



1ª e 2ª LEI DE MENDEL

Professor: Robson Fernando Missio

<http://people.ufpr.br/~rfmissio/robson.htm>

Objetivo: apresentar a 1ª e 2ª Lei de Mendel

P
Linhagem pura

Planta
produtora de
sementes
amarelas

X

Planta
produtora de
sementes
verdes

F₁
Linhagem híbrida

V V

100%

Planta
produtora de
sementes
amarelas

v v

V v

Auto-fecundação

V v

X

V v

V V

, V v

, V v

v v

F₂

Planta
produtora de
sementes
amarelas

Planta
produtora de
sementes
verdes

3/4

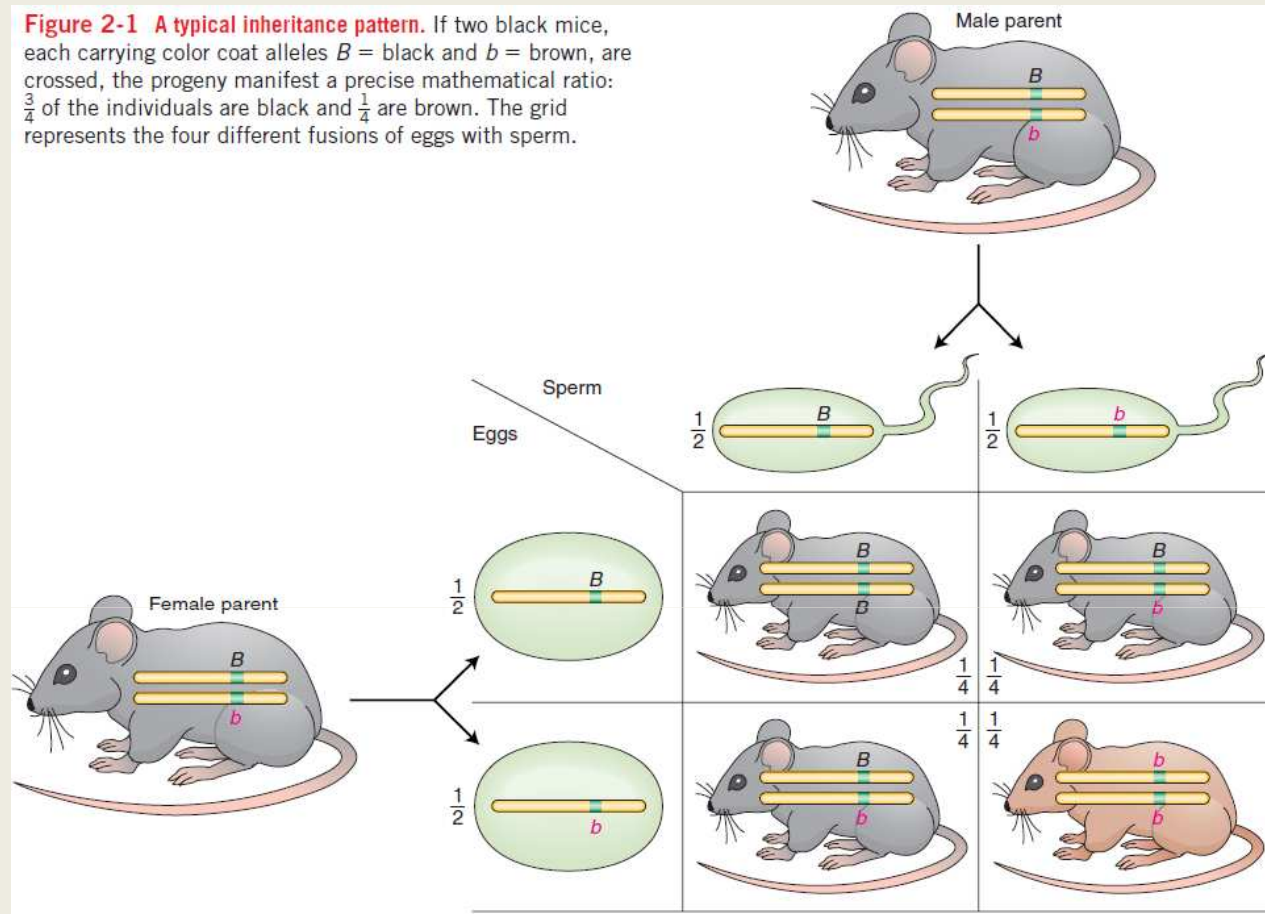
1/4

Primeira lei de Mendel

“Os indivíduos possuem, em suas células somáticas, pares de fatores determinando cada uma de suas características; contudo, seus gametas contêm apenas um membro de cada par”.

Quadrado de Punnet

Figure 2-1 A typical inheritance pattern. If two black mice, each carrying color coat alleles B = black and b = brown, are crossed, the progeny manifest a precise mathematical ratio: $\frac{3}{4}$ of the individuals are black and $\frac{1}{4}$ are brown. The grid represents the four different fusions of eggs with sperm.



Segregação fenotípica

3/4 Preto

1/4 marron

Segregação genotípica

1/4 BB

2/4 Bb

1/4 bb

	Parental strain 1: Dominant	Parental strain 2: Recessive	Phenotype of progeny of monohybrid cross
Seed shape	 Round	 Wrinkled	 Round
Seed color	 Yellow	 Green	 Yellow
Flower color	 Purple	 White	 Purple
Pod shape	 Inflated	 Constricted	 Inflated
Pod color	 Green	 Yellow	 Green
Flower and pod position	 Axial (along stem)	 Terminal (at top of stem)	 Axial
Stem length	 Standard	 Dwarf	 Standard

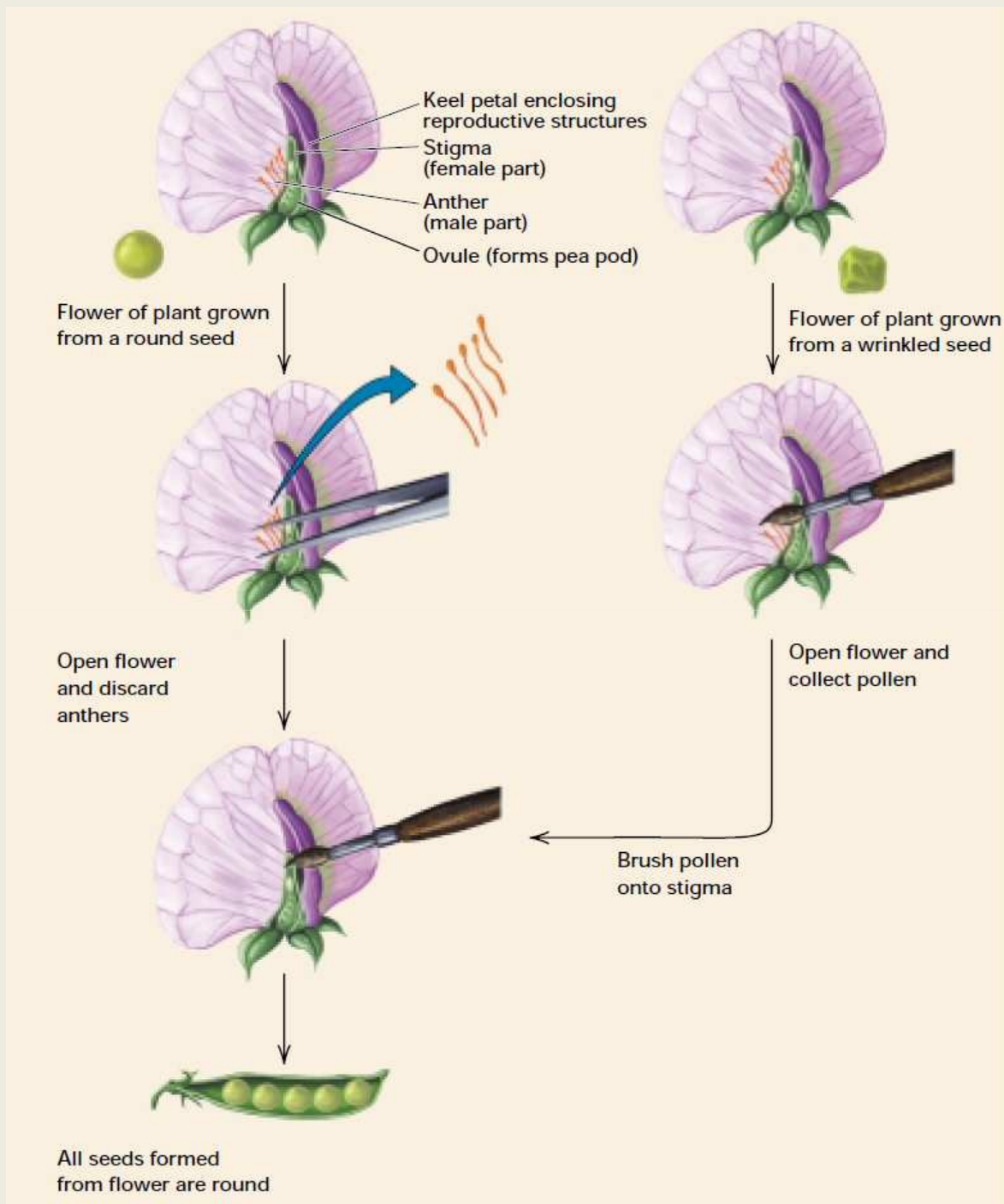


Figure 3.3 Crossing pea plants requires some minor surgery in which the anthers of a flower are removed before they produce pollen. The stigma, or female part of the flower, is not removed. It is fertilized by brushing with mature pollen grains taken from another plant.

Parental lines:



Round



Wrinkled

F₁ generation:



All round seeds

F₂ generation:



3 round
(5474)

:



1 wrinkled
(1850)

Cruzamentos realizados por Mendel com a ervilha *Pisum sativum*

Cruzamento (P)	F ₁	F ₂		Proporção F ₂
1. Semente lisa x rugosa	100% lisas	lisas 5.474 :	1.850 rugosas	2,96 : 1
2. Semente amarela x verde	100% amarelas	amarelas 6.022:	2.001 verdes	3,01 : 1
3. Pétala púrpura x branca	100% púrpuras	púrpuras 705 :	224 brancas	3,15 : 1
4. Vagem inflada x sulcada	100% infladas	infladas 882 :	299 sulcadas	2,95 : 1
5. Vagem verde x amarela	100% verdes	verdes 428 :	152 amarelas	2,82 : 1
6. Flor axial x terminal	100% axiais	axiais 651 :	207 terminais	3,14 : 1
7. Caule longo x curto	100% longos	longos 787 :	277 curtos	2,84 : 1

RELAÇÃO DE DOMINÂNCIA ENTRE ALELOS

Dominância completa

Codominância

Ausência de dominância

Alelos letais

DOMINÂNCIA COMPLETA

Neste caso, um alelo é capaz de suprimir a manifestação do outro, quando em heterozigose, de forma que o fenótipo do heterozigoto é igual ao apresentado por um dos homozigotos (homozigoto dominante).

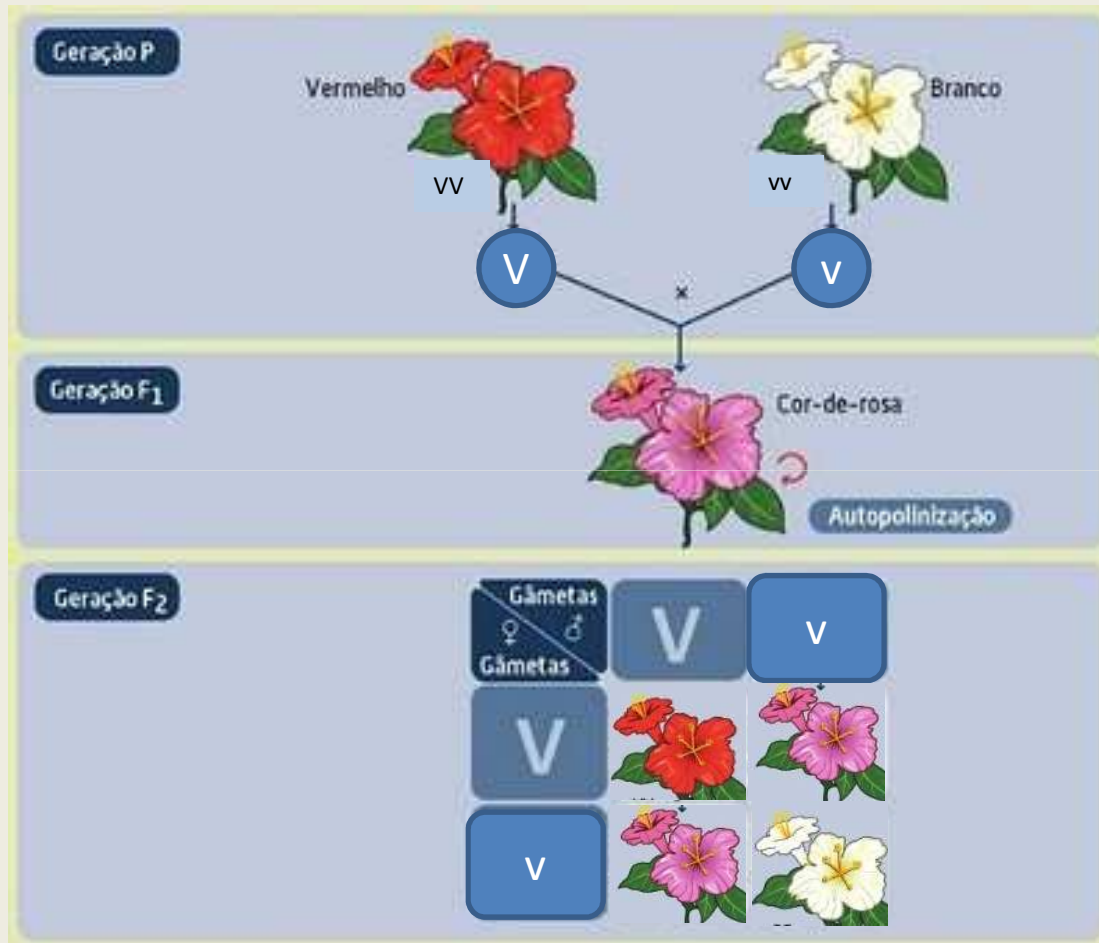
Como exemplo, cita-se o gene V/v em ervilha, em que V determina cotilédones de cor amarela e v cotilédones de cor verde. Tem-se, portanto:

VV = amarelo

Vv = amarelo

vv = verde

DOMINÂNCIA INCOMPLETA



Nesse caso os alelos expressam integralmente quando em heterozigose, mas o fenótipo do heterozigoto é intermediário aos dois homozigotos em função de um efeito quantitativo da atividade dos alelos.

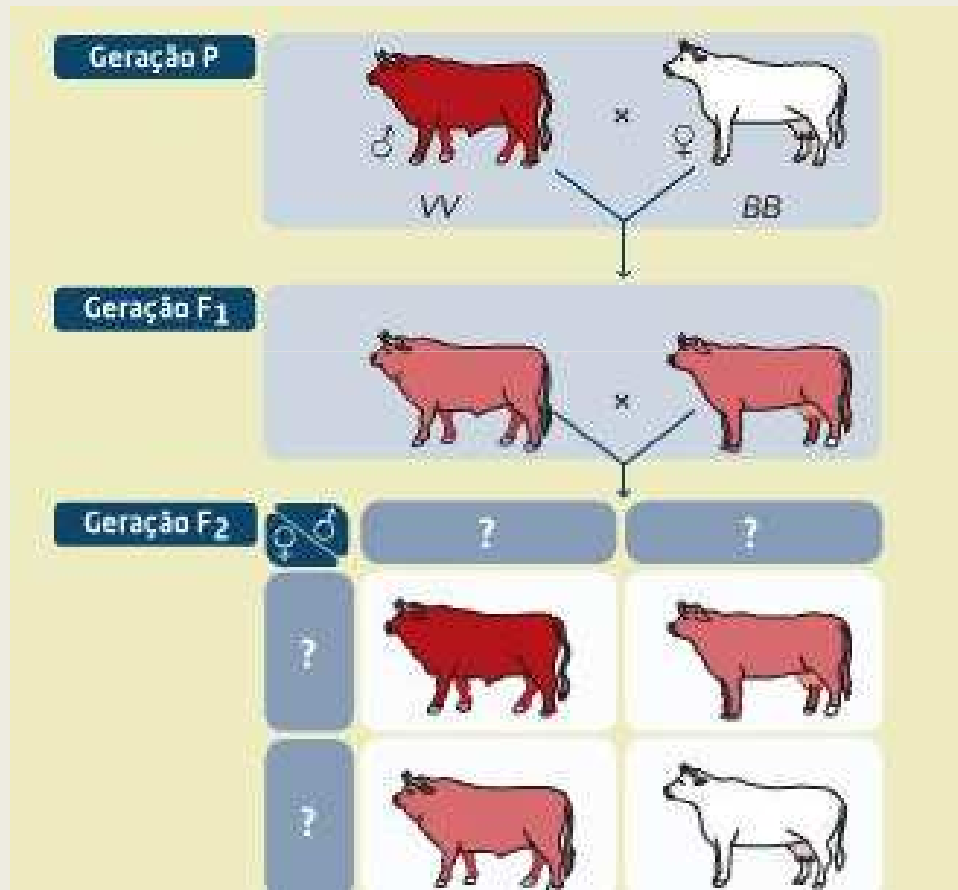
Quando o heterozigoto apresenta o fenótipo mais próximo a um dos genitores homozigoto.

CODOMINÂNCIA

- Ocorre quando ambos os alelos de um gene se expressam integralmente no heterozigoto, de forma que o fenótipo deste heterozigoto é distinto em relação aos dois homozigotos.

Exemplo:

Gado Ruão: animais com pêlo vermelho × pêlo branco[®]
Animais com pêlo Ruão (cinzento-avermelhado) – pêlos
vermelhos e brancos



O cruzamento entre indivíduos linhas puras de cor vermelha com indivíduos linhas puras de cor branca, origina descendentes que possuem uma mistura de pêlos vermelhos e pêlos brancos, cujo efeito é uma coloração cinzento-avermelhada. Cada um dos alelos expressa-se de forma independente, pêlo a pêlo. Diz-se que existe codominância.

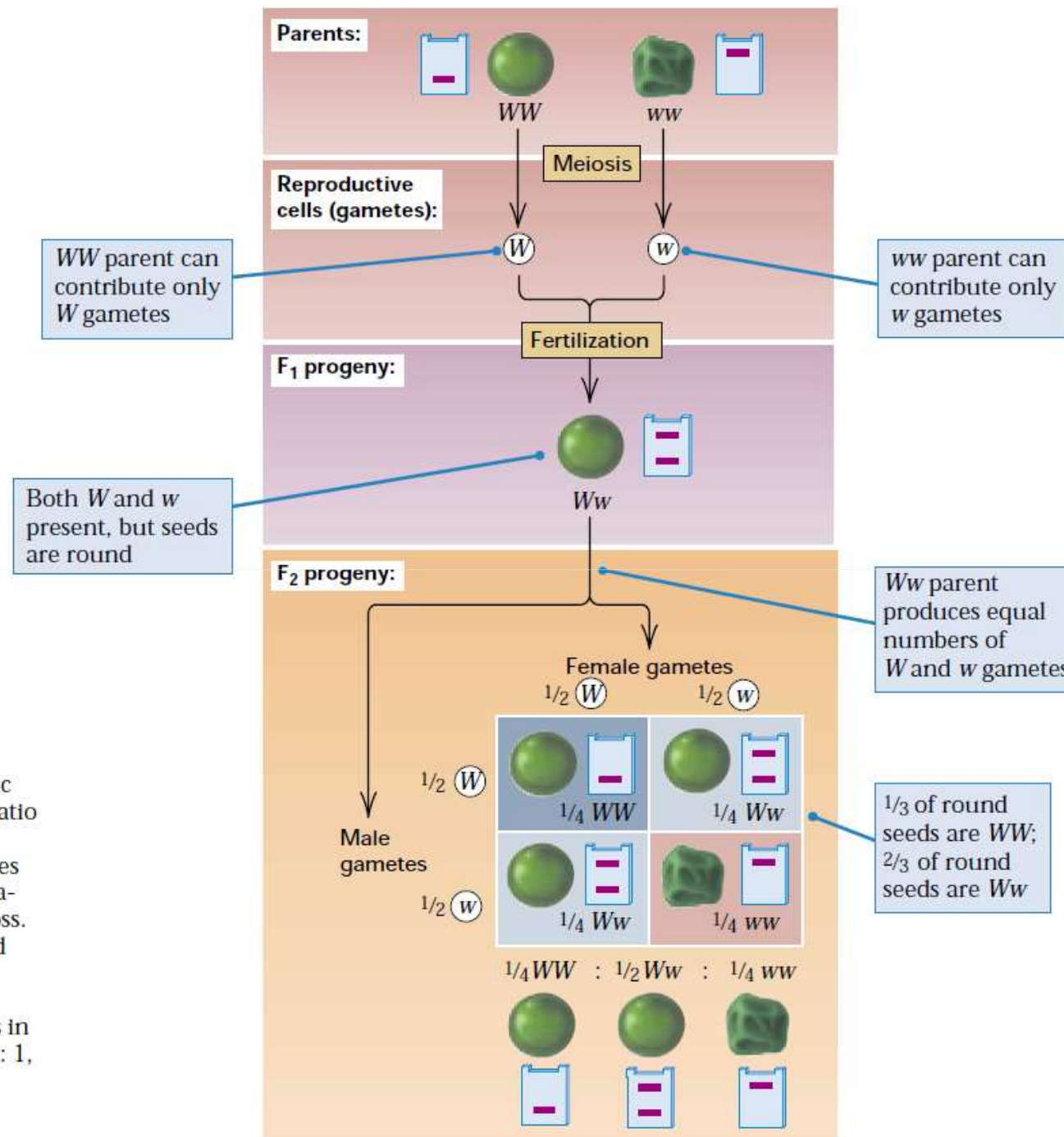
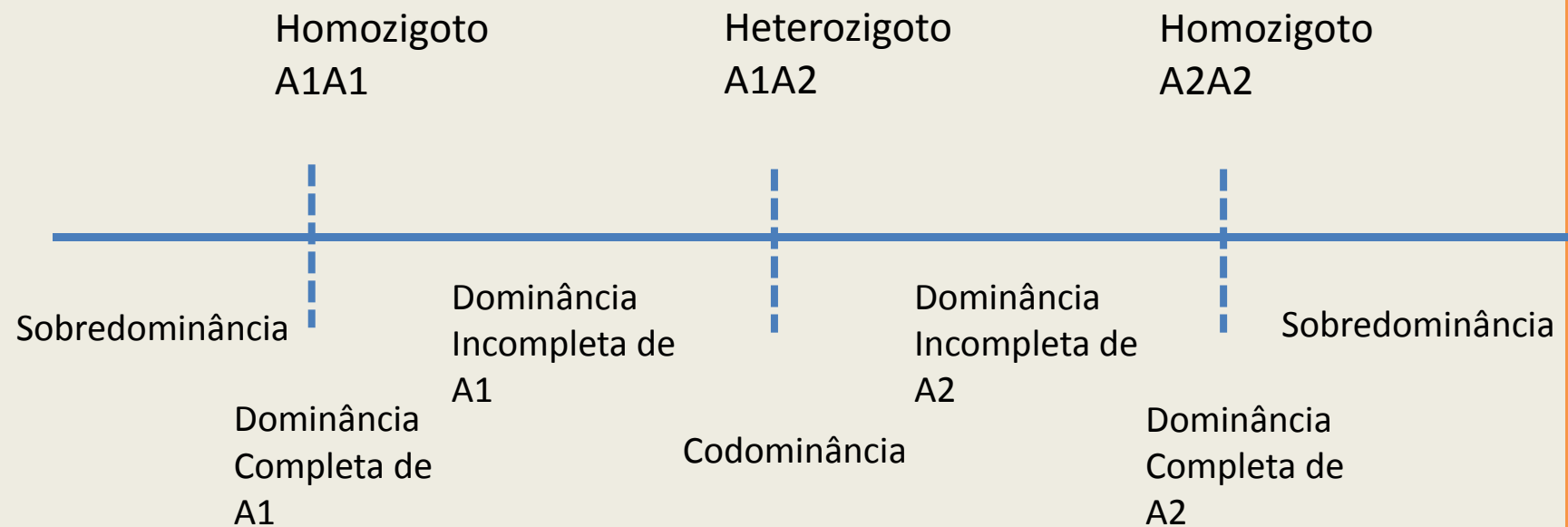


Figure 3.5 A diagrammatic explanation of the 3 : 1 ratio of dominant : recessive morphological phenotypes observed in the F₂ generation of a monohybrid cross. The 3 : 1 ratio is observed because of dominance. Note that the ratio of WW : Ww : ww genotypes in the F₂ generation is 1 : 2 : 1, as can be seen from the restriction fragment phenotypes.

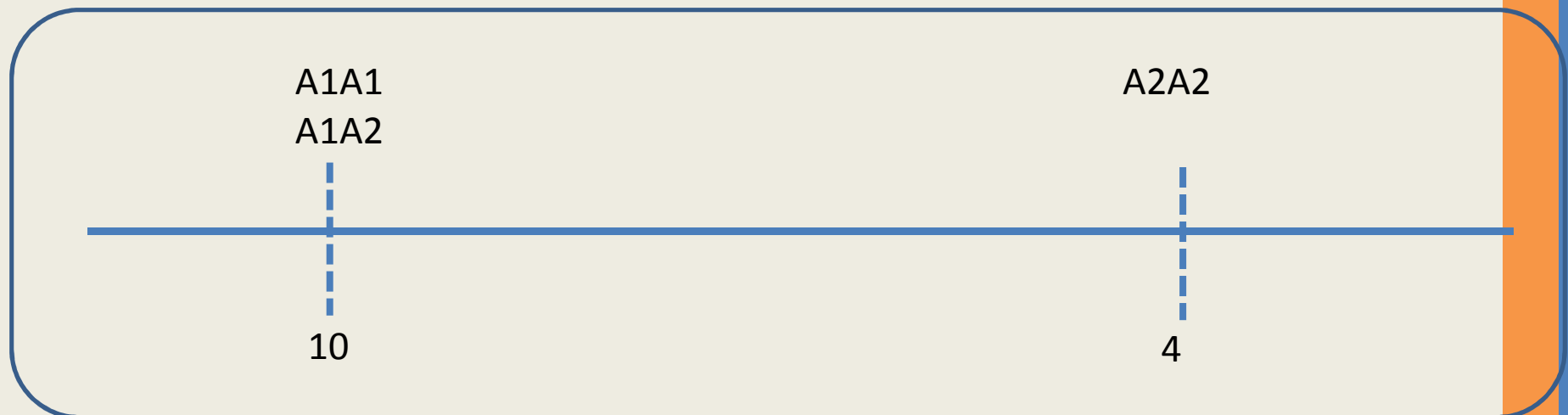
Relação de dominância entre os genes



Dominância Completa

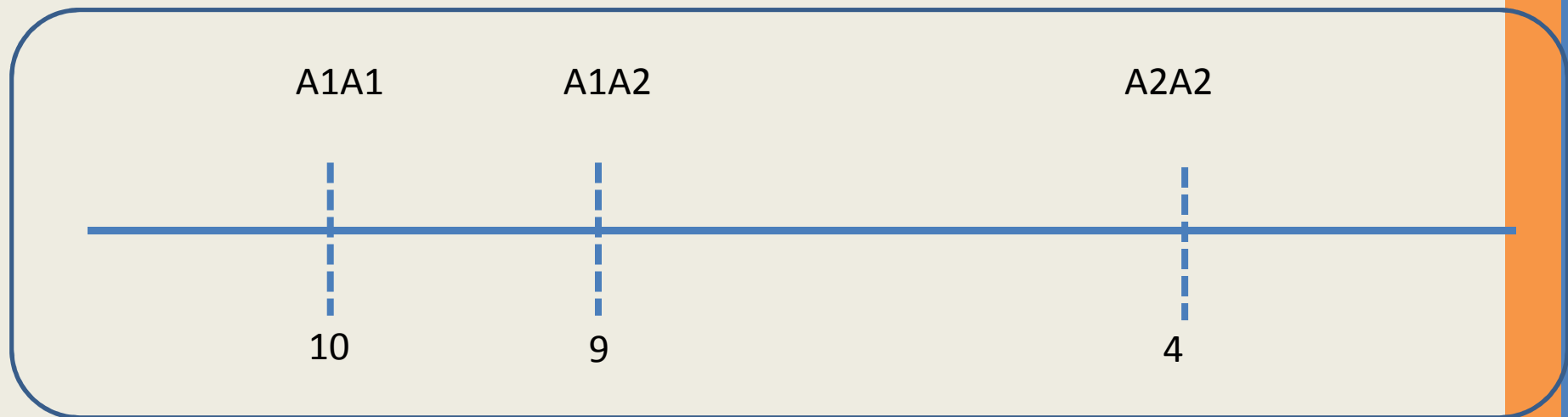
- Quando o heterozigoto tem fenótipo igual a um dos homozigotos;
- Neste caso, um alelo é capaz de suprimir a manifestação do outro, quando em heterozigose, de forma que o fenótipo do heterozigoto é igual ao apresentado por um dos homozigotos (homozigoto dominante).
- A_1A_1 ; $A_1A_2 \rightarrow$ mesmo fenótipo
- $A_1 \rightarrow$ alelo dominante sobre A_2
- $A_2 \rightarrow$ alelo recessivo

Exemplo: Características da 1a Lei de Mendel



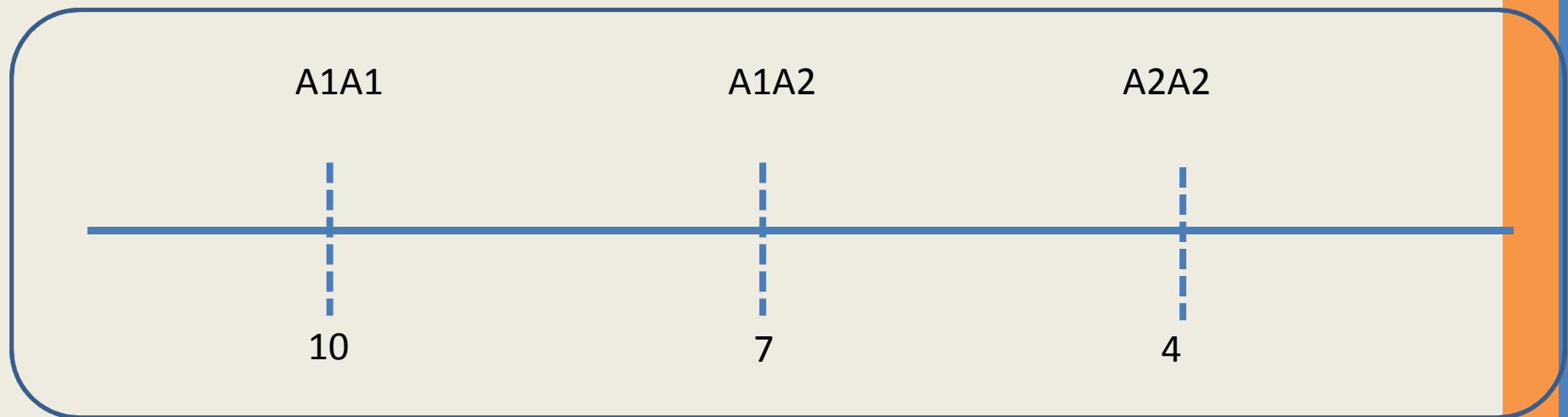
Dominância Incompleta

- Quando o heterozigoto apresenta o fenótipo mais próximo a um dos genitores homozigoto;
- Nesse caso os alelos expressam integralmente quando em heterozigose, mas o fenótipo do heterozigoto é intermediário aos dois homozigotos em função de um efeito quantitativo da atividade dos alelos.



Codominância

- Quando o heterozigoto apresenta-se como uma mistura dos fenótipos de seus genitores homozigotos;
- Ocorre quando ambos os alelos de um gene se expressam integralmente no heterozigoto, de forma que o fenótipo deste heterozigoto é distinto em relação aos dois homozigotos.



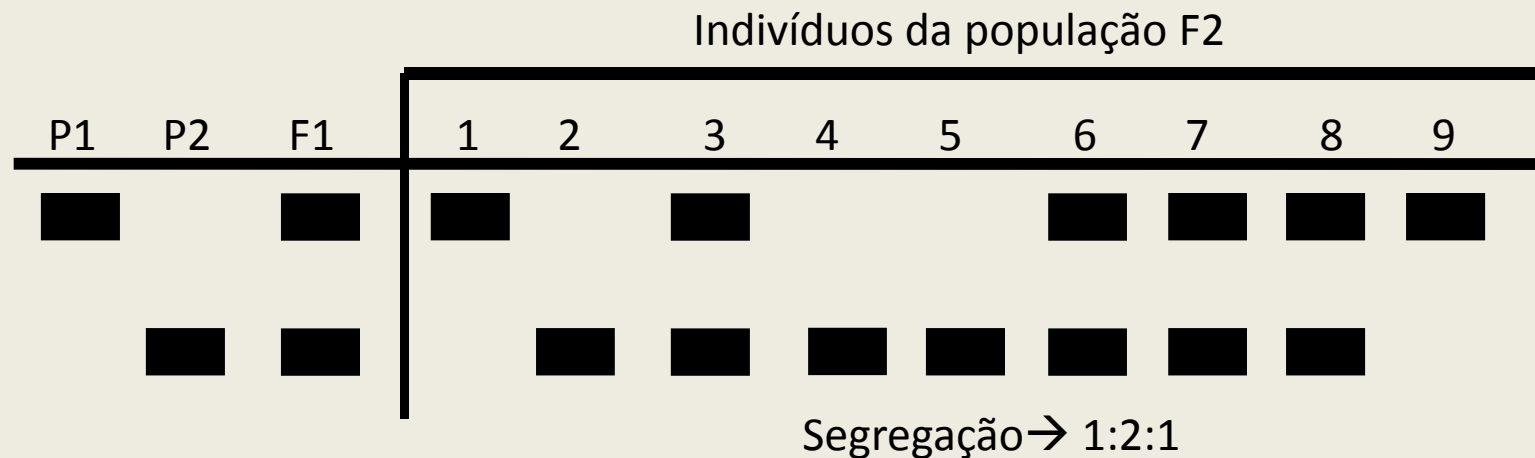
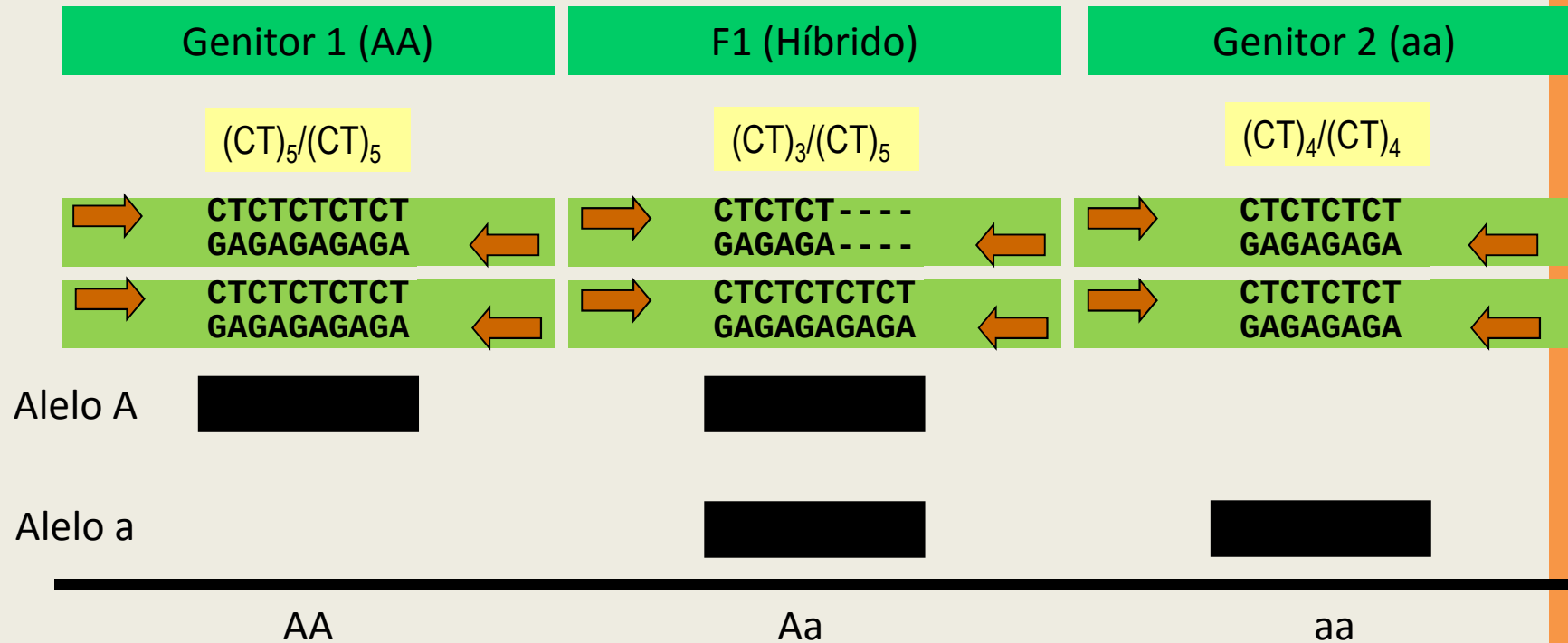
Exemplo: Resistência do linho a duas raças de ferrugem

Fenótipo	Resistência a raça 1	x	Resistência a raça 2
Genótipo	M1M1		M2M2
Gametas	M1		M2
F1		M1M2	
Fenótipo		Resistência a raça 1 e 2	

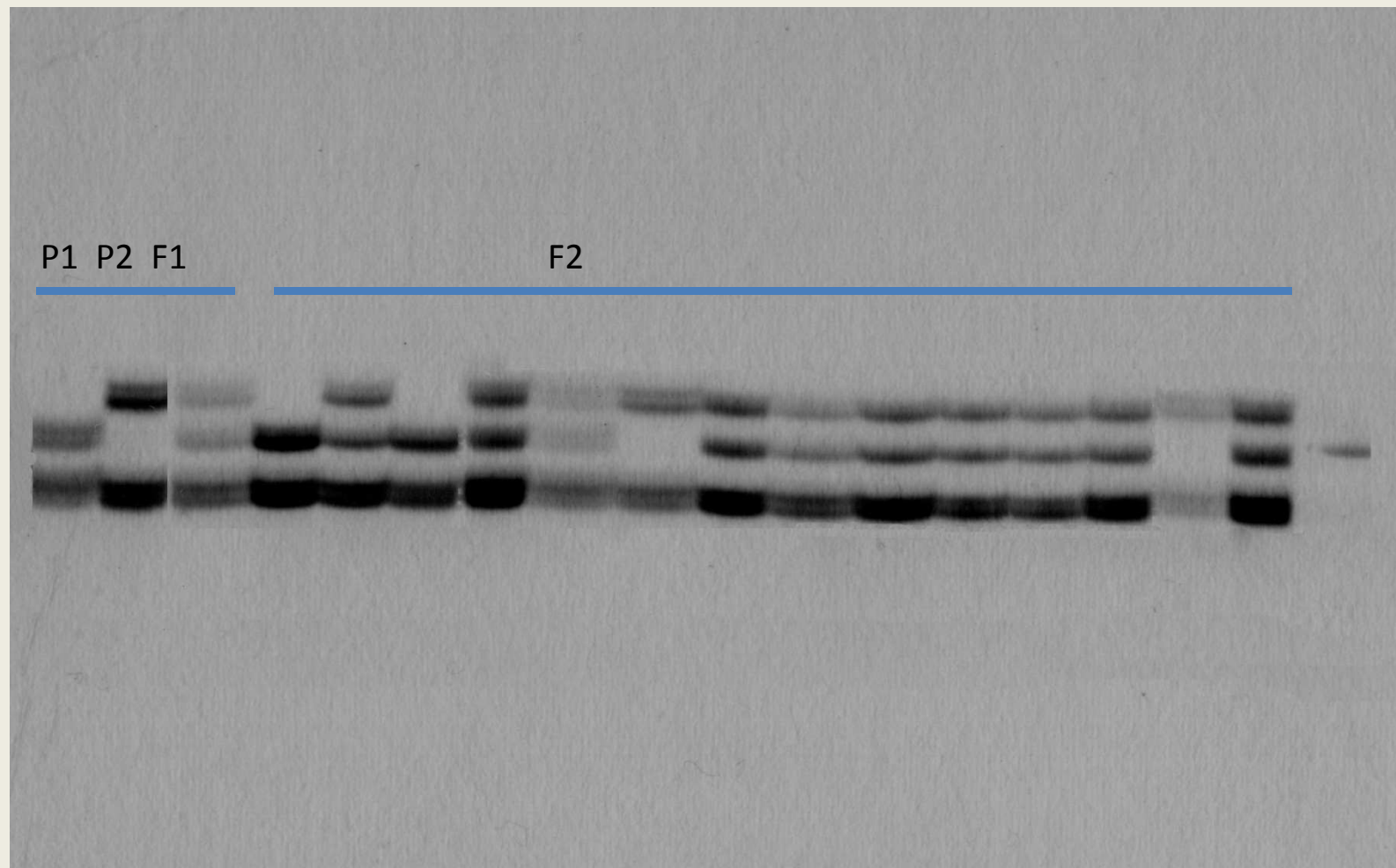
F2

GAMETAS	½ M1	½ M2	
½ M1	¼ M1M1	¼ M1M2	
½ M2	¼ M1M2	¼ M2M2	
GENÓTIPOS	¼ M1M1	2/4 M1M2	¼ M2M2
FENÓTIPO	¼ RAÇA 1	2/4 RAÇA 1 e 2	¼ RAÇA 2

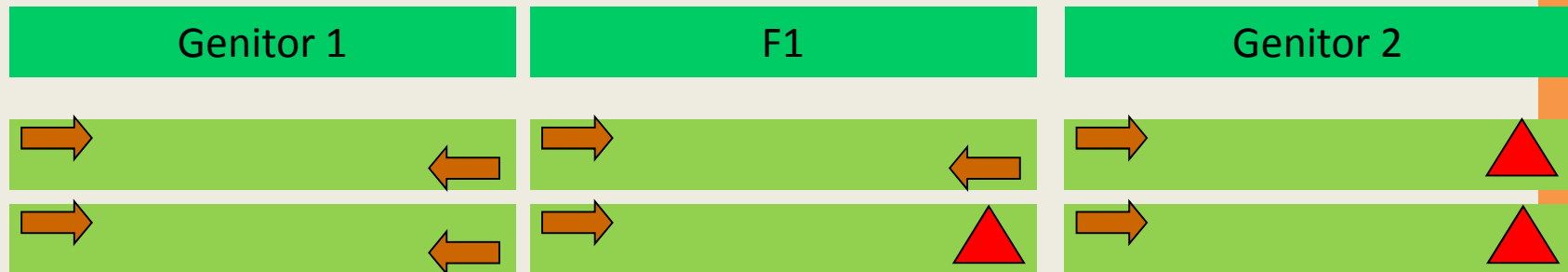
SSR (Simple Sequence Repeats) - Microssatélite



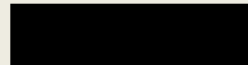
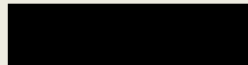
Exemplo de gel SSR para população F2 de mapeamento



RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)



Alelo A_



Alelo aa

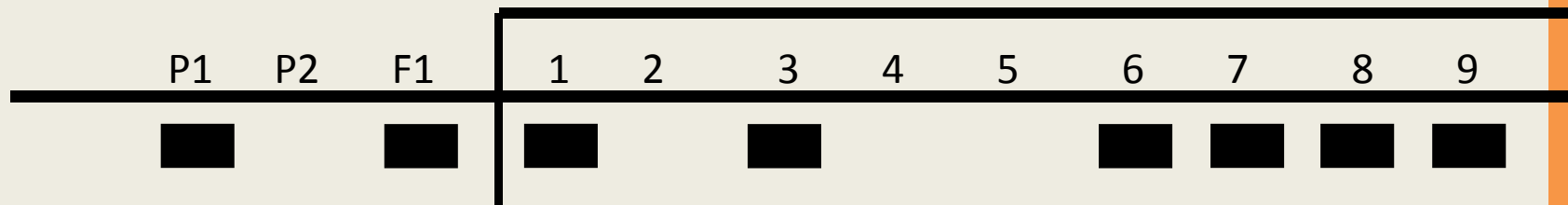


AA

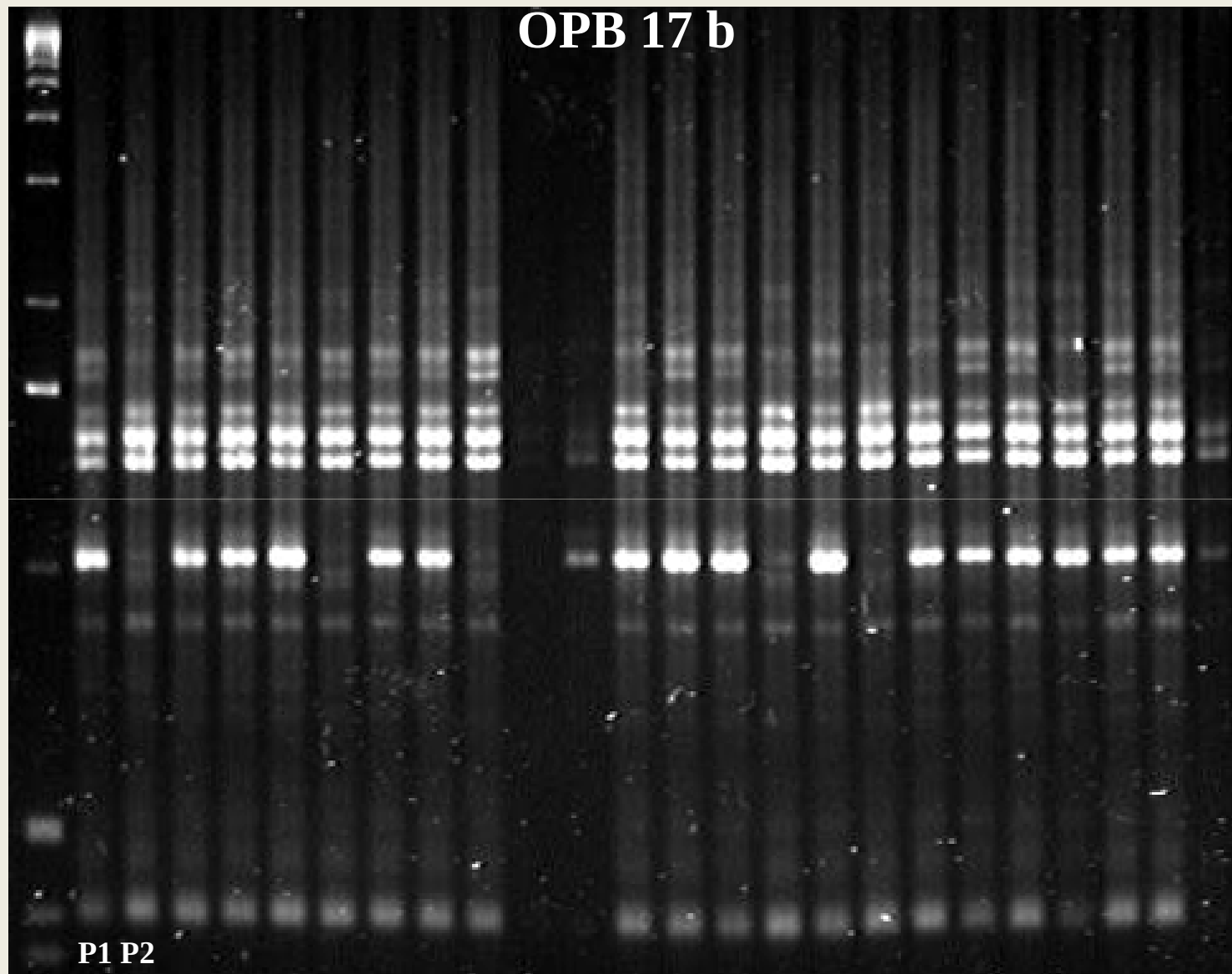
Aa

aa

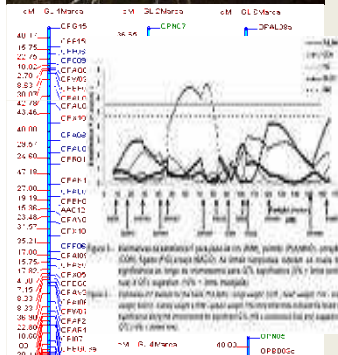
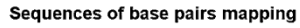
Indivíduos da população F2



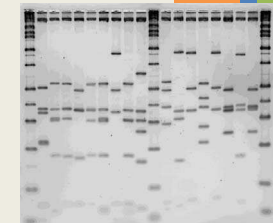
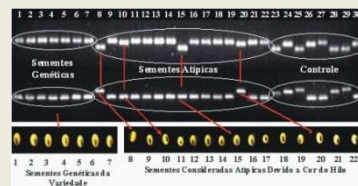
OPB 17 b



P1 P2

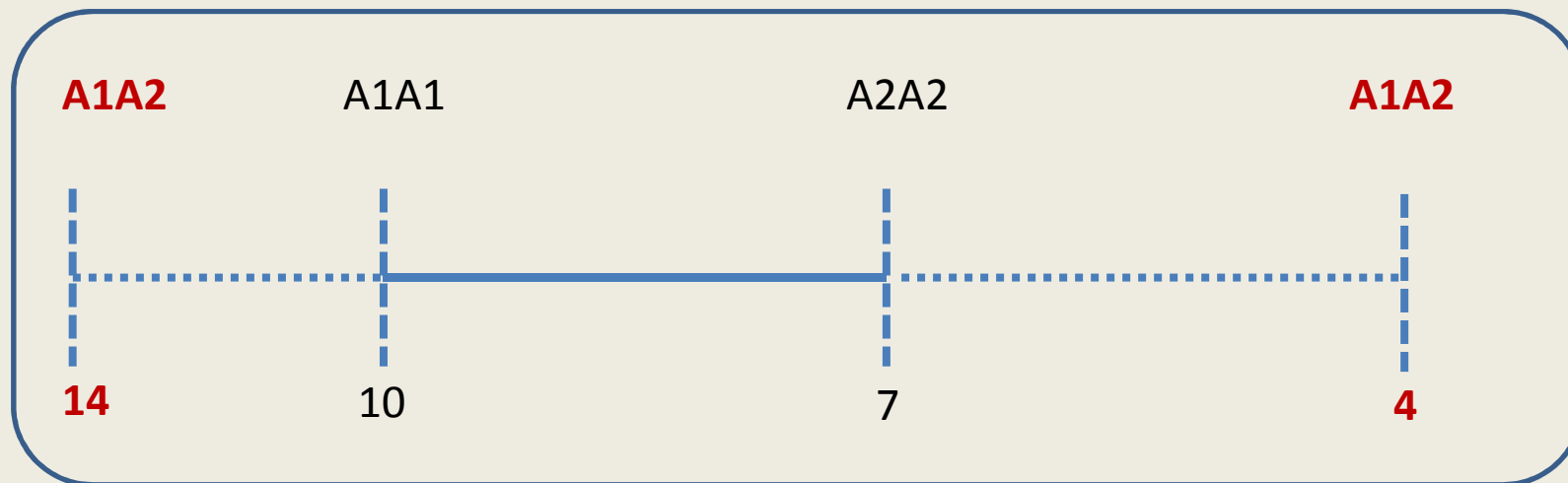


- Testes de paternidade;
- Genética forense;
- Geração de mapas de ligação;
- Mapeamento de QTLs;
- Integração de mapas genéticos já existentes;
- Estudo de estruturas populacionais;
- Distinção de acessos de germoplasmas;
- Proteção de variedades;
- Avaliação de pureza de sementes;
- Estudo de diversidade genética;
- Seleção assistida por marcadores;
- Fluxo gênico;
- Piramidação de genes;



Sobredominância

- Quando o heterozigoto apresenta um valor que não está compreendido entre os valores dos homozigotos;



Genes letais

- São situações em que não são produzidas certas proteínas, a partir de genes considerados essenciais, cuja falta determina a inviabilidade da célula (ou do ser vivo)
- Ex: proteínas importantes durante a divisão celular, etc.
- Genes que causam a morte do indivíduo;
- Geralmente provocado pelo alelo recessivo;

Exemplo: Cor da pelagem em camundongo



Amarelo

Aa



Normal

aa



1 Amarelo (Aa): 1 Normal (aa)



Amarelo

Aa

x



Amarelo

Aa

Gametas	$\frac{1}{2}$ 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
FENÓTIPO	$\frac{2}{4}$ Amarelo	$\frac{1}{4}$ Normal

Homozigotos em dose dupla morrem

Exercício Qui-quadrado

Considere a situação dos valores observados em uma geração F2 qualquer:

Fenótipo F2	Frequencia observada
Plantas com flores violetas	380
Plantas com flores brancas	180
Total	560

Realize o teste de qui-quadrado e conclua sobre a herança da cor das flores.

Valores do qui-quadrado tabelado - χ^2_t

Table 2-2 Critical Values of the χ^2 Distribution

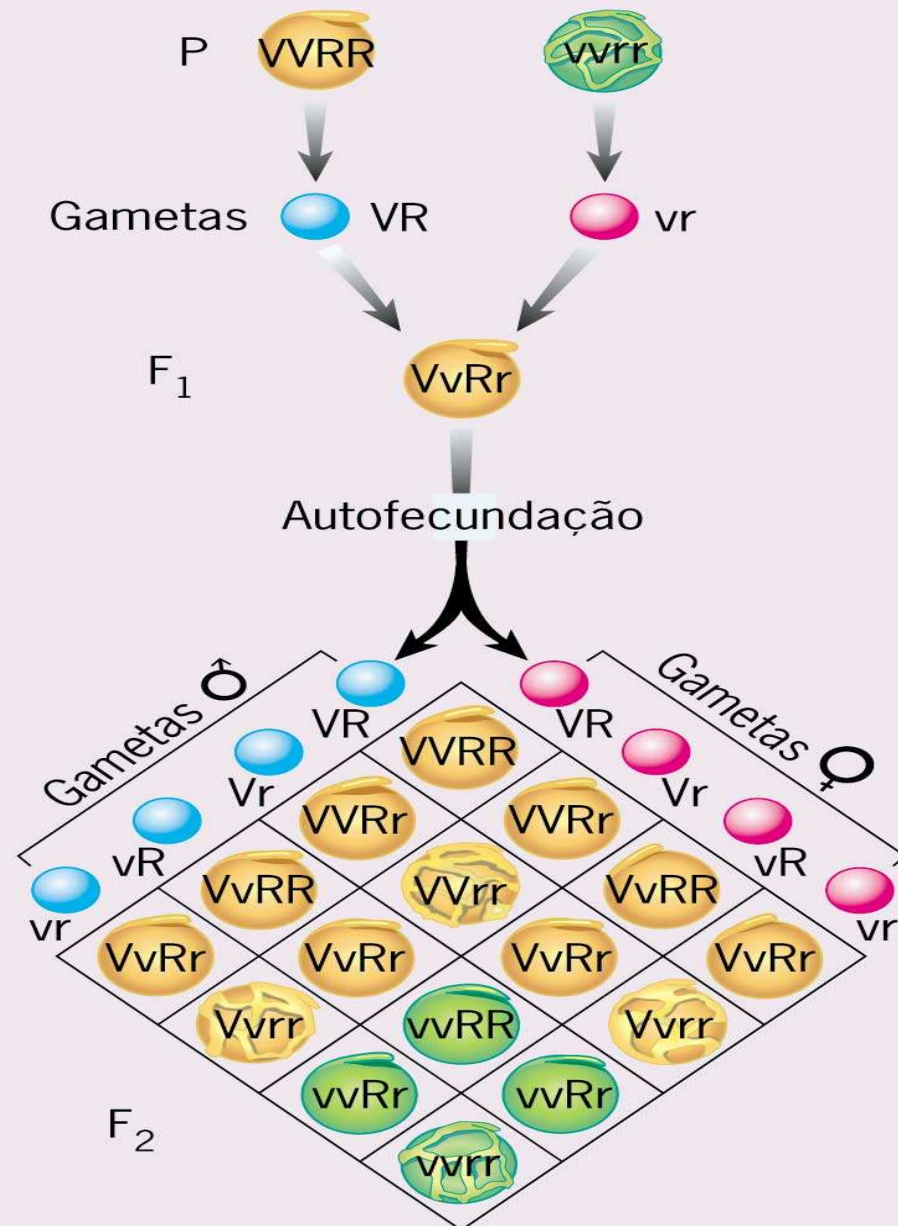
df	P									df
	0.995	0.975	0.9	0.5	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	
1	.000	.000	0.016	0.455	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879	1
2	0.010	0.051	0.211	1.386	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597	2
3	0.072	0.216	0.584	2.366	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838	3
4	0.207	0.484	1.064	3.357	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860	4
5	0.412	0.831	1.610	4.351	9.236	11.070	12.832	15.086	16.750	5
6	0.676	1.237	2.204	5.348	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548	6
7	0.989	1.690	2.833	6.346	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278	7
8	1.344	2.180	3.490	7.344	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955	8
9	1.735	2.700	4.168	8.343	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589	9
10	2.156	3.247	4.865	9.342	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188	10
11	2.603	3.816	5.578	10.341	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757	11
12	3.074	4.404	6.304	11.340	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300	12
13	3.565	5.009	7.042	12.340	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819	13
14	4.075	5.629	7.790	13.339	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319	14
15	4.601	6.262	8.547	14.339	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801	15

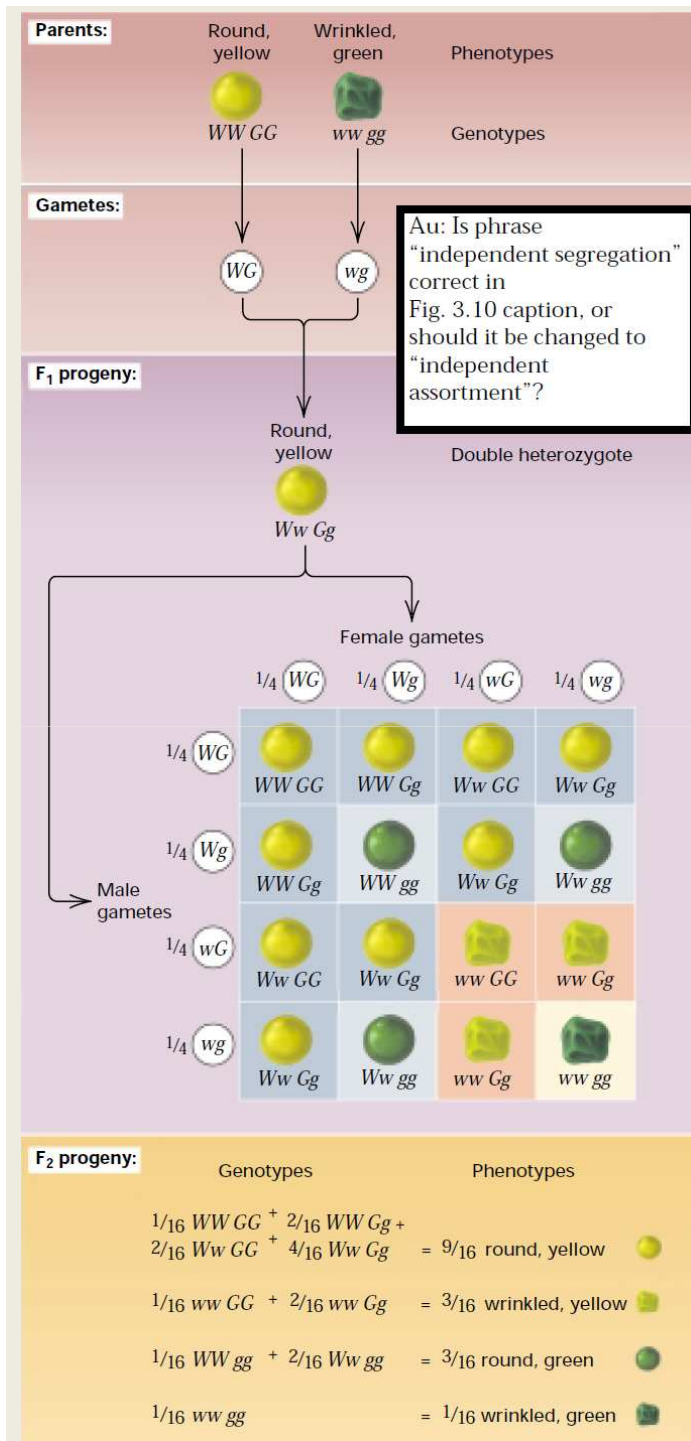
2a LEI DE MENDEL

Lei da segregação independente

Durante a formação dos gametas, a separação dos alelos de um par é independente da separação dos outros pares de genes.

Herança de dois caracteres de segregação independente





Au: Is phrase "independent segregation" correct in Fig. 3.10 caption, or should it be changed to "independent assortment"?

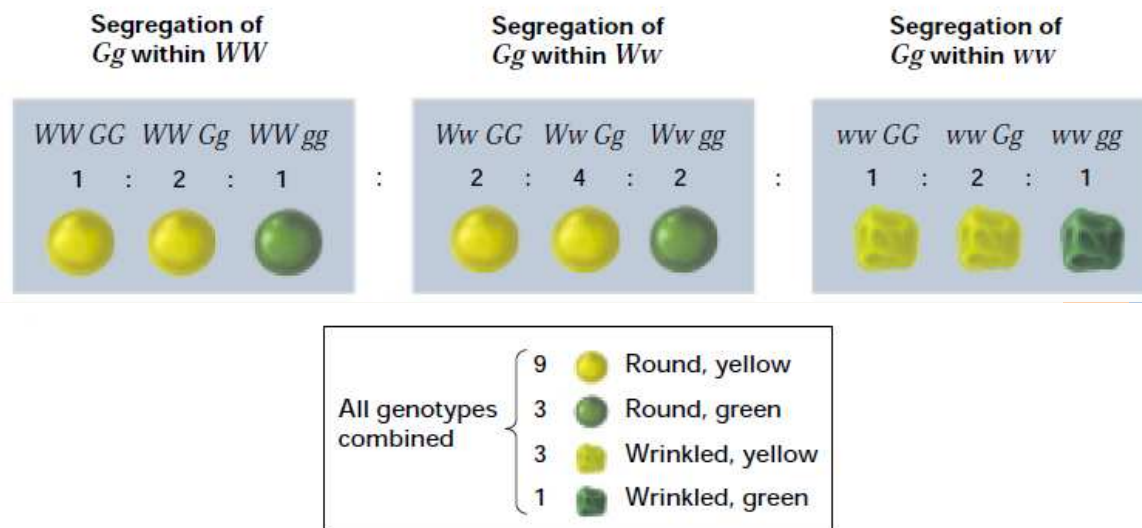
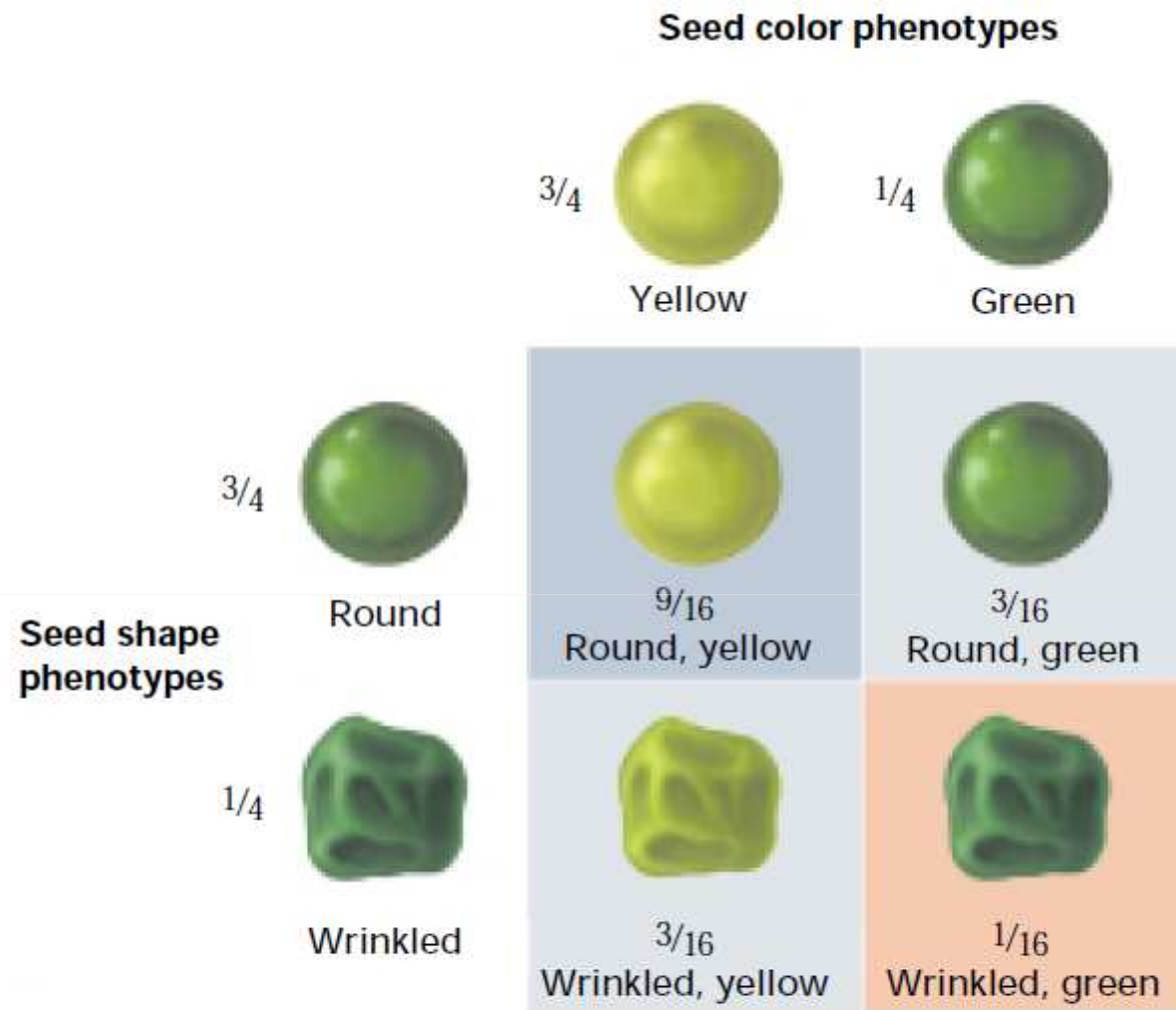


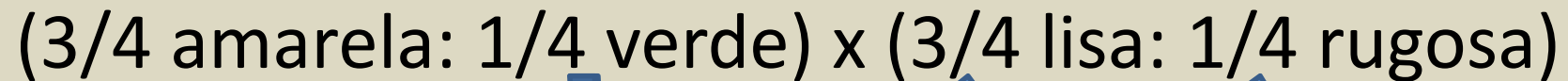
Figure 3.11 Genotypes and phenotypes of the F₂ progeny of the dihybrid cross for seed shape and seed color.

Relação Fenotípica



Ratio of phenotypes in the F_2 progeny of a dihybrid cross is 9 : 3 : 3 : 1.

A proporção de 9:3:3:1 é simplesmente a combinação aleatória de duas proporções independentes de 3:1, assim:



$(\frac{3}{4} \text{ amarela} : \frac{1}{4} \text{ verde}) \times (\frac{3}{4} \text{ lisa} : \frac{1}{4} \text{ rugosa})$

The diagram features a light beige rectangular box containing the text $(\frac{3}{4} \text{ amarela} : \frac{1}{4} \text{ verde}) \times (\frac{3}{4} \text{ lisa} : \frac{1}{4} \text{ rugosa})$. Four blue curved arrows originate from the terms in the ratios and point to the corresponding terms in the resulting 9:3:3:1 ratio listed below. Specifically, an arrow points from 'amarela' to '9/16', another from 'verde' to '3/16', a third from 'lisa' to '3/16', and a fourth from 'rugosa' to '3/16'.

$\frac{9}{16} \rightarrow$ amarela, lisa

$\frac{3}{16} \rightarrow$ amarela, rugosa

$\frac{3}{16} \rightarrow$ verde, lisa

$\frac{3}{16} \rightarrow$ verde, rugosa