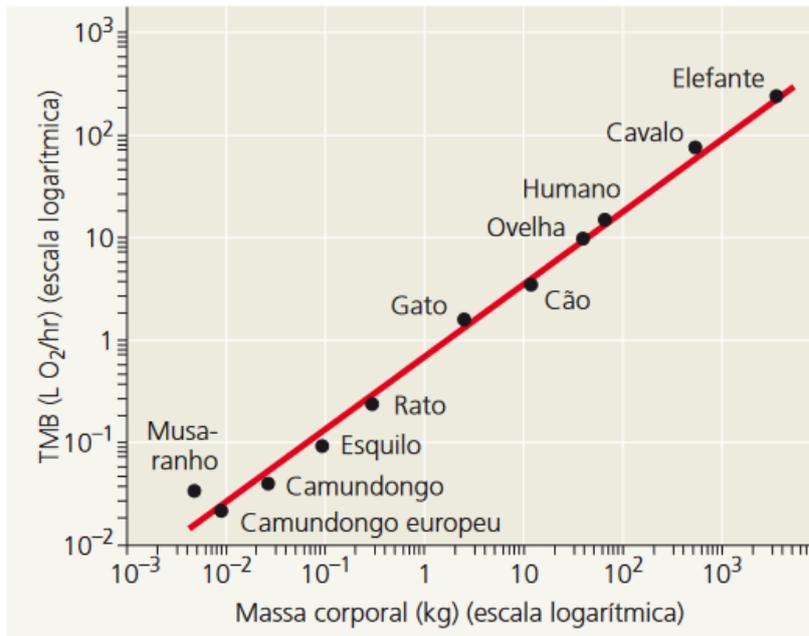


Prova de fase 2B da XX OBB/Gabarito Definitivo

01) O gráfico a seguir evidencia a taxa metabólica basal ((TMB), L O₂/h) em função da massa corporal de diversos animais. A partir das informações desse gráfico, julgue as seguintes proposições como verdadeiras (V) ou falsas (F):



Legenda: Gráfico a taxa metabólica basal ((TMB), L O₂/h) em função da massa corporal de diversos animais. **Fonte:** REECE, J. B. Biologia de Campbell, 10^a Ed. 2015

- I. (F) O coeficiente de determinação (R^2) do gráfico apresentado se aproxima de 0. Isso ocorre quando duas grandezas são diretamente proporcionais.
- II. (F) O elefante apresenta o maior metabolismo quando TMB é padronizada por unidade de massa corporal entre os animais apresentados no gráfico.
- III. (V) O ponto correspondente à ovelha, próximo à reta de regressão, indica que a sua TMB poderia ser bem inferida pela sua massa corporal.
- IV. (F) Um valor $-p^*$ abaixo de 0.95 em um teste de hipóteses sobre a correlação entre TMB e massa corporal indicaria significância estatística.

valor $-p^*$ nível descritivo ou probabilidade de significância

Gabarito Comentado:

F – F – V – F

I. Falso. O coeficiente de determinação (R^2) próximo de 0 indica que a regressão não explica a variação dos dados; isso geralmente não ocorre em grandezas diretamente proporcionais. No gráfico, esperaríamos um R^2 alto, o que indicaria uma boa correlação entre a taxa metabólica basal e a massa corporal.

II. Falso. O elefante está entre os animais com a menor TMB quando padronizada por unidade de massa corporal ($L O_2/h.m$). Animais menores, como o musaranho, apresentam uma TMB mais elevada por unidade de massa corporal.

III. Verdadeiro. Se um ponto está próximo à linha de regressão, isso indica que o valor real da TMB para a ovelha é próximo ao valor previsto pela regressão para sua massa corporal, o que sugere que o modelo de regressão é apropriado para inferir a TMB da ovelha com base em sua massa.

IV. Falso. Um valor-p abaixo de 0.95 não indicaria significância estatística. Na prática, valores de p comumente considerados como limiares para significância estatística são 0.05 ou menores. Um valor-p de 0.95 sugeriria que há uma alta probabilidade de que os resultados observados poderiam ter ocorrido ao acaso, portanto não rejeitando a hipótese nula.

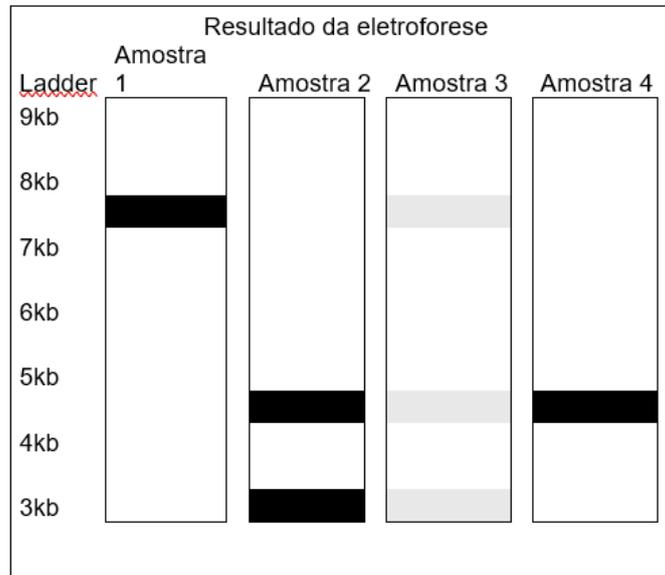
02) Em um projeto de biotecnologia destinado ao desenvolvimento de uma nova formulação de suplemento de lactase para pessoas com intolerância à lactose, pesquisadores estão inserindo o gene da lactase, com 4.500 pares de base (pb), em um plasmídeo bacteriano de 3.000 pb. Para facilitar a inserção do gene da lactase no plasmídeo, a enzima de restrição EcoRI é utilizada devido à sua capacidade de reconhecer e cortar a sequência palindrômica GAATTC, cortando entre as bases G-A, formando uma “ponta-solta” com as bases AATTC. O sucesso na produção do plasmídeo recombinante é vital para a síntese eficiente da lactase. Para que esse projeto tenha sucesso, os pesquisadores devem selecionar um plasmídeo que contenha uma sequência de DNA, que seja reconhecida pela endonuclease em questão. Com isso em mente, os pesquisadores analisaram quatro plasmídeos disponíveis no laboratório:

Tabela de Sequências de Nucleotídeos dos Plasmídeos:

Segmento	Sequência de Nucleotídeos dos Plasmídeos
A	AGCTTGAATTCGAC
B	TCGAAGCTTAGCTT
C	GGAATTCCGGAAGC
D	CCAGCTGAATTCGGTT

Legenda: Tabela de Sequências de Nucleotídeos dos plasmídeos. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Após a ligação do gene da lactase ao plasmídeo e sua reintrodução em bactérias hospedeiras, amostras de DNA plasmidial recombinante foram tratadas com EcoRI e analisadas pela técnica de eletroforese em gel de agarose. Os resultados obtidos estão representados na imagem esquemática abaixo:



Legenda: Resultado da análise por eletroforese em gel de agarose. Ladder= Padrão de massa molecular.
Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

Sobre o experimento realizado por esses pesquisadores e a teoria envolvida neste assunto, foram feitas as seguintes proposições. Analise-as, julgando se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- I. (V) a sequência correta para a clivagem por EcoRI está presente no Segmento D.
- II. (V) a presença de uma banda única de 7.500 pb na Banda 1 indica que o plasmídeo foi corretamente montado com o gene da lactase.
- III. (V) o segmento que contém a sequência correta para a clivagem por EcoRI é essencial para garantir a inserção efetiva do gene da lactase no plasmídeo.
- IV. (F) a Banda 2, mostrando dois fragmentos distintos, sugere que o plasmídeo e o gene da lactase existem separadamente, indicando um possível erro no processo de ligação ou uma amostra de controle negativo.

Gabarito Comentado:

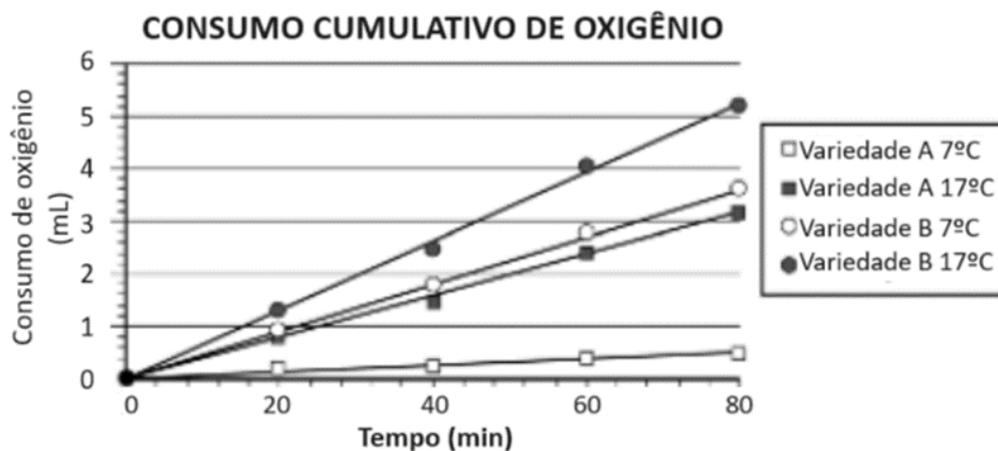
I. Verdadeira: Gabarito Alterado. A sequência de nucleotídeos do plasmídeo D é CCAGCTGAATTCGGTT, apresentando a sequência GAATTC, reconhecida e cortada pela enzima de restrição EcoRI.

II. Verdadeira: Uma banda única de 7.500 pb indica a formação bem-sucedida do plasmídeo recombinante, resultante da ligação correta do gene da lactase ao plasmídeo.

III. Verdadeira: Selecionar corretamente o segmento com a sequência alvo de EcoRI é crucial para o sucesso da clivagem e, conseqüentemente, para a inserção efetiva do gene da lactase no plasmídeo.

IV. Falsa: A presença de duas bandas distintas na Banda 2 pode indicar uma amostra de controle ou o resultado esperado antes da ligação, mas não necessariamente um erro no processo.

03) Um dos principais cultivares comerciais do Cazaquistão, país-sede da IBO 2024, é o trigo, sendo um grande exportador tanto do grão quanto da farinha. Um dos motivos para a alta produtividade de trigo neste país é que esta planta possui um metabolismo que é favorecido em ambientes temperados. Por conta disso, o país pesquisa muito como as mudanças ambientais podem afetar a produção desta planta tão importante para sua economia. Um biólogo estava avaliando duas variedades de trigo recém-desenvolvidas como culturas potenciais. Em um experimento, as mudas foram germinadas em papel toalha úmido a 20°C por 48 horas. O consumo de oxigênio das mudas com dois dias de idade foi medido em diferentes temperaturas. Os dados são mostrados no gráfico abaixo.



Legenda: Gráfico ilustrando o consumo cumulativo de oxigênio de mudas de trigo ao longo do tempo. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Com base nos dados fornecidos acima e seu conhecimento sobre fisiologia vegetal, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (F) As variedades A e B apresentam diferenças significativas no consumo de oxigênio em temperaturas de 7°C e 17°C, pois houve maior consumo de oxigênio sob condições de menor temperatura.

II. (V) As mudas da variedade A cultivadas a 7°C e a 17°C possuem taxas de consumo de oxigênio de 0,0062mL/min e 0,040mL/min, respectivamente.

III. (V) Em termos de produtividade líquida, a condição de 7°C garante menor ocorrência de fotorrespiração nas plantas, aumentando a quantidade de fotossíntese nas células.

IV. (F) A fotorrespiração envolve reações que ocorrem nos cloroplastos, peroxissomos e retículo endoplasmático liso.

Gabarito Comentado:

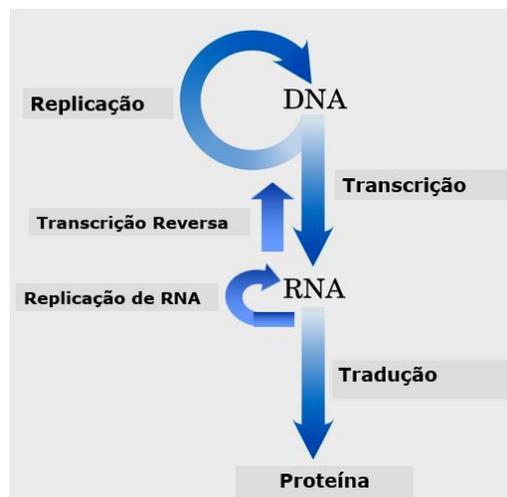
I. Falso. O trigo é uma planta C3, tendo uma rota metabólica favorecida em ambientes mais frios.

II. Verdadeira. A variedade A, a 7°C: $(0,5 - 0 \text{ mL}) / (80 - 0 \text{ min}) = 0,0062 \text{ mL/min}$; variedade A, a 17°C: $(3,2 - 0 \text{ mL}) / (80 - 0 \text{ min}) = 0,040 \text{ mL/min}$ (poderiam ser usados outros pontos do gráfico para chegar nesses resultados).

III. Verdadeira. Plantas C3 em ambientes muito quentes tendem a entrar em fotorrespiração, diminuindo a produtividade fotossintética.

IV. Falso. Na fotorrespiração, são envolvidos o cloroplasto, o peroxissomo e a mitocôndria, não o retículo endoplasmático liso.

04) O fluxo de informação genética normalmente ocorre em sentido único. A molécula de DNA direciona para síntese de RNA e a partir desta molécula, é possível dar origem a uma proteína específica, em alguns casos, o RNA sofre *splicing* alternativo originando mais de uma proteína. O Dogma central da Biologia foi proposto por Francis Crick em 1958, mas sofreu algumas alterações por identificar algumas enzimas que são capazes de utilizar o RNA para produzir DNA.



Legenda: fluxo de informação genética; **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Replicação semi conservativa: As duas fitas de DNA se desconectam e cada uma serve de modelo para a síntese de uma fita complementar nova. O resultado são duas moléculas de DNA com uma fita original e uma fita nova.

II. (V) O desenrolamento das fitas é feito pela Topoisomerase e a separação das duas fitas da dupla hélice por ação da enzima DNA helicase. Essa enzima quebra as ligações de pontes de hidrogênio entre as duas bases nitrogenadas dos nucleotídeos.

III. (V) As DNA polimerases requerem a presença de pequenos fragmentos de oligonucleotídeos para dar início a síntese da nova fita (são os *primers*).

IV. (F) Em eucariotos existe somente uma RNA polimerase envolvida na síntese de RNAs específicos, como, RNAs Ribossômicos, RNAs transportadores e RNAs mensageiros.

Gabarito Comentado:

(V) O processo de replicação é semiconservativo. Cada fita serve de molde para uma nova fita complementar.

(V) O DNA no início da replicação está enrolado, para isso a topoisomerase desenrola e a helicase quebra as pontes de hidrogênio.

(V) Para a DNA polimerase começar a replicação é necessário primers indicando os pontos da síntese da nova fita

(F) Existem três RNAs polimerases: RNA polimerase I – localizada no nucléolo e responsável pela síntese do RNA ribossômico, RNA polimerase II – localizada no nucleoplasma e responsável pela síntese do RNA mensageiro, RNA polimerase III – também localizada no nucleoplasma e responsável pela síntese do RNA transportador.

05) Todos os órgãos e tecidos do corpo humano executam funções que contribuem para manter as condições do meio interno praticamente constantes. A homeostasia é a condição de equilíbrio no ambiente corporal interno produzida pela ação conjunta de todos os processos regulatórios corporais. A manutenção da homeostase geralmente envolve ciclos de retroalimentação que regulam parâmetros como temperatura corporal, níveis de glicose sanguínea e pressão arterial. Quando ocorrem alterações nesses parâmetros, mecanismos homeostáticos atuam para restaurar o equilíbrio. Qualquer circunstância que interfira no mecanismo de retroalimentação pode causar desequilíbrio da homeostase. No caso do corpo humano, esse processo pode corroborar para o desenvolvimento de doenças. Desse modo, qual seria o ciclo de retroalimentação referente ao mecanismo homeostático por retroalimentação negativa ou *feedback* negativo, cujo funcionamento é fundamental na regulação fisiológica do organismo, mantendo a homeostase por meio do controle de parâmetros ou variáveis fisiológicas?

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Um dos parâmetros que são regulados por meio do *feedback* negativo é o nível de glicose sanguínea. A *Diabetes Mellitus* Tipo II, por exemplo, é uma doença que causa um desequilíbrio da homeostase e uma falha na retroalimentação negativa envolvendo o hormônio insulina. Essa falha na retroalimentação dificulta ou impossibilita a diminuição da glicose do sangue, quando em alto nível (glicemia) para valores equilibrados (normalidade).

II. (F) Em um indivíduo saudável, os níveis glicêmicos são controlados por dois hormônios, a insulina e glucagon. A insulina é produzida pelas células alfa pancreáticas e atua na diminuição da concentração de glicose no sangue no período pós-prandial. Ou seja, após refeição, os níveis de glicose no sangue aumentam ativando a secreção de insulina. A insulina age como um sinal que ativa as células do corpo para que utilizem a glicose como substrato energético.

- III. (V) A insulina faz com que a glicose pós-prandial seja convertida em glicogênio no fígado. Esse processo retira a glicose excessiva do sangue, levando a uma diminuição da glicemia e redução na secreção de insulina, recuperando a homeostase do sistema.
- IV. (F) O Glucagon é um hormônio produzido pelas células beta do pâncreas e tem efeito antagônico a insulina, levando a quebra do glicogênio hepático, quando o indivíduo necessita de glicose.

Gabarito Comentado:

- I. Verdadeira. A DM II é uma falha na retroalimentação negativa envolvendo a insulina, com isso o indivíduo fica com altos níveis de glicose no sangue.
- II. Falsa. A insulina é produzida pelas células beta pancreáticas, já as células alfa pancreáticas produzem glucagon
- III. Verdadeira. O excesso de glicose no sangue é convertido para glicogênio hepático.
- IV. Falsa. Glucagon é um hormônio produzido pelas células alfa do pâncreas, não beta.

06) Os microrganismos patogênicos possuem e expressam genes que codificam fatores de virulência, esses, por sua vez, conferem habilidade de desencadear processos patológicos. Dessa forma, fatores de virulência contribuem na patogenicidade, ou seja, na capacidade de causar doença em um hospedeiro, influenciando na gravidade de uma doença.

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

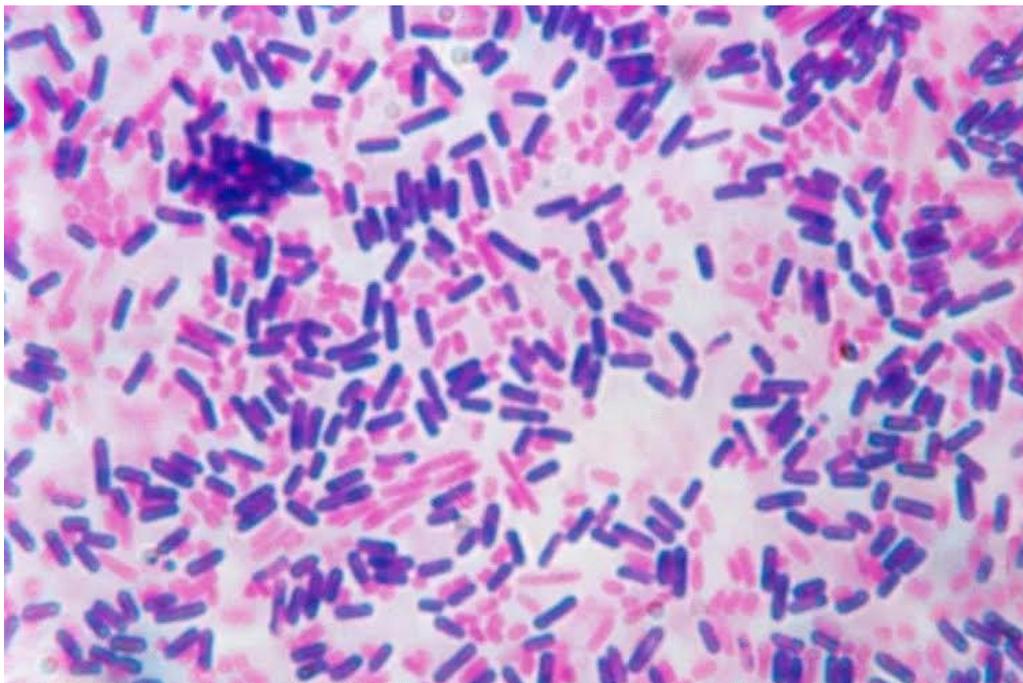
- I. (V) A presença de organismos produtores de toxinas, como algumas bactérias do gênero *Clostridium*, podem ocasionar alteração na composição da microbiota do hospedeiro (disbiose intestinal) que desencadeiam uma série de doenças gastrintestinais, metabólicas e degenerativas.
- II. (V) São exemplos de fatores de virulência: produção de toxinas, presença de cápsula e de enzimas para penetração no tecido hospedeiro.
- III. (V) A presença de cápsula aumenta a resistência a fagocitose e o reconhecimento pelos anticorpos.
- IV. (F) As fímbrias reduzem a aderência da bactéria à célula hospedeira, permitindo a bactéria invadir a célula.

Gabarito Comentado:

- I. Verdadeira. Em nossa microbiota intestinal há alguns microorganismos patogênicos que são controlados pelas outras bactérias. Alterações intestinais podem levar a as bactérias patogênicas a proliferarem e causar doenças.
- II. Verdadeira. Todos estes fatores são fatores de virulência.
- III. Verdadeira. A cápsula permite que a bactéria não seja reconhecida pelo sistema imune, inibindo a fagocitose.
- IV. Falsa. A fimbria é um fator de virulência, que ajuda na aderência da bactéria nas células.

07) A coloração de Gram é uma técnica fundamental em microbiologia utilizada para diferenciar bactérias com base na estrutura da sua parede celular. Esta técnica desempenha um

papel crucial nas demandas dos laboratórios clínicos, onde é comumente aplicada para auxiliar na identificação rápida de agentes infecciosos. Durante o processo de coloração, as bactérias são submetidas a uma série de etapas, incluindo a aplicação de cristal violeta, iodeto de potássio, álcool-acetona e safranina. As bactérias que retêm a coloração violeta após a etapa de lavagem com álcool-acetona são classificadas como Gram-positivas, enquanto aquelas que perdem a coloração violeta e são coradas pela safranina são classificadas como Gram-negativas. Esta distinção é crucial na determinação do tratamento adequado de infecções bacterianas, uma vez que as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas respondem de forma diferente aos diversos tipos de antibióticos.



Legenda: Fotomicrografia de bactérias coradas pelo método de Gram: **Fonte:** Portal do Instituto Nacional de Medicina Laboratorial.

A respeito dos conceitos de microbiologia, assinale verdadeiro ou falso:

- I. (F) Todas as bactérias Gram-positivas têm uma camada de peptidoglicano mais espessa em comparação com as bactérias Gram-negativas.
- II. (F) Durante a replicação do DNA bacteriano, a enzima topoisomerase é responsável por conectar as fitas de DNA recém-sintetizadas.
- III. (V) Durante a replicação do DNA bacteriano, a DNA polimerase III é capaz de corrigir erros de pareamento de bases por meio de atividade exonucleolítica.
- IV. (F) A conjugação bacteriana é um tipo de reprodução assexuada em que uma célula bacteriana doa parte do seu material genético para outra célula bacteriana.

Gabarito Comentado:

I - Falso. Embora as bactérias Gram-positivas geralmente tenham uma camada de peptidoglicano mais espessa do que as Gram-negativas, isso não é uma regra absoluta. Existem exceções, como algumas bactérias Gram-negativas com paredes espessas de peptidoglicano,

II - Falso. Durante a replicação do DNA bacteriano, a enzima topoisomerase desempenha um papel crucial na relaxação da tensão do DNA superenrolado, permitindo a separação das fitas de DNA para a replicação. No entanto, a ligação das fitas de DNA recém-sintetizadas é realizada pela DNA ligase, não pela topoisomerase.

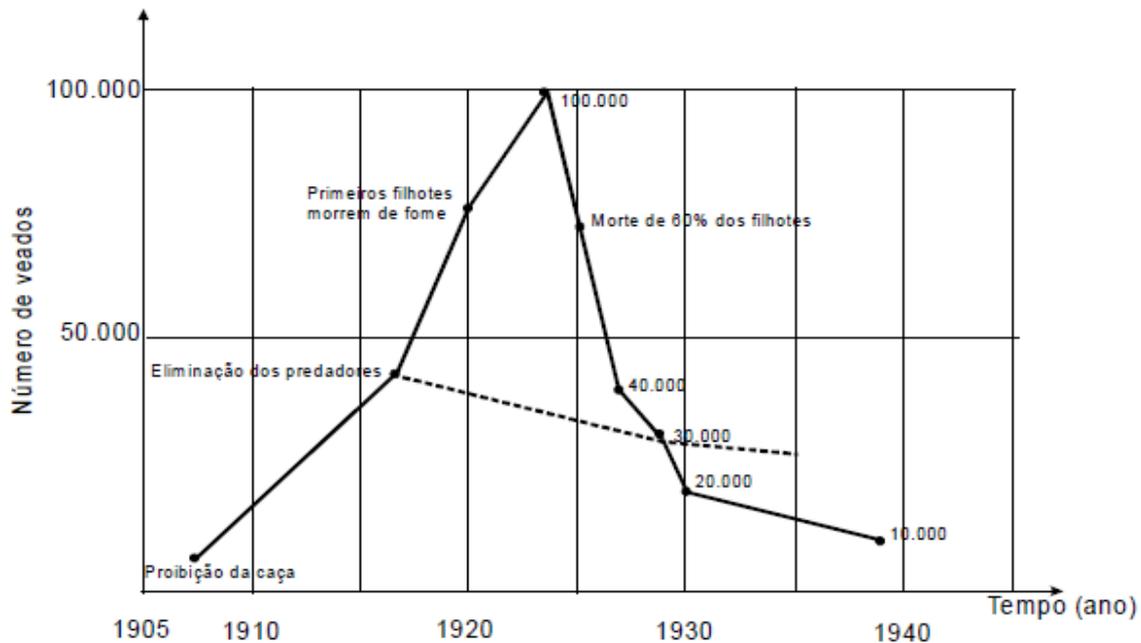
III - Verdadeiro. Durante a replicação do DNA bacteriano, a DNA polimerase III é a principal enzima responsável pela síntese da nova cadeia de DNA complementar à cadeia molde. Além disso, ela possui atividade exonucleolítica, que permite a correção de erros de pareamento de bases através da remoção da base errada e da substituição pela correta. Esse mecanismo de correção de erros aumenta a precisão da replicação do DNA.

IV - Falso. A conjugação bacteriana é um processo de transferência de material genético entre células bacterianas, mas não é um tipo de reprodução assexuada. Envolve a transferência de plasmídeos ou fragmentos de cromossomos entre células bacterianas através de um tubo de conjugação.

08) Leia o texto e analise o gráfico para responder à questão:

No Planalto de Kaibab, localizado no Parque Nacional do Grand Canyon, nos Estados Unidos, um fenômeno ecológico marcante ocorreu na década de 1920. Antes dessa época, a população de veados-mula (*Odocoileus hemionus*) na região era controlada de forma natural por predadores e pela disponibilidade limitada de alimentos. No entanto, com a criação do parque nacional em 1919, a caça de veados-mula foi proibida, juntamente com o estímulo à caça de seus predadores, como pumas, lobos e coiotes.

Resultante dessa política, houve um aumento descontrolado dos veados. Em 21 anos a população dessa espécie passou de 4 mil para 100 mil. Os campos de pastagem não eram capazes de suportar esse número de animais, que consumiam excessivamente a vegetação, incluindo arbustos, árvores jovens e até raízes, e pisoteando o solo, não dando chance do ecossistema se recuperar. Após o ápice da população de veados, ela entrou em declínio. Este desequilíbrio ecológico causado pelo superpovoamento de veados no Planalto de Kaibab serviu como um lembrete poderoso dos complexos sistemas de interdependência na natureza. O estudo desse caso destacou a importância da gestão cuidadosa dos ecossistemas e da consideração dos impactos das intervenções humanas sobre a vida selvagem e o meio ambiente. A história do Planalto de Kaibab continua a ser um exemplo instrutivo nas áreas de ecologia e conservação.



Legenda: Gráfico ilustrando a dinâmica populacional de veados – mula entre os anos de 1905 e 1940.
Fonte: Amabis, J.M.; Martho, G.R. Biologia Moderna. 1ª Ed. 2016.

No gráfico os pontos indicam eventos marcantes sobre a população de predadores e veados no planalto de Kaibab. A linha contínua indica o crescimento e declínio da população de veados. A linha tracejada indica a possível tendência da população de veados-mula caso os predadores não fossem caçados.

Em relação às dinâmicas ecológicas no planalto de Kaibab, assinale com verdadeiro (V) ou falso (F):

- I. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab resultou em uma mudança na composição genética da população de veados, devido à pressão seletiva exercida pela competição por recursos escassos.
- II. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab desencadeou mudanças nas interações planta-planta, como a competição por nutrientes, afetando a estrutura das comunidades vegetais.
- III. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab resultou em uma mudança na distribuição da curva de crescimento populacional, refletindo uma transição para uma curva de crescimento logístico.
- IV. () As únicas populações em Kaibab que tiveram alterações da composição genética são os veados, seus predadores e as plantas das quais os veados se alimentavam.

Gabarito Comentado:

I - Verdadeiro. A mudança na composição genética da população se chama *bottleneck*. Após o aumento e posterior declínio da população, a nova população se restabelece com o repertório genético da população que passou por um “gargalo”, limitando a diversidade genética.

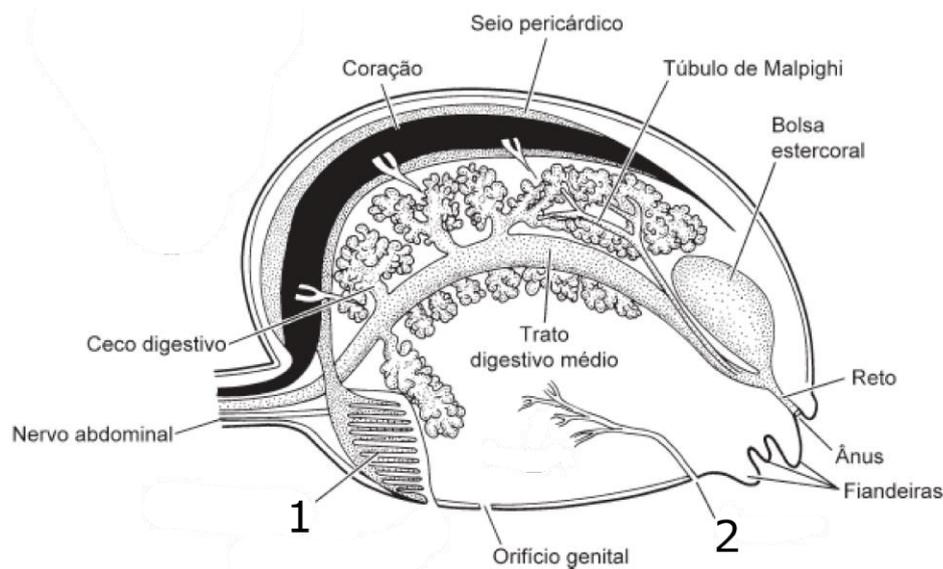
II - Verdadeiro. Com o consumo desenfreado, porém seletivo, de algumas espécies de plantas, as espécies que não eram consumidas pelos veados tiveram chance de proliferar em taxa muito superior àquelas que eram predadas, gerando desbalanços ecológicos e competição por nutrientes que anteriormente não eram observadas na mesma intensidade e presença entre as espécies que compõe o ecossistema local

III - Verdadeiro. As curvas de crescimento logístico são caracterizadas por um platô na população, que ocorre quando a população atinge a capacidade limite daquele ecossistema.

IV - Falsa. Outros organismos que possuem interações ecológicas com predadores, veados e plantas, potencialmente também tiveram alterações nas estruturas de suas populações, como outros animais que se alimentavam das plantas que entraram em declínio populacional ou ectoparasitas dos predadores e veados, como carrapatos.

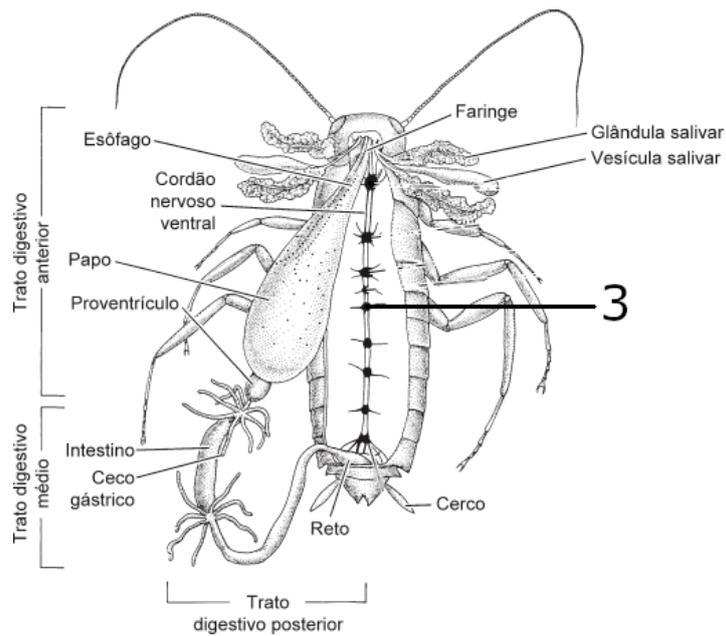
09) Levando em consideração as figuras A, B, C e D que representam respectivamente um aracnídeo, um inseto, um inseto e um artrópode genérico, assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as relações entre os números e as estruturas anatômicas indicadas correspondentes.

Figura A)



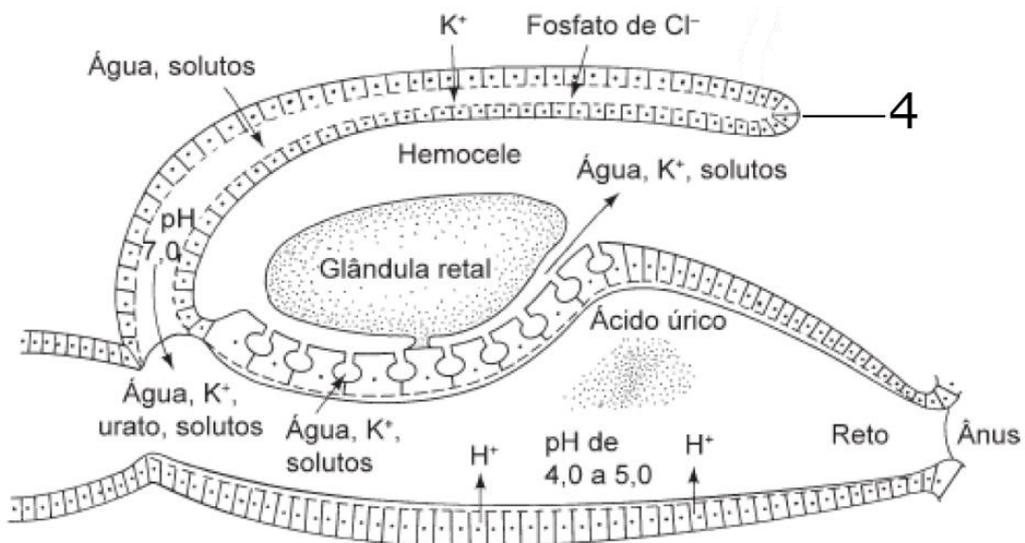
Legenda: Estruturas anatômicas de um aracnídeo hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura B)



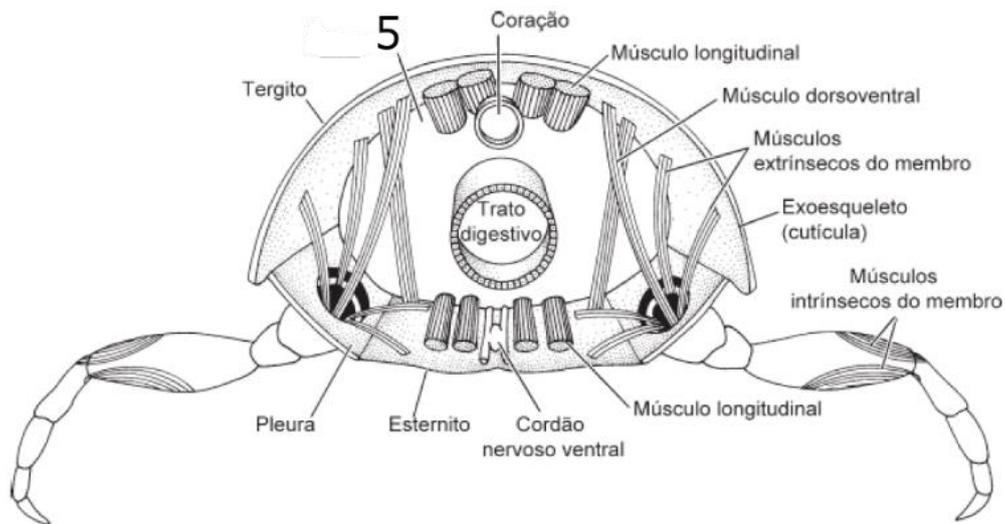
Legenda: Estruturas anômicas de um inseto hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura C)



Legenda: Estruturas anômicas de um inseto hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura D)



Legenda: Estruturas anatômicas de um artrópode hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

I. (V) 1 – pulmão foliáceo, 2 - espiráculo e 3 – gânglio

II. (F) 3 - gânglio, 4 – ceco gástrico e 5 – pseudoceloma

III. (F) 1 – trato digestivo anterior, 2 – nervo abdominal e 3 - coração

IV. (V) 3 - gânglio, 4 – túbulo de Malpighi e 5 – hemocele

I - Verdadeiro. 1 – o pulmão foliáceo de um aracnídeo, 2 – o espiráculo de um aracnídeo (aranhas possuem tanto pulmões quanto espiráculos) 3 – um dos gânglios de um inseto.

II - Falso. 3 – um dos gânglios de um inseto, 4 – Não é um ceco gástrico, isso fica claro quando observa-se que no órgão da imagem ocorre excreção, 5 – não é um pseudoceloma, em artrópodes essa cavidade chama-se hemocele.

III - Falso. 1 – não é parte do trato digestivo, é um pulmão foliáceo de um aracnídeo, 2 – não é um nervo, mas sim um espiráculo de aracnídeo, 3 – não é um coração, mas sim um gânglio.

IV - Verdadeira. 3 – um dos gânglios de um inseto, 4 – túbulo de malpighi de um inseto, 5 – hemocele de um artrópode.

10) A PCR ou Reação em Cadeia da Polimerase é uma técnica utilizada nos laboratórios e possibilita a amplificação de um dado fragmento da amostra de DNA inicial de forma exponencial. Graças a essa técnica, um teste genético pode ser iniciado a partir de uma única célula, pois o DNA será multiplicado *in vitro* em quantidade suficiente para ser detectado no teste.

Com base nestas informações, assinale V, para Verdadeiro ou F para Falso em cada uma das proposições abaixo:

I. (**F**) A reação envolve a utilização dos nucleotídeos do DNA e do RNA, sequências de iniciadores específicos ou *primers*, DNA polimerase termoestável, MgCl₂ (cofator para a enzima), tampão, H₂O e o DNA molde.

II. (**V**) A técnica consiste basicamente em três etapas: a dupla fita é desnaturada pelo calor; em seguida, cada *primer* (senso e anti-senso) anela a uma das fitas simples do DNA e após, ocorre o processo de extensão e polimerização da fita, a partir da adição de nucleotídeos e ação da DNA polimerase.

III. (**F**) A reação de amplificação é catalisada pela DNA polimerase, a qual anela um pequeno fragmento de DNA de fita simples, chamado de oligonucleotídeo iniciador ou *primer*, a uma fita molde de DNA para poder iniciar a polimerização.

IV. (**F**) A visualização dos resultados de uma PCR convencional ocorre a partir da técnica de eletroforese via aplicação destes produtos em um gel de agarose ou acrilamida, mostrando se houve ou não amplificação, o tamanho do fragmento e a quantidade numérica exata do produto obtido.

I - Falso. A reação envolve a utilização de 4 desoxirribonucleotídeos trifosfatados (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), os dNTPs são a matéria-prima da síntese do DNA durante a PCR, sequências de iniciadores específicos ou primers, uma DNA polimerase termoestável, MgCl₂ (cofator para a enzima), tampão, H₂O e o DNA molde.

II - Verdadeiro.

III - Falso. A reação de amplificação é catalisada pela enzima DNA polimerase, a qual alonga um pequeno fragmento de DNA de fita simples, chamado de oligonucleotídeo iniciador ou primer, quando este, por sua vez, já encontra-se anelado a uma fita molde de DNA.

IV - Falso. A visualização dos resultados de uma PCR convencional ocorre por eletroforese via aplicação destes produtos em um gel de agarose ou acrilamida, mostrando se houve ou não amplificação e o tamanho do fragmento, mas não é capaz de precisar numericamente a quantidade do produto obtido pois é um método semiquantitativo.

11) Uma das características mais importantes a serem analisadas na morfologia floral é a simetria. Há dois tipos principais de simetria, a simetria bilateral (= flores zigomorfas) corresponde aquelas em que a corola da flor possui apenas um eixo de simetria, enquanto que na simetria radial (= flores actinomorfas) a corola possui vários eixos de simetria. Tendo esses conhecimentos em mente, observe as imagens a seguir e, com base no que é possível observar nessas imagens, julgue as proposições referentes a elas como verdadeiras (V) ou falsas (F):



Legenda: imagens para análise da simetria floral. **Fonte:** Google Imagens.

- I. (**F**) A análise da imagem A permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria bilateral.
- II. (**V**) A imagem B não é adequada para se determinar a simetria da flor da espécie mostrada, pois seria necessário obter uma imagem de maior aumento.
- III. (**V**) A análise da imagem C permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria bilateral.
- IV. (**F**) A análise da imagem D permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria radial.

Gabarito Comentado:

I - Falso. A flor mostrada na imagem possui vários eixos de simetria, portanto é uma flor de simetria radial.

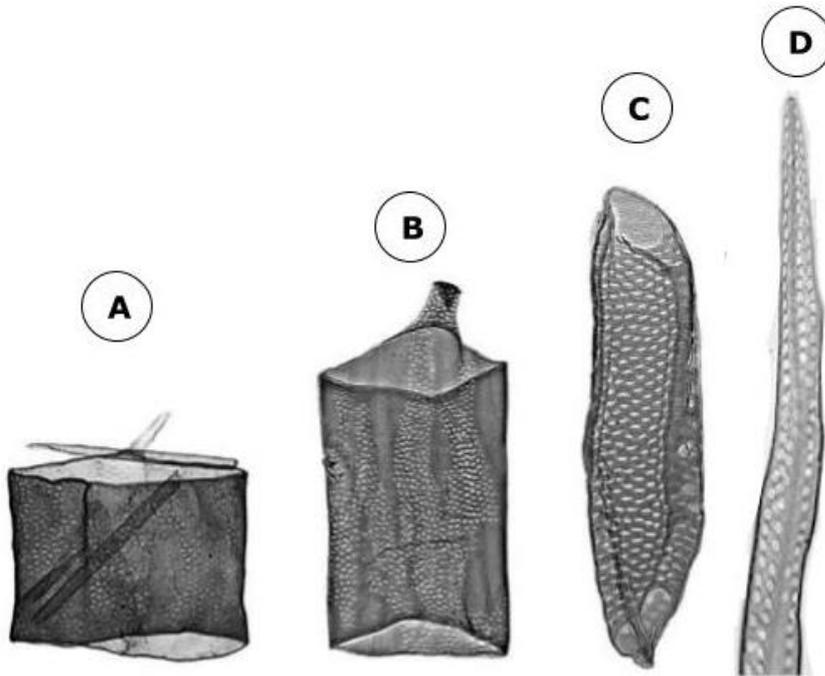
II - Verdadeiro. A imagem mostra uma espádice, ou seja, uma inflorescência com flores muito diminutas que devem ser analisadas morfológicamente numa lupa (estereomicroscópio).

III - Verdadeiro. A flor mostrada possui apenas um eixo de simetria, sendo, portanto, bilateral.

IV - Falso. A imagem mostra um capítulo, ou seja, uma inflorescência. Para se determinar a simetria das flores, seria necessário analisá-las, provavelmente com o auxílio de lupa (estereomicroscópio).

12) Um pesquisador estava analisando as células condutoras do xilema de duas espécies vegetais, um pinheiro e um ipê amarelo. Nesse processo, ele realizou uma dissociação, ou seja, preparou amostras do xilema e adicionou um reagente que dissolve a lamela média das células, isolando-as para melhor visualização das células individualmente. Ao observar no microscópio, o pesquisador observou 4 morfologias de células condutoras, sendo que aquelas encontradas no pinheiro não eram encontradas no ipê amarelo e vice-versa. No entanto, o

pesquisador se esqueceu de anotar qual morfologia pertencia a cada espécie. Ao invés disso, ele apenas fotografou as células, conforme imagem a seguir:



Legenda: Formato das células do xilema d de duas árvores. **Fonte:** Imagens A, B, e C: Helmling, S., Olbrich, A., Heinz, I., & Koch, G. 2018. Imagem D: Jura-Morawiec, J. 2016.

A respeito do contexto descrito, julgue como verdadeiro (V) ou falso (F) os itens a seguir:

- I. (**F**) As células A e B são do ipê amarelo e as células C e D são do pinheiro.
- II. (**V**) As células A, B e C são do ipê amarelo e a célula D é do pinheiro.
- III. (**V**) A célula A é a que apresenta maior eficiência na condução da seiva xilemática.
- IV. (**F**) A célula D é a que participa da formação dos vasos condutores de seiva xilemática mais longos.

Gabarito Comentado:

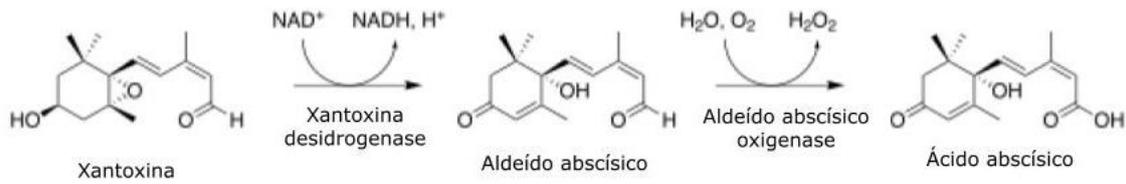
I - Falsa. Apenas a célula D, que é uma traqueíde (sem placa de perfuração), pode ser encontrada num pinheiro (gimnosperma).

II - Verdadeiro. As células A, B e C possuem placas de perfuração e, por isso, são elementos de vaso e encontradas no ipê amarelo (angiosperma). Já a célula D é uma traqueíde, sendo encontrada no pinheiro.

III - Verdadeiro. A célula A possui maior raio e, portanto, conduz seiva mais eficientemente.

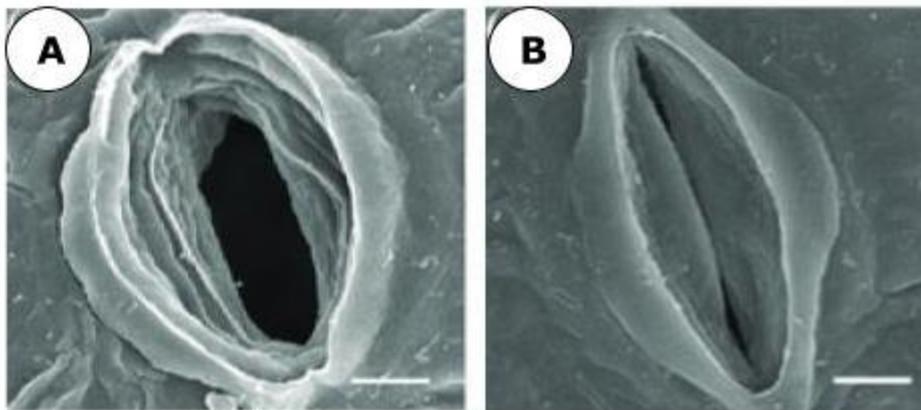
IV - Falso. Como a célula D é uma traqueíde, ela não se organiza em vasos, pois sua comunicação com outras traqueídes se dá apenas pelas pontoações.

13) Um grupo de pesquisadores estava investigando a possível influência da enzima xantoxina desidrogenase nos níveis de abertura estomática em tomateiro (*Solanum lycopersicum*). A função da enzima está mostrada na figura a seguir:



Legenda: Função da enzima xantoxina desidrogenase. **Fonte:** Portal *Trends in Plant Science*

Para a investigação, foram analisados dois grupos de tomateiros. O grupo 1 apresenta o alelo do gene da xantoxina desidrogenase selvagem, já o grupo 2, possui um alelo mutante que codifica para uma proteína não funcional. A análise consistiu em realizar imagens de microscopia da epiderme foliar de tomateiros de ambos os grupos, em duas condições: sob alta e baixa disponibilidade de água. De um modo geral, observou-se que os estômatos estavam em duas conformações diferentes, representados nas imagens de microscopia a seguir:



Legenda: Micrografia dos estômatos de tomateiros - *Solanum lycopersicum*. **Fonte:** Xi J.J. *et al*, 2018.

A respeito do experimento descrito, julgue como verdadeiro (V) ou falso (F) os itens a seguir:

- I. (**V**) As imagens de microscopia foram obtidas da microscopia eletrônica de varredura.
- II. (**F**) Os tomateiros do grupo 1 devem ter exibido majoritariamente estômatos na conformação B tanto sob alta quanto em baixa disponibilidade de água.
- III. (**V**) É esperado que os tomateiros do grupo 2 tenham seus estômatos majoritariamente na conformação A tanto sob alta quanto em baixa disponibilidade de água.

IV. () É esperado que os tomateiros do grupo 2 devem ter uma taxa de transpiração muito mais elevada que os tomateiros do grupo 1 apenas na condição de baixa disponibilidade de água.

Gabarito Comentado:

I - Verdadeiro. Imagens tridimensionais de superfície de estruturas são obtidas a partir da microscopia eletrônica de varredura.

II - Falso. As plantas do grupo 1 (selvagens) apresentam estômatos abertos (conformação A) em alta disponibilidade de água e estômatos fechados (conformação B) em baixa disponibilidade de água.

III - Verdadeiro. Os tomateiros do grupo 2 (mutante) não possuem enzima funcional e, portanto, o ABA não é produzido. Com isso, os estômatos permanecem abertos (conformação A) mesmo em baixa disponibilidade de água.

IV - Verdadeiro. Na condição de baixa disponibilidade de água, apenas os estômatos dos tomateiros do grupo 2 estarão abertos, portanto a transpiração dos tomateiros do grupo 2 deverá ser bem maior que a dos tomateiros do grupo 1.

14) João, após assistir aulas de bioquímica, foi almoçar em uma churrascaria e ficou muito entusiasmado em utilizar os conhecimentos adquiridos para analisar os alimentos que estava ingerindo. Dê uma ajuda ao João avaliando as análises por ele realizadas.

Considerando as proposições, assinale V, para Verdadeiro ou F para Falso.

I. () Primeiramente, João serviu-se de arroz e alface. Lembrou-se de que em cada um desses alimentos predominava um tipo de polissacarídeo diferente; um que conseguimos digerir com facilidade e outro que não digerimos. Na alface predomina o amido que digerimos bem, no arroz predomina a celulose, a qual não conseguimos digerir.

II. () Depois, serviu-se de carne, pegou um belo pedaço de picanha mal passada. Observou que a parte da picanha que entrou em contato com o calor mudou de coloração em comparação com a parte interna, que estava mais crua. Lembrou então que as proteínas, ao entrarem em contato com o calor, podem sofrer o processo de desnaturação, perdendo as conformações tridimensionais (estruturas quaternária, terciária e secundária), mas mantendo sua estrutura primária.

III. () Como João está de "dieta", resolveu não comer a gordura da picanha. Enquanto olhava para a apetitosa gordura no prato, aproveitou para refletir sobre a forma como os triacilgliceróis seriam absorvidos e transportados em sua corrente sanguínea. Pensou o seguinte: "A principal função do quilomícron é transportar lipídeos sintetizados no fígado para os tecidos periféricos, enquanto o VLDL transporta os lipídeos recém absorvidos da dieta para o fígado".

IV. () Ainda em relação aos lipídeos, lembrou-se de que o colesterol apresenta várias funções no nosso organismo, entre elas estão a participação como substrato para síntese de hormônios, síntese de sais biliares e estabilização de membranas celulares.

Gabarito Comentado:

I - Falso. A alface contém celulose, que não digerimos, já o arroz tem amido, que conseguimos digerir.

II - Verdadeira. A temperatura alta leva a desnaturação proteica,

III - Falso. O VLDL leva lipídeos para a célula, em alta concentração pode depositar nos vasos.

IV - Verdadeiro. O colesterol tem várias funções importantes no organismo, como síntese de hormônios, sais biliares e estabilização de membranas celulares.

15) Após disputar uma prova olímpica de natação, determinado atleta se submeteu a um exame bioquímico para verificar a dosagem de ácido láctico em sua corrente sanguínea. Foi verificado que, após a realização da prova olímpica, a quantidade de ácido láctico estava alta em sua corrente sanguínea. Considerando o texto acima, julgue como verdadeira (V) ou falso (F) as proposições que explicam o resultado do exame realizado:

I. **(F)** Excesso de oxigênio no sangue causado pelo aumento da frequência cardíaca, permite o metabolismo anaeróbico.

II. **(F)** Excesso de gás carbônico no sangue causado pela dificuldade de sua eliminação pela respiração, permite que a célula realize metabolismo aeróbico.

III. **(V)** O ácido láctico gerado é originado pelo piruvato que permaneceu no citoplasma, gerando 2 moléculas de ATP de rendimento energético.

IV. **(V)** A fermentação nos músculos é causada pelo aumento da demanda de energia durante a atividade física e insuficiência no fornecimento de oxigênio pelo sistema respiratório.

Gabarito Comentado:

I - Falso. O oxigênio permite metabolismo aeróbico, não anaeróbico

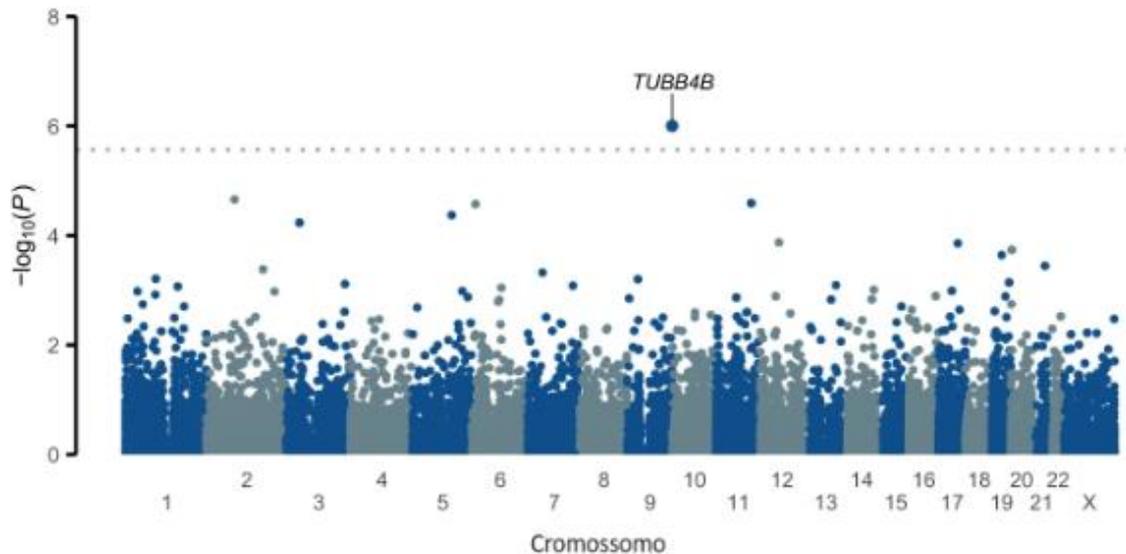
II - Falso. O excesso de CO₂ permite que a célula realize metabolismo anaeróbico.

III - Verdadeiro. O ácido láctico, tem um rendimento baixo de energia, pois na ausência de oxigênio, o piruvato não consegue entrar na mitocôndria. Quando isso ocorre o rendimento energético é de 2 ATPs

IV - Verdadeiro. Devido à alta atividade o oxigênio não consegue chegar na célula para realizar metabolismo aeróbico.

16) Pesquisadores realizaram uma análise exômica em grande escala para investigar a contribuição de variantes genéticas raras na determinação da lateralidade manual em seres humanos. O estudo focou em variantes que causam alterações nas proteínas, potencialmente impactando o desenvolvimento e a função de estruturas celulares e tecidos. A associação entre essas variantes genéticas e a preferência lateral, ser destro ou canhoto, foi analisada em um

conjunto de dados, que inclui 38.043 indivíduos com preferência pela mão esquerda e 313.271 com preferência pela mão direita. Os resultados estão representados no gráfico a seguir, um Manhattan Plot, onde o eixo X denota a localização da variante estudada no genoma e o eixo Y expressa o valor de $-\log_{10}(P)$, refletindo o nível de significância estatística de cada variante genética testada. A linha pontilhada horizontal indica o limiar de significância estabelecido para o teste de hipóteses. O gene destacado, TUBB4B, codifica para uma variante específica da proteína beta-tubulina.



- I. (F) A variante de TUBB4B apresentou o maior valor p e por isso é a mais associada à definição de lateralidade manual.
- II. (V) Os resultados indicam que a atuação de células ciliadas na embriogênese podem ter relação com a lateralidade manual.
- III. (F) O gene relacionado com a lateralidade localiza-se mais próximo da região relacionada com a síndrome de Edwards, do que a relacionada com a síndrome de Patau.
- IV. (V) Variantes de TUBB4B podem alterar a formação dos centríolos na clivagem.

Gabarito Comentado:

- I. Falso - O valor p aparece no eixo Y da seguinte maneira: $-\log_{10}(\text{valor } p)$. Como valores p são probabilidades, estão entre 0 e 1. Portanto, quanto maior o Y do ponto no gráfico, menor o valor p.
- II. Verdadeiro - Cílios são compostos por microtúbulos, polímeros de tubulina.
- III. Falso. TUBB4B localiza-se no cromossomo 9, segundo o gráfico. O cromossomo relacionado à síndrome de Edwards é o 18, enquanto Patau é o 13.
- IV. Verdadeiro. Os centríolos, organelas formadoras do centríolo, são formados por microtúbulos.

- 17) Sobre a molécula de DNA assinale quais afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F):
- (F) Cada nucleotídeo presente em uma cadeia simples de DNA consiste de três partes: um açúcar (desoxirribose) com dois grupos fosfato ligados a ele, e uma base nitrogenada.
 - (V) As bases nitrogenadas são de quatro tipos: adenina, guanina, citosina e timina, correspondendo a quatro nucleotídeos distintos nomeados A, G, C e T.
 - (V) Cada açúcar liga-se ao próximo através do grupo fosfato, criando uma cadeia de polímero composta de uma estrutura repetitiva de açúcar-fosfato, com séries de bases nitrogenadas sobressaindo-se dela.
 - (F) As bases nitrogenadas C e T são chamadas de purinas e as bases nitrogenadas A e G são chamadas de pirimidinas.

Gabarito Comentado:

- a (F) Cada nucleotídeo presente em uma cadeia simples de DNA consiste de duas partes: um açúcar (desoxirribose) com um grupo fosfato ligado a ele, e uma base nitrogenada.
- d) (F) As bases nitrogenadas A e G são chamadas de purinas e as bases nitrogenadas C e T são chamadas de pirimidinas.

18) Pesquisadores realizaram o alinhamento das sequências de um gene associado à capacidade de metabolizar um certo nutriente. Foram sequenciados indivíduos de quatro grupos populacionais distintos, oriundos de continentes diferentes, que para fins desta questão são nomeados de população A, B, C e D.

	1	24																						
População A	A	T	G	C	G	T	A	C	G	A	T	C	G	A	C	T	A	C	G	A	T	C	-	-
População B	A	T	G	C	G	T	A	C	G	A	T	C	G	A	C	T	A	C	G	-	T	C	A	-
População C	A	T	G	C	G	T	A	C	G	A	T	C	G	A	C	T	A	C	G	A	T	C	T	T
População D	A	T	G	C	G	T	A	C	G	A	T	C	G	A	C	T	A	C	G	A	T	C	-	-

Legenda: Quadro ilustrativo dos resultados do sequenciamento de um gene associado à capacidade de metabolizar um certo nutriente em quatro populações distintas – A, B, C e D. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Baseado no alinhamento parcial de sequências de DNA fornecido, analise as seguintes afirmativas e determine se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- (F) As diferenças observadas no alinhamento entre as populações A, B, C e D foram com certeza originadas por seleção natural.
- (V) Os cinco primeiros nucleotídeos das sequências denotam maior importância estrutural do que os cinco últimos.
- (V) As lacunas (-) ao final das sequências das populações A, B e D podem representar deleções.
- (F) As populações B e C sofreram mutações, o que indica que têm problemas na metabolização do nutriente.

Gabarito Comentado:

I. Falso. As diferenças observadas no alinhamento entre as populações A, B, C e D não podem ser imediatamente atribuídas à seleção natural sem informações adicionais. Outros fatores evolutivos, como teoria neutra e deriva genética, também podem resultar em variação genética entre populações.

II. Verdadeiro. Regiões altamente conservadas tendem a ter importância estrutural.

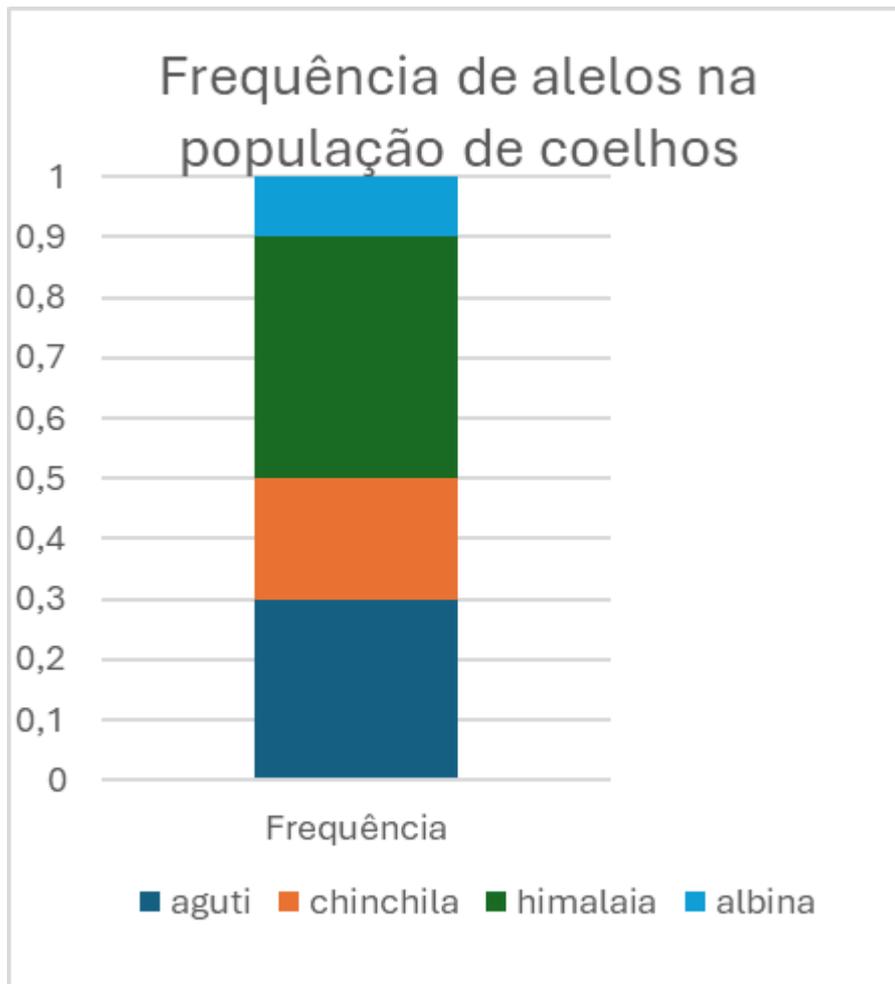
III. Verdadeiro. As lacunas (-) podem representar deleções ou inserções.

IV. Falso. Mutações não são sinônimo de mudanças patogênicas. Podem ser também neutras ou benéficas.

19) A coloração dos pelos de coelhos é definida geneticamente, sendo um exemplo de polialelia. Os alelos que controlam esta característica são os seguintes:

- C = aguti
- cch = chinchila
- ch = himalaia
- ca = albina

Em diferentes populações de coelhos, os indivíduos podem apresentar fenótipos diferentes entre si, dependendo de suas variações de genótipo. Pesquisadores resolveram fazer a análise da composição genética de uma determinada população de coelhos. Nessa análise, desvendaram a distribuição gênica e compilaram os dados no seguinte gráfico:



Legenda: Gráfico da distribuição gênica de uma população de coelhos. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB

Sabendo da equação de Hardy-Weinberg ($p^2 + 2p.q + q^2 = 1$) e de posse dos dados apresentados no gráfico foram feitas proposições sobre esta população de coelhos, sobre a forma de herança deste gene em específico e sobre as estratégias de sobrevivência na natureza. Julgue como verdadeira(s) (V) ou falsa (s) cada uma delas.

Gabarito Comentado:

I. (**F**) Considerando que a população esteja em equilíbrio de Hardy-Weinberg, a frequência de indivíduos com fenótipo himalaia é 0,51; a frequência de indivíduos com fenótipo aguti é de 0,24.

II. (**F**) Os alelos deste gene apresentam relação de codominância entre si.

III. (**V**) A frequência de indivíduos com fenótipo chinchila nesta população é de 0,24.

IV. (**V**) A menor frequência de indivíduos albinos pode estar relacionada com o fato dos animais apresentarem maior dificuldade em se camuflar com o ambiente.

I – Falso. A frequência do fenótipo aguti é maior que a do fenótipo himalaia. Embora a frequência do alelo himalaia seja maior, pelo padrão de dominância entre os alelos, o fenótipo aguti pode apresentar genótipo C_- , enquanto os indivíduos himalaias apresentam apenas genótipos $chch$ ou $chca$.

$$F(CC) = 0,3 \times 0,3 = 0,09$$

$$F(Ccch) = 2 \times 0,3 \times 0,2 = 0,12$$

$$F(Cch) = 2 \times 0,3 \times 0,4 = 0,24$$

$$F(Cca) = 2 \times 0,3 \times 0,1 = 0,06$$

Assim, a frequência de indivíduos com fenótipo aguti é de 0,51.

$$F(chch) = 0,4 \times 0,4 = 0,16$$

$$F(chca) = 2 \times 0,4 \times 0,1 = 0,08$$

Portanto, a frequência de indivíduos com fenótipo himalaia é de 0,24

II – Falso. É um caso de dominância completa, com esta sequência de dominância entre eles: $C > cch > ch > ca$.

III – Verdadeiro. O fenótipo chinchila pode ter os seguintes genótipos: $cchcch$, $cchch$, $cchca$.

$$F(cchcch) = 0,2 \times 0,2 = 0,04$$

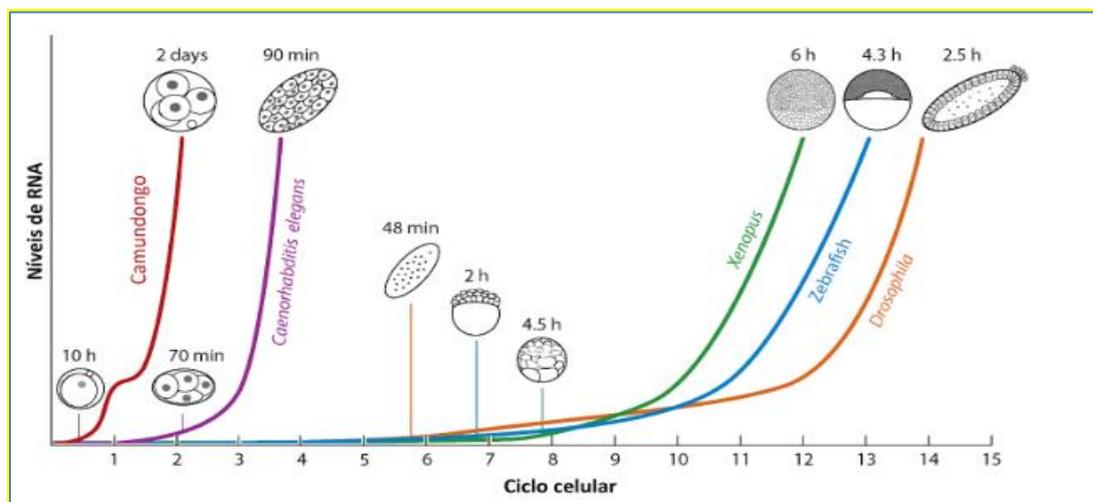
$$F(cchch) = 2 \times 0,2 \times 0,4 = 0,16$$

$$F(cchca) = 2 \times 0,2 \times 0,1 = 0,04$$

Portanto, a frequência do fenótipo chinchila nessa população é de 0,24.

IV – Verdadeiro. Como os indivíduos são todos brancos, se destacam muito no ambiente, aumentando a chance de serem predados e diminuindo a quantidade de indivíduos caca.

20) Na figura abaixo, é apresentada uma análise comparativa dos níveis de RNA mensageiro (mRNA) em relação ao progresso do ciclo celular durante as etapas iniciais de desenvolvimento embrionário em uma diversidade de modelos animais. Esta análise fornece percepções fundamentais sobre a regulação temporal da expressão genética e os mecanismos subjacentes que dirigem a transição materno-zigótica. A transcrição zigótica, um processo chave nesta fase, refere-se à ativação do genoma do zigoto, iniciando a síntese de mRNA a partir de seus próprios genes, em contraste com a utilização de mRNA e proteínas fornecidos pelo oócito materno. Diversos fatores, incluindo modificações epigenéticas, sinais ambientais, e o fornecimento de RNAs e proteínas maternas, são fundamentais nesse processo, refletindo estratégias evolutivas distintas que se correlacionam com os requisitos de desenvolvimento de cada espécie.



Legenda: Gráfico ilustrando o tempo de ativação do genoma zigótico em vários organismos modelo.

Fonte: Lee, M.T.; Bonneau, A.R.; Giraldez, A.J., 2014

Considere os dados apresentados e avalie as seguintes afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F) com base no seu conhecimento de embriologia:

- I. (**F**) Os níveis de mRNA em camundongos elevam-se logo no primeiro ciclo celular, indicando uma transição materno-zigótica mais rápida temporalmente do que nos outros organismos ilustrados.
- II. (**V**) O gráfico mostra que, em *Drosophila*, o aumento dos níveis de mRNA precede a diferenciação celular, sugerindo que os primeiros eventos de transcrição são críticos para estabelecer padrões de determinação celular.
- III. (**V**) Apesar de apresentarem diferenças no tempo de início da expressão zigótica, *C. elegans* e *Xenopus* apresentam clivagem holoblástica.
- IV. (**V**) Após 6h o embrião de *Xenopus* ainda não chegou na fase de gástrula, caracterizada pelo surgimento do blastóporo próximo à crescente cinza.

Gabarito Comentado:

I. Falso. Apesar dos níveis de mRNA em camundongos aumentar logo no primeiro ciclo celular, a transição materno-zigótica não é mais rápida temporalmente do que nos outros organismos ilustrados pois o ciclo celular do camundongo é mais demorado.

21) Em um estudo experimental destinado a investigar interações complexas dentro de ecossistemas aquáticos, estudantes que estão se preparando para a fase da seletiva internacional da OBB mediram o impacto da exposição à luz *versus* escuridão em amostras contendo diferentes componentes bióticos e abióticos. Amostras com plantas aquáticas, peixes dourados, e controles apenas com água foram avaliadas sob condições de iluminação variadas. Os grupos ímpares foram expostos à luz (1, 3, 5), e os grupos pares foram mantidos no escuro (2, 4, 6). Os grupos 1 e 2 contêm plantas, os grupos 3 e 4 contêm peixes, e nos grupos 5 e 6 há apenas água. O principal indicador de alterações no ambiente foi a variação do pH. Resultados relevantes foram obtidos e sintetizados na tabela a seguir:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Média pH	8.2	6.4	5.9	5.6	7.3	6.8
Erro padrão da média	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.4

Legenda: Tabela de dados com os resultados de um estudo experimental destinado a investigar interações complexas dentro de ecossistemas aquáticos. Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB

Baseando-se nos resultados experimentais e na compreensão de processos ecológicos e bioquímicos, julgue as proposições a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Considerando o impacto da luz na atividade fotossintética, a elevação do pH em amostras expostas à luz, sugere uma diminuição da concentração de CO₂ devido ao consumo de CO₂ e produção de oxigênio e glicose pelas plantas.

II. (V) A presença de peixes resultou em uma diminuição mais acentuada do pH em comparação com os controles apenas com água, independentemente da exposição à luz, indicando que a respiração celular dos peixes tem um papel predominante na acidificação da água.

III. (F) O aumento do pH em amostras expostas à luz, sem a presença de organismos fotossintetizantes, pode ser atribuído à fotólise da água, um processo que não contribui significativamente para a variação do pH em ecossistemas aquáticos.

IV. (V) Diferenças no erro padrão da média entre os grupos de tratamento, refletem a influência da variabilidade biológica inerente e das condições experimentais na medição do pH, destacando a complexidade de replicar exatamente condições naturais em um ambiente controlado.

Gabarito Comentado:

III. Falso. A variação do pH da água no experimento está relacionada com as diferenças na concentração de CO₂

22) “A ecologia de paisagens, segundo Odum e Barret (2007), considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações temporais e espaciais e trocas por meio de paisagens heterogêneas, os processos bióticos e abióticos, além do manejo da heterogeneidade espacial para o benefício e a sobrevivência da sociedade. O mosaico da paisagem é composto por três elementos principais, são eles: matriz de paisagem, mancha de paisagem e corredor de paisagem. Sendo assim, compreender a ecologia de paisagens é peça chave no manejo dos ecossistemas”.

Fonte: Odum, E. P.; Barret, G. W. Fundamentos de Ecologia. 6° Ed. 2007.



Legenda: Corredor Ecológico Emas-Taquari, no Parque Nacional das Emas (Imagem: Divulgação / Oréades). **Fonte:** Portal de notícias Globo

Se houver um ou mais cursos d'água, com vegetação ripária (mata ciliar) nativa, que une fragmentos florestais, como ilustrado na imagem acima, para a ecologia de paisagem será considerado como:

- I. Corredor de perturbação.
- II. Corredor plantado.
- III. Corredor remanescente.
- IV. Corredor regenerado.
- V. Corredor de recurso.

Assinale a alternativa correta:

- a) I e IV estão corretas
- b) II e III estão corretas
- c) III e V estão corretas
- d) III e IV estão corretas
- e) IV e V estão corretas

Gabarito Comentado: Letra C.

Corredor de perturbação interrompe a paisagem natural, porém são importantes para espécies oportunistas adaptadas a perturbação natural. Por exemplo, os corredores de linhas de transmissão.

Corredor plantado é composto por faixas de vegetação plantadas por humanos.

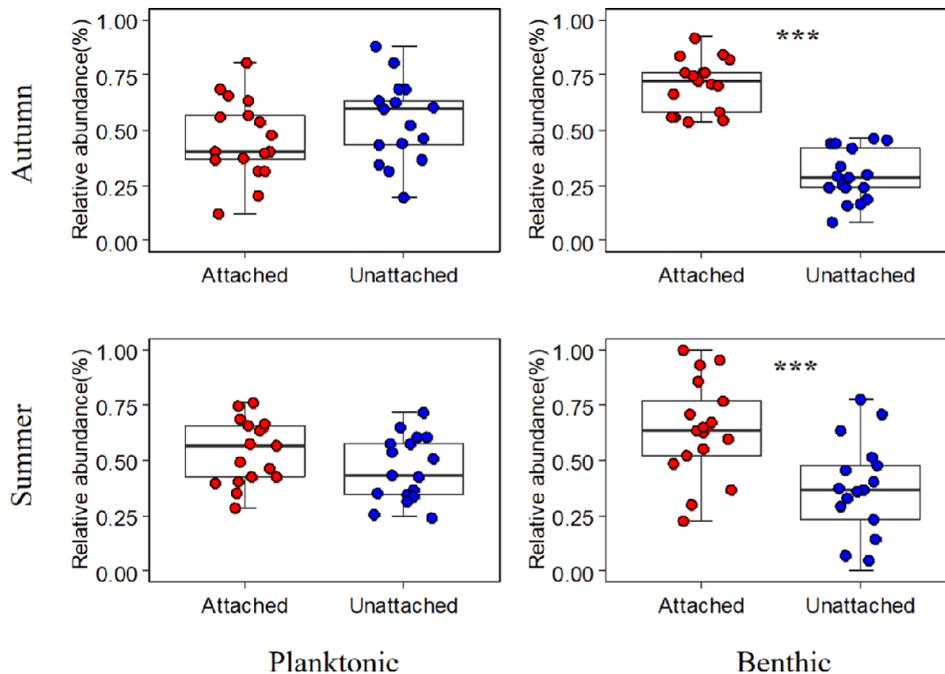
Corredor remanescente é formado por uma faixa de vegetação mantida após a remoção da maior parte da área da vegetação original, pode margear corpos hídricos, trilhos de estrada de ferro ou limites de propriedades.

Corredor regenerado resulta do restabelecimento de uma faixa de vegetação, principalmente por processos de sucessão secundária.

Corredores de recurso são faixas de vegetação natural que se estendem por longas distâncias na paisagem, geralmente associados a cursos de água.

23) Os gráficos abaixo exibem as faixas de valores de abundâncias relativas de diatomáceas fixadas e não fixadas observadas em comunidades planctônicas e bentônicas no outono e no verão em um rio na China.

*** Indica diferença significativa ($P < 0,001$) com teste U de Mann-Whitney.



Legenda: Gráficos ilustrando dados de abundâncias relativas de diatomáceas fixadas e não fixadas observadas em comunidades planctônicas e bentônicas no outono e no verão em um rio na China.

Fonte: Adaptado de: Hu, J.; et al. 2022

Considere para o gráfico, a seguinte tradução:

- *Summer*: Verão.
- *Autumn*: Outono.
- *Planktonic*: Planctônico.
- *Benthic*: Bentônico.
- *Relative Abundance*: Abundância relativa.
- *Attached*: Fixadas (com estruturas de adesão ao substrato)
- *Unattached*: Não fixadas (sem estruturas de adesão ao substrato)

Com base nos dados expostos nos gráficos e nos seus conhecimentos, analise as seguintes proposições abaixo.

- I. Houve diferença significativa nas abundâncias relativas das diatomáceas bentônicas fixadas e não fixadas nas duas estações estudadas.
- II. A sazonalidade influencia mais na abundância relativa da comunidade de diatomáceas do que o hábito planctônico ou bentônico.

- III. As diatomáceas planctônicas têm menores valores de abundância relativa no verão, isso pode ser explicado pela pouca resistência desses organismos às altas temperaturas.
- IV. As diatomáceas bentônicas que possuem estruturas de fixação apresentam maiores valores de abundância relativa em ambas as estações do ano, uma das possíveis explicações é maior resistência à corrente fornecida pela estrutura de adesão.

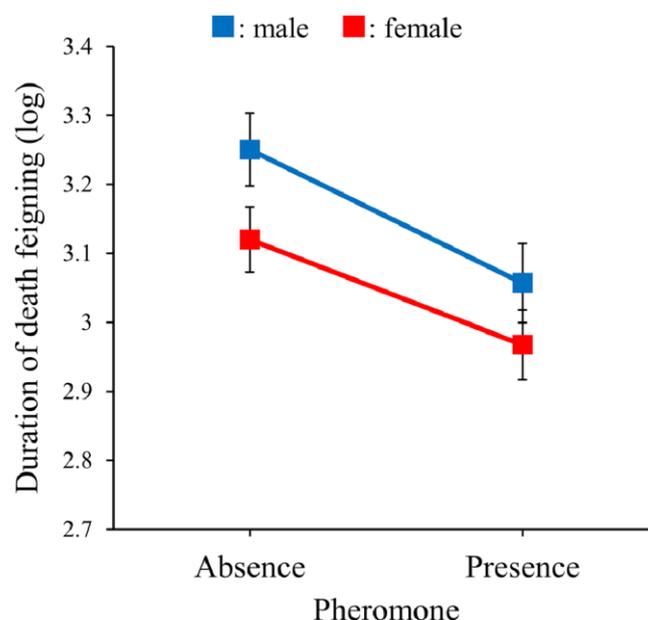
Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a I está correta.
- b) Apenas a III está correta.
- c) Apenas a IV está correta.
- d) I e II estão corretas.
- e) I e IV estão corretas.

Gabarito: Letra E

Comentário: As afirmativas II e III estão incorretas, a II porque não houve diferença significativa na abundância relativa da comunidade de diatomáceas com hábito planctônico e bentônico. A III está errada pois as diatomáceas planctônicas têm maiores valores de abundância relativa no verão.

24) A simulação de morte (tanatose ou letissimulação) é um comportamento animal no qual uma presa fica imóvel devido ao estímulo ou ameaça de um predador. No entanto, longos períodos de simulação de morte podem diminuir as oportunidades de alimentação e reprodução e, portanto, representam um custo de aptidão em comparação com ambientes sem predadores. Em uma pesquisa publicada por Ishikawa *et al.* (2024) o efeito de um feromônio de agregação (DMD) foi testado em machos e fêmeas do besouro *Tribolium castaneum*. A hipótese é que esse feromônio afete o comportamento de simulação de morte do besouro *T. castaneum*. Os resultados encontrados estão no gráfico a seguir:



Fonte: Ishikawa, M.; et al. 2024

Legenda: Duração do comportamento de simulação de morte em *T. castaneum* (Eixo y) na presença (*presence*) ou ausência (*absence*) de DMD, um feromônio de agregação para este besouro (Eixo x).

Os símbolos azuis e vermelhos mostram dados masculinos e femininos, respectivamente. Barras de erro mostram erro padrão. Resultados do GLMM para testar o efeito do feromônio de agregação: Tratamentos $p < 0,0001$; gênero $p = 0,1176$; tratamentos e gênero $p = 0,4236$. O estudo assumiu probabilidade de erro de 5%.

A partir dos resultados apresentados e seus conhecimentos, analise as proposições a seguir:

- I. A presença do feromônio (DMD) teve efeito na duração do comportamento de simulação de morte em *T. castaneum*.
- II. O gênero influenciou significativamente a duração do comportamento de simulação de morte de *T. castaneum*, machos apresentam uma duração maior do que as fêmeas.
- III. A duração prolongada do efeito de morte, percebida na ausência do feromônio, tem efeitos na alimentação e reprodução de *T. castaneum*.
- IV. As fêmeas de *T. castaneum* são mais influenciadas pelo efeito do feromônio (DMD) do que os machos.

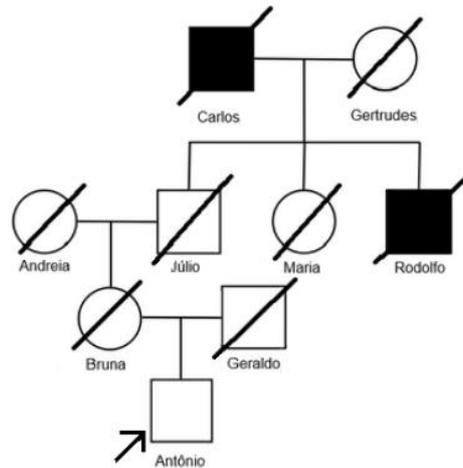
Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a I está correta.
- b) I e IV estão corretas.
- c) III e IV estão corretas.
- d) I e III estão corretas.
- e) Apenas a III está correta.

Gabarito Comentado: Letra D

A presença do feromônio teve influência significativa entre os tratamentos ($p < 0,0001$). O sexo não influenciou significativamente a duração de duração de morte ($p = 0,1176$).

25) O heredograma apresentado a seguir ilustra a linhagem de uma família hipotética com casos documentados de doença de Alzheimer, associados inteiramente a uma mutação rara no gene *PSENI*. Esta variante segue um modelo de herança autossômica dominante e apresenta uma penetrância de 20%. Para facilitar a análise, estão representados Antônio, o probando (indivíduo que passa por uma consulta genética), e seus familiares que já morreram.



Por princípios bioéticos, o caso descrito no heredograma é fictício.

Legenda: Heredograma fictício de uma família hipotética ilustrando a presença de uma mutação no gene *PSEN1*. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Antônio gostaria de saber a sua chance de apresentar sintomas de Alzheimer precoce, como seu bisavô e seu tio-avô. Qual a probabilidade desse fato acontecer em decorrência apenas da mutação no gene *PSEN1* presente na família?

- a) $\frac{1}{8}$.
- b) $\frac{1}{40}$.
- c) $\frac{2}{125}$.
- d) $\frac{1}{200}$.
- e) $\frac{1}{250}$.

Gabarito: letra C

Comentário:

Como a variante é rara, considera-se que todos os que expressam o fenótipo são heterozigotos, e os de histórico familiar desconhecido são homozigotos selvagens.

A chance de Júlio receber a variante de Carlos é de $\frac{1}{2}$, e a chance de ter a variante e não expressar o fenótipo é de 80% ($\frac{4}{5}$), já que a penetrância é de 20% ($\frac{1}{5}$) e ele não apresentou sintomas. A chance de Bruna receber a variante de Júlio é de $\frac{1}{2}$, e a chance de ter a variante e não expressar o fenótipo é de $\frac{4}{5}$. A chance de Antônio ter recebido a variante é de $\frac{1}{2}$, e a chance de expressar o fenótipo é de $\frac{1}{5}$. Como tudo deve acontecer simultaneamente, multiplica-se todas as chances, como demonstrado abaixo.

$$\frac{1}{2} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} = \frac{2}{125}$$

26) No organismo modelo *Caenorhabditis elegans*, um nematoide frequentemente utilizado em estudos genéticos, a neurogênese, ou formação de neurônios, é um processo finamente regulado, que envolve múltiplas vias genéticas. Dois genes de interesse, gene A e gene B, demonstraram ter papéis significativos neste processo, conforme indicado pelos padrões observacionais abaixo. Entender a função destes genes ajuda a elucidar mecanismos fundamentais de desenvolvimento neuronal, com implicações que vão além deste organismo modelo.

Padrão	Gene A	Gene B	Observação
1	Inativo	Inativo	Nenhum neurônio se desenvolve.
2	Inativo	Ativo	Nenhum neurônio se desenvolve.
3	Ativo	Inativo	Número de neurônios desenvolve-se acima do normal.
4	Ativo	Ativo	Número normal de neurônios se desenvolve.

Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

Com base nos padrões observados, qual das seguintes afirmações melhor descreve o papel dos genes A e B na neurogênese de *C. elegans*, considerando os conceitos de regulação genética e interação gênica?

- a) Gene A promove a neurogênese, enquanto o gene B atua na apoptose de precursores neuronais, regulando negativamente o processo para assegurar um desenvolvimento neuronal normal.
- b) Gene A é responsável pela apoptose de precursores neuronais, e o gene B promove a neurogênese, essencial para o desenvolvimento de um número normal de neurônios.
- c) A atividade do gene B é uma condição pré-requisito para a função do gene A na neurogênese, demonstrando uma relação de dependência direta.
- d) A inativação do gene B é necessária para que o gene A exerça sua função promotora na neurogênese, sugerindo um mecanismo de inibição por parte do gene B.
- e) Gene A e gene B funcionam independentemente um do outro, cada um promovendo a neurogênese sob diferentes condições ambientais.

Gabarito: letra A

Comentário: O gene A promove a neurogênese, visto que quando ele está ativo, observa-se a formação de neurônios. Já o gene B promove apoptose pois quando ele está ativo ele limita a quantidade de neurônios formados pela atividade do gene A.

27) Os indivíduos de uma determinada espécie de besouro terrestre são castanho-claros ou castanho-escuros. Os besouros castanho-claros são predominantes em habitats com solos arenosos de cor clara, enquanto os besouros castanho-escuros predominam em habitats com solos argilosos de cor escura. Em um experimento projetado para determinar as taxas de sobrevivência de besouros castanho-claros e besouros castanho-escuros em diferentes habitats, 500 besouros de cada cor foram liberados em cada um dos quatro habitats, descritos na tabela a seguir. Cada besouro foi marcado com uma pequena mancha de tinta vermelha na parte inferior do abdômen antes de ser solto. Uma semana após a soltura, todos os besouros marcados que puderam ser encontrados foram recapturados. Os resultados são apresentados na tabela a seguir, e supõe-se que as diferenças no número de besouros recapturados refletem diretamente as diferenças nas taxas de sobrevivência.

Tabela de Dados do Experimento:

Habitat	Besouros Castanho Claro - Liberados	Besouros Castanho Escuro - Liberados	Besouros Castanho Claro - Recapturados	Besouros Castanho Escuro - Recapturados
Solo arenoso, sem presença de aves	500	500	130	114
Solo arenoso, com presença de aves	500	500	123	22
Solo argiloso, sem presença de aves	500	500	65	74
Solo argiloso, com presença de aves	500	500	13	87

Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

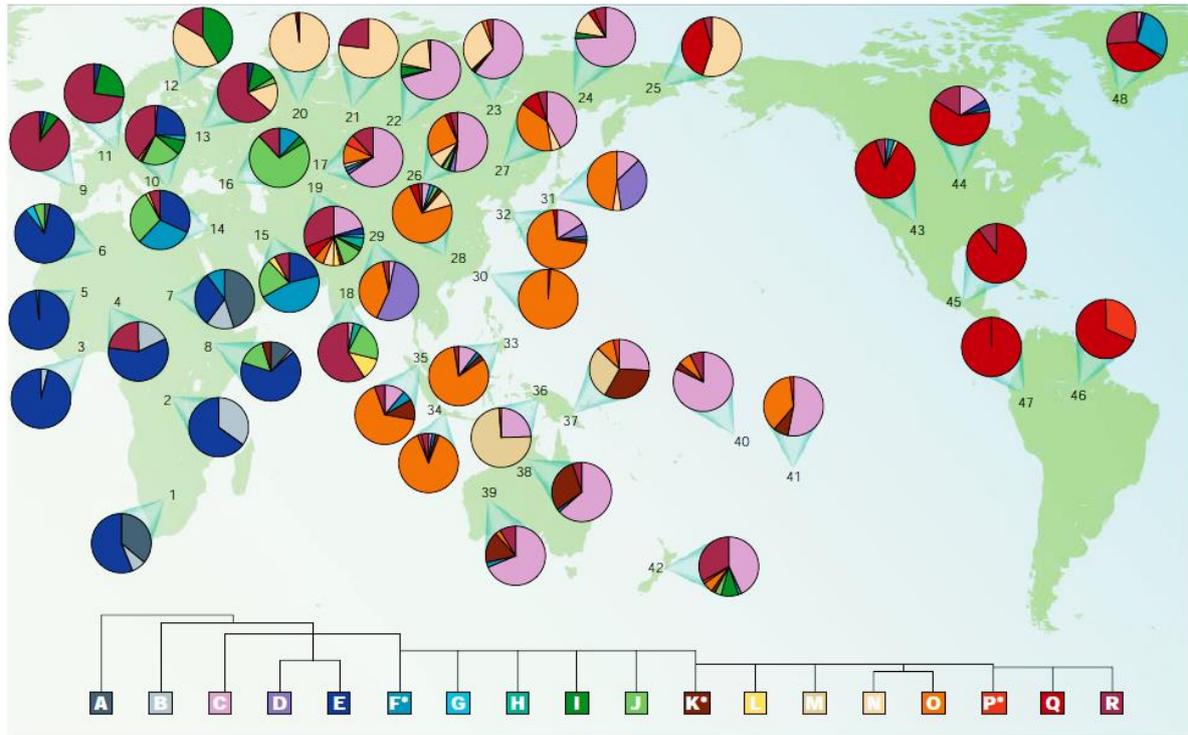
Considerando os dados apresentados e os conceitos de coloração para os mecanismos adaptativos de camuflagem, mimetismo e aposematismo, qual das seguintes afirmações pode ser inferida?

- a) Os besouros terrestres não emigram do habitat em que vivem, demonstrando uma forma de camuflagem eficaz, que reduz a predação independentemente da presença de predadores, embora essa afirmação não explique as variações nas taxas de sobrevivência observadas.
- b) Aves insetívoras preferem comer besouros castanho-claros em vez de besouros castanho-escuros, possivelmente devido a uma falha no mimetismo Batesiano dos besouros castanho-claros, que tentam imitar besouros aposemáticos menos palatáveis sem sucesso.
- c) Besouros terrestres têm taxas de sobrevivência mais altas em habitats com solo argiloso devido à sua coloração castanho-escura, que serve como uma melhor camuflagem nesse ambiente, contradizendo a ideia de mimetismo Mülleriano entre as duas variações de cor.
- d) Aves insetívoras são predadoras desta espécie de besouro terrestre, e a camuflagem por meio da coloração dos besouros em habitats que correspondem à sua cor é um fator chave na sua sobrevivência. Isso sugere que a coloração é adaptativa e aumenta as chances de sobrevivência contra a predação.
- e) O sucesso reprodutivo dos besouros em habitats com solos arenosos é maior do que o dos besouros em habitats com solos argilosos. Isso implica que o aposematismo, ou coloração de advertência, dos besouros castanho-claros é mais efetivo em habitats arenosos, embora os dados não forneçam informações diretas sobre sucesso reprodutivo.

Gabarito Comentado:

Nos ambientes com aves, o número de besouros capturados foi menor, já que estes últimos foram predados pelas aves. No entanto, a redução do número de besouros foi menos intensa nos ambientes em que a coloração do besouro era parecida com a do solo, o que indica que a camuflagem reduziu a predação dos besouros pelas aves.

28) O cromossomo Y por conter poucos genes, uma longa sequência de DNA satélite em *tandem*, por não realizar recombinação e ser encontrado somente no sexo biológico masculino, é utilizado em análises moleculares para inferir importantes informações sobre os padrões evolutivos da espécie humana. Um dos resultados obtidos dessas análises é a formação de haplogrupos, grupos populacionais originados de um mesmo ancestral, revelando padrões biogeográficos de sua distribuição e evolução. Observe a seguir um mapa mostrando as frequências em cada região do globo de 18 haplogrupos e uma possível filogenia do cromossomo Y.



Legenda: Mapa mostrando as frequências em cada região do globo de 18 haplogrupos e uma possível filogenia do cromossomo Y. **Fonte:** Mark, J; Tyler-Smith, C. 2003.

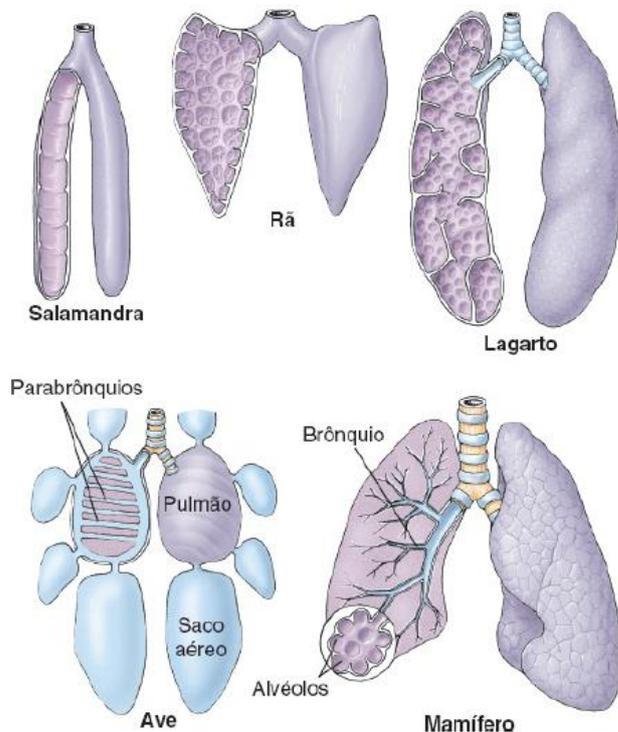
Com base nas informações dadas, pode-se afirmar corretamente que:

- mutações não são a única fonte de variabilidade no cromossomo Y.
- os inúmeros haplogrupos presentes na região do oriente próximo evidenciam a origem da espécie humana nessa região e sua diversificação a partir desta.
- os haplogrupos N e O formam um grupo irmão do haplogrupo P*.
- doenças genéticas derivadas de mutações, têm maior contribuição da gametogênese feminina do que da masculina.
- o haplogrupo A e sua frequência é uma forte evidência da origem africana da espécie humana e sua migração para o continente europeu e asiático.

Gabarito: Letra E

Comentário: O haplogrupo A, como mostrado na filogenia, é o de divergência mais antiga. Desse modo, sua maior frequência no continente africano indica que a origem da espécie humana foi na África.

29) As figuras abaixo mostram as variações nas estruturas internas dos pulmões entre os grupos dos vertebrados.



Legenda: Desenhos esquemáticos evidenciando as variações nas estruturas internas dos pulmões entre os grupos dos vertebrados. Fonte: Adaptado de Hickman, C. P.; *et al.* Princípios integrados de zoologia. 16^o. Ed. 2016.

Com base na análise da figura e seus conhecimentos sobre o sistema respiratório dos vertebrados, assinale a alternativa incorreta.

a) Nas aves, a eficiência pulmonar é aumentada pela aquisição de um extenso sistema de sacos aéreos, aproximadamente 75% do ar inalado é desviado dos pulmões para os sacos aéreos.

b) A maioria dos répteis, aves e mamíferos, ventila seus pulmões através de pressão negativa, na qual a expansão da cavidade torácica puxa o ar para dentro dos pulmões.

c) Os anfíbios e peixes pulmonados empregam uma ação de pressão negativa para forçar o ar para dentro de seus pulmões.

d) As rãs têm a capacidade de ventilar ritmicamente apenas a cavidade bucal, uma superfície respiratória bem vascularizada que complementa a respiração cutânea e pulmonar.

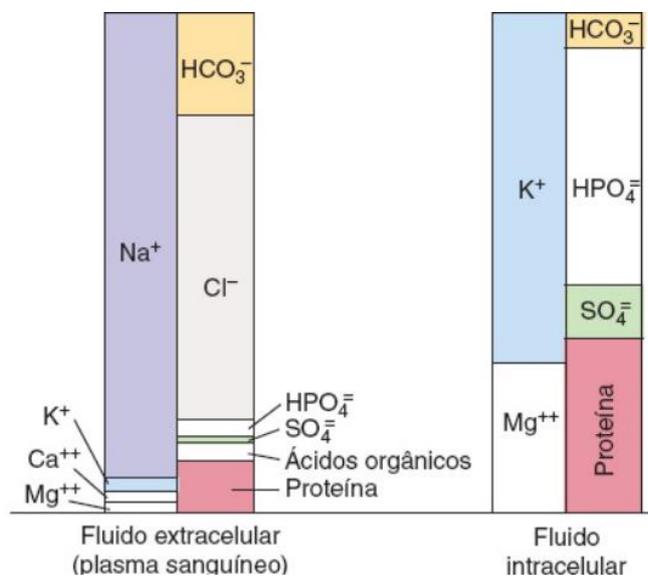
e) Nos pulmões dos mamíferos, cada brônquio divide-se e subdivide-se em tubos menores (bronquíolos) que levam aos sacos aéreos (alvéolos) através dos ductos alveolares. As paredes endoteliais uniestratificadas dos alvéolos e ductos alveolares são finas e úmidas a fim de facilitar as trocas gasosas entre o ar e os capilares sanguíneos adjacentes.

Gabarito: letra C

Comentário:

Os anfíbios e peixes pulmonados empregam uma ação de pressão positiva para forçar o ar para dentro de seus pulmões. As rãs ventilam os pulmões aspirando o ar primeiramente para dentro da boca, através das narinas (aberturas nasais externas). Depois, fechando as narinas e elevando o assoalho da boca, ou cavidade bucal, elas conduzem o ar para os pulmões.

30) O gráfico a seguir indica a composição típica de eletrólitos nos meios intra e extracelular.



Legenda: Gráfico ilustrando a composição típica de eletrólitos nos meios intra e extracelular. **Fonte:** Adaptado de Hickman, C. P.; et al. Princípios integrados de zoologia. 16^o. Ed. 2016

Ao analisar o gráfico é possível afirmar que:

a) Quantidades iguais de ânions (íons negativamente carregados) e cátions (íons positivamente carregados) são mantidas em cada compartimento fluido.

b) O sódio e o cloro, estão presentes em concentrações semelhantes nos fluidos intra e extracelulares.

c) As diferenças nas concentrações de eletrólitos nos meios intra e extracelular é mantida através do transporte passivo de substâncias.

d) Os principais eletrólitos intracelulares são o sódio, o cloro e os íons bicarbonato, enquanto o potássio, o magnésio, e os íons fosfato e as proteínas são os principais eletrólitos extracelulares.

e) Nos animais com sistema circulatório fechado (vertebrados, anelídeos e alguns poucos grupos de invertebrados, como os insetos) o fluido extracelular é ainda subdividido em plasma sanguíneo e fluido intersticial (intercelular).

Gabarito: Letra A

Comentário:

a) Quantidades iguais de ânions (íons negativamente carregados) e cátions (íons positivamente carregados) existem em cada compartimento fluido. b) O sódio e o cloro, estão presentes em concentrações diferentes nos fluidos intra e extracelulares. Maiores concentrações desses íons são encontradas no meio extracelular. c) As diferenças nas concentrações de eletrólitos nos meios intra e extracelular é mantida através do transporte Ativo de substâncias, principalmente pelas bombas