

GENÉTICA

Prof. Kennedy Ramos

UNIDADE 09: Polialelia (Alelos Múltiplos)

Introdução:

É um fenômeno genético que ocorre quando um caráter é determinado por 3 ou até mais alelos, daí referir-se a estes genes como alelos múltiplos.

A cor da pelagem em coelhos:

Trata-se de um caso de polialelia condicionado por 4 alelos: C, que determina pelagem castanho-acinzentada (selvagem ou aguti); c^{ch}, que determina pelagem cinzento-prateada (chinchila); c^h, que determina pelagem branca com extremidades pretas (himalaia); e c^a, que condiciona pelagem totalmente branca (albino).

A relação de dominância entre estes genes é:

$$C > C^{ch} > C^h > C^a$$

Como vimos, a cor da pelagem em coelhos é determinada por 4 genes, porém os alelos atuam em pares, por isso estão combinados dois a dois nos indivíduos, sendo possíveis dez tipos de genótipos e quatro tipos de fenótipos.

Genes	Fenótipos	Genótipos	
		Homozigóticos	Heterozigóticos
C	Selvagem	CC	Cc ^{ch} , Cc ^h , Cc ^a
C ^{ch}	Chinchila	c ^{ch} c ^{ch}	c ^{ch} c ^h , c ^{ch} c ^a
C ^h	Himalaia	c ^h c ^h	c ^h c ^a
C ^a	Albino	c ^a c ^a	

A obtenção do número de genótipos possíveis, em um caso de polialelia, é dada pela fórmula:

$$\frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

Onde n corresponde ao número de genes alelos que determinam o caráter em questão.

Como surgem tantos genes para um caráter?

Através das **mutações gênicas**. O surgimento dos alelos múltiplos deve-se a uma das propriedades do material genético, que é a de sofrer mutações. Assim, acredita-se que a partir do gene C (**aguti**), por um erro acidental no DNA, originou-se o gene C^{ch} (**chinchila**).

A existência de alelos múltiplos é interessante para a espécie, pois haverá maior variabilidade genética, possibilitando mais oportunidade para adaptação ao ambiente (seleção natural).

Exemplificando, teremos...



Selvagem ou aguti (C)



Himalaio (C^h)



Chinchila (C^{ch})



Albino (C^a)



ATIVIDADES PROPOSTAS



01. (Ufrgs) Em uma espécie de peixes de aquário, aparecem três padrões distintos de coloração na nadadeira dorsal: negra, rajada e amarela. Esses padrões são resultantes das combinações de três diferentes alelos de um mesmo loco. No quadro a seguir, estão representados três cruzamentos entre peixes com padrões de coloração distintos para nadadeiras e suas respectivas gerações F1 e F2.

Cruzamentos	Geração F1	Geração F2 (número de indivíduos)
1. rajada x amarela	100% rajadas	50 rajadas; 17 amarelas
2. negra x amarela	100% negras	100 negras; 35 amarelas
3. negra x rajada	100% negras	65 negras; 21 rajadas

Se um macho da F1 do cruzamento 3 cruza com uma fêmea da F1 do cruzamento 1, quais as proporções de coloração das nadadeiras dorsais esperadas para os descendentes?

- 50% de indivíduos com nadadeiras negras e 50% de indivíduos com nadadeiras rajadas.
- 75% de indivíduos com nadadeiras negras e 25% de indivíduos com nadadeiras amarelas.
- 75% de indivíduos com nadadeiras negras e 25% de indivíduos com nadadeiras rajadas.
- 50% de indivíduos com nadadeiras negras e 50% de indivíduos com nadadeiras amarelas.
- 100% de indivíduos com nadadeiras negras.



02. (Ufrgs) Coelhos podem ter quatro tipos de pelagem: chinchila, himalaia, aguti e albina, resultantes das combinações de quatro diferentes alelos de um mesmo loco. Num experimento, animais com diferentes fenótipos foram cruzados várias vezes.

Os resultados, expressos em número de descendentes, constam na tabela a seguir:

Cruzamento	Fenótipos parentais	Fenótipos da progênie			
		Hi	Ch	Ag	Al
1	Ag X Al	12	0	11	0
2	Ag X Hi	0	0	23	0
3	Ag X Ch	0	14	15	0
4	Ag X Ch	6	6	12	0
5	Ch X Ch	9	30	0	0
6	Hi X Al	18	0	0	0

Onde: Al = albino; Hi = himalaia; Ch = chinchila; Ag = aguti.

Se o animal progenitor aguti do cruzamento 1 for utilizado para a obtenção de filhotes com o progenitor chinchila do cruzamento 4, que proporção de descendentes poderemos prever?

- 1 aguti: 1 chinchila.
- 1 aguti: 1 himalaia.
- 9 aguti: 3 himalaia: 3 chinchila: 1 albino.
- 2 aguti: 1 chinchila: 1 himalaia.
- 3 aguti: 1 chinchila.



03. (Puccamp) Em uma espécie de abelha, a cor dos olhos é condicionada por uma série de cinco alelos, entre os quais há a seguinte relação de dominância:

$$a^1 > a^2 > a^3 > a^4 > a$$

a^1 : marrom

a^2 : pérola

a^3 : neve

a^4 : creme

a : amarelo

Uma rainha de olhos marrons, heterozigótica para pérola, foi inseminada por espermatozoides provenientes de machos com olhos das cores marrom (20%), pérola (20%), neve (20%), creme (20%) e amarelo (20%). Essa rainha produziu, em um dia, 1 250 gametas dos quais 80% foram fecundados.

Todos os gametas produzidos resultaram em descendentes. Os descendentes dessa rainha terão olhos

- somente da cor marrom.
- somente das cores marrom ou pérola.
- da cor marrom se forem fêmeas; da cor pérola, se forem machos.
- da cor marrom ou pérola, se forem fêmeas, e, nos machos, as cinco cores serão possíveis.
- da cor marrom ou pérola, se forem machos, e, nas fêmeas, as cinco cores serão possíveis.



04. (Ufrgs) Se um caráter tem três alelos possíveis, podendo haver seis genótipos, e um segundo caráter apresenta oito genótipos possíveis, quando ambos forem estudados simultaneamente, podem ocorrer:

- 7 genótipos.
- 12 genótipos.
- 24 genótipos.
- 48 genótipos.
- 96 genótipos.



05. O controle genético de determinado caráter é feito por uma série de quatro alelos de um só locus. O alelo A1 é dominante sobre os alelos A2, A3 e A4; o alelo A2 é dominante sobre os alelos A3 e A4 e o alelo A3 é dominante sobre A4.

Do cruzamento A1A2 x A3A4 devem ser obtidas:

- a) quatro classes genotípicas e quatro classes fenotípicas.
- b) quatro classes genotípicas e duas classes fenotípicas.
- c) quatro classes genotípicas e três classes fenotípicas.
- d) três classes genotípicas e três classes fenotípicas.
- e) três classes genotípicas e duas classes fenotípicas.



ATIVIDADES ENEM



06. (MODELO ENEM) O quadro abaixo apresenta a distribuição de cinco alelos cujas combinações fenotípicas são responsáveis pela cor do olho em uma certa espécie de abelha.

Padrão de Coloração	Genótipo
Marrom	$b^m b$
Neve	$b^n b^n$
Pérola	$b^p b^n$
Neve	$b^n b^c$
Amarelo	bb
Creme	$b^c b$
Marrom	$b^m b^p$
Pérola	$b^p b^c$
Creme	$b^c b^c$
Marrom	$b^m b$
Neve	$b^n b$

Com base nas informações do quadro, qual a ordem de dominância dos diferentes alelos?

- a) $b^p > b^m > b^n > b^c > b$.
- b) $b^m > b^p > b^n > b^c > b$.
- c) $b^m > b^p > b^c > b > b^n$.
- d) $b^p > b > b^c > b^n > b^m$.
- e) $b^p > b^m > b^n > b^c > b$.



07. (MODELO ENEM) O quadro apresenta a distribuição dos 4 diferentes alelos do gene A cujas combinações genotípicas são responsáveis pelos padrões de coloração da pelagem de algumas raças caninas.

Raça	Padrão de coloração	Genótipo
Doberman	tan	$a^t a^t$
Collie	dourada	$a^y a^y$
Collie	dourada	$a^y a^t$
Pastor de Shetland	preta	$a a$
Pastor de Shetland	tan	$a^t a$
Pastor de Shetland	dourada	$a^y a$
Eurasier	preta	$a a$
Eurasier	prateada	$a^w a^w$
Eurasier	prateada	$a^w a^t$
Eurasier	dourada	$a^y a^w$
Eurasier	prateada	$a^w a$

Com base no quadro, a hierarquia de dominância dos diferentes alelos é:

- a) $a^w > a > a^y > a^t$.
- b) $a^y > a^t > a > a^w$.
- c) $a^t > a^t > a^w > a$.
- d) $a^y > a^w > a^t > a$.
- e) $a^w > a^y > a > a^t$.



08. (MODELO ENEM) Imagine que, em um dado mamífero, a cor da pelagem seja determinada por três alelos:

- Alelo P– determina pelagem preta
- Alelo C– determina pelagem cinza
- Alelo B– determina pelagem branca

Considere que o alelo P é dominante sobre o B e que há dominância do alelo C sobre os alelos P e B. Em um experimento, envolvendo cinco cruzamentos, foram utilizados animais com os três tipos de pelagem. Os cruzamentos e seus resultados são apresentados na tabela abaixo.

Cruzamento	Macho	Fêmea	Descendentes
I	Branco	X Branca	100% Branco
II	Branco	X Cinza	50% Cinza e 50% Branco
III	Cinza	X Preta	100% Cinza
IV	Preto	X Preta	75% Preto e 25% Branco
V	Preto	X Branca	100% Preto

Se machos de pelagem cinza provenientes do cruzamento II forem acasalados com fêmeas de pelagem preta provenientes do cruzamento V, espera-se que entre os descendentes

- a) 50% tenham pelagem cinza e 50% branca.
- b) 50% tenham pelagem cinza e 50% preta.
- c) 75% tenham pelagem cinza e 25% branca.
- d) 75% tenham pelagem cinza e 25% preta.
- e) 25% tenham pelagem preta, 50% cinza e 25% branca.



09. (MODELO ENEM) A cor da pelagem em coelhos é causada por quatro alelos diferentes do gene c: os alelos selvagem, chinchila, himalaia e albino. O alelo tipo selvagem é totalmente dominante em relação aos demais; o alelo chinchila apresenta dominância incompleta em relação ao alelo albino e codominância em relação ao alelo himalaia. O alelo himalaia, por sua vez, é totalmente dominante em relação ao alelo albino. De acordo com essas informações, quantos diferentes fenótipos podem ser encontrados para a pelagem de coelhos?

- a) 2.
- b) 3.
- c) 4.
- d) 5.
- e) 6.



10. (MODELO ENEM) Suponha que em uma certa espécie diploide exista um caráter relacionado com uma série de quatro alelos (alelos múltiplos).

Em um determinado indivíduo da espécie referida, o número máximo de alelos representados relacionados ao caráter em questão será igual a

- a) 2.
- b) 4.
- c) 6.
- d) 8.
- e) 10.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: A

Comentário: 50% de indivíduos com nadadeiras negras e 50% de indivíduos com nadadeiras rajadas.

QUESTÃO 02: Gabarito: D

Comentário: 2 aguti: 1 chinchila: 1 himalaia.

QUESTÃO 03: Gabarito: B

Comentário: Somente das cores marrom ou pérola.

QUESTÃO 04: Gabarito: D

Comentário: São 48 genótipos.

QUESTÃO 05: Gabarito: B

Comentário: Serão quatro classes genóticas e duas classes fenóticas.

QUESTÃO 06: Gabarito: B

Fenótipos	Genótipos
Marrom	$b^m b^p, b^m b^p$
Pérola	$b^p b^n, b^n b$
Neve	$b^n b^n, b^n b$
Creme	$b^c b, b^c b^c$
Amarelo	bb

O alelo determinante da cor amarela é o mais recessivo e o determinante da cor marrom, o líder da série, em relação à dominância.

QUESTÃO 07: Gabarito: D

Comentário: A coloração dourada é determinada pelo alelo a^y .

($a^y a^y, a^y a^w, a^y a^t$ e $a^y a$); prata pelo alelo a^w . ($a^w a^w, a^w a^t, a^w a$); tan pelo alelo a^t ($a^t a^t$ e $a^t a$) e preta pelo alelo a (aa). Dessa forma, a hierarquia de dominância é $a^y > a^w > a^t > a$.

QUESTÃO 08: Gabarito: E

Comentário:

Pais: ♂CB x PB♀.
Filhos: 25% preta (PB), 50% cinza (CP + CB) e 25% branca (BB).

QUESTÃO 09: Gabarito: E

Comentário: De acordo com o enunciado temos: quatro fenótipos clássicos (selvagem, chinchila, himalaia e albino) e dois fenótipos com herança intermediária, porque os genótipos resultantes das combinações alélicas $c^{ch} c^a$ e $c^{ch} c^h$ poderiam expressar, respectivamente, o fenótipo chinchila e albino (malhados) e chinchila com as extremidades escuras (himalaios).

QUESTÃO 10: Gabarito: A

Comentário: Independente da quantidade de alelos, um único indivíduo diploide terá no máximo dois alelos.

REFERENCIAL TEÓRICO

GRIFFITHS, A.J.F. et al. **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 9ª ed., 2010.

SNUSTAD, D.P. e SIMMONS, M.J. **Fundamentos de genética**. 2º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 200.

GARDNER, E. J. e SNUSTAD, D.P. **Genética**. 7º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 1986.

BURNS, G. W. e BOTTINA, P. J. **Genética** 6º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan,

STANFIELD, W. D. **Genética** 2º ed. Editora Mc Graw - Hill.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. **Biologia VOL 1 – 9º Ed**. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. **Biologia VOL 2 – 9º Ed**. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; **BIO volume 2. 1. Ed**. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; **Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed**. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; **Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed**. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; **Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed**. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; **Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed**. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; **Biologia, volume único 1. Ed**. São Paulo: Ática, 2011.

DOS SANTOS, F.S.; VICENTIN, J.B; DE OLIVEIRA, M.M.A. **Ser Protagonista-Biologia (ensino médio) – Vol 2**. 1º edição, São Paulo, Edições SM, 2010.