



Estudante:

Data de nascimento do(a) estudante:

____/____/____

Data: ____/____/2026

Tempo da prova: 90 minutos

Início:____:____ Término:____:____

Assinatura:_____

Caro(a) estudante, leia com atenção as instruções abaixo para a realização da avaliação.

- São 30 questões de múltipla escolha com cinco afirmativas cada questão;
- Confira as páginas da prova (são 67 páginas);
- Não é permitido o uso de calculadora ou consulta a material didático;
- **Os gabaritos, tanto abaixo de cada questão (GQ), quanto o gabarito final (folha de respostas) deverão ser preenchidos com caneta azul. Ver exemplos abaixo;**

13) Considerando somente o gene determinante do Sistema ABO, a probabilidade de um casal tipo O (ambos sem fenótipo Bombaim) ter um filho do sexo masculino e tipo sanguíneo B é de:

- a) 100%.
- b) 75%.
- c) 50%.
- d) 25%.
- e) 0%.

GQ -

a	b	c	d	☒
---	---	---	---	-------------------------------------

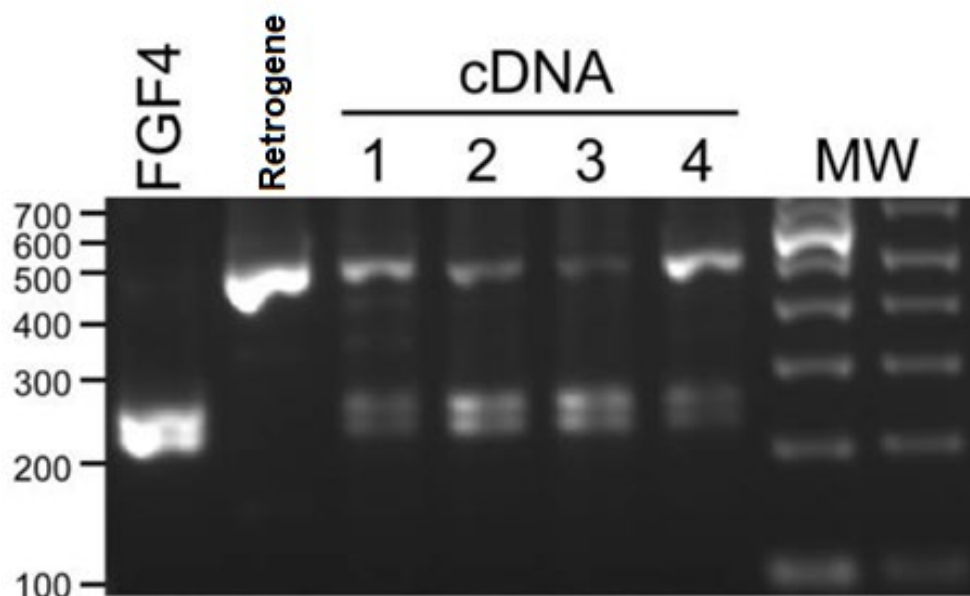
- **As anotações devem ser mantidas na prova, deixem as respostas nas folhas de prova;**
- Todas as folhas da prova deverão ser rubricadas pelo(a) estudante;
- A assinatura e as rubricas deverão ser feitas com caneta azul;
- Não são permitidas perguntas durante a prova;
- Após o término da prova e o preenchimento do gabarito, aguarde;
- Anote o horário de início e de término da prova no local indicado;
- **Apenas o gabarito final será corrigido, logo o preenchimento é obrigatório; em casos de revisão de prova somente serão aceitas as provas em que estejam preenchidos o gabarito GQ e o gabarito final;**
- Preencha os gabaritos com atenção, pois não serão aceitas rasuras;
- Abaixo, segue o modelo de preenchimento do gabarito final:

1	A	B	☒	D	E
2	☒	B	C	D	E

Boa Prova!

1. Retrogenes são genes obtidos através de um RNAm que foi fixado ao genoma pela ação de uma transcriptase reversa. Pesquisadores estudaram se o fenótipo de pernas curtas de cães como Corgi, Dachshund e Basset Hound seria causado por um retrogene *FGF4* obtido provavelmente a partir do RNAm do *FGF4*. Vale ressaltar, tanto raças de cães com pernas curtas como pernas longas possuem o gene *FGF4*. A imagem a seguir foi obtida a partir de um ensaio de eletroforese com uma enzima de restrição, as bandas de corrida da esquerda para a direita são:

- Uma amostra purificada com DNAc do gene *FGF4*.
- Uma amostra purificada com DNAc do retrogene *FGF4*.
- 4 amostras numeradas de 1 a 4 obtidas a partir de rtPCR com primers para o RNAm de *FGF4* e retrogene *FGF4* de cães de patas curtas.
- Duas bandas de peso molecular (MW). As bandas de peso molecular são as únicas que contém material não tratado com a enzima de restrição:



Legenda: Adaptado de Heidi G. Parker et al., An Expressed FGF4 Retrogene Is Associated with Breed-Defining Chondrodysplasia in Domestic Dogs. Science 325, 995-998 (2009). DOI:10.1126/science.1173275

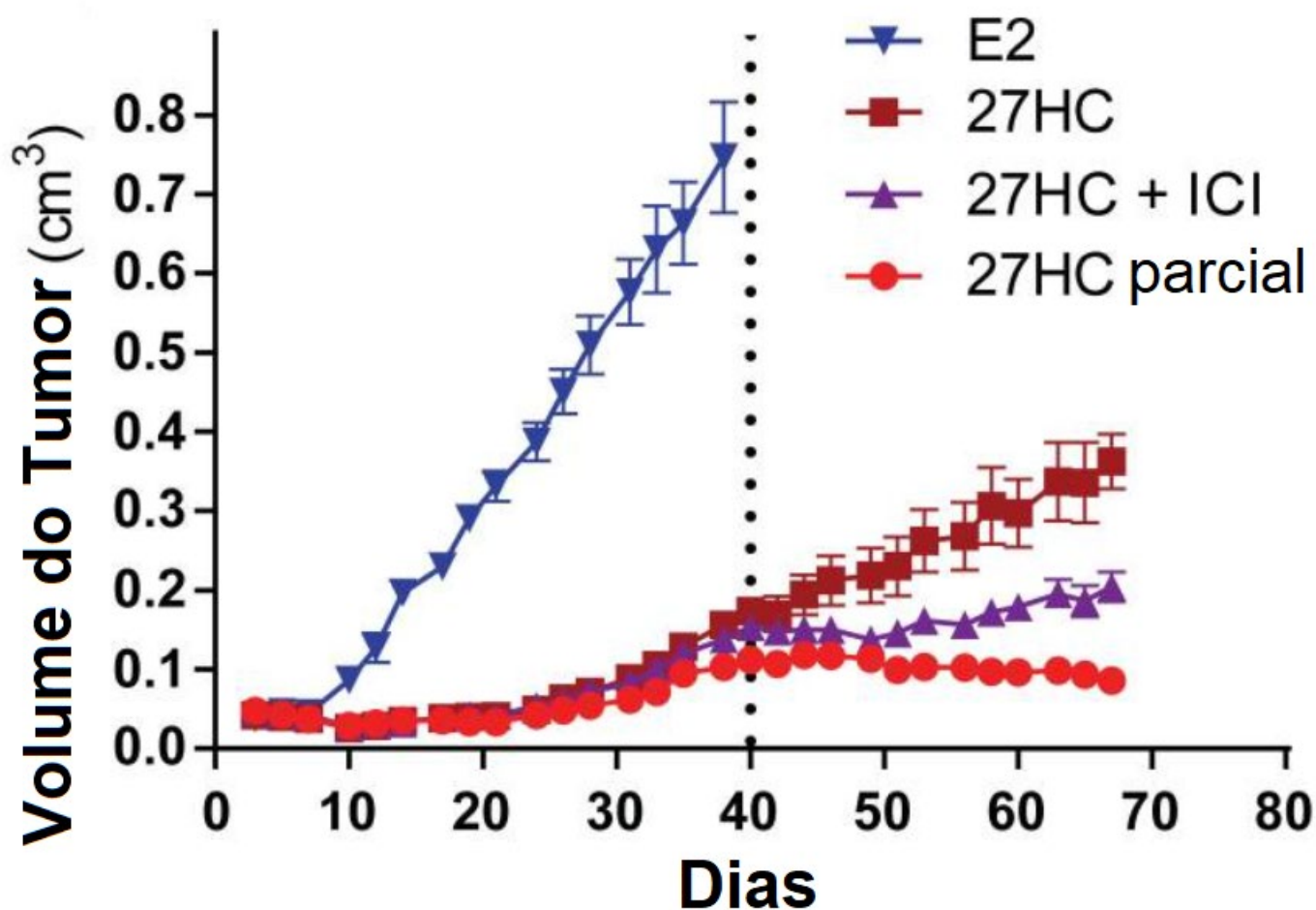
Assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) Retrogenes podem virar pseudogenes porque, embora tenham todos os éxons de um gene, a ausência dos elementos regulatórios próprios do gene original implica em problemas de expressão além da ocorrência de mutações.
- b) A corrida em gel de agarose revelou a presença de duas bandas para o *FGF4* e apenas uma banda para o retrogene, o que indica que o sítio de reconhecimento da enzima de restrição do *FGF4* foi perdido no retrogene.
- c) A presença de 3 bandas nas 4 amostras numeradas, indica que cães de patas curtas expressam ambos os genes.
- d) O retrogene por apenas carregar os éxons do gene original não deve ser regulado por nenhum elemento a montante ou jusante. Ademais, como ambos são formados exclusivamente por éxons, parte do DNAc obtido é igual ao DNA do retrogene.
- e) DNAc é o DNA obtido a partir de uma rtPCR do RNAm: a cauda poli-A, geralmente, é alvo de um oligonucleotídeo poli-T que serve de iniciador para uma transcriptase reversa. As etapas posteriores são da PCR tradicional.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

2. O câncer de mama é o tipo de câncer mais comum entre as mulheres no Brasil. Sabe-se que hipercolesterolemia é um fator de risco para câncer de mama positivo para receptor de estrógeno. Em um estudo, foi verificado o crescimento de tumores em ratas ovariectomizadas (sem ovário) obtidos de um câncer de mama positivo para receptor de estrógeno nas seguintes condições:

- E2: receberam estradiol, um estrógeno potente.
- 27HC: receberam 27-Hidroxicolesterol, um derivado natural do colesterol por 80 dias.
- 27HC + ICI: receberam 27-Hidroxicolesterol, um derivado do colesterol, por 80 dias e a partir do 40º dia começaram a receber também um inibidor de estrógeno.
- 27HC parcial: receberam 27-Hidroxicolesterol, um derivado do colesterol, apenas nos 40 primeiros dias.



Legenda: Adaptado de Nelson ER, Wardell SE, Jasper JS, Park S, Suchindran S, Howe MK, Carver NJ, Pillai RV, Sullivan PM, Sondhi V, Umetani M, Geradts J, McDonnell DP. 27-Hydroxycholesterol links hypercholesterolemia and breast cancer pathophysiology. *Science*. 2013 Nov 29;342(6162):1094-8. doi: 10.1126/science.1241908. PMID: 24288332; PMCID: PMC3899689.

Assinale a alternativa **CORRETA** a partir da análise do gráfico:

- a) Hormônios estrogênicos são obtidos a partir do colesterol; logo, espera-se que o organismo esteja convertendo todo 27-Hidroxicolesterol em estradiol, explicando assim o gráfico.
- b) Analisando o gráfico, espera-se que a molécula 27-Hidroxicolesterol possua uma estrutura semelhante aos hormônios estrógenos, especialmente a parte que é reconhecida pelo receptor de estrógeno em células tumorais.
- c) Todos os hormônios esteróides possuem o colesterol como molécula comum na origem da biossíntese e, portanto, causam efeitos similares no ser humano.
- d) A molécula 27-Hidroxicolesterol deve ser similar aos sais biliares em afinidade à água, ambas as moléculas são hidrofóbicas permitindo a entrada de lipases nas micelas de gordura do intestino delgado.
- e) Analisando os resultados, os tumores que receberam estradiol cresceram mais que os tumores que receberam 27-Hidroxicolesterol. Logo, não é possível que a molécula 27-Hidroxicolesterol interaja com os receptores de estrógeno.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

3. A eficácia de uma vacina é frequentemente medida pela sua capacidade de induzir anticorpos neutralizantes. Um estudo clínico testou a capacidade de neutralização do soro de indivíduos vacinados com duas formulações diferentes (Vacina A – Monovalente; Vacina B – Bivalente) contra a cepa original de um vírus e uma nova variante que apresenta mutações na sua proteína de superfície. Os dados de Título de Anticorpos Neutralizantes (PRNT50) estão expressos na tabela abaixo:

Grupo	Cepa Original (Título médio) (PRNT50)	Variante X (Título médio) (PRNT50)
Vacina A (Monovalente)	1280	160
Vacina B (Bivalente)	1100	980
Grupo Controle (Placebo)	< 10	< 10

Com base no contexto, na análise dos dados da tabela e nos seus conhecimentos de imunologia, assinale a alternativa correta:

- a) A vacina A é mais eficaz contra a variante X do que a vacina B, pois apresenta o maior título absoluto contra a cepa original.
- b) A redução de 8 vezes no título da vacina A contra a variante X pode ser explicada pelo processo de "escape imunológico", onde as mutações na variante dificultam o reconhecimento pelos anticorpos gerados pela vacina monovalente.
- c) A vacina B não induz memória imunológica, uma vez que seu título contra a cepa original é inferior ao da vacina A.
- d) O grupo controle demonstra que a imunidade inata é suficiente para neutralizar a variante X, independentemente da vacinação.
- e) A diferença entre os títulos da vacina B indica que a formulação bivalente impede a ativação de linfócitos T citotóxicos, focando apenas na resposta inata.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

4. Para responder à questão, leia o texto a seguir:

Moradores e visitantes do Rio de Janeiro têm a chance de testemunhar um espetáculo raro da natureza: a floração das palmeiras Talipot (*Corypha umbraculifera*), que só acontece uma vez durante a vida da espécie que, após a floração, morre. As palmeiras Talipot, que podem atingir até 30 metros de altura, são nativas do sul da Índia e do Sri Lanka e foram introduzidas no Rio de Janeiro na década de 1960 pelo paisagista Roberto Burle Marx.



*Figura 1 - Palmeiras Talipot do Aterro do Flamengo no Rio de Janeiro.
Texto e figura modificados de: site G1*

Com relação ao ciclo de vida das palmeiras Talipot é correto afirmar que:
a) A produção de grãos de pólen nas palmeiras Talipot se dá ao longo de vários anos da vida do indivíduo.

b) As palmeiras Talipot produzem sementes em apenas um momento do ciclo de vida do indivíduo.

c) O ciclo de vida das palmeiras Talipot está diretamente relacionado com a redução temporal da fase esporofítica.

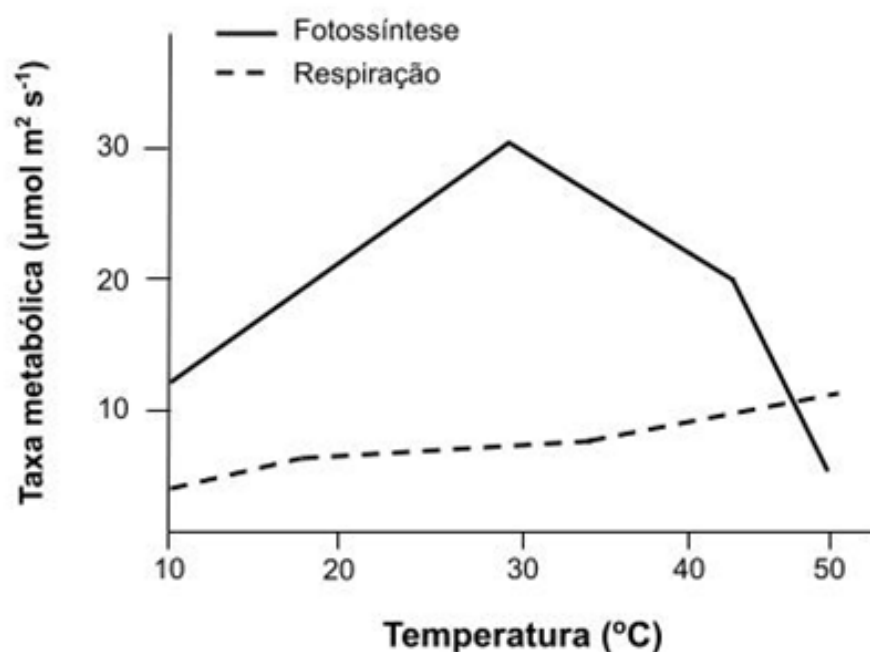
d) O meristema apical caulinar das palmeiras Talipot entra em atividade apenas no período imediatamente anterior a morte dos indivíduos dessa espécie.

e) O sucesso reprodutivo das palmeiras Talipot está atrelado à presença de um baixo número de flores em suas inflorescências.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

5. Um pesquisador está analisando as taxas de fotossíntese e respiração em diferentes temperaturas de duas espécies com potencial agrícola. Os resultados das medições realizadas pelo pesquisador estão representadas nos gráficos a seguir:

Espécie A



Espécie B

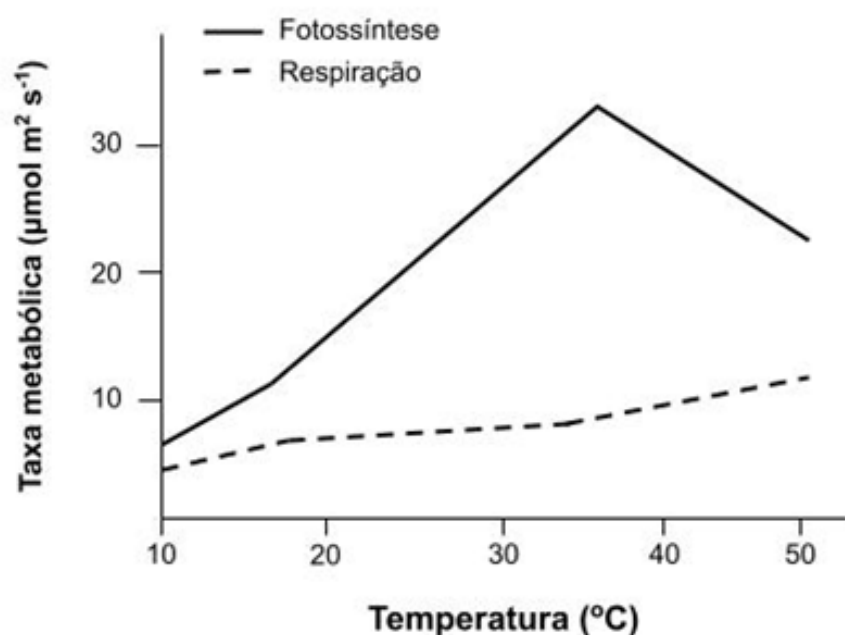


Figura 1 - Taxas fotossintética e respiratória em diferentes temperaturas nas espécies A e B. Modificada de: UNICAMP, 2015.

De acordo com as informações apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Ambas as espécies são mais adequadas para cultivo em regiões de tundra.
- b) Se cultivadas em clima temperado, apenas a espécie A terá o verão como estação de maior crescimento.
- c) A desnaturação de enzimas responsáveis pela fotossíntese em temperaturas muito elevadas (igual ou acima de 50°C) ocorre apenas na espécie B.
- d) Apenas a espécie B apresentará ganho de matéria orgânica se cultivada a 50°C.
- e) Em temperaturas amenas, abaixo de 20°C, a espécie B é a que apresenta maior absorção líquida de CO₂ atmosférico.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

6. Para responder à questão, leia o texto a seguir:

“Segue válido até as 18h desta terça-feira (30/12) um alerta de “grande perigo” do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) para a onda de calor que tem atingido especialmente o centro-sul do Brasil, em estados como São Paulo e Rio de Janeiro. O alerta significa que os termômetros podem marcar 5°C acima da média para dezembro durante cinco dias ou mais nessas regiões”. *Modificado de: BBC News Brasil.*

Ao ler essa reportagem, Kleber, um morador de São Paulo, ficou preocupado com as plantas que ele cultiva em casa, já que durante a onda de calor ele estava viajando e não pôde regá-las. Apesar disso, Kleber acredita que algumas plantas que ele cultiva não devem ter sofrido grandes danos durante o período em que esteve ausente de casa.

Duas das espécies cultivadas por Kleber em casa estão mostradas abaixo nas figuras A e B:



Figura: A. *Begonia maculata*; Figura B. *Graptopetalum paraguayense*.
Modificado de: Google Imagens.

Com base nas informações apresentadas, Kleber deve ter concluído que a espécie mais resistente a situação descrita é a:

- a) *G. paraguayense*, devido a existência de grandes vacúolos nas células do mesofilo foliar.
- b) *G. paraguayense*, devido a reprodução por esporos resistentes à seca, produzidos em folíolos especializados.
- c) *G. paraguayense*, devido a presença de elementos de vaso, que são as células do xilema que apresentam maior eficiência na condução.
- d) *B. maculata*, devido a abertura dos estômatos apenas durante o dia.
- e) *B. maculata*, devido a pequena área foliar que reduz a transpiração.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

7. Um agrônomo está realizando um estudo que visa analisar a influência do fotoperíodo na floração em duas espécies de cultivares de grande relevância econômica: *Beta vulgaris* (beterraba) e *Andropogon gerardii* (uma gramínea utilizada como pasto para o gado). Na tabela 1, estão os resultados iniciais da pesquisa em duas condições experimentais, além da descrição de uma condição experimental cujos resultados ainda não foram obtidos:

Tabela 1 – Influência do fotoperíodo na floração de *Beta vulgaris* e *Andropogon gerardii*.

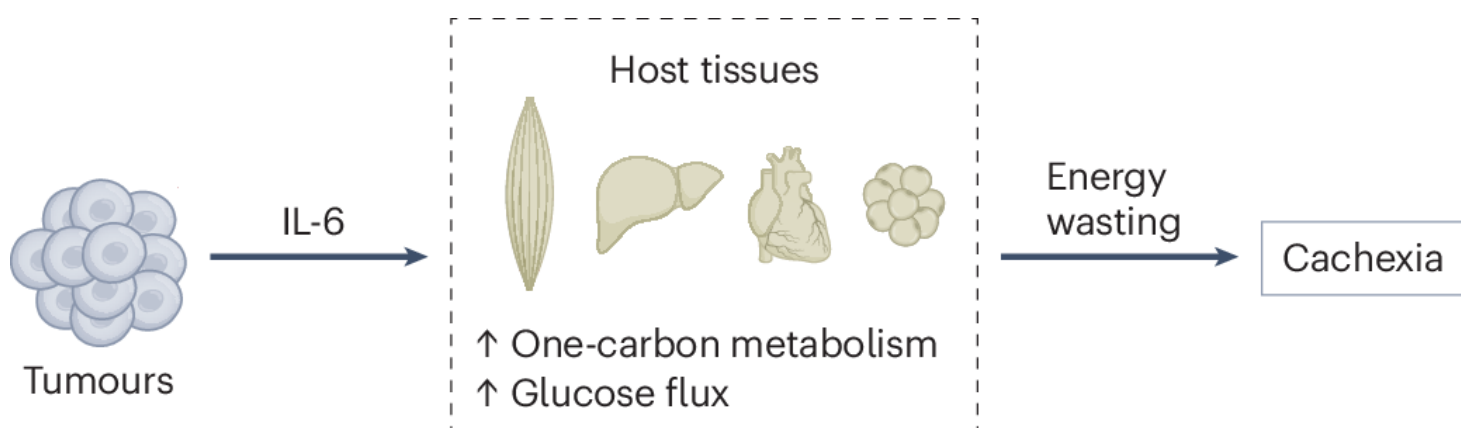
	Condição 1: Exposição luminosa por tempo prolongado seguida por curto período de escuridão	Condição 2: Exposição luminosa por tempo reduzido seguida por longo período de escuridão	Condição 3: Exposição luminosa por tempo reduzido seguida por longo período de escuridão, que é interrompido brevemente por um feixe de luz de comprimento vermelho curto
<i>Andropogon gerardii</i>	Não floresce	Floresce	Resultados ainda não obtidos.
<i>Beta vulgaris</i>	Floresce	Não floresce	Resultados ainda não obtidos

De acordo com os resultados obtidos nos experimentos, **é correto afirmar:**

- a) A beterraba é uma espécie de dia curto.
- b) Em regiões temperadas, o verão apresenta as condições luminosas ideais para que *Andropogon gerardii* floresça.
- c) Na condição 3, apenas a beterraba florescerá.
- d) O fitocromo F (Pfr) deve inibir a floração na beterraba.
- e) Caso o período de escuridão da condição 3 fosse interrompido por luz de comprimento vermelho longo, os resultados obtidos seriam semelhantes ao da condição 1.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

8. Alterações metabólicas espaço-temporais na caquexia - A caquexia é uma síndrome metabólica complexa, caracterizada pela perda progressiva de tecidos muscular e adiposo, que afeta drasticamente a qualidade de vida e a sobrevivência de pacientes com câncer. Um estudo de 2025 revelou que a ativação do metabolismo de um carbono, mediada pela citocina inflamatória interleucina-6 (IL-6), desempenha um papel central nesse processo. Os pesquisadores demonstraram que essa reprogramação metabólica induz um estado de hipermetabolismo de glicose nos tecidos afetados pelo tumor (tecidos hospedeiros), que resulta em um desperdício energético, isso contribui diretamente para o definhamento corporal observado tanto em modelos animais quanto em pacientes humanos.



Legenda: Desenho esquemático da reprogramação metabólica na caquexia. A reprogramação metabólica ocorre em múltiplos tecidos hospedeiros, resultando no desperdício de energia durante a caquexia. O hipermetabolismo da glicose induzido pelo metabolismo de um carbono ativado por IL-6 é uma característica geral nos tecidos hospedeiros de camundongos e de pacientes com caquexia do câncer, contribuindo substancialmente para o desperdício de energia na caquexia.

Tradução:

Tumours: tumores;

Host tissues: tecidos afetados pelo tumor;

One-carbon metabolism: metabolismo de um carbono;

Glucose flux: fluxo de glicose;

Energy wasting: Desperdício de energia;

Cachexia: Caquexia.

(Ming, H., Yin, M. & Lei, QY. *Spatio-temporal metabolic alterations in cachexia*. *Nat Metab* (2026). <https://doi.org/10.1038/s42255-025-01440-5>

Com base nas informações acima, assinale a alternativa correta sobre a caquexia:

- a) A caquexia caracteriza-se como um estado predominantemente anabólico, visando a regeneração de tecidos lesionados através do aumento da síntese de proteínas musculares.
- b) Ocorre um acentuado catabolismo proteico no tecido muscular, liberando aminoácidos que podem ser utilizados pelo fígado como substratos para a gliconeogênese.
- c) Em resposta à perda de peso, o organismo caquético reduz drasticamente sua taxa metabólica basal para níveis próximos ao estado de repouso absoluto, visando poupar o glicogênio hepático.
- d) A via de obtenção de energia nas células musculares durante a caquexia passa a ser exclusivamente a fermentação láctica, devido à inibição total das mitocôndrias pelo tumor.
- e) A perda de tecido adiposo na caquexia é causada pela inibição das enzimas lipases, o que impede que os ácidos graxos sejam mobilizados e oxidados para a produção de ATP.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

9. A bioinformática utiliza ferramentas computacionais, matemáticas e estatísticas para analisar grandes quantidades de dados biológicos, como sequências de DNA, RNA e proteínas. Entre essas ferramentas, o RStudio se destaca como um ambiente que permite estudar e visualizar diferentes tipos de mutações presentes em proteínas.

Mapa de proteína com mutações

Classificação por tipo de mutação

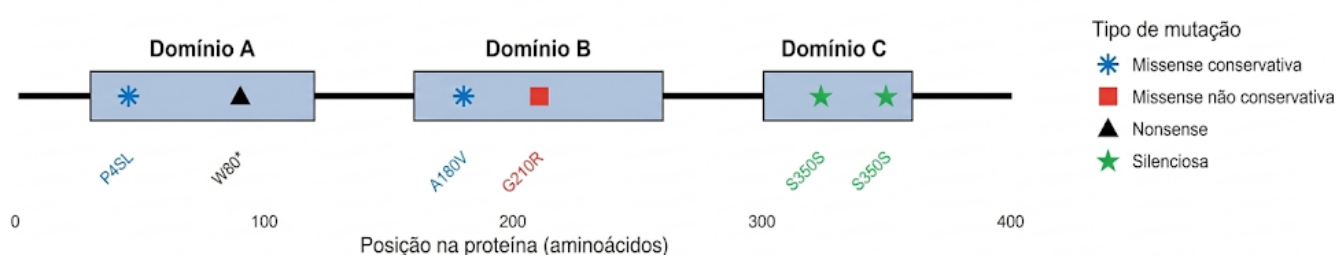
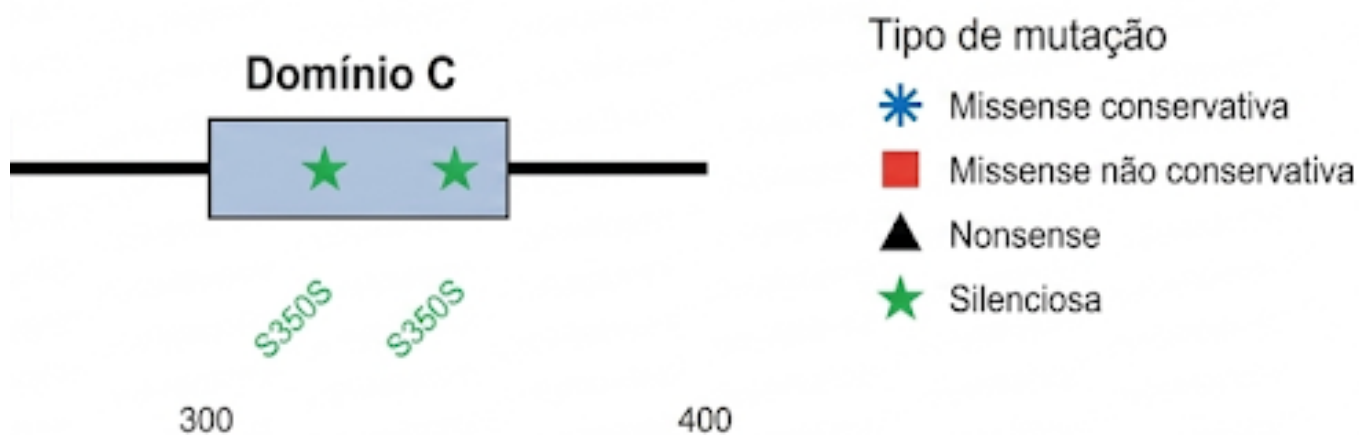
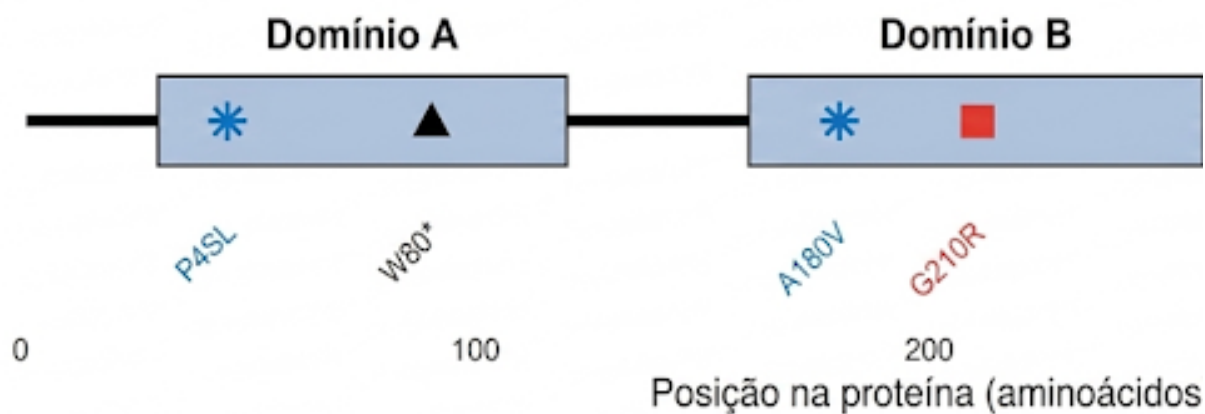


Imagem feita pelo autor via software Rstudio (4.4.1).

Abaixo o esquema cortado em duas partes aumentada:

Mapa de proteína com mutações

Classificação por tipo de mutação



Tipo de mutação

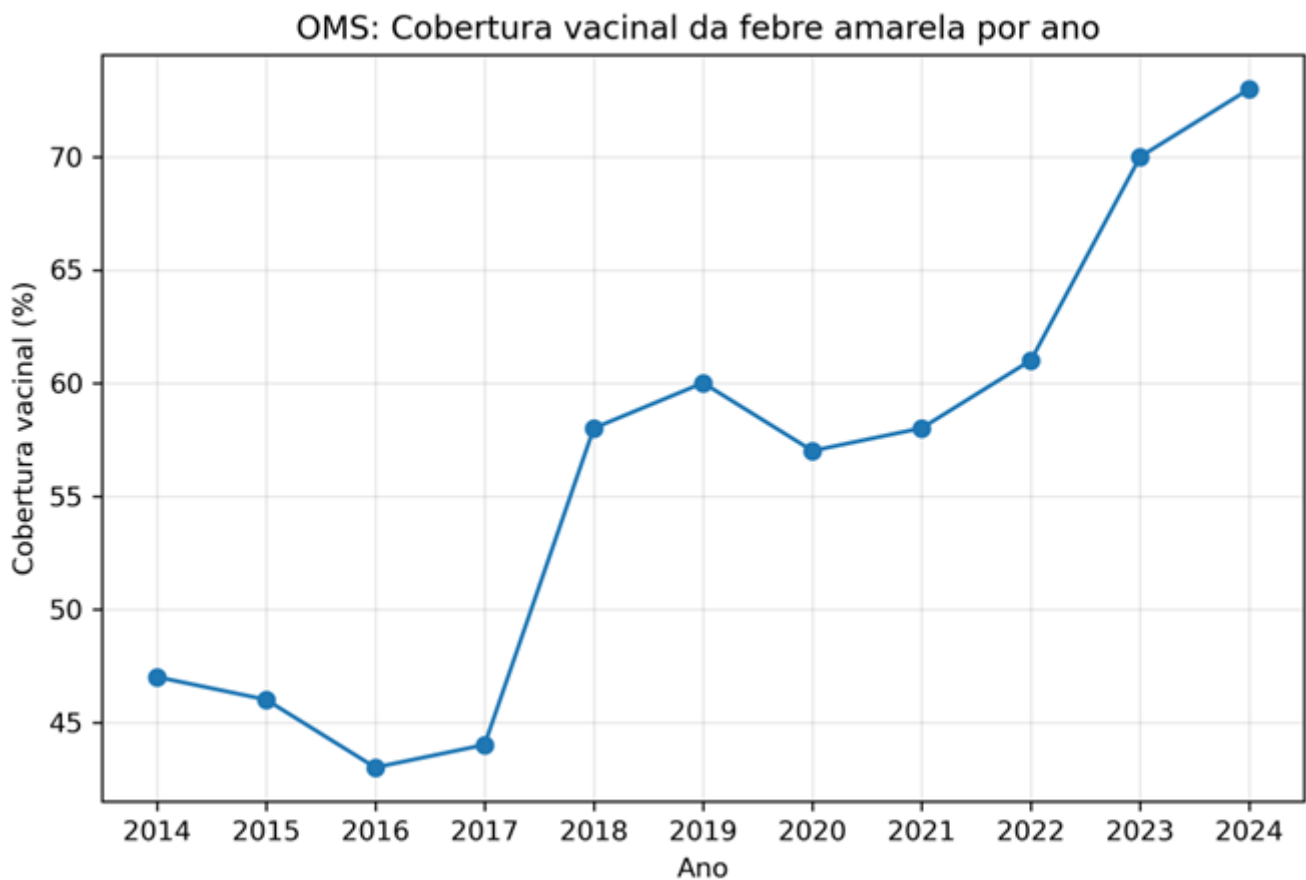
- Missense conservativa
- Missense não conservativa
- Nonsense
- Silenciosa

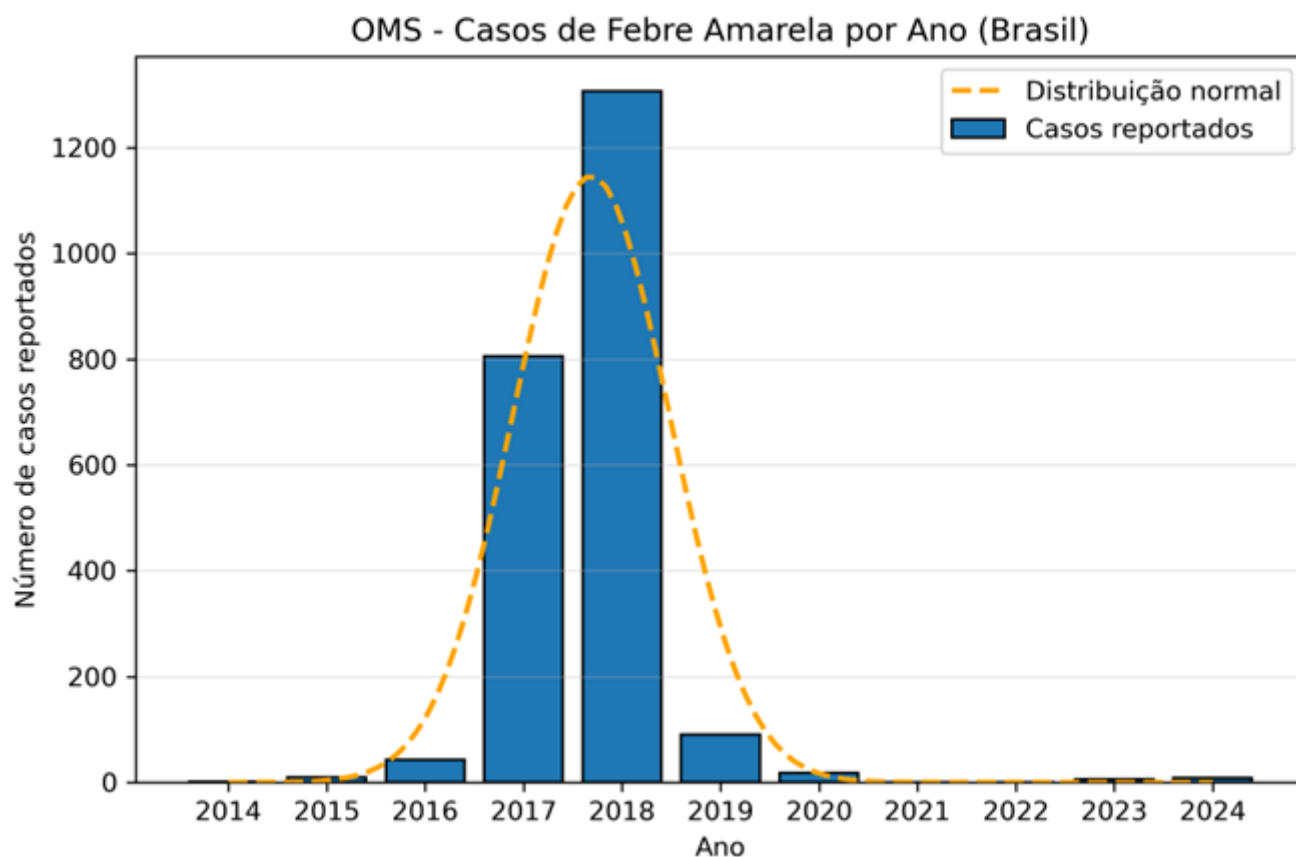
Com base na análise da figura, assinale a alternativa que descreve **incorretamente** as características dos diferentes tipos de mutações representadas.

- a) Mutação sem sentido (*nonsense*) significa que ocorreu uma mutação que resultou em um códon de parada.
- b) A mutação de troca de sentido (*missense*) não conservativa é a alteração de nucleotídeo que gera impacto funcional na proteína.
- c) Mutação sem sentido (*nonsense*) ocorre pela alteração de aminoácido por outro com propriedades físico-químicas distintas.
- d) A mutação troca de sentido (*missense*) conservativa ocorre quando uma substituição de nucleotídeo altera o aminoácido codificado, mas geralmente mantém a função da proteína.
- e) A mutação do domínio C é caracterizada pela substituição de nucleotídeo que não altera o aminoácido codificado, mantendo a função da proteína.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

10. A Organização Mundial de Saúde (OMS) disponibiliza dados de incidência e vacinação das principais endemias. Observe os gráficos de incidência e vacinação de Febre Amarela no Brasil entre os anos 2014 e 2024:





Legenda: Gráficos geradas no site da OMS:

A partir da análise do contexto exposto e de seus conhecimentos, assinale a afirmativa correta.

- a) Há um pico de incidência da doença em 2018 com dispersão de aproximadamente 2 anos.
- b) A diminuição de casos entre 2018 e 2019 se deveu à redução do número de vacinas no país.
- c) A taxa de vacinação teve um aumento absoluto de cerca de 14% entre 2017 e 2018.
- d) A incidência da doença em 2019 diminuiu 70% em relação ao ano anterior
- e) A queda significativa no número de vacinações entre 2017 e 2018 corresponde a políticas públicas implementadas em razão do aumento do número de casos nesses dois anos.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

11. O período Carbonífero, há cerca de 300 milhões de anos, possuía peculiaridades fascinantes. A concentração de oxigênio atmosférico (cerca de 35%) levou a características de fauna únicas, que entre outras coisas, possuía os maiores insetos e anfíbios já registrados no Reino Animal.

Acerca do período descrito, assinale a alternativa correta.

- a) Os insetos, que oxigenam os tecidos diretamente pelo ar, se beneficiaram dessa alta concentração de gás oxigênio (O_2) no período descrito.
- b) Anfíbios, que independem da umidade para realizar trocas gasosas, não se beneficiaram das concentrações de O_2 .
- c) O sistema traqueal, responsável pela respiração dos insetos, leva ar por canais que se abrem na superfície dos insetos até a hemolinfa, que é então oxigenada e distribuída para os tecidos, levando oxigênio até eles.
- d) Grandes mamíferos coexistiam com os anfíbios e grandes insetos no Carbonífero e não eram prejudicados pelo alto poder oxidativo do O_2 .
- e) Tanto anfíbios quanto insetos realizam respiração cutânea, explicando seu sucesso conjunto no período descrito.

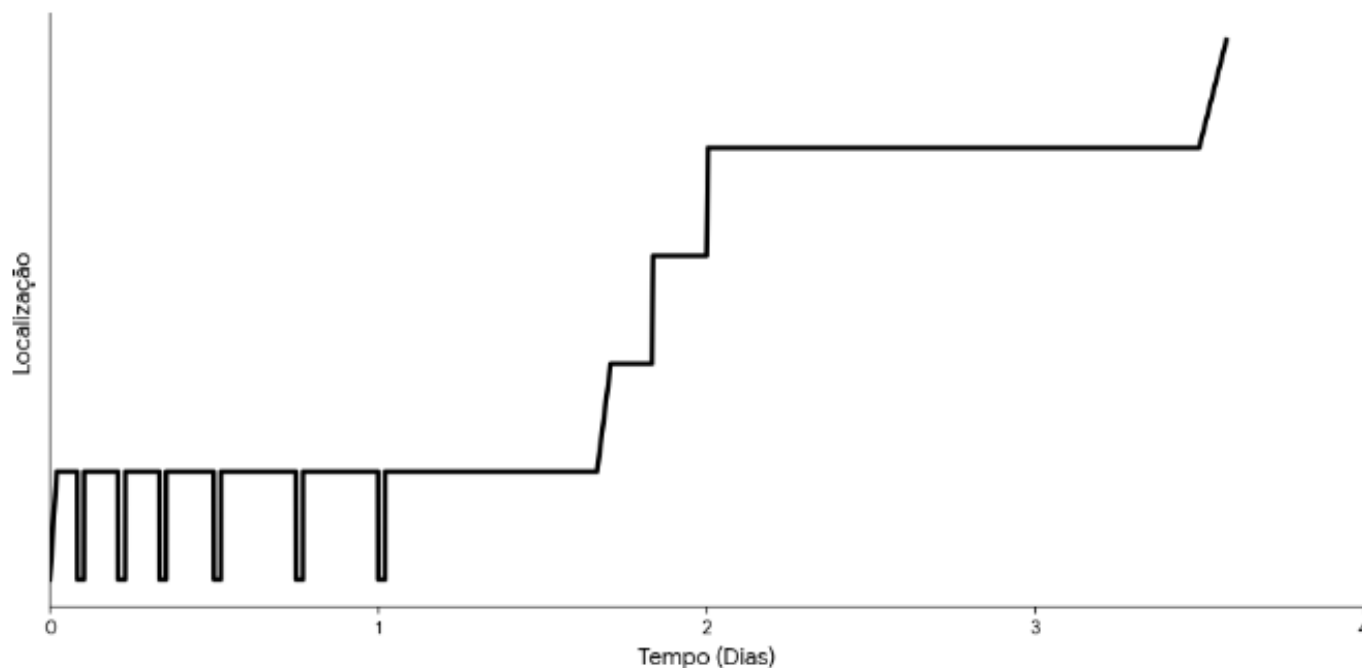
GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

12. Considerando 3 animais - uma vaca, uma hidra e uma lula - assinale a alternativa correta.

- a) A vaca é um deuterostômio, a lula é um protostômio celomado e a hidra é um organismo diblástico com simetria radial.
- b) Dois desses animais passam pela nêurula em seu desenvolvimento embrionário.
- c) A mesoderme está presente nos três animais, sendo responsável pela formação da musculatura e do celoma verdadeiro em todos os estágios adultos.
- d) O sistema nervoso é centralizado e dorsal tanto na vaca quanto na lula, diferindo da rede nervosa difusa (reticular) presente na hidra.
- e) O blastóporo embrionário origina o ânus na lula e na vaca, caracterizando ambos como deuterostômios, ao contrário da hidra que é acelomada.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

13. O gráfico a seguir representa a posição majoritária do bolo alimentar no tubo digestório (eixo Y), a partir da boca, pelo tempo (eixo X).



Tempo 0 = ingestão

Qual das alternativas abaixo contém apenas animais cujo sistema digestório é compatível com o padrão mostrado no gráfico?

- a) cavalo, coelho, elefante.
- b) humano, suíno, cão.
- c) galinha, avestruz, pombo.
- d) vaca, ovelha, cabra, cervo.
- e) camelo, cavalo, lhama, coelho.

GQ -

a	b	c	d	e
---	---	---	---	---

14. A perda da diversidade genética poderia não ser preocupante se ela fosse recuperada rapidamente por mutação. Entretanto, as taxas de mutação são baixas, de forma que os tempos de recuperação são longos. A variação genética quantitativa requer entre 100 e 1000 gerações para se recuperar, equivalente a algo entre 2600 e 26000 anos para elefantes. Uma vez que não podemos contar com as mutações para a recuperação da diversidade no espaço de tempo de interesse da conservação, todo esforço deve ser feito para preservar a diversidade genética existente.

Fonte: Ballou, Jonathan D.; Frankham, Richard; Briscoe, David Anthony. Fundamentos de genética da conservação. 2007

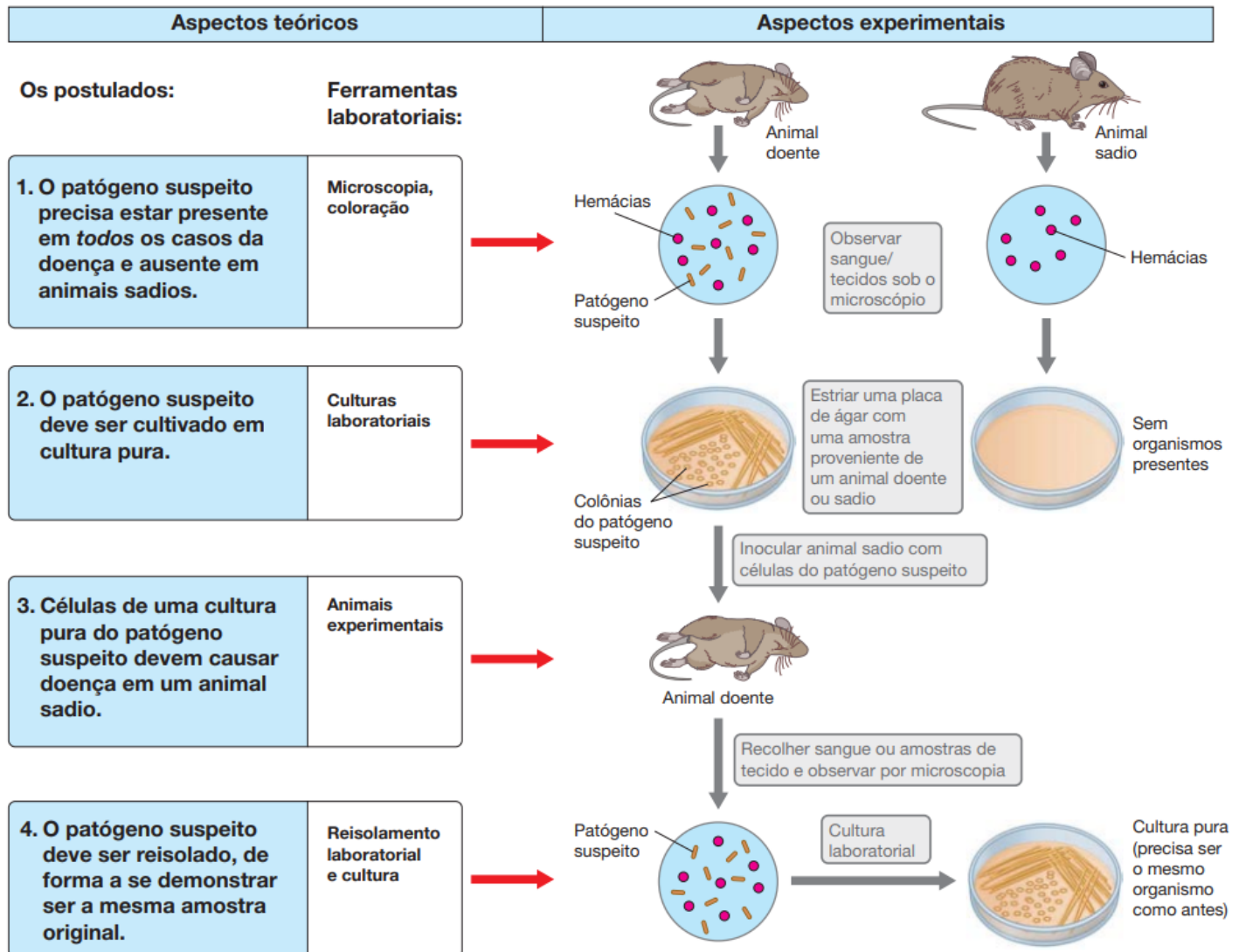
Por que a existência de variabilidade genética em uma população é considerada a condicionante para que o processo evolutivo ocorra ao longo das gerações?

- a) Porque a variabilidade genética garante que todos os indivíduos de uma mesma espécie apresentem exatamente as mesmas capacidades adaptativas diante de alterações ambientais drásticas.
- b) Porque a seleção natural atua sobre a variabilidade genética, uma vez que, se todos os indivíduos fossem geneticamente idênticos, não haveria reprodução diferencial.
- c) Porque as mutações genéticas, que são a fonte da variabilidade, ocorrem sempre de maneira direcionada para atender às necessidades imediatas do organismo perante o meio ambiente.
- d) Porque a variabilidade genética impede que ocorra a deriva genética em populações pequenas, assegurando que apenas os genes recessivos sejam transmitidos para as gerações futuras.
- e) Porque a evolução é definida exclusivamente pelo surgimento de novas espécies em curtos intervalos de tempo, e a variabilidade genética serve para acelerar o metabolismo dos indivíduos.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

15. Analise a figura a seguir sobre os postulados de Koch e responda o que é pedido.

OS POSTULADOS DE KOCH



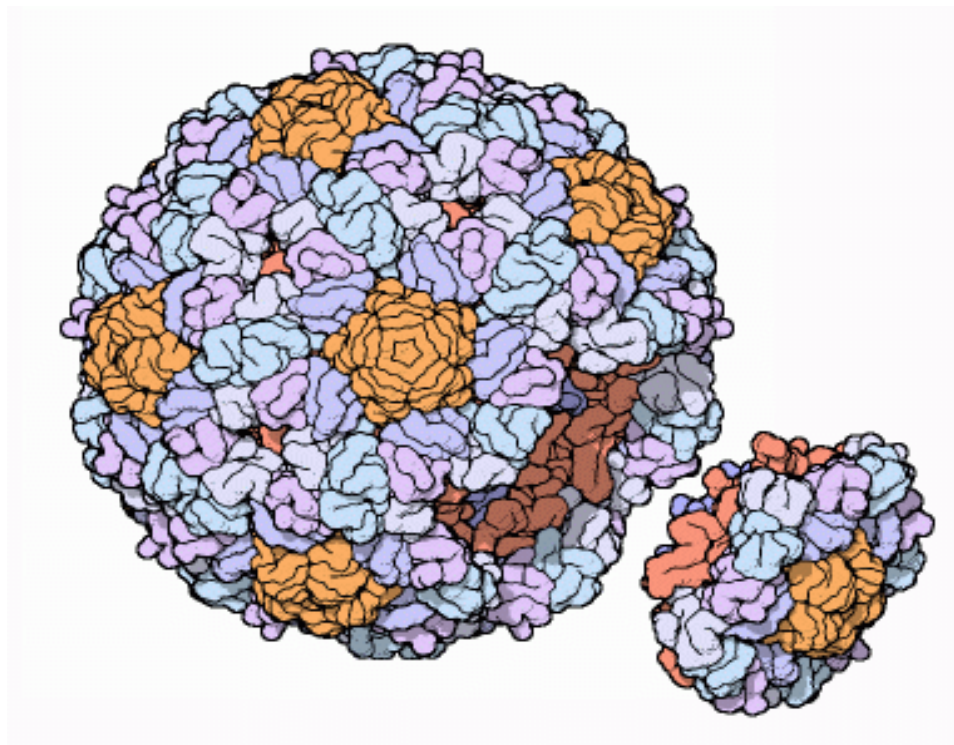
Fonte: Madigan, M. T. et al. *Microbiologia de Brock*. 14ª ed. 2016.

No final do século XIX, Robert Koch estabeleceu critérios experimentais rigorosos para provar que um agente específico causa uma determinada patologia. Considerando a aplicação e as limitações desses postulados a ciência moderna, qual das alternativas abaixo descreve corretamente um dos critérios ainda vigentes na ciência atual?

- a) O microrganismo suspeito de causar a patologia deve ser obrigatoriamente encontrado em abundância em todos os organismos que sofrem da doença em questão, mas não deve ser isolado ou detectado em organismos que estejam saudáveis.
- b) O agente patogênico isolado de um hospedeiro doente deve ser capaz de ser cultivado em laboratório em uma cultura pura e axênica (artificial), antes de ser reintroduzido em um novo hospedeiro saudável para verificar se os mesmos sintomas da doença original se manifestam conforme o esperado.
- c) Quando o microrganismo proveniente da cultura pura é inoculado em um hospedeiro experimental sadio e suscetível, este deve necessariamente desenvolver a mesma doença específica, permitindo que o pesquisador recupere e isole novamente o mesmo agente a partir do novo hospedeiro infectado, confirmando que a causa da enfermidade é o agente biológico inicialmente identificado.
- d) Os postulados de Koch são aplicáveis universalmente a todos os agentes infecciosos conhecidos pela medicina.
- e) A validade dos postulados depende exclusivamente da capacidade do hospedeiro de desenvolver imunidade permanente após a primeira exposição ao patógeno, sendo que o isolamento do agente em cultura pura serve apenas como um passo acessório que não influencia a prova definitiva de que aquele microrganismo específico é o verdadeiro e único responsável pela infecção.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

16. Os vírus constituem um grupo extremamente diverso de parasitas intracelulares obrigatórios, capazes de infectar diferentes formas de vida, incluindo bactérias. Um exemplo é o bacteriófago PhiX174. Esse bacteriófago possui seu material genético envolto por um capsídeo esférico e simétrico, formado pela montagem precisa de 120 cadeias proteicas, como ilustrado na imagem abaixo. O PhiX174 também é historicamente importante por ter sido o primeiro organismo a ter seu genoma completamente sequenciado. No entanto, ao analisar a composição de bases nitrogenadas de seu genoma, composto por 5386 nucleotídeos, os cientistas observaram uma distribuição inesperada: 25% de adenina (A), 33% de timina (T), 24% de guanina (G) e 18% de citosina (C). Essa proporção contrasta com a regra de Chargaff.



Legenda: Modelo tridimensional de um vírus mostrando a simetria icosaédrica do capsídeo. As cores distintas auxiliam na identificação das diferentes proteínas ou cadeias polipeptídicas que compõem a estrutura externa do vírus. Fonte: PDB101, entrada do PDB 1cd3

Assinale a alternativa que descreve corretamente a natureza do genoma do bacteriófago PhiX174.

- a) O genoma do PhiX174 consiste em DNA circular dupla fita, cuja composição desigual de bases resulta de vieses evolutivos associados à replicação assimétrica do cromossomo circular bacteriano hospedeiro.
- b) Trata-se de RNA fita simples, no qual a presença de timina reflete modificações pós-replicativas raras descritas em alguns vírus bacterianos.
- c) O material genético do PhiX174 é composto por DNA circular, cuja estrutura não impõe complementaridade obrigatória entre bases nitrogenadas, permitindo proporções distintas entre A e T, bem como entre G e C.
- d) O genoma do PhiX174 consiste em DNA de cromossomo linear, devido a proporção não canônica das bases.
- e) O genoma do PhiX174 possui elevada proporção de modificações epigenéticas, o que compromete a complementaridade canônica.

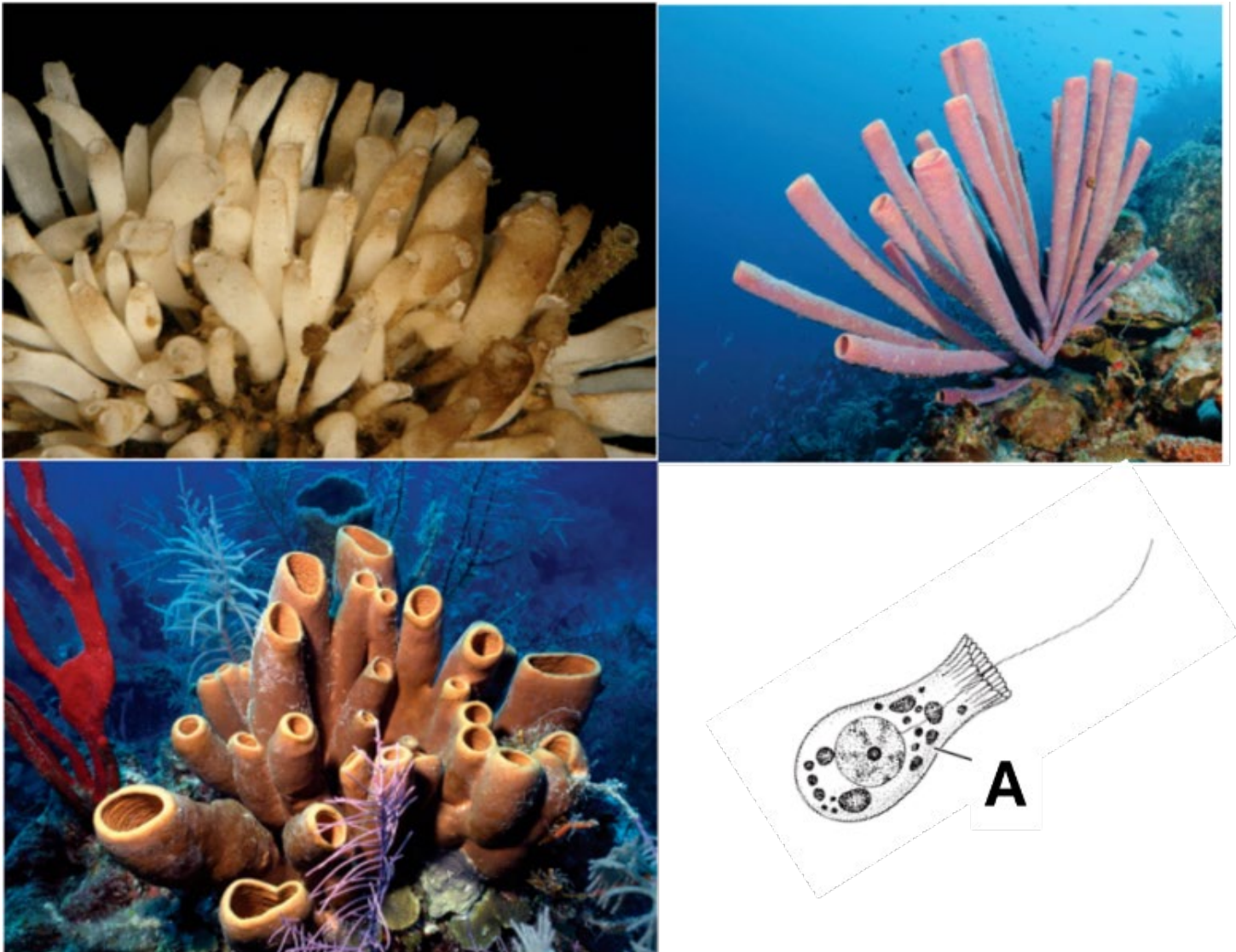
GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

17. Analise as proposições abaixo sobre a estrutura, o metabolismo e a dinâmica que as comunidades microbianas formam nos ecossistemas em que elas estão inseridas e assinale a alternativa **incorreta**.

- a) Em biofilmes espessos ou partículas de solo, a difusão do oxigênio é o fator limitante que dita a estratificação metabólica.
- b) O mutualismo em ruminantes é energeticamente superior ao de fermentadores do intestino posterior (como cavalos).
- c) No ciclo do nitrogênio, o processo de nitrificação é ecologicamente vantajoso para a manutenção da fertilidade do solo em áreas de alta pluviosidade, pois impede a lixiviação.
- d) O transporte de carbono orgânico para as profundezas do oceano pode ocorrer pelo afundamento de detritos e organismos mortos vindos da superfície, um mecanismo conhecido como bomba biológica.
- e) Microrganismos barófilos extremos, adaptados a viver no mar profundo, possuem membranas citoplasmáticas com uma maior proporção de ácidos graxos insaturados.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

18. As esponjas são enquadradas no Filo Porifera. São o grupo-irmão de todos os outros animais. Com base na análise da figura e seus conhecimentos sobre zoologia de invertebrados, assinale a alternativa correta.



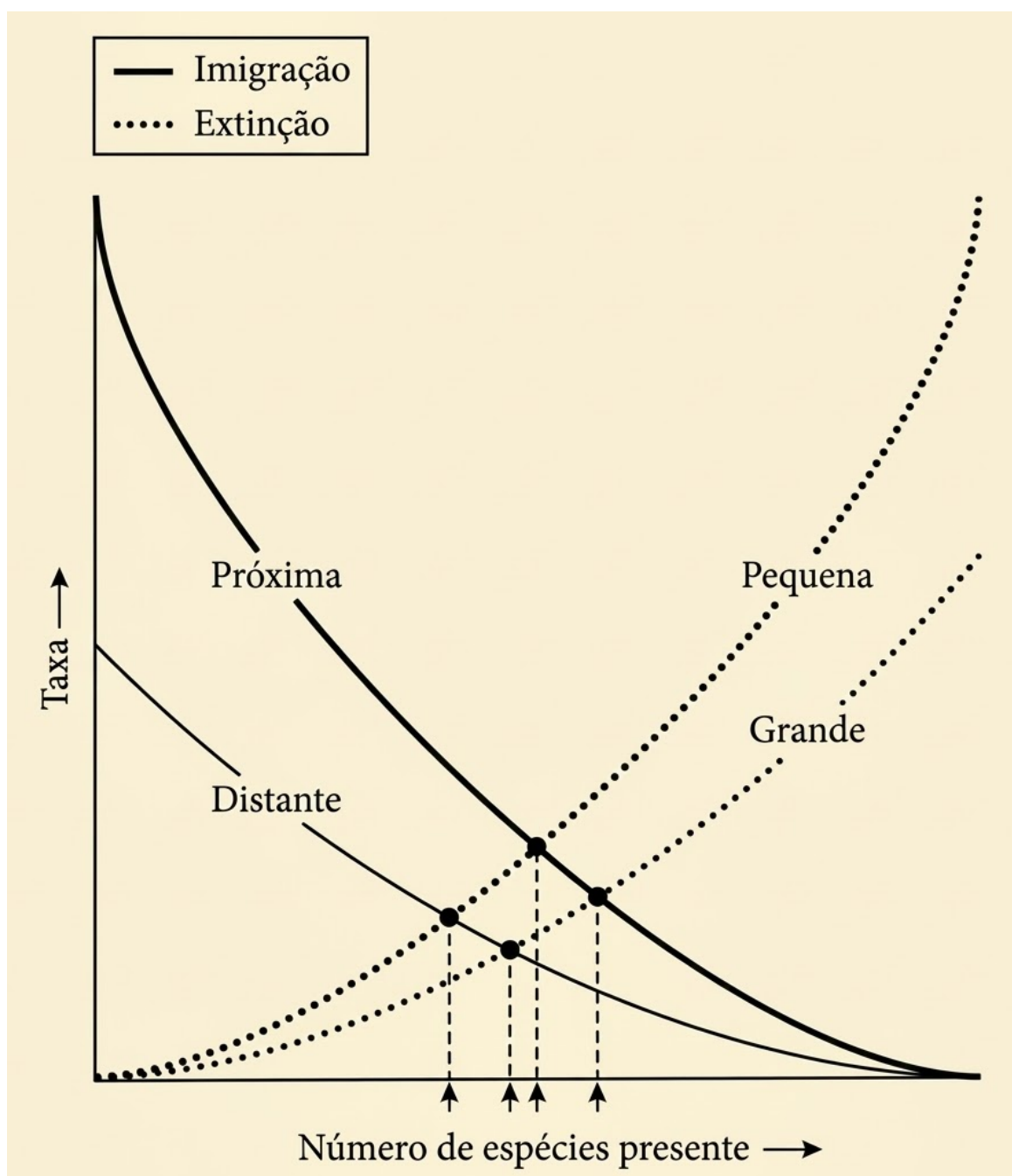
Legenda: conjunto de imagens mostrando colônias de esponjas em ambiente natural e o detalhe (A) de uma célula fundamental desses invertebrados. Fonte: Imagens retiradas e adaptadas de: Brusca, RC.

Moore, W. Shuster, SM. Invertebrados. 3. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

- a) As esponjas apresentam simetria bilateral com mesoderme.
- b) Apesar de possuir tecido verdadeiro, o corpo das esponjas é formado por um conjunto de células totipotentes, que podem desempenhar funções diferentes, conhecidas como amebócitos.
- c) As principais células das esponjas são os cnidócitos que atuam na nutrição, respiração e excreção.
- d) Os animais do filo Porifera são considerados deuterostômios.
- e) A célula indicada na figura pela letra A é única e exclusiva das esponjas conhecida como coanócito.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

19. MacArthur e Wilson propuseram um modelo teórico para explicar a diversidade de espécies em ilhas e habitats isolados. Esse modelo, conhecido como teoria do Equilíbrio da Biogeografia de Ilhas, afirma que a riqueza de espécies resulta do equilíbrio dinâmico entre a chegada de novas espécies por dispersão e a perda de espécies por extinção. Observe o gráfico e analise as afirmações abaixo.



Fonte: Gráfico adaptado de: Cain, ML. *Ecologia*. 3. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2018.

I. O ponto onde as curvas de imigração e extinção se cruzam prediz o número de espécies em equilíbrio na ilha (S).

II. Ilhas pequenas e distantes possuem uma menor riqueza de espécies do que ilhas pequenas e próximas.

III. O tamanho da ilha influencia a taxa de colonização, enquanto a proximidade influencia nas taxas de extinção.

IV. Em relação à riqueza de espécies, a ordem da maior para a menor segue a seguinte sequência: $S_{\text{grande, próxima}} > S_{\text{pequena, próxima}} > S_{\text{grande, distante}} > S_{\text{pequena, distante}}$.

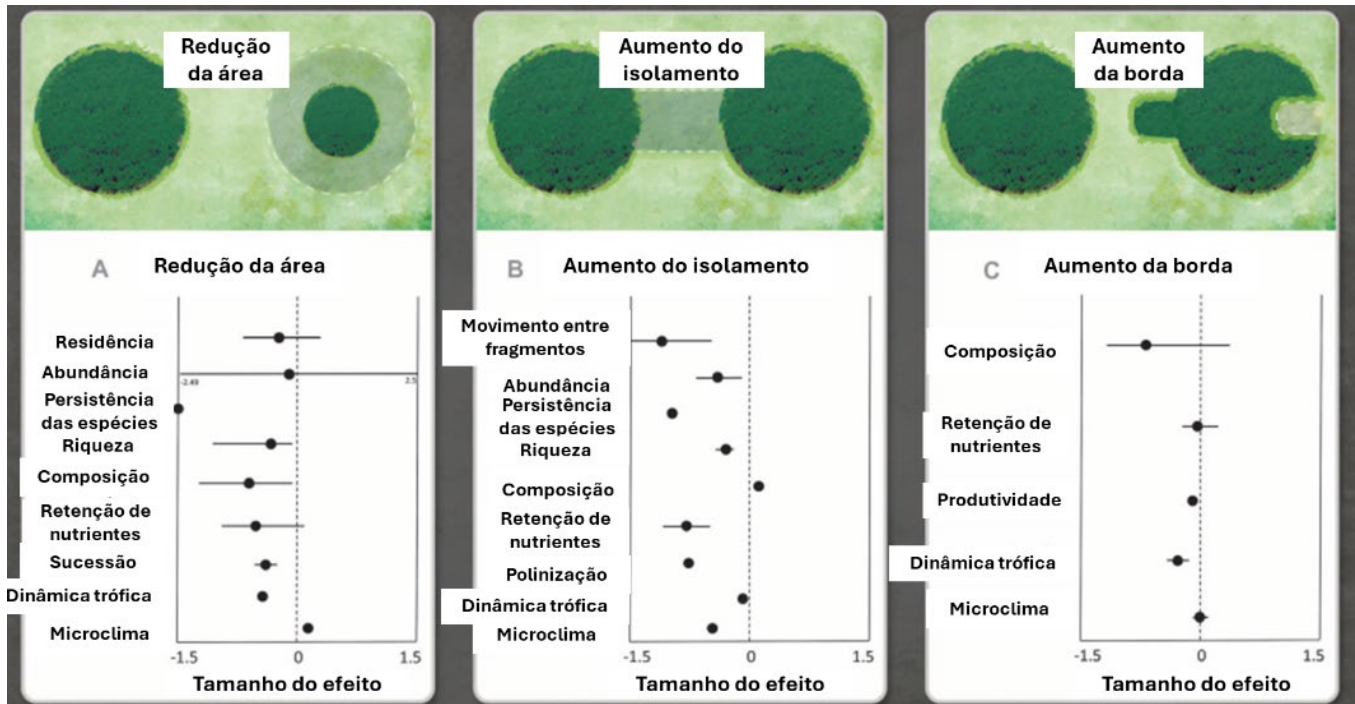
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente I está correta.
- b) Somente I e II estão corretas.
- c) Somente I, II, IV estão corretas.
- d) Somente I, II e III estão corretas.
- e) Todas as alternativas estão corretas.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

20. A fragmentação de florestas altera as condições ambientais nas bordas dos remanescentes, o que desencadeia mudanças na composição e no funcionamento das comunidades biológicas, conhecido como Efeito de Borda. O estudo de Haddad e colaboradores (2015) demonstra que o efeito de borda é uma das consequências mais extensas e impactantes da fragmentação de habitats no planeta

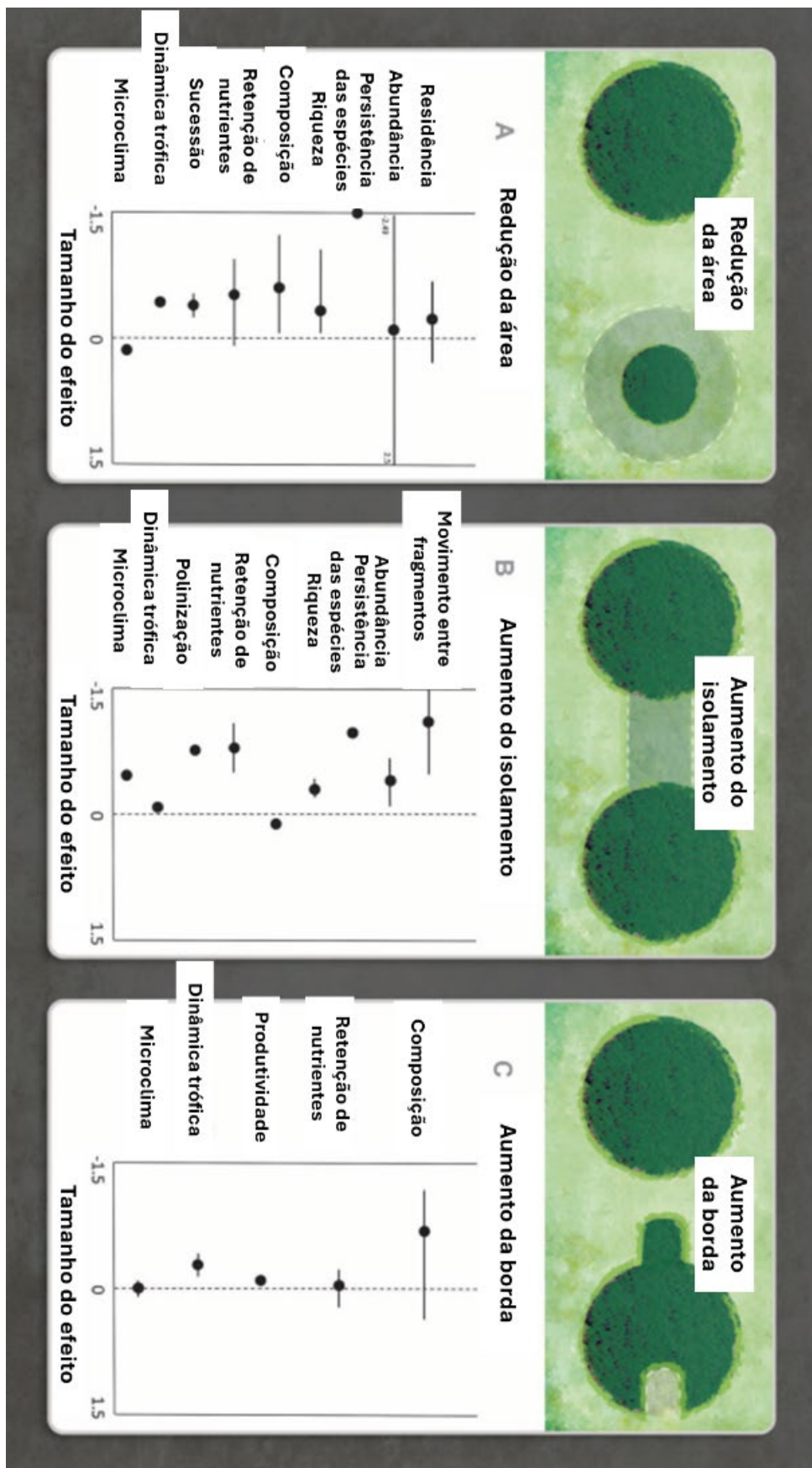
atualmente. Observe a figura a seguir com os resultados deste estudo e analise as afirmações. Escolha a alternativa correta.



Legenda: Dinâmica da Fragmentação Florestal. O eixo x mostra o tamanho do efeito da fragmentação sobre um processo ecológico: 0 = sem efeito; Valores negativos = efeito negativo; Valores positivos = efeito positivo.

Fonte: Figura adaptada de: Haddad, NM.; Brudvig, LA, Clobert, J et al. *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science Advances, Washington, v. 1, n. 2, 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1500052.*

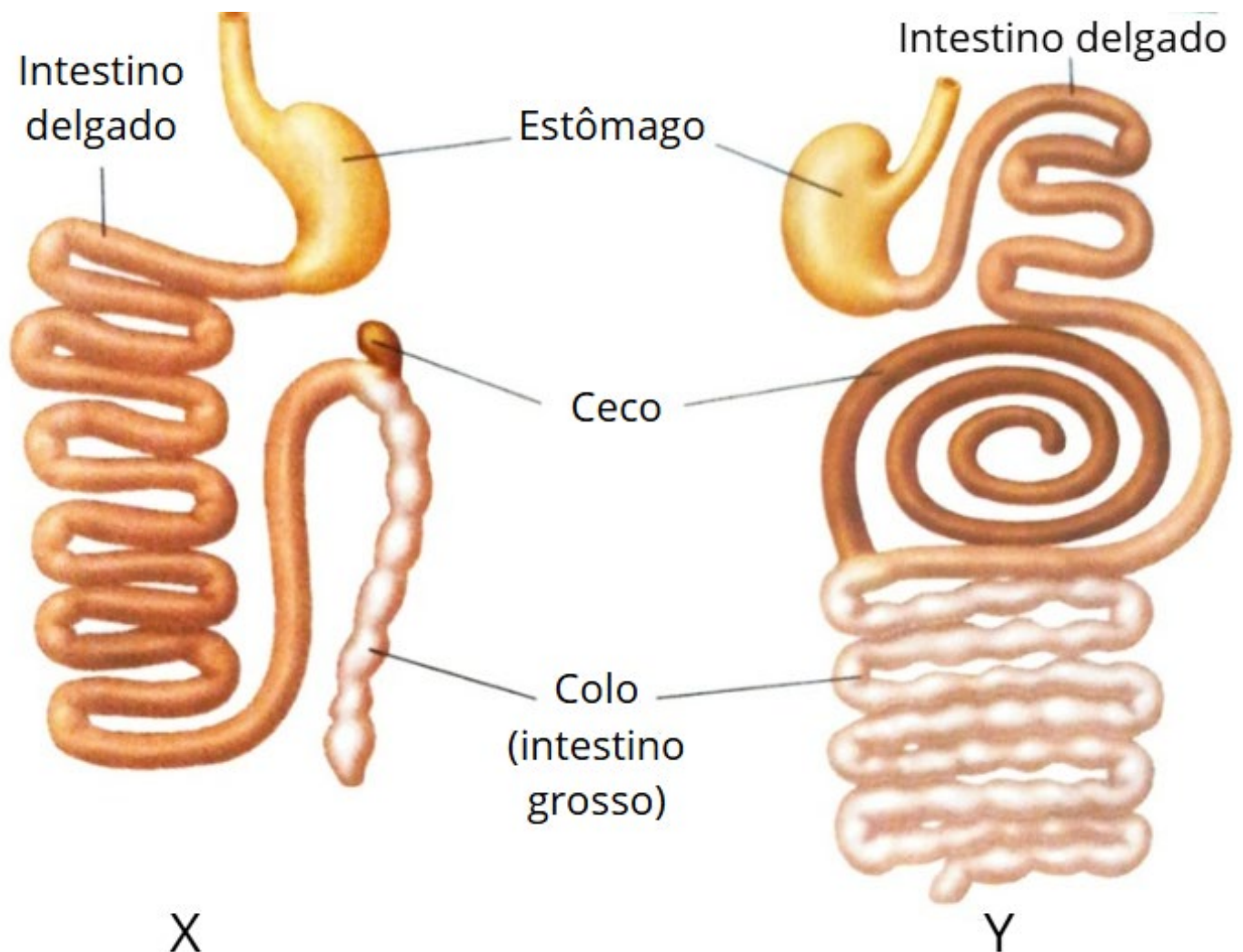
Para uma melhor visualização, observe a imagem abaixo:



- a) A redução do tamanho da floresta tem efeito positivo sobre a riqueza de espécies e a composição.
- b) A polinização não é afetada pelo isolamento entre os fragmentos, enquanto a dinâmica trófica é afetada negativamente.
- c) O aumento do efeito de borda afeta negativamente a composição de espécies do fragmento restante.
- d) Em geral, a diminuição da área, o aumento do isolamento e o aumento do efeito de borda têm efeito positivo sobre a retenção de nutrientes e o microclima.
- e) A redução de área, isolamento e borda atuam isoladamente.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

21. A diversidade de formas observada nos animais é produto direto da estreita relação entre anatomia, fisiologia e história evolutiva. Ao longo do processo evolutivo, as pressões seletivas associadas ao tipo de alimento, à disponibilidade energética e ao hábito de vida são comumente associadas ao surgimento de padrões anatômicos e fisiológicos recorrentes no sistema digestório de herbívoros e carnívoros. A imagem a seguir mostra dois sistemas digestórios e seus respectivos compartimentos, com diferenças e semelhanças, sendo um deles de um mamífero herbívoro e, outro, de um mamífero carnívoro.



*Legenda: Desenho esquemático das adaptações morfológicas do sistema digestório em diferentes dietas. A imagem apresenta uma comparação entre o trato gastrointestinal de um carnívoro e um herbívoro. Fonte: Imagem retirada e adaptada de: REECE, Jane B. et al. *Biologia de Campbell*. Tradução de Anne D. Villela et al.; revisão técnica de Denise Cantarelli Machado, Gaby Renard, Paulo Luiz de Oliveira. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.*

Com base em seus conhecimentos, e nas representações esquemáticas dos dois sistemas digestórios acima (X e Y), assinale a alternativa correta:

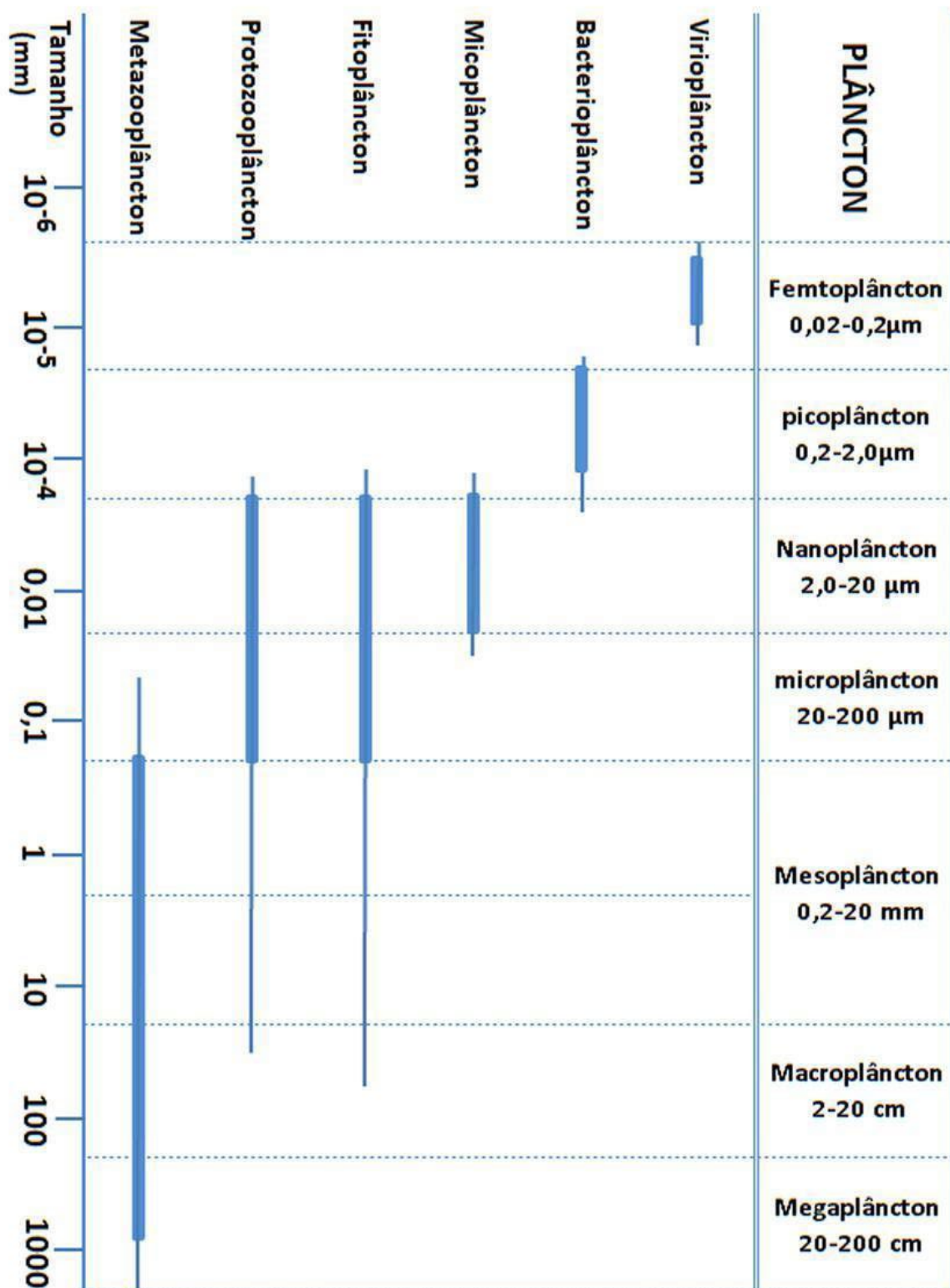
- a) O sistema X pertence a um herbívoro, devido ao menor comprimento total do sistema, pois a matéria vegetal, de digestão mais fácil que a carne, é digerida mais rapidamente.
- b) O estômago cumpre funções diferentes em cada sistema: no carnívoro, atua na digestão proteica, e no herbívoro, atua na fermentação de matéria vegetal.
- c) O sistema Y possui ceco bem desenvolvido, similar ao que vemos na espécie humana, dado que é uma estrutura responsável pela secreção de emulsificantes, essenciais para a digestão.
- d) O sistema Y pertence a um carnívoro, por conta do ceco desenvolvido, dado que é nessa região que ocorre o processo de digestão das proteínas.
- e) O intestino delgado, embora de comprimentos diferentes nas representações, mantém o papel de absorção dos nutrientes digeridos nos modelos X e Y.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

22. As ondas de calor marinhas têm se intensificado nas últimas décadas, afetando fortemente os ecossistemas oceânicos, especialmente os sistemas de ressurgência costeira. Nesses sistemas, ventos paralelos ao litoral deslocam a água quente da superfície para o oceano aberto, permitindo a subida de águas profundas, frias e ricas em nutrientes, o que favorece a alta produtividade biológica. Um estudo publicado por Zhan *et al.* 2024, baseado em observações multissatélite combinadas a modelos oceanográficos, demonstrou que, durante as ondas de calor marinhas, ocorre uma redução de aproximadamente 50% da biomassa de fitoplâncton, além de uma mudança na estrutura da

comunidade, com aumento da dominância do picofitoplâncton e diminuição do microfitoplâncton. Segundo os autores, esse padrão está relacionado ao enfraquecimento da ressurgência costeira, que reduz o suprimento de nutrientes devido a anomalias nos ventos.

Com base nessas informações e considerando as classes de tamanho do fitoplâncton (Figura abaixo), qual alternativa explica corretamente as implicações dessas mudanças para a teia trófica marinha?



Legenda: Classes de tamanho do plâncton (modificado de Sieburth et al., 1978) adaptado por Mario Katsuragawa/IOUSP.

- a) A redução da biomassa de fitoplâncton e o aumento do picofitoplâncton fortalecem a teia trófica, pois organismos menores produzem mais energia e sustentam populações maiores de peixes.
- b) A substituição do microfitoplâncton por picofitoplâncton durante ondas de calor marinhas pode reduzir a transferência de energia para níveis tróficos superiores, afetando zooplâncton, peixes e predadores maiores.
- c) As mudanças no tamanho do fitoplâncton não afetam a teia trófica, pois todos os organismos fotossintetizantes exercem o mesmo papel ecológico independentemente de seu tamanho.
- d) O enfraquecimento da ressurgência costeira aumenta a disponibilidade de nutrientes, favorecendo o crescimento do microfitoplâncton e estabilizando a cadeia alimentar marinha.
- e) As ondas de calor marinhas afetam apenas a base da teia trófica, sem provocar consequências ecológicas relevantes para organismos consumidores, como peixes e invertebrados.

GQ -

a

b

c

d

e

Contexto para as questões 23, 24 e 25:

A transição dos cetáceos (baleias, belugas e golfinhos) para o ambiente aquático é um dos casos mais bem documentados de macroevolução. Inicialmente, a comparação com os fósseis dos carnívoros extintos da família Mesonychidae posicionavam Cetacea como uma ordem externa aos ungulados de dedos pares (Figura A). Contudo, evidências moleculares baseadas em variações de elementos transponíveis de DNA redefiniram a topologia do grupo. Esses dados posicionaram as baleias como o grupo-irmão dos Hippopotamidae no clado **Whippomorpha** (Figura B), posteriormente corroborados pela descoberta de fósseis de cetáceos terrestres (como *Pakicetus*, Mioceno: ~50 milhões de anos).

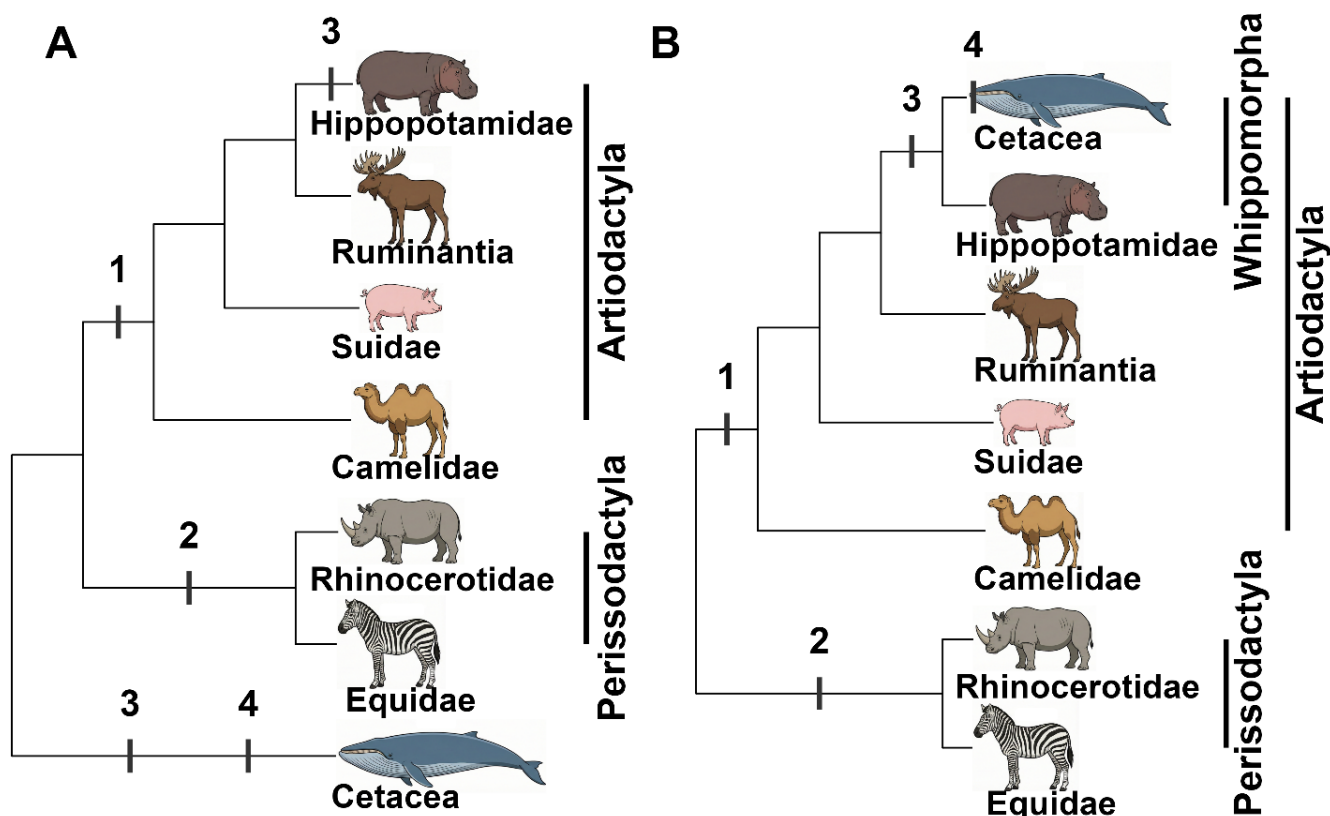
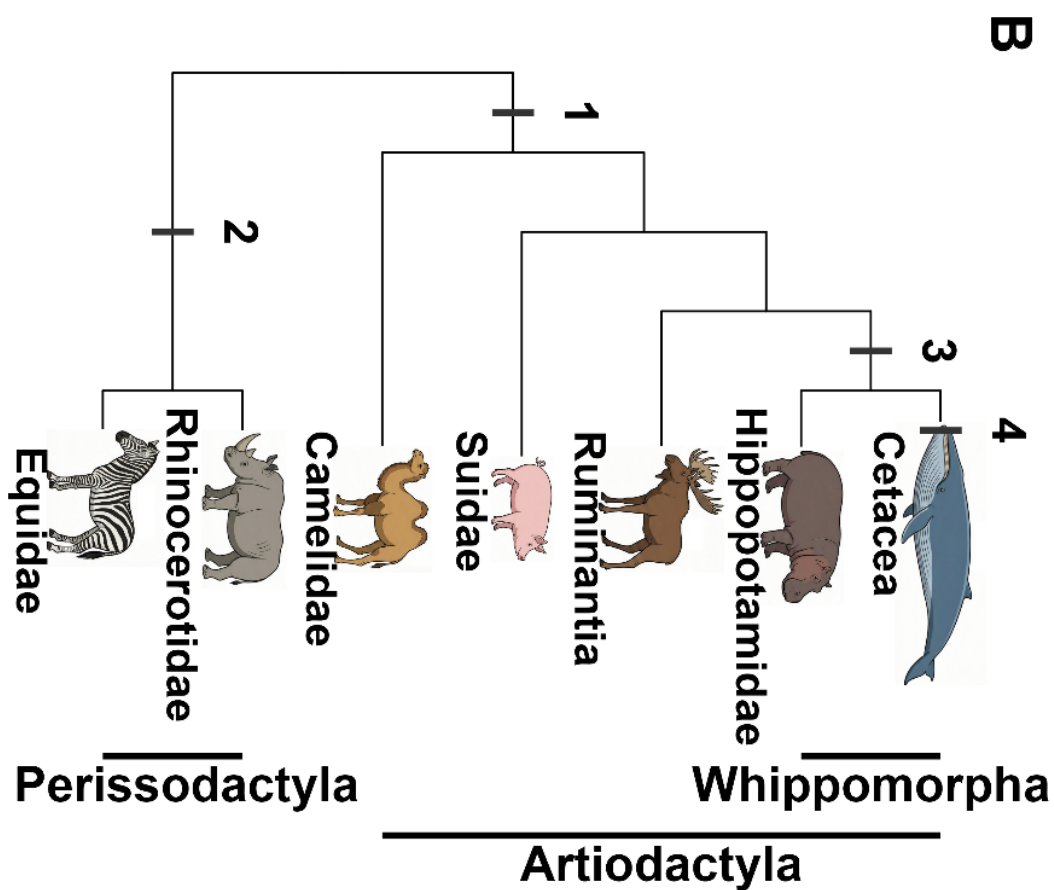
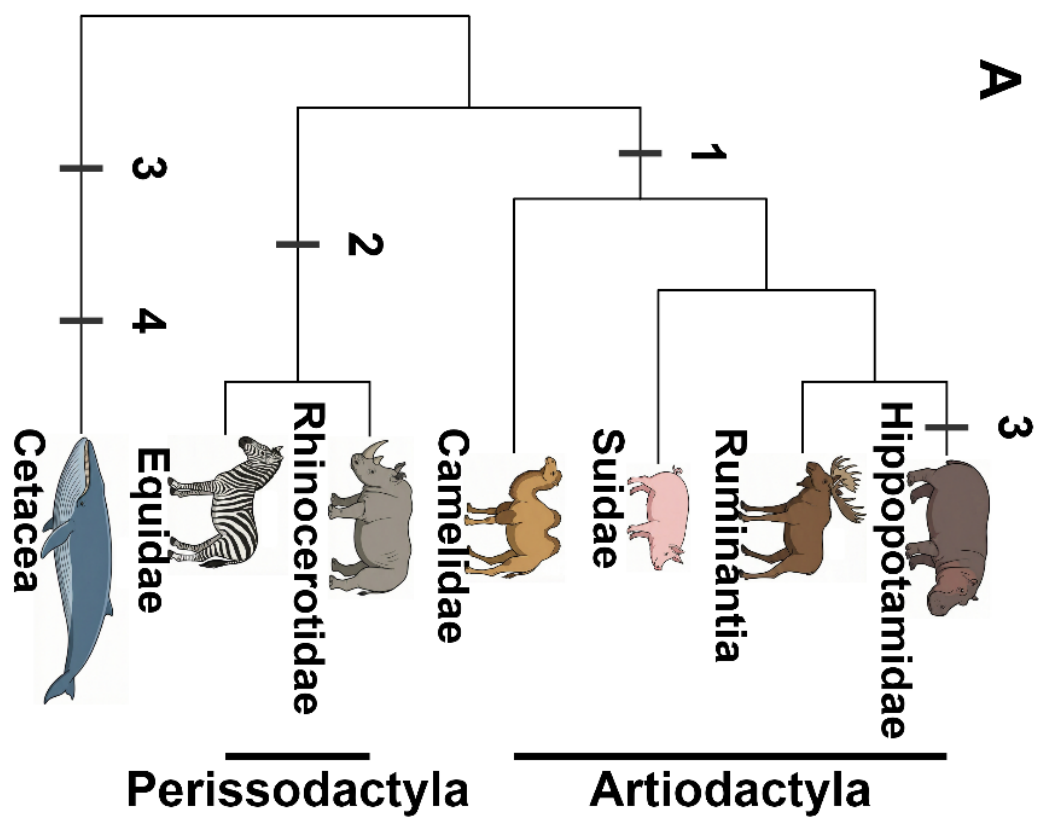


Figura 1: Hipóteses filogenéticas para evolução dos Euungulata. A – Hipótese Cetacea + Mesonychidae; B – Hipótese Whippomorpha. As barras indicadas pelos números representam o surgimento de novidades evolutivas (apomorfias) ou o estado ancestral (plesiomorfias) dependendo da escala de análise: 1. Osso astrágalo em "polia dupla"; 2. Eixo de peso no terceiro dedo; 3. Ausência de glândulas sebáceas/sudoríparas e redução expressiva de pelos; 4. Inserções de retrotransposons CHR-2 (Pm52, Pm72, M11), e adaptações hidroanatômicas exclusivas, como membros em formato de nadadeira. Fonte: Adaptado de Nikaido et al. 1999 (Proc. Natl. Acad. Sci., v.96:10261–10266) e Prothero et al. 2022 (J. Mamm. Evol. v.29:93–97).

Para uma melhor visualização, observe a imagem abaixo:



23. Considerando a topologia da **Figura 1:B** (acima) e os princípios da sistemática filogenética, ao optar por manter a definição tradicional de Artiodactyla (excluindo os cetáceos), esse grupo passará a ser classificado como:

- a) Monofilético, pois todos os integrantes terrestres compartilham o mesmo ancestral comum exclusivo.
- b) Parafilético, uma vez que o grupo incluiria um ancestral comum, mas excluiria um de seus descendentes.
- c) Polifilético, visto que os grupos terrestres teriam origens evolutivas independentes na árvore molecular.
- d) Holofilético, dado que o grupo congrega todos os organismos que possuem a característica plesiomórfica de vida terrestre.
- e) Monofilético, pois a exclusão de Cetacea é justificada pela ausência de homoplasias morfológicas com os ungulados.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

24. Na figura apresentando as hipóteses filogenéticas para os Euungulata, os pontos 3 e 4 indicam o surgimento de características em diferentes momentos da história evolutiva dos Whippomorpha. O ponto 3 representa a perda de glândulas sebáceas e sudoríparas (compartilhada por hipopótamos e baleias), enquanto o ponto 4 indica a presença de marcadores moleculares exclusivos (SINEs) e adaptações hidroanatômicas severas dos cetáceos, como modificações dos membros anteriores e migração da abertura nasal para o topo do crânio.

De acordo com os conceitos de sistemática filogenética, a característica indicada no ponto **3** para na hipótese Whippomorpha é considerada uma:

- a) Sinapomorfia para o clado Artiodactyla, pois define a transição do grupo para o ambiente semiaquático.
- b) Autapomorfia de Hippopotamidae, uma vez que as baleias perderam essa característica ao se tornarem totalmente aquáticas.
- c) Sinapomorfia para o clado Whippomorpha, e uma simplesiomorfia para o grupo Cetacea.
- d) Homoplasia entre baleias e hipopótamos, resultado de uma evolução convergente independente ao ambiente úmido.
- e) Simplesiomorfia para o clado Whippomorpha, pois é uma característica herdada do ancestral comum de todos os ungulados (ponto 1).

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

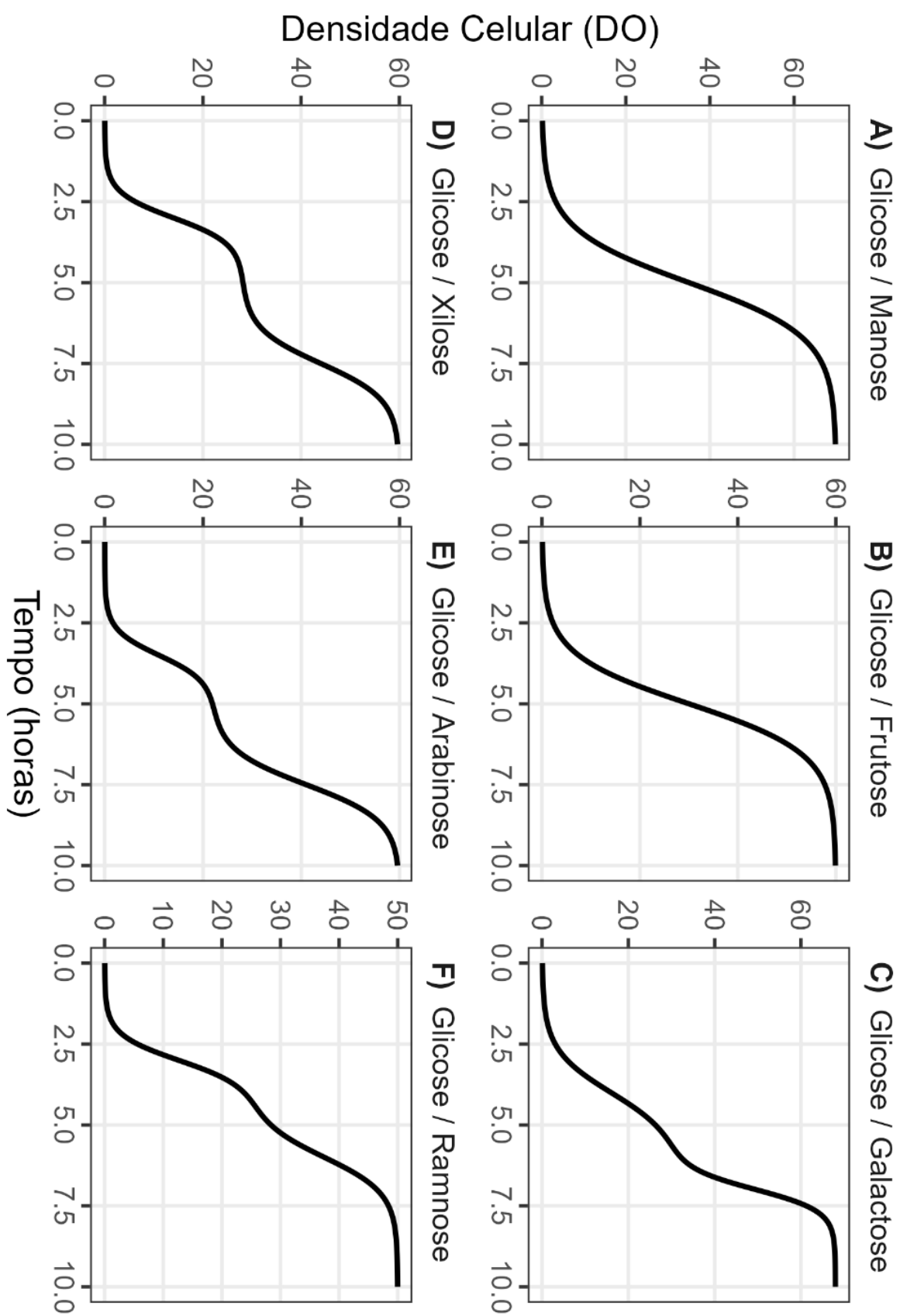
25. O registro fóssil e os dados moleculares que suportam a hipótese Whippomorpha (**Figura 1:B**) indicam que os cetáceos descendem de mamíferos artiodáctilos terrestres. O registro fóssil atual documenta uma série de formas intermediárias com características tanto terrestres quanto aquáticas. Ao longo dessa transição evolutiva, diferentes estruturas corporais sofreram modificações graduais, enquanto outras permaneceram relativamente conservadas por longos períodos. Com base nesse contexto, assinale a alternativa que melhor descreve um padrão macroevolutivo compatível com a origem dos cetáceos.

- a) A transição para o ambiente aquático ocorreu por meio do surgimento simultâneo de todas as adaptações necessárias, caracterizando uma evolução saltacional.
- b) As adaptações aquáticas surgiram de forma independente em diferentes linhagens de artiodáctilos, configurando um caso de convergência evolutiva entre cetáceos e seus ancestrais terrestres.
- c) Diferentes caracteres anatômicos evoluíram em ritmos distintos durante a transição terra-água, resultando em organismos com combinações de traços ancestrais e derivados.
- d) A adaptação ao ambiente aquático envolveu exclusivamente mudanças comportamentais, sem modificações morfológicas relevantes.
- e) As principais características aquáticas dos cetáceos são exemplos de analogias evolutivas, não compartilhando a homologia com estruturas de mamíferos terrestres.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

26. Em 1941, Jacques Monod observou que a bactéria *Escherichia coli*, quando cultivada em meio contendo dois açúcares de diferentes complexidades, apresentava padrões de crescimento distintos. Em alguns casos, como nos gráficos **D**, **E** e **F** da figura abaixo, observa-se um crescimento em duas etapas (diauxia), separadas por uma fase de latência (platô horizontal intermediário).

Legenda da imagem da próxima página: Simulação das curvas de crescimento da bactéria Escherichia coli cultivada em meios sintéticos contendo diferentes pares de carboidratos como fontes únicas de carbono. O gráfico representa a variação da Densidade Celular (DO) como indicativo de crescimento bacteriano ao longo do Tempo (horas). Os painéis A e B ilustram padrões de crescimento contínuo, enquanto os painéis C, D, E e F evidenciam o fenômeno de diauxia (crescimento bifásico), caracterizado por uma fase de latência intermediária entre dois ciclos de crescimento exponencial. Fonte: Adaptado de MONOD, J. Recherches sur la croissance des cultures bactériennes. Paris: Hermann, 1942. Detalhes em: Blaiseau & Holmes (2021). Diauxic inhibition: Jacques Monod's ignored work. J. Hist. Biol. (2), 175-196.

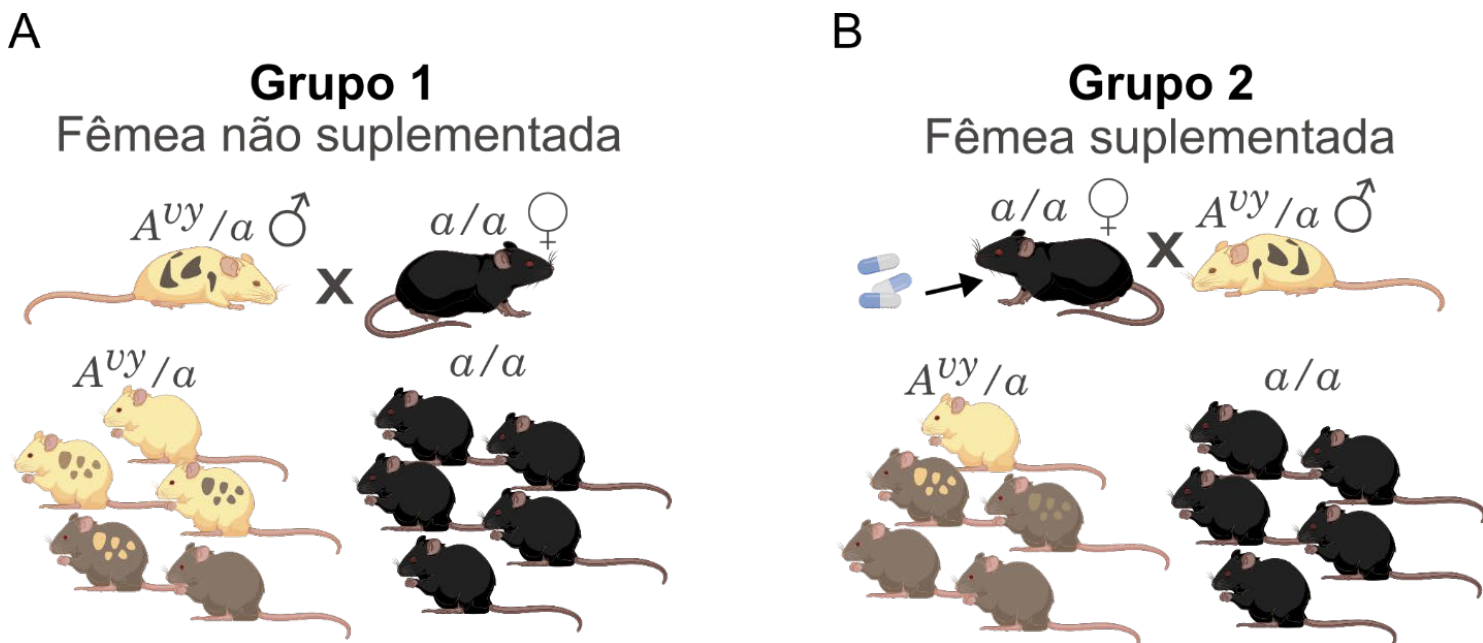


O fenômeno de diauxia observado é um reflexo direto dos mecanismos de regulação gênica da célula, que preferencialmente consome glicose como fonte primária de carbono. Com base na análise dos gráficos e nos conhecimentos sobre o controle da expressão gênica em procariontes, assinale a alternativa que explica o que ocorre durante o **intervalo de latência**:

- a) A ocorrência de mutações aleatórias que permitem às bactérias metabolizar o segundo açúcar disponível no meio de cultura.
- b) A exaustão completa de ATP na célula, o que impede a divisão celular até que o segundo açúcar entre passivamente no citoplasma.
- c) A indução da transcrição de *operons* específicos após o esgotamento da glicose, permitindo o uso da segunda fonte de carbono.
- d) A inibição competitiva das enzimas glicolíticas por altas concentrações de açúcares pentoses, como a xilose e a arabinose.
- e) A fase de latência corresponde à ativação constitutiva de vias regulatórias alternativas já presentes na célula, não sendo necessária nova transcrição gênica, apenas a redistribuição de fluxos metabólicos.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

27. O fenótipo de um organismo não é determinado apenas pela sua sequência de DNA, mas também por mecanismos que regulam a expressão gênica sem alterar a sequência de nucleotídeos. Um modelo clássico para o estudo desses mecanismos é o gene *agouti* (e seu alelo A^{vy} - *Agouti viable yellow*) em camundongos. A expressão constitutiva desse gene resulta em pelagem amarela e predisposição à obesidade e câncer. No entanto, quando a região promotora (IAP) desse gene é metilada (adiciona-se um radical metil em posições GC), sua expressão é silenciada, resultando em camundongos com pelagem marrom (*agouti*) e saudáveis. Em um experimento, fêmeas prenhes recessivas (a/a , pelagem preta) foram cruzadas com machos afetados heterozigotos (A^{vy}/a). As fêmeas foram divididas em dois grupos: **Grupo 1** - dieta padrão; **Grupo 2** - dieta suplementada com doadores de grupos metil: ácido fólico, vitamina B12, colina e betaína. A figura abaixo apresenta a distribuição das classes de cor da pelagem para a prole resultante.



Legenda: Representação da distribuição fenotípica para a prole do cruzamento $A^{vy}/a \times a/a$ dos grupos 1 (suplementado) e 2 (não suplementado). Cerca de 50% da prole segue recessiva e não afetada, mas os demais 50% apresentam cinco classes fenotípicas. Classe 1: Amarelo (hipometilado); Classe 2: Amarelo com manchas marrons; Classe 3: Marrom com manchas amarelas; Classe 4: Marrom com manchas amarelas fracas; Classe 5: Apenas Marrom ou Pseudo-agouti (hipermetilado). Fonte: Adaptado de Jirtle & Skinner (2007). Nature Reviews Genetics. V.8, pp.253–262.

Com base no experimento e nos conhecimentos sobre regulação gênica, assinale a alternativa correta:

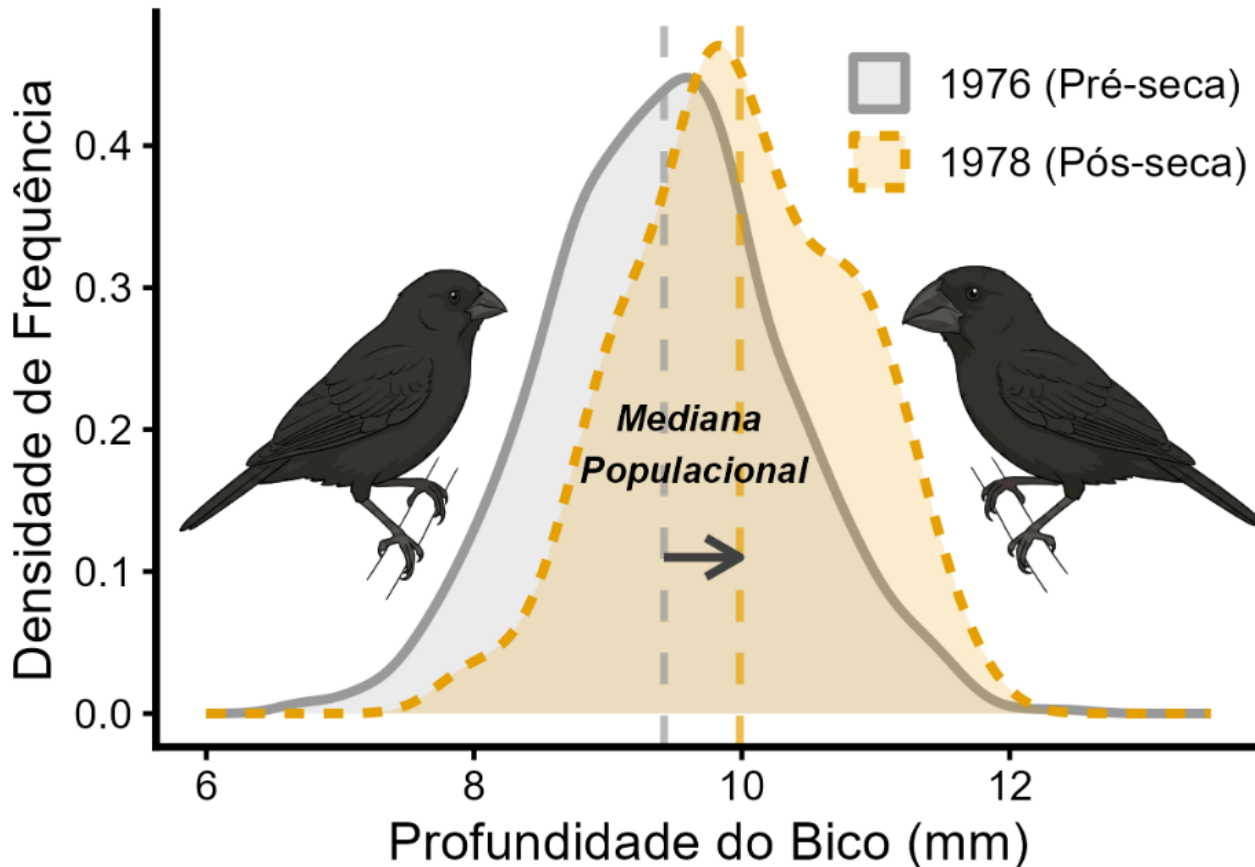
- a) A dieta rica em grupos metil induziu mutações pontuais na região promotora do gene *Agouti*, corrigindo a sequência defeituosa e restaurando o fenótipo selvagem (marrom).
- b) Os suplementos do Grupo 2 agiram como doadores de grupos metil, favorecendo a metilação das ilhas Citosina-Guanina (CpG) no promotor do gene, compactando a cromatina e inibindo a transcrição.
- c) A variação fenotípica observada na prole do Grupo 2 é explicada pela Lei da Segregação Independente de Mendel, onde a dieta alterou a proporção de gametas viáveis.
- d) O ácido fólico e a vitamina B12 atuam como inibidores no sítio P do ribossomo, impedindo a tradução do RNA mensageiro do gene *Agouti*, em um mecanismo de interferência de RNA.
- e) As alterações observadas são exemplos de plasticidade fenotípica, porém, por não alterarem a sequência de DNA, não podem ser herdadas pelas gerações subsequentes por meio da divisão mitótica.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

Contexto para as questões 28 e 29:

No estudo clássico sobre evolução em populações de tentilhões terrestres médios (*Geospiza fortis*) na ilha Daphne Major, em Galápagos, os pesquisadores observaram uma seca severa em 1977 que reduziu drasticamente a disponibilidade de sementes pequenas e macias, favorecendo sementes maiores e mais duras. A figura a seguir compara

a distribuição do comprimento do bico na população antes (1976) e após (1978) a seca (figura abaixo).



Legenda: Curvas de frequência do comprimento do bico (em mm) em G. fortis antes e após da seca de 1977. A curva sólida representa a distribuição pré-seca (1976), e a curva pontilhada, pós-seca (1978). As linhas verticais tracejadas indicam as medianas antes e após a seca. A seta aponta a direção da mudança das medianas. À esquerda o morfotipo de G. fortis de bico menos profundo e à direita o de bico mais profundo. Fonte: Adaptado de Grant & Grant, 2002. Unpredictable evolution in a 30-year study of Darwin's finches. Science, v. 296, p. 707-711.

Estudos genômicos posteriores identificaram que o gene *HMGA2* é um determinante primário para o tamanho do bico nesta espécie, possuindo dois alelos principais: **L** (Large - associado a bicos grandes) e **S** (Small - associado a bicos pequenos). Para investigar se havia modificações significativas nas frequências dos alelos do gene *HMGA2* antes e após a seca, os pesquisadores mediram os desvios dessas frequências em relação ao esperado sob as premissas do equilíbrio de Hardy-Weinberg, como apresentado na tabela abaixo.

ANO	N	f(L)	f(S)	TESTE DE EHW (χ^2)
1976 (Pré-seca)	1200	0,35	0,65	$\chi^2 = 0,45$ ($p > 0,05$)
1978 (Pós-seca)	180	0,68	0,32	$\chi^2 = 5,82$ ($p < 0,05$)

Tabela 1. Dados populacionais para o gene *HMGA2* em *G. fortis* amostrados antes e depois da seca de 1977.

Notas: 1) **N** representa o número de indivíduos coletados com os respectivos alelos *L* e *S*; 2) **f(L)** – frequência do alelo *L*; **f(S)** frequência do alelo *S*; **Teste de EHW** – Teste de significância estatística baseado na distribuição de qui-quadrado (χ^2) para o desvio do Equilíbrio de Hardy-Weinberg; 3) * Para 1 grau de liberdade e nível de significância $\alpha=0,05$, o valor crítico de χ^2 é **3,84**. Valores calculados acima de 3,84 indicam desvio estatisticamente significativo do Equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW).

28. Considerando as distribuições fenotípicas apresentadas e os dados populacionais do gene *HMGA2*, avalie se as premissas do equilíbrio de Hardy–Weinberg são atendidas antes e após a seca de 1977 e **assinale a alternativa correta**.

- a) Os dados de 1976 mostram um valor de χ^2 baixo, permitindo rejeitar a hipótese nula do teste, ou seja, desviando do Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
- b) Em 1978, o valor de χ^2 calculado supera o valor crítico, indicando que a população de sobreviventes não está sob equilíbrio de Hardy-Weinberg, alinhando-se com os dados fenotípicos do gráfico.
- c) A população manteve-se em EHW durante todo o período analisado, pois as alterações fenotípicas observadas no gráfico, são resultado exclusivo de plasticidade fenotípica e não refletem alterações na estrutura genética da população.
- d) O aumento da frequência do alelo L em 1978 ocorreu porque a pressão ambiental da seca induziu mutações direcionadas no gene *HMGA2* nos indivíduos adultos, permitindo que seus bicos crescessem, para quebrar sementes mais duras.
- e) Em 1978, o valor de χ^2 calculado supera o valor crítico, porém os dados fenotípicos da profundidade do bico de *G. fortis* apontam para uma seleção natural estabilizadora, indicando equilíbrio de Hardy-Weinberg.

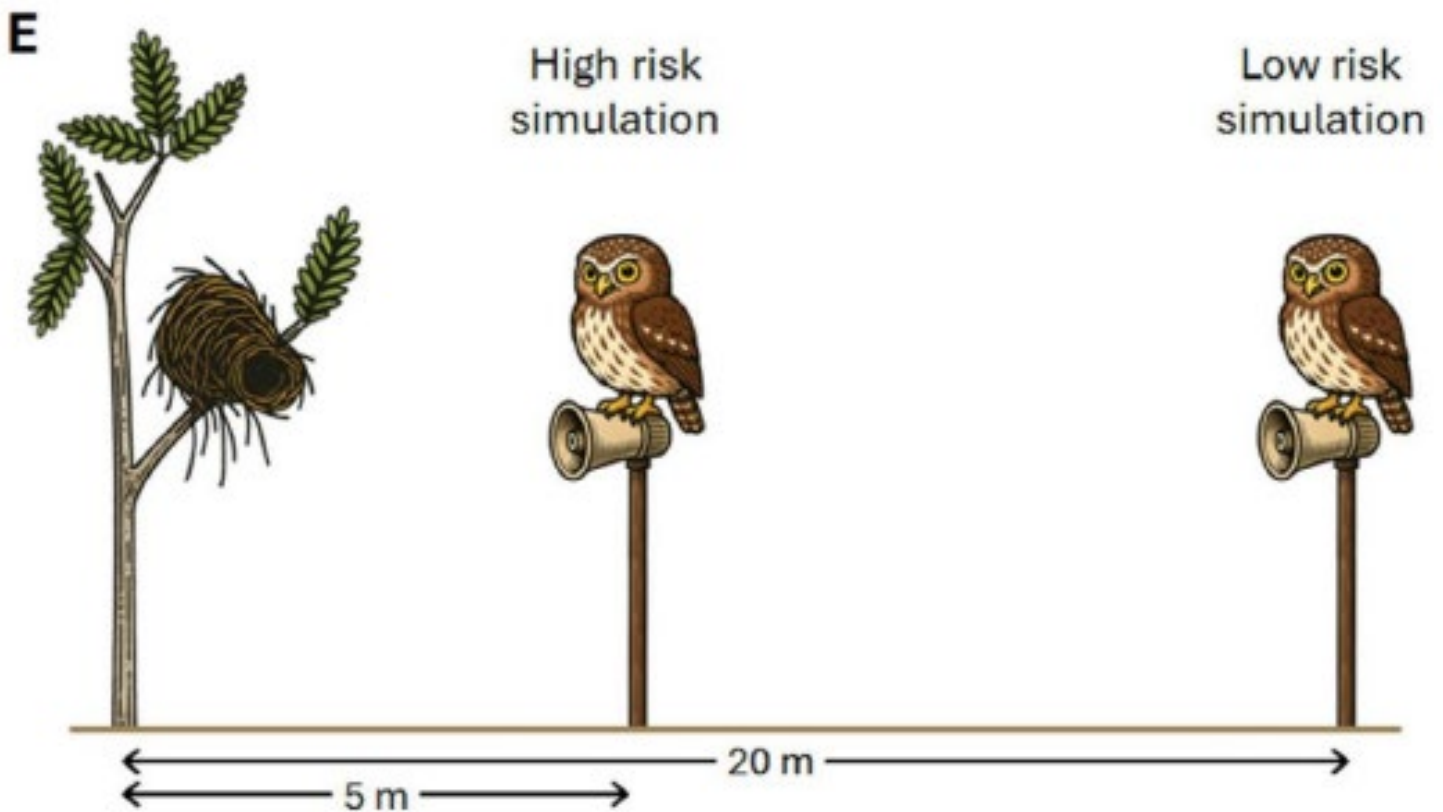
29. Embora o gene *HMGA2* tenha um efeito significativo sobre a profundidade do bico em *Geospiza fortis*, o caráter apresenta distribuição contínua na população, conforme observado nos histogramas antes e após a seca. Além disso, indivíduos com o mesmo genótipo em *HMGA2* podem apresentar variações no comprimento do bico.

Com base nessas informações e em seus conhecimentos de genética, assinale a alternativa correta.

- a) A variação contínua do comprimento do bico indica que o caráter é determinado por uma relação de dominância incompleta entre os alelos *L* e *S*, em um sistema fechado de dois alelos.
- b) A atuação de um gene de grande efeito elimina a contribuição de outros genes para a variação fenotípica do caráter.
- c) A distribuição contínua do comprimento do bico é incompatível com a primeira lei de Mendel, indicando que os genes segregam ligados, distantes por poucos centimorgans.
- d) A presença de variação fenotípica entre indivíduos com o mesmo genótipo em *HMGA2* indica que o caráter é influenciado por múltiplos genes e por fatores ambientais.
- e) A variação observada só pode ser explicada por uma herança monogênica com dominância completa para os alelos referidos.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---

30. Pesquisadores da Costa Rica investigaram como a distância de um predador (Coruja caburé - *Glaucidium brasilianum*) influencia o comportamento defensivo da corruíra-de-costas-ruivas (*Thryophilus rufalbus*) durante o período reprodutivo. Eles utilizaram modelos em 3D realistas, reproduções sonoras e simularam ameaças próximas (5m) e distantes (20m) dos ninhos ativos das aves conforme explicado na figura 1. Parte dos resultados obtidos estão expressos na Figura 2.



*Figura 1. Legenda: Modelo do delineamento experimental com os modelos realistas impressos em 3D e autôfalantes. Os seguintes tratamentos foram testados: “Near” com modelos colocados à 5m do ninho ativo que indicam simulação de alto risco (High risk simulation); “Far” posicionados à 20m do ninho ativo que indicam uma simulação de baixo risco (Low risk simulation); e “Control” canto e modelo 3D da espécie de toutinegra (*Basileuterus delatirii*) à 5m do ninho (A Toutinegra foi utilizada por ser uma ave vocalmente ativa ao mesmo tempo que corruíra-ruiva-e-branca, ambas as espécies em apresentam estreita proximidade sem demonstrarem comportamento agressivo). Fonte: Retirado de Sánchez e Mennill, 2026. In the Danger Zone: Wrens Respond More Strongly to Experimentally Simulated Predators Near Their Nest. *Ethology*, 132:272–282.*

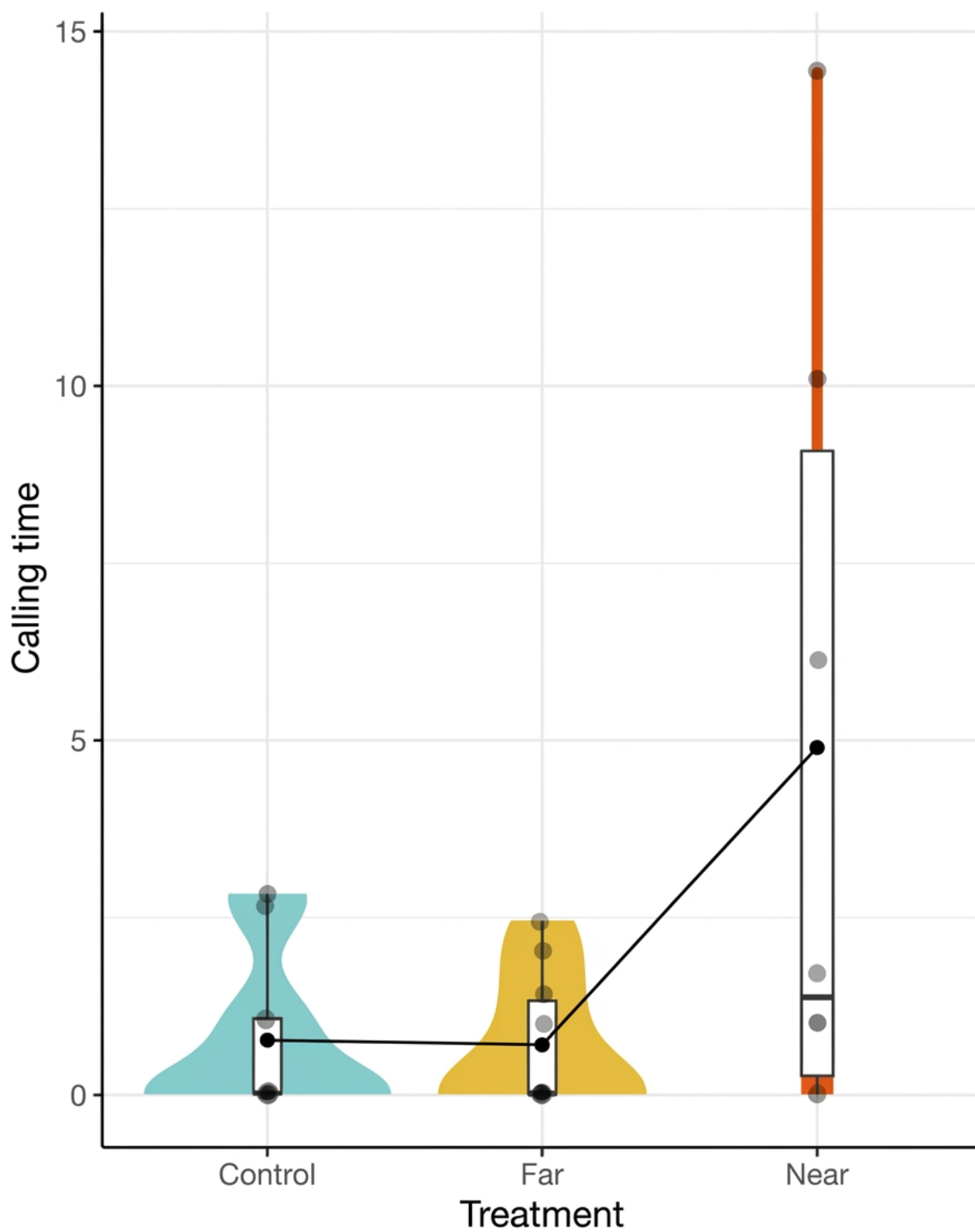


Figura 2: Legenda: Tempo de vocalização (Calling time) da corruíra-de-costas-ruivas (número de segundos de vocalização por minuto, transformado pela raiz quadrada) em resposta a simulações (treatments) multimodais de um predador, a coruja-caburé a duas distâncias do ninho, longe (20m) e perto (5m), e de um não-predador, a toutinegra. Os gráficos de violino mostram a distribuição dos dados. Os diagramas de caixa mostram as médias (pontos pretos conectados por linhas) e os percentis 25, 50 e 75, com as linhas representando a extensão total dos dados. Fonte: Retirado de Sánchez e Mennill, 2026. In the Danger Zone: Wrens Respond More Strongly to Experimentally Simulated Predators Near Their Nest. Ethology, 132:272–282.



A partir do contexto apresentado e dos seus conhecimentos sobre etologia, assinale a alternativa correta.

- a) O aumento do risco de predação não modificou o comportamento da corruíra-de-costas-ruivas.
- b) Evitar a predação é energeticamente custoso e não existe compensação entre comportamentos que são fundamentais para a aquisição de recursos e reprodução versus comportamentos que minimizem as chances de predação.
- c) O comportamento de cuidado do ninho é sempre uma resposta inata, indiferente da fonte do estímulo.
- d) Os dados fornecidos foram suficientes para avaliar que houve diferença significativa nos tratamentos realizados no experimento.
- e) A resposta coletiva a um predador é adaptativa se proporcionar aos indivíduos uma maior chance de sobrevivência ou uma oportunidade de aprender sobre predadores ameaçadores.

GQ -	a	b	c	d	e
------	---	---	---	---	---



XXII OBB - Folha de respostas - PROVA DO DIA 18 DE MARÇO (Fase 2)

Estudante:

Data de nascimento: ____/____/____

Série e turma: _____

Assinatura do estudante: _____

Preencha com cautela, não rasure!

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E

16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E
21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E

Obs. A correção será realizada pelo seu(ua) professor(a) responsável.
Caro(a) professor(a), não esqueça: o lançamento das notas deverá ser
realizado após a divulgação do **gabarito definitivo**, a partir de 20 de
março, até 26 de março de 2026.

**NÃO SERÁ ACEITO O ENVIO DO NÚMERO DE ACERTOS
APÓS ESTE PERÍODO!**

Muito obrigada a todos os(as) estudantes e professores por participarem da
XXII OBB!