

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Prova escrita de mestrado

16/10/2017

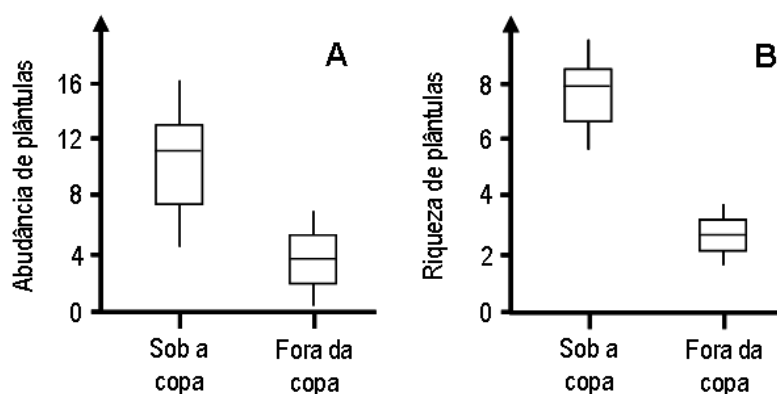
Instruções gerais:

- 1) Responda as questões de maneira clara, lógica e fundamentada na teoria ecológica.
- 2) Não escreva seu nome nas folhas de resposta e sim seu código de inscrição.
- 3) Responda as questões com caneta azul ou preta, nas folhas fornecidas. Se precisar de rascunho, use as folhas específicas para esta finalidade.
- 4) A prova consta de 11 questões das quais você deve selecionar somente 6 para responder. Para tanto, selecione TRÊS questões do Módulo 1 e TRÊS questões do Módulo 2.
- 5) Para facilitar a correção, responda cada questão em uma folha separada e respeite o limite máximo de linhas estipulado para a resposta de cada questão.
- 6) Em caso de rasuras, deixe claro quais trechos de texto devem ser desconsiderados.
- 7) Não é permitido o uso de calculadora em nenhuma das questões da prova.
- 8) O tempo máximo para resolução da prova é de quatro horas.
- 9) Quando terminar, entregue as folhas com respostas e certifique-se de que todas elas estão com seu código de inscrição (não escreva seu nome nas folhas).
- 10) Não é necessário entregar as folhas com as questões nem as folhas que você usou como rascunho.
- 11) Certifique-se de anotar seu código de inscrição, pois os resultados sairão com o seu código e não com o seu nome.
- 12) Os aplicadores não estão autorizados a responder nenhuma questão dos candidatos durante a prova.

MÓDULO 1 (selecione TRÊS questões)

QUESTÃO 1: Uma pesquisadora estudou como a diversidade de espécies de gramíneas em campos naturais é alterada por herbívoros. Alguns dos campos naturais estudados são usados como pasto por rebanhos bovinos. Em outros campos naturais não há histórico de uso por rebanhos de animais domésticos. As áreas com e sem gado não variam em nenhum aspecto relevante do solo ou do clima. Ainda, anterior ao uso de algumas áreas pelo gado, os campos naturais eram muito homogêneos em sua composição florística. A pesquisadora mediu a diversidade usando o índice de diversidade Shannon (H). Se $H = 0$, então há apenas uma espécie na comunidade. Por outro lado, quanto maior for H , maior a diversidade. Após um árduo trabalho de campo, a pesquisadora estimou a diversidade de gramíneas em campos naturais com e sem gado. Em áreas com gado, a diversidade estimada foi $H = 1,22 \pm 0,10$. Em áreas sem gado, a diversidade estimada foi $H = 0,27 \pm 0,05$. Formule uma hipótese que explique o padrão observado pela pesquisadora. Enfatize uma premissa de sua hipótese que seja essencial para gerar o padrão observado. (máximo de 10 linhas)

QUESTÃO 2: Um pesquisador investigou se arbustos do guanandi (*Calophyllum brasiliense*) funcionavam como facilitadores em áreas de duna. Para isso, sorteou 30 arbustos com alturas entre 1,5 e 2,0 m e estabeleceu duas parcelas de 25 x 25 cm a uma distância de 30 cm do caule (uma parcela voltada para o oeste e a outra para o leste). Em seguida, contou o número de plântulas e a riqueza de espécies dentro das duas parcelas. Para testar a hipótese da facilitação, estabeleceu também duas parcelas de 25 x 25 cm a uma distância de 3 m do caule do arbusto focal (uma parcela voltada para o oeste e a outra para o leste). Da mesma forma, contou o número de plântulas e a riqueza de espécies dentro das duas parcelas, estabelecidas necessariamente fora da área da copa de qualquer arbusto. Os resultados obtidos são apresentados na forma de *box-plots* abaixo.

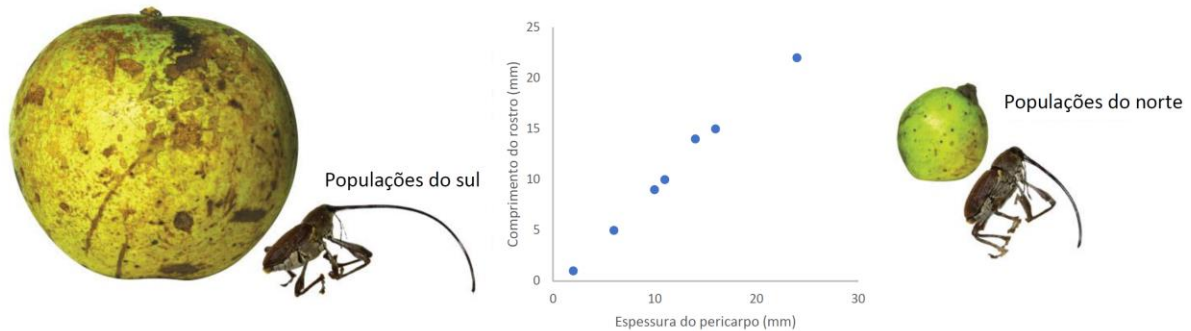


a) Os resultados obtidos apoiam ou refutam a hipótese da facilitação? Justifique sua resposta (máximo de 7 linhas).

b) Ao olhar para os dados de abundância de plântulas, um revisor disse que o padrão encontrado pode ter sido gerado por outro processo diferente da facilitação. Que outro processo poderia gerar um padrão similar ao encontrado no gráfico A? Justifique sua resposta (máximo de 3 linhas).

c) Formule um experimento simples que permita testar de forma conclusiva se arbustos do guanandi, de fato, funcionavam como facilitadores em áreas de duna (máximo de 10 linhas).

QUESTÃO 3: A larva do besouro da camélia se alimenta da semente do fruto da camélia. O fruto da camélia tem um pericarpo lenhoso bastante espesso, e as fêmeas desse besouro precisam perfurar esse pericarpo com um longo rostro (aparelho bucal). Ao medir a espessura do pericarpo do fruto e do rostro do besouro em diferentes populações no Japão, um pesquisador encontrou grande variação entre as populações. Na figura abaixo cada ponto representa os valores médios de uma população.



a- Em poucas palavras, descreva o resultado apresentado no gráfico acima (máximo de 3 linhas).

b- O pesquisador atribui esse padrão ao efeito da seleção natural, ou seja, em populações com frutos mais espessos a seleção natural teria levado a um aumento no tamanho do rostro do besouro. Uma hipótese alternativa não discutida pelos autores é que as diferenças no tamanho do rostro do besouro seriam o resultado de plasticidade fenotípica, e não uma resposta adaptativa resultante de pressões seletivas que variam entre as populações. Proponha um experimento para testar se o padrão observado é o resultado de plasticidade fenotípica. Deixe claro na sua resposta quais padrões nos resultados de seu experimento corroborariam a hipótese de plasticidade fenotípica (máximo de 10 linhas).

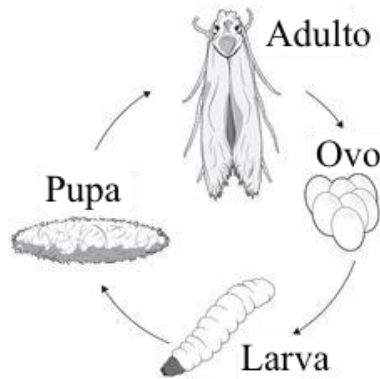
QUESTÃO 4: A teoria de biogeografia de ilhas se propõe a explicar o número de espécies em uma dada ilha (natural ou de habitat) a partir de dois mecanismos básicos, descritos por duas taxas. Abaixo construa o modelo gráfico da teoria de biogeografia de ilhas utilizando um plano cartesiano (e.g. um gráfico com eixos perpendiculares x e y) e linhas para representar cada um dos dois mecanismos independentemente. Utilizando essa representação gráfica, exemplifique dois cenários: um de uma ilha grande e próxima do continente e outro de uma ilha pequena e distante do continente. Indique no gráfico que elementos do gráfico representam cada uma das ilhas em questão, aponte no gráfico a previsão qualitativa da riqueza de espécies para ambas as ilhas e não deixe de nomear todos elementos do gráfico. Justifique, em texto, suas escolhas gráficas para representar as diferenças entre as duas ilhas e discuta por que o equilíbrio de diversidade é chamado de equilíbrio dinâmico (além do gráfico, máximo de 10 linhas para a justificativa).

QUESTÃO 5: Você tem uma fazenda de cultivo de batatas na região de Garston (NZ) e precisa lidar com o crescimento populacional da espécie de mariposa que é considerada praga. Insatisfeita(o) com os efeitos do manejo tradicional da praga, você quer implementar o manejo integrado de pragas. Sua iniciativa ocorreu no mês de dezembro de um ano típico, após o plantio dos bulbos no meio de novembro. Discuta quais das ações de controle você precisa realizar durante este mês para iniciar o manejo integrado da praga com base nas

informações fornecidas abaixo. Indique de qual das figuras você retirou cada informação usada para embasar sua resposta (máximo de 20 linhas).



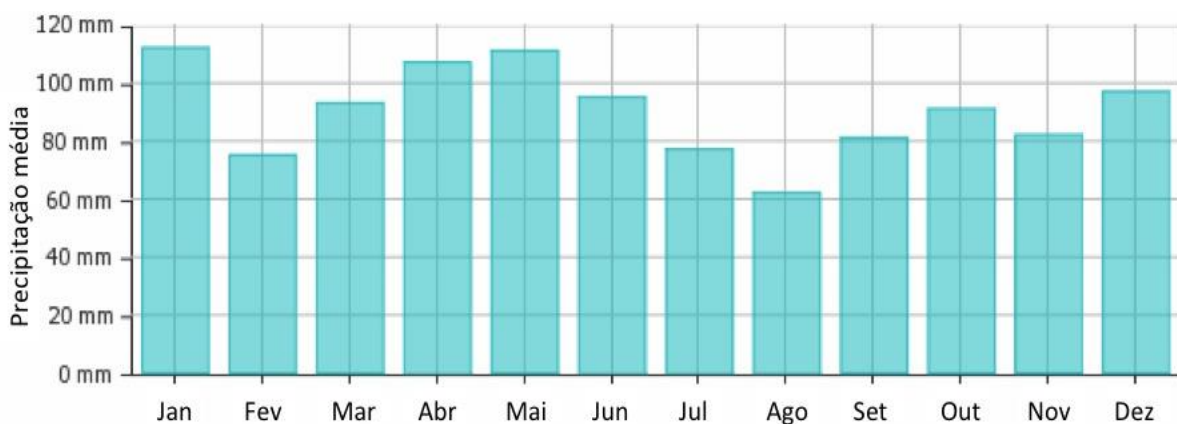
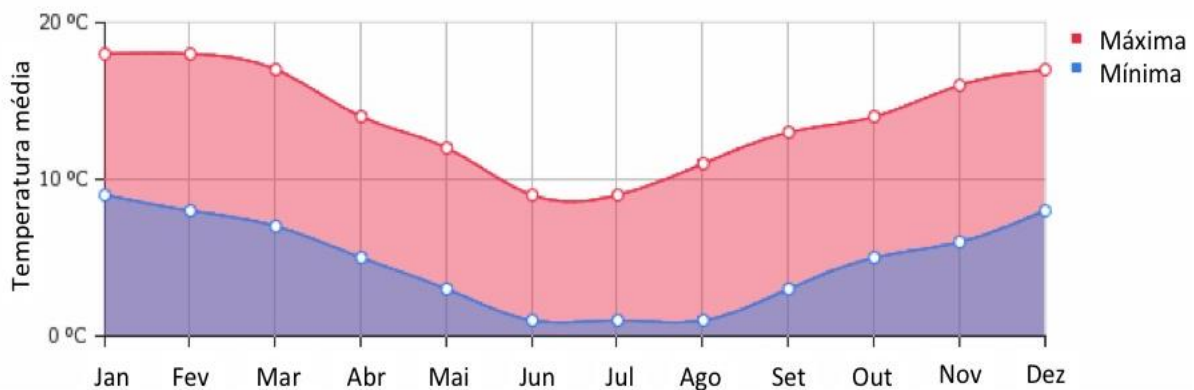
Fonte: Google Maps®



Informações sobre a espécie de mariposa:

A oviposição ocorre nas folhas ou em tubérculos no solo. São postos entre 40 e 290 ovos que eclodem entre 3 a 15 dias, podendo chegar a 58 dias no inverno. Os ovos não suportam temperaturas baixas extremas. As larvas emergem e fazem minas nas folhas. Depois, no tubérculo, constroem galerias irregulares. A fase larval dura entre 13 e 33 dias. A pupa se aloca no solo e dura de 6 a 29 dias. Os adultos voam à noite, são atraídos pela luz e vivem até 10 dias. Ocorrem até 13 gerações ao longo do ano e o ciclo todo pode durar de 17 a 125 dias.

Informações climáticas (retirado de <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,garston-southland-nz,New-Zealand>):



Ciclos de plantio e colheita tradicionais ao longo do ano na Nova Zelândia (retirado de <http://www.gardengrow.co.nz/plant/Potato?zone=7>):

Período de plantio: entre setembro e novembro

Colheita de 15 a 20 semanas após o plantio

Diferentes ações de controle das populações da espécie de mariposa:

Pesticidas químicos

- A aplicação de pesticidas químicos tipo A em intervalos de 15 em 15 dias começando 45 dias após o plantio foi efetivo;
- Testes com pesticidas químicos tipo B foram eficazes com aplicações repetitivas (2 ou 3) após o aparecimento dos indivíduos.

Pesticidas botânicos

- Tubérculos estocados com óleos essenciais apresentam redução de número de ovos depositados e uma diminuição no número de ovos eclodidos;
- Folhas secas de *Eucalyptus* spp., *Artimesia vulgaris* ou *Chenopodium botrys* protegem os tubérculos durante a estocagem e transporte.

Adaptação de métodos culturais

- Eliminação dos tubérculos remanescentes no solo para evitar os estágios que duram o inverno todo e para evitar a infestação de bulbos no solo;
- Uso de tubérculos saudáveis para o replantio;
- A colheita do início do ano (Fevereiro/Março) deve ser feita o mais cedo possível para evitar as infestações dessa época, relatadas como as mais intensas.

Variedades resistentes

- Variedades selvagens de batata têm tricomas nas folhas que previnem a oviposição;
- Das variedades de batata existentes, a variedade Nicola é a menos suscetível ao ataque do inseto.

Controle biológico

- A vespa parasitoide *Bracon gelichiae* foi utilizada com sucesso na França e causou poucos danos na Argentina e no sul do Brasil;
- Em Victoria (Austrália) dois parasitoides introduzidos foram eficazes em suprimir a mariposa e não foi necessário o uso de pesticidas químicos;
- O uso de espécies introduzidas precisa ser contrabalanceado com o uso de pesticidas contra as espécies introduzidas na maioria dos casos.

Feromônios de insetos

- Feromônios são utilizados para monitoramento populacional (aumento ou diminuição do número de adultos) e para retirada de indivíduos da população.

Irradiação gama

- Irradiação gama inibe o crescimento dos indivíduos no tubérculo;
- Algumas fêmeas emergidas após o tratamento com irradiação gama eram estéreis ou deformadas.

=====

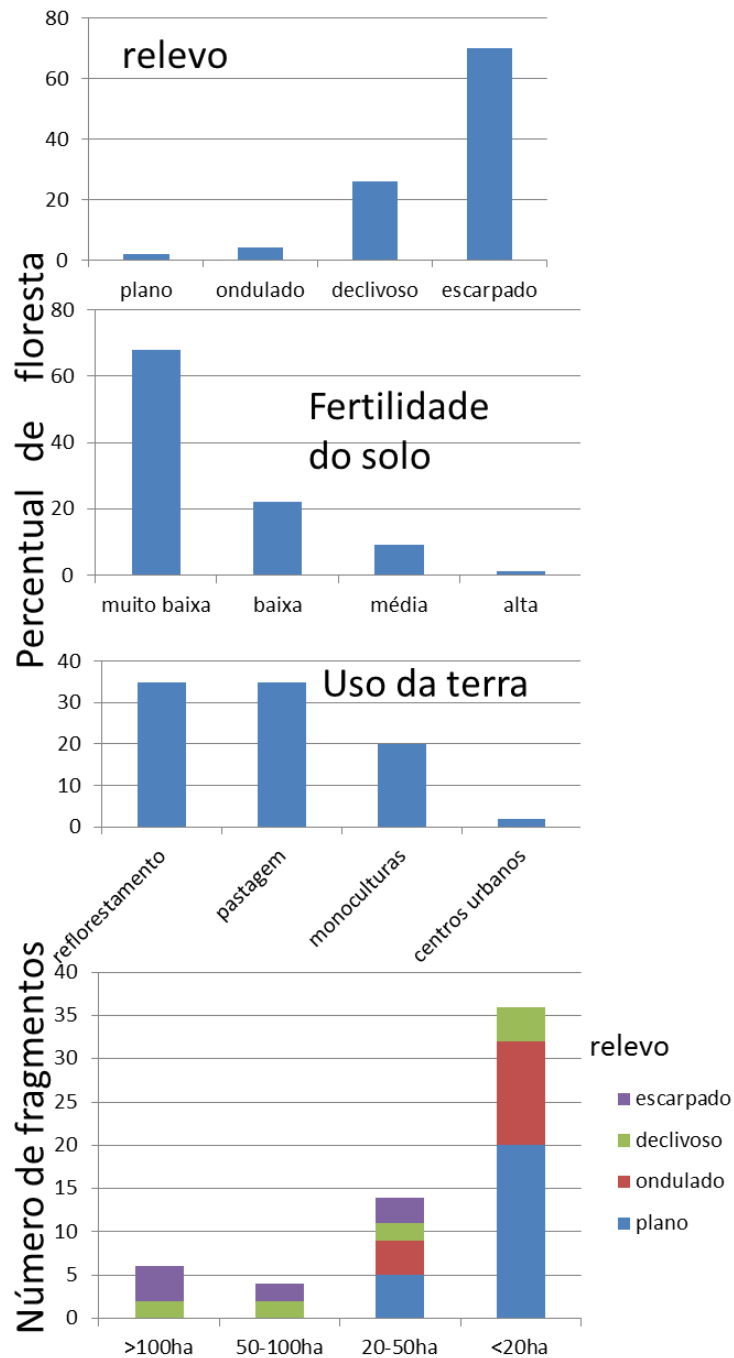
MÓDULO 2 (selecione TRÊS questões)

QUESTÃO 6: Algas conhecidas como *kelps* formam florestas submarinas na costa da América do Norte. A produtividade primária líquida das florestas de *kelps* está entre as maiores registradas para um ecossistema, atingindo $> 12,12 \text{ kg m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. Porém a biomassa de *kelps* varia de forma marcante ao longo do espaço. Em algumas regiões as *kelps* formam florestas submarinas densas enquanto em outras áreas as *kelps* se apresentam em baixíssimas densidades (“áreas nuas”). Um grupo de pesquisa explorará as causas da variação na densidade de *kelps* ao longo do espaço, testando as previsões de duas hipóteses.

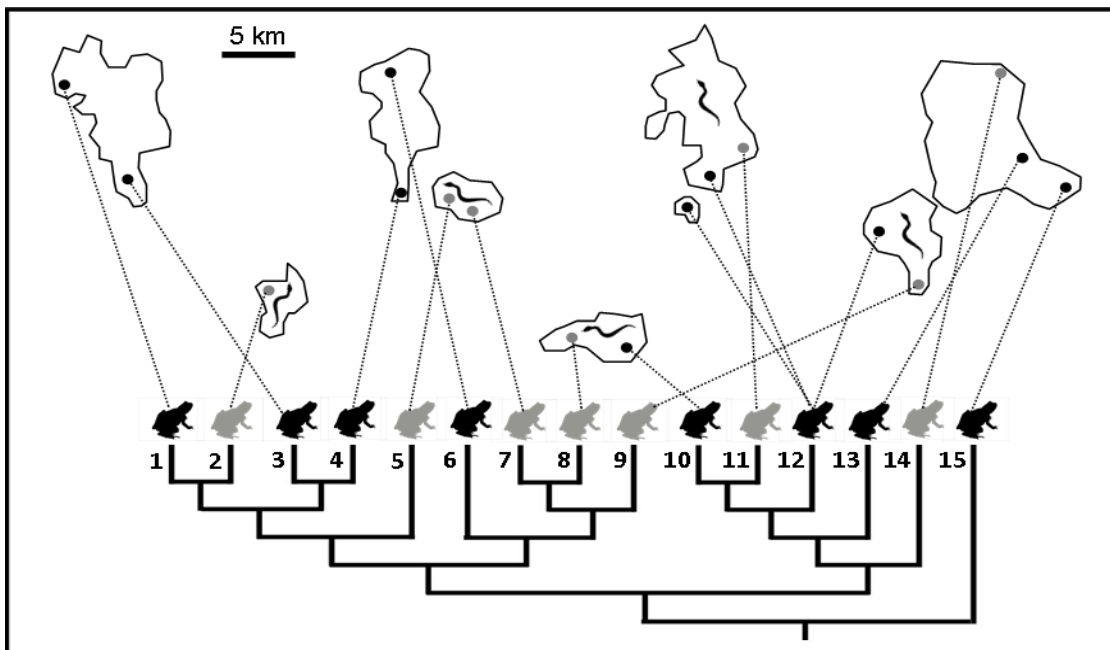
a. A primeira hipótese associa a diferença em densidade de *kelps* entre as florestas e as áreas nuas à limitação de nutrientes. Eles testarão a hipótese variando experimentalmente a concentração de nitrogênio, um recurso limitante para o crescimento de *kelps*. Eles criarão duas categorias de áreas nuas: (1) controle, na qual a concentração de nitrogênio não será manipulada e (2) experimental, na qual a concentração de nitrogênio será enriquecida. Eles então acompanharão as áreas nuas por um ano, tempo suficiente para o crescimento de uma floresta de *kelps*. Desenhe o gráfico esperado como resultado do experimento no caso da limitação de nitrogênio ser o fator determinante para a variação da densidade de *kelps* ao longo do espaço. Escreva também a legenda que acompanharia o gráfico de forma que o(a) leitor(a) conseguisse compreender o padrão ilustrado (além do gráfico, máximo de 5 linhas para a legenda do gráfico).

b. A segunda hipótese associa a diferença em densidade de *kelps* entre as florestas e as áreas nuas ao consumo de *kelps* por ouriços-do-mar. Eles testarão a hipótese aumentando experimentalmente a densidade de ouriços-do-mar em florestas de *kelps*. Eles criarão duas categorias: (1) controle, na qual a densidade de ouriços-do-mar não será manipulada e (2) experimental, na qual a densidade de ouriços-do-mar será aumentada. Eles então acompanharão as florestas por um ano. Desenhe o gráfico esperado como resultado do experimento no caso do consumo por ouriços-do-mar ser o fator determinante para a variação da densidade de *kelps* ao longo do espaço. Escreva também a legenda que acompanharia o gráfico de forma que o(a) leitor(a) conseguisse compreender o padrão ilustrado (além do gráfico, máximo de 5 linhas para a legenda do gráfico).

QUESTÃO 7: O número e a quantidade de áreas protegidas por lei cresceram muito nos últimos anos no Brasil e no mundo, mas os ecólogos continuam insatisfeitos, como atesta Michael Begon e colaboradores. Para explicar as razões desse descontentamento, eles descrevem a situação do sudoeste da Austrália, onde ocorrem florestas muito semelhantes às da Mata Atlântica. Observe a sequência de gráficos a seguir, que simula algumas condições da atual distribuição das áreas protegidas de Mata Atlântica em São Paulo (percentual de floresta). Aponte quais são as causas de insatisfação que poderíamos considerar em relação à conservação dessas florestas, conforme alertado por Begon e colaboradores (máximo 15 linhas).



QUESTÃO 8: Uma pesquisadora estudou a evolução de defesas químicas em um clado de sapos que se diversificou em um arquipélago (ver mapa abaixo). A filogenia abaixo mostra a relação de parentesco entre as 15 espécies que compõem o clado e as linhas pontilhadas conectam cada espécie ao local onde elas ocorrem nas ilhas. As espécies de sapo COM defesas químicas estão indicadas em cinza e as espécies SEM defesas químicas estão indicadas em preto. De posse da filogenia e das informações sobre a ocorrência de defesas químicas nas espécies de sapo, a pesquisadora mapeou as ilhas que possuíam serpentes predadoras de sapos (indicadas com o desenho de uma serpente). O objetivo da pesquisadora era testar uma hipótese levantada por um pesquisador da metade do século XX segundo a qual as defesas químicas nesse clado de sapos evoluíram em resposta à pressão de predação imposta por serpentes.



Sabendo que não houve extinção de sapos e serpentes nas ilhas e que a probabilidade de dispersão de sapos entre ilhas é inversamente proporcional à distância entre elas, responda as perguntas abaixo.

a) Explique o processo que fundamenta a hipótese do pesquisador que propôs a evolução das defesas químicas nesse clado de sapos. Em sua resposta, deixe claro os passos evolutivos que, segundo a hipótese do pesquisador, promoveram a correlação entre presença de defesas químicas nos sapos e ocorrência de serpentes nas ilhas (máximo 10 linhas).

b) Os dados obtidos pela pesquisadora apóiam ou refutam a hipótese do pesquisador que propôs a evolução das defesas químicas nesse grupo de sapos? Justifique sua resposta (máximo de 7 linhas).

c) As espécies de sapo 5 e 7 ocorrem na mesma ilha, onde as serpentes estão presentes. Com base nas informações apresentadas na figura acima, você espera que as defesas químicas dessas duas espécies envolvam compostos similares ou diferentes? Justifique sua resposta (máximo de 3 linhas).

QUESTÃO 9: Uma ecóloga foi contratada para avaliar o potencial invasor de uma espécie de arbusto exótico. A ecóloga já sabia que as plantas ficavam adultas em quatro anos, e que produziam em média 250 plântulas por adulto a cada ano. Para estimar a sobrevivência do arbusto nas condições locais, ela plantou diferentes quantidades de plântulas em canteiros de 100 m². Todos os canteiros tinham condições iguais, similares às de locais onde se suspeitava que a invasão pudesse ocorrer. Ela então contou quantos desses indivíduos estavam vivos após quatro e cinco anos, e com isso calculou a proporção de plantas vivas em relação ao número inicial de plântulas, em cada período (tabela 1).

Tabela 1 - Proporção de plantas vivas em canteiros experimentais de 100 m² em relação ao número inicial de plântulas nos canteiros, após 4 e 5 anos.

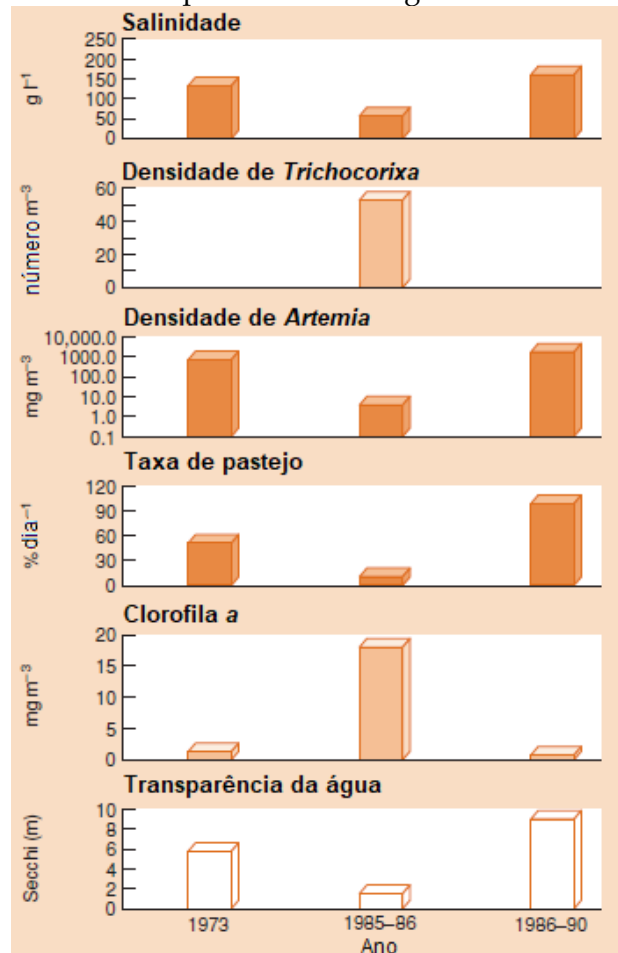
N inicial de plântulas por canteiro	Proporção de plantas vivas após 4 anos	Proporção de plantas vivas após 5 anos
500	0,350	0,320
1.000	0,250	0,240
2.500	0,200	0,190
5.000	0,050	0,048
10.000	0,020	0,018

a) Com os dados disponíveis é possível afirmar que o crescimento da população desse arbusto é dependente da densidade populacional? Justifique (máximo de 5 linhas).

b) Quantos indivíduos no total devem existir após cinco anos no canteiro iniciado com 10.000 plântulas? Suponha que não haja dispersão de sementes para fora do canteiro. Sua resposta deve conter os cálculos necessários para compreendê-la (máximo de 10 linhas).

c) Foi descoberta uma área de 10.000 m², invadida há quatro anos. Lá havia 4 mil arbustos da espécie, que foram imediatamente removidos. Infelizmente esses arbustos adultos já tinham se reproduzido no ano, resultando em um milhão de plântulas. A verba restante do programa de controle é suficiente para remover novecentas e cinquenta mil plântulas de imediato ou cinquenta mil adultos após quatro anos. Qual desses dois usos da verba é uma medida mais efetiva para controlar a invasão? Justifique (máximo de 15 linhas).

QUESTÃO 10: Em um lago do estado de Utah (Great Salt Lake) foram avaliadas as densidades do hemíptero aquático predador *Trichocorixa verticalis* e do crustáceo herbívoro *Artemia franciscana*, a espécie dominante no zooplâncton, em diferentes anos. Concomitantemente foram avaliadas a salinidade e a transparência da água, a biomassa fitoplanctônica (estimada indiretamente pela concentração de clorofila *a*) e a taxa de pastejo do fitoplâncton. Os resultados são apresentados na figura abaixo.



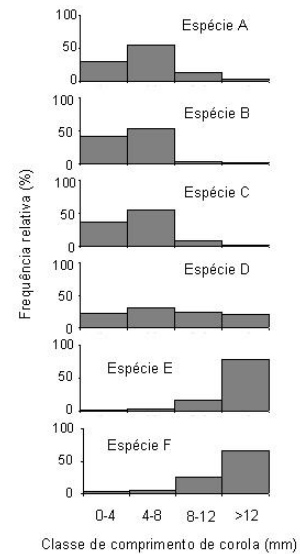
- No que se refere ao nicho ecológico dos invertebrados, a dimensão salinidade e, portanto, a amplitude de tolerância a este fator, é coincidente para as duas espécies. A afirmação anterior está correta? Justifique. (máximo de 4 linhas).
- Como podem ser explicadas as tendências de variação da biomassa fitoplanctônica observadas neste caso? (máximo de 6 linhas).
- Com base nos resultados, em quais situações mecanismos do tipo *top down* e *bottom up* seriam mais atuantes no controle do fitoplâncton? Justifique. (máximo de 10 linhas).
- A disponibilidade de luz, avaliada indiretamente pela transparência da água, é um dos principais fatores limitantes para o fitoplâncton. Os resultados corroboram esta afirmação? Justifique sua resposta, explicando a causa da relação entre a biomassa fitoplanctônica e a transparência da água observada neste caso. (máximo de 6 linhas).

QUESTÃO 11:

A figura à direita mostra as frequências de visitas a flores, com diferentes comprimentos de corola, por seis espécies de abelhas (A a F) em três setores ao longo de um gradiente ambiental de altitudes (alta, média e baixa).

A tabela abaixo informa as espécies dominantes verificadas em cada setor do gradiente de altitude.

Altitude	Espécies dominantes
Baixa	B, D e F
Intermediária	C, D e E
Alta	A, D e E



Todas as categorias de flores e as seis espécies de abelhas foram registradas nos três setores.

Com base nas informações fornecidas, elabore uma hipótese para explicar:

- A coexistência de espécies que utilizam flores para obtenção de recursos em cada setor de altitude (máximo de 6 linhas).
- As diferenças de espécies dominantes verificadas entre os setores de altitude (máximo de 8 linhas).