



Exercícios: Módulo 2 – Aulas 12 e 13

Interação Gênica: Polialelia e Epistasia

1. (Fuvest – SP) Nos cães labradores, a cor da pelagem preta, chocolate ou dourada depende da interação entre dois genes, um localizado no cromossomo 11 (alelos B e b) e o outro, no cromossomo 5 (alelos E e e). O alelo dominante B é responsável pela síntese do pigmento preto e o alelo recessivo b, pela produção do pigmento chocolate. O alelo dominante E determina a deposição do pigmento preto ou chocolate nos pelos; e o alelo e impede a deposição de pigmento no pelo.

Dentre 36 cães resultantes de cruzamentos de cães heterozigóticos nos dois locos com cães duplo-homozigóticos recessivos, quantos com pelagem preta, chocolate e dourada, respectivamente, são esperados?

- A 0, 0 e 36.
- B 9, 9 e 18.
- C 18, 9 e 9.
- D 18, 0 e 18.
- E 18, 18 e 0.

2. (UFPR) Em uma espécie de mamíferos, a cor da pelagem é influenciada por dois genes não ligados. Animais AA ou Aa são marrons ou pretos, dependendo do genótipo do segundo gene. Animais com genótipo aa são albinos, pois toda a produção de pigmentos está bloqueada, independentemente do genótipo do segundo gene. No segundo gene, o alelo B (preto) é dominante com relação ao alelo b (marrom). Um cruzamento entre animais AaBb irá gerar a seguinte proporção de prole quanto à cor da pelagem:

- A 9 pretos – 3 marrons – 4 albinos.
- B 9 pretos – 4 marrons – 3 albinos.
- C 3 pretos – 1 albino.
- D 1 preto – 2 marrons – 1 albino.
- E 3 pretos – 1 marrom.

3. (UEM – PR) Considere o cruzamento de parentais duplo heterozigotos para os genes A e B localizados em cromossomos diferentes, e assinale o que for **correto**.

01) Se a proporção fenotípica em F1 for de 9 : 3 : 3 : 1 para uma única característica, temos um caso de interação gênica.

02) Se a proporção fenotípica em F1 for de 9 : 3 : 3 : 1 para duas características, temos um caso de segregação independente.

04) Se a proporção fenotípica em F1 for de 9 : 3 : 4 para uma única característica, temos um caso de epistasia recessiva.

08) Se a proporção fenotípica em F1 for de 1 : 4 : 6 : 4 : 1 para uma única característica, temos um caso de herança poligênica.

16) Se a proporção fenotípica em F1 for de 13 : 3 para uma única característica, temos um caso de pleiotopia.

4. (PUC – RS) Para responder à questão, analise as afirmações sobre a herança genética.

I. Em um caso de monohibridismo com dominância completa, espera-se que, em um cruzamento entre heterozigotos, as proporções genotípicas e fenotípicas sejam, respectivamente, 1 : 2 : 1 e 3 : 1.

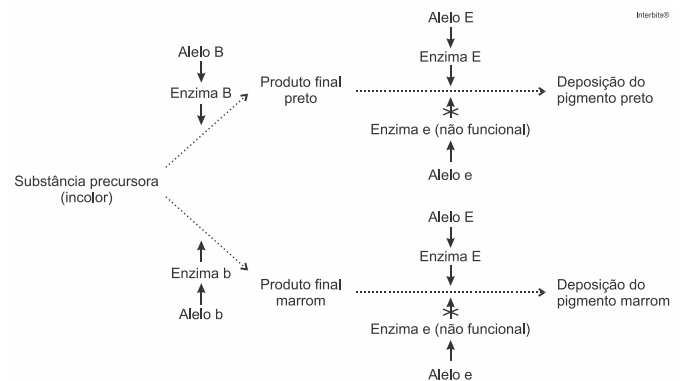
II. Em um cruzamento entre heterozigotos para um par de genes, considerando um caso de "genes letais", no qual o referido gene é dominante, as proporções genotípicas e fenotípicas não serão iguais.

III. No cruzamento entre diíbridos, podemos encontrar uma proporção fenotípica que corresponde a 12 : 3 : 1, o que configura um caso de epistasia recessiva.

Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

- A I, apenas.
- B III, apenas.
- C I e II, apenas.
- D II e III, apenas.
- E I, II e III.

5. (UFU – MG) O padrão da cor da pelagem em cães labradores depende de dois pares de genes, conforme o esquema representado a seguir. Há três cores possíveis de pelagem: preta, marrom e dourada. A pelagem dourada é resultante da não deposição de pigmentos.



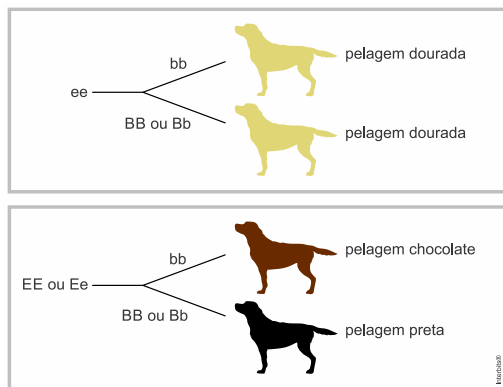
A partir das informações, responda:

i) Qual é o tipo de interação gênica envolvida no padrão de cor da pelagem nesses cães?

ii) Qual é a probabilidade de um casal BbEe X Bbee ter um descendente marrom?

iii) Uma fêmea marrom cruzou com um macho dourado e teve filhotes com pelagem preta e filhotes com pelagem dourada, na mesma proporção. Quais os genótipos do casal e dos filhotes?

6. (UERJ) Admita uma raça de cães cujo padrão de coloração da pelagem dependa de dois tipos de genes. A presença do alelo *e*, recessivo, em dose dupla, impede que ocorra a deposição de pigmento por outro gene, resultando na cor dourada. No entanto, basta um único gene *E*, dominante, para que o animal não tenha a cor dourada e exiba pelagem chocolate ou preta. Caso o animal apresente um alelo *E* dominante e, pelo menos, um alelo *B* dominante, sua pelagem será preta; caso o alelo *E* dominante ocorra associado ao gene *b* duplo recessivo, sua coloração será chocolate. Observe o esquema.



Identifique o tipo de herança encontrada no padrão de pelagem desses animais, justificando sua resposta.

Em seguida, indique o genótipo de um casal de cães com pelagem chocolate que já gerou um filhote dourado. Calcule, ainda, a probabilidade de que esse casal tenha um filhote de pelagem chocolate.

7. (UEM – PR) Considerando os conceitos de Genética, assinale o que for **correto**.

01) De acordo com a lei da segregação cada par de alelos presente nas células diploides separa-se na meiose, sendo que cada célula haploide recebe apenas um alelo do par.

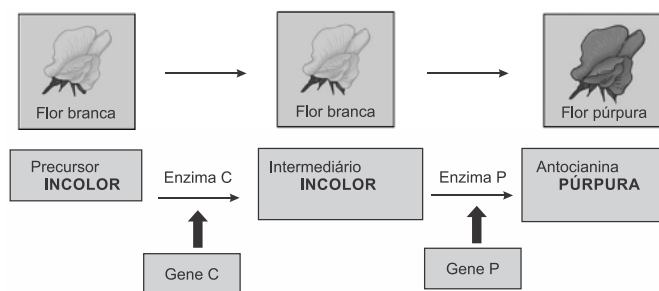
02) O termo "herança monogênica" é usado em casos onde apenas um par de alelos de um gene está envolvido na herança da característica, como por exemplo a sensibilidade ao PTC (feniltiocarbamida) na espécie humana.

04) O cruzamento entre dois indivíduos heterozigotos para um gene produzirá descendência de 75% de indivíduos com traço dominante e de 25% com traço recessivo.

08) Alelos múltiplos ocorrem quando um indivíduo heterozigoto apresenta dois alelos diferentes de um gene, não apresentando um fenótipo intermediário, mas sim os dois fenótipos simultaneamente.

16) Epistasia ocorre quando a ação do meio atua de forma a imitar um caráter congênito provocando alguma anomalia no indivíduo afetado.

8. (PUC – MG) A cor das flores da ervilha-de-cheiro não é determinada por um único par de alelos como descrito por Mendel. Trata-se de um caso de interação gênica epistática como pode ser deduzida pelo esquema abaixo.



Com base no esquema, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

- A O cruzamento de duas plantas com flores púrpuras pode gerar descendentes com flores brancas.
- B O cruzamento de duas plantas com flores brancas não pode gerar plantas de flores púrpuras.
- C A chance do cruzamento de duas plantas $CcPp \times CcPp$ gerar descendentes púrpuras é de $9/16$.
- D A chance do cruzamento de duas plantas $ccPp \times Ccpp$ gerar descendentes púrpuras é de $1/4$.

9. (UFU – MG) Em uma determinada raça de cão há três possibilidades de cores de pelo: preta, amarela e marrom. O alelo **M** é responsável pela cor preta, e seu alelo recessivo, pela cor marrom. O gene **E**, não alélico de **M**, condiciona o depósito de pigmento preto ou marrom no pelo. Já o alelo recessivo (*e*) impede esse depósito, originando o pelo amarelo.

No cruzamento entre dois cães dessa raça, um de pelo preto heterozigoto para os dois pares de genes e outro marrom descendente de uma mãe amarela, espera-se na descendência uma proporção fenotípica de:

- A 6 pretos: 2 amarelos.
- B 3 pretos: 3 marrons: 2 amarelos.
- C 3 pretos: 5 marrons.
- D 4 pretos: 3 marrons: 1 amarelo.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Responda a(s) questão(ões) com base na informação a seguir.

A variabilidade da cor do olho em humanos é regulada por múltiplos genes. Hipoteticamente, pode-se aceitar que alelos funcionais *A*, *B*, *C*, *D* são responsáveis pela produção de muito pigmento (visto nos olhos negros), e alelos não funcionais *a*, *b*, *c*, *d* sintetizam pouco (típico de olhos azuis). Conhece-se ainda uma variação patológica (alelo *e*) que, quando em homozigose, causa o albinismo, isto é, a ausência completa de pigmento (olhos avermelhados).

10. (PUC – RS) Qual a chance de um casal ter filhos com coloração normal nos olhos no caso de ambos serem $AaBbCcDdEe$?

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

11. (UFG – GO) Leia as informações a seguir.

Em uma dada espécie de abóbora, a interação de dois pares de genes condiciona a variação fenotípica dos frutos. Frutos na forma discoide são resultantes da presença de dois genes dominantes. A forma esférica deve-se à presença de apenas um dos dois genes dominantes. Já a forma alongada é determinada pela interação dos dois genes recessivos.

De acordo com as informações, o cruzamento entre uma abóbora esférica duplo homocigota com uma abóbora alongada resulta, na linhagem F₁, em uma proporção fenotípica de:

- A** 6/16 alongada. **B** 8/16 esférica.
C 9/16 discoide. **D** 16/16 alongada.
E 16/16 esférica.

12. (UEL – PR) Uma dada espécie vegetal caracteriza-se por apresentar tanto indivíduos com flores brancas quanto indivíduos com flores amarelas. Ao estudar o padrão de herança associado a esse fenótipo, um pesquisador verificou que se tratava de um típico caso de epistasia dominante. Sabe-se que o gene *A* codifica a enzima *A*, a qual catalisa a síntese do composto que dá a cor amarela às flores. Por outro lado, o gene epistático *B* codifica a proteína *B*, que atua como uma inibidora da reação catalisada pela enzima *A*, o que resulta em flores brancas.

O pesquisador também verificou a existência dos alelos recessivos *a* e *b*, os quais codificam proteínas que não apresentam suas respectivas atividades. Em seu laboratório, o pesquisador realizou cruzamentos entre indivíduos de flores brancas, heterocigotos para os dois pares de alelos (*AaBb*).

i) Qual proporção de indivíduos com flores amarelas é esperada na progênie do cruzamento realizado pelo pesquisador no laboratório?

Demonstre como você chegou a esse resultado.

ii) Apesar de o padrão de herança indicar predominância de flores brancas, ao observar na natureza, o pesquisador verificou maior frequência de indivíduos de flores amarelas. Isso ocorre pelo fato de as flores amarelas serem mais atrativas para os insetos que atuam como agentes polinizadores.

Quais benefícios esse processo de polinização (entomofilia) traz para ambas as espécies envolvidas?

13. (UEM – PR) Sabendo que o tipo de crista em certas variedades de galinhas é condicionado por dois pares de alelos, *R/r* e *E/e* – que se segregam independentemente, mas que interagem entre si na produção da forma de crista. A interação entre os alelos dominantes *R* e *E* resulta em crista noz; entre o alelo dominante *R* e o recessivo *e*, resulta em crista rosa; entre o alelo recessivo *r* e o dominante *E*, resulta em crista ervilha; e entre os

alelos recessivos *r* e *e*, resulta em crista simples. O cruzamento de uma galinha de crista rosa com um galo de crista ervilha resultou descendentes com crista simples. Com base nessas informações e em seus conhecimentos de genética, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

01) A galinha tem o genótipo *Rree*.

02) A probabilidade de que esse cruzamento origine uma ave de crista noz é de 25%.

04) A probabilidade de que esse cruzamento origine uma ave com genótipo *rrEe* é de 50%.

08) O cruzamento entre os descendentes com crista noz resultará em 1/16 de aves com crista simples.

16) Quando dois ou mais pares de alelos interagem para expressão de uma característica, pode-se dizer que ocorre epistasia.

14. (UERN) A tabela apresenta duas situações isoladas, em que o mesmo genótipo para determinar a cor da pelagem de determinados animais pode apresentar dois fenótipos diferentes, pois são interações gênicas diferentes.

	Animal I	Animal II
Genótipo	Fenótipo I	Fenótipo II
B_ pp	Branco	Branco
bb P_	Preto	Preto
B_ P_	Marrom	Branco
bb pp	Cinza	Cinza

Após a análise da tabela, pode-se concluir que a ocorrência de interações gênicas é muito significativa, pois mostra que os fenótipos resultam de processos complexos envolvendo, muitas vezes, vários pares de genes. Diante do exposto, é correto afirmar que

A o animal I apresenta uma interação epistática dominante, ou seja, um alelo dominante impede o efeito de um alelo de outro gene.

B o fato do animal II possuir um gene inibidor dominante, não impede de se encontrar outro exemplo em que o mesmo gene seja recessivo.

C os dois animais apresentam interações não epistáticas, em que a proporção 9 : 3 : 3 : 1 indica que agem dois pares de alelos, como ocorre no di-hibridismo clássico mendeliano.

D o animal II apresenta uma interação não epistática, em que a presença de dois genes dominantes originam um fenótipo diferente dos fenótipos produzidos por cada par separadamente.

15. (Unioeste – PR) Em abóboras, a cor do fruto é determinada por dois genes de segregação independente: os genótipos *CC* e *Cc* produzem frutos brancos, enquanto *cc* é necessário para produção de fruto colorido, cuja cor é determinada pelo segundo gene: cor amarela (*VV* e *Vv*) ou verde (*vv*). Do cruzamento de duas plantas brancas, heterocigotas para os dois loci, *CcVv*, serão produzidas

A 12/16 de plantas com frutos coloridos.

B 1/16 de plantas com frutos amarelos.

C 3/4 de plantas com frutos brancos.

D 3/16 de plantas com frutos verdes.

E apenas plantas com frutos brancos.

Gabarito

Resposta da questão 1:

[B]

Pais: EeBb × eebb

Filhos: 1 EeBb : 1 Eebb : 1 eeBb : 1 eebb

Proporção fenotípica esperada para os 36 filhotes:

9 pretos : 9 chocolates : 18 dourados.

Resposta da questão 2:

[A]

fenótipos	genótipos
preto	A_B_
marrom	A_bb
branco	aa__

Pais: AaBb × AaBb

Filhos: 9 A_B_ (pretos): 3 A_bb (marrons): 4 aa__

(3 aaB_ + 1 aabb brancos)

Resposta da questão 3:

01 + 02 + 04 + 08 = 15.

[01] Verdadeira. A interação gênica ocorre quando dois ou mais cromossomos agem conjuntamente na determinação de uma característica.

[02] Verdadeira. A segregação independente ocorre quando duas ou mais características segregam-se de maneira independente, distribuindo-se para os gametas e recombinando-se ao acaso.

[04] Verdadeira. A epistasia recessiva ocorre quando os dois alelos de um gene impedem a expressão dos alelos de outro par.

[08] Verdadeira. A herança poligênica ocorre quando participam de uma característica dois ou mais pares de genes.

[16] Falsa. A pleiotropia ocorre quando um gene influencia mais de uma característica no indivíduo

Resposta da questão 4:

[A]

[II] Incorreta: Considerando o gene A letal em homozigose, o cruzamento Aa × Aa produzirá, estatisticamente, a seguinte descendência viável:

2/3 Aa, heterozigotos que expressam o fenótipo dominante e 1/3 aa, homozigotos que expressam o fenótipo recessivo.

[III] Incorreta: No cruzamento com diíbridos, a proporção fenotípica corresponde a 12 : 3 : 1 configura um caso de epistasia dominante.

Resposta da questão 5:

i) Epistasia recessiva, na qual o genótipo ee impede a expressão dos genes B e b, determinantes das cores preta e marrom, respectivamente.

ii) pais: BbEe × Bbee

$$P(bbE_) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \text{ ou } 12,5\%.$$

iii) pais: fêmea bbEe × macho BBee

filhotes: 50% pretos (BbEe) e 50% dourados (Bbee).

Resposta da questão 6:

Epistasia

A expressão de um gene interfere na expressão de outro.

Ambos têm o genótipo Eebb.

Pais: Eebb × Eebb

$$P(\text{filhote } E_bb) = \frac{3}{4} \times 1 = \frac{3}{4} \text{ ou } 0,75 \text{ ou } 75\%.$$

Resposta da questão 7:

01 + 02 + 04 = 07.

[08] **Incorreto:** Os alelos múltiplos são diferentes versões de um gene, surgidos por mutações de genes preexistentes.

[16] **Incorreto:** Epistasia ocorre quando um gene impede a expressão de outro gene não alelo.

Resposta da questão 8:

[B]

pais: ccPP (branca) × CCpp (branca)

filhos: 100% CcPp (púrpura)

Resposta da questão 9:

[B]

Pais: MmEe × mmEe

filhos: 3 pretos (1MmEE e 2MmEe)

3 marrons (1mmEE e 2mmEe)

2 amarelos (1Mmee e 1mmee)

Resposta da questão 10:

[D]

A formação do pigmento que confere cor à íris dos olhos depende da presença de, pelo menos, uma cópia do gene dominante e não epistático (inibidor), E. Dessa forma, o cruzamento de pais heterozigotos (Ee) produz, estatisticamente, 3/4 ou 75% de filhos com genótipo E_.

Resposta da questão 11:

[E]

fenótipos	genótipos
discoide	A_B_
esférica	A_bb ou aaB_
alongada	aabb

pais: AAbb x aabb
 gametas: Ab ab
 Filhos: 100% Aabb (esféricas)

Resposta da questão 12:

i) Fazendo o cruzamento genético, tem-se

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB branca	AABb branca	AaBB branca	AaBb branca
Ab	AABb branca	AAbb amarela	AaBb branca	Aabb amarela
aB	AaBB branca	AaBb branca	aaBB branca	aaBb branca
ab	AaBb branca	Aabb amarela	aaBb branca	aabb branca

A partir da análise do quadrado de Punnet, infere-se que, para cada 16 indivíduos, são esperados 3 indivíduos com flores amarelas.

ii) Para a planta, o principal benefício é o transporte do grão de pólen até o estigma de outras flores, favorecendo a fecundação cruzada. Os insetos são beneficiados pela obtenção de alimento, o néctar.

Resposta da questão 13:

01 + 02 + 08 = 11.

	Re	rE
rE	RrEe	rrEe
re	Rree	rree

Pais: ♀ Rree × ♂ rrEe

Filhos: 25% RrEe (noz); 25% Rree (rosa); 25% rrEe (ervilha) e rree (simples)

[04] Incorreto: P(rrEe) = 25%

[16] Incorreto: Epistasia ocorre quando um gene impede a manifestação de outro gene não alelo.

Resposta da questão 14:

[B]

Por exclusão, conclui-se que a alternativa [B] é correta, apesar de não deixar claro a qual fenótipo se refere o gene inibidor em questão.

Resposta da questão 15:

[C]

O cruzamento de duas plantas heterozigotas (CcVv) resultará, em F1, a seguinte proporção:

9/16 C_V_ frutos brancos
 3/16 C_v_ frutos brancos
 3/16 c_V_ frutos amarelos
 1/16 c_v_ frutos verdes

Somando-se os frutos brancos, temos como resposta 12/16 = 3/4.