



Exercícios: Módulo 2 – Aula 14

Interação Gênica: Herança Quantitativa

1. (UFSC) Fatores limitantes se alteram constantemente, sendo necessária a existência de programas de melhoramento genético para a seleção de cultivares com características agronômicas superiores. Em um modelo hipotético composto por três genes que possuem segregação independente, um geneticista cruzou dois cultivares parentais contrastantes (P_1 e P_2).

- P_1 : AABBDD [cultivar com a melhor absorção de nitrogênio e suscetível ao oídio]. Os alelos "A" e "B" possuem um efeito aditivo equivalente, caracterizando uma herança quantitativa. O efeito aditivo se manifesta pela redução da necessidade da concentração de nitrogênio no solo. Esse cultivar necessita de uma concentração de 4% em massa no fertilizante. O alelo "D" torna a planta suscetível ao oídio (doença causada pelo fungo *Erysiphe difusa*).

- P_2 : aabbdd [cultivar com a pior absorção de nitrogênio e resistente ao oídio]. Esse cultivar necessita de uma concentração de 12% em massa no fertilizante. O alelo "d", quando em homozigose, torna a planta resistente ao oídio.

Desse cruzamento foi obtida a geração F_1 , com a qual foi realizada a autofecundação que deu origem à geração F_2 com o total de 192 plantas.

i) Qual a concentração necessária, em percentual, de nitrogênio nos fertilizantes para as plantas da geração F_1 ?

ii) No total de plantas obtidas na geração F_2 , em quantas delas se esperam as seguintes características: menor necessidade de concentração de nitrogênio no fertilizante e resistência ao oídio?

2. (UFU – MG) Numa determinada espécie de milho, a altura da planta varia de 150 cm a 300 cm. Cruzando-se linhagens homozigóticas que produzem plantas com altura de 150 cm e linhagens homozigóticas que produzem plantas com altura de 300 cm, obteve-se uma geração F_1 que, autofecundada, originou sete fenótipos.

Com base nos dados apresentados, responda:

i) Quantos genes efetivos estão atuando na herança da altura do milho?

ii) Quantos centímetros cada gene efetivo adiciona ao fenótipo mínimo? Qual a altura dos descendentes da geração F_1 ?

iii) A geração F_2 resultou em 384 plantas. Quantas dessas possuem uma altura de 250 cm?

3. (IFBA) O processo de formação do povo brasileiro é histórico, cultural e biológico. A determinação da cor da pele representa um caso de herança poligênica e sua expressão sofre interferência das condições do ambiente.

Sobre o mecanismo de herança poligênica é correto afirmar:

A A expressão da característica para pigmentação da pele representa um caso de epistasia, em que um gene neutraliza a ação daquele que não é o seu alelo.

B As variações da pigmentação da pele podem ser explicadas pela quantidade de genes que apresentam efeitos cumulativos.

C Alterações ambientais provocam modificações nos genes responsáveis pela expressão da característica, sendo responsáveis pelas variações de pigmento no conjunto populacional.

D Todas as variações da pigmentação da pele podem ser explicadas por um par de alelos que podem se expressar em homozigose ou heterozigose.

E Por se tratar de uma expressão de dominância e recessividade, na herança poligênica, os genótipos homozigotos recessivos comportam-se como genes letais, portanto, não se expressam no conjunto da população.

4. (UPF – RS) Suponha que a diferença entre uma planta de 100 cm de estatura e uma de 160 cm é devida a dois pares de genes de fatores e efeitos iguais e aditivos. A planta de 160 cm é duplo homozigota dominante e a de 100 cm é duplo homozigota recessiva. Cruzando-se uma planta duplo heterozigota com uma duplo homozigota recessiva, pode-se prever que, entre os descendentes:

- A) 25% terão em média 130 cm, 50% terão em média 115 cm e 25% terão em média 100 cm de estatura.
- B) 100% das plantas terão em média 115 cm de estatura.
- C) 50% terão em média 140 cm e 50% terão em média 100 cm de estatura.
- D) 75% terão em média 130 cm e 25% terão em média 145 cm de estatura.
- E) 25% terão em média 115 cm, 25% terão em média 130 cm, 25% terão em média 145 cm e 25% terão em média 160 cm de estatura.

5. (USCS – SP) A coloração dos grãos de trigo é um típico exemplo de herança quantitativa. Seus fenótipos variam entre vermelho-escuro, vermelho médio, vermelho, vermelho-claro e branco.

Considere a presença de apenas dois pares de alelos, com segregação independente, responsáveis pela coloração dos grãos de trigo e utilize as letras A, a, B e b para representar os alelos envolvidos. Entre os genes A e B ocorre uma interação não alélica aditiva.

i) Esquematize um cruzamento entre uma planta produtora de grãos vermelho-escuros e uma planta produtora de grãos brancos, indicando os genótipos parentais e a proporção fenotípica esperada em F1.

ii) Duas plantas parentais produtoras de grãos vermelhos, com genótipos diferentes, foram intercruzadas diversas vezes. Em todos os cruzamentos realizados, o resultado obtido foi sempre de 100% de plantas produtoras de grãos vermelhos. Justifique os resultados obtidos nos cruzamentos, indicando os genótipos das plantas parentais e da geração F1.

6. (UFSC) Para explicar a herança da cor da pele nos humanos, existem dois modelos poligênicos. O primeiro se baseia na existência de dois genes com dois alelos cada um. O segundo admite a existência de três genes, cada um deles também com dois alelos. No primeiro modelo, indivíduos AABB seriam negros e aabb seriam brancos. No segundo modelo, AABBCc seriam negros e aabbcc seriam brancos. Em ambos os modelos, a ação dos genes e seus alelos seria aditiva, não existindo uma relação de dominância entre os alelos envolvidos. A cor da pele dependeria então da presença de alelos mais ou menos ativos na produção da melanina, sendo este um modelo típico de herança quantitativa.

Com relação à herança da cor da pele humana, é CORRETO afirmar que:

- 01) em ambos os modelos, o padrão de herança é autossômico recessivo.
- 02) no primeiro modelo, a chance de um casal duplo heterozigoto ter um descendente negro é de 6,25 %.
- 04) no segundo modelo, a chance de um casal triplo heterozigoto ter um descendente branco é de 3,12 %.
- 08) no primeiro modelo, há a possibilidade de existirem quatro classes fenotípicas diferentes.
- 16) no segundo modelo, pode-se prever a existência de sete classes fenotípicas diferentes.
- 32) na herança de padrão quantitativo, as condições ambientais têm pouca influência nos fenótipos.
- 64) o gráfico de distribuição das classes fenotípicas de uma herança quantitativa tende a apresentar uma distribuição contínua de suas classes.

7. (UFPB) O aumento da população mundial tem provocado a busca por uma maior produção de alimentos. Dentre as estratégias utilizadas para aumentar a oferta de alimentos, o melhoramento animal, através de cruzamento direcionado, possibilita um ganho de produtividade nas gerações seguintes. Um pequeno pecuarista, de posse desses conhecimentos, para melhorar seu rebanho com relação à produtividade de leite e ao aumento de porte físico dos animais, selecionou uma vaca de seu rebanho, que tinha porte médio e produzia 15 litros de leite por dia, e cruzou com um touro de genótipo aaBb. Sabe-se que:

- Cada alelo B contribui com 10 litros de leite por dia e cada alelo b com 5 litros;
- O genótipo aa define grande porte; Aa médio porte e AA, pequeno porte.

De acordo com essas informações, julgue os itens a seguir relativos aos possíveis resultados desses cruzamentos:

- () A probabilidade de nascerem indivíduos com porte maior e mais produtivos que a mãe é admissível
- () A probabilidade de ocorrer diminuição na produção de leite da prole resultante do cruzamento é de pelo menos 50%.
- () A probabilidade de nascerem indivíduos de pequeno porte é de 50%.
- () A probabilidade de nascer um indivíduo de fenótipo igual ao da mãe é de 25%.
- () A probabilidade de nascerem indivíduos com fenótipo inferior ao da mãe é de 25%.

8. (ENEM – PPL) 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

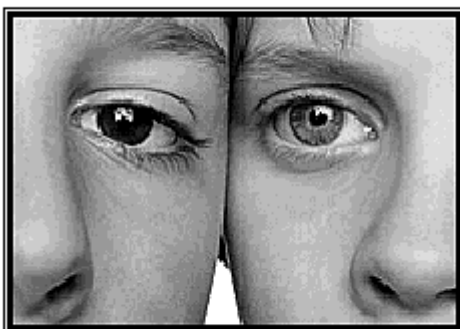
Os pesquisadores chegaram à conclusão, a partir da observação da prole, que a altura nessa planta é uma característica que

- Ⓐ não segue as leis de Mendel.
- Ⓑ não é herdada e, sim, ambiental.
- Ⓒ apresenta herança mitocondrial.
- Ⓓ é definida por mais de um gene.
- Ⓔ é definida por um gene com vários alelos.

9. (UEG – GO) A grande variação da cor da pele na espécie humana deve-se não apenas à herança quantitativa, mas também à maior ou menor exposição ao Sol. Em relação à influência genética, supõe-se que o gene S determine uma dose de melanina, que se soma ao mesmo efeito do gene T, não alelo. Assim, indivíduos SSTT são considerados negros. No cruzamento de um homem mulato médio, filho de uma mulher branca, com uma mulher negra, qual seria a proporção fenotípica dos filhos desse casal?

10. (PUC – MG) A cor da íris dos olhos na espécie humana é uma HERANÇA QUANTITATIVA determinada por diferentes pares de alelos. Nesse tipo de herança, cada alelo efetivo, representado por letras maiúsculas (N e B), adiciona um mesmo grau de intensidade ao fenótipo. Alelos representados por letras minúsculas (n e b) são inefetivos.

Um outro gene alelo A com segregação independente dos outros dois alelos mencionados é necessário para a produção de melanina e consequente efetividade dos alelos N e B. Indivíduos aa são albinos e não depositam pigmentos de melanina na íris.



De acordo com as informações dadas, é INCORRETO afirmar:

- Ⓐ Todos os descendentes de pais homocigotos para todos os genes deverão apresentar o mesmo genótipo, mesmo que este seja diferente daquele apresentado pelos pais.
- Ⓑ Considerando-se apenas os dois pares de alelos aditivos, são possíveis vários genótipos, mas apenas cinco fenótipos.
- Ⓒ A não-ocorrência de cruzamentos preferenciais em uma população não albina, cuja frequência de alelos N e B seja igual, favorece um maior percentual de descendentes com fenótipo intermediário.
- Ⓓ O cruzamento de indivíduos NnBbAa com nnnbbaa pode produzir oito fenótipos diferentes.

11. (UFU – MG) Considere o trecho a seguir e as informações seguintes.

"Nielson-Ehle mostrou que a herança poligênica segue as leis mendelianas e que os fenótipos são condicionados por diversos genes cujos alelos têm efeitos aditivos."

AMABIS e MARTHO. "Biologia das Populações 3". São Paulo: Moderna, 2ª ed., 2004, p. 84-85.

Uma variedade de gramíneas tem o tamanho médio dos entrenós do caule de 4,2 cm. A outra variedade, de tamanho menor, apresenta para os entrenós do caule a média de 1,8 cm. A polinização entre essas duas variedades produziu F1 com gramíneas de altura intermediária, cujos entrenós são em média de 3 cm. A autopolinização de F1 produziu F2 constituído por plantas de diferentes tamanhos. Dentre esses diferentes tamanhos, existiam gramíneas com entrenós de 4,2 cm e 1,8 cm, que correspondiam, separadamente, a 1/64 da população F2.

Acerca desse assunto, pergunta-se:

i) Qual o número provável de genes envolvidos no tamanho dos entrenós dessas plantas? Justifique sua resposta.

ii) Calcule a participação provável de cada alelo para o fenótipo final.

12. (UFC – CE) Atualmente, o Governo Federal vem discutindo a implantação de quotas para negros nas universidades.

Considerando a cor da pele de negros e de brancos responda:

i) Onde é determinada, histológica e citologicamente a cor da pele?

Histologicamente:

Citologicamente:

ii) O que confere a diferença na cor da pele de indivíduos negros em relação à dos indivíduos brancos?

iii) Evolutivamente, qual a importância da existência dessa variabilidade na cor da pele para o ser humano?

iv) Especifique a forma de herança genética responsável pela determinação da cor da pele.

13. (Unicamp – SP) No ser humano, a ausência de pigmento (albinismo: dd) e a cor da pele (cor branca: aabb; cor negra: AABB) são características autossômicas. Do casamento entre um homem e uma mulher negros, nasceu um menino albino. Do casamento desse rapaz com uma mulher branca, nasceram dois filhos mulatos intermediários e uma filha albina. Com base nesses dados:

i) Indique os genótipos de todas as pessoas citadas no texto. (Use as notações indicadas no texto para identificar os alelos.)

ii) Se um dos descendentes mulatos intermediários se casar com uma mulher branca albina, qual será a proporção esperada de filhos albinos?

iii) A que tipo de herança se refere a característica cor de pele? Justifique.

14. (Unesp) Políticas de inclusão que consideram cotas para negros ou afrodescendentes nas universidades públicas foram colocadas em prática pela primeira vez na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), em 2001. Propostas como essas geram polêmicas e dividem opiniões. Há vários argumentos contra e a favor. Os biólogos têm participado desse debate, contribuindo com os conhecimentos biológicos referentes à raça e à herança da cor da pele humana, entre outros.

Assinale a afirmação considerada correta do ponto de vista da biologia.

A Os critérios para se definirem duas populações como raças diferentes são científica e consensualmente determinados.

B Não encontramos, na história da biologia, dúvidas sobre a existência de raças na espécie humana.

C A cor da pele humana é um exemplo de herança quantitativa ou poligênica, o que significa que vários genes atuam na sua definição.

D O fato de a cor da pele não ser influenciada por fatores ambientais reforça a hipótese da existência de raças na espécie humana.

E A determinação da cor da pele humana segue os padrões do tipo de herança qualitativa e é um exemplo de co-dominância.

15. (UFU – MG) O peso dos frutos (fenótipos) de uma determinada espécie vegetal varia de 150g a 300g. Do cruzamento entre linhagens homocigóticas que produzem frutos de 150g, com linhagens homocigóticas que produzem frutos de 300g, obteve-se uma geração F_1 que, autofecundada, originou 7 fenótipos diferentes.

Sabendo-se que o peso do fruto é um caso de herança quantitativa, reponda:

i) quantos pares de genes estão envolvidos na determinação do peso dos frutos desta espécie vegetal?

ii) qual é o efeito aditivo de cada gene?

iii) de acordo com o triângulo de Pascal, qual é a proporção de cada classe fenotípica obtida em F_2 ?

Gabarito

Resposta da questão 1:

i) A F_1 apresenta genótipo AaBb, para os alelos que controlam a absorção do nitrogênio. Tratando-se de herança quantitativa, seu fenótipo é a média aritmética dos pais, isto é, $4\% + 12\% = 16\% \div 2 = 8\%$.

ii) A probabilidade de plantas em F_2 com genótipo

$$AABBdd \text{ é igual a } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64} = 0,0156 \cong 1,56\%.$$

Resposta da questão 2:

i) Na herança quantitativa o número de fenótipos na F_2 é igual ao número de genes envolvidos menos um. Dessa forma, estão atuando na herança da altura do milho seis genes.

ii) A contribuição do gene aditivo é a diferença entre os extremos dividida pelo número de genes. Assim, temos:

$$\frac{300 \text{ cm} - 150 \text{ cm}}{6} = \frac{150 \text{ cm}}{6} = 25 \text{ cm}.$$

iii) As plantas com 250 cm de altura possuem quatro genes aditivos no genótipo e frequência de $15/64$ na F_2 . Logo, a proporção desses vegetais é $15/64$ de 384 plantas, ou seja, 90 indivíduos.

Resposta da questão 3:

[B]

A pigmentação da pele humana pode ter uma variação contínua, que não pode ser dividida em categorias distintas facilmente, sendo uma forma de herança, em que ocorrem interações de dois ou mais pares de genes com efeito aditivo.

Resposta da questão 4:

[A]

Valor do gene aditivo = diferença entre os extremos/nº total de genes = $(160 - 100)/4 = 60/4 = 15 \text{ cm}$

Pais: 25% AaBb (100 - 30 cm) : aabb (100 cm).

Filhos:

25% AaBb (130 cm) : 25% Aabb (115 cm) : 25% aaBb (115 cm) : 25% aabb (100 cm).

Resposta da questão 5:

Fenótipos	Genótipos
Vermelho-escuro	AABB
Vermelho médio	AABb ou AaBB
Vermelho	AAbb, aaBB ou AaBb
Vermelho-claro	Aabb ou aaBb
Branco	aabb

i) Pais: AABB × aabb

F1: 100% AaBb (vermelhas)

ii) Pais: AAbb × aaBB

F1: 100% AaBb (vermelhas)

Resposta da questão 6:

$$02 + 16 + 64 = 82.$$

[01] Falso. Os alelos envolvidos na herança quantitativa são aditivos, isto é, somam os seus efeitos na determinação do fenótipo.

[04] Falso. A probabilidade de um casal triplo heterozigoto ter um descendente branco, de acordo com o segundo modelo é igual a $0,25 \times 0,25 \times 0,25$, isto é, 1,56%.

[32] Falso. A influência ambiental é decisiva na variação de caracteres genéticos quantitativos.

Resposta da questão 7:

V - F - F - V - F.

alelos $\left\{ \begin{array}{l} B - 10 \text{ litros de leite} \\ b - 5 \text{ litros de leite} \\ A - \text{pequeno porte} \\ a - \text{grande porte} \end{array} \right.$

Pais: ♀ AaBb × ♂ aaBb

	AB	Ab	aB	ab
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Filhos:

1/8 (12,5%) AaBB - médio porte/ 20 litros de leite;
 1/4 (25%) AaBb - médio porte/ 15 litros de leite;
 1/8 (12,5%) aaBB - grande porte/ 20 litros de leite;
 1/4 (25%) aaBb - grande porte/ 15 litros de leite;
 1/8 (12,5%) Aabb - médio porte/ 10 litros de leite;
 1/8 (12,5%) aabb - grande porte/ 10 litros de leite;

Resposta da questão 8:

[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.

Resposta da questão 9:

Pais: ♂ SstT × ♀ SSTT

Filhos: 1/4 negro (SSTT); 2/4 mulatos escuros (SstT e SSTt) e 1/4 mulato médio (SsTt).

Resposta da questão 10:

[D]

Resposta da questão 11:

i) 6 (3 pares). Os extremos da F2 são: $1/4^n = 1/64 = 1/4^3$.

ii) 0,4 cm.

Resposta da questão 12:

i) A cor da pele é determinada pela quantidade de uma substância, a melanina, sintetizada a partir do aminoácido tirosina. O pigmento melanina é produzido nas células do tecido epitelial, denominadas melanócitos. O epitélio da pele é formado por várias camadas celulares sobrepostas, denominadas, em conjunto, de epiderme. Na camada mais interna da epiderme, denominada camada basal ou germinativa, é onde encontram-se as células produtoras da melanina, os melanócitos, que ao produzirem a substância, transferem-na para outro tipo celular epidérmico, os queratinócitos. Além disso, os melanócitos podem ser encontrados também no estrato superior à camada basal, ou seja, na camada espinhosa.

ii) Adicionalmente, outros fatores influenciam a cor da pele, como os carotenos e a quantidade de capilares sanguíneos, os quais localizam-se na camada abaixo da epiderme, a derme, formada por tecido conjuntivo, principalmente. Entretanto, o caráter distintivo da cor da pele entre negros e brancos é resultado da ação dos melanócitos.

iii) A diferença na cor da pele entre negros e brancos reside na quantidade do pigmento que é produzido. Assim, negros possuem maior quantidade de melanina que brancos. A existência dessa variabilidade para o ser humano deveu-se a uma maior proteção contra radiação ultravioleta da luz solar. A melanina absorve e dispersa os raios ultravioleta excessivos, protegendo as células de possíveis efeitos mutagênicos provocados pela luz ultravioleta.

iv) A herança da cor da pele é do tipo quantitativa, ou poligênica, ou herança multifatorial, pois, nesse tipo de interação gênica, dois ou mais pares de alelos, cada um localizado em diferentes pares de cromossomos homólogos, apresentam seus efeitos somados, para determinar um mesmo caráter, no caso, assim possibilitando a manifestação do fenótipo em questão, em diferentes intensidades.

Resposta da questão 13:

i) Genótipos

1. Homem negro: Dd AA BB

2. Mulher negra: Dd AA BB

3. Menino albino: dd AA BB

4. Mulher branca: Dd aa bb

5. Filhos mulatos intermediários: Dd Aa Bb

6. Filha albina: dd Aa Bb

ii) 50%

iii) Herança quantitativa, onde genes aditivos contribuem com a variação da quantidade de melanina na pele.

Resposta da questão 14:

[C]

Resposta da questão 15:

i) 3 pares de genes.

ii) 25g

iii) 1:6:15:20:15:6:1