

Biologia

Críteris específics d'avaluació

Críteris d'avaluació	A	Valor	B	Valor	C	Valor
Utilitzar correctament la terminologia i el lèxic científics [1 punt]	<p>Usa els termes correctes del vocabulari específic del tema.</p> <p>Emptra de manera correcta la notació científica quan escriu el nom de bacteris (gènere amb majúscula al principi, espècie amb minúscula i subratllat).</p>	1	<p>Utilitza només part dels termes específics del tema.</p> <p>No emptra de manera correcta la notació científica quan escriu el nom de bacteris.</p>	0,5	<p>Usa només puntualment algun dels termes específics del tema, sense relacionar-los amb el tema ni entre ells.</p> <p>No emptra de manera correcta la notació científica quan escriu el nom de bacteris.</p>	0,2
Dominar el model de disseny experimental i aplicar-lo adequadament [3 punts]	<p>Detecta encertadament les evidències que va detectar Mojica, les relaciona amb el problema que es va plantejar i enuncia aquest problema en forma de pregunta.</p> <p>Enuncia la hipòtesi formulada per Mojica tot relacionant-la amb el problema i les evidències, i la planteja en forma condicional.</p>	1	<p>Detecta les evidències i enuncia el problema però no ho relaciona.</p> <p>Enuncia la hipòtesi en forma condicional però no la relaciona amb el problema i/o les evidències.</p>	0,5	<p>Detecta el problema però no fa esment a les evidències que van portar a plantejar-lo.</p> <p>Enuncia la hipòtesi però no en forma condicional ni tampoc la relaciona amb el problema i/o les evidències.</p>	0,2
	<p>Interpreta encertadament els resultats dels experiments de R. Barrangou <i>et al.</i> i ho relaciona amb la validació de la hipòtesi, perquè:</p> <p>a. Entén i detalla els resultats experimentals parlant dels diferents espaiadors afegits, relacionant-los amb la seva homologia concreta al genoma del fag i com afecta la sensibilitat de la soca davant de la infecció.</p> <p>b. Detecta que la soca amb més DNA separadors és la que presenta més resistència a la infecció.</p>	1	<p>Interpreta bé els resultats dels experiments de R. Barrangou <i>et al.</i> i ho relaciona amb la validació de la hipòtesi, però:</p> <p>a. Detalla només parcialment els resultats experimentals.</p> <p>b. Interpreta només parcialment els resultats obtinguts amb la soca resistent a la qual s'ha eliminat CRISPR.</p>	0,5	<p>Interpreta bé els resultats dels experiments de R. Barrangou <i>et al.</i>, però:</p> <p>a. No detalla els resultats experimentals, parla en general.</p> <p>b. No interpreta encertadament els resultats obtinguts amb la soca resistent a la qual s'ha eliminat CRISPR però els esmenta.</p>	0,2

 criteris d'avaluació	 A	 Valor	 B	 Valor	 C	 Valor
	c. Interpreta encertadament els resultats obtinguts amb la soca resistent a la qual s'ha eliminat CRISPR i ho relaciona amb la validació definitiva de la hipòtesi.					
Contextualitzar la situació [1 punt]	En el text es refereix sempre a les diferents soques bacterianes i fags utilitzats. Parla sempre de CRISPR com a eina per tallar el DNA d'un fag.	1	En el text no sempre es refereix a les diferents soques bacterianes i fags utilitzats. Parla de CRISPR com a eina per tallar DNA de manera genèrica.	0,5	Parla en general. No esmenta les soques ni els fags utilitzats.	0,2
Utilitzar el model científic i aplicar-lo al cicle d'infecció d'un fag i al funcionament de CRISPR [2 punts]	Anomena totes les fases del cicle lític del fag, detecta quines es produiran en un bacteri que disposa de sistema CRISPR-Cas davant d'aquest fag i quina quedarà interrompuda per CRISPR-Cas.	1	Indica només algunes fases del cicle lític dels fags i no indica clarament quines es produiran i quina es veurà interrompuda per l'acció de CRISPR-Cas.	0,5	Indica només el fet que CRISPR-Cas interromp el cicle del fag sense detallar ni les fases que es produiran ni el moment de la interrupció.	0,2
	Explica de forma completa, a partir de la interpretació del document 3, el mecanisme mitjançant el qual CRISPR-Cas tallarà el DNA del fag i ho relaciona amb la supervivència del bacteri. Esmenta la funció del PAM.	1	Explica només parcialment el mecanisme mitjançant el qual CRISPR-Cas tallarà el DNA del fag i no ho relaciona explícitament amb la supervivència del bacteri.	0,5	Indica només que CRISPR-Cas talla el DNA del fag sense explicar com.	0,2

 criteris d'avaluació	 A	 Valor	 B	 Valor	 C	 Valor
Relacionar les teories evolutives amb l'adquisició de resistència a un fag mitjançant CRISPR [2 punts]	Detecta que el mecanisme d'adquisició de resistència a un fag mitjançant CRISPR podria considerar-se lamarckià i ho raona explicant de manera contextualitzada les tres propietats que aconsegueix: adaptatiu, adquirit i heretable.	1	Detecta que el mecanisme d'adquisició de resistència a un fag mitjançant CRISPR podria considerar-se lamarckià i ho raona de manera incompleta però contextualitzada.	0,5	Detecta que el mecanisme d'adquisició de resistència a un fag mitjançant CRISPR podria considerar-se lamarckià i ho raona de manera incompleta i sense contextualitzar.	0,2
	Raona que des d'aquest punt de vista aquest mecanisme no encaixa dins la teoria sintètica de l'evolució, ja que s'hereta un caràcter adquirit. Detecta i explica que, de manera més general, el fet de tenir els gens CRISPR i Cas sí que s'ha produït per evolució darwiniana: mutació atzarosa i posterior selecció.	1	Raona que des d'aquest punt de vista aquest mecanisme no encaixa dins la teoria sintètica de l'evolució, ja que s'hereta un caràcter adquirit i demostra conèixer els fonaments de la teoria sintètica.	0,5	Només esmenta, sense raonar ni explicar, que no encaixa en la teoria sintètica de l'evolució perquè és lamarckià.	0,2
Estructurar el text amb cohesió interna [1 punt]	Escriu un text sense contradiccions internes. Utilitza correctament els connectors textuais i fa servir un discurs que flueix amb claredat.	0,5	El text que ha escrit no és prou coherent. Els connectors són escassos i els discurs no és prou entenedor.	0,2	El text que ha escrit és poc coherent. Manquen connectors o estan mal utilitzats.	0,1
	Estructura el text de manera que facilita la comprensió. La puntuació (sobretot comes i punts) proporcionen coherència. Construeix els paràgrafs de manera que se separen les idees que s'exposen.	0,5	L'estructura del text no facilita prou la comprensió. La puntuació (sobretot comes i punts) no són del tot correctes. Els paràgrafs no separen prou bé les idees que s'exposen.	0,2	L'estructura del text no facilita la comprensió. La puntuació (sobretot comes i punts) és incorrecta. Els paràgrafs no separen bé les idees que s'exposen.	0,1

Criteris específics d'avaluació complementaris. Exemple de resolució

Seqüenciant el genoma de *H. mediterranei*, Mojica es va adonar que hi havia unes seqüències invariables d'unes 30 bases que es repetien diverses vegades. Mojica va anomenar aquestes seqüències CRISPR i les seqüències variables que s'intercalaven entre elles, DNA separadors. A partir d'aquí, amb un programa informàtic de comparació de seqüències, va comprovar que aquestes repeticions estaven presents en el genoma de molts bacteris i arquees filogenèticament molt allunyats. Aquesta àmplia distribució del sistema CRISPR demostrava que devia ser important i per això Mojica es va plantejar el problema: "Quin deu ser el paper biològic de CRISPR?". Posteriorment va veure que les seqüències dels DNA separadors eren idèntiques a fragments de DNA de diferents bacteriòfags. Aquesta evidència el va portar a formular la hipòtesi que potser el paper biològic de CRISPR era fer resistents els bacteris davant dels fags que tenien al seu genoma seqüències homòlogues a les dels DNA separadors.

Els experiments de R. Barrangou *et al.* validen la hipòtesi de Mojica. Després d'infectar amb el fag Φ 858 la soca WT de *S. thermophilus*, la gran majoria de bacteris morien, ja que la soca WT és sensible a aquest fag. Però a partir d'alguns bacteris que van resistir la infecció van obtenir quatre soques resistents. En seqüenciar el sistema CRISPR d'aquestes quatre soques van veure que s'havien afegit nous DNA separadors als 32 que ja existien en la soca WT original. La comparació de les seqüències d'aquests nous DNA separadors (S1 a S3 i S9 a S14) amb el genoma del fag Φ 858 va mostrar que eren idèntiques a diferents fragments del genoma del fag. Per tant, aquestes soques havien adquirit la resistència a partir d'un bacteri original, en incorporar un o més fragments del DNA del fag al seu sistema CRISPR. És interessant destacar que la soca que més DNA separadors havia incorporat (S9 a S12) era la que presentava més resistència. La confirmació definitiva es va produir quan van eliminar el sistema CRISPR a bacteris de la soca S1S2 cosa que va provocar la pèrdua de la resistència davant del fag i va demostrar que el paper de CRISPR és el de conferir immunitat enfront de fags.

Quan un fag infecta un bacteri amb sistema CRISPR de resistència contra aquest fag, el fag pot fer les fases d'adsorció (unir-se a la paret del bacteri) i penetració (introduir el seu DNA dins del bacteri) sense problemes. Però un cop el DNA del fag estigui dins del bacteri, els RNA guia de CRISPR se li uniran de forma complementària i la proteïna Cas tallarà el DNA del virus en unes condicions molt més específiques. Per fer aquests talls, la proteïna Cas necessita un senyal del DNA víric anomenat PAM. Aquesta modificació del DNA del virus implicarà que les fases de síntesi, maduració, assemblatge, emmagatzemament i lisi no es puguin dur a terme. Conseqüentment, dins del bacteri no se sintetitzen noves partícules víriques i, per tant, el bacteri no es lissarà i la seva viabilitat no es veurà afectada pel fag.

El mecanisme d'adquisició de resistència a determinats fags mitjançant CRISPR no encaixa totalment en la teoria sintètica de l'evolució, ja que en certa manera es pot considerar lamarckià. En primer lloc, és adaptatiu (confereix resistència a un fag). En segon lloc, aquesta resistència s'adquireix (mitjançant la incorporació de fragments del fag al sistema CRISPR). I en tercer lloc, aquest caràcter adquirit, la resistència a un determinat fag, s'hereta (ja que el bacteri abans de dividir-se replica el seu DNA i, per tant, els descendents també portaran els nous separadors incorporats a CRISPR). D'altra banda, l'aparició evolutiva d'un sistema CRISPR que permet incorporar fragments de DNA al costat d'unes regions invariables que es transcriuran en un RNA que s'uneix a una proteïna Cas i li indica per on tallar, sí que es va produir pel mecanisme darwinià de mutació atzarosa i posterior selecció.