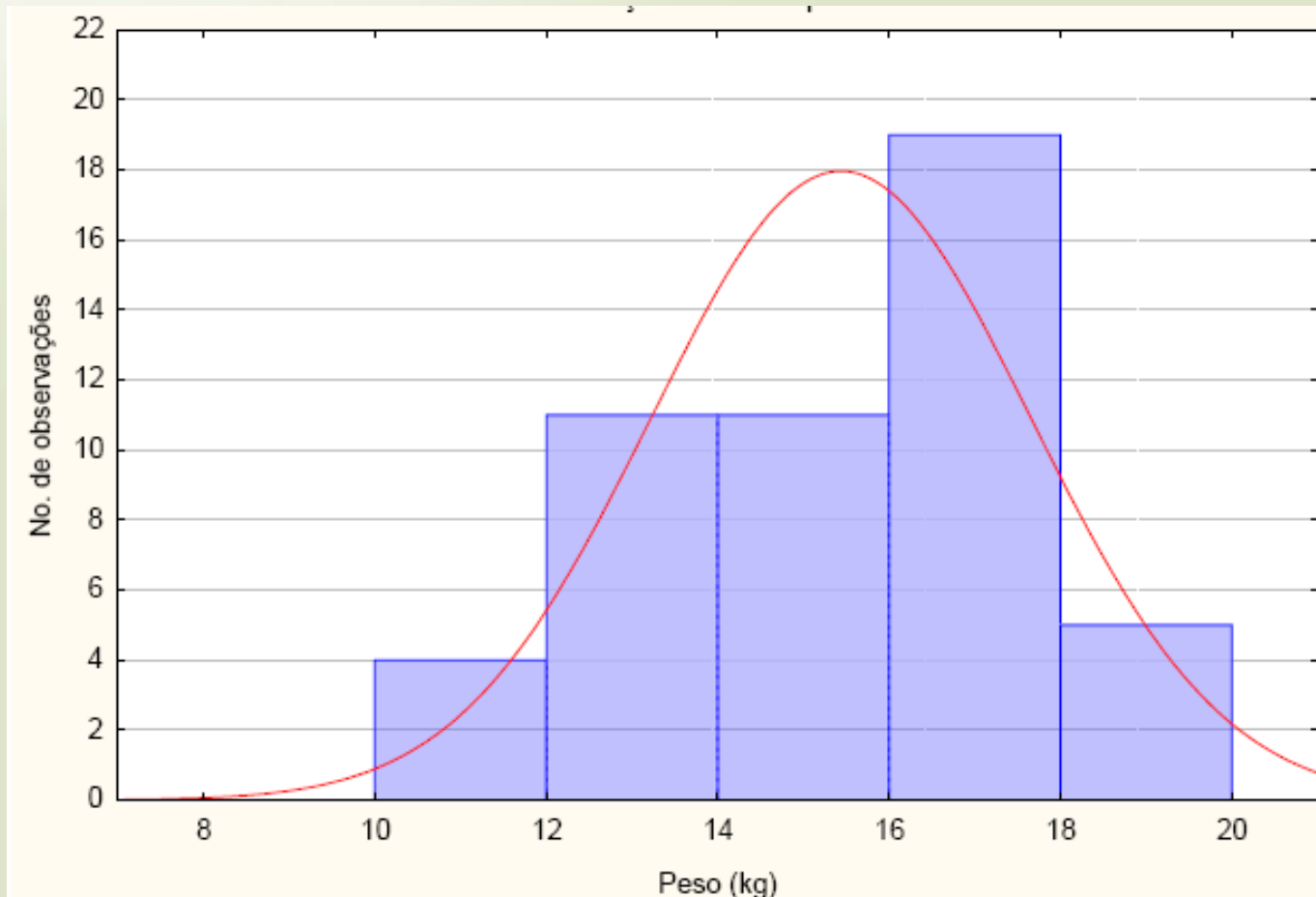
Peso de colmos (Kg) de uma população F1 de cana-de-açúcar

16,89	11,84	18,69	16,51	13,97
15,21	17,90	17,38	12,56	13,73
14,60	18,94	16,72	14,41	13,23
16,65	15,73	16,86	17,87	15,45
18,19	16,04	15,72	16,68	17,76
12,03	14,00	14,74	16,68	12,39
15,30	15,49	11,53	19,13	15,01
13,47	16,83	15,47	11,63	16,22
12,14	17,69	12,54	18,73	17,02
17,03	16,44	13,58	10,46	16,89

Exemplo 07

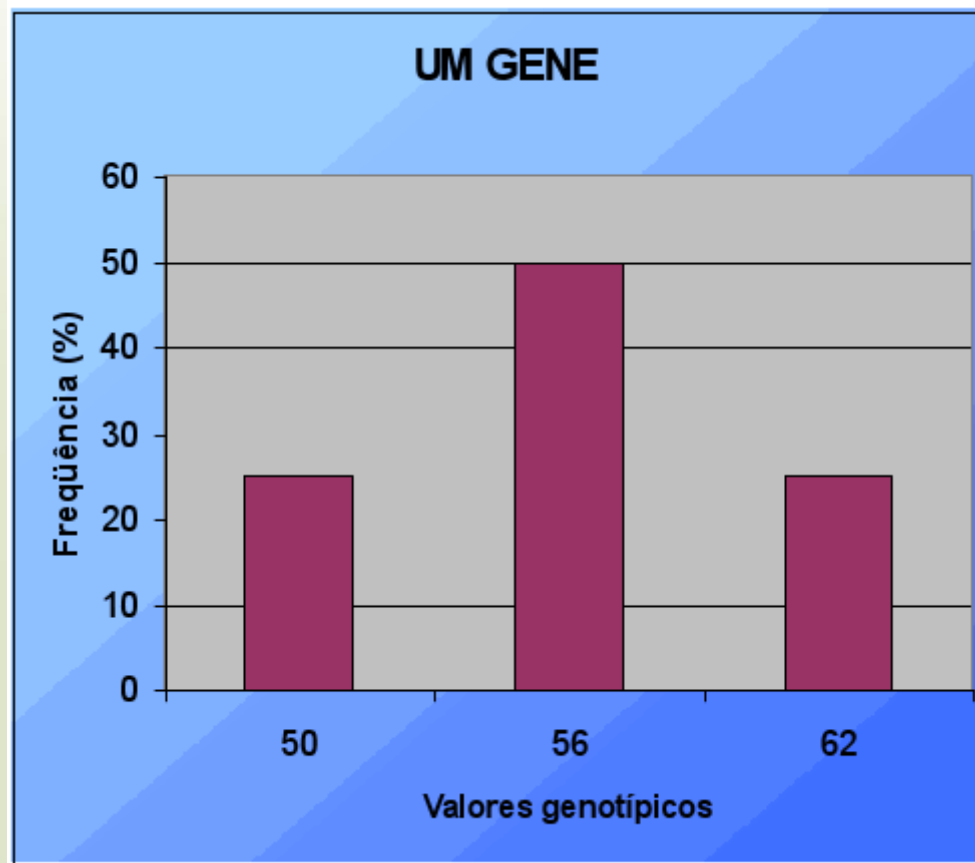
Histograma: Peso de colmos

— Distribuição Normal Esperada



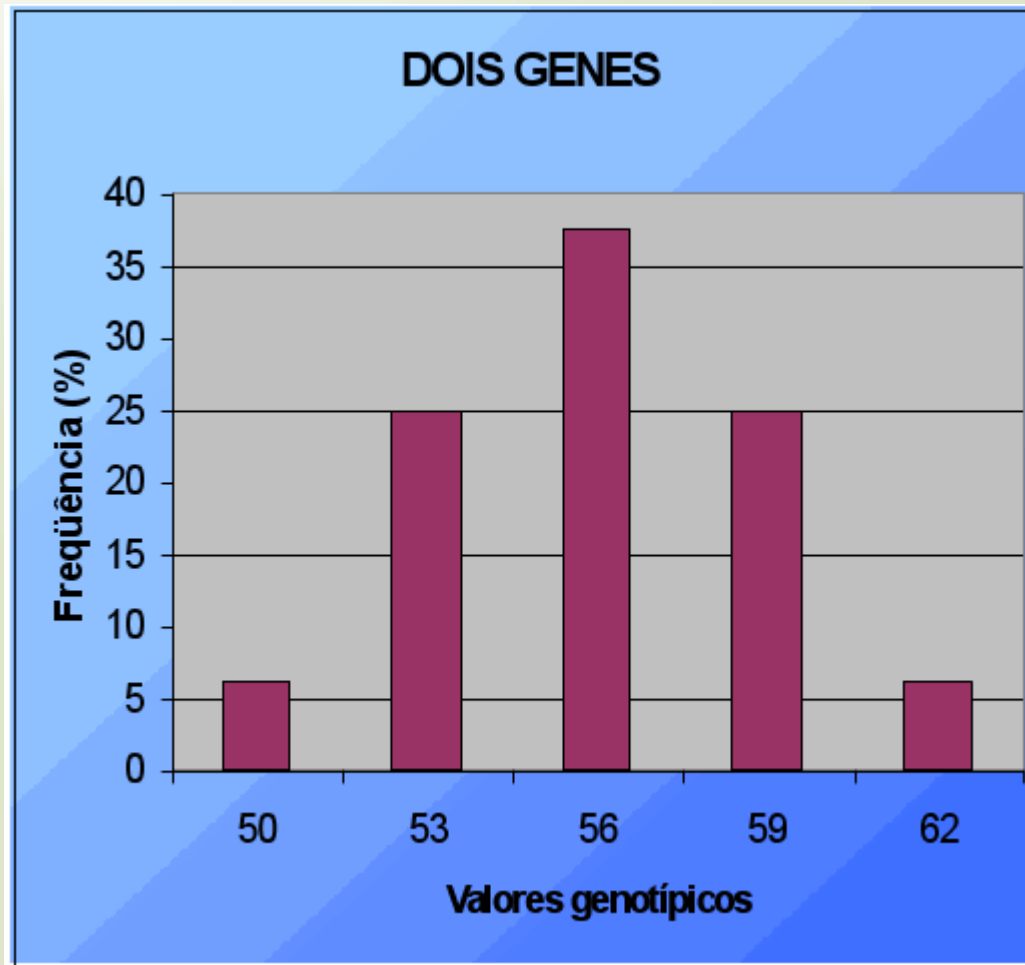
4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

Explicação: múltiplos genes



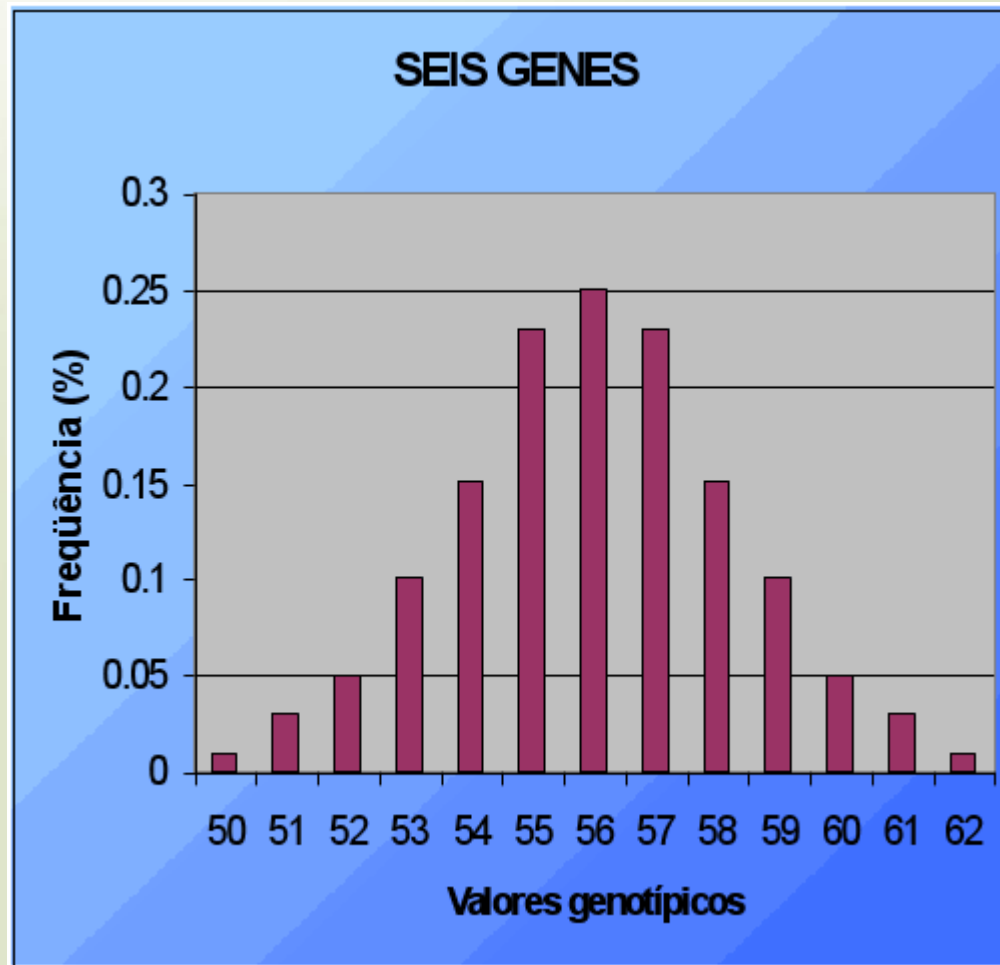
4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

Explicação: múltiplos genes



4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

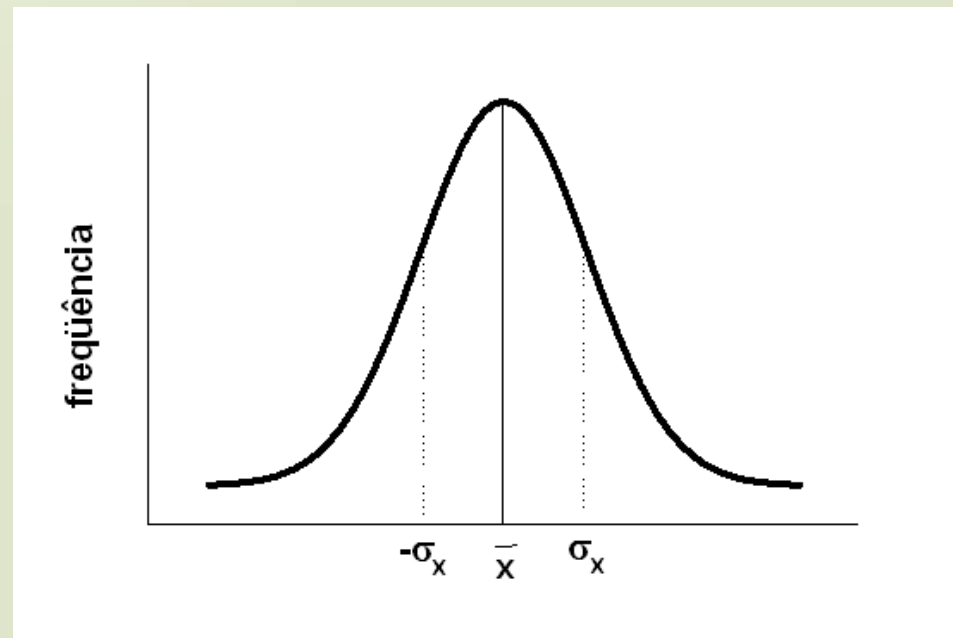
Explicação: múltiplos genes



4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

Distribuição normal

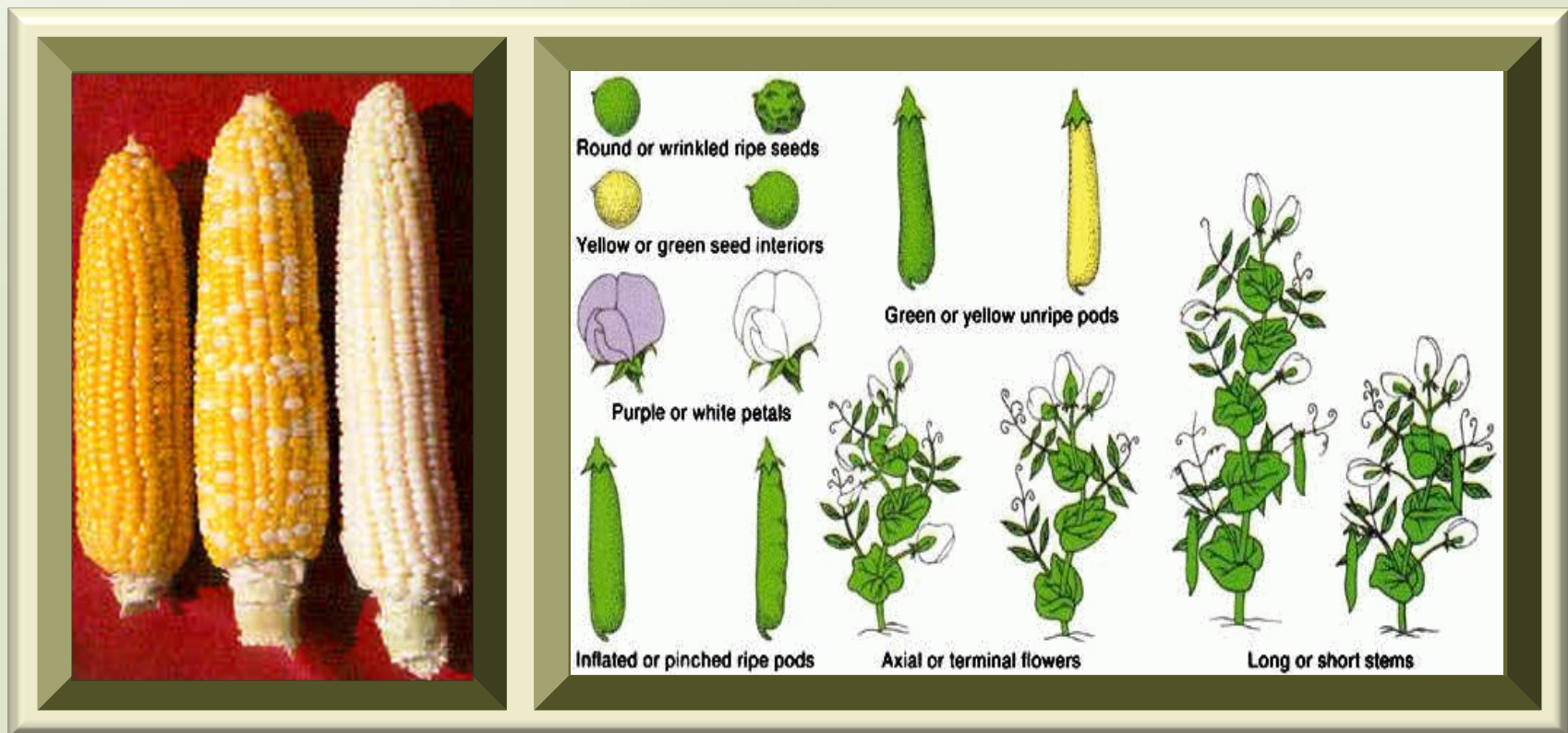
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



Exemplo 08

Efeito do ambiente

- **Caracteres qualitativos pouco influenciados pelo ambiente.**



4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

➤ **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.

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

NÚMERO DE GENES E GENÓTIPOS

Número de pares de alelos	Número de genótipos	Número de fenótipos*
1 (A, a)	3	2
2 (A, a; B, b)	9	4
...	...	...
n	3^n	2^n
n=20	3.486.784.401	1.048.576

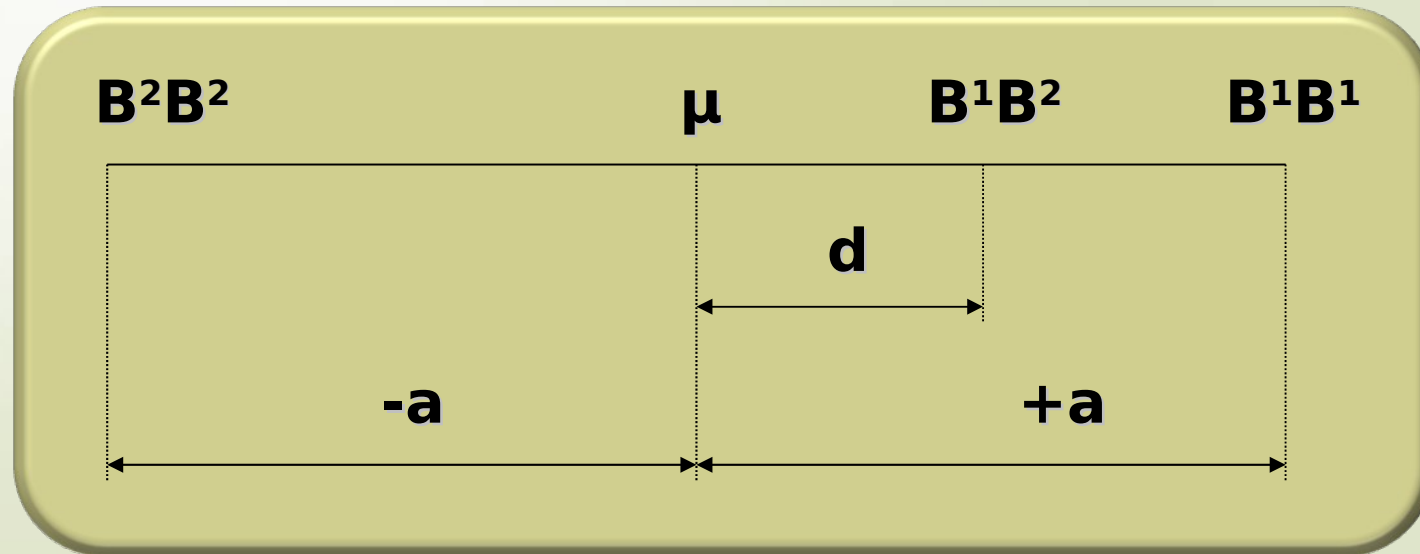
*com dominância completa

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

INTERAÇÕES GÊNICAS

- a) Ação dominante;
- b) Ação aditiva;
- c) Ação sobredominante.

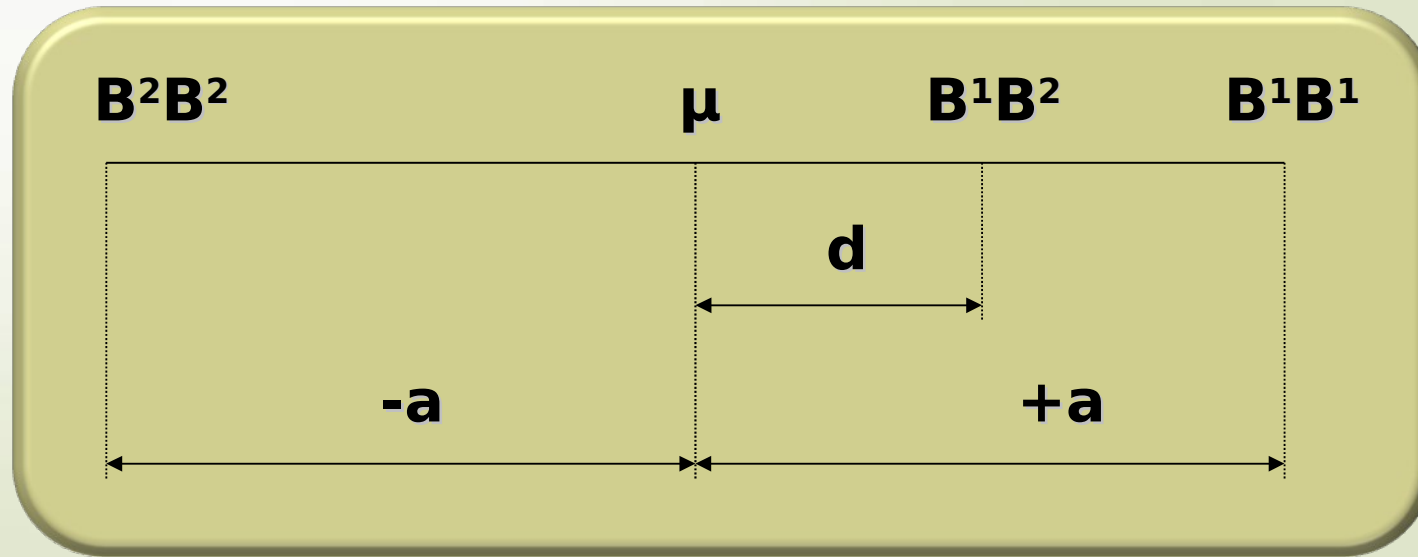
4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos



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).

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos



Grau de dominância :

- **Interação aditiva** ▪ $d/a = 0$;
- **Interação dominante** ▪ $d/a = 1$;
- **Interação sobredominante** ▪ d/a

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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 09

Heterose em plantas: milho

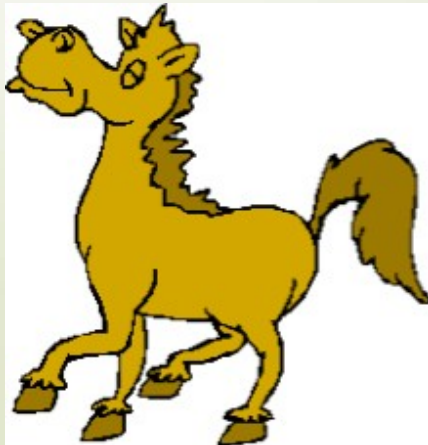
Características Agronômicas	
Tipo:	Híbrido simples
Ciclo:	Precoce
Emergência ao florescimento:	61 dias
Emergência à maturação:	126 dias
Porte da planta:	Baixo (1,98 a 2,07)
Altura da espiga:	Baixa (1,01 a 1,08)
Resistência ao acamamento:	Boa
Resistência ao quebramento:	Boa
Reação a doenças:	
<i>Puccinia 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 10

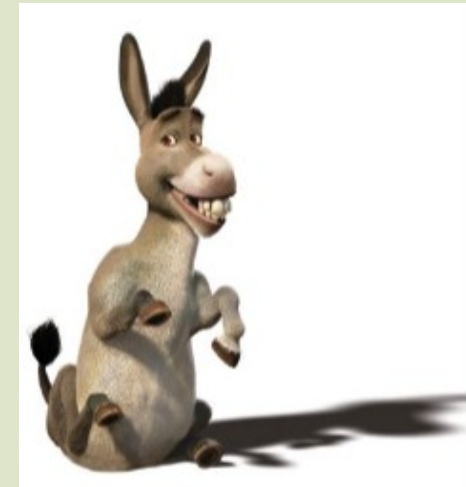
Heterose em animais

Égua



X

Burro



Mula



Exemplo 11

Heterose em animais

Gir



Holandês



X

Girolando



4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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;

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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 ▪ fenótipos diferentes;

Genótipos diferentes ▪ fenótipos idênticos.

4.2 Distinção entre Caracteres Qualitativos e Quantitativos

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, o modelo da distribuição normal se ajusta à distribuição dos dados de um caráter quantitativo.



5 Componentes da Variação Fenotípica

Componentes da Variação Fenotípica

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

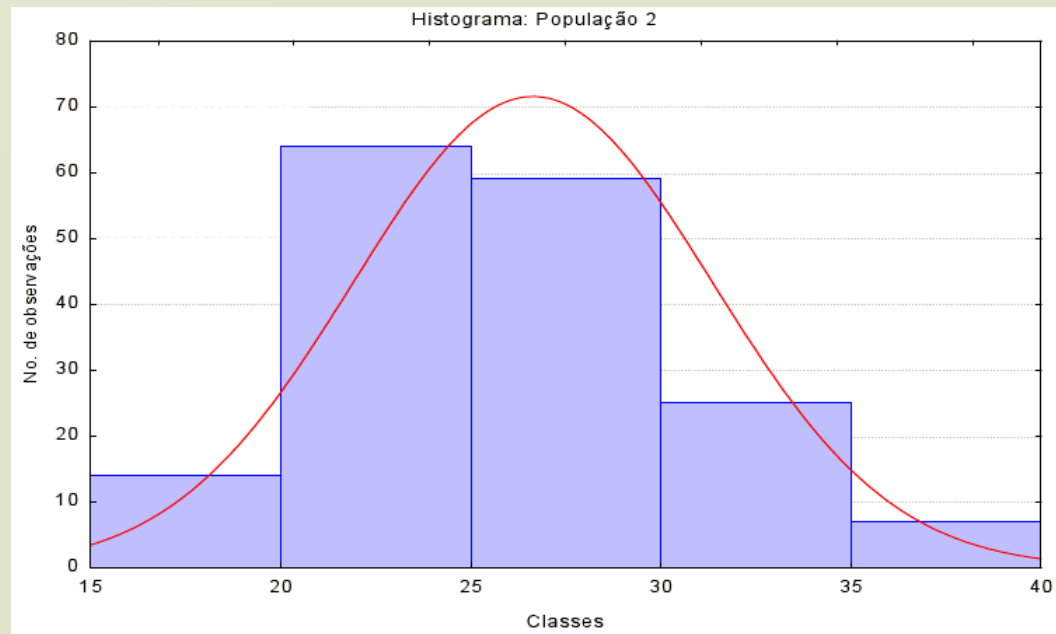
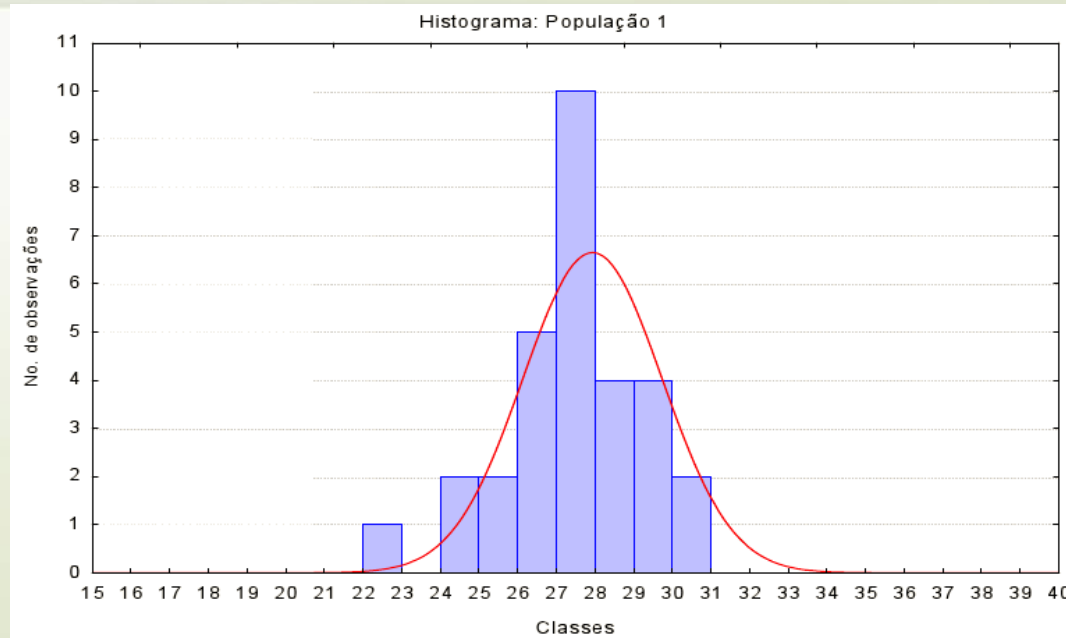
$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Variância populacional

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

Variância amostral

Componentes da Variação Fenotípica



Componentes da Variação Fenotípica

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



6 Coeficiente de Herdabilidade

Coeficiente de Herdabilidade

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 à
variação genotípica.

Exemplo 12

Herdabilidade

Caracteres	h^2
Número de sementes/planta de soja	0,11
Produção de leite na raça Holandesa	0,23
Peso de tubérculos de batata	0,34
Produção de espigas de milho despalhadas	0,55
Altura da planta de café	0,74
Número de frutos/racemo de mamoneira	0,93

7 Progresso com Seleção

Progresso 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.

Progresso com Seleção



$$ds = (\bar{x}_s - \bar{x}_o)$$

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

$$GS(\%) = \frac{GS}{\bar{x}_o} \times 100$$

$\bar{x}_o$ = média da população original;
 $\bar{x}_s$ = média da população selecionada;
 $\bar{x}_m$ = média da população melhorada;
 ds = diferencial de seleção;
 h^2 = herdabilidade;
 GS = ganho com a seleção.

Referências Bibliográficas

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

1. <http://adi-38.bio.ib.usp.br/QLT2001/conceitos.html> Página do Prof. Dr. Sérgio R. Mاتيoli (IB/USP)
2. <http://www.ciagri.usp.br/~aafgarci/melhoram.html>.

Disciplina Optativa

- LGN 449 – Genética Quantitativa e de Populações