Engenharia Genética: ADNc e PCR

12.º Ano | Biologia | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Explicar fundamentos básicos de engenharia genética utilizados para resolver problemas sociais e interpretar processos biotecnológicos de manipulação de ADN, designadamente a obtenção de ADNc e a amplificação de amostras por PCR.

Revisão rápida

- **Enzimas de restrição** cortam o ADN em sequências específicas, deixando extremidades coesivas; a **ADN ligase** volta a unir fragmentos.
- **Vetor** (plasmídeo) transporta o gene para a célula hospedeira; tem origem de replicação e genes de seleção, como a resistência a um antibiótico.
- **ADNc** obtém-se por **transcriptase reversa** a partir de ARN mensageiro: contém apenas exões, sem intrões.
- **PCR** amplifica ADN em ciclos repetidos: **desnaturação** (~95 °C), **hibridação** dos primers (~55–65 °C) e **extensão** (~72 °C) pela Taq polimerase.
- **Crescimento exponencial:** após n ciclos há cerca de 2^n cópias da região-alvo.
- **Aplicações:** produção de insulina, diagnóstico de doenças, testes de paternidade e deteção de OGM.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «As enzimas de restrição cortam o ADN em sequências específicas.» ( ) b) «O ADNc é obtido a partir de ARN mensageiro e não contém intrões.» ( ) c) «A PCR permite multiplicar uma região de ADN em laboratório.» ( ) d) «A Taq polimerase é usada porque é destruída a 95 °C.» ( )

2. Ordena as etapas da produção de ADN recombinante: (a) seleção das células que receberam o plasmídeo · (b) corte do ADN com enzima de restrição · (c) inserção do gene no plasmídeo com ADN ligase · (d) introdução do plasmídeo na bactéria · (e) corte do plasmídeo com a mesma enzima.

3. Funções: indica a função de (i) enzima de restrição, (ii) ADN ligase, (iii) plasmídeo e (iv) gene de resistência a antibiótico.

4. ADNc: porque é que se parte do ARN mensageiro e não do ADN genómico quando se quer produzir uma proteína humana numa bactéria?

© 2026 Estudantices

5. PCR: descreve as três etapas de um ciclo e indica a temperatura aproximada de cada uma.

6. Cálculo: partindo de 1 cópia da região-alvo: a) quantas cópias existem após 10 ciclos? b) e após 20? c) explica por que motivo a PCR é descrita como uma amplificação exponencial.

7. Primers: explica o papel dos primers na PCR e o que aconteceria se fossem mal desenhados (por exemplo, complementares de duas regiões diferentes do genoma).

8. PCR vs. clonagem: distingue a amplificação por PCR da clonagem em bactérias quanto ao que se amplifica (moléculas ou organismos) e ao tempo necessário.

© 2026 Estudantices

9. Aplicação — insulina: explica, por passos, como a engenharia genética permite produzir insulina humana em bactérias e porque é que isso foi uma melhoria face à insulina animal.

10. Corrige os erros conceptuais, justificando: a) «A PCR copia o genoma inteiro de uma célula.» b) «O ADNc é igual ao ADN genómico.» c) «As bactérias produzem proteínas humanas por si mesmas, sem qualquer alteração.»

11. Interpreta os dados: numa experiência, uma amostra de ADN com 4 cópias da região-alvo foi sujeita a 5 ciclos de PCR. Calcula o número final de cópias e explica se o resultado seria suficiente para análise.

12. Desenvolvimento. Explica como as técnicas de manipulação de ADN (ADNc e PCR) resolvem problemas concretos da sociedade, indicando dois exemplos e uma limitação ou risco de cada aplicação.

© 2026 Estudantices

Soluções — Engenharia Genética

1. a) **V** b) **V** c) **V** d) **F** — a Taq polimerase é usada precisamente por ser termoestável e resistir às temperaturas altas dos ciclos.

2. (b) corte do ADN → (e) corte do plasmídeo → (c) inserção com ligase → (d) introdução na bactéria → (a) seleção.

3. (i) corta o ADN em sequências específicas (ii) une fragmentos de ADN (iii) transporta o gene para a célula hospedeira e replica-se (iv) permite selecionar as bactérias que receberam o plasmídeo — crescem em meio com antibiótico.

4. Porque o ADN genómico tem intrões, que as bactérias não processam; o ADNc, obtido a partir do ARN mensageiro maduro, contém apenas exões e codifica diretamente a proteína. Além disso, o ADNc corresponde aos genes efetivamente expressos.

5. (i) **desnaturação** — ~95 °C: as cadeias separam-se (ii) **hibridação** — ~55–65 °C: os primers ligam-se às extremidades da região-alvo (iii) **extensão** — ~72 °C: a Taq polimerase sintetiza a nova cadeia.

6. a) $2^{10} = 1024$ cópias b) $2^{20} = 1\,048\,576$ cópias c) porque cada ciclo duplica o número de cópias: o crescimento é 2^n, e não linear.

7. Os primers são oligonucleótidos que delimitam a região a amplificar e fornecem o ponto de partida à polimerase. Se fossem complementares de regiões diferentes, amplificar-se-iam regiões erradas (ou nenhuma), e a análise perderia especificidade.

8. A PCR amplifica **moléculas** de ADN in vitro, em horas, sem células. A clonagem insere o fragmento num vetor e obtém muitas **células** com o gene, em dias, mas permite produzir a proteína em grande escala.

9. (1) Obtém-se o ARN mensageiro da insulina humana e, por transcriptase reversa, o ADNc (2) o ADNc é inserido num plasmídeo com enzima de restrição e ligase (3) o plasmídeo é introduzido numa bactéria, selecionada por resistência a antibiótico (4) a bactéria é cultivada e produz insulina humana, que é extraída e purificada. Vantagem: insulina idêntica à humana, sem risco de reações imunitárias associadas à insulina animal, e produção em grande escala.

10. a) **Errado** — amplifica apenas a região delimitada pelos primers b) **Errado** — o ADNc não tem intrões (deriva do ARNm) c) **Errado** — só produz a proteína depois de receber o gene humano (ADN recombinante).

11. $4 \times 2^5 = 4 \times 32 = 128$ cópias. É um aumento de 32 vezes, geralmente suficiente para detetar o fragmento por eletroforese, embora amostras muito pequenas possam exigir mais ciclos.

12. (modelo) O ADNc permite produzir proteínas humanas em microrganismos — insulina, hormona do crescimento — resolvendo a escassez de fármacos; limitação: exige conhecer o gene e não reproduz modificações pós-tradução típicas de células humanas. A PCR permite diagnosticar infeções e doenças genéticas e identificar pessoas a partir de vestígios; risco: contaminação de amostras e questões de privacidade genética.

© 2026 Estudantices