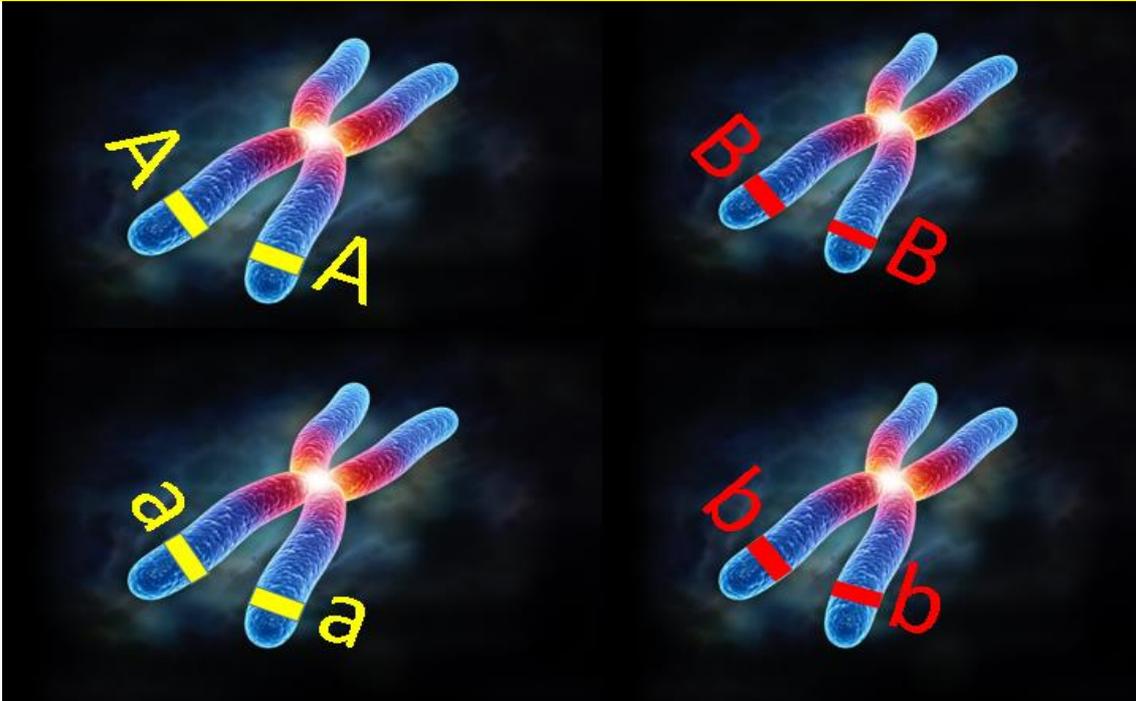
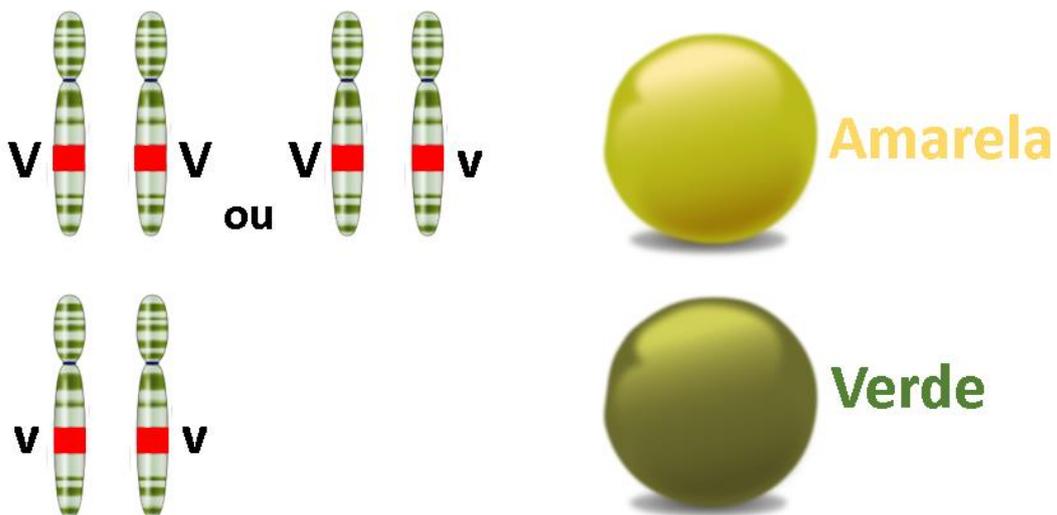


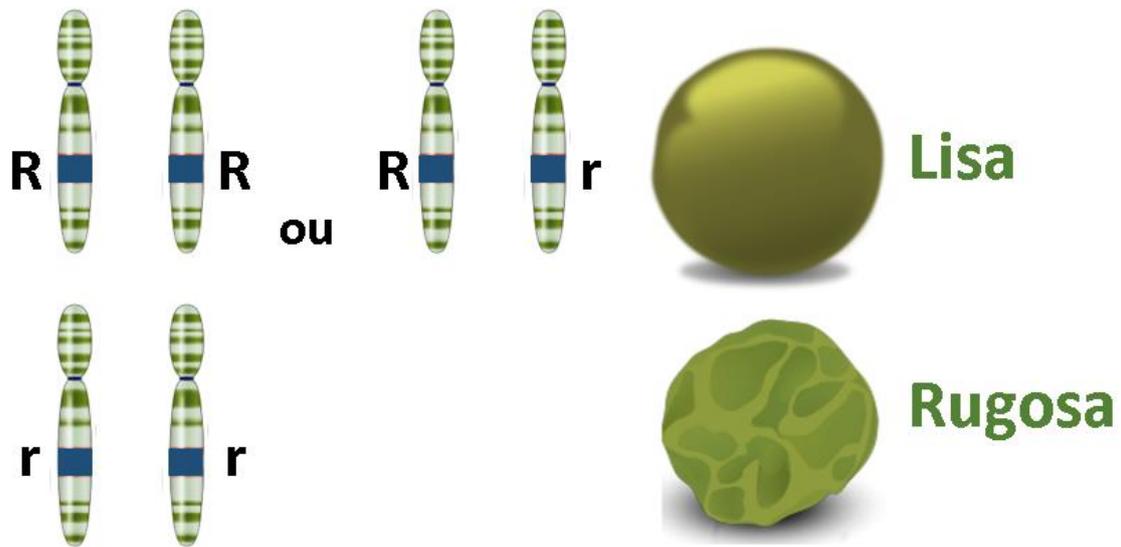
## Aula 12: Segunda Lei de Mendel



A **Segregação independente** de dois ou mais pares de genes. Além de estudar isoladamente diversas características fenotípicas da ervilha, Mendel **estudou também a transmissão combinada de duas ou mais características**. Em um de seus experimentos, por exemplo, foram **considerados simultaneamente a cor da semente**, que pode ser amarela ou verde, e **a textura da casca da semente**, que pode ser lisa ou rugosa.

Mendel concluiu que a segregação independente dos fatores para duas ou mais características era um princípio geral, constituindo uma segunda lei da herança. Assim, ele denominou esse princípio segunda lei da herança ou lei da segregação independente, posteriormente chamada segunda lei de Mendel: **Os fatores para duas ou mais características segregam-se no híbrido, distribuindo-se independentemente para os gametas, onde se combinam ao acaso.**

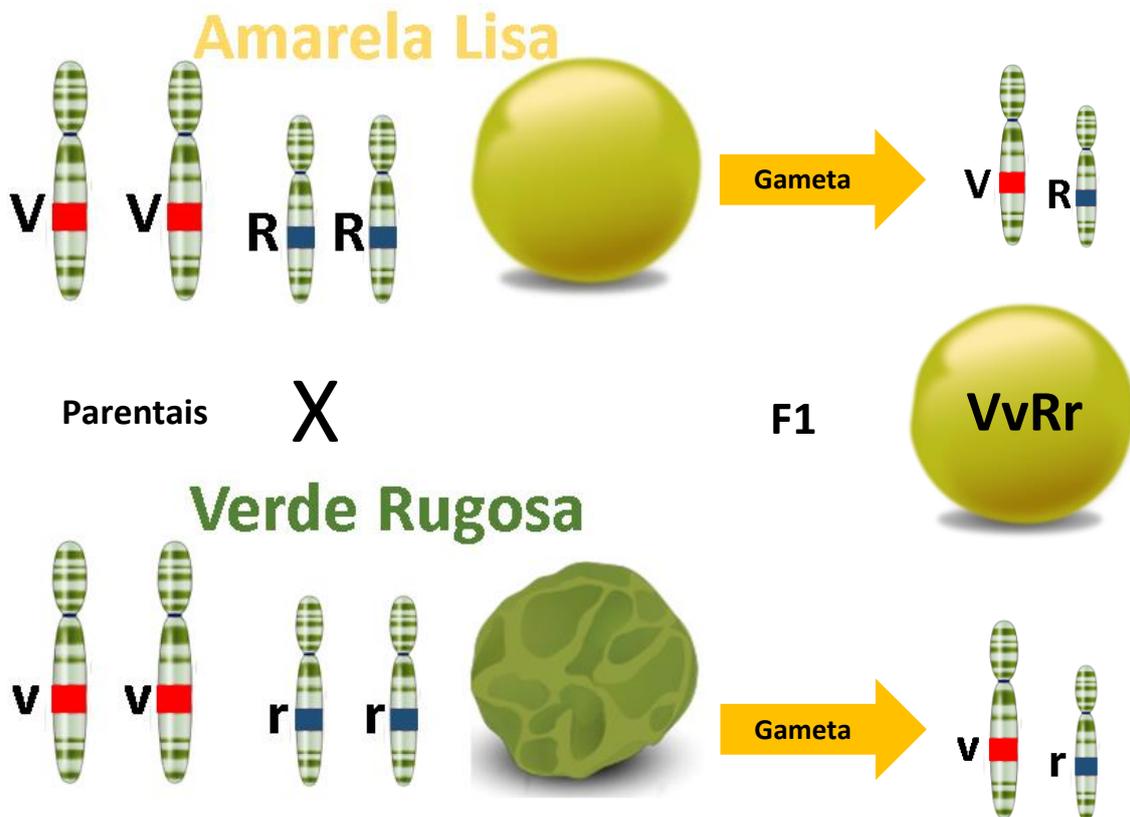


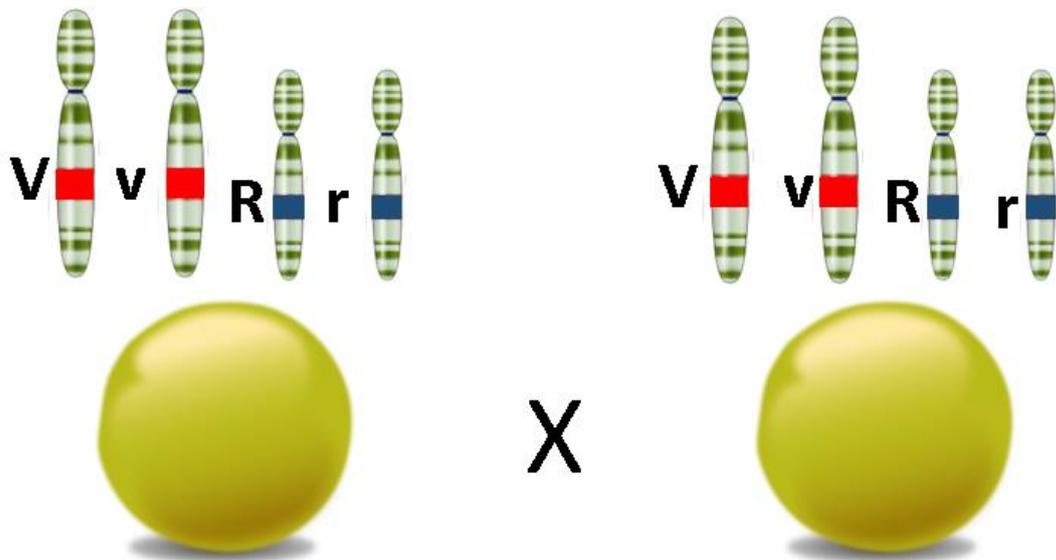


Em um de seus experimentos, por exemplo, foram considerados simultaneamente a cor da semente, que pode ser amarela ou verde, e a textura da casca da semente, que pode ser lisa ou rugosa.

### Experimento de Segunda Lei

Plantas originadas de sementes **amarelas e lisas**, ambos traços **dominantes**, foram cruzadas com plantas originadas de sementes **verdes e rugosas**, traços recessivos. Todas as sementes produzidas na geração  $F_1$  eram amarelas e lisas.





	 <b>V R</b>	 <b>V r</b>	 <b>v R</b>	 <b>v r</b>
 <b>V R</b>				

A geração  $F_2$ , obtida pela autofecundação das plantas originadas das sementes de  $F_1$ , era composta por quatro tipos de sementes:

Em proporções essas frações representam

**9 amarelo-lisas: 3 amarelo-rugosas: 3 verde-lisas: 1 verde-rugosa.**

Com base nesse e em outros experimentos, Mendel aventou a hipótese de que, na formação dos gametas, os alelos para a cor da semente (**Vv**) segregam-se independentemente dos alelos que condicionam a forma da semente (**Rr**). De acordo com isso, um gameta portador do alelo **V** pode conter tanto o alelo **R** como o alelo **r**, com igual chance, e o mesmo ocorre com os gametas portadores do alelo **v**.

Uma planta duplo-heterozigota **VvRr** formaria, de acordo com a hipótese da segregação independente, quatro tipos de gameta em igual proporção: **1 VR: 1 Vr: 1 vR: 1 vr**.



Frequência Fenotípica

**9                      3                      3                      1**

Padrão Genotípico

**A\_B\_                      A\_bb                      aaB\_                      aabb**

**Determinação do número de gametas**

Para determinar o número de tipos de gametas formados por um indivíduo, segundo a segregação independente, basta aplicar a expressão  $2^n$ , em que **n** representa o número de pares de alelos no genótipo que se encontram na condição heterozigota.

Genótipo	Valor de n	$2^n$	Número de gametas
AA	0	$2^0$	1
Aa	1	$2^1$	2
AaBB	1	$2^1$	2
AaBb	2	$2^2$	4
AABbCCDd	2	$2^2$	4
AABbCcDd	3	$2^3$	8
AaBbCcDd	4	$2^4$	16
AaBbCcDdEe	5	$2^5$	32

### Poliibridismo

A Lei da segregação independente, também conhecida como Segunda Lei de Mendel é aplicada à transmissão características, assumindo o seguinte enunciado: *“Os genes que determinam caracteres diferentes distribuem-se independentemente nos gametas, onde se combinam ao acaso.”* Quando o cruzamento envolve dois caracteres, chamamos de di-hibridismo, e quando envolve três ou mais caracteres, recebe o nome de **Poliibridismo**.

### Determinação do nº de genótipos

Para determinar o número de genótipos num dado cruzamento, decompõe-se o poliíbrido, analisando cada característica separadamente. Quando o número de genótipos para cada caractere for determinado, multiplica-se os números obtidos. Veja o exemplo:

$$\mathbf{BbccDdEeff \times BbCcddEeFF}$$

Nesse cruzamento temos 5 características genotípicas diferentes: B, C, D, E e F (as letras maiúsculas representam os genes dominantes, enquanto as minúsculas representam os genes recessivos). Para calcular o número de genótipos diferentes que serão produzidos na geração resultante desse cruzamento faremos:

1º. **Decomposição do cruzamento** e análise do número de genótipos para cada um dos casos:

$$\mathbf{Bb} \times \mathbf{Bb} = 3: \mathbf{AA, Aa, aa}$$

$$\mathbf{cc} \times \mathbf{Cc} = 2: \mathbf{Cc, cc}$$

$$\mathbf{Dd} \times \mathbf{dd} = 2: \mathbf{Dd, dd}$$

$$\mathbf{Ee} \times \mathbf{Ee} = 3: \mathbf{EE, Ee, ee}$$

$$\mathbf{ff} \times \mathbf{FF} = 1: \mathbf{Ff}$$

2º. **Multiplicação do número de genótipos** obtidos, resultando num total de genótipos diferentes na geração resultante do cruzamento realizado:

$$3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 = 36 \text{ genótipos}$$

Para determinar o número de fenótipos, é feito o mesmo cálculo de genótipos, ou seja, as características são separadas, analisadas e o número de fenótipos será multiplicado ao fim. No mesmo exemplo: (Bb x Bb) = 2 fenótipos; (cc x Cc) = 2 fenótipos; (Dd x dd) = 2 fenótipos; (Ee x Ee) = 2 fenótipos; (ff x FF) = 1 fenótipo.

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1 = 16 \text{ fenótipos}$$

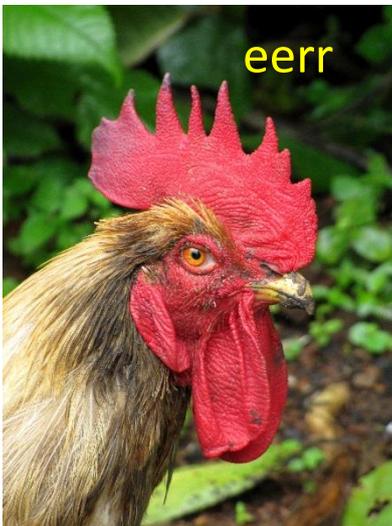
## Interação Gênica

Existem casos em que **dois ou mais genes, localizados ou não no mesmo cromossomo, interagem para produzir um determinado caráter**. Quando isso acontece, a análise das proporções fenotípicas entre os descendentes pode nos informar quantos genes estão envolvidos na formação da característica e qual o tipo de interação existente entre eles.

## Determinação da forma da crista das galinhas

Em 1905, o geneticista inglês **William Bateson** e seus colaboradores concluíram, depois de uma série de cruzamentos experimentais, que **o caráter forma da crista em galinhas é condicionado pela interação de dois pares de alelos que se segregam independentemente**. As combinações entre os diferentes alelos podem produzir quatro tipos de crista: **rosa, ervilha, noz e simples**.

Crista simples



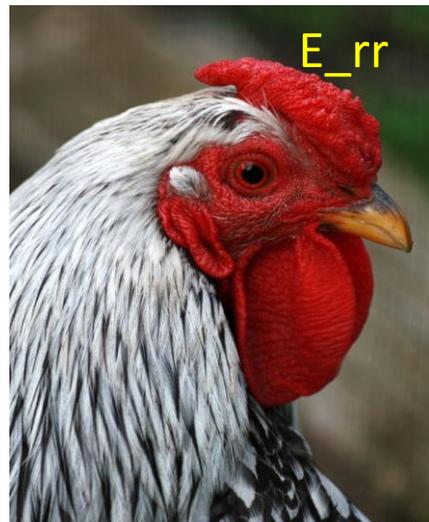
Crista rosa



Crista noz



Crista ervilha



**Cruzamento rosa X ervilha**



Quando linhagens puras de aves de crista rosa (eeRR) são cruzadas com linhagens puras de crista ervilha (Eerr), todos os descendentes apresentam um único tipo de crista, denominado “noz”, diferente das que têm seus genitores. No experimento realizado por Bateson, quando as aves de crista noz (EeRr) de F<sub>1</sub> foram cruzadas entre si, a geração F<sub>2</sub> apresentou 99 aves de crista noz, 26 de crista rosa, 38 de crista ervilha e 16 de crista simples, uma proporção bem próxima de **9:3:3:1**. Essa é a proporção esperada no cruzamento de duplo-heterozigoto quanto a dois pares de alelos com segregação independente.

### Cruzamento teste noz X simples

Quando a equipe de Bateson cruzou, a título de teste, algumas aves de crista noz (EeRr) da geração F<sub>1</sub> com aves de crista simples, de genótipo supostamente duplo-recessivo **rree**, foram obtidos, 139 descendentes de crista noz (E\_R\_), 142 de crista rosa (eeR\_), 112 de crista ervilha (E\_rr) e 141 com crista simples (eerr), uma proporção muito próxima de **1:1:1:1**. Estes resultados confirmam que os indivíduos de F<sub>1</sub> são duplo-heterozigotos e produzem quatro tipos de gametas em iguais proporções, como é esperado pela lei de segregação independente.

Bateson e seus colaboradores concluíram, então, que o tipo de crista em galinhas é condicionado por dois genes de alelos, **R/r** e **E/e**, que interagem e se segregam independentemente. A interação entre os alelos **R** e **E** resulta em uma crista noz; entre o alelo recessivo **r** e o dominante **E** resulta em uma crista ervilha, e entre os alelos recessivos **r** e **e** resulta em crista simples.

#### Epistasia

Existem **casos em que os alelos de um gene inibem a ação dos alelos de um outro par**, que pode ou não estar no mesmo cromossomo. Esse fenômeno é chamado **epistasia** (do grego *epi*, sobre, e *stasis*, parada, inibição). O gene que exerce a ação inibitória é chamado **epistático**, e o que sofre a inibição é chamado **hipostático**.

Se o gene epistático atuar em dose simples, isto é, se a presença de um único alelo epistático for suficiente para causar a inibição do hipostático, fala-se em **epistasia dominante**. Por outro lado, se o alelo que determina a epistasia atua somente em dose dupla, fala-se em **epistasia recessiva**.

#### Epistasia Dominante

É chamada de **Epistasia Dominante**. Como você pode imaginar, este tipo de epistasia acontece quando o loco epistático exerce influência sobre o outro ao **apresentar pelo menos um alelo dominante**.

A cor da plumagem em galinhas é determinada por dois loci. Um deles determina a cor propriamente dita e o outro controla a ação deste primeiro.

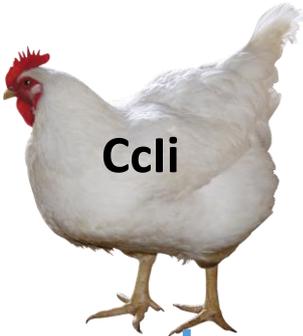
O alelo **C** condiciona plumagem colorida e **c** plumagem branca. Estes alelos interagem com os alelos **I** e **i**, de forma que, se um indivíduo tem um alelo **I** no genótipo, sua plumagem será branca.

Assim, apenas as aves de genótipo **C\_ii** são coloridas. As aves ccii são brancas por não apresentarem o alelo de pigmentação (**C**) e as aves **C\_I\_** são brancas porque o alelo **I** impede a pigmentação. Basta que a galinha tenha o alelo **I** em seu genótipo (**\_ I \_**) para que não seja produzido pigmento. Portanto, o gene epistático **I** atua em dose simples, comportando-se como se fosse dominante. Daí esse tipo de interação gênica ser conhecida como epistasia dominante.

**C\_ii** = coloridas (presença de C e ausência de I)

**\_ I \_** = Brancas (presença do gene Epistático I)

**ccii** = Brancas (ausência de C)

	 <b>Ccli</b>	<b>X</b>	 <b>Ccli</b>	
	<b>Cl</b>	<b>Ci</b>	<b>cl</b>	<b>ci</b>
<b>Cl</b>				
<b>Ci</b>				
<b>cl</b>				
<b>ci</b>				

## Frequência Fenotípica 13:3

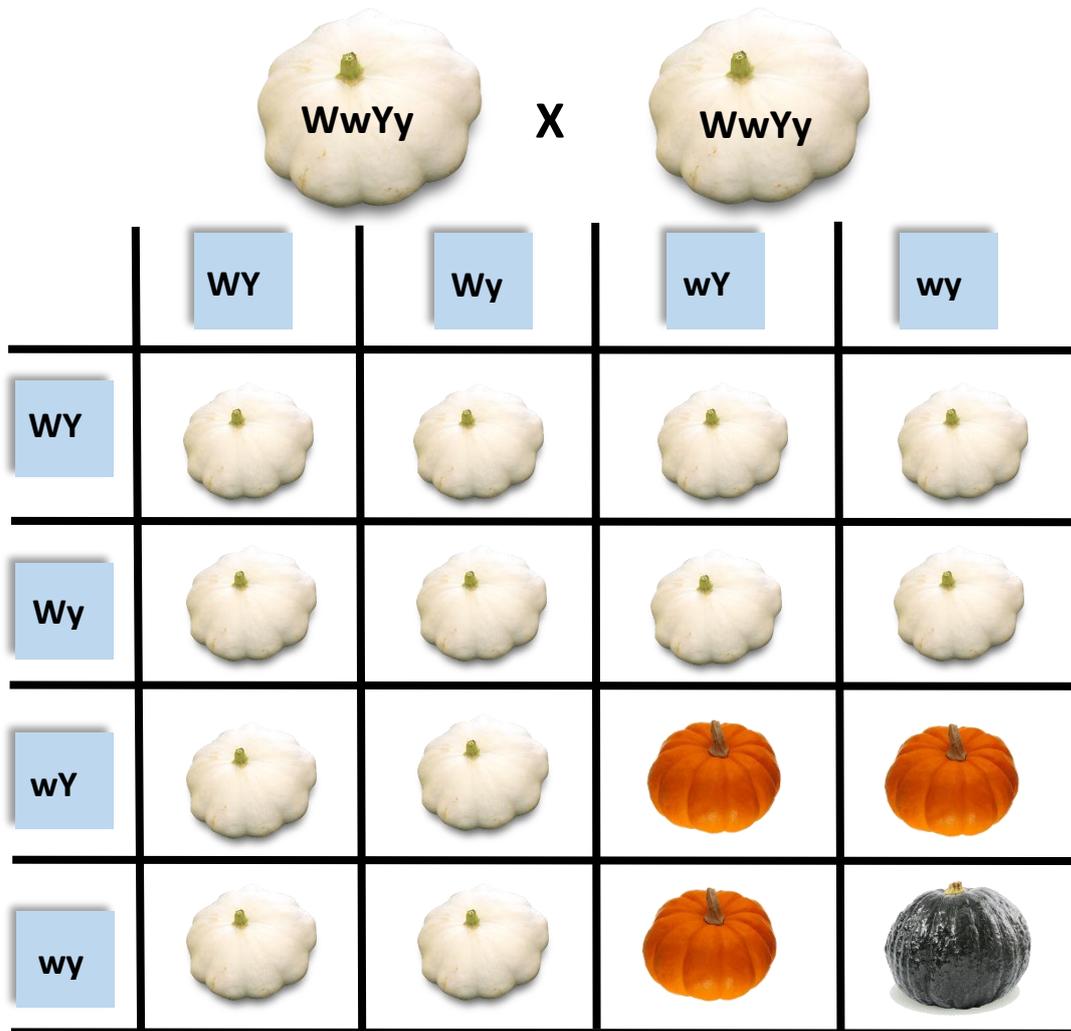
Ex: Coloração das abóboras.

Em abóboras o alelo **Y** determina a síntese de pigmento amarelo e é dominante sobre o alelo **y** que determina síntese de pigmento verde. O alelo **W** é dominante sobre o alelo **w** e inibe a ação dos alelos **Y** e **y**. Uma vez presente o alelo **W** a abóbora será branca. Para ser amarela, a abóbora tem que ser **wwY\_** e para ser verde **wwyy**.

**W\_ \_ \_** : Branca (Presença do gene Epistático **W**)

**ww Y \_** : Amarela (Ausência do gene Epistático **W** e presença do alelo **Y**).

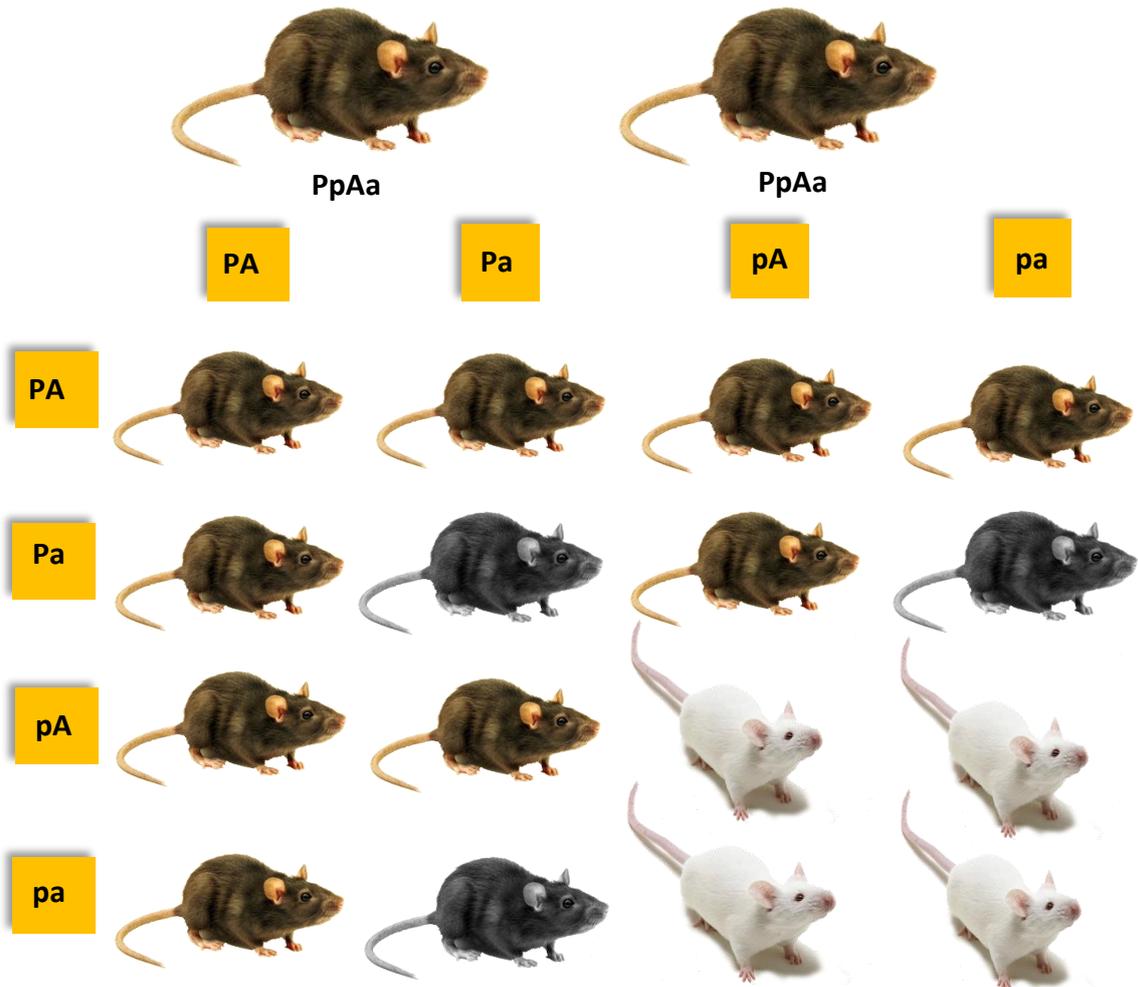
**wwyy** : Verde (Ausência do gene Epistático **W** e presença de **yy**).



## Frequência Fenotípica 12: 3: 1

### Epistasia Recessiva

Os camundongos comuns podem ter três diferentes cores de pelagem: Aguti, Preto e albino. Estes fenótipos são determinados por dois loci gênicos, que interagem entre eles. Vamos separar os loci para entender o fenômeno: O locus que determina a cor da pelagem foi batizado como **A**. Quando o genótipo do indivíduo for **A\_** (este traço pode significar **A** ou **a**), ele apresentará a cor **aguti** e quando for **aa** o indivíduo terá os pelos **pretos**. O outro loco apenas controla a expressão do loco A. Sempre que o genótipo do indivíduo for **P\_**, ele apresentará o fenótipo determinado por A, e quando o genótipo for **pp**, o indivíduo será **albino**, independente do genótipo para o locus **A**. Este é um exemplo clássico de **Epistasia**. Neste caso ela é chamada de **Epistasia Recessiva**, já que ocorre quando o loco epistático exerce influência sobre o outro ao ocorrer em homozigose recessiva



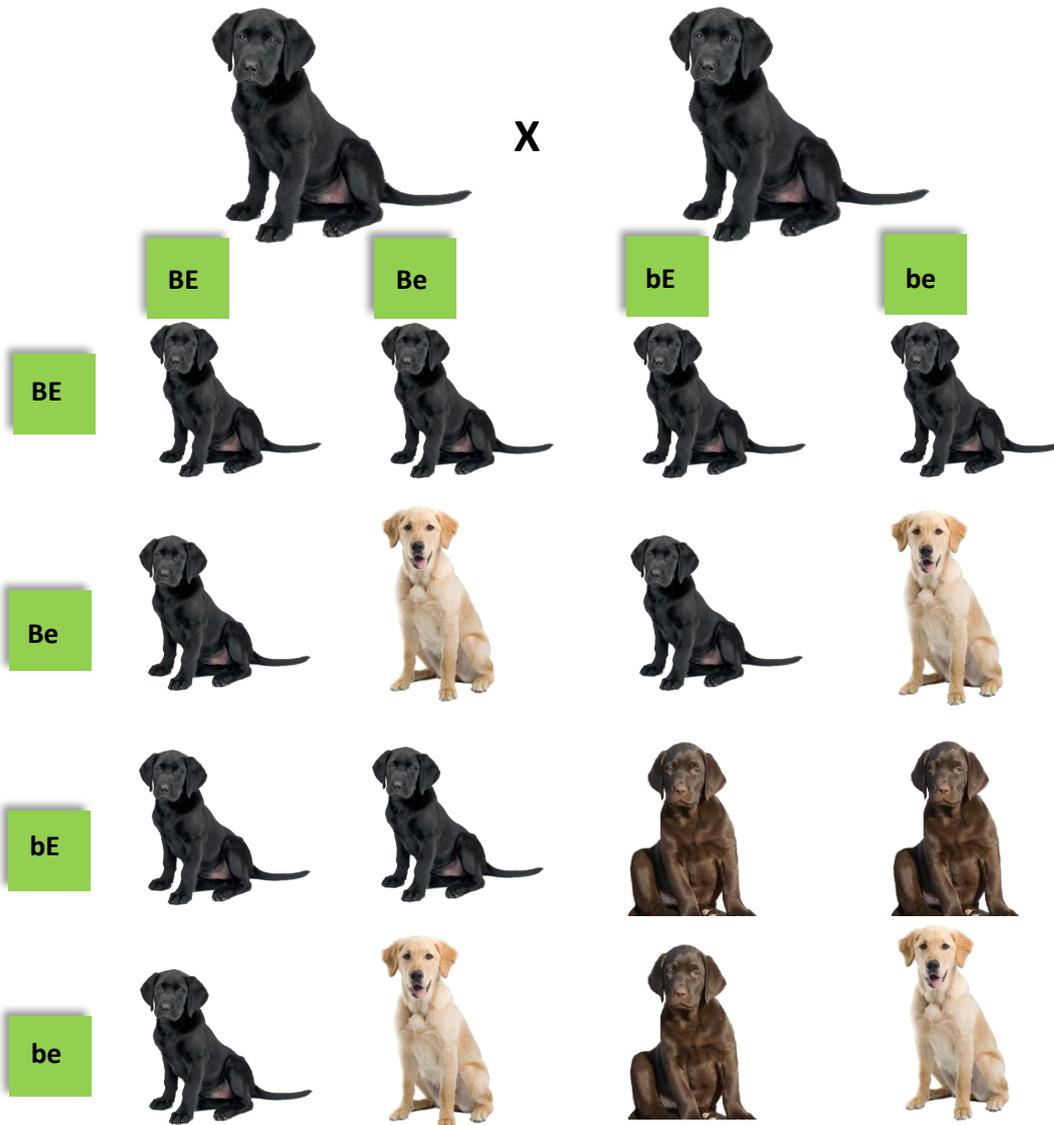
## Frequência Fenotípica: 9: 4: 3

Outro exemplo de Epistasia recessiva é a determinação da pelagem de cães labradores.

A epistasia recessiva pode ser observada, por exemplo, na coloração do pelo de labradores. Esses animais podem apresentar coloração **preta, marrom ou dourada**, o que é determinado por dois genes: o "b" e o "e". O alelo B determina a cor preta, o alelo b determina a cor marrom e os alelos ee determinam a cor dourada.

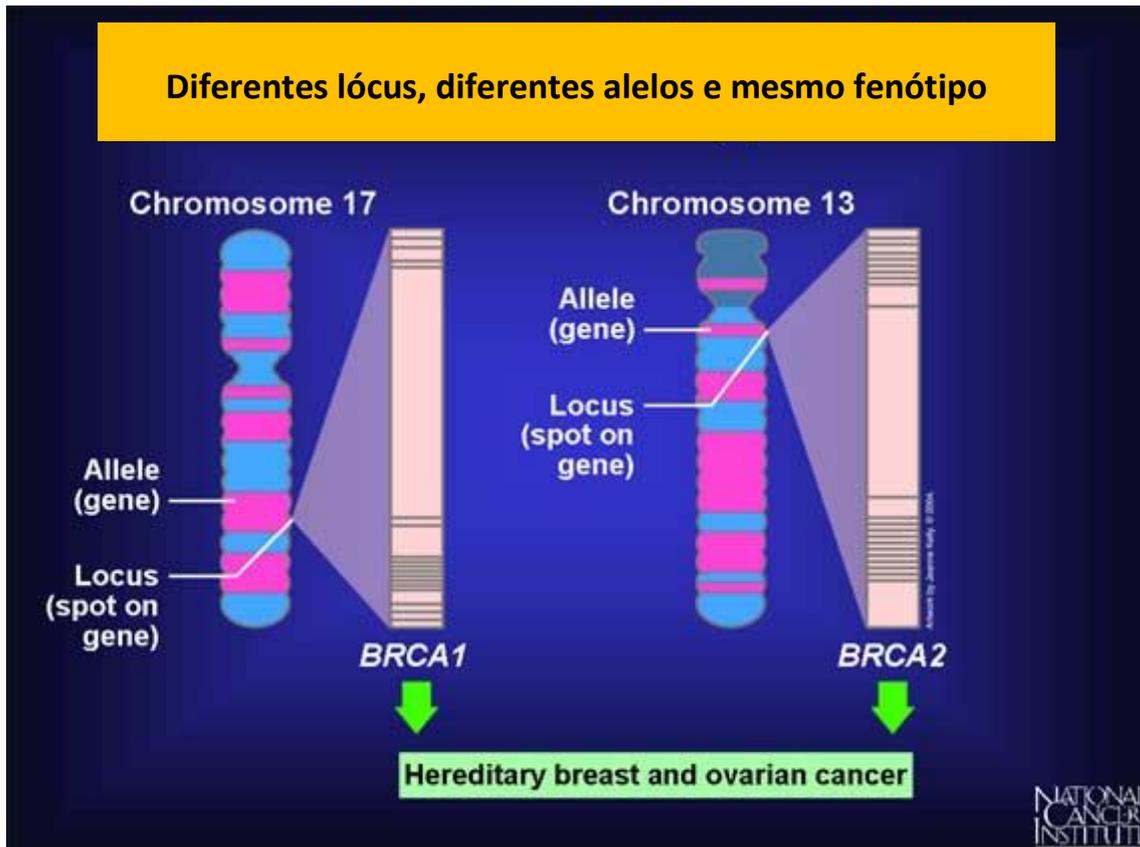
A cor dourada, portanto, ocorre quando o indivíduo apresenta constituição recessiva ee, que é epistática ao gene B. Assim, um indivíduo com coloração dourada poderia apresentar os seguintes **genótipos**: BBee, Bbee, bbee. Veja que, independentemente do alelo ser B ou b, os alelos ee inibem sua ação.

Fenótipos			
	Preta	Chocolate	Amarela
Genótipos	BBEE BbEE BBEe BbEe	bbEE bbEe	BBee Bbee bbee



### Heterogeneidade genética

Observam-se fenótipos clinicamente idênticos provocados pela expressão de genes diversos. As mutações localizam-se em diferentes loci, mas a expressão clínica não é diferenciável. Um exemplo conhecido de heterogeneidade genética é a surdo-mudez. 40% a 60% são de natureza autossômica recessiva, 20% a 25% são de natureza autossômica dominante, 2% ligado ao cromossomo X e 20% a 30% de causa ambiental ou multifatorial.



1) (UFRGS,1999) Em abóboras, o gene dominante B condiciona fruto branco, e o gene A condiciona fruto amarelo. O gene B inibe a ação do gene A. O duplo recessivo condiciona fruto verde. Quando plantas diíbridas são cruzadas, qual a distribuição fenotípica esperada para os descendentes?

- |                       |                     |                      |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| (A) 9 frutos brancos  | - 4 frutos amarelos | - 3 frutos verdes    |
| (B) 12 frutos brancos | - 3 frutos amarelos | - 1 fruto verde      |
| (C) 9 frutos brancos  | - 6 frutos amarelos | - 1 fruto verde      |
| (D) 15 frutos brancos | - 1 fruto amarelo   | - nenhum fruto verde |
| (E) 9 frutos brancos  | - 7 frutos amarelos | - nenhum fruto verde |





2) (UFRGS, 2000) A cor preta da pelagem dos cães da raça *Cocker Spaniel* é governada por um alelo dominante **V** e a cor vermelha, pelo seu recessivo **v**. O padrão uniforme é governado pelo alelo dominante que segrega independentemente no locus **M** e o padrão malhado, por seu alelo recessivo **m**. Um macho preto foi cruzado com fêmeas genotipicamente iguais entre si e fenotipicamente iguais a ele. Entre as várias ninhadas foram vendidos apenas os filhotes malhados de vermelho, que eram em número de cinco. Quantos filhotes do total nascido das várias ninhadas, se espera que sejam fenotipicamente idênticos ao pai, quanto às características consideradas?

- (A) 9  
(B) 16  
(C) 30  
(D) 45  
(E) 80



3) (UFRGS, 2001) Um homem é heterozigoto para um gene autossômico, Aa, e possui um alelo ligado ao X recessivo b. Que proporção dos seus espermatozoides espera-se que seja A / X<sup>b</sup>?

- (A) 0%  
(B) 25%  
(C) 50%  
(D) 75%  
(E) 100%



4) (UFRGS, 2004) Quando se estuda uma célula meiótica duplo-heterozigota AaBb e se diz que, para esses genes, está ocorrendo segregação independente, é **INCORRETO** afirmar que

- (A) os cromossomos de origem materna e paterna que contêm esses genes podem combinar-se livremente.  
(B) pode ocorrer recombinação entre os genes A e B.  
(C) os genes A e B que se situam em diferentes pares de homólogos distribuem-se ao acaso em diferentes gametas.  
(D) os genes A e B estão em grupos de ligação separados.  
(E) os genes A e B não são alelos.



5) (UFRGS, 2005) Em porcos, a cor dos pelos pode ser branca (P<sub>-</sub>) ou preta (pp), e o tipo de casco é determinado por alelos que segregam em outro cromossomo, sendo que F<sub>-</sub> condiciona casco indiviso e ff, casco fendido. Se porcos diíbridos são cruzados entre si e produzem, entre várias ninhadas, 64 descendentes, quantos desses apresentarão fenótipo diferente dos pais?

- (A) 4.  
(B) 16.  
(C) 28.  
(D) 36.  
(E) 60.



6) (UFRGS, 2006) Na cebola, a presença de um alelo dominante C determina a produção de bulbo pigmentado; em cebolas cc, a enzima que catalisa a formação de pigmento não é produzida (cebolas brancas). Outro gene, herdado de forma independente, apresenta o alelo B, que impede a manifestação do gene C. Homozigotos bb não têm a manifestação da cor do bulbo impedida. Quais as proporções fenotípicas esperadas do cruzamento de cebolas homozigotas coloridas com cebolas BBcc?

- (A) 9/16 de cebolas brancas e 7/16 de cebolas coloridas.  
(B) 12/16 de cebolas brancas e 4/16 de cebolas coloridas.  
(C) 13/16 de cebolas brancas e 3/16 de cebolas coloridas.  
(D) 15/16 de cebolas brancas e 1/16 de cebolas coloridas.  
(E) 16/16 de cebolas brancas.



7) (UFRGS, 2007) Sabe-se que a surdo-mudez é uma característica monogênica que pode ser causada por diferentes genes recessivos, constituindo-se no exemplo clássico de heterogeneidade genética. Considere as afirmações a seguir sobre um casal de surdos-mudos, homocigotos para os genes relacionados a essa condição, que tem uma filha.

I - Se essa filha é normal, a próxima também será normal.

II - Se essa filha é surda-muda, a próxima também será surda-muda.

III - A chance de essa filha ser surda-muda é tanto maior quanto maior for o número de genes causadores da surdo-mudez.

Quais estão CORRETAS?

- (A) Apenas II.
- (B) Apenas III.
- (C) Apenas II e III
- (D) Apenas I e II.
- (E) Apenas I.



8) (UFRGS, 2009) No seriado *A Pequena Grande Família*, são descritos os desafios diários da família Roloff, na qual os pais são anões, e os filhos, anões ou não. O nanismo do pai (Matt) tem padrão de herança autossômico recessivo, e o nanismo da mãe (Amy) é autossômico dominante. Sabe-se que a chance de nascimento de uma criança anã nesta família é de 50%.

Assinale com **V** (verdadeiro) ou **F** (falso) as afirmações que seguem, sobre a situação exposta.

( ) A consanguinidade do casal Rooff pode explicar a chance de nascimento de uma criança anã.

( ) O nanismo na família Roloff é um exemplo de heterogeneidade genética.

( ) Os filhos homocigotos do casal sofrem lesão letal durante a gravidez.

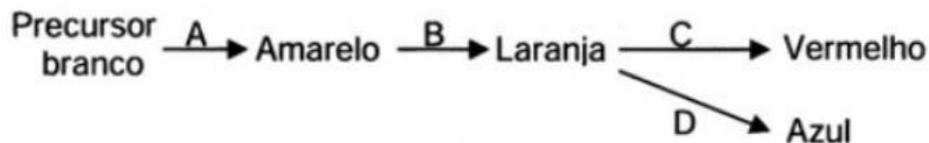
( ) O filho anão deste casal apresenta nanismo com padrão de herança semelhante ao de Amy.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- (A) F – F – V – V
- (B) F – V – V – F
- (C) V – F – F – V
- (D) V – F – V – F
- (E) F – V – F – V



9) (UFRGS, 2009) Observe o diagrama abaixo, que representa a via Biosintética relativa à coloração da semente de uma determinada árvore. Os alelos recessivos de cada um dos genes A, B, C e D do diagrama não produzem enzimas capazes de catalisar uma reação na via Biosintética para o pigmento da semente. Quando os pigmentos vermelho e azul estão presentes simultaneamente, as sementes são púrpuras.



Qual dos genótipos abaixo resultaria em uma semente amarela?

- (A) AaBbCcDd
- (B) Aabbccdd
- (C) AaBBCCDd
- (D) aabbCcdd
- (E) aaBBccDD





10) (UFRGS, 2010) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

A famosa proporção 9:3:3:1 relacionada à Segunda Lei de Mendel refere-se à proporção ..... esperada da ..... de dois indivíduos heterozigóticos quanto a dois pares de genes (AaBb) localizados em ..... de cromossomos.

- (A) genotípica - F2 - diferentes pares  
(B) fenotípica - F1 - diferentes pares  
(C) fenotípica - F2 - um mesmo par  
(D) genotípica - F1 - um mesmo par  
(E) fenotípica - F2 - diferentes pares



11) (UFRGS, 2011) As flores de uma determinada planta podem ser brancas, vermelhas ou creme. A cor branca (ausência de deposição de pigmento) e condicionada por alelo recessivo (aa). O alelo A determina a deposição de pigmento. O alelo dominante B produz pigmento vermelho, enquanto seu recessivo, a cor creme. Cruzando-se plantas heterozigotas para os dois genes entre si, a probabilidade de obtermos uma planta branca é de

- (A) 3/16  
(B) 4/16  
(C) 7/16  
(D) 9/16  
(E) 12/16



12) (UFRGS, 2015) Assinale a alternativa correta, considerando que o gene K é epistático em relação ao gene A de tal forma que, na presença de K, todos os cães têm a cor do pelo preta; e que o genótipo kk permite a expressão dos diferentes alelos do gene A.

- (A) O cruzamento entre cães KK a<sup>v</sup>a<sup>w</sup> X Kk a<sup>v</sup>a<sup>w</sup> somente resulta cães com cor do pelo preta.  
(B) Os cães apresentados no quadro são homozigotos dominantes para o gene K.  
(C) O cruzamento entre cães kk prateados pode acarretar cães dourados.  
(D) A cor de pelo preta somente pode ser obtida em cães homozigotos para os dois genes citados.  
(E) O cruzamento entre diíbridos Kk a<sup>y</sup>a resulta em 9/16 animais pretos.



13) (UFRGS, 2016) No milho, grãos 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.

- (A) Os dois genes citados não estão segregando de forma independente.  
(B) A planta homozigota era dominante para as duas características.  
(C) Uma das plantas parentais era heterozigota para as duas características.  
(D) A prole seria mantida na proporção 1:1:1:1, se as duas plantas parentais fossem duplo heterozigotas.  
(E) Os resultados obtidos são fruto de recombinação genética.



14) (UFRGS, 2018) A mosca *Drosophila melanogaster* é um organismo modelo para estudos genéticos e apresenta alguns fenótipos mutantes facilmente detectáveis em laboratório. Duas mutações recessivas, observáveis nessa mosca, são a das asas vestigiais (v) e a do corpo escuro (e). Após o cruzamento de uma fêmea com asas vestigiais com um macho de corpo escuro, foi obtido o seguinte:

F<sub>1</sub> - todos os machos e fêmeas com fenótipo selvagem. F<sub>2</sub> - 9/16 selvagem; 3/16 asas vestigiais; 3/16 corpo escuro; 1/16 asas vestigiais e corpo escuro.

Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo, referentes aos resultados obtidos para o cruzamento descrito.

- ( ) As proporções fenotípicas obtidas em F<sub>2</sub> indicam ausência de dominância, pois houve alteração nas proporções esperadas.  
( ) Os resultados obtidos em F<sub>2</sub> indicam um diíbridismo envolvendo dois genes autossômicos com segregação independente.  
( ) As proporções obtidas em F<sub>2</sub> estão de acordo com a segunda Lei de Mendel ou Princípio da segregação independente dos caracteres.  
( ) Os pares de alelos desses genes estão localizados em cromossomos homólogos.



A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- (A) V - V - F - F. (D) F - F - V - V.  
(B) V - F - V - F. (E) F - V - V - F.  
(C) V - F - F - V.



15) (São Leopoldo Mandic. 2015) Em uma espécie de peixes, um macho AaBbCcDd é cruzado com uma fêmea, AabbCcDd. O alelo dominante A determina cor amarela e a condição recessiva aa cor cinza. O loco B está relacionado com pintas nas nadadeiras (B- presença de pintas e bb ausência), e as nadadeiras podem ser arredondadas (C-) ou pontudas (cc). Nessa espécie de peixes a homozigose recessiva no loco D é letal, impedindo a formação do embrião. Os quatro pares de genes apresentam segregação independente. Dos 240 filhotes nascidos desse cruzamento, quantos são esperados com o mesmo genótipo do pai?

- (A) 160 (D) 20  
(B) 120 (E) 10  
(C) 135



16) (FUVEST-2007) Em cães labradores, dois genes, cada um com dois alelos (B/b e E/e), condicionam as três pelagens típicas da raça: preta, marrom e dourada. A pelagem dourada é condicionada pela presença do alelo recessivo e em homozigose no genótipo. Os cães portadores de pelo menos um alelo dominante E serão pretos, se tiverem pelo menos um alelo dominante B; ou marrons, se forem homozigóticos bb. O cruzamento de um macho dourado com uma fêmea marrom produziu descendentes pretos, marrons e dourados. O genótipo do macho é

- (A) Ee BB. (D) ee BB.  
(B) Ee Bb. (E) ee Bb.  
(C) ee bb.



17) (PUC - SP-2008) No ciclo de vida de uma samambaia ocorre meiose na produção de esporos e mitose na produção de gametas. Suponha que a célula-mãe dos esporos, presente na geração duradoura do ciclo de vida dessa planta, seja heterozigota para dois pares de genes, AaBb, que se segregam independentemente. Considerando que um esporo formado pela planta apresenta constituição genética AB e que a partir desse esporo se completará o ciclo de vida, espera-se encontrar constituição genética

- (A) ab nas células da geração esporofítica.  
(B) AB nas células da geração gametofítica.  
(C) ab em um anterozóide (gameta masculino).  
(D) AB em um zigoto.  
(E) ab em uma oosfera (gameta feminino)



18) (Mack-2007) 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



- 19) (Mack-2007) Na espécie humana, a fenilcetonúria é condicionada por um gene autossômico recessivo, enquanto a polidactilia é devida a um gene autossômico dominante. Uma mulher normal para a fenilcetonúria e não polidáctila casa-se com um homem normal para a fenilcetonúria, mas polidáctilo. O casal tem uma filha com fenilcetonúria e não polidáctila. A probabilidade de esse casal ter uma criança normal para a fenilcetonúria, e não polidáctila, é de
- (A)  $\frac{3}{4}$  (D)  $\frac{1}{16}$   
 (B)  $\frac{1}{2}$  (E)  $\frac{2}{3}$   
 (C)  $\frac{3}{8}$
- 

- 20) (PUC - MG-2007) As pimentas são originárias das Américas e parece que já eram cultivadas pelos índios entre 5.200 e 3.400 a.C. Das espécies do gênero *Capsicum*, a mais difundida é a *Capsicum annuum*, à qual pertence o pimentão. Quatro variedades de pimentões com cores diferentes podem ser produzidas de acordo com o esquema abaixo. Somente alelos dominantes produzem enzimas funcionais.

VERDE	MARROM	AMARELO	VERMELHO
cc rr	cc R_	C_rr	C_R_



O cruzamento de uma planta com pimentões amarelos com uma planta com pimentões marrons gerou descendentes que produziam frutos com os quatro fenótipos. Analisando as informações acima e de acordo com seus conhecimentos, é INCORRETO afirmar:

- (A) Espera-se do cruzamento parental que a maioria dos descendentes produza frutos vermelhos.  
 (B) Do cruzamento parental, espera-se que  $\frac{1}{4}$  dos descendentes produza frutos amarelos.  
 (C) O cruzamento dos descendentes vermelhos produz, em F<sub>2</sub>,  $\frac{1}{16}$  de descendentes verdes.  
 (D) O cruzamento de plantas duplo-homozigotas nunca produz diretamente os quatro fenótipos.

- 21) (Fatec-2005) 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

- (A) 20.  
 (B) 60.  
 (C) 160.  
 (D) 180.  
 (E) 320.



- 22) (PUC - SP-2006) Em uma planta com autopolinização são estudados dois pares de genes - A, a e B, b - com segregação independente. Suponha que um exemplar da planta produza todos os esporos femininos com constituição genética AB e todos os esporos masculinos com constituição ab. Como, por meio do processo de mitose, os esporos dão origem à geração gametofítica, espera-se que

- (A) um dos núcleos gaméticos do tubo polínico tenha constituição a e o outro constituição b.  
 (B) a oosfera (gameta feminino) tenha constituição AB ou ab.  
 (C) o endosperma, sendo triploide, tenha constituição AaB ou Aab.  
 (D) o zigoto tenha constituição AB ou ab.  
 (E) o embrião tenha constituição AaBb.



23) (FUVEST-2006) Um indivíduo é heterozigótico em dois locos: AaBb. Um espermatoócito desse indivíduo sofre meiose. Simultaneamente, uma célula sanguínea do mesmo indivíduo entra em divisão mitótica. Ao final da interfase que precede a meiose e a mitose, cada uma dessas células terá, respectivamente, a seguinte constituição genética:

- (A) AaBb e AaBb.
- (B) AaBb e AAAaBBbb.
- (C) AAAaBBbb e AaBb.
- (D) AAAaBBbb e AAAaBBbb.
- (E) AB e AaBb.

24) (Vunesp-2004) Epistasia é o fenômeno em que um gene (chamado epistático) inibe a ação de outro que não é seu alelo (chamado hipostático). Em ratos, o alelo dominante B determina cor de pêlo acinzentada, enquanto o genótipo homocigoto bb define cor preta. Em outro cromossomo, um segundo locus afeta uma etapa inicial na formação dos pigmentos dos pêlos. O alelo dominante A nesse locus possibilita o desenvolvimento normal da cor (como definido pelos genótipos B\_ ou bb), mas o genótipo aa bloqueia toda a produção de pigmentos e o rato torna-se albino. Considerando os descendentes do cruzamento de dois ratos, ambos com genótipo AaBb, os filhotes de cor preta poderão apresentar genótipos:

- (A) Aabb e AAbb.
- (B) Aabb e aabb.
- (C) AAbb e aabb.
- (D) AAbb e Aabb.
- (E) aaBB, AaBB e aabb.



25) (FATEC-2006) 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

- (A) 3/4.
- (B) 3/8.
- (C) 1/4.
- (D) 3/16.
- (E) 1/8.



26) (UEL-2003) Na espécie humana, a miopia e a habilidade para a mão esquerda são caracteres condicionados por genes recessivos que se segregam de forma independente. Um homem de visão normal e destro, cujo pai tinha miopia e era canhoto, casa-se com uma mulher míope e destra, cuja mãe era canhota. Qual a probabilidade de esse casal ter uma criança com fenótipo igual ao do pai?

- (A) 1/2
- (B) 1/4
- (C) 1/8
- (D) 3/4
- (E) 3/8



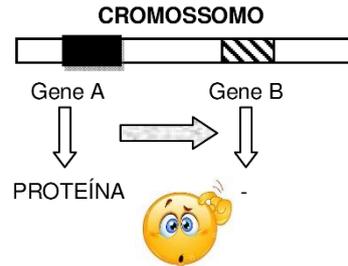
27) (UniFor-2000) Em determinado animal, pelagem escura é condicionada por um alelo dominante e a clara, pelo recessivo. Cauda longa é determinada por um alelo dominante e a curta, pelo alelo recessivo. Cruzando-se indivíduos duplo-heterozigóticos com indivíduos com características recessivas, obtiveram-se: 25% pelagem escura e cauda longa 25% pelagem escura e cauda curta 25% pelagem clara e cauda longa 25% pelagem clara e cauda curta. Esses resultados sugerem tratar-se de um caso de

- (A) herança quantitativa.
- (B) interação gênica.
- (C) segregação independente.
- (D) genes em ligação completa.
- (E) genes em ligação incompleta



28) Observando o esquema ao lado, é possível concluir que:

- (A) o gene A é epistático.
- (B) o gene B é pleiotrópico.
- (C) a expressão do gene A depende da expressão do gene B.
- (D) a expressão do gene B é induzida pela expressão do gene A.
- (E) os genes A e B são expressos independentemente.



29) Um criador de cavalos que comprou reprodutores (heterozigóticos) para dois pares de alelos (Ww e Bb) obteve entre os filhotes 75% de coloração branca, 18,75% de coloração preta e 6,25% de coloração marrom. A proporção fenotípica resultante do cruzamento entre diíbridos **12 : 3 : 1**, como observado nesses cavalos, é característica de

- (A) epistasia recessiva.
- (B) pleiotropia.
- (C) interação gênica.
- (D) herança quantitativa.
- (E) epistasia dominante.



30) Uma forma da determinação da cor em cavalos (brancos, marrons e pretos) ocorre por um procedimento epistático dominante. O gene **W** inibe a manifestação da cor. O gene **B** determina pêlos pretos, seu alelo recessivo, marrons.

Um garanhão duplo heterozigoto e quatro éguas de igual genótipo tiveram juntos, em toda a vida, 32 filhos. Quantos destes descendentes provavelmente eram brancos?

- (A) 32
- (B) 24
- (C) 18
- (D) 6
- (E) 2



**GABARITO**

1- B	2- D	3- B	4- B	5-C	6-E	7-D	8-E	9-B	10-B
11-B	12-A	13-C	14-E	15-D	16-E	17-B	18-A	19-C	20-A
21-B	22-E	23-D	24-A	25-B	26-E	27-C	28-A	29-E	30-B