

HERANÇA MONOGÊNICA

1ª Lei de Mendel

Interações Alélicas

Herança Monogênica

Introdução à Genética Mendeliana

- ✓ Conceito de "gene" (mas não o termo) => foi proposto pela 1ª vez por *Gregor Mendel* em 1865.
- ✓ Até então, a noção que prevalecia era que o espermatozóide e o ovócito continham uma amostra de essências de várias partes do corpo dos pais => *herança por mistura*.
- ✓ Essa idéia era aceita porque observando a prole de dois indivíduos, esta exibia características de ambos os parentais

=> Mas nem sempre

Gregor Mendel

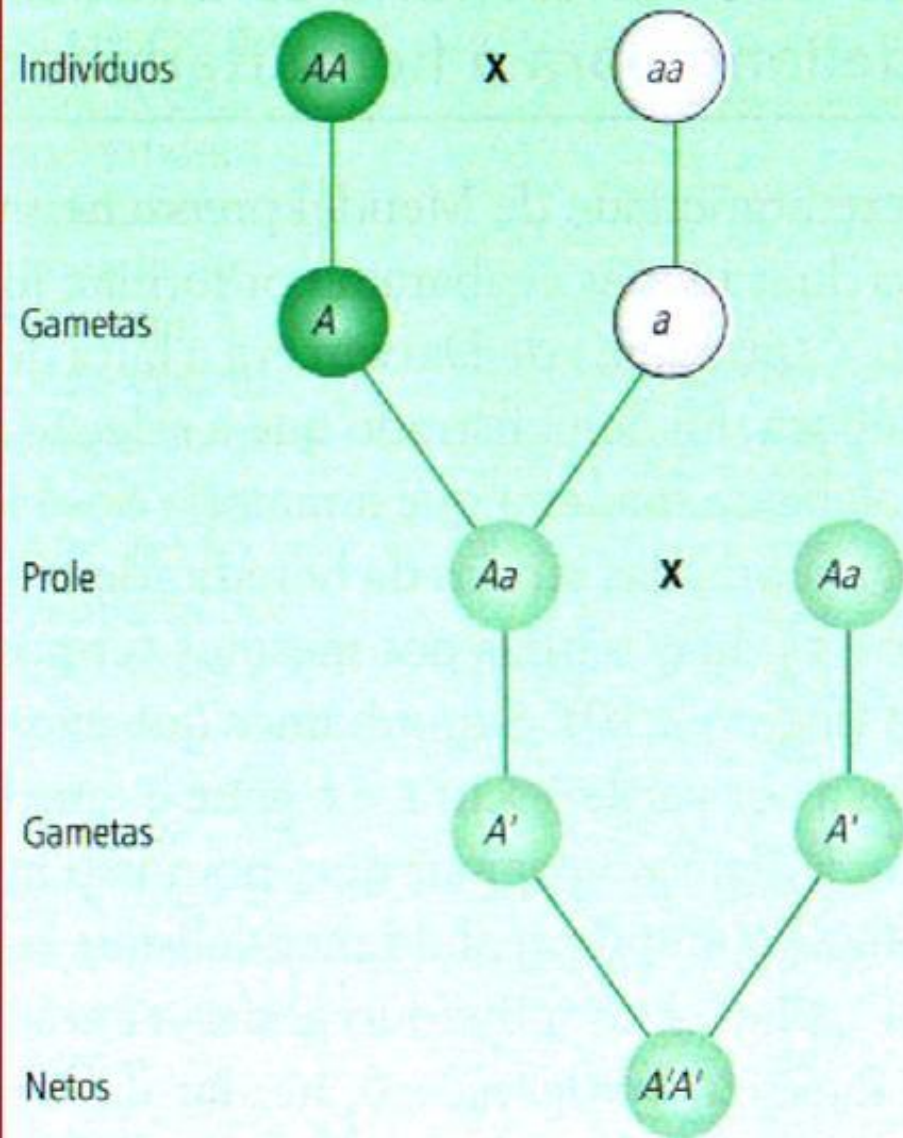


Gregor Mendel (Museu de Morávia, Brno).

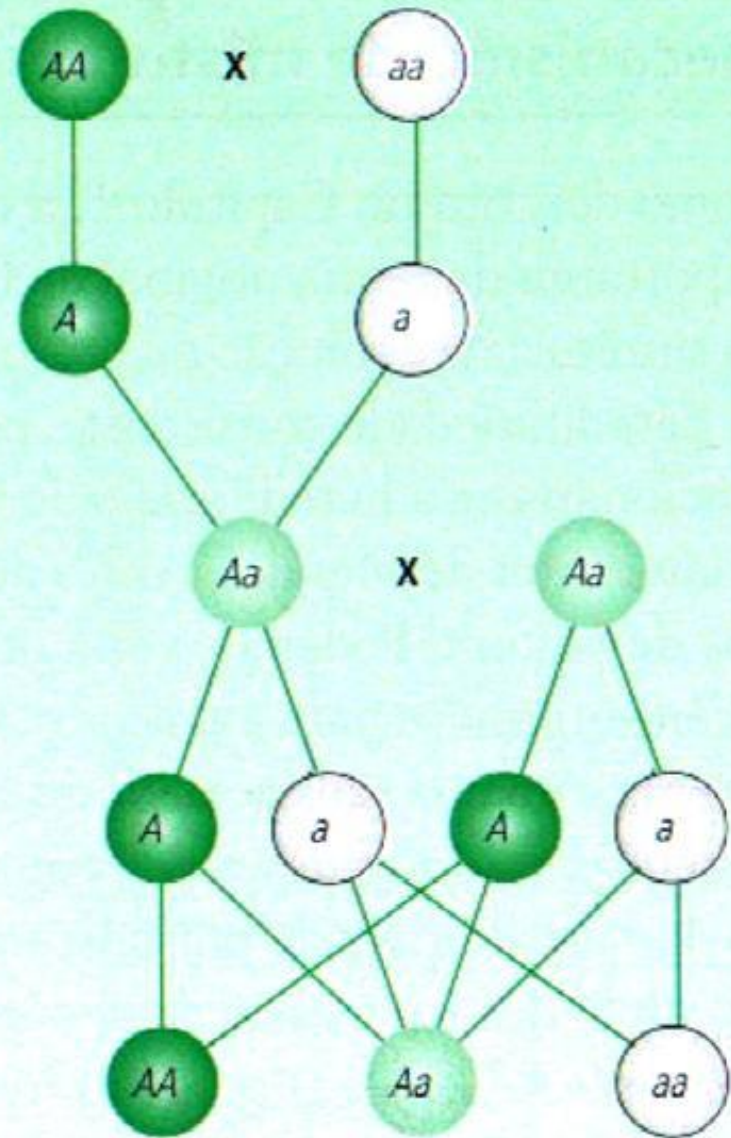


=> Mendel propôs a teoria da *herança particulada*: as *características são determinadas por unidades discretas, herdadas intactas através das gerações.*

(a) Hereditariedade por mistura



(b) Hereditariedade mendeliana



Estudo para casa



- 1) Quem foi Gregor Mendel?
- 2) Onde ele nasceu?
- 3) Onde e o que ele estudou?
- 4) Que matérias ele lecionava quando foi professor?
- 5) Porque ele é tão conhecido e estudado até hoje?
- 6) Com que espécie ele trabalhou?





=> A ervilha interessante

a) anual -> p

b) porte pequ

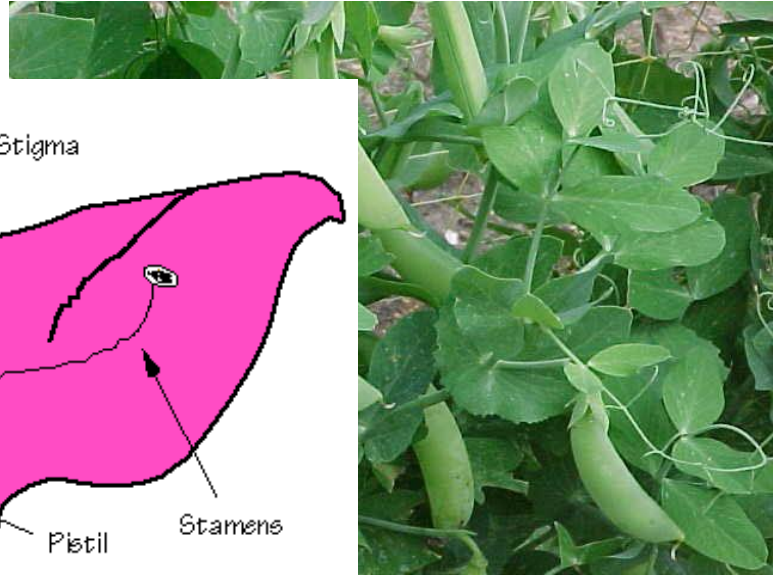
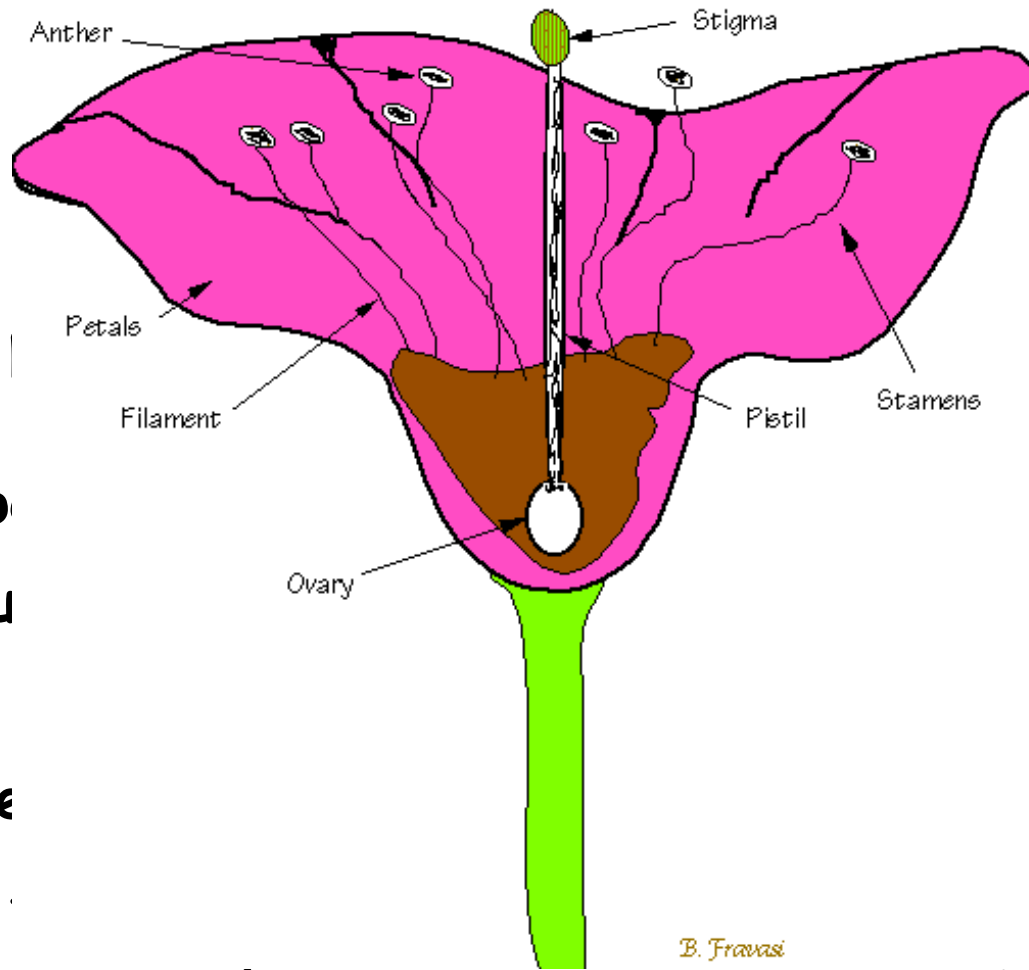
c) flor comple

d) autógama

e) cada vagem tem várias sementes -> muitos descendentes,

mesmo com poucos cruzamentos;

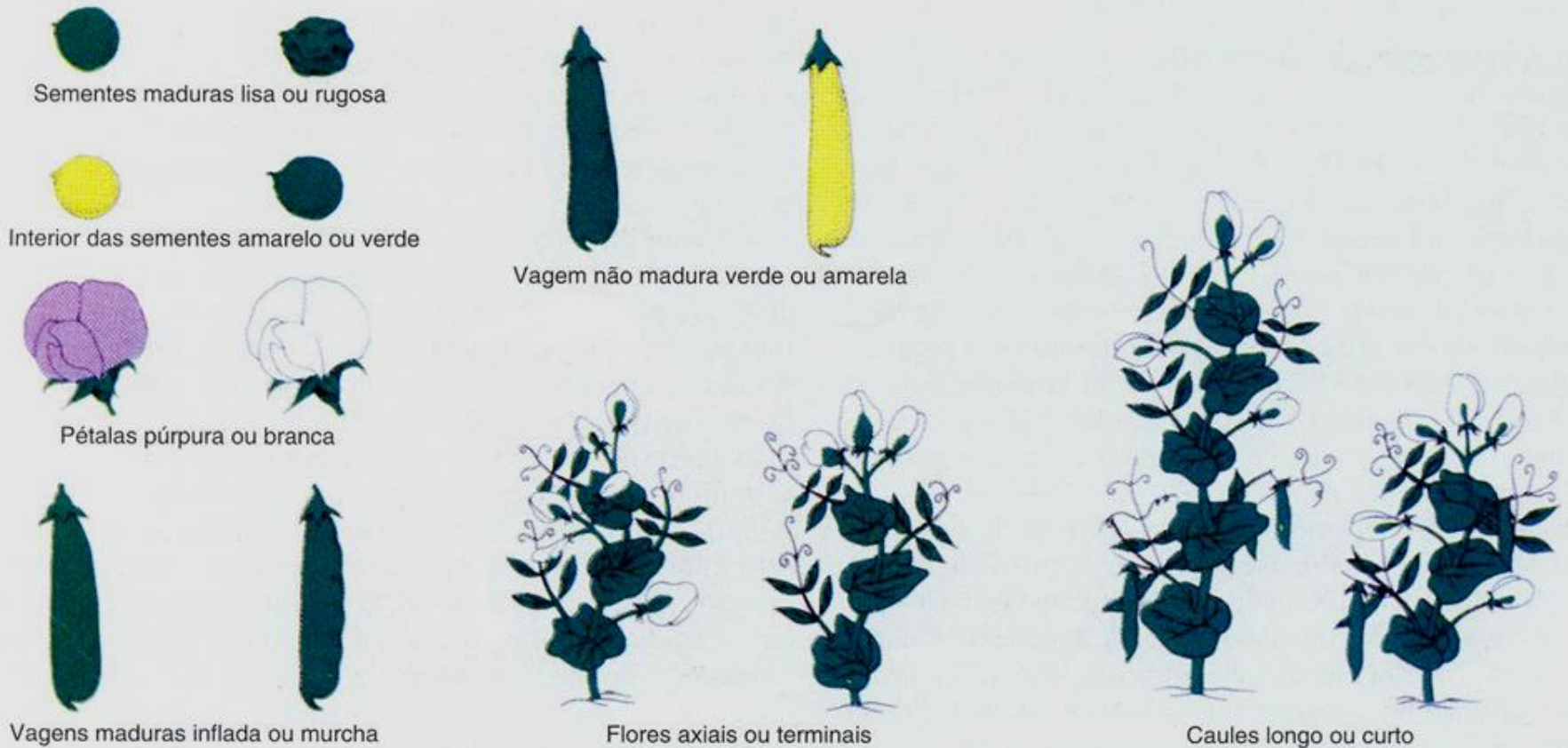
f) diplóide -> mais fácil o estudo genético.



plantas mesmo
mosteiro;

Herança Monogênica

Caracteres estudados por Mendel:

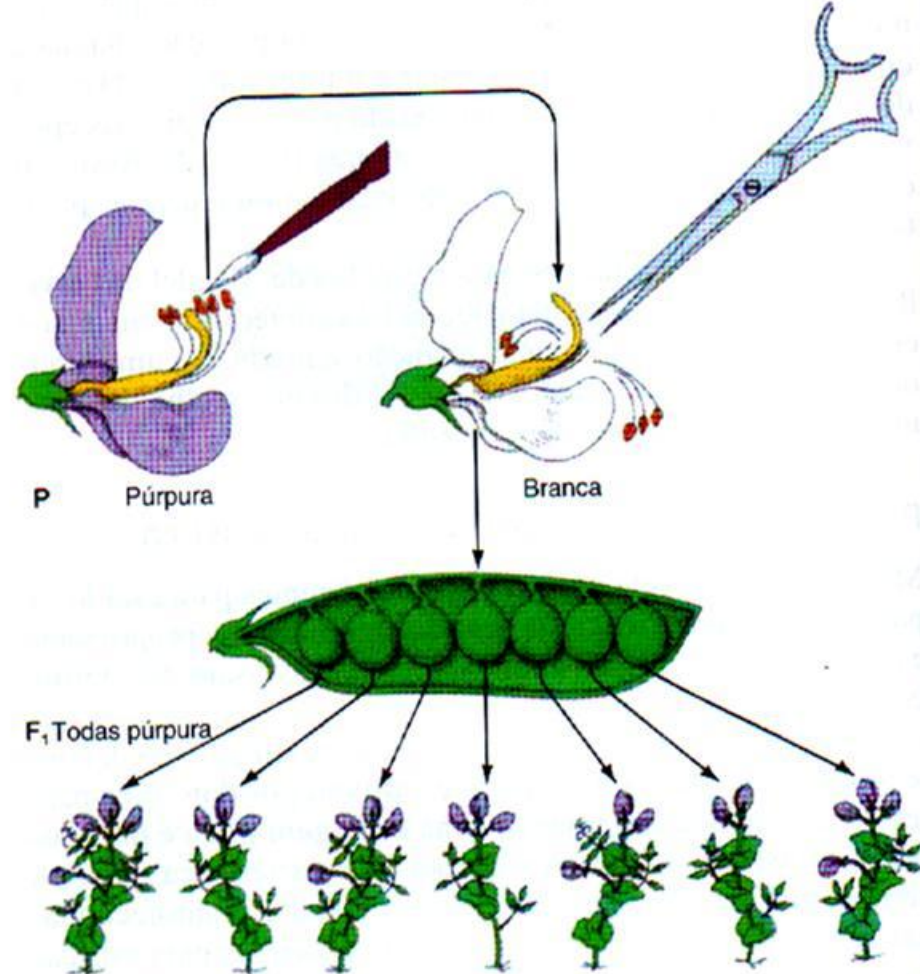
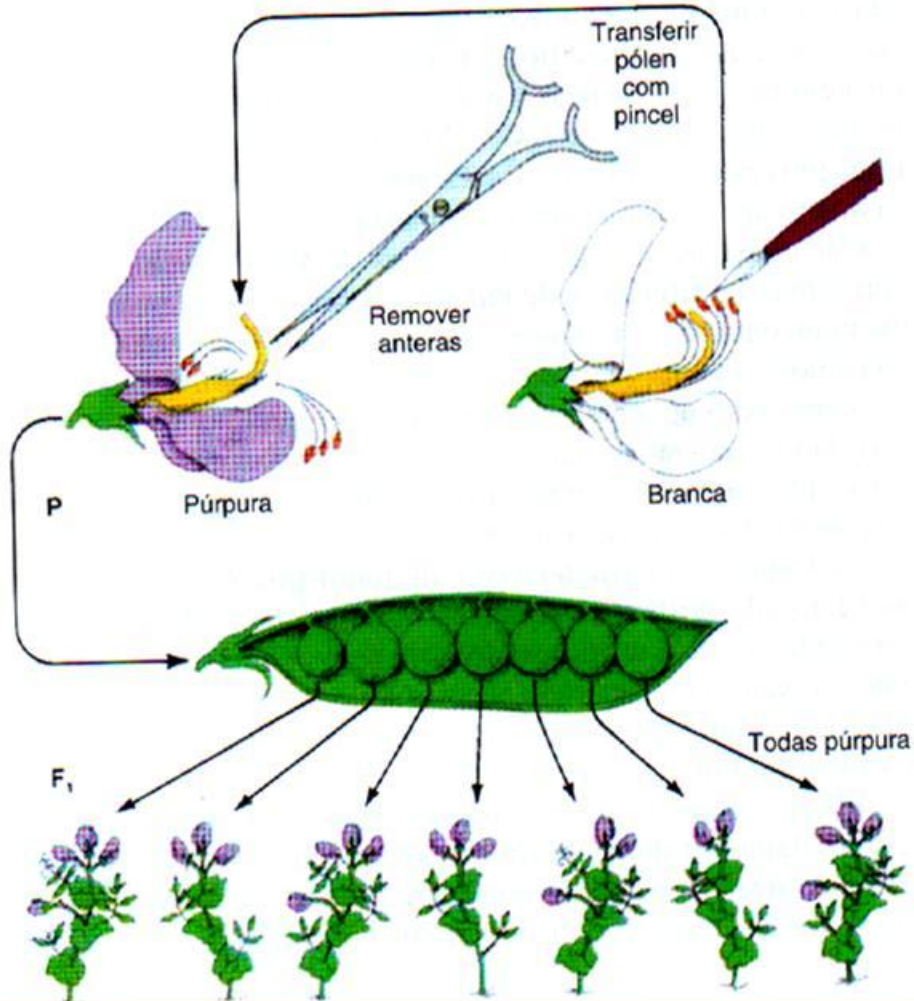


As sete diferenças de características estudadas por Mendel. (S. Singer e H. Hilgard, *The Biology of People*.
Copyright © 1978 por W. H. Freeman and Company.)

Trabalho de Mendel:



↻ Cruzou indivíduos de populações contrastantes, com a característica fixada;



Herança Monogênica

Mendel trabalhou com *linhas puras* => *população que não apresenta variação no caráter em estudo;*

Linha pura => toda prole produzida por autofecundação ou cruzamentos dentro da população apresenta a mesma forma do caráter.



planta mãe de flor roxa

Ex: linha pura



planta mãe de flor branca



progênie de flor roxa



progênie de flor branca



Herança Monogênica

P1 (seme

F2

=> A car
F2 =
orga



característica
dominante

reaparece em
as dos



Herança Monogênica

P: planta de população de semente lisa (AA) -> gametas A


x

planta de população de semente enrugada (aa) -> gametas a

F1: Sementes lisas (Aa) -> gametas A e a

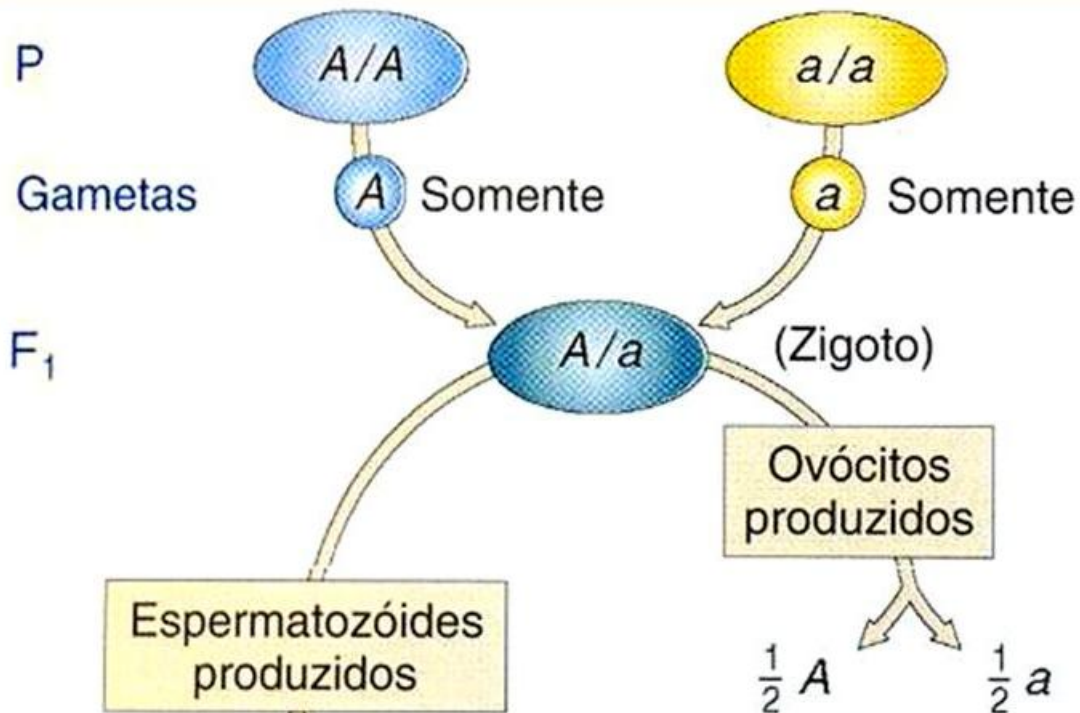
				
			(1/2) A	(1/2) a
(1/2) A			(1/4) AA	(1/4) Aa
(1/2) a			(1/4) Aa	(1/4) aa

Herança Monogênica

F2 	(1/2) A	(1/2) a
(1/2)A	(1/4) AA	(1/4) Aa
(1/2) a	(1/4) Aa	(1/4) aa

Proporção fenotípica => 3/4 lisa : 1/4 enrugada

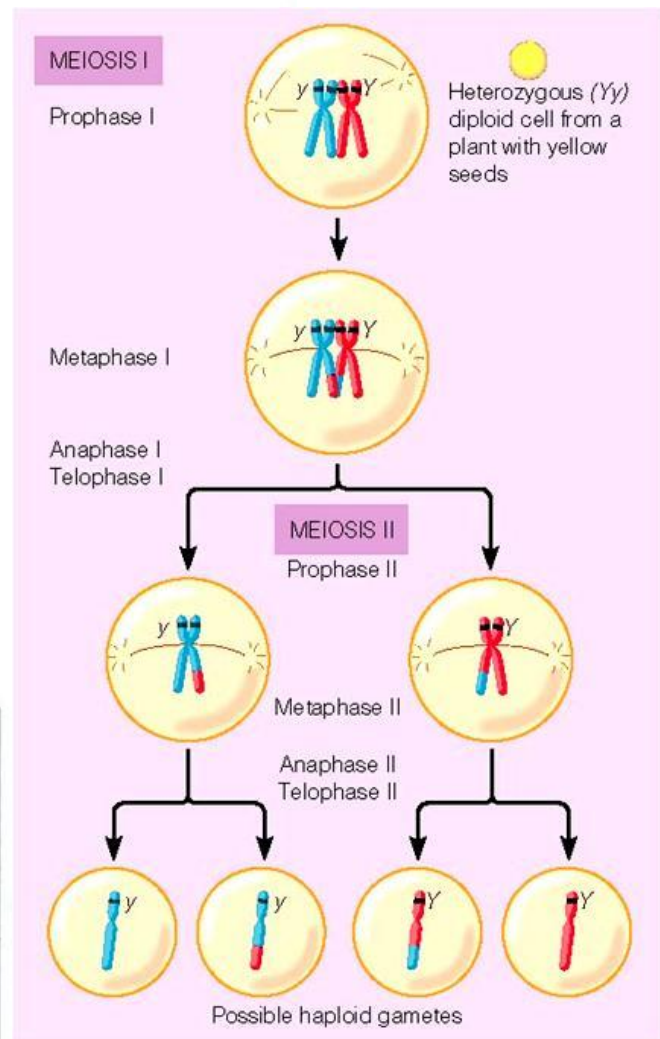
Proporção genotípica => 1/4 AA : 1/2 Aa : 1/4 aa



$\frac{1}{2} A$	$\frac{1}{4} A/A$	$\frac{1}{4} A/a$
$\frac{1}{2} a$	$\frac{1}{4} A/a$	$\frac{1}{4} a/a$

Proporção geral de F₂

1 A/A : 2 A/a : 1 a/a

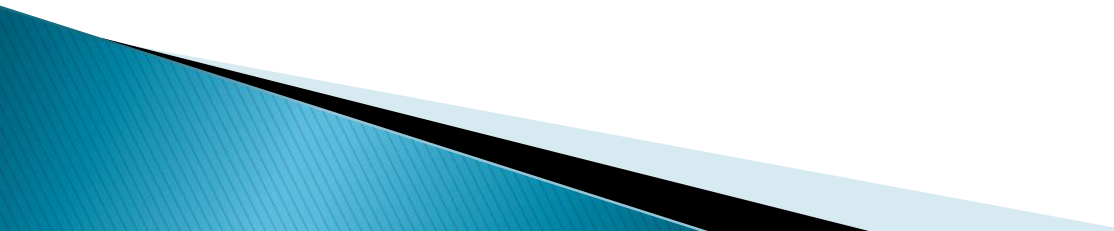


Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. publishing as Benjamin Cummings

Modelo mendeliano dos determinantes hereditários de uma diferença de característica nas gerações P, F₁, e F₂. Os cinco pontos são os citados no texto.

Herança Monogênica

Mendel concluiu que:

- as características dos organismos são determinadas por fatores (genes)
 - os indivíduos possuem pares de fatores condicionando cada um de seus caracteres, em cada célula somática
 - os gametas contêm apenas um membro de cada par
- 

Herança Monogênica

Xadrez Mendeliano:

○

♂ \ ♀	$\frac{1}{2} A$	$\frac{1}{2} a$
$\frac{1}{2} A$	$\frac{1}{4} AA$	$\frac{1}{4} Aa$
$\frac{1}{2} a$	$\frac{1}{4} aA$	$\frac{1}{4} aa$

} $\frac{1}{4} AA : 2/4 Aa : \frac{1}{4} aa$

ENUNCIADO DA 1ª LEI:

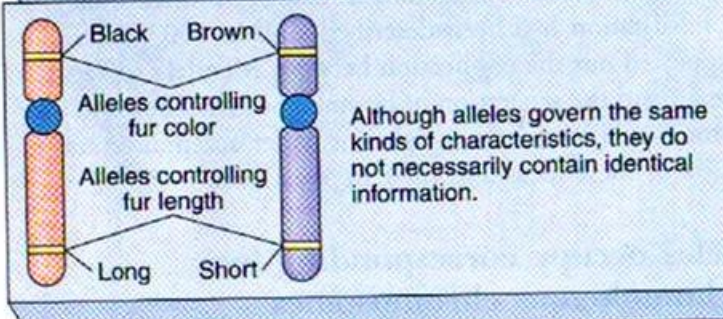
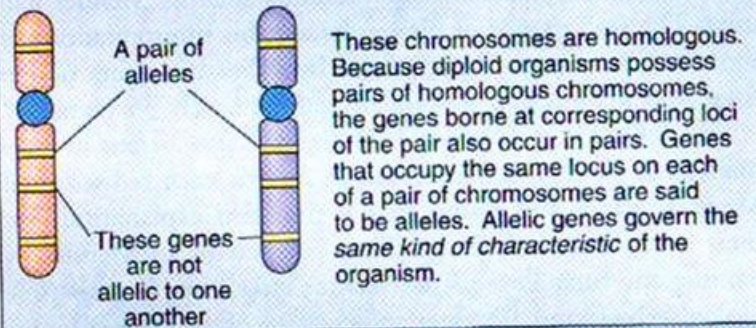
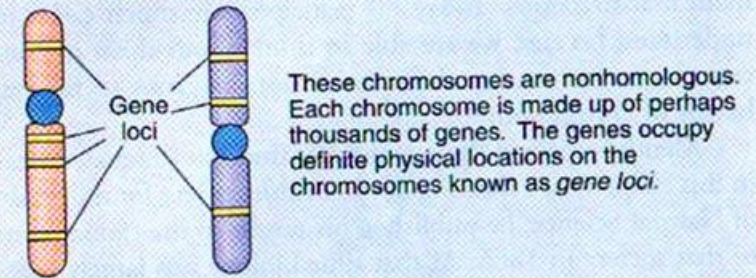
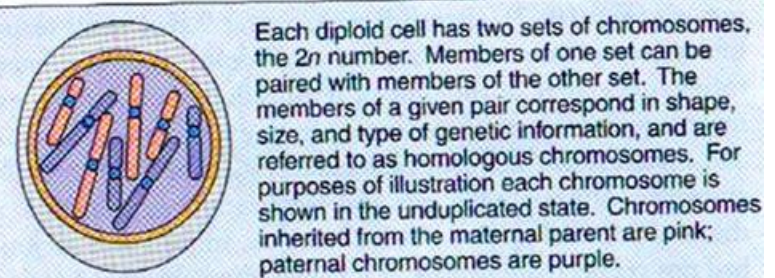
Cruzando-se 2 indivíduos puros ou homocigotos e que se distinguem em apenas uma dada característica, desprezando-se as outras diferenças que por ventura possam existir, teremos:

- F1 heterocigoto e uniforme;
- Segregação gônica onde $\frac{1}{2}$ dos gametas é = ao P1 e a outra $\frac{1}{2}$ dos gametas é = ao P2;
- Segregação zigótica em F2 (= \otimes F1) onde $\frac{1}{4}$ dos zigotos é = ao P1, $\frac{1}{4}$ dos zigotos é = ao P2 e 2/4 dos zigotos são iguais ao F1 (híbridos).

Gene => é o fator responsável pela determinação de uma característica

Loco => é a posição ocupada por um gene em um cromossomo.

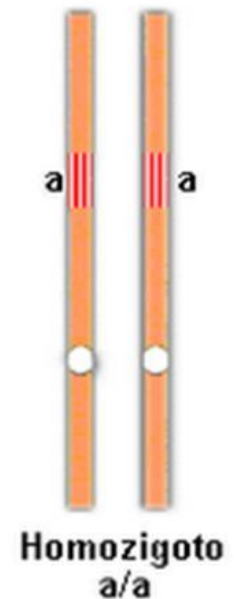
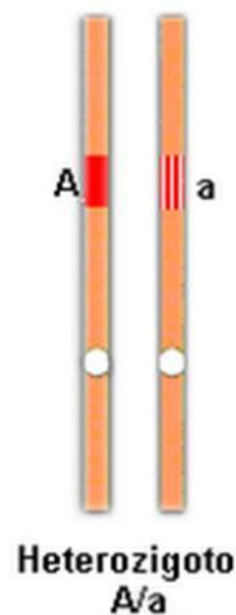
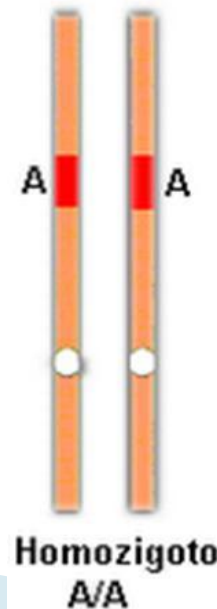
Alelos => genes que ocupam a mesma posição em cromossomos homólogos

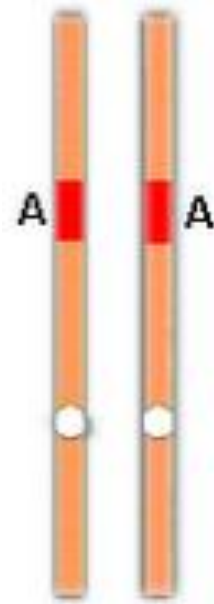


Herança Monogênica

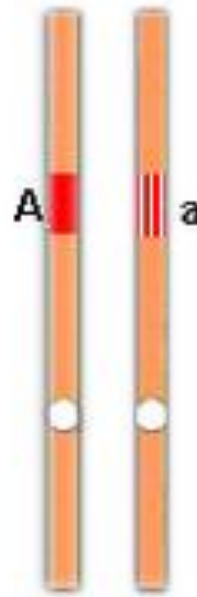
Espécie diplóide => cada cromossomo está presente duas vezes nas células somáticas ($2n$)

Portanto, nas células somáticas existem dois genes em cada loco, um em cada par de homólogos, sendo um deles de origem materna e o outro de origem paterna, os quais são chamados de "alelos"

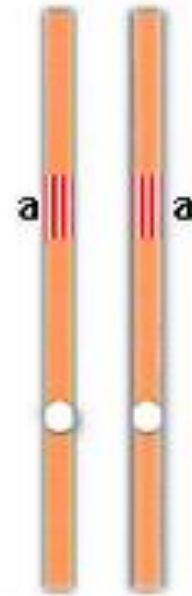




Homozigoto
A/A



Heterozigoto
A/a

















Homozigoto
a/a

Genótipos:

AA e aa --> **Homozigotos** (alelos idênticos no mesmo lugar dos cromossomos homólogos)

Aa --> **Heterozigotos** (alelos diferentes no mesmo local dos cromossomos homólogos)

Característica	Dominante X recessivo		Geração F ₂		Proporção	
			Forma dominante	Forma recessiva		
cor da flor	 lilás	X	 branca	705	224	3,15:1
cor da semente	 amarela	X	 verde	6022	2001	3,01:1
forma da semente	 lisa	X	 rugosa	5474	1850	2,96:1
cor da vagem	 verde	X	 amarela	428	152	2,82:1
forma da vagem	 lisa	X	 marcada	882	299	2,95:1
posição da flor	 axilar	X	 terminal	651	207	3,14:1
altura da planta	 alta	X	 baixa	787	277	2,84:1

Pólen proveniente - P₁

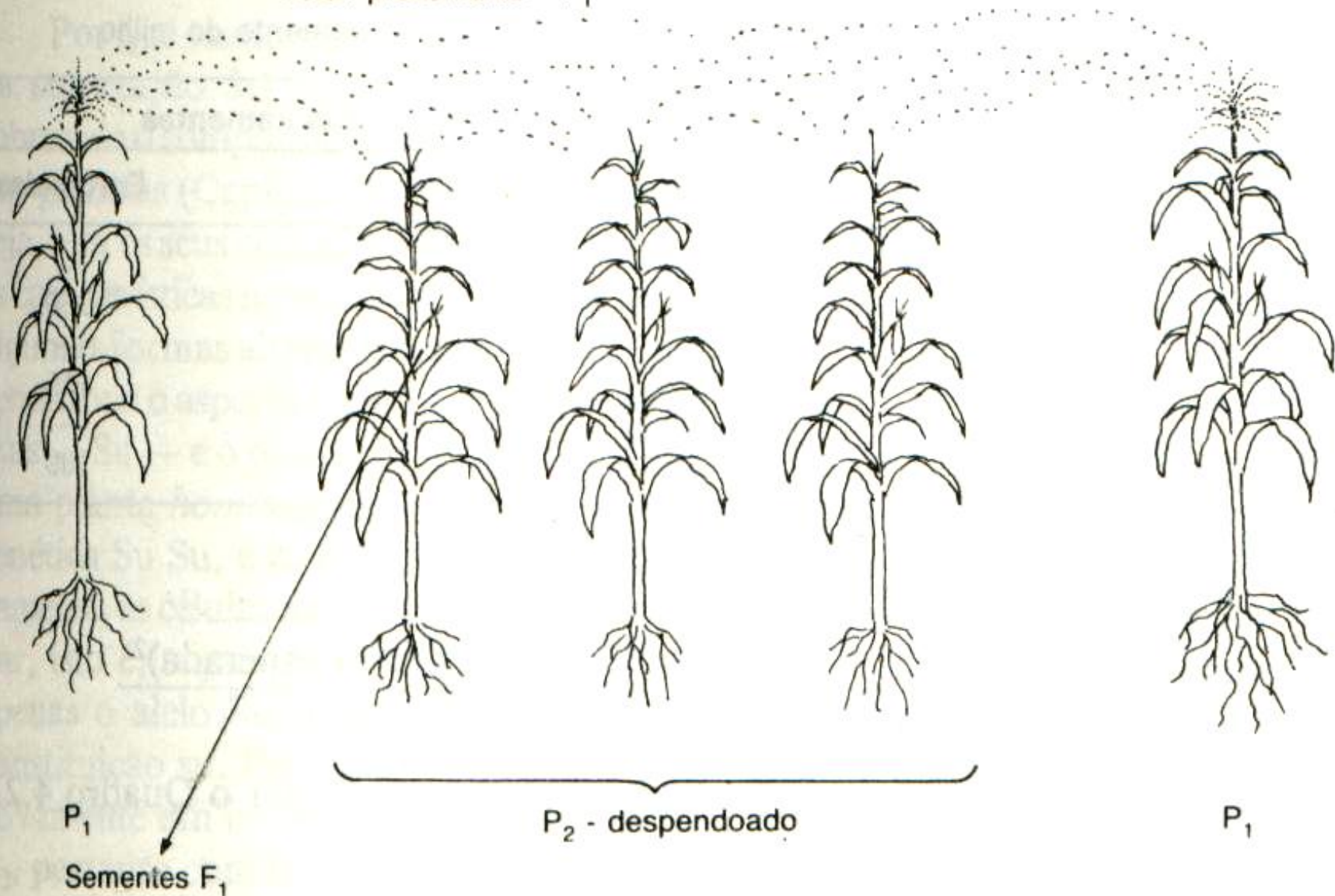


Figura 4-1 - Esquema do cruzamento de dois progenitores (P₁ e P₂) de milho em campo isolado, P₁- progenitor de sementes lisas, e P₂- progenitor de sementes enrugadas.

Herança Monogênica

	P1	x	P2
fenótipo	lisa		enrugada
genótipo	(SuSu)		(susu)
gameta	(Su)		(su)

F1 (Susu) 100% lisa

F2: 3/4 lisa : 1/4 enrugada -> prop. fenotípica

1/4 SuSu : 2/4 Susu : 1/4 susu -> proporção genotípica



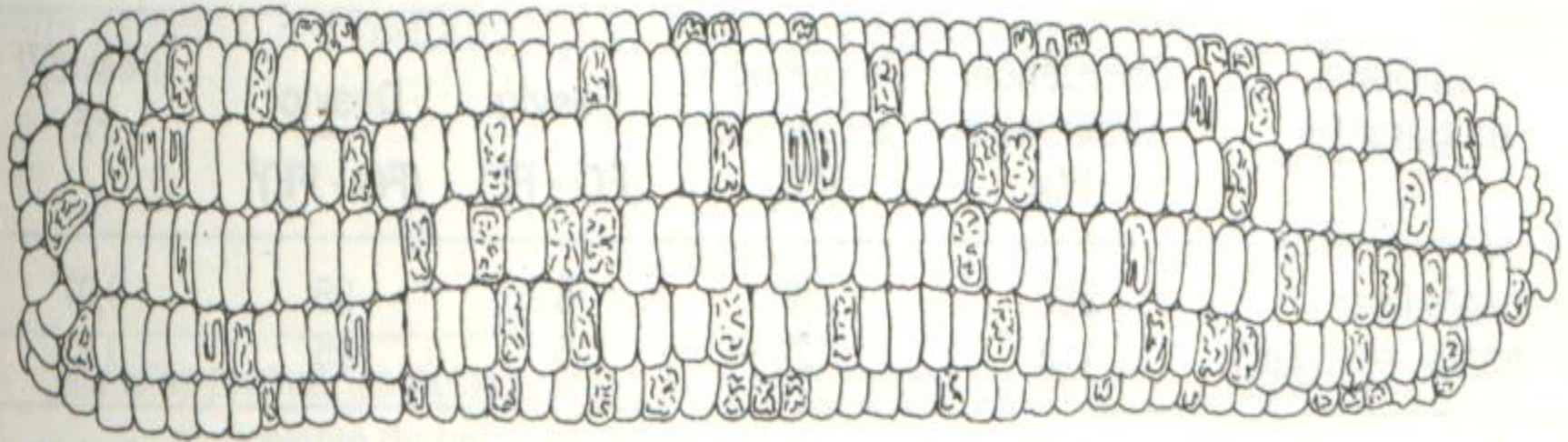


Figura 4-2 - Espiga mostrando a segregação de 3/4 sementes lisas: 1/4 sementes enrugadas na geração F_2 .

Segregações obtidas no estudo do caráter textura da semente de milho

Fenótipos das sementes

<u>Gerações</u>	<u>Lisas</u>	<u>Enrugadas</u>
P1	460	--
P2	--	380
F1	520	--
F2	365	115
RC1	450	--
RC2	185	189



Herança Monogênica

Retrocruzamento

P1 x F1
Lisa (SuSu) ↓ Lisa (Susu)

RC1

Lisas
1/2 (SuSu)
1/2 (Susu)

P2 x F1
Enrugada (susu) ↓ Lisa (Susu)

RC2 → **cruzamento teste**

1/2 enrugadas (susu) 1/2 lisa (Susu)
1:1

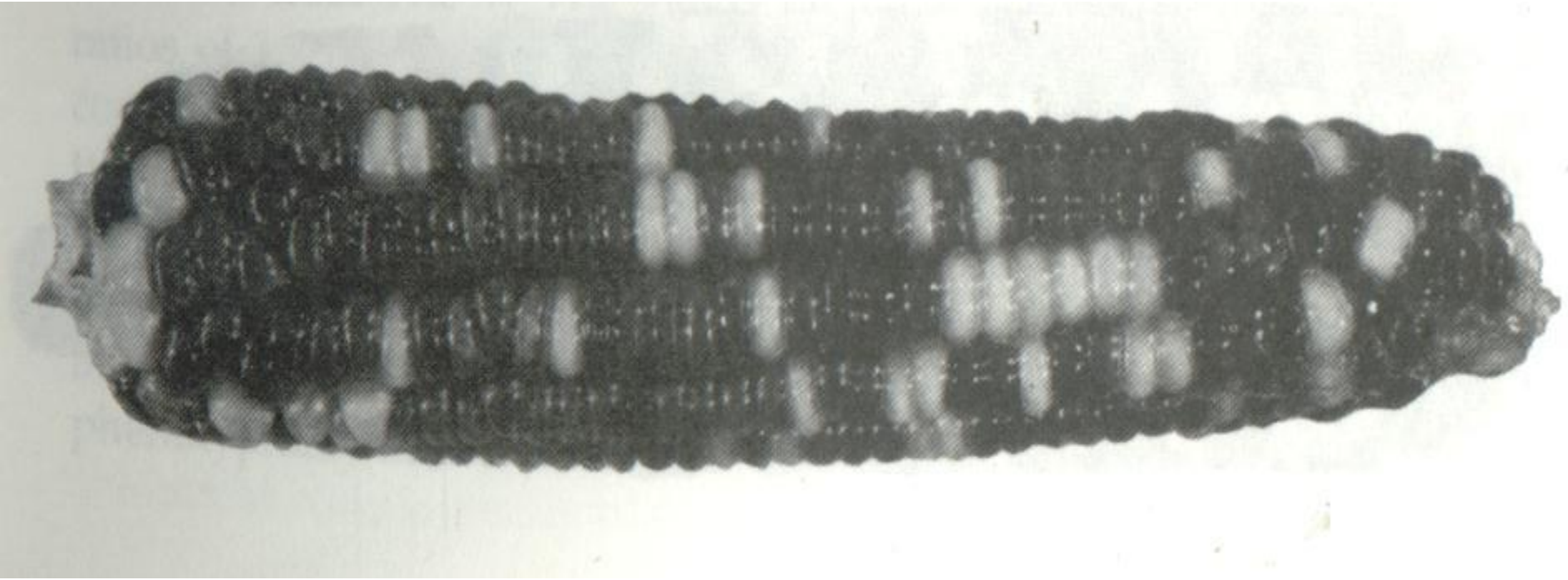
O que é o **cruzamento teste**?

Cruzamento entre o F1 e o parental recessivo

→ resultado 1 : 1 → reflete a segregação gônica

Herança Monogênica

Progenie da geração F2



Proporção 3:1 para cor do grão

Herança Monogênica



Resultado do cruzamento teste → segregação 1 : 1

F₁



Y/y



y/y

Produção de gametas

Cruzamento teste

todos y

$\frac{1}{2} y$

$\frac{1}{2} y/y$



$\frac{1}{2} Y$

$\frac{1}{2} Y/y$



Proporção prevista na prole é de 1



: 1



Uso de linhagens puras para deduzir os genótipos e a dominância e recessividade

Herança Monogênica

Interação Alélica

INTERAÇÃO ALÉLICA:

1ª Lei de Mendel

(P1) AA x aa (P2)



(F1) Aa $\left(\begin{array}{c} A \\ \hline \cdot \\ \hline \cdot \\ \hline a \end{array} \right)$ →

Fenótipo que resulta da ação combinada dos dois alelos



Interação Alélica

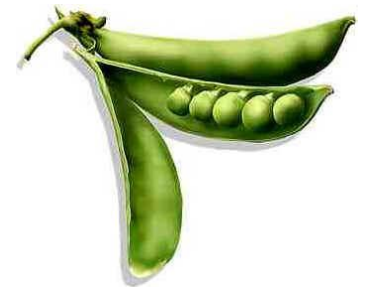
Herança Monogênica

Tipos de Interação Alélica:

- => **Dominância Completa**
- => **Dominância Incompleta ou Parcial**
- => **Codominância**
- => **Sobredominância**

Herança Monogênica

Interação alélica



A) Dominância completa:

=> O heterozigoto tem o mesmo fenótipo de um dos parentais (do gene dominante)

Ex: Forma da semente da ervilha -> herança determinada por um único gene (herança monogênica) com duas formas alélicas.

Heterozigoto Aa -> sem.lisa (mesmo fenótipo dos homozigotos)

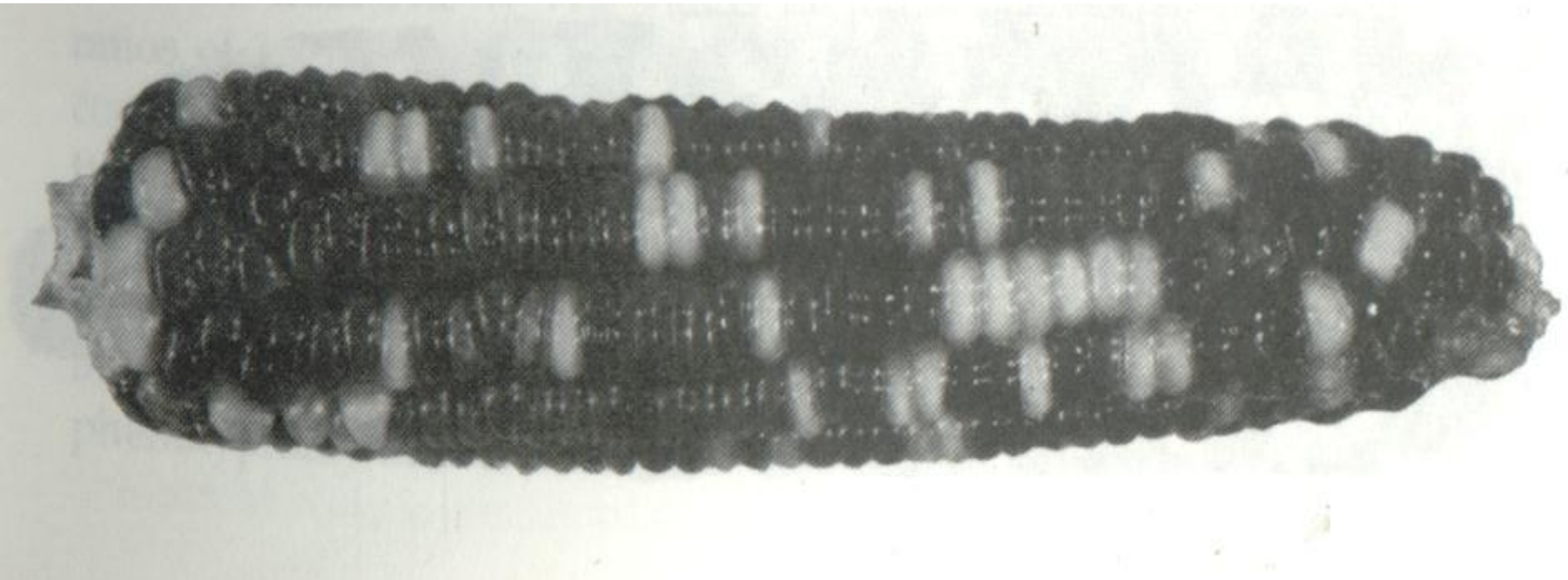
A = alelo dominante -> impede a manifestação fenotípica do outro alelo

a = alelo recessivo -> alelo que é impedido de se manifestar, a não ser que em estado homozigoto (aa)

Herança Monogênica

Interação alélica

A) Dominância completa:



Cor escura - dominante
Cor branca - recessivo

Herança Monogênica

Interação alélica

B) Dominância parcial ou incompleta

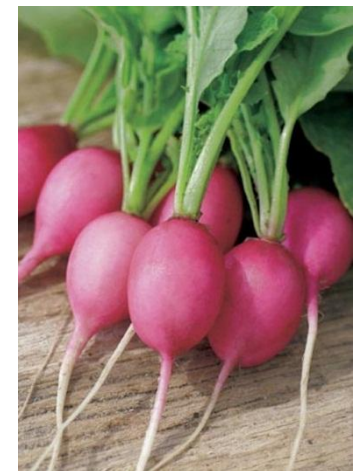
=> o heterozigoto tem fenótipo diferente daquele dos homozigotos;

Ex: forma da raiz do rabanete

P: r^1r^1 x r^2r^2
(raiz longa) (raiz esférica)

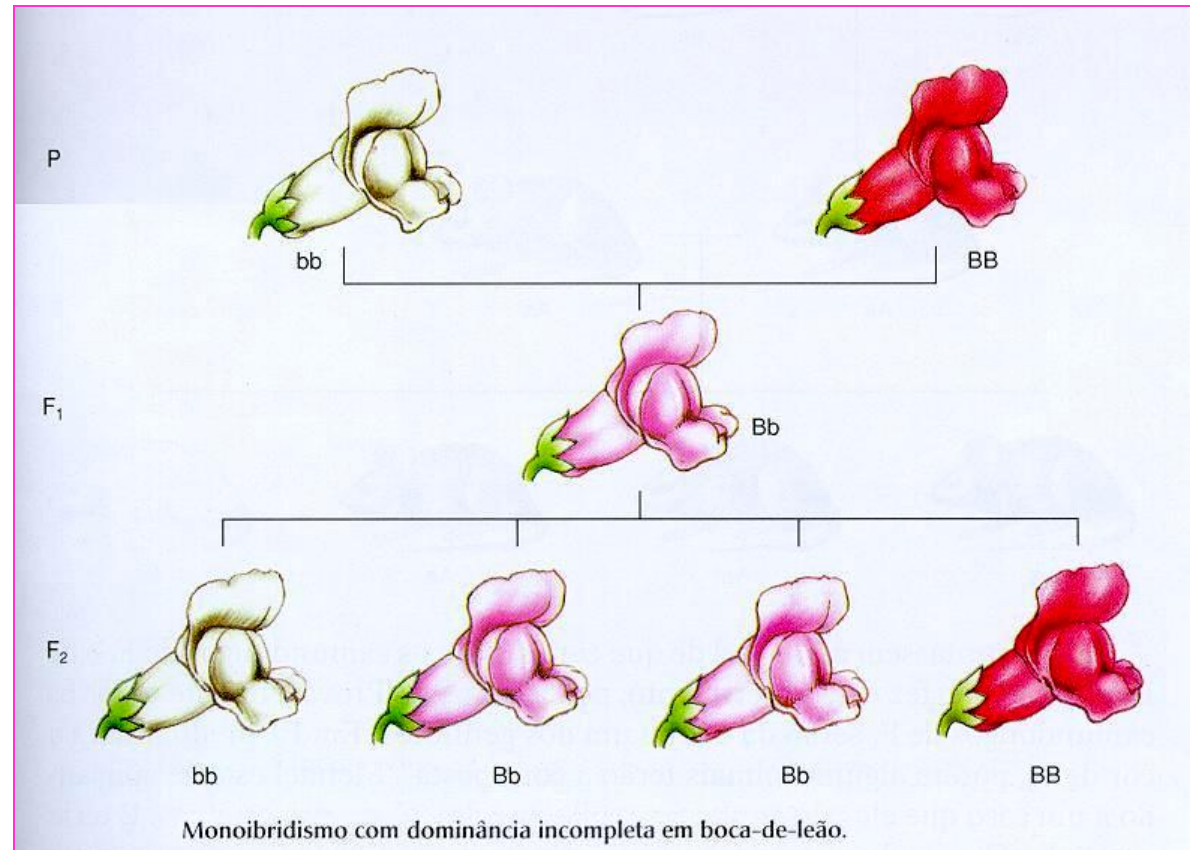
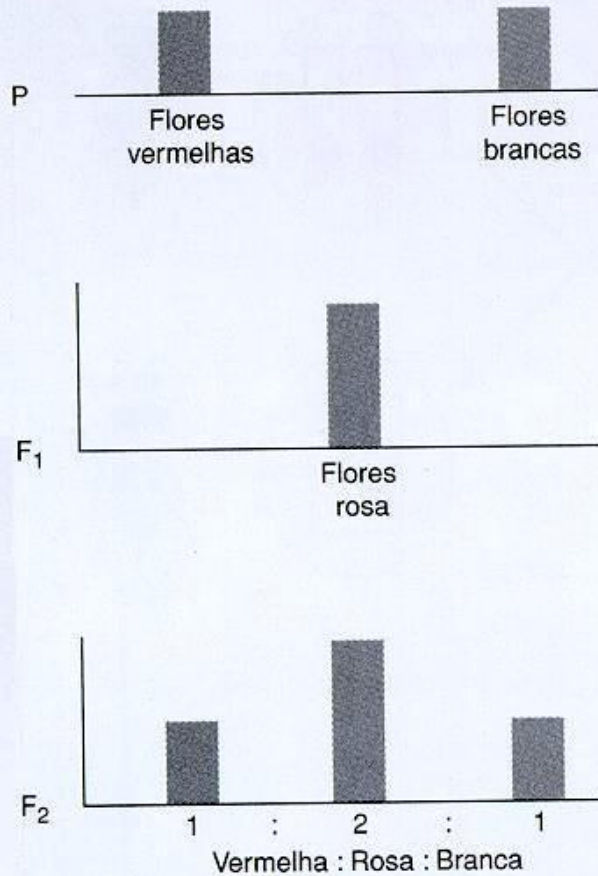
F1: r^1r^2
(raiz oval)

F2: r^1r^1 r^1r^2 r^2r^2
(raiz longa) (raiz oval) (raiz esférica)
(1/4) (2/4) (1/4)



B) Dominância parcial ou incompleta

Cor da flor boca-de-leão



Interação alélica

C) Codominância

=> Quando o heterozigoto tem o fenótipo dos dois homozigotos.

Ex: Grupo sanguíneo no homem:

$L^M L^M$ --> grupo M (presença do antígeno "M" nas hemácias)

$L^M L^N$ --> grupo MN (presença dos antígenos M e N nas hemácias)

$L^N L^N$ --> grupo N (presença do antígeno "N" nas hemácias)

Grupo Sanguíneo	Fenótipos	Genótipos
M	Antígeno M	$L^m L^m$
N	Antígeno N	$L^n L^n$
MN	Antígeno M e N	$L^m L^n$

Herança Monogênica

Interação alélica

C) Codominância

Ex: Resistência do linho a duas raças de ferrugem

Planta M_1M_1 -> resistente à raça 1

Planta M_2M_2 -> resistente à raça 2

Planta M_1M_2 -> resistente às duas raças

Campo F2: 25% resistente apenas à raça 1
50% resistente às duas raças
25% resistente apenas à raça 2



Herança Monogênica

Interação alélica

D) Sobredominância

=> O heterozigoto manifesta efeito fenotípico superior aos parentais

Ex: **Cevada:**

AA
(normais)

x

aa
(albinos)

F1:

Aa
(+ produtivo que os normais)

=> Este tipo de interação alélica para caracteres monogênicos é raro

Herança Monogênica

Teste do Qui-quadrado

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBSERVADOS

⇒ As leis da genética são de natureza estatística

⇒ Ex: Proporção fenotípica = 3:1

F2 = 100 indivíduos -> 75 : 25

Porém, existem desvios com relação a esses valores

⇒ Testes estatísticos comprovarão se os desvios são significativos ou não (se são devido ao acaso ou não)

⇒ Teste mais indicado: χ^2 (Qui-quadrado)

Herança Monogênica

Teste do Qui-quadrado

Quadro 4.2

Estimativa do χ^2 para testar a hipótese de segregação 3 sementes lisas:
1 semente enrugada na geração F_2

Fenótipo da geração F_2	Frequência observada (FO)	Frequência esperada (FE)	Desvio (FO - FE)	Desvio ² (FO - FE) ²	(Desvio) ² /FE
Semente lisa	365	360	5	25	0,07
Semente enrugada	115	120	-5	25	0,21
Total	480	480			$\chi^2 = 0,28$

Probabilidade - de que a frequência observada difere da frequência esperada por acaso.

gl	Probabilidade					
	0,995	0,99	0,975	0,10	0,05	0,01
1	---	---	0,001	2,706	3,841	6,635
2	0,010	0,020	0,051	4,605	5,991	9,210
3	0,072	0,115	0,216	6,251	7,815	11,345
4	0,207	0,297	0,484	7,779	9,488	13,277
5	0,412	0,554	0,831	9,236	11,070	15,086
6	0,676	0,872	1,237	10,645	12,592	16,812
7	0,989	1,239	1,690	12,017	14,067	18,475
8	1,344	1,646	2,180	13,362	15,507	20,090
9	1,735	2,088	2,700	14,684	16,919	21,666
10	2,156	2,558	3,247	15,987	18,307	23,209
11	2,603	3,053	3,816	17,275	19,675	24,725
12	3,074	3,571	4,404	18,549	21,026	26,217

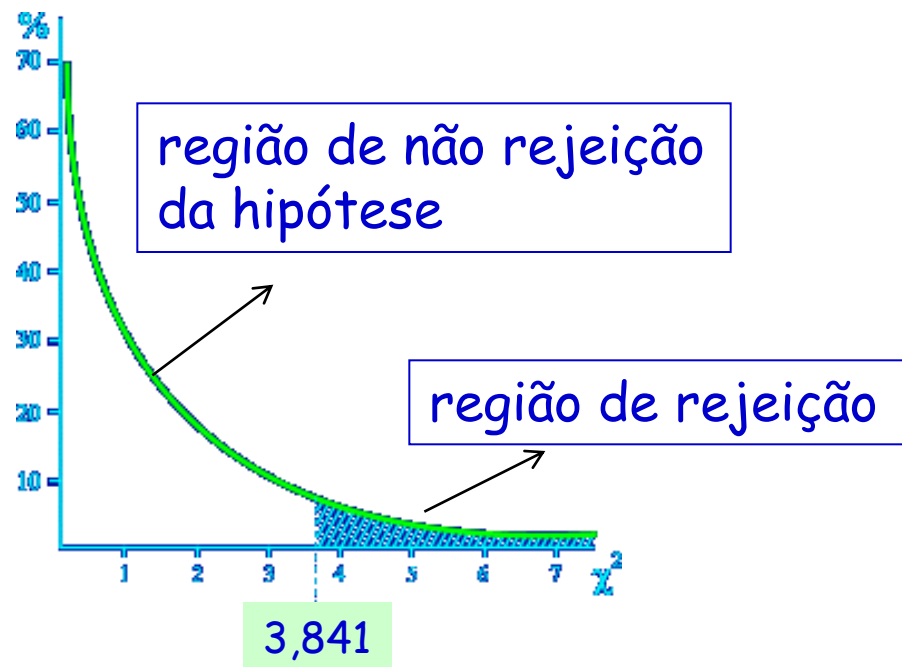
Teste do Qui-quadrado

$$GL \Rightarrow 2-1 = 1$$

Tabela de χ^2 : $GL = 1$

$$\chi^2 = \begin{array}{l} 5\%: 3,84 \\ 1\%: 6,63 \end{array}$$

$$\chi^2 = 0,28^{n.s.}$$



=> diferenças entre FO e FE devidas ao acaso

=> Semente do milho apresenta herança monogênica, e segrega no F2 na proporção 3:1

Herança Monogênica

Referências para estudo:

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. 2010. **Fundamentos de Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 4ª Ed. [575.1 S674f4].

Cap. 3 - Mendelismo: os princípios básicos da herança.

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

Cap. 5 - Mendelismo; Cap. 7 - Biometria.

Vídeos para estudar em casa:

1) Herança monogênica:

<https://www.youtube.com/watch?v=RDgZ6ihemV4>

2) Interações gênicas

<https://www.youtube.com/watch?v=sKH3NrztBCc>