

1. (Mackenzie 2015) Um homem daltônico e destro, filho de pai canhoto, casa-se com uma mulher de visão normal e canhota. O casal tem uma criança do sexo masculino, daltônica e destra. Considerando que o daltonismo é condicionado por um gene recessivo ligado ao X e o uso da mão esquerda é determinado por um gene autossômico recessivo, é correto afirmar que
- a) a criança herdou o gene para o daltonismo do pai.
 - b) a mulher é heterozigota para ambas as características.
 - c) todos os filhos do sexo masculino desse casal serão daltônicos.
 - d) esse casal pode ter filhas daltônicas.
 - e) todas as crianças desse casal serão destras.

2. (Unesp 2014) A figura mostra o encontro de duas células, um espermatozoide e um ovócito humano, momentos antes da fecundação.



(<http://epoca.com>)

Considerando as divisões celulares que deram origem a essas células, é correto afirmar que o sexo da criança que será gerada foi definido na

- a) metáfase I da gametogênese feminina.
- b) diacinese da gametogênese masculina.
- c) anáfase II da gametogênese feminina.
- d) anáfase I da gametogênese masculina.
- e) telófase II da gametogênese masculina.

3. (Fgv 2014) Leia a notícia a seguir.

“Uma equipe de investigadores da Escócia estudou três galináceos ginandromorfos, ou seja, com características de ambos os sexos. A figura mostra um dos galináceos estudados, batizado de Sam, cujo lado esquerdo do corpo apresenta a penugem esbranquiçada e os músculos bem desenvolvidos, como observado em galos. Já no lado direito do corpo, as penas são castanhas e os músculos mais delgados, como é normal nas galinhas. No caso dos galináceos, a determinação sexual ocorre pelo sistema ZW.”

Sam



(<http://www.cienciahoje.pt>. Modificado)

Admitindo-se que Sam apresente perfeita diferenciação cromossômica nas células dos lados direito e esquerdo do corpo, e uma gônada de cada lado, é correto afirmar que a gônada do lado

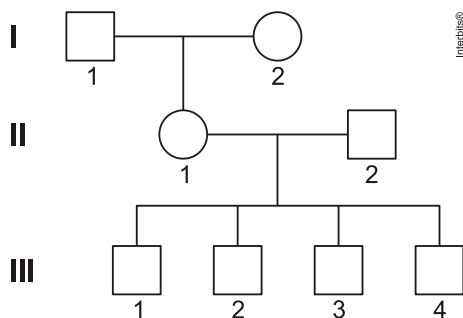
- a) esquerdo produz espermatozoides, constituídos pelo cromossomo Z, ou pelo cromossomo W.
- b) esquerdo produz óvulos, constituídos apenas pelo cromossomo Z.
- c) direito produz espermatozoides, constituídos apenas pelo cromossomo W.
- d) direito produz óvulos, constituídos pelo cromossomo Z, ou pelo cromossomo W.
- e) direito produz óvulos, constituídos apenas pelo cromossomo W.

4. (Unesp 2014) A complexa organização social das formigas pode ser explicada pelas relações de parentesco genético entre os indivíduos da colônia. É geneticamente mais vantajoso para as operárias cuidarem das suas irmãs que terem seus próprios filhos e filhas. No formigueiro, uma única fêmea, a rainha, que é diploide, põe ovos que, quando fertilizados, se desenvolvem em operárias também diploides. Os ovos não fertilizados dão origem aos machos da colônia. Esses machos, chamados de bitus, irão fertilizar novas rainhas para a formação de novos formigueiros. Como esses machos são haploides, transmitem integralmente para suas filhas seu material genético. As rainhas transmitem para suas filhas e filhos apenas metade de seu material genético.

Suponha um formigueiro onde todos os indivíduos são filhos de uma mesma rainha e de um mesmo bitu. Sobre as relações de parentesco genético entre os indivíduos da colônia, é correto afirmar que

- a) as operárias compartilham com os seus irmãos, os bitus, em média, 50% de alelos em comum, o mesmo que compartilhariam com seus filhos machos ou fêmeas, caso tivessem filhos.
- b) as operárias são geneticamente idênticas entre si, mas não seriam geneticamente idênticas aos filhos e filhas que poderiam ter.
- c) as operárias compartilham entre si, em média, 75% de alelos em comum; caso tivessem filhos, transmitiriam a eles apenas 50% de seus alelos.
- d) os bitus são geneticamente idênticos entre si, mas não são geneticamente idênticos aos seus filhos e filhas.
- e) a rainha tem maior parentesco genético com as operárias que com os seus filhos bitus.

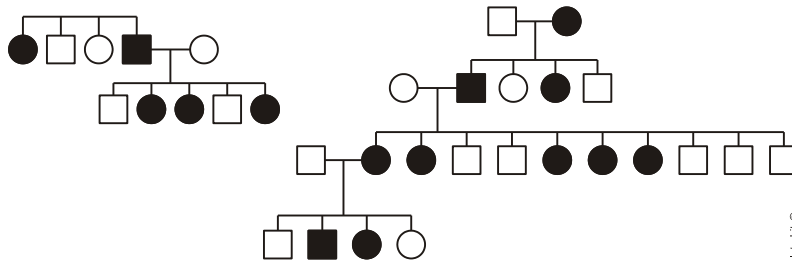
5. (Fuvest 2014) Os genes que condicionam a visão para cores e a síntese da enzima G6PD (desidrogenase da glicose-6-fosfato) estão localizados no cromossomo X humano. O alelo recessivo **d** determina o daltonismo e o alelo recessivo **g**, a deficiência da enzima G6PD. No heredograma abaixo, o homem **I-1** é daltônico e tem também deficiência da enzima G6PD.



Sua mulher **I-2** é homozigótica, com visão normal para cores, não tendo deficiência de G6PD. A filha **II-1** desse casal casou-se com o homem **II-2**, que possui visão normal para cores e não tem deficiência de G6PD. Os quatro filhos desse casal (**III-1**, **2**, **3** e **4**) diferem entre si quanto aos fenótipos em relação à visão para cores e à síntese de G6PD. Com relação a essas características,

- a) quais são os genótipos de **I-1** e **I-2**?
- b) quais são os genótipos de **II-1** e **II-2**?
- c) que fenótipos e respectivos genótipos os filhos de **II-1** e **II-2** podem ter?
- d) explique como **III-1**, **2**, **3** e **4** podem ter herdado genótipos diferentes.

6. (Enem 2014)



No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.

Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos.
- Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos.
- Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos.
- Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença.
- Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe.

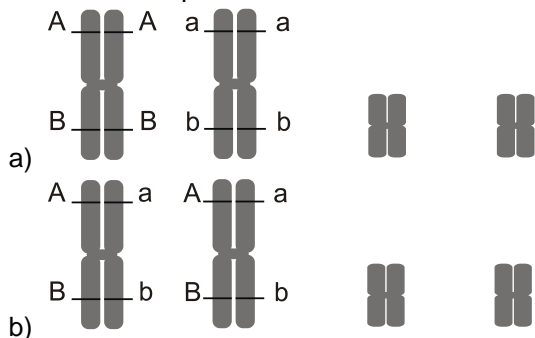
7. (Unesp 2014) A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) apresenta incidência de 1 a cada 3.500 nascimentos de meninos. É causada por um distúrbio na produção de uma proteína associada à membrana muscular chamada distrofina, que mantém a integridade da fibra muscular. Os primeiros sinais clínicos manifestam-se antes dos 5 anos, com quedas frequentes, dificuldade para subir escadas, correr, levantar do chão e hipertrofia das panturrilhas. A fraqueza muscular piora progressivamente, levando à incapacidade de andar dentro de cerca de dez anos a partir do início dos sintomas. Trata-se de uma doença genética, com padrão de herança recessivo ligado ao cromossomo X. Na maioria dos casos, a mutação responsável pela doença foi herdada da mãe do paciente (em geral, assintomática).

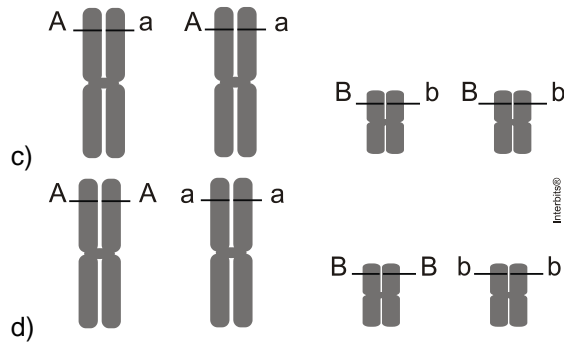
(www.oapd.org.br. Adaptado.)

Considerando as informações do texto, explique por que as mulheres portadoras da mutação em geral são assintomáticas (não desenvolvem a doença).

Se uma mulher portadora da mutação, assintomática, estiver grávida de um casal de gêmeos, e o pai das crianças for um homem não portador da mutação, quais as probabilidades de seus filhos desenvolverem a doença? Justifique.

8. (Unicamp 2013) Considere um indivíduo heterozigoto para dois locos gênicos que estão em *linkage*, ou seja, não apresentam segregação independente. A representação esquemática dos cromossomos presentes em uma de suas células somáticas em divisão mitótica é:





9. (Unicamp 2013) Para determinada espécie de planta, a cor das pétalas e a textura das folhas são duas características monogênicas de grande interesse econômico, já que as plantas com pétalas vermelhas e folhas rugosas atingem alto valor comercial. Para evitar o surgimento de plantas com fenótipos indesejados nas plantações mantidas para fins comerciais, é importante que os padrões de herança dos fenótipos de interesse sejam conhecidos. A simples análise das frequências fenotípicas obtidas em cruzamentos controlados pode revelar tais padrões de herança. No caso em questão, do cruzamento de duas linhagens puras (homozigotas), uma composta por plantas de pétalas vermelhas e folhas lisas (**P1**) e outra, por plantas de pétalas brancas e folhas rugosas (**P2**), foram obtidas 900 plantas. Cruzando as plantas de F1, foi obtida a geração F2, cujas frequências fenotípicas são apresentadas no quadro a seguir.

Cruzamento	Descendentes
P1 x P2	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas (F1)
F1 x F1	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas; 300 com pétalas vermelhas e folhas rugosas; 300 com pétalas brancas e folhas lisas; e 100 com pétalas brancas e folhas rugosas (F2)

- Qual é o padrão de herança da cor vermelha da pétala? E qual é o padrão de herança do fenótipo rugoso das folhas? Justifique.
- Qual é a proporção do genótipo duplo-heterozigoto (genótipo heterozigoto para os dois locos gênicos) em F2? Justifique.

10. (Enem PPL 2013) A mosca *Drosophila*, conhecida como mosca-das-frutas, é bastante estudada no meio acadêmico pelos geneticistas. Dois caracteres estão entre os mais estudados: tamanho da asa e cor do corpo, cada um condicionado por gene autossômico. Em se tratando do tamanho da asa, a característica asa vestigial é recessiva e a característica asa longa, dominante. Em relação à cor do indivíduo, a coloração cinza é recessiva e a cor preta, dominante.

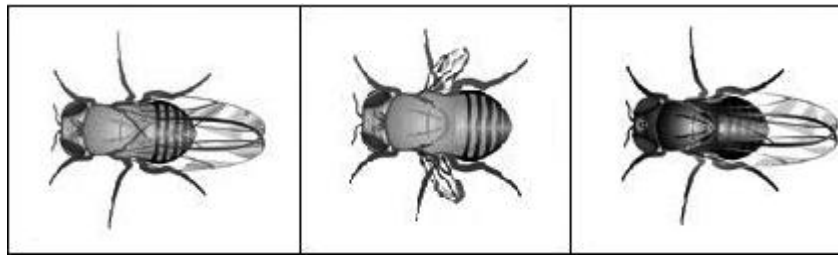
Em um experimento, foi realizado um cruzamento entre indivíduos heterozigotos para os dois caracteres, do qual foram geradas 288 moscas. Dessas, qual é a quantidade esperada de moscas que apresentam o mesmo fenótipo dos indivíduos parentais?

- 288
- 162
- 108
- 72
- 54

11. (Mackenzie 2013) Um homem daltônico e normal para a miopia tem uma filha também daltônica, mas míope. Sabendo que a mãe da menina não é míope, assinale a alternativa correta.

- A mãe é certamente daltônica.
- A menina é homozigota para ambos os genes.
- A miopia é condicionada por um gene dominante.
- Todos os filhos do sexo masculino desse homem serão daltônicos.
- Essa menina poderá ter filhos de sexo masculino não daltônicos.

12. (Fgv 2013) Em experimentos envolvendo cruzamentos de moscas *Drosophila melanogaster*, cujos alelos apresentam ligação gênica, estudantes analisaram insetos selvagens, insetos com asas vestigiais e insetos com corpo escuro. As características fenotípicas e genotípicas estão ilustradas no quadro a seguir.



Selvagem $V_ E_$

Asas vestigiais vv

Corpo escuro ee

(<http://bioinfo.mol.uj.edu.pl/artides/Stozek07>. Modificado)

O cruzamento entre moscas duplo heterozigotas, VE/ve , com duplo recessivas, ve/ve , para essas características gerou cerca de 4 800 descendentes.

Admitindo-se que não ocorreu permutação entre os alelos, espera-se que o número de descendentes selvagens; com asas vestigiais; com corpo escuro; e com asas vestigiais e corpo escuro seja, respectivamente, em torno de

- 3 600; 450; 450 e 300.
- 2 700; 900; 900 e 300.
- 2 400; 0; 0 e 2 400.
- 2 400; 1 200; 1 200 e 0.
- 1 200; 1 200, 1 200 e 1 200.

13. (Fuvest 2012) 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:

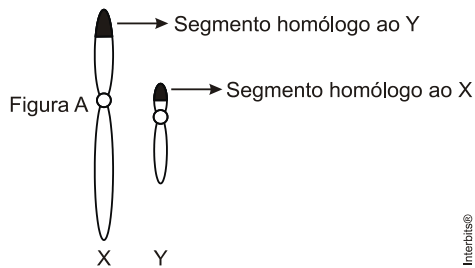
- 16; plantas homozigóticas em relação às duas características.
- 48; plantas homozigóticas em relação às duas características.
- 48; plantas heterozigóticas em relação às duas características.
- 60; plantas heterozigóticas em relação às duas características.
- 60; plantas homozigóticas em relação às duas características.

14. (Fgv 2012) Um criador de cães labradores cruzou machos pretos com fêmeas de mesma cor e obteve filhotes pretos, chocolate (marroms) e dourados (amarelos). Trata-se de um caso de epistasia recessiva associada ao alelo e , que impede a deposição de pigmento no pelo, condicionando pelagem dourada. O alelo E permite a pigmentação. A coloração preta é condicionada pelo alelo dominante B , e a chocolate, pelo seu alelo recessivo b .

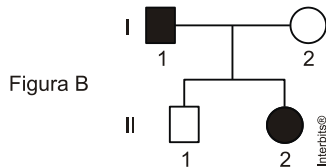
A proporção fenotípica esperada para cães pretos, chocolate e dourados, respectivamente, no cruzamento entre um macho preto, $EeBb$, e uma fêmea dourada, $eeBb$, é

- 3 : 1 : 4
- 9 : 3 : 4
- 3 : 4 : 1
- 9 : 4 : 3
- 4 : 1 : 3

15. (Fuvest 2012) A figura **A** abaixo mostra o par de cromossomos sexuais humanos X e Y. Esses cromossomos emparelham-se na meiose, apenas pelos segmentos homólogos que possuem nas extremidades de seus braços curtos. Ocorre permuta entre esses segmentos.



No heredograma (figura B), os indivíduos I-1 e II-2 são afetados por uma doença que tem herança dominante ligada ao X



- Desenhe os cromossomos sexuais de I-1 e II-2, representando-os como aparecem na figura A.
- Indique os genótipos de I-1 e II-2, localizando, nos cromossomos desenhados, o alelo (**d**) normal e o alelo (**D**) determinante da doença.

16. (Pucsp 2012) *Filha de um hemofílico, uma advogada holandesa temia transmitir essa condição a seus descendentes. Distúrbio que dificulta a coagulação do sangue, a hemofilia é causada por uma mutação de um gene em um dos cromossomos que determinam o sexo. (...) Impressionada com o sofrimento que essa condição sempre causou a seu pai, a advogada, ao ficar grávida, resolveu fazer teste genético pré-natal para saber se seu filho seria hemofílico.*

(“A ciência das escolhas difíceis” – VEJA, 7 de setembro, 2011)

As chances de essa mulher transmitir o gene da hemofilia para um descendente e de esse descendente, sendo do sexo masculino, apresentar hemofilia são, respectivamente, de

- 100% e 50%.
- 50% e 50%.
- 50% e 100%.
- 100% e 100%.
- 25% e 75%.

17. (Mackenzie 2012) Uma mulher daltônica

- poderá ter filhos do sexo masculino não daltônicos.
- somente terá filhas daltônicas.
- é obrigatoriamente filha de pai daltônico.
- um de seus avós é certamente daltônico.
- poderá ser heterozigota para o gene do daltonismo.

18. (Enem PPL 2012) Após a redescoberta do trabalho de Gregor Mendel, vários experimentos buscaram testar a universalidade de suas leis. Suponha um desses experimentos, realizado em um mesmo ambiente, em que uma planta de linhagem pura com baixa estatura (0,6 m) foi cruzada com uma planta de linhagem pura de alta estatura (1,0 m). Na prole (F1) todas as plantas apresentaram estatura de 0,8 m. Porém, na F2 (F1 x F1) os pesquisadores encontraram os dados a seguir.

Altura da planta (em metros)	Proporção da prole
1,0	63
0,9	245
0,8	375
0,7	255
0,6	62
Total	1000

Os pesquisadores chegaram à conclusão, a partir da observação da prole, que a altura nessa planta é uma característica que

- a) não segue as leis de Mendel.
- b) não é herdada e, sim, ambiental.
- c) apresenta herança mitocondrial.
- d) é definida por mais de um gene.
- e) é definida por um gene com vários alelos.

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[D]

Alelos: d (daltonismo), D (visão normal), c (canhoto) e C (destro)

Pais: X^dYCc e X^DX-cc

O casal pode ter filhas daltônicas (X^dX^d), caso a mãe seja portadora do gene para o daltonismo (X^DX^d).

Resposta da questão 2:

[D]

A determinação do sexo em mamíferos segue o padrão xy, sendo o macho heterogamético, isto é, o tipo de cromossomo sexual (x ou y) presente no espermatozoide determinará se o descendente será uma fêmea (xx) ou um macho (xy). Dessa forma, o sexo da criança foi estabelecido durante a anáfase I da gametogênese masculina.

Resposta da questão 3:

[D]

Sendo heterogaméticas, as fêmeas de galináceos produzem óvulos com o cromossomo sexual Z e óvulos com o cromossomo W.

Resposta da questão 4:

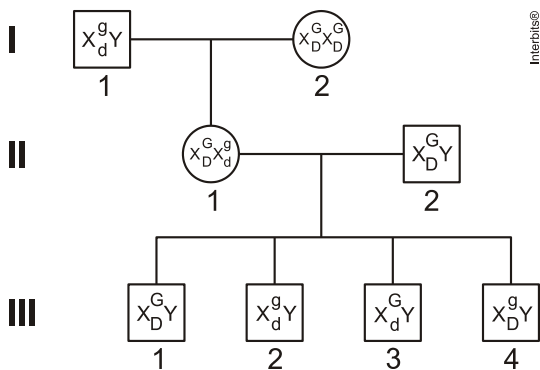
[C]

As operárias, fêmeas diploides, compartilham entre si 50% do material genético herdado de seus pais, os bitus, e de 0 a 50% do material genético de sua mãe, a rainha. Dessa forma, elas compartilham, em média, 75% de seus alelos. Se tivessem filhos, as operárias transmitiriam à prole 50% de seus alelos.

Resposta da questão 5:

Alelos ligados ao cromossomo x:

d (daltonismo) e D (normalidade);
g (deficiência da enzima G6PD) e G (normalidade)



a) I.1: $X_d^g Y$; I.2: $X_D^G X_D^G$.

b) II.1: $X_D^G X_d^g$; II.2: $X_D^G Y$.

c) Os quatro filhos do casal II.1 e II.2 apresentam os seguintes genótipos e fenótipos:

III. 1: $X_D^G Y$ - normal para ambas as características

III. 2: $X_d^g Y$ - daltônico com deficiência da enzima G6PD.

III. 3: $X_d^G Y$ - apenas daltônico.

III. 4: $X_D^g Y$ - apenas portador da deficiência enzimática.

d) Durante a gametogênese materna, ocorreu *crossing-over* (permutação) entre os seus cromossomos x. Foram produzidos gametas parentais (originais) dos tipos X_D^G e X_d^g , além de gametas recombinantes, dos tipos X_d^G e X_D^g .

Resposta da questão 6:

[D]

Os heredogramas mostram o padrão típico de herança ligada ao sexo dominante. Nas famílias representadas, todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença. As filhas sempre herdam o único cromossomo X do pai e um dos dois cromossomos X presentes na mãe.

Resposta da questão 7:

O gene causador da Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é recessivo (d). A mulher portadora ($X^D X^d$) não manifesta os sintomas porque possui uma cópia do gene dominante (D) que determina a produção normal da proteína distrofina.

Se os gêmeos são monozigóticos, a probabilidade de pais $X^D Y$ e $X^D X^d$ terem dois meninos com DMD e genótipo $X^d Y$ é 25%. Se forem dizigóticos, a probabilidade de dois meninos com DMD é $0,25 \times 0,25$, ou seja, 0,0625 ou 6,25%.

Resposta da questão 8:

[A]

A representação esquemática dos cromossomos duplicados que apresentam os genes A e B ligados e em heterozigose está indicada corretamente na alternativa [A].

Resposta da questão 9:

a) A cor da flor é determinada por um alelo dominante por ocorrer em todos os descendentes da F1. O fenótipo rugoso é determinado por alelo recessivo, uma vez que não ocorre na F1.

b) Alelos: B (vermelha) e b (branca); R (lisa) e r (rugosa)

F1: BbRr x BbRr

F2: $P(BbRr) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 25\%$.

Resposta da questão 10:

[B]

Alelos: V (asa normal) e v (asa vestigial)

P (preta) e p (cinza)

Pais: ♂ VvPp × ♀ VvPp

Filhos: $\frac{9}{16} V_P_ : \frac{3}{16} V_pp : \frac{3}{16} vvP_ : \frac{1}{16} ppvv$

$$P(\text{filhos } V_P_) = \frac{9}{16} \times 288 = 162$$

Resposta da questão 11:

[B]

Alelos: D (normal) e d (daltonismo)
M (normal) e m (miopia)

Pais: $\text{♂ } x^d y Mm \times \text{♀ } x^- x^d Mm$

Filha: $\text{♀ } x^d x^d mm$

A menina é genotipicamente homozigota para ambos os genes.

Resposta da questão 12:

[C]

Pais: $\text{♂ } VE / ve \times \text{♀ } ve / ve$

$\text{♀ } \diagup \text{♂}$	VE	ve
ve	VE	ve
	ve	ve

Filhos: 50% VE/ve e 50% ve/ve

Portanto, são esperados 2400 filhos selvagens e 2400 filhos com asas vestigiais e corpo escuro.

Resposta da questão 13:

[E]

Alelos: A (alta) e a (anã)/ V (vermelha) e v (amarela).

Pais: AAVV x aavv

F₁: AaVv

F₂: 9 (A_V_); 3 (a_vv); 3 (aaV_); 1 (aavv).

$$P(aaV_) = \frac{3}{16} \times 320 = 60.$$

As plantas aaVV sempre produzirão, por autofecundação, descendência anã com frutos vermelhos.

Resposta da questão 14:

[A]

Pais: $\text{♂ } EeBb \times \text{♀ } eeBb$

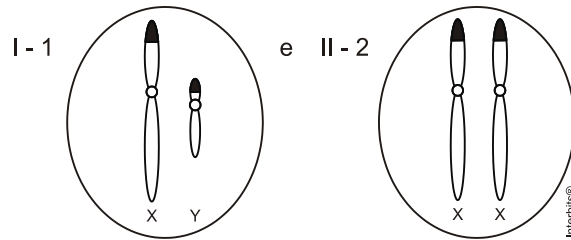
Filhos:

$\text{♀ } \diagup \text{♂}$	EB	Eb	eB	eb
eB	EeBB	EeBb	eeBB	eeBb
eb	EeBb	Eebb	eeBb	eebb

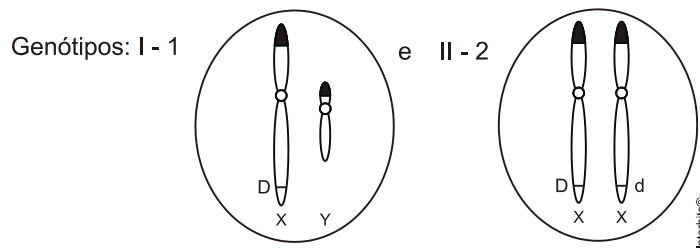
3 pretos (1EeBB e 2EeBb): 1 chocolate (Eebb): 4 dourados (1eeBB; 2eeBb e 1 eeBb).

Resposta da questão 15:

a) Observe a figura a seguir:



b) Observe a figura a seguir:



Resposta da questão 16:

[C]

A chance de transmissão do cromossomo x, portador do gene para a hemofilia, é de 50%. Sendo menino, a probabilidade de ser hemofílico é de 100%.

Resposta da questão 17:

[C]

Considerando que o gene para o daltonismo é recessivo e ligado ao sexo, uma mulher daltônica, com genótipo X^dX^d , transmitirá o cromossomo X portador do gene d para todos os seus filhos do sexo masculino.

Resposta da questão 18:

[D]

A ocorrência de cinco fenótipos, na proporção de 1:4:6:4:1, indica que a altura das plantas é uma característica métrica determinada por dois pares de genes aditivos, transmitidos mendelianamente, por segregação independente com ausência de dominância.