

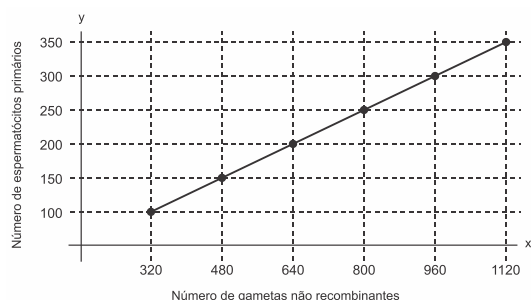


LINKAGE E MAPEAMENTO DE GENES

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A mutação e a recombinação gênicas são mecanismos que promovem a variabilidade genética das espécies, os quais foram explicitados na Teoria Sintética da Evolução.

1. (UFSC 2017) Um dos mecanismos que promovem a variabilidade genética é a recombinação gênica. O gráfico abaixo mostra o número de gametas não recombinantes (eixo X) em relação ao número de espermatócitos primários (eixo Y) de um indivíduo com genótipo AaBb.



Sabendo-se que os genes estão em ligação e em posição cis, responda:

- Qual a distância gênica, em centimorgan (cM), entre o gene "A" e o gene "B"?
- Caso os genes estivessem na posição trans, quais gametas seriam formados e em que percentual cada um deles?

2. (USCS 2016) Na gametogênese da maioria dos animais, verifica-se a redução da ploidia nas células em formação, assim como a segregação independente de

genes alelos. Esses dois processos estão relacionados à diversidade genética das espécies.

- Por que é necessária a redução da ploidia no processo de formação dos gametas? Em que etapa da divisão celular (gametogênese) ocorre tal redução?
- Considerando o genótipo duplo heterozigoto AaBb e a ausência de permutação, indique os possíveis genótipos dos gametas gerados quando: 1) tais alelos estão em ligação gênica do tipo cis (AB/ab); e 2) quando estão localizados em diferentes pares de cromossomos homólogos.

3. (UFJF 2016) Em uma espécie vegetal, com flores coloridas e grandes frutos carnosos comestíveis, descoberta recentemente por um botânico, a distância entre dois loci gênicos A e B é de 13 unidades. Pergunta-se:

- Quais são as porcentagens em que se segregam os gametas de um genótipo AB/ab?
- Quais são os gametas recombinantes?
- Se o indivíduo citado (AB/ab) for cruzado com um duplo-recessivo, como serão os genótipos dos descendentes e em que proporção aparecerão?



4. (UEM 2015) Sobre termos e conceitos biológicos, assinale o que for correto.

01. Cladograma é a representação gráfica de todos os tipos de variação existentes entre os seres vivos, desde o nível molecular até os ecossistemas.

02. Especiação é a separação de uma espécie ancestral em duas novas espécies.

04. A seleção, pela adaptação, de organismos pouco aparentados, mas que apresentam estruturas e formas corporais semelhantes, é denominada divergência evolutiva.

08. A recombinação gênica resultante da segregação independente de cromossomos homólogos e de permuta (crossing-over) na meiose I é um dos mecanismos responsáveis pela variabilidade da população humana.

16. De acordo com o conceito atual de evolução, quanto mais os indivíduos se modificarem para se adaptar ao ambiente mais rapidamente ocorrerá a evolução.

5. (UFSC 2013) Um pesquisador, realizando vários cruzamentos com coelhos, determinou que os genes A e B estavam a uma distância de 10 UR (unidades de recombinação). Ao realizar o cruzamento entre indivíduos AABB x aabb, obteve indivíduos AaBb. Estes duplo-heterozigotos foram então cruzados com indivíduos aabb, obtendo-se 90 filhotes.

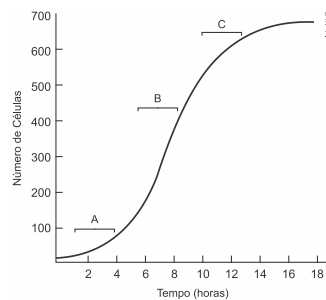
Quantos destes filhotes espera-se que possuam o mesmo genótipo de seus pais?

6. (UDESC 2011) Em organismos de reprodução sexuada pode ocorrer, durante a prófase I da meiose I, na formação dos gametas, um evento denominado permutação, permuta genética ou crossing-over.

Em relação ao contexto, responda:

- a. No que consiste o crossing-over?
- b. Qual a função do crossing-over?

7. (UNICAMP 2010) O gráfico a seguir mostra o crescimento da população de uma determinada bactéria in vitro.



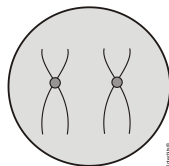
a. Compare as tendências de crescimento populacional nos períodos A e C. Em qual desses períodos a tendência de crescimento é maior? Dê uma explicação para o fato de essas tendências serem diferentes nesses períodos.

b. O crescimento da população de bactérias ocorre por reprodução assexuada, enquanto em eucariotos ocorre, principalmente, por reprodução sexuada, que permite maior variabilidade genética. Na meiose, além da separação independente dos cromossomos, um outro evento celular constitui importante fonte de variabilidade genética em espécies com reprodução sexuada. Que evento é esse? Explique.

8. (FUVEST 2010) Nas células somáticas de um animal, um cromossomo tem os alelos M1, Q1, R1 e T1, e seu homólogo possui os alelos M2, Q2, R2 e T2.



a. A seguir, está esquematizada uma célula germinativa desse animal com esses cromossomos duplicados. Ordene os alelos dos locos M, Q, R e T nesses cromossomos.



b. Admitindo a ocorrência de um único crossing-over (permutação) entre os locos Q e R na divisão dessa célula germinativa, esquematize as células resultantes dessa divisão com os respectivos alelos dos locos M, Q, R e T.

9. (UNIRIO 2009) Em certa espécie de cobaia, um macho duplo-heterozigoto (pelos e olhos escuros) foi cruzado com uma fêmea de pelo e olhos claros, produzindo, ao longo de suas vidas, 50 descendentes que apresentavam a seguinte distribuição:

- 46% indivíduos de pelo e olhos escuros
- 46% indivíduos de pelo e olhos claros
- 4% indivíduos de pelo escuro e olhos claros
- 4% indivíduos de pelo claro e olhos escuros

Considere que o gen A, para pelo escuro, domina o gen a para pelo claro, enquanto o gen B, para olhos escuros, domina o gen b, para olhos claros.

Com estas informações e seus conhecimentos genéticos, determine:

- a. Os genótipos desta prole.
- b. Os gametas produzidos pelo macho duplo-heterozigoto.
- c. Que tipo de segregação ocorre neste caso.

Considerando a porcentagem da prole gerada e que os genes se localizam linearmente no cromossomo, determine:

d. Qual é a distância relativa entre o locus para cor de pelo e o locus para cor de olhos.

10. (UFC 2007) Mendel não acreditava na mistura de caracteres herdados. De acordo com suas conclusões, a partir dos cruzamentos realizados com ervilhas do gênero 'Pisum', as características não se misturam, permanecem separadas e são transmitidas independentemente.

HENIG, Robin. "O monge no jardim". Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

a. Considerando as leis de Mendel para a hereditariedade, no momento da fecundação os cromossomos herdados dos progenitores se juntam, porém os alelos dos seus genes não se misturam. A partir dessa ideia, qual fenômeno explicaria a ocorrência de características intermediárias na progênie, que parecem ser uma mistura daquelas dos progenitores?

b. Posteriormente, estudos de grupos de geneticistas indicaram que pode haver troca de material genético entre cromossomos homólogos herdados do pai e da mãe. Em que etapa isso pode ocorrer e como se chama este processo?

11. (UNIFESP 2007) Considere dois genes e seus respectivos alelos: A e a; B e b.

Em termos de localização cromossômica, explique o que significa dizer que esses dois genes

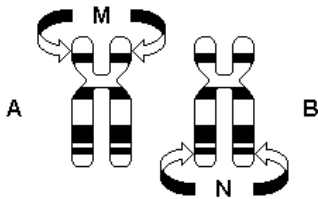
- a. segregam-se independentemente na formação dos gametas.
- b. estão ligados.



12. (UFRJ 2007) Sabendo que a maioria das mutações é deletéria (prejudicial ao organismo), o evolucionista John Maynard-Smith escreveu sobre a meiose, durante a produção de gametas:

“A meiose é o equivalente a ter dois carros, um com a transmissão quebrada, outro com o motor quebrado e, com eles, produzir um único carro que funcione”.

A figura a seguir ilustra um par de cromossomos homólogos duplicados (A e B), bem como as localizações dos alelos deletérios “M” (presente somente no cromossomo A) e “N” (presente somente no cromossomo B).



Um indivíduo que possui os cromossomos A e B poderá formar gametas que não sejam portadores dos alelos M e N? Justifique sua resposta.

13. (UFRJ 2006) Um pesquisador está estudando a genética de uma espécie de moscas, considerando apenas dois locos, cada um com dois genes alelos:

loco 1 - gene A (dominante) ou gene a (recessivo);

loco 2 - gene B (dominante) ou gene b (recessivo).

Cruzando indivíduos AABB com indivíduos aabb, foram obtidos 100% de

indivíduos AaBb que, quando cruzados entre si, podem formar indivíduos com os genótipos mostrados na Tabela 1.

Sem interação entre os dois locos, as proporções fenotípicas dependem de os referidos locos estarem ou não no mesmo cromossomo.

Na Tabela 2, estão representadas duas proporções fenotípicas (casos 1 e 2) que poderiam resultar do cruzamento de dois indivíduos AaBb.

Tabela 1

Gametas	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	aABB	aABb	aaBB	aaBb
ab	aAbB	aAbb	aabb	aabb

Tabela 2

Fenótipos	Caso 1	Caso 2
A- B-	9	7
A- bb	3	7
aa B-	3	1
aa bb	1	1
Total	16	16

Identifique qual dos dois casos tem maior probabilidade de representar dois locos no mesmo cromossomo. Justifique sua resposta.

14. (UFG 2005) Quatro irmãos, filhos legítimos de um mesmo casal, apresentam marcantes diferenças em suas características físicas.

Descreva três mecanismos biológicos potencialmente responsáveis por essa variabilidade genética e explique como atuam.

15. (FUVEST 2005) Foram realizados cruzamentos entre uma linhagem pura de plantas de ervilha com flores púrpuras e



grãos de pólen longos e outra linhagem pura, com flores vermelhas e grãos de pólen redondos. Todas as plantas produzidas tinham flores púrpuras e grãos de pólen longos. Cruzando-se essas plantas heterozigóticas com plantas da linhagem pura de flores vermelhas e grãos de pólen redondos, foram obtidas 160 plantas:

62 com flores púrpuras e grãos de pólen longos,

66 com flores vermelhas e grãos de pólen redondos,

17 com flores púrpuras e grãos de pólen redondos,

15 com flores vermelhas e grãos de pólen longos.

Essas frequências fenotípicas obtidas não estão de acordo com o esperado, considerando-se a Segunda Lei de Mendel (Lei da Segregação Independente).

a. De acordo com a Segunda Lei de Mendel, quais são as frequências esperadas para os fenótipos?

b. Explique a razão das diferenças entre as frequências esperadas e as observadas.

16. (UNIFESP 2005) Os locos M, N, O, P estão localizados em um mesmo cromossomo. Um indivíduo homocigótico para os alelos M, N, O, P foi cruzado com outro, homocigótico para os alelos m, n, o, p. A geração F1 foi então retrocruzada com o homocigótico m, n, o, p. A descendência desse retrocruzamento apresentou

15% de permuta entre os locos M e N.

25% de permuta entre os locos M e O.

10% de permuta entre os locos N e O.

Não houve descendentes com permuta entre os locos M e P.

Responda.

a. Qual a sequência mais provável desses locos no cromossomo? Faça um esquema do mapa genético desse trecho do cromossomo, indicando as distâncias entre os locos.

b. Por que não houve descendentes recombinantes com permuta entre os locos M e P?

17. (UFV 2004) Considere que os genes autossômicos, identificados nos cromossomos (I e II), correspondam a aptidões para aprender biologia (B), matemática (M) e tocar guitarra (G). Em um dado loco, um indivíduo com genótipo recessivo não apresenta aptidão; um indivíduo heterozigoto apresenta aptidão mediana; e um indivíduo homocigoto dominante apresenta maior aptidão.



Com base nessas informações, faça o que se pede:

a. Um casal (P1), formado por um indivíduo triplo homocigoto dominante e outro triplo homocigoto recessivo, poderá esperar descendentes (F1) com qual(is) genótipo(s)?

b. Se um descendente (F1) se casar com um indivíduo sem aptidão para as três habilidades, qual a probabilidade desse casal ter uma criança com aptidão mediana para matemática?

c. Qual o nome do mecanismo genético, proposto por Thomas Hunt Morgan, que permitiria ao casal do item b ter filhos com aptidão mediana para aprender biologia mas sem aptidão para tocar guitarra?

d. Quais os locos cuja herança não



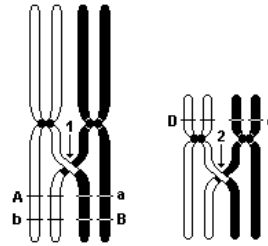
resultará em proporções segregantes dentro dos padrões da segunda Lei de Mendel?

e. Uma mãe sem aptidão para aprender biologia e tocar guitarra, mas com aptidão mediana para aprender matemática, terá 100% dos filhos(as) com aptidão no mínimo mediana para as três características, ao se casar com um indivíduo com genótipo:

18. (FUVEST 2003) Uma espécie de lombriga de cavalo possui apenas um par de cromossomos no zigoto (2n = 2). Um macho dessa espécie, heterozigótico quanto a dois pares de alelos (Aa Bb) formou, ao final da gametogênese, quatro tipos de espermatozoides normais com diferentes genótipos quanto a esses genes.

- a. Qual é o número de cromossomos e o número de moléculas de DNA no núcleo de cada espermatozoide?
b. Quais são os genótipos dos espermatozoides formados?
c. Por que, a partir das informações fornecidas, não é possível estimar a proporção em que cada um dos quatro tipos de espermatozoides aparece? Explique.

19. (FUVEST 2002) O esquema a seguir representa, numa célula em divisão meiótica, dois pares de cromossomos com três genes em heterozigose: A/a, B/b e D/d. Nesses cromossomos, ocorreram as permutas indicadas pelas setas 1 e 2.



- a. Quanto aos pares de alelos mencionados, que tipos de gameta esta célula poderá formar?
b. Que pares de alelos têm segregação independente?

20. (UFES 2002) Três grupos de alunos realizaram cruzamentos-testes entre plantas de tomate para o estudo de diferentes genes. Os grupos obtiveram os seguintes resultados:

Table with 3 columns: Grupo de alunos, Genes, Taxa de Recombinação. Rows: G1 (aw / wo, 9%), G2 (op / al, 14%), G3 (dil / sr, 50%).

- a. Indique o(s) grupo(s) que trabalhou (trabalharam) com genes ligados, Justifique.
b. O que significa, em Genética, o termo ligação? Qual é a sua utilidade para a pesquisa científica?
c. Calcule a distância, em unidades de mapa genético, entre os genes pesquisados pelos alunos do grupo G2.

21. (UFRJ 2002) Considere a existência de dois locos em um indivíduo. Cada loco tem dois alelos "A" e "a" e "B" e "b", sendo que



“A” e “B” são dominantes.

Um pesquisador cruzou um indivíduo “AaBb” com um indivíduo “aabb”.

A prole resultante foi:

40% AaBb

40% aabb

10% Aabb

10% aaBb

O pesquisador ficou surpreso, pois esperava obter os quatro genótipos na mesma proporção, 25% para cada um deles.

Esses resultados contrariam a segunda lei de Mendel ou lei da segregação independente? Justifique sua resposta.

22. (UNIOESTE) Com relação ao processo denominado permutação, ou crossing over, é correto afirmar:

01. É a troca de gametas que ocorre durante o cruzamento de dois indivíduos da mesma espécie.

02. É a troca de micronúcleos entre indivíduos unicelulares para renovar o seu material genético.

04. É o processo que origina novos arranjos gênicos resultantes de trocas de fragmentos de cromátides homólogas.

08. É o pareamento de cromossomos homólogos de modo a se tornarem bivalentes.

16. É o processo de duplicação dos cromossomos para garantir a manutenção da espécie.

32. É um processo que ocorre necessariamente durante a mitose.

64. É o processo responsável pela variabilidade genética entre organismos de uma mesma espécie.

23. (UNICAMP) Os locos gênicos A e B se localizam em um mesmo cromossomo, havendo 10 unidades de recombinação (morganídeos) entre eles.

a. Como se denomina a situação mencionada?

Supondo o cruzamento AB/ab com ab/ab

b. Qual será a porcentagem de indivíduos AaBb na descendência?

c. Qual será a porcentagem de indivíduos Aabb?

24. O cruzamento CD/cd × cd/cd produziu 600 descendentes. Quantos deverão ser diferentes dos pais, sabendo-se que a frequência de permutação é de 10%?

25. Quais são os gametas produzidos por um indivíduo de genótipo Ab/aB? Em que proporções serão formados sabendo-se que os genes A e b permutam com uma frequência de 16%?

26. Que tipos de gametas e em que proporções produzirá um organismo com genótipo Cd/cD, sabendo-se que a frequência de permutação é de 36%?



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na(s) questão(ões) a seguir escreva nos parênteses a soma dos itens corretos.

27. (UFSC) Considerando inclusive a possibilidade de permuta genética, um indivíduo portador do genótipo ABD//abD poderá produzir os seguintes gametas:

- 01. Portador apenas de A ou a, sem alelos B e D.
- 02. a b D
- 04. portador apenas de B ou d, sem alelos A e D.
- 08. A B D
- 16. a B D
- 32. portador apenas de D, sem alelos A e B.
- 64. A b D

28. (FUVEST) Um organismo, homocigoto para os genes A B C D, todos localizados em um mesmo cromossomo, é cruzado com outro, que é homocigoto recessivo para os mesmos alelos. O retrocruzamento de F1 (com o duplo recessivo) mostra os seguintes resultados:

- não ocorreu permuta entre os genes A e C;
- ocorreu 20% de permuta entre os genes A e B, 30% entre A e D;
- ocorreu 10% de permuta entre os genes B e D.

a. Baseando-se nos resultados acima, qual é a sequência mais provável desses 4 genes no cromossomo, a partir do gene A?

b. Justifique sua resposta.



ANOTAÇÕES



GABARITO

1. a) Porcentagem total de espermatozoides formados pelo duplo-heterozigoto é igual a $350 \times 4 = 1.400$. O número de gametas não recombinantes (parentais) é 1.120 em 1.400, isto é, 80%. Logo, a taxa de crossing-over é igual a 20%. Dessa forma, a distância relativa entre os genes A e B ligados é igual a 20 centimorgans (cM).

b) Arranjo trans: Ab/aB

gametas parentais: 40% Ab e 40% aB .

gametas recombinantes: 10% AB e 10% ab .

2. a) A redução da ploidia no processo de formação dos gametas compensa a fecundação e garante a constância do número cromossômico da espécie ao longo das gerações.

b) Gametas formados pelo duplo heterozigoto (AB/ab) com ligação fatorial completa: 50% AB e 50% ab . Gametas formados pelo duplo heterozigoto $AaBb$, considerando os genes A e B situados em diferentes pares de cromossomos: 25% AB ; 35% Ab ; 25% aB e 25% ab .

3. a) Gametas parentais: $AB = 43,5\%$ e $ab = 43,5\%$

Gametas com permutação: $Ab = 6,5\%$ e $aB = 6,5\%$

b) Gametas recombinantes com permutação: Ab e aB .

c) Pais: $AB/ab \times ab/ab$

Filhos: 43,5% AB/ab ; 43,5% ab/ab ; 6,5% Ab/ab e 6,5% aB/ab .

4. 08.

A recombinação gênica resultante da segregação independente e de permutas na meiose I são, além de polialelia, mecanismos responsáveis pela variabilidade genética em populações que se reproduzem sexualmente.

5. 81.

Frequência de permuta = 10%.

$P(AB/ab \text{ ou } ab/ab) = P(\text{parentais}) = 90\% = 0,90$.

Número de filhos AB/ab ou $ab/ab = 0,90 \times 90 = 81$.

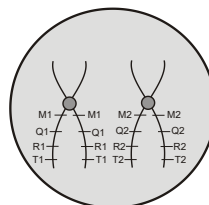
6. a) O crossing-over consiste na troca de pedaços de cromátides entre cromossomos homólogos.

b) A função do crossing-over é aumentar a variabilidade genética na formação dos gametas, por meio da mistura de genes ao longo do cromossomo.

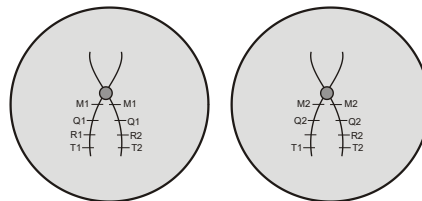
7. a) Existe uma tendência de crescimento maior em A. Nessa fase, a população de bactérias ainda é pequena enquanto que a disponibilidade por espaço e alimentos é grande, propiciando um rápido crescimento populacional. Em C, o crescimento populacional chega a seu limite, pois há uma grande competição por espaço e os recursos alimentares se tornam escassos, o que ocasiona uma diminuição no crescimento da população.

b) O outro evento celular que permite um aumento na variabilidade genética em espécies de reprodução sexuada é o crossing-over, também denominado recombinação gênica ou permutação. Esse processo consiste na troca de partes entre cromossomos homólogos que ocorre durante a meiose.

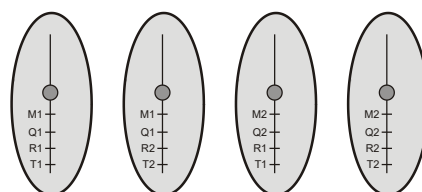
8. a) Observe a figura a seguir:



b) Células resultantes da primeira divisão da meiose



Células resultantes da segunda divisão da meiose





9. a) $AaBb - aabb - Aabb - aaBb$

b) $AB - ab - Ab - aB$

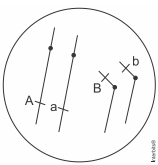
c) linkage, ligação, segregação conjunta, segregação amarrada, ou segregação dependente.

d) 8 unidades morgan, morganídeos dentre outras unidades.

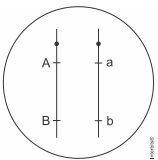
10. a) Realmente, os alelos não se misturam na fecundação, como afirmou Mendel. Porém, no fenômeno conhecido como DOMINÂNCIA INCOMPLETA, o fenótipo do indivíduo heterozigótico é intermediário entre os fenótipos dos dois indivíduos homozigóticos que lhe deram origem.

b) A troca de material genético entre cromossomos herdados do pai e da mãe pode ocorrer na gametogênese, durante a meiose, na fase de prófase I. O processo é chamado de PERMUTAÇÃO ou "crossing-over".

11. a) Os genes estão localizados em cromossomos diferentes.



b) Os genes estão em Linkage, ou seja, estão localizados no mesmo cromossomo.



12.76- Sim. A permutação ("crossing-over") possibilita que o alelo deletério de um membro do par de homólogos seja trocado pelo alelo normal do outro, formando uma cromátide sem alelos deletérios. Esta cromátide dará origem a cromossomos normais nos gametas.

13. O caso 2, que ocorre quando os dois locos estão no mesmo cromossomo, com permuta gênica entre eles. A proporção fenotípica 9:3:3:1 (caso 1) só ocorre quando os dois locos estão em cromossomos diferentes.

14. Principais mecanismos de geração de variabilidade genética em famílias humanas:

1) recombinação (permutação) - troca de partes entre os cromossomos homólogos durante o processo de divisão meiótica.

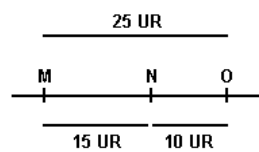
2) segregação independente - separação aleatória dos cromossomos homólogos durante a divisão meiótica de cada célula germinativa (materna e paterna).

3) mutação - alteração na informação genética produzida por erros de duplicação do material genético ou por ação de agentes mutagênicos.

15. a) De acordo com a Segunda Lei de Mendel seriam esperados 25% de cada fenótipo, ou seja, 40 indivíduos de cada tipo.

b) Os genes que determinam a cor das flores e a forma dos grãos de pólen estão ligados no mesmo cromossomo, formando um grupo de "linkage".

16. a)



O gene P não permutou com M porque, provavelmente, localiza-se muito próximo a ele, à sua direita ou à esquerda.

b) Quanto maior a distância entre dois genes, maior será a probabilidade de ocorrer permuta entre eles. Entre genes muito próximos, a probabilidade de ocorrer permuta é menor.

17. a) Pais: $BG/BG Mm \times bg/bg mm$

F1: $Bg/Bg Mm$

b) Pais: $Bb/Gg Mm \times bg/bg mm$

$P(\text{filho } Mm) = 50\%$

c) Ligação fatorial (linkage).

d) B e G.

e) $BG/BG Mm$

18. a) No núcleo dos espermatozoides produzidos pelo verme seriam observados um cromossomo e, portanto, uma molécula de DNA.

b) AB, Ab, aB e ab .

c) Os genes estão em ligação fatorial e, não dispendo da frequência de permutação ou da distância entre os citados genes, torna-se impossível prever a proporção de cada tipo de gameta formado pelo animal.

19. a) Tipos de gametas:

1 - $Ab D$

2 - $Ab d$



3 - aB D

4 - aB d

b) Pares de alelos com segregação independente: Aa e Bb com Dd.

20. a) Os grupos G1 e G2 trabalharam, certamente, com genes ligados devido às taxas de recombinação obtidas. O grupo G3 deve ter trabalhado com genes situados em cromossomos diferentes ou com genes ligados e localizados nas extremidades do cromossomo pesquisado. Neste caso, é possível ocorrer 50% de recombinação entre os genes em linkage.

b) Ligação fatorial (ou linkage) refere-se a genes situados linearmente no mesmo cromossomo. Genes próximos permutam com menor frequência, genes mais distantes apresentam maior taxa de recombinação. Deste modo, através da análise das taxas de recombinação, é possível ter-se uma noção relativa das distâncias entre os genes ligados. De posse das distâncias relativas pode-se, então, elaborar mapas cromossômicos.

c) Os genes pesquisados pelo grupo G2 distam entre si 14 unidades de recombinação (UR), pois permutam com uma frequência de 14%.

21. Sim. A segunda lei de Mendel fala da segregação independente, o que só ocorre quando se consideram locos em cromossomos diferentes.

22. FFVFFFV

23. a) Ligação fatorial incompleta com frequência de permutação igual a 10%.

b) AB/ab = 45%

c) Ab/ab = 5%

24. 60

25. Ab - 42%

aB - 42%

AB - 8%

ab - 8%

26. Cd = 32%

cD = 32%

CD = 18%

cd = 18%

27. 02 + 08 + 16 + 64 = 90

28. a) A sequência, partindo-se do gene A, é ACBD ou DBCA.

b) A frequência de permutação indica a distância dos genes no cromossomo: quanto maior a distância entre os genes maior a frequência de permutação. O fato de não ter ocorrido permutação entre os genes A e C indica que eles devem estar muito próximos.

ANOTAÇÕES

-  contato@biologiatotal.com.br
-  /biologiajubilit
-  Biologia Total com Prof. Jubilut
-  @biologiatotaloficial
-  @Prof_jubilut
-  biologijubilut