

Segunda lei de Mendel

Resumo



A Segunda Lei de Mendel refere-se a segregação independente dos fatores. Em outras palavras, pode-se dizer que refere-se a separação de dois (ou mais) pares de genes alelos, estando estes localizados em pares distintos de cromossomos homólogos, durante a formação dos gametas.

Por exemplo, ao analisar simultaneamente a cor de uma semente de ervilha (verde ou amarela) e a textura de sua casca (rugosa ou lisa), Mendel determinou que um fator não dependia do outro em sua segregação para a formação de gametas, podendo haver ervilhas amarelas rugosas, amarelas lisas, verdes rugosas e verdes lisas.

Mendel realizou o cruzamento de uma planta cujas ervilhas eram duplo-homozigotas dominantes (VVRR, fenótipo amarela lisa) com ervilhas duplo-homozigotas recessivas (vvrr, fenótipo verde rugosa). Os únicos gametas possíveis eram VR e vr, logo, houve a formação de uma geração F1 inteiramente duplo-heterozigota (VvRr). O cruzamento desta geração F1 gerou a seguinte geração F2:

Proporção **Genotípica** de F2:

9 V_R_

3 V_rr

3 vvR_

1 vvrr

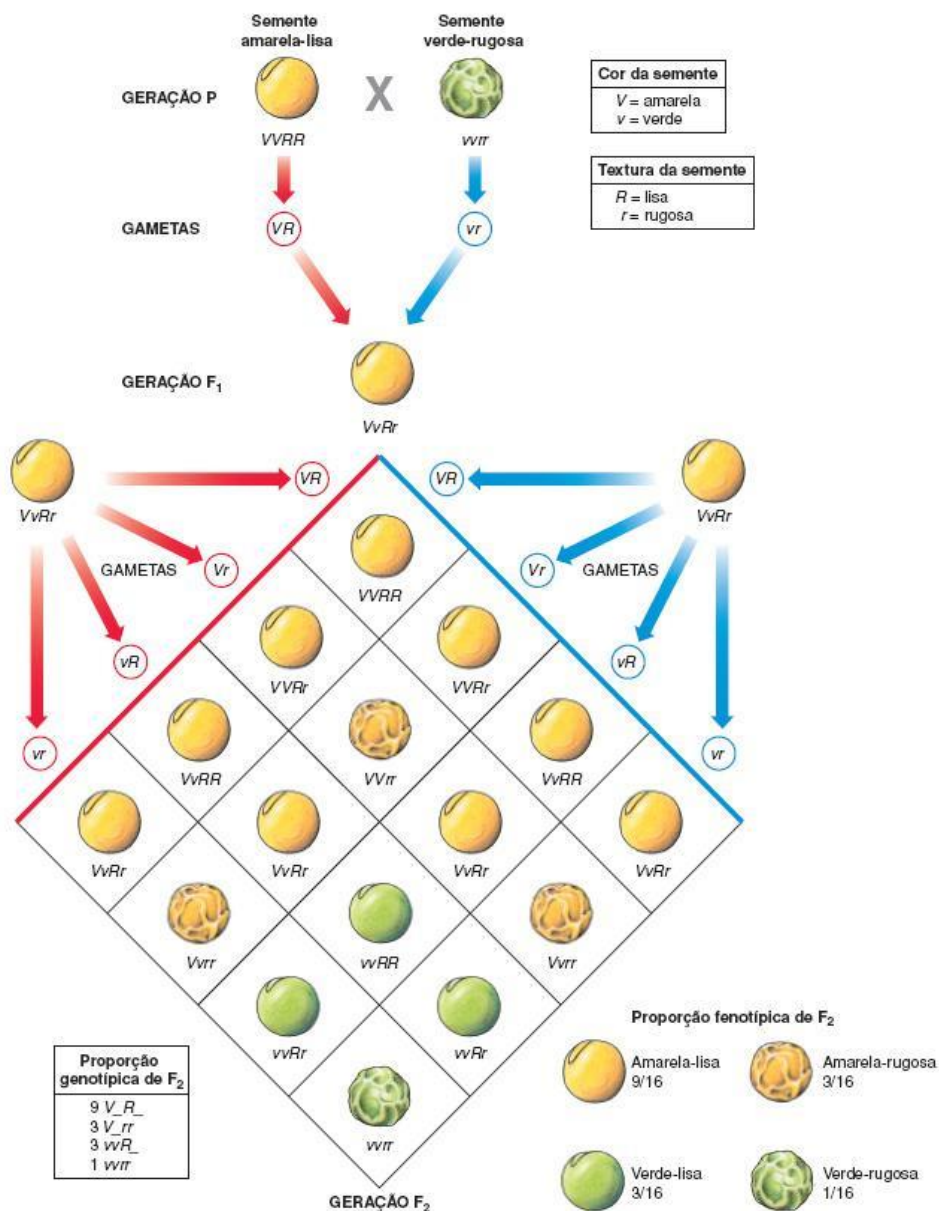
Proporção **Fenotípica** de F2:

9/16 Amarelas Lisas

3/16 Amarelas Rugosas

3/16 Verdes Lisas

1/16 Verdes Rugosas



É válido citar que, em casos de duplo-heterozigoto, ao analisar apenas dois pares, a proporção fenotípica observada será sempre 9:3:3:1.

Para determinar o número de gametas de determinado genótipo, basta observar o número de pares heterozigotos (n), e elevar 2 por esse número (2ⁿ).

- Ex.: Formação de gametas em AABbCCDd.

Há dois pares de alelos heterozigotos. Sem utilizar a fórmula, é possível deduzir que os gametas possíveis são: ABCD; AbCD; ABcD; AbCd. O par AA só pode mandar A, o par Bb pode mandar B ou b, o par CC só pode mandar C, o par Dd pode mandar D ou d. Sendo assim, há 4 possíveis combinações. O número de heterozigotos é 2, logo, n = 2. Na fórmula, 2² = 4, comprovando que os números batem.

A Segunda Lei de Mendel também pode ser calculada como dois casos isolados de Primeira Lei de Mendel, obedecendo a “**regra do E**”.

- Ex.: Cruzamento $VvRr \times VvRr$, destrinchado em $Vv \times Vv$ e $Rr \times Rr$
Há probabilidade de $\frac{3}{4}$ para a formação de sementes amarelas ($V_$), enquanto há probabilidade de $\frac{1}{4}$ para a formação de sementes lisas (rr). Caso a busca seja pela probabilidade de sementes amarelas **E** lisas, multiplica-se $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$, a proporção anteriormente vista.

	V	v
V	VV	Vv
v	Vv	vv

$\frac{3}{4}$ de probabilidade de ser amarela

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

$\frac{1}{4}$ de probabilidade de ser rugosa

Caso os genes estejam no mesmo cromossomo, ou seja, em Linkage, a segregação NÃO será independente, portanto, a Segunda Lei de Mendel não é absoluta.

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

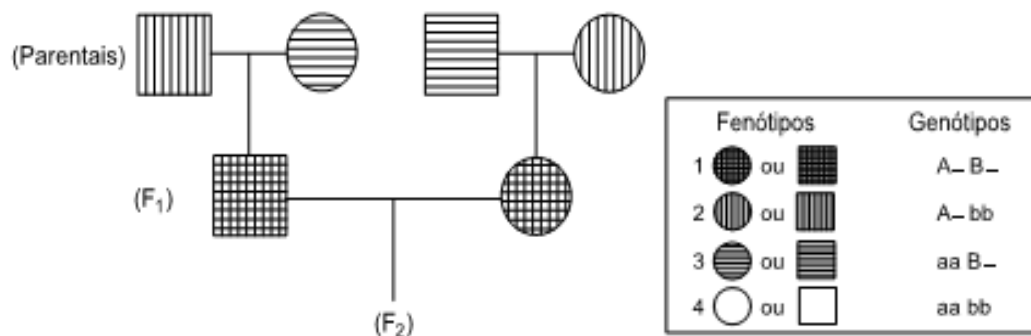
Exercícios

1. Na espécie humana existem várias características cuja herança provém de um par de alelos com relação de dominância completa. Na forma do lobo da orelha o alelo dominante é responsável pelo lobo solto e o alelo recessivo pelo lobo preso. A capacidade de enrolar a língua também é determinada por um par de alelos situados em outros cromossomos autossômicos, onde o alelo dominante determina essa capacidade. A probabilidade de nascer um descendente com o lobo da orelha preso e a capacidade de enrolar a língua de um casal onde ambos são heterozigotos para as duas características é:
 - a) 12/16
 - b) 9/16
 - c) 4/16
 - d) 3/16
 - e) 1/16

2. Suponha que, em uma planta, os genes que determinam bordas lisas das folhas e flores com pétalas lisas sejam dominantes em relação a seus alelos que condicionam, respectivamente, bordas serrilhadas e pétalas manchadas. Uma planta diíbrida foi cruzada com uma de folhas serrilhadas e de pétalas lisas, heterozigota para esta característica. Foram obtidas 320 sementes. Supondo que todas germinem, o número de plantas, com ambos os caracteres dominantes, será de
 - a) 120.
 - b) 160.
 - c) 320.
 - d) 80.
 - e) 200.

3. De acordo com a segunda lei de Mendel, o cruzamento $AaBbCc \times aabbcc$ terá chance de produzir descendentes com genótipo $AaBbCc$ igual a
 - a) $1/2$
 - b) $1/4$
 - c) $1/8$
 - d) $1/16$
 - e) $1/64$

4. Em determinada planta, flores vermelhas são condicionadas por um gene dominante e flores brancas por seu alelo recessivo; folhas longas são condicionadas por um gene dominante e folhas curtas por seu alelo recessivo. Esses dois pares de alelos localizam-se em cromossomos diferentes. Do cruzamento entre plantas heterozigóticas para os dois caracteres resultaram 320 descendentes. Desses, espera-se que o número de plantas com flores vermelhas e folhas curtas seja
- 20.
 - 60.
 - 160.
 - 180.
 - 320.
5. Analise o heredograma que ilustra a transmissão de duas características genéticas, cada uma condicionada por um par de alelos autossômicos com dominância simples.



Admitindo que todos os indivíduos da geração parental são duplo homozigotos, e que foram gerados em (F₂) cerca de cem descendentes, é correto afirmar que a proporção esperada para os fenótipos 1, 2, 3 e 4, respectivamente, é de

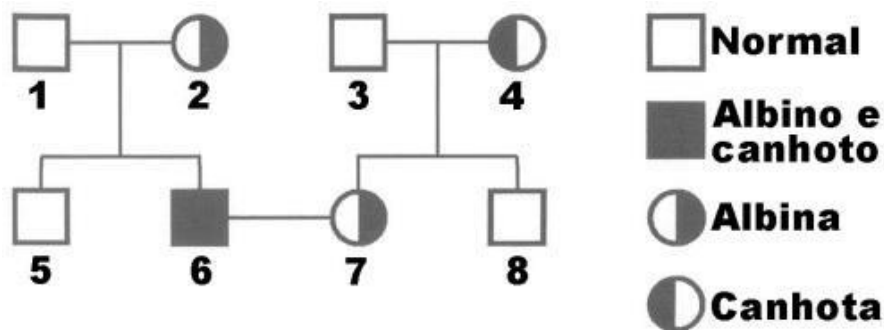
- 3:1:3:1.
- 9:3:3:1.
- 1:1:1:1.
- 3:3:1:1.
- 1:3:3:1.

6. No milho, grãos de coloração púrpura são dominantes em relação a amarelos, e grãos cheios são dominantes em relação a murchos. Do cruzamento entre duas plantas, foi obtida uma prole com as seguintes proporções: 25% de grãos púrpura e cheios; 25% de grãos amarelos e cheios; 25% de grãos púrpura e murchos; 25% de grãos amarelos e murchos. Sabendo que uma das plantas parentais era totalmente homozigota, assinale a alternativa correta.
- Os dois genes citados não estão segregando de forma independente.
 - A planta homozigota era dominante para as duas características.
 - Uma das plantas parentais era heterozigota para as duas características.
 - A prole seria mantida na proporção 1:1:1:1, se as duas plantas parentais fossem duplo heterozigotas.
 - Os resultados obtidos são fruto de recombinação genética.
7. Em tomates, a característica planta alta é dominante em relação à característica planta anã e a cor vermelha do fruto é dominante em relação à cor amarela. Um agricultor cruzou duas linhagens puras: planta alta/fruto vermelho x planta anã/fruto amarelo. Interessado em obter uma linhagem de plantas anãs com frutos vermelhos, deixou que os descendentes dessas plantas cruzassem entre si, obtendo 320 novas plantas. O número esperado de plantas com o fenótipo desejado pelo agricultor e as plantas que ele deve utilizar nos próximos cruzamentos, para que os descendentes apresentem sempre as características desejadas (plantas anãs com frutos vermelhos), estão corretamente indicados em:
- 16; plantas homozigóticas em relação às duas características.
 - 48; plantas homozigóticas em relação às duas características.
 - 48; plantas heterozigóticas em relação às duas características.
 - 60; plantas heterozigóticas em relação às duas características.
 - 60; plantas homozigóticas em relação às duas características.
8. Na espécie humana, a habilidade para o uso da mão direita é condicionada pelo gene dominante **E**, sendo a habilidade para o uso da mão esquerda devida a seu alelo recessivo **e**. A sensibilidade à feniltiocarbamida (PTC) é condicionada pelo gene dominante **I**, e a insensibilidade a essa substância é devida a seu alelo recessivo **i**. Esses dois pares de alelos apresentam segregação independente. Um homem canhoto e sensível ao PTC, cujo pai era insensível, casa-se com uma mulher destra, sensível, cuja mãe era canhota e insensível. A probabilidade de esse casal vir a ter uma criança canhota e sensível ao PTC é de
- 3/4.
 - 3/8.
 - 1/4.
 - 3/16.
 - 1/8.

9. A fibrose cística e a miopia são causadas por genes autossômicos recessivos. Uma mulher míope e normal para fibrose cística casa-se com um homem normal para ambas as características, filho de pai míope. A primeira criança nascida foi uma menina de visão normal, mas com fibrose. A probabilidade de o casal ter outra menina normal para ambas as características é de:

- a) $3/8$.
- b) $1/4$.
- c) $3/16$.
- d) $3/4$.
- e) $1/8$.

10. Assinale a alternativa correta a respeito do heredograma abaixo.



- a) O indivíduo 1 pode ser homozigoto para o albinismo.
- b) O casal 1 x 2 tem 50% de probabilidade de ter uma criança destra e normal para o albinismo.
- c) Um dos pais do indivíduo 4 é obrigatoriamente canhoto.
- d) Todos os filhos do casal 6 x 7 serão albinos.
- e) Os indivíduos 1 e 8 têm obrigatoriamente o mesmo genótipo.

Gabarito

1. D

A - gene dominante para lobo solto

a - gene recessivo para lobo preso

B- gene dominante para capacidade de enrolar a língua

b- gene recessivo para a ausência de capacidade de enrolar a língua

Se o casal é heterozigoto, o genótipo é AaBb.

A probabilidade de nascer com o lobo da orelha preso é de $\frac{1}{4}$ (aa) e a de nascer com a capacidade de enrolar a língua é de $\frac{3}{4}$ (BB ou Bb).

A probabilidade de nascer um descendente com orelha de lobo preso E com capacidade de enrolar a língua, devemos multiplicar as probabilidades.

E = multiplica

Ou = soma

$$\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}.$$

2. A

Borda lisa das folhas – AA/Aa

Flores com pétalas lisas BB/Bb

Bordas serrilhadas - aa

Pétalas manchadas - bb

AaBb x aaBb

Fazendo o cruzamento da característica bordas das folhas ("A"):

Aa x aa

Aa; Aa; aa; aa

$P(A) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{2}$ a probabilidade de se obter caractere dominante nas bordas das folhas.

Fazendo o cruzamento da característica pétalas das flores ("B"):

Bb x Bb

BB; Bb; Bb; bb

$P(B) = \frac{3}{4}$ a probabilidade de se obter caractere dominante nas pétalas das flores.

Como queremos os caracteres dominantes, multiplicamos a probabilidade encontrada:

$$P(A) \times P(B) = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{3}{8} \times 320 \text{ (sementes)} = 120.$$

3. C

Como aabbcc só produz gametas abc, e AaBbCc produz gametas ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC e abc. Podemos utilizar a fórmula 2^n , onde existem 3 heterozigotos, então teremos $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$. Como um dos indivíduos sempre mandará o gameta abc, a chance do outro gameta ser ABC e fecundar abc é $1/8$.

4. B

Vermelhas "dominantes": V_ e Brancas "recessivas": vv
Longas: C_ e Curtas: cc

Cruzamento heterozigótico: VvCc X VvCc

Deste cruzamento, a proporção é 9:3:3:1

9 - Vermelha Longa (V_C_)

3 - Vermelha Curta (V_cc)

3 - Branca Longa (vvC_)

1 - Branca Curta (vvcc)

Flores vermelhas e curtas: $3/16$. Multiplicado pelo número de descendentes, 320.

$$3/16 \times 320 = 60$$

5. B

Como um dos pais de F1 possui um genótipo homozigoto recessivo para uma das características, os descendentes em F1 serão duplo heterozigotos (AaBb). A partir desse cruzamento, com segregação independente, a proporção clássica será: 9:3:3:1

6. C

Alelos: a (amarelo) e A (púrpura) m (murcho) e M (cheio)

Pais: AaMm aamm

Descendentes: 25% AaMm (grãos púrpuras e cheios) 25% Aamm (grãos púrpuras e murchos) 25% aaMm (grãos amarelos e cheios) 25% aamm (grãos amarelos e murchos). Assim, uma das plantas parentais é heterozigota.

7. E

A – alta

A – anã

B – vermelho

B – amarelo

AABB x aabb gera 100% AaBb. Do cruzamento de duplos heterozigotos, $3/16$ serão plantas anãs com fruto vermelho. Do total de 320, a probabilidade é que 60 apresentem essas características. Para a manutenção, deve-se cruzar plantas homozigóticas aaBB

8. B

Sensibilidade ao PTC - dominante I

Insensibilidade - recessivo i

Mão direita - dominante E

Mão esquerda - recessivo e

Homem - destro e sensível – E_ I_

Mãe - canhota e insensível - ee ii

Como a mãe é recessiva para as duas características, o homem é obrigatoriamente heterozigoto.

Homem: Ee li

Mulher - canhota e sensível: ee I₋

Como o pai era insensível ela será heterozigota para essa característica

mulher: ee li

Ee X ee

Ee, Ee, ee, ee

50% de ser canhoto e 50% destro

li x li

II, li, li, ii

25% de ser insensível

75% de ser sensível

Para a criança ser destra: 1/2

Para ser sensível: 3/4

Como são duas características (destra **E** sensível), faz-se a multiplicação

$1/2 \times 3/4 = 3/8$

Resposta: 3/8

9. C

A mulher é míope e normal para fibrose cística. No entanto, sua filha apresentou fibrose cística. Portanto seu genótipo é mmAa. O marido é normal para ambas as características, sendo filho de pai míope e tendo uma filha com fibrose. Isso faz com que seu genótipo seja MmAa.

A probabilidade de esse casal ter uma menina normal para as duas características é dada pelo produto das três probabilidades:

$1/2 \times 1/4 \times 3/4 = 3/16$.

10. D

Pais normais com filhos albinos apontam para que o albinismo seja uma característica autossômica recessiva. O casal 6 e 7, sendo albino, apresenta genótipo aa para essa característica, originando 100% dos descendentes também albinos.