

Genética Básica

Coordenador: Victor Martin Quintana Flores

Exercícios Resolvidos

Genética Mendeliana

1- Uma planta de ervilha heterozigota que é alta e amarela, HhAa, é autofertilizada. Qual é a probabilidade que a descendência seja alta com sementes amarelas, altas com sementes verdes ou anãs com sementes amarelas?

Resposta:

Cruzamento HhAa x HhAa

		Planta masculina			
		HÁ	Ha	hA	ha
Planta feminina	HA	HHAA	HHaA	HhAA	HhAa
	Ha	HHaA	HHaa	HhAa	Hhaa
	hA	HhAA	HhAa	hhAA	hhAa
	ha	HhAa	Hhaa	hhAa	hhaa

Legenda:

	Planta alta e semente amarela
	Planta alta e semente verde
	Planta anã e semente amarela
	Planta anã e semente verde

O problema envolve eventos mutuamente exclusivos, portanto usaremos a regra da soma para resolvê-lo. Primeiro devemos calcular as probabilidades individuais para os três fenótipos pedidos. Para isto foi necessário grafar um quadrado de Punnett. Portanto as possibilidades serão:

$$P(\text{plantas altas com sementes amarelas}) = 9 / (9+3+3+1) = 9/16$$

$$P(\text{plantas altas com sementes verdes}) = 3 / (9+3+3+1) = 3/16$$

$$P(\text{plantas anãs com sementes amarelas}) = 3 / (9+3+3+1) = 3/16$$

$$\text{Regra da soma} = 9/16 + 3/16 + 3/16 = 15/16 = 0,94 = 94\%$$

Portanto esperamos ter qualquer os fenótipos pedidos 15/16 vezes ou 94% das vezes.

2- A doença humana fibrose cística é herdada como um traço recessivo. Um casal normal tem um primeiro filho com a doença. Qual a probabilidade dos dois seguintes filhos não terem a doença?

R- Um casal fenotipicamente normal teve um filho com fibrose cística. Como esta doença é um traço de genes recessivos então os pais passam os genes recessivos para o filho(a). Para que isto ocorra os dois pais deverão ser obrigatoriamente heterozigotos para o gene da doença.. Com esta informação em mente podemos traçar o quadro de Punnett para o problema.

Gametas da mãe		Gametas do pai	
		N	n
	N	NN	Nn
	n	Nn	nn

A probabilidade de um segundo filho não ser afetado é de:

$$P(\text{filho sadio}) = 3 / (3 + 1) = \frac{3}{4}$$

Para obter a probabilidade de ter dois filhos em série (isto é numa ordem determinada) devemos aplicar a regra do produto.

Assim,

$$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16} = 0,56 = 56\%$$

Portanto existe uma chance de 9/16 ou de 56% dois filhos seguintes não serem afetados pela fibrose cística.

3- Uma planta de ervilha é heterozigota para três genes (Hh Ll Aa), onde H = planta alta, h = planta anã, L = semente lisa, l = semente rugosa, A = semente amarela e a = semente verde. Se esta planta é fertilizada, quais os fenótipos da descendência e quais serão as devidas proporções dos diferentes fenótipos?

R- Poderíamos responder esta pergunta montando um grande quadro de Punnett. Mas neste caso existem oito possíveis gametas para o cruzamento: HLA, HLa, HlA, hLA, hLa, Hla, hLa e hla. Encher este quadro torna-se uma tarefa no mínimo trabalhosa. Como alternativa podemos considerar cada gene por separado e então depois combina-los algebricamente da seguinte maneira.

Ao invés de construir um grande quadro de 64 quadrados individuais podemos construir 3 quadros de Punnett, um para cada gene, da seguinte maneira:

Gametas da mãe		Gametas do pai	
		H	h
	H	HH	Hh
	h	Hh	hh

3 altas 1 anã

Gametas da mãe		Gametas do pai	
		L	l
	L	LL	Ll
	l	Ll	ll

3 lisas 1 rugosa

Gametas da mãe		Gametas do pai	
		A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

3 amarelas 1 verde

Neste método podemos multiplicar os binômios entre si para obter o resultado, assim:

$(3 \text{ altas} + 1 \text{ anã})(3 \text{ lisas} + 1 \text{ rugosa})(3 \text{ amarelas} + 1 \text{ verde})$

Resolvendo por partes

$(3 \text{ altas} + 1 \text{ anã})(3 \text{ lisas} + 1 \text{ rugosa}) = (9 \text{ altas lisas} + 3 \text{ altas rugosas} + 3 \text{ lisas anãs} + 1 \text{ anã rugosa})$

$(9 \text{ altas lisas} + 3 \text{ altas rugosas} + 3 \text{ lisas anãs} + 1 \text{ anã rugosa})(3 \text{ amarelas} + 1 \text{ verde}) = 27 \text{ altas lisas amarelas} + 9 \text{ altas rugosas amarelas} + 9 \text{ anãs lisas amarelas} + 3 \text{ anãs rugosa amarela} + 9 \text{ altas lisas verde} + 3 \text{ altas rugosas verdes} + 3 \text{ anãs lisas verdes} + 1 \text{ anã rugosa verde}$. Como o total de descendência é 64, as proporções devem ser:

altas lisas amarelas 27/64

altas rugosas amarelas 9/64

anãs lisas amarelas 9/64

anãs rugosa amarela 3/64

altas lisas verde 9/64

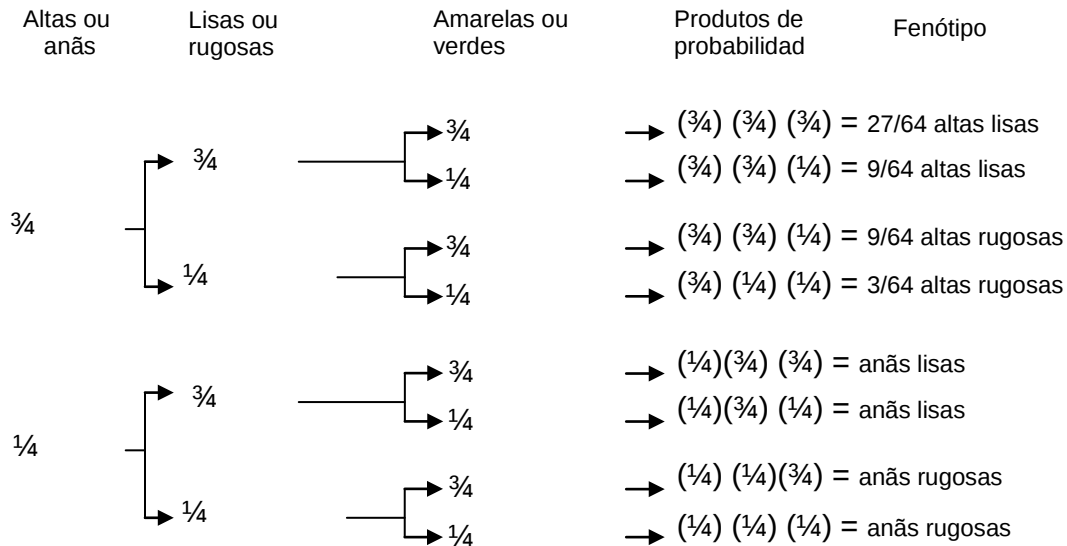
altas rugosas verdes 3/64

anãs lisas verdes 3/64

anã rugosa verde 1/64

Um segundo método para resolver este problema seria o método bifurcado.

Neste método as probabilidades são multiplicadas em série, como descrito logo a seguir:



4 – Um cruzamento foi feito entre duas plantas heterozigóticas HhAa x HhAa, e o seguinte quadro de Punnett foi construído:

		Planta masculina			
		HH	Hh	Hh	hh
Planta feminina	AA	HHAA	HhAA	HhAA	hhAA
	Aa	HHAa	HhAa	HhAa	hhAa
	Aa	HHAa	HhAa	HhAa	hhAa
	aa	HHaa	Hhaa	Hhaa	hhaa

Proporção de fenótipos:

9 altas, sementes amarelas: 3 altas sementes verdes: 3 anãs, sementes amarelas: 1 anã semente verde.

O que está errado com este quadro?

R- A coluna branca assim como a linha branca deveriam conter os genótipos dos possíveis gametas. Um gameta deveria conter uma única cópia de cada gene analisado. Neste quadro de Punnett observamos no entanto duas cópias do mesmo gene e nenhuma cópia do outro gene.

A proporção resultante no entanto parece correta (9:3:3:1); mas isto é simplesmente coincidência. Os genótipos dos gametas devem conter uma cópia de cada gene diferente, assim os tipos de gametas possíveis para este exemplo são:

HA, Ha, hA e ha

5 – Um indivíduo expressa um gene dominante. Como você faria para saber se ele é heterozigota ou homozigota?

R-

Uma das maneiras de saber se o indivíduo em questão é heterozigota ou homozigota seria fazer um cruzamento com um indivíduo que expresse a versão recessiva da mesma característica.. Se o indivíduo for heterozigota metade da descendência apresentará o fenótipo recessivo, mas se ele for homozigota, nenhum descendente mostrará os traços recessivos.

Dd x dd

ou

DD x dd

1 Dd (traço dominante)

1 dd (traço recessivo)

Todos Dd (traço dominante)

Outro método para determinar se o indivíduo é homozigota ou heterozigota envolveria uma análise bem mais cuidadosa ao nível celular e molecular. No nível celular, talvez possa haver uma diferença entre estas duas possibilidades. No nível molecular, as técnicas de biologia molecular e engenharia genética permitem clonar e posteriormente diferenciar entre o indivíduo heterozigótico e o homozigótico.

6 – Em cachorros o pêlo preto é dominante sobre o pêlo branco. Um casal de cachorros com pêlo preto heterozigotos são cruzados. Quais seriam as probabilidades das seguintes combinações de descendentes?

A Uma camada de seis cachorros, quatro com pêlo preto e dois com pêlo branco

B Uma camada de seis cachorros, o primeiro com pêlo branco, entre os restantes, dois com pêlo branco e três com pêlo preto.

C Uma primeira camada com seis cachorros, nesta quatro com pêlo preto e dois com pêlo branco, e uma segunda camada de sete cachorros, cinco com pêlo preto e dois com pêlo branco.

D Uma primeira camada com 5 cachorros, quatro com pêlo preto e um com pêlo branco, uma segunda camada com sete cachorros onde o primeiro é homozigota, o segundo é preto, e os restantes cinco são três pretos e dois brancos.

R-

A Esta é uma combinação não ordenada de eventos, portanto podemos usar a equação de expansão binomial onde:

$$P = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x}$$

$n = 6$, $x = 4$, $p = 0,75$ (probabilidade de cor de pêlo preto) e $q = 0,25$ (probabilidade de cor de pêlo branco)

A resposta é 0,297 ou 29,7%

B Temos que usar a regra do produto pois se pergunta uma ordem determinada. O primeiro cachorro é branco e depois os restantes cachorros nascem. Para o resto dos cinco cachorros devemos usar a expressão binomial.

(probabilidade do primeiro cachorro)(expansão binomial para o restante dos cinco cachorros)

Assim,

A probabilidade do cachorro branco é 0,25. Na expansão binomial,
 $n = 5$, $x = 2$, $p = 0,25$ e $q = 0,75$

A probabilidade é 0,066 ou 6,6%

C A ordem das duas camadas é específica, portanto, devemos usar a regra do produto. Multiplicamos a probabilidade da primeira camada pela probabilidade da segunda camada. E usaremos a equação de expansão binomial para fazer os cálculos dentro de cada camada.

Assim,

(equação binomial da primeira camada)(equação binomial da segunda camada)

Para a primeira camada, $n = 6$, $x = 4$, $p = 0,75$ e $q = 0,25$.

Para a segunda camada, $n = 7$, $x = 5$, $p = 0,75$ e $q = 0,25$

A resposta é 0,092 ou 9,2%

D A ordem das camadas é específica, portanto precisamos usar a regra do produto para determinar a probabilidade da primeira camada e da segunda camada. Utilizaremos a equação binomial para a primeira camada. A probabilidade da segunda camada merece um pouquinho mais de cuidado. O primeiro filhote é homozigota. Existem duas maneiras mutuamente exclusivas de ser homozigota, BB e bb. Portanto devemos usar a regra da soma para a probabilidade do primeiro filhote. Portanto $0,25 + 0,25 = 0,5$. A probabilidade do segundo filhote é 0,75, e para o resto da camada usaremos a equação binomial.

(equação binomial para a primeira camada)([0,5][0,75][equação binomial para o resto da segunda camada])

Para a primeira camada, $n = 5$, $x = 4$, $p = 0,75$, $q = 0,25$.

Para os restantes 5 filhotes da segunda camada $n = 5$, $x = 3$, $p = 0,75$, $q = 0,25$

A resposta é 0,039 ou 3,9%

PERGUNTAS CONCEITUAIS

2 – Qual a diferença entre fertilização cruzada e autofertilização?

4 – Com respeito ao genótipo. O que é um organismo verdadeiro ou de linhagem pura?

6- Com suas próprias palavras explique o que significa a lei de segregação de Mendel. Na sua resposta não utilize a palavra segregação.

8 – Em um cruzamento entre plantas de ervilha altas (heterozigota) e anãs, descreva as proporções dos genótipos e fenótipos da descendência.

10 – Um cruzamento é feito entre plantas de ervilha com vagem constricta (um traço recessivo, a vagem lisa é dominante) e heterozigota para cor de semente (o traço dominante é amarelo e o verde recessivo) e uma planta que é heterozigota para ambas as características. Construa um quadrado de Punnett que descreva este cruzamento. Quais são as proporções genotípicas e fenotípicas da prole?

12 – Descreva o significado de descendência não parental com respeito a lei da segregação independente. Em outras palavras, explique como o aparecimento de descendentes não parentais refuta a teoria de ligação.