



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

Linkage / Permutação

01 - (ESCS DF/2001)

Fizeram-se as seguintes previsões sobre os resultados da meiose de células heterozigóticas para dois genes A e B, presentes no mesmo cromossomo (AB/ab)

- I. Podem formar-se células AB (50%) e ab (50%).
- II. Podem formar-se células AB (25%), ab (25%), Ab (25%) e aB (25%).
- III. Podem formar-se células AB, ab, Ab, aB, porém as freqüências de AB e ab sempre serão maiores do que as freqüências de Ab e aB.

É possível ocorrer o previsto somente em

- a) I
- b) II
- c) I e II
- d) I e III
- e) II e III

02 - (FUVEST SP/1995/2ª Fase)

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:

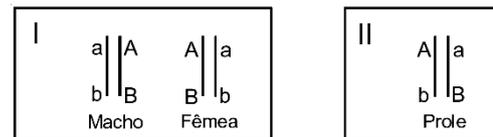
- não ocorreu permuta entre os genes A e C;
- ocorreu 20% de permuta entre os genes A e B, 30% entre A e D;

- ocorreu 10% de permuta entre os genes B e D.

- a) Baseando-se nos resultados acima, qual é a seqüência mais provável desses 4 genes no cromossomo, a partir do gene A?
- b) Justifique sua resposta.

03 - (ESCS DF/2005)

O esquema I representa os cromossomos de um macho e de uma fêmea de um determinado cruzamento de seres diplóides. O esquema II representa os cromossomos da prole.



As combinações dos alelos nos cromossomos da prole devem-se a:

- a) separação de cromossomos homólogos na meiose;
- b) separação de cromossomos homólogos na mitose;
- c) permutação entre cromossomos homólogos na meiose;
- d) permutação entre cromossomos homólogos na mitose;
- e) permutação entre cromossomos não homólogos na meiose.

04 - (UFTM MG/2004)

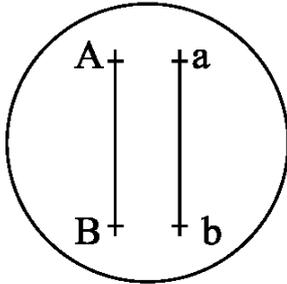
Considere duas características determinadas por dois diferentes pares de genes situados em um mesmo par de



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

cromossomos autossômicos, como exemplificado no esquema:



Suponha que 500 células germinativas com o mesmo genótipo da célula acima entrem em meiose, e que 20% dessas células apresentem permutação. O número de gametas recombinantes que se espera encontrar ao final do processo é:

- a) 200.
- b) 400.
- c) 500.
- d) 1 000.
- e) 2 000.

Linkage / Linkage

05 - (UFRJ/2000)

Uma determinada característica depende de um locus que possui 4 alelos (A1, A2, A3, A4). Outra característica também depende de 4 genes (B1, B2 e C1, C2), porém são dois pares de alelos localizados em pares de cromossomos homólogos diferentes.

Um desses dois tipos de determinismo genético apresenta um número maior de genótipos possíveis na população. Identifique esses genótipos.

Linkage / Permutação

06 - (UNIMEP RJ/1993)

Os genes A e B localizados num mesmo cromossomo distam entre si de 16 unidades de recombinação. Um indivíduo de genótipo Ab/aB produzirá os gametas AB, Ab, aB e ab, respectivamente, com as seguintes proporções percentuais:

- a) 8%, 42%, 42% e 8%
- b) 42%, 8%, 8% e 42%
- c) 16%, 34%, 34% e 16%
- d) 25%, 25%, 25% e 25%
- e) nenhuma das anteriores

Linkage / Linkage

07 - (UNIRIO RJ/1993)

Um indivíduo, com o genótipo $AaBb$, produz gametas nas seguintes proporções: 25% AB, 25% Ab, 25% aB e 25% ab. Outro indivíduo, com genótipo $DdEe$, produz gametas nas seguintes proporções: 50% DE, e 50% de. Podemos concluir que:

- a) os genes D e E estão ligados e entre eles não ocorre "crossing-over".
- b) os genes D e E estão ligados e entre eles ocorre "crossing-over".
- c) os genes D e E segregam-se independentemente e entre eles não ocorre "crossing-over".
- d) os genes A e B estão ligados e entre eles não ocorre o "crossing-over".
- e) os genes A e B segregam-se independentemente e entre eles ocorre o "crossing-over".

08 - (UFG/1995/2ª Fase)



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

A transferência das mensagens genéticas se faz através da reprodução, que, quando sexuada, permite que cromossomos homólogos pareiem genes alelos. Considerando o exposto, responda o que pede:

- diferencie, exemplificando, genes ligados e 2ª Lei de Mendel;
- explique o fenômeno da permutação e cite 2 de suas conseqüências.

Linkage / Permutação

09 - (FUVEST SP/1993/1ª Fase)

Os genes X, Y e Z de um cromossomo têm as seguintes frequências de recombinação:

GENES	FREQÜÊNCIA DE RECOMBINAÇÃO
X e Y	15%
Y e Z	30%
Z e X	45%

Qual a posição relativa desses três genes no cromossomo?

- Z X Y
- X Y Z
- Y Z X
- X Z Y
- Y X Z

10 - (FUVEST SP/1989/1ª Fase)

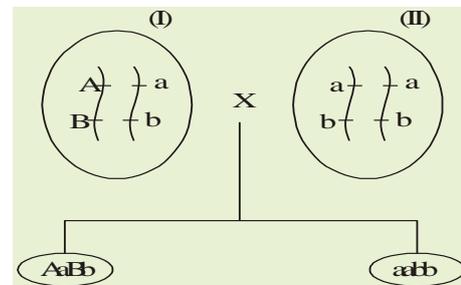
Em determinada espécie, os locos dos genes A e B situam-se no mesmo cromossomo. Na meiose de um indivíduo duplo-heterozigoto AB/ab ocorre permutação entre esses locos em 80% das células. A porcentagem esperada de gametas Ab que o indivíduo formará é:

- 10%
- 20%
- 30%
- 40%
- 80%

Linkage / Linkage

11 - (GAMA FILHO RJ/1994)

Observe o seguinte cruzamento:



Esse resultado só foi possível porque o indivíduo (I) produziu os seguintes gametas:

- AB e ab
- AB e Ab
- Ab e ab
- aB e ab
- ab e Bb



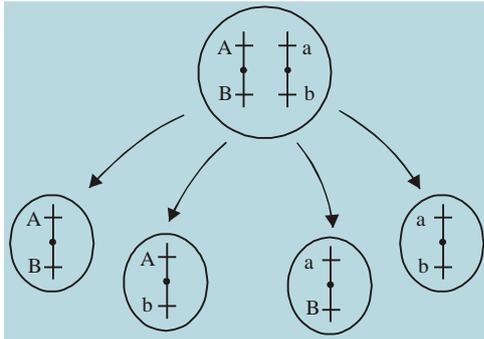
Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

Linkage / Permutação

12 - (GAMA FILHO RJ/1995)

Observe o esquema:



Apesar de os genes A e B e seus alelos a e b estarem ligados, os diferentes tipos de gametas só foram possíveis graças a:

- a) mutação.
- b) "crossing-over."
- c) "linkage."
- d) mitose.
- e) segregação independente.

Linkage / Linkage

13 - (UNIRIO RJ/1995)

Um cruzamento entre dois indivíduos, com os genótipos DdEe X ddee, originou 42 descendentes com genótipo DdEe, 160 Ddee, 168 ddEe e 40 ddee. Sobre os genes D e E podemos concluir que:

- a) estão ligados e há permuta entre eles.
- b) estão ligados e não há permuta entre eles.

- c) segregam-se independentemente e há permuta entre eles.
- d) segregam-se independentemente e não há permuta entre eles.
- e) não estão ligados, logo segregam-se independentemente.

Linkage / Permutação

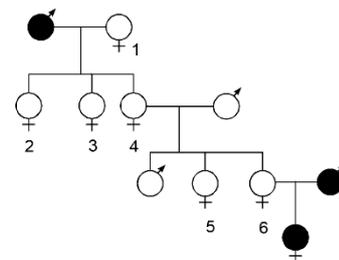
14 - (UFAL/2002/2ª Série)

As proposições abaixo relacionam-se à Genética.

00. Em ervilhas, todas as vagens que se formam em plantas heterozigóticas para cor dos cotilédones contêm exclusivamente sementes amarelas, uma vez que o alelo que determina sementes amarelas é dominante sobre o que determina sementes verdes.

01. Na espécie humana, o alelo a impede a síntese de melanina. Assim, pessoas aa são albinas, enquanto as que possuem o alelo dominante A têm pigmentação normal. Um casal de pigmentação normal que tenha uma criança albina não tem possibilidade de ter uma segunda criança com essa característica.

02. No heredograma abaixo, os símbolos escuros representam pessoas daltônicas, característica determinada por um gene localizado no cromossomo X. Não se pode saber se a mulher 5 é portadora do alelo para daltonismo ou não.



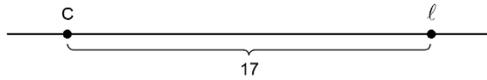
03. O esquema abaixo indica o número de unidades de recombinação entre dois loci gênicos. Isso significa



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

que a porcentagem de permutação entre os genes considerados é 8,5%.



04. Uma mulher, cujo sangue é do tipo B, tem um filho de sangue O e atribui a paternidade a um homem, também de sangue O. Como o pai da criança só pode ter este grupo sanguíneo, não é necessário fazer o teste de DNA para comprovar a afirmação da mulher.

Linkage / Linkage

15 - (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.

16 - (UFMA/2006)

Genes, associados na condição *linkage*,

- a) não sofrem replicação na interfase meiótica, a não ser que ocorra permutação.
- b) determinam anomalias ligadas ao cromossomo Y e têm caráter dominante.
- c) pertencem, conceitualmente, ao cromossomo X e ocorrem na condição haplóide no zigoto.
- d) sofrem recombinação na mitose, mas mantêm-se ligados no mesmo *locus* ao longo de toda a meiose.

e) dependem do *crossing-over* para separarem-se na meiose.

Linkage / Permutação

17 - (PUC RS/1999/Julho)

Pelo que se conhece da disposição dos genes nos cromossomos, é de se esperar que a frequência de permutação entre dois genes esteja na dependência:

- a) da distância entre eles.
- b) do comprimento da zona centromérica.
- c) da existência do fenômeno da pleiotropia.
- d) do tipo de polimeria existente.
- e) da ausência de nucleotídeos covalentes.

Linkage / Linkage

18 - (EFOA MG/2004/Julho)

As variações cromossômicas numéricas podem ser representadas de forma e nomenclatura padronizadas, de maneira que se permita o fácil reconhecimento e interpretação na análise de casos genéticos em humanos. Assinale a alternativa que contém a representação de um cariótipo monossômico e outro triploide, respectivamente:

- a) 69,XY e 45,X
- b) 45,X e 69,XXX
- c) 47,XXX/46,XX e 46,XY
- d) 46,XX e 47,XXY
- e) 45,X e 47,XXX

19 - (UEPB/2001)



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

Os fenômenos de ligação e permuta constituem a base do que muitos geneticistas chamam de a Terceira Lei de Herança. Essa lei pode ser assim enunciada:

"Genes situados no mesmo cromossomo tendem a permanecer unidos de uma geração para outra; separam-se apenas quando ocorre a permutação, cuja frequência é um reflexo, até certo ponto, das relações espaciais entre si".

A Terceira Lei de Herança (Teoria Cromossômica da Herança).

È atribuída a:

- a) Karl Landsteiner
- b) Gregor J. Mendel
- c) Jean-Baptiste de Monet
- d) Charles Darwin
- e) Thomas Hunt Morgan

Linkage / Permutação

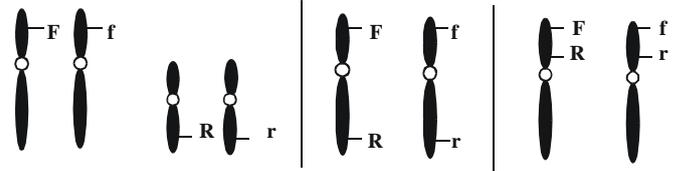
20 - (UFMS/1998/Verão - Biológicas)

Numa determinada espécie vegetal, os genes A e B distam entre si 17 (dezessete) unidades de recombinação. Qual a porcentagem de gametas Ab que um indivíduo duplo heterozigoto AB/ab formará? Assinale no cartão o maior inteiro contido em sua resposta.

Linkage / Linkage

21 - (UFMS/1999/Inverno - Biológicas)

Com base no esquema representado abaixo, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.



- 01. A frequência com que ocorre a permuta genética entre genes ligados está diretamente relacionada com a distância entre eles.
- 02. A existência de segregação independente entre dois locos gênicos constitui prova de que eles estão em cromossomos distintos.
- 04. Se não há segregação independente, podemos concluir pela existência de ligação gênica.
- 08. O linkage (em termos de proximidade entre os loci de dois pares de genes num mesmo cromossomo) pode ser considerado um fator limitante da recombinação gênica.

Linkage / Permutação

22 - (UFMS/2001/Inverno - Biológicas)

No cromossomo de um indivíduo, estão localizados quatro genes apresentando as seguintes frequências de recombinação:

Genes	Freqüência de recombinação
MN	20%
MR	0%
MP	30%
NP	10%

Assinale a(s) alternativa(s) correta(s) com relação à seqüência mais provável desses quatro genes no cromossomo desse indivíduo.

- 01. M N R P



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

- 02. M R P N
- 04. M R N P
- 08. N M P R
- 16. N R M P
- 32. R M N P

23 - (UFPB/1994)

Dois pares de genes alelos A/a e B/b estão ligados em *loci* diferentes e distantes 14 unidades de recombinação.

Desta forma, um indivíduo com genótipo $\frac{A \quad b}{a \quad B}$ formará os gametas Ab, AB, ab e aB, nas seguintes percentagens:

GAMETAS

	Ab	AB	ab	aB
a)	43	7	7	43
b)	7	43	43	7
c)	36	14	14	36
d)	46,5	3,5	3,5	46,5
e)	14	36	36	14

24 - (UFRRJ/1999/Janeiro)

Numa certa espécie de milho, o grão colorido é condicionado por um gene dominante B e o grão liso por um gene dominante R. Os alelos recessivos b e r condicionam, respectivamente, grãos brancos e rugosos. No cruzamento entre um indivíduo colorido liso com um branco rugoso, surgiu uma F₁ com os seguintes descendentes:

- 150 indivíduos que produziam sementes coloridas e lisas,
- 150 indivíduos que produziam sementes brancas e rugosas,
- 250 indivíduos que produziam sementes coloridas e rugosas e
- 250 indivíduos que produziam sementes brancas e lisas.

A partir desses resultados, podemos concluir que o genótipo do indivíduo parental colorido liso e a distância entre os genes **B** e **R** são:

- a) BR/br; 62,5 U.R.
- b) BR/br; 37,5 U.R.
- c) Br/bR; 62,5 U.R.
- d) Br/bR; 37,5 U.R.
- e) BR/br; 18,75 U.R.

25 - (UNIFESP SP/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.



Professor: Carlos Henrique



BIOLOGIA

Genética – Linkage e permutação

Responda.

a) Qual a seqüência 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?

Linkage / Linkage

26 - (FUVEST SP/2003/2ª Fase)

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.

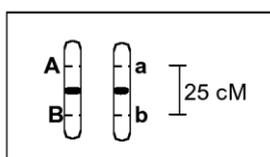
a) Qual é o número de cromossomos e o número de moléculas de DNA no núcleo de cada espermatozoide?

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.

27 - (UFMA/2003)

Considerando os genes da figura abaixo, é **CORRETO** afirmar que serão formados por:



Cromossomos homólogos

a) 75% de gametas parentais e 25% de gametas recombinantes, se não ocorrer *crossing-over* durante a prófase I meiótica.

b) 50% de gametas AB e 50% de gametas ab, se ocorrer *crossing-over* na prófase I meiótica.

c) gametas parentais e recombinantes, em igual proporção, se houver *crossing-over* na prófase I meiótica.

d) 75% de gametas parentais, se houver *crossing-over* durante a prófase I meiótica.

e) 100% de gametas recombinantes, se houver *crossing-over* durante a prófase I meiótica.

28 - (UFMT/2003)

Em junho de 2000, a humanidade assistiu intrigada ao anúncio da decodificação do genoma humano. A base genética do Projeto Genoma Humano é a ligação gênica, ou seja, genes que estão localizados no mesmo cromossomo. Em relação a genes ligados, julgue os itens.

00. Dois genes que estejam bem próximos no mesmo par de cromossomos homólogos segregam-se independentemente na meiose.

01. Um par de cromossomos homólogos pode trocar partes por *crossing-over*.

02. A recombinação produz indivíduos com novas combinações genotípicas.

03. Quanto maior a distância entre dois genes ligados, maior a probabilidade de ocorrer um quiasma entre eles.

29 - (UFAM/2004)

Considerando o mapa cromossômico com três genes ligados com uma distância entre A e B igual a 10 e entre

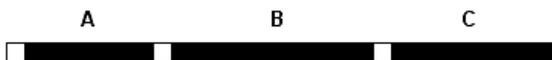


Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

B e C igual a 20, Supondo que os duplos crossing-over não sejam detectados.

Espera-se que um indivíduo triplo heterozigoto ABC/abc produza uma proporção total de gametas parentais ABC e abc igual a:

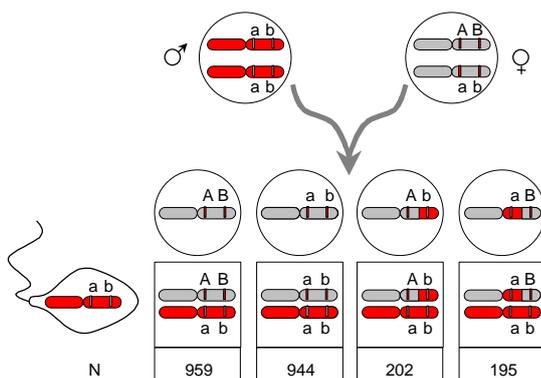


- a) 35%
- b) 15%
- c) 30%
- d) 70%
- e) 5%

Linkage / Permutação

30 - (UFPE/UFRPE/2004/2ª Etapa)

Quando dois genes estão em um mesmo cromossomo, existe uma ligação gênica. A taxa de recombinação entre eles dependerá do quanto estiverem afastados um do outro, no cromossomo. A esse propósito, analise a figura e as afirmações feitas a seguir.



- 00. A freqüência de recombinação entre os locos **A** e **B** é de 17%.
- 01. A probabilidade do aparecimento de um indivíduo **AB//ab**, a partir do cruzamento acima indicado, é de aproximadamente 42%.
- 02. Se, em 100% das células germinativas da fêmea, ocorrer permutação entre os locos **A** e **B**, cada tipo de gameta recombinante (**Ab** e **aB**) aparecerá com freqüência de 25%.
- 03. Se, em 50% das células produtoras de gametas, ocorrer permutação entre os locos **A** e **B**, os gametas não recombinantes e os recombinantes surgirão nas proporções esperadas de 1:1:1:1.
- 04. Considerando o cruzamento ilustrado na figura, pode-se inferir que ocorreu permutação (ou *crossing-over*), em 8,5% das células formadoras de gametas.

31 - (UPE/2004/Bio. 2)

A Drosophila melanogaster tem sido um modelo biológico muito utilizado pela genética clássica e pela molecular para compreensão dos modos de herança. Dentre os genes mapeados desse organismo, suponhamos que os genes para cor do corpo e tipo de asa estejam localizados no cromossomo 2, distantes um do outro a 18 unidades de recombinação. A cor cinza do corpo é condicionada pelo alelo dominante P, e a cor preta, pelo alelo recessivo p. A asa longa é condicionada pelo alelo dominante V, e a asa vestigial, pelo alelo recessivo v.

Considerando esses dados, verifique seus conhecimentos sobre genes ligados, analisando as proposições.

- I. Uma fêmea de corpo cinza e asas longas, em que um dos parentais tinha corpo cinza e asas longas, e o outro tinha corpo preto e asas vestigiais, sendo



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

fecundada por um macho duplamente recessivo para essas características, terá 9% de probabilidade de ter moscas de corpo cinza e asas vestigiais.

II. Uma fêmea duplamente heterozigota e que porta os genes em posição trans, poderá originar dois tipos de gametas recombinantes nas seguintes proporções: 9% PV e 9% pv.

III. Uma fêmea de genótipo Pv/pV, durante a gametogênese, não havendo crossing-over, poderá dar origem a quatro tipos de gameta nas seguintes proporções: 25% PV; 25% pv; 25% Pv; 25% pV.

IV. Estimando-se que um terceiro gene (A) esteja localizado a 3 unidades de recombinação do gene P e a 21 unidades de recombinação do gene V, deduz-se que a frequência de permutação entre os genes A e V será de 24%.

Assinale a alternativa que apresenta as proposições corretas.

- a) apenas I e II.
- b) apenas I e IV.
- c) apenas III e IV.
- d) apenas II e III.
- e) I, II, III e IV.

Linkage / Linkage

32 - (FURG RS/2005)

Uma população de drosófilas está sendo estudada quanto a duas características: cor de olho (vermelho ou púrpura) e tipo de asa (normal ou vestigial). Foi estimado que 45% dos espécimes apresentam “olho vermelho” e “asa normal”, enquanto 45% apresentam “olho cor púrpura” e “asa vestigial”. Os tipos “olho vermelho” e “asa vestigial”, assim como “olho cor púrpura” e “asa

normal” são menos comuns, ocorrendo em uma porcentagem de 5% cada.

Quanto aos genes que determinam essas características, é correto afirmar que são:

- a) ligados e distam 5 unidades de recombinação um do outro.
- b) ligados e distam 10 unidades de recombinação um do outro.
- c) ligados e apresentam 50% de recombinação.
- d) não-ligados e distam 5 unidades de recombinação um do outro.
- e) não-ligados e apresentam 50% de recombinação.

Linkage / Permutação

33 - (UEM PR/2005/Julho)

Sobre os princípios da genética, assinale o que for correto.

01. Em uma espécie de inseto, dois pares de genes autossômicos, com dominância completa, estão em ligação gênica. Em relação a cada par de genes, na descendência do cruzamento entre duplo heterozigoto, é esperada a proporção fenotípica 3:1, conforme a primeira lei de Mendel.

02. Em uma espécie vegetal, a flor violeta é condicionada pelo alelo dominante *A* e a flor branca é determinada pelo alelo recessivo *a*. Em outro loco, o alelo dominante *B* produz planta alta e o alelo recessivo *b* determina planta baixa. Esses dois locos estão em ligação gênica, a uma distância de 25 UR (unidades de recombinação) ou morganídeos. No cruzamento-teste de duplo heterozigoto, no arranjo cis ou associação, são esperados 25% de plantas altas com flores violetas.

04. A hemofilia é causada por um gene recessivo ligado ao sexo. Um casal é constituído por uma mulher portadora (heterozigota) do gene da hemofilia e por um



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

homem normal. Admita que as freqüências de nascimentos de meninas e de meninos são iguais. Sem considerar o sexo das crianças, se esse casal tiver dois descendentes, a probabilidade de os dois serem hemofílicos é $1/16$.

08. Uma amostra de sangue de um assassino foi recolhida na cena do crime pela polícia e foi determinado que o sangue é do grupo ARh positivo. O sócio da vítima tem tipo sanguíneo ARh positivo. Essa correspondência de grupos sanguíneos prova que o sócio da vítima é o assassino.

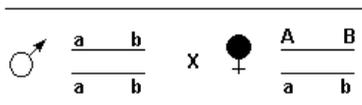
16. A epistasia acontece entre genes do mesmo loco.

32. A segregação dos pares de genes, de acordo com a primeira lei de Mendel, é consequência da separação dos pares de cromossomos homólogos durante a meiose.

64. Considerando-se o sistema de grupos sanguíneos ABO, não é possível encontrar entre irmãos biológicos, filhos do mesmo pai e da mesma mãe, quatro grupos sanguíneos diferentes.

34 - (UFPE/UFRPE/2005/1ª Etapa)

A freqüência de recombinação entre os locos A e B é de 10%. Em que percentual serão esperados descendentes de genótipo AB // ab, a partir de progenitores com os genótipos mostrados na figura?



- a) 5%
- b) 90%
- c) 45%
- d) 10%

e) 20%

35 - (EFOA MG/2006/Janeiro)

Basicamente, quanto mais distante um gene está do outro no mesmo cromossomo, maior é a probabilidade de ocorrência de permutação (crossing-over) entre eles. Se os genes Z, X e Y apresentam as freqüências de permutação XZ (0,34), YZ (0,13) e XY (0,21), a ordem mapa desses genes no cromossomo é:

- a) XZY
- b) ZXY
- c) ZYX
- d) YZX
- e) YXZ

36 - (UEPB/2007)

Os genes A, B, C e D estão no mesmo cromossomo e apresentam as seguintes freqüências de recombinação:

A – B = 17%

A – C = 5%

A – D = 35%

B – D = 18%

C – D = 30%

A seqüência mais provável destes genes no cromossomo é:

- a) A – D – C – B
- b) C – D – B – A
- c) A – B – C – D
- d) A – C – B – D



Professor: Carlos Henrique



BIOLOGIA

Genética – Linkage e permutação

e) C – B – D – A

Linkage / Linkage

37 - (UEM PR/2006/Julho)

No tomateiro, a cor vermelha do fruto é codificada por alelo R, dominante sobre o alelo r, que codifica a cor amarela do fruto, enquanto a cor amarela da flor é codificada por um alelo Y, dominante sobre o alelo y, que codifica a cor branca da flor. Uma planta de flor amarela e tomate vermelho foi cruzada com uma planta de flor branca e tomate amarelo. Todos os descendentes desse cruzamento apresentavam flor amarela e tomate vermelho e foram cruzados com plantas de flor branca e tomate amarelo. O resultado desse cruzamento foi:

42% com flor amarela e tomate vermelho;

43% com flor branca e tomate amarelo;

08% com flor amarela e tomate amarelo;

07% com flor branca e tomate vermelho.

Assinale a alternativa que apresenta a explicação correta para esse resultado.

- a) Os dois pares de genes estão localizados em pares de cromossomos diferentes.
- b) Os dois pares de genes estão no mesmo par de cromossomos.
- c) O gene que codifica flor amarela é epistático sobre o gene que codifica tomate vermelho.
- d) Ocorre interação gênica entre os dois pares de genes.
- e) O solo em que os tomateiros foram plantados contém muito ferro, acarretando o resultado observado.

38 - (UFPI/2006/PS Especial)

Considere a situação de um heterozigoto para dois genes ligados, submetidos a um cruzamento-teste, e assinale a alternativa correta:

- a) Para quaisquer dos dois genes, a frequência de gametas recombinantes excederá a 50%.
- b) Quando o alelo dominante e o recessivo estão separados em ambos os lados da barra, o genótipo está na fase de ligação de acoplamento.
- c) Os cruzamentos envolvendo genes ligados são em geral, diagramados para mostrar a fase de ligação, ou seja, o modo pelo qual os alelos estão dispostos no heterozigoto.
- d) Os genes muito ligados se recombinam freqüentemente e os genes que são pouco ligados raramente se recombinam.
- e) A partir de um cruzamento-teste, dentre 1000 descendentes registrados, 920 se assemelham a uma ou outra linhagem parental e 80 são recombinantes. A frequência de gametas recombinantes, portanto, é de: 0,086.

39 - (UNIOESTE PR/2007)

A genética é o ramo da ciência que estuda as leis da transmissão dos caracteres hereditários. Analise as alternativas abaixo e assinale a correta.

- a) Tratando-se de genes **A** e **B** ligados, distantes 20 unidades de recombinação, uma planta com genótipo **AB/ab** formará 40% de gametas **AB**, 40% de gametas **ab**, 10% de gametas **Ab** e 10% de gametas **aB**.
- b) Tratando-se de genes **A** e **B** não ligados, uma planta com genótipo **AaBb** formará somente gametas **AB** e **ab**.
- c) Em um indivíduo, genótipo é o conjunto das características morfológicas ou funcionais e fenótipo é a constituição genética.



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

d) Co-dominância e dominância incompleta são denominações diferentes para formas idênticas de interações alélicas.

e) Epistasia é uma herança monogênica que ocorre devido à interação por alelos múltiplos.

Linkage / Permutação

40 - (UFPE/UFRPE/2007/2ª Etapa)

Na elaboração de mapas genéticos, utiliza-se o teste dos três pontos. Para isso, são avaliadas as frequências das classes fenotípicas na descendência de cruzamento entre indivíduos heterozigóticos (ABC//abc), para três locos ligados, e indivíduos homozigóticos recessivos (abc//abc), para os mesmos locos (cruzamento teste). Tomando por base os dados fornecidos no quadro abaixo, analise as proposições seguintes.

DESCENDÊNCIA		
Fenótipos	Genótipos inferidos	Frequência Observada
1	ABC	235
2	abc	270
3	Abc	62
4	aBC	60
5	ABc	40
6	abC	48
7	aBc	4
8	AbC	7

00. Os fenótipos **3** e **4** resultaram de recombinação genética entre os locos **A** e **B**.

01. A recombinação entre os locos **B** e **C**, embora em diferentes frequências, ocorreu nos genótipos **5**, **6**, **7** e **8**.

02. Os fenótipos **7** e **8** resultaram de recombinação genética apenas entre os locos **C** e **B**.

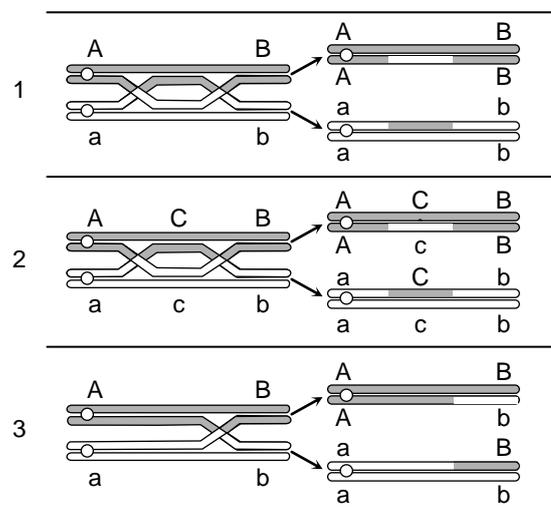
03. A seqüência dos alelos no cromossomo em questão é **A -----B-----C**.

04. No mapa genético, a distância entre os locos **A** e **B** é maior que a distância entre os locos **B** e **C**.

Linkage / Linkage

41 - (UFPE/UFRPE/2008/2ª Etapa)

Utilizando-se resultados de recombinação genética, mecanismo que propicia uma reorganização de genes existentes nos cromossomos, é possível elaborar mapas cromossômicos, de grande utilidade na pesquisa científica teórica e prática. Com relação a esse assunto, analise as proposições abaixo.



00. se dois locos (A e B) são considerados e, entre eles, ocorrem dois quiasmas (1), ao final da divisão, serão obtidos dois tipos de gametas recombinantes para esses locos.

01. quando três locos são considerados (2), espera-se que a frequência dos produtos duplo-recombinantes (AcB e aCb) seja sempre inferior à frequência de recombinantes simples (Ab e aB).

02. tomando como referência a figura (3), pode-se afirmar que, se a frequência de gametas recombinantes (Ab e aB) for igual a 15%, a frequência de quiasmas entre os citados locos terá sido de 30%.

03. se, nas ovogônias de uma fêmea AB//ab (3), ocorrer 40% de quiasmas entre os locos A e B, ao ser essa fêmea submetida a um cruzamento teste, 10% dos seus descendentes deverão ser genotipicamente Ab//ab.

04. se indivíduos de genótipo AB//ab (3) originam 8% de gametas Ab e 8% de gametas aB, a distância entre os locos A e B é de 16 unidades de mapa.



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

42 - (UNIFOR CE/2008/Janeiro - Conh. Gerais)

Um organismo homocigótico para os genes A, B, C e D, todos localizados no mesmo cromossomo, é cruzado com um indivíduo homocigótico recessivo para esses alelos. O retrocruzamento de F1 apresentou os seguintes resultados:

- I. Não houve permuta entre A e C.
- II. Houve 30% de permuta entre A e B e 50% entre A e D.
- III. Houve 20% de permuta entre B e D.

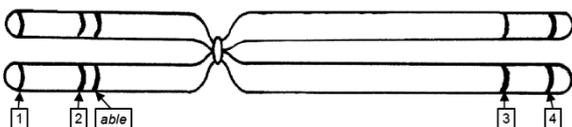
Com base nesses dados, é possível afirmar que a sequência mais provável desses quatro genes no cromossomo é

- a) ABCD
- b) ACBD
- c) BCAD
- d) BDCA
- e) DABC

Linkage / Permutação

43 - (UFPR/2009)

A figura abaixo representa um cromossomo hipotético, em que estão assinaladas as posições de 5 genes (aqui chamados de *able*, *binor*, *clang*, *ebrac* e *fong*), e a tabela na sequência mostra a distância entre eles.



Par de genes	Distância entre eles (unidades de recombinação – UR)
<i>clang – binor</i>	10,7
<i>binor – able</i>	2,8
<i>able – fong</i>	72,6
<i>able – clang</i>	13,5
<i>fong – ebrac</i>	8,4
<i>fong – binor</i>	75,4
<i>fong – clang</i>	86,1
<i>ebrac – able</i>	81,0
<i>ebrac – binor</i>	83,8
<i>ebrac – clang</i>	94,5

Com base nos estudos sobre mapeamento genético, considere as seguintes afirmativas:

1. Depois de *able*, o gene mais próximo do centrômero é *binor*.
2. Os genes *fong* e *ebrac* estão no mesmo braço cromossômico.
3. A maior chance de ocorrer uma permuta é entre os genes *clang* e *binor*.
4. Os genes identificados com os números 3 e 4 são, respectivamente, *ebrac* e *binor*.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 4 é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.

Linkage / Linkage

44 - (UFTM MG/2009/Julho)

Em tomateiro, o alelo **A** determina fruto vermelho e é dominante sobre o alelo **a**, que determina fruto amarelo. Em outro locus, no mesmo cromossomo, o alelo **B** determina planta alta e é dominante sobre o alelo **b**, que determina planta baixa.



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

Uma planta de genótipo AaBb, cujos alelos estão dispostos na posição *cis*, foi cruzada com uma planta baixa, com fruto amarelo. Desse cruzamento, originaram-se 50% de plantas altas com frutos vermelhos e 50% de plantas baixas com frutos amarelos. Esse cruzamento foi repetido algumas vezes e os resultados foram os mesmos.

Considerando a planta AaBb usada no cruzamento, pode-se concluir que

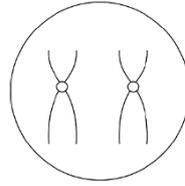
- a) ocorreu permutação em 50% de suas células reprodutivas.
- b) ocorreu permutação em 25% de suas células reprodutivas.
- c) não ocorreu permutação nas suas células reprodutivas.
- d) ela produziu 50% de gametas Ab e 50% de gametas aB.
- e) ela produziu gametas (AB, Ab, aB, ab) na proporção de 25% cada.

Linkage / Permutação

45 - (FUVEST SP/2010/2ª Fase)

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) Abaixo, está esquematizada uma célula germinativa desse animal com esses cromossomos duplicados. Ordene os alelos dos loci M, Q, R e T nesses cromossomos.



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

Linkage / Linkage

46 - (UEPB/2010)

Um indivíduo X, de genótipo ignorado, foi cruzado com o birrecessivo cd/cd, produzindo os seguintes descendentes:

8% $\frac{CD}{cd}$	42% $\frac{Cd}{cd}$	42% $\frac{cD}{cd}$	8% $\frac{cd}{cd}$
--------------------	---------------------	---------------------	--------------------

Os resultados acima expostos permitem concluir que

- a) o genótipo do indivíduo X é CcDd – Cis.
- b) a distância entre os loci c e d no mapa genético é de 84 morganídeos.
- c) a distância entre os loci c e d no mapa genético é de 16 morganídeos.
- d) Os gametas parentais formados pelo indivíduo X são CD e cd.
- e) Os gametas recombinantes formados pelo indivíduo X são Cd e cD.

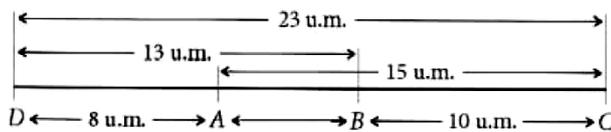
47 - (UNIMONTES MG/2010/Inverno)



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

Um mapa genético fornece a ordem dos genes em um cromossomo e as distâncias aproximadas entre os genes, com base na frequência de recombinação. Nos mapas genéticos, 1% de recombinação é igual a 1 unidade de mapa (u.m.). A figura abaixo representa o mapa genético para os genes A, B, C e D. Analise-o.

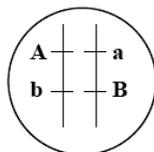


Considerando a figura e o assunto relacionado com ela, analise as afirmativas abaixo e assinale a alternativa **INCORRETA**.

- a) Os genes A e B estão distantes a 5 u.m.
- b) A recombinação ocorre mais facilmente entre os genes mais distantes.
- c) Os genes apresentados estão ligados, pois estão em um mesmo cromossomo.
- d) A maior taxa de *crossing over* é observada entre os genes D e B.

48 - (UFT/2011)

Durante a gametogênese humana, uma célula diplóide é capaz de originar quatro células filhas haplóides. A figura a seguir representa um par de cromossomos homólogos de uma célula gamética (2n). Avalie as assertivas a seguir e marque a opção **INCORRETA**:



- a) Os genes “A” e “b” são considerados ligados, ou em *linkage*, por se situarem em um mesmo cromossomo.
- b) Na prófase da primeira divisão meiótica pode ocorrer permuta genética e se os gametas formados forem 50% do tipo A-b e

50% do tipo a-B, pode-se afirmar que estes genes estão em *linkage* completo.

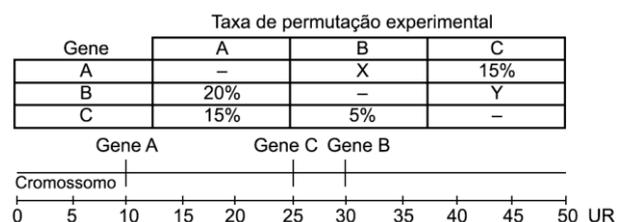
- c) A segunda Lei de Mendel torna-se inválida para genes que estão ligados, ou em *linkage*, uma vez que as características não se transmitem de forma independente.
- d) Considerando que a distância entre os dois *loci* apresentados é de 20 unidades, os gametas serão formados nas seguintes proporções: 40% Ab, 10% AB, 10% ab e 40% aB.
- e) A taxa de recombinação entre os genes “A” e “B” independe da distância entre os *loci* gênicos no cromossomo.

Linkage / Permutação

49 - (UESC BA/2011)

A taxa ou frequência de permutação entre pares de genes que estão ligados é constante e depende da distância que esses genes se encontram uns dos outros. O geneticista Alfred Sturtevant imaginou que seria possível construir mapas gênicos, que mostrariam a distribuição dos genes ao longo do cromossomo e as distâncias relativas entre eles.

O quadro a seguir mostra um exemplo desse tipo de mapa genético.



VITOR & CÉSAR. **Biologia para o ensino médio**: sistema didático

aprendizado baseado em problemas. Rio de Janeiro: Guanabara. 2004. p. 143.

Com base nas informações contidas no quadro, é possível afirmar que os valores corretos para as taxas de permutação em X e Y são, respectivamente,



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

01. 5% e 20%
02. 15% e 5%
03. 15% e 20%
04. 20% e 5%
05. 20% e 15%

Linkage / Linkage

50 - (UFTM MG/2011/Julho)

A fenilcetonúria é uma doença recessiva cujo gene se localiza no cromossomo 12. Pessoas com essa doença não conseguem metabolizar o aminoácido fenilalanina, que em excesso pode desenvolver retardamento mental. Já a hipercolesterolemia familiar (nível de colesterol muito elevado), é uma doença dominante, determinada por um gene provavelmente localizado no cromossomo 19.

- a) Baseando-se nos dados, pessoas heterozigotas, quanto a dois pares de alelos, podem gerar quatro tipos diferentes de gametas. Por que, nessas pessoas, não são formados apenas dois tipos de gametas? Em que situação isso ocorreria?
- b) Uma mulher que nasceu com fenilcetonúria e hipercolesterolemia, cujo pai era normal para as duas características, casa-se com um homem normal, cuja mãe teve fenilcetonúria ao nascer. Esse jovem casal procurou um geneticista para saber se tinha chance de ter uma criança com alguma dessas doenças. Qual é a probabilidade a ser informada ao casal pelo geneticista? Indique como chegou a essa conclusão.

51 - (Fac. de Ciências da Saúde de Barretos SP/2013)

Na *Drosophila melanogaster*, os fenótipos corpo cinza e asas normais são dominantes sobre corpo preto e asas vestigiais. Para o caráter cor do corpo temos os alelos P

(cinza) e p (preto). E para o caráter tipo de asas, os alelos V (asas normais) e v (asas vestigiais).

O cruzamento entre uma fêmea de corpo cinza e asas normais, diíbrida, com um macho duplo recessivo originou os seguintes resultados:

Genótipos	Fenótipos
PpVv	42% cinza, normal
ppvv	42% preto, vestigial
Ppvv	8% cinza, vestigial
ppVv	8% preto, normal

Através da análise dos resultados, é correto afirmar que, na fêmea diíbrida, os alelos P, p e V, v

- a) estão em cromossomos homólogos, ligados em posição cis, sem ocorrência de permuta entre eles.
- b) pertencem a cromossomos homólogos e estão ligados, com ocorrência de permuta entre eles.
- c) estão em cromossomos homólogos, ligados em posição trans, formando gametas parentais e recombinantes.
- d) estão localizados em cromossomos diferentes, não homólogos, formando gametas parentais e recombinantes.
- e) estão localizados em cromossomos diferentes e apresentam segregação independente.

52 - (FAMECA SP/2013)

Um organismo duplo heterozigoto, AB/ab, que apresenta os alelos A e B situados no mesmo cromossomo, ao fecundar um duplo recessivo, ab/ab, gera descendentes. Caso ocorra uma taxa de permutação de 30% no



Professor: Carlos Henrique

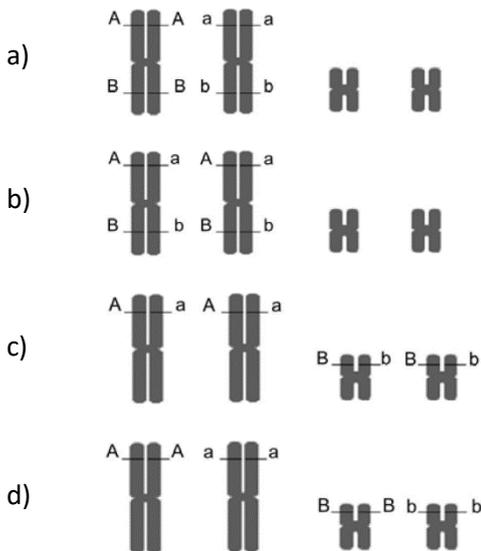
Genética – Linkage e permutação

indivíduo heterozigoto, a frequência esperada dos descendentes AB/ab , ab/ab , Ab/ab e aB/ab é, respectivamente, em porcentagem:

- a) 15; 15; 35; 35.
- b) 20; 20; 30; 30.
- c) 30; 20; 30; 20.
- d) 35; 35; 15; 15.
- e) 30; 30; 20; 20.

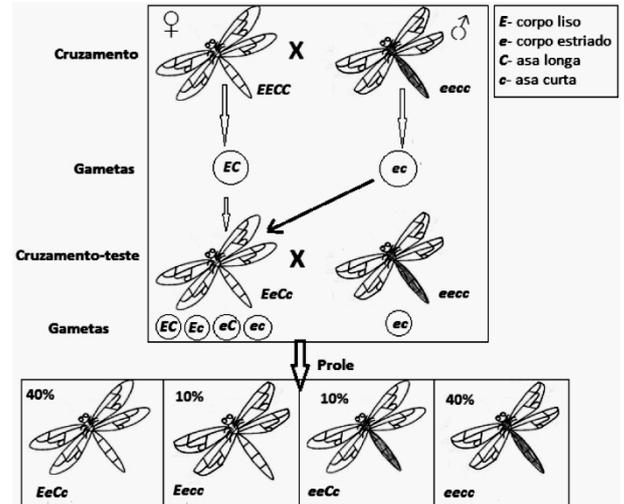
53 - (UNICAMP SP/2013/1ª Fase)

Considere um indivíduo heterozigoto para dois locos gênicos que estão em *linkage*, ou seja, não apresentam segregação independente. A representação esquemática dos cromossomos presentes em uma de suas células somáticas em divisão mitótica é:



54 - (UPE/2013)

Observe o esquema a seguir:



Desenho de libélula disponível em:

<http://criandoartepravoce.blogspot.com> (Adaptado)

Com base no esquema acima, analise as seguintes proposições:

- I. Gametas portadores dos alelos E/c e dos alelos e/c ocorrem em uma proporção maior que a dos gametas portadores dos alelos E/c e e/C , caracterizando um arranjo trans.
- II. Na descendência, as classes que surgem em maior frequência portam as combinações parentais dos alelos, e aquelas em menor frequência são, portanto, as recombinantes, caracterizando uma ligação gênica.
- III. O cruzamento-teste da fêmea duplo-heterozigótica com o macho duplo-homozigotorecessivo mostra quatro tipos de genótipos na descendência, embora em proporções diversas das esperadas, segundo a lei de segregação independente.
- IV. O fenótipo dos descendentes é determinado pela constituição genética do espermatozoide, visto que o macho é homozigoto recessivo duplo, fornecendo alelos recessivos para os descendentes.



Professor: Carlos Henrique



BIOLOGIA

Genética – Linkage e permutação

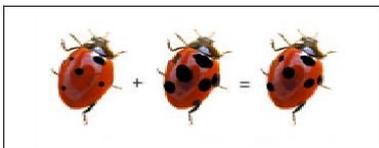
Estão **CORRETAS**

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I, II e IV.
- d) II e III.
- e) II, III e IV.

Linkage / Permutação

55 - (UNIMONTES MG/2013/Inverno)

O pouco conhecimento sobre hereditariedade na época da proposição da teoria Darwiniana contribuiu para que a mesma sofresse críticas. Como o próprio Darwin não conseguiu produzir respostas convincentes, outros cientistas se empenharam em construir novos conhecimentos, incorporando-os às ideias de Darwin no sentido de preencher as lacunas existentes sobre a evolução. Nesse contexto, novas teorias foram surgindo. Considerando o assunto abordado e a figura, assinale a alternativa que apresenta um dos fatores considerados pela teoria moderna (ou sintética) da evolução.

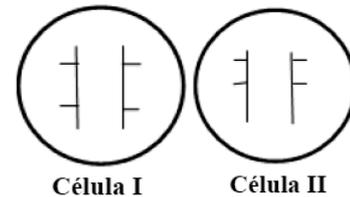


- a) Mimetismo.
- b) Camuflagem.
- c) Recombinação gênica.
- d) Divergência evolutiva.

56 - (UERN/2014)

Nem sempre os genes situados no mesmo cromossomo caminham juntos para o mesmo gameta, pois pode ocorrer permutação ou crossing-over, ou seja, uma troca de partes entre as cromátides homólogas.

Considere o esquema das células e seus genes:



A partir da análise das células, é correto afirmar que

- a) na célula I haverá maior taxa de recombinação, pois os genes estão mais distantes.
- b) a taxa de recombinação e a distância entre os genes não possuem qualquer ligação.
- c) na célula II haverá maior taxa de recombinação, pois os genes estão mais próximos.
- d) as células I e II terão a mesma taxa de recombinação, pois possuem o mesmo número de gametas.

57 - (UEM PR/2015/Janeiro)

Sobre termos e conceitos biológicos, assinale o que for **correto**.



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

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.

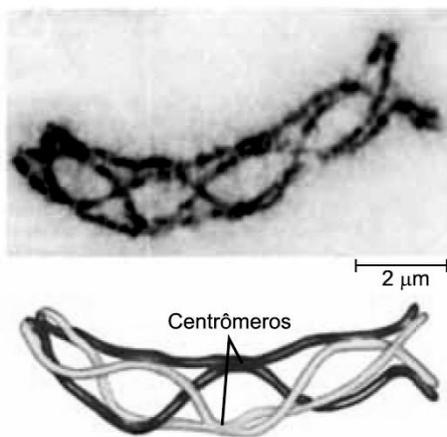
04. A seleção, pela adaptação, de organismos pouco aparentados, mas que apresentam estruturas e formas corporais semelhantes, é denominada divergência evolutiva.

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.

58 - (FGV/2015/Janeiro)

As figuras ilustram o processo de *crossing-over*, que ocorre na prófase I da meiose.



(<http://quizlet.com>. Adaptado)

O aumento da variabilidade genética, gerada por esse processo, ocorre em função da permuta de

- a) alelos entre cromátides irmãs.
- b) alelos entre cromátides homólogas.
- c) não alelos entre cromossomos homólogos.
- d) não alelos entre cromátides irmãs.
- e) não alelos entre cromossomos não homólogos.

59 - (UFU MG/2015/Julho)

Uma espécie de tomateiro apresenta os genes **A, D, E e F**, ligados a um determinado cromossomo, que determinam a cor e textura das folhas, a morfologia do fruto e as cores do caule.

As frequências de *crossing-over* encontradas nos cruzamentos testes para dois pares de genes foram:

Entre F – E = 14%	Entre D – A = 11%
Entre F – D = 9%	Entre F – A = 20%
Entre D – E = 5%	Entre E – A = 6%

Qual é a sequência desses genes localizados no mesmo cromossomo?

- a) EFAD.
- b) DEFA.
- c) AFED.
- d) FDEA.

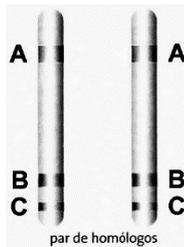
60 - (UEG GO/2015/Julho)



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

O processo de divisão celular é extremamente importante nos processos biológicos. Durante a prófase da primeira divisão da meiose, os cromossomos homólogos podem passar por permutações entre si (recombinação ou *crossing over*), gerando gametas com uma combinação de alelos diferentes das combinações existentes nos cromossomos dos pais. A soma desses recombinantes é chamada de taxa ou frequência de recombinação. A figura a seguir exemplifica um caso de três genes (A, B e C) situados em um par de cromossomos homólogos.



GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S. *Biologia hoje*. São Paulo: Ática, vol.3, 2014, p. 73.

Sobre as taxas de recombinação entre esses *loci*, verifica-se que a taxa de recombinação entre

- a) A, B e C é randomizada e inespecífica.
- b) A e C é maior que entre A e B.
- c) A e B é equivalente à taxa entre B e C.
- d) A e B é menor que entre B e C.

Linkage / Linkage

61 - (UFU MG/2016/Julho)

Nos camundongos, o gene *e*, recessivo, produz pelos encrespados, e seu alelo dominante, pelos normais. Em outro par de genes alelos, o gene recessivo *a* produz fenótipo albino, enquanto seu alelo dominante produz fenótipo selvagem. Quando camundongos diíbridos foram cruzados com camundongos albinos e de pelos encrespados, foram obtidos 79 camundongos de pelos encrespados e selvagens, 121 com pelos encrespados e

albinos, 125 de pelos normais e selvagens e 75 com pelos normais e albinos.

Qual esquema representa a posição dos genes no diíbrido?

- a)
- b)
- c)
- d)

Linkage / Permutação

62 - (UDESC SC/2016/Janeiro)

A *Drosophila melanogaster* (mosca de frutas) possui em um dos seus cromossomos dois genes (A e B) que se encontram a uma distância de 28 U.R (Unidades de recombinação). Considere um macho desta espécie com o genótipo AaBb em posição *trans*. Espera-se que ele produza espermatozoides com os genes AB, em um percentual de:

- a) 33%
- b) 25%
- c) 50%
- d) 75%



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

e) 14%

63 - (UEFS BA/2017/Janeiro)

A partir de um heterozigoto $AaBb$ em trans, e sabendo-se que a distância entre os seus genes é de 8 morganídeos, o percentual possível de gametas AB , considerando-se que houve permutação, é de

- 01. 46%.
- 02. 23%.
- 03. 8%.
- 04. 4%.
- 05. 2%.

Linkage / Linkage

64 - (UEFS BA/2018/Janeiro)

Em tomateiros, os genes a e c encontram-se ligados. O cruzamento entre um tomateiro de genótipo $AaCc$ e outro de genótipo $aaCC$ originou plantas adultas em proporção genotípica de 43% $AaCC$, 43% $aaCc$, 7% $AaCc$ e 7% $aaCC$.

A distância entre os genes a e c nos cromossomos do tomateiro é

- a) 7 UR.
- b) 14 UR.
- c) 43 UR.
- d) 50 UR.
- e) 86 UR.

Linkage / Permutação

65 - (UNESP SP/2019/Janeiro)

Um homem de genótipo $AaBb$ em arranjo *cis* teve um filho com uma mulher duplo-homozigótica dominante para estes genes autossômicos. O gene A está distante 8 unidades de recombinação (UR) de B .

Há menor probabilidade de o genótipo dessa criança ser

- a) $AaBB$ ou $AaBb$.
- b) $AABB$ ou $AABb$.
- c) $AABB$ ou $AaBB$.
- d) $AABb$ ou $AaBb$.
- e) $AABb$ ou $AaBB$.

Linkage / Linkage

66 - (SANTA CASA SP/2019)

No tomateiro, o alelo G determina flor amarela e o alelo g , flor branca. O alelo M determina fruto vermelho e o alelo m , fruto amarelo. Uma planta que produz flores brancas e frutos amarelos foi cruzada com uma planta duplo-heterozigótica. As sementes obtidas foram cultivadas e deram origem a tomateiros com a proporção fenotípica mostrada na tabela:

Proporção fenotípica	Cor da flor	Cor do fruto
42%	Amarela	Amarela
8%	Amarela	Vermelha
42%	Branca	Vermelha
8%	Branca	Amarela



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

O arranjo dos genes ligados e a distância entre eles no tomateiro duplo-heterozigótico são

- a) Gm/gM e 16 UR.
- b) GM/gm e 42 UR.
- c) GM/gm e 8 UR.
- d) GM/gm e 16 UR.
- e) Gm/gM e 8 UR.

Linkage / Permutação

67 - (UNIT AL/2018)

AB = 20

AC = 10

AD = 4

BC = 30

BD = 24

CD = 6

Observando-se a lista com as distâncias, em morganídeos, entre quatro genes em linkage, conclui-se que a sequência desses genes no cromossomo é

- a) ABCD.
- b) BADC.
- c) BACD.
- d) CDBA.
- e) CABD.

Linkage / Linkage

68 - (Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública/2018/Julho)

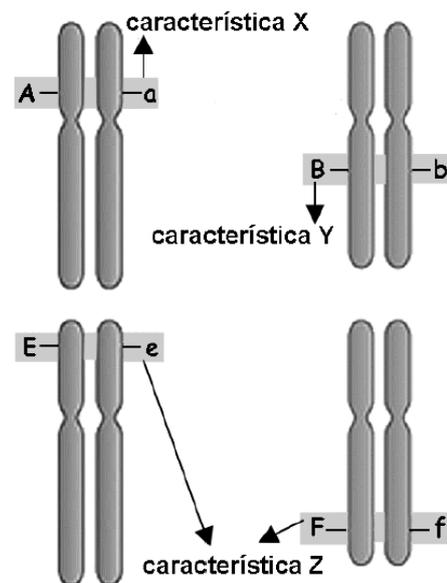
A proporção de gametas produzidos por um indivíduo duplo heterozigoto pode indicar se os genes não alelos estão ligados ou não a um mesmo cromossomo.

Considerando a ocorrência de um cruzamento teste com um indivíduo di-híbrido e na ausência de permutação na formação dos gametas,

⇒ determine as combinações gaméticas diferentes nos descendentes que deverão ser formados em uma condição de segregação independente dos genes.

⇒ identifique os genótipos esperados presentes e suas respectivas proporções nos descendentes em uma condição de ligação fatorial completa com posição trans.

69 - (Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública/2019/Janeiro)





Professor: Carlos Henrique



BIOLOGIA

Genética – Linkage e permutação

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando.
Biologia hoje, v. III. São Paulo: Ática, 2013, p. 59.

A imagem representa a localização de quatro pares de genes, Aa, Bb, Ee e Ff, expressando três características distintas, X, Y e Z, e distribuídos em oito cromossomos autossômicos diferentes.

Considerando-se a informação da imagem e os conhecimentos pertinentes ao tema, é correto afirmar:

- a) As características X e Y são determinadas por uma herança do tipo ligação fatorial ou linkage.
- b) Os pares de genes Ee e Ff determinam uma herança do tipo interação gênica por estarem envolvidos na expressão de uma mesma característica genética.
- c) Os genes A e E estão ligados ao mesmo cromossomo e por isso determinam uma segregação independente entre eles.
- d) Os genes Ee e Ff seguem a primeira lei de Mendel a qual afirma que cada característica genética é determinada por um par de fatores.
- e) A característica Z segue a segunda lei de Mendel por apresentar dois pares de genes localizados na porção homóloga de X e Y.

Linkage / Permutação

70 - (OBB/2014/2ª Fase)

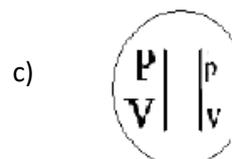
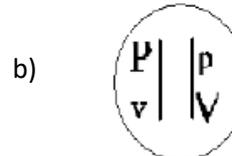
A taxa de *crossing* entre os genes P e V observado no cruzamento acima é de:

- a) 8,5%

- b) 17%
- c) 41,5%
- d) 83%
- e) 50%

71 - (OBB/2014/2ª Fase)

Marque a alternativa que descreve de forma correta a localização dos genes P e V no parental diíbrido:



GABARITO:



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

1) Gab: D

2) Gab:

a) A seqüência mais provável para esses genes é A-C-B-D.; b) Os genes estão dispostos linearmente ao longo do cromossomo. Assim, a taxa de permuta entre eles reflete, de modo diretamente proporcional, a distância que os separa (por convenção, 1% de permuta equivale a uma unidade de distância, no mapa genético).

Levando em conta os valores das taxas de permuta entre os genes em questão, é possível construir o mapa cromossômico.

3) Gab: C

4) Gab: A

5) Gab: Os genótipos são:

A1 A1, A1 A2, A1 A3, A1 A4

A2 A2, A2 A3, A2 A4

A3 A3, A3 A4, A4 A4

6) Gab: A

7) Gab: A

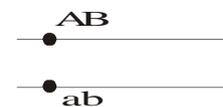
8) Gab:

a) Genes ligados são genes para diferentes características e que se localizam no mesmo cromossomo, mas em locais diferentes. Desse modo,

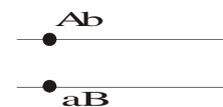
tendem a ser transmitidos em bloco de geração a geração, exceto quanto há uma processo de permuta entre eles.

A 2ª Lei de Mendel estabelece que os genes para duas ou mais características não se fundem no elemento híbrido (heterozigotos), segregando-se independentemente na gametogênese e se recombinando ao acaso no processo de fecundação. Esta lei se aplica somente a genes que se localizam em cromossomos não homólogos.

Os genes ligados podem estar numa posição CIS

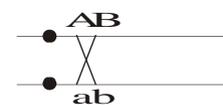


ou seja, os alelos dominantes num mesmo cromossomo homólogo, enquanto que os alelos recessivos estão no outro homólogo; ou na posição TRANS

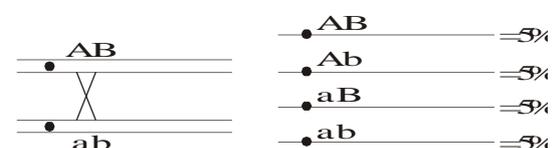


ou seja, dominante de A e recessiva de b no mesmo cromossomo e vice-versa, recessivo de a e dominante B no outro homólogo.

b) A permuta pode ser exemplificada como a troca de segmentos entre os genes ligados A e B. Vamos considerá-los numa posição CIS



e uma freqüência de permuta de 20%, ou seja, 1/5 das células germinativas, em processo de meiose, apresentam o fenômeno do "Crossing-over". Desse modo, teremos 4 classes de gametas, quanto à composição genética.

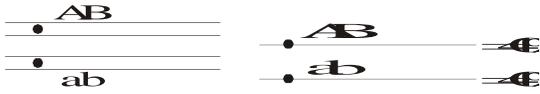


Os 80% restantes originarão 2 classes de gametas



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação



A permutação permite ampliar a variabilidade genética a nível de gametas e a variabilidade genética a nível de populações.

A permutação permite também reunir genes mutantes num só cromossomo, podendo originar indivíduos com dois ou mais genes mutantes, originando um campo maior para atuação da relação natural.

9) Gab: B

10) Gab: B

11) Gab: A

12) Gab: B

13) Gab: A

14) Gab: FFVFF

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

16) Gab: E

17) Gab: A

18) Gab: B

19) Gab: E

20) Gab: 41

21) Gab: 13

22) Gab: VFVFFV

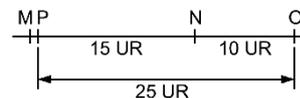
23) Gab: A

24) Gab: D

25) Gab:

a) seqüência mais provável desses genes no cromossomo será: MP-N-O ou O-N-MP, sendo que M e P estão muito próximos no cromossomo.

Mapa genético:



Em relação à seqüência, é indistinto MP ou PM.

b) Os locos M e P estão muito próximos no cromossomo, o que explica o fato de não haver descendentes com permuta entre os locos M e P

26) Gab:



Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

a) Cada espermatozóide contém um cromossomo ($n = 1$) e uma molécula de DNA em seu núcleo.

b) Os gametas formados apresentam os seguintes genótipos: AB, Ab, aB e ab.

c) O texto não informa a distância entre os genes, ou a taxa de permutação, ou a porcentagem de células que, durante a profase I, sofreram crossing-over, porque fica claro que se trata de genes ligados. Sem esses dados não é possível estimar a proporção de cada um dos gametas formados.

27) Gab: D

28) Gab: FVVV

29) Gab: D

30) Gab: VVFF

31) Gab: A

32) Gab: B

33) Gab: 37

34) Gab: C

35) Gab: C

36) Gab: D

37) Gab: B

38) Gab: C

39) Gab: A

40) Gab: VVFVV

41) Gab: FVVVV

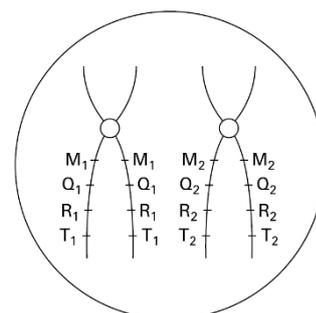
42) Gab: B

43) Gab: B

44) Gab: C

45) Gab:

a) Admitindo-se que o candidato tenha ordenado os lócus M, Q, R e T *nessa sequência, de cima para baixo*, nos cromossomos indicados, temos o esquema a seguir:

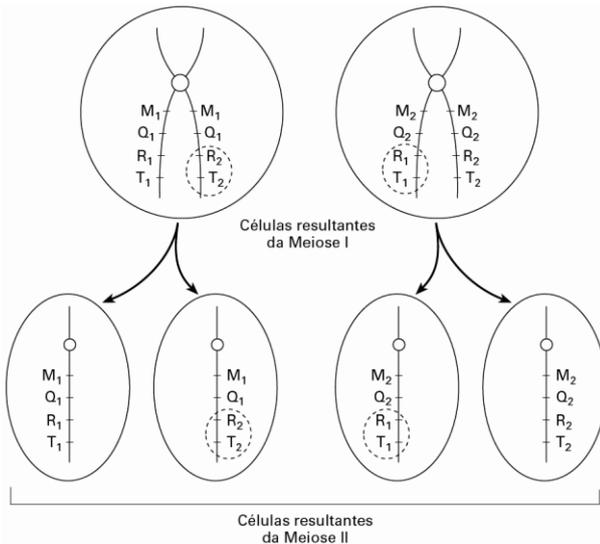




Professor: Carlos Henrique

Genética – Linkage e permutação

b) Há duas possíveis interpretações para este item, conforme se entenda a expressão “células resultantes dessa divisão”: como sendo *apenas as duas células* resultantes da primeira divisão da meiose ou como sendo *as quatro células finais* resultantes da segunda divisão da meiose.



46) Gab: C

47) Gab: D

48) Gab: E

49) Gab: 04

50) Gab:

a) Nas pessoas heterozigotas quanto aos dois pares de alelos não são produzidos somente dois tipos de gametas porque os genes não alelos estão situados em pares de cromossomos homólogos diferentes e, por consequência, segregam-se de maneira independente, formando quatro tipos de gametas. A formação de apenas dois tipos de gametas poderia ocorrer caso os

genes não alelos estivessem em um mesmo par de cromossomos homólogos (linkage) e não houvesse permuta.

b) A probabilidade do casal em questão ter uma criança com alguma dessas doenças é de 50% para ter uma criança com fenilcetonúria e 50% para ter uma criança com hipercolesterolemia familiar. A conclusão parte da análise dos resultados do cruzamento ffHh (mulher) x Ffhh (homem) em questão, cujos genótipos foram inferidos a partir do histórico familiar mencionado. Vale ressaltar que a probabilidade do casal ter uma criança com fenilcetonúria e hipercolesterolemia é de 25%.

Legenda: F – fenilcetonúria; H- hipercolesterolemia familiar.

51) Gab: B

52) Gab: D

53) Gab: A

54) Gab: D

55) Gab: C

56) Gab: A

57) Gab: 08

58) Gab: B



Professor: Carlos Henrique



BIOLOGIA

Genética – Linkage e permutação

59) Gab: D

60) Gab: B

61) Gab: A

62) Gab: E

63) Gab: 04

64) Gab: B

65) Gab: E

66) Gab: A

67) Gab: B

68) Gab:

- Determine as combinações gaméticas diferentes nos descendentes que deverão ser formados em uma condição de segregação independente dos genes.

Deverão ser formados quatro (4) combinações gaméticas diferentes entre os descendentes (AaBb, Aabb, aaBb, aabb).

- Identifique os genótipos esperados presentes e suas respectivas proporções nos descendentes em uma condição de ligação fatorial completa com posição trans.

Os tipos de genótipos e as proporções esperadas são:

50% Aabb (Ab/ab) e

50% aaBb (aB/ab)

69) Gab: B

70) Gab: B

71) Gab: C