

Proves d'accés a la universitat

Biologia

Sèrie 1

Opció d'examen

(Marqueu l'opció triada)

OPCIÓ A

OPCIÓ B

Qualificació		
Exercici 1	1	
	2	
	3	
Exercici 2	1	
	2	
Exercici 3	1	
	2	
	3	
Exercici 4	1	
	2	
Suma de notes parcials		
Qualificació final		

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

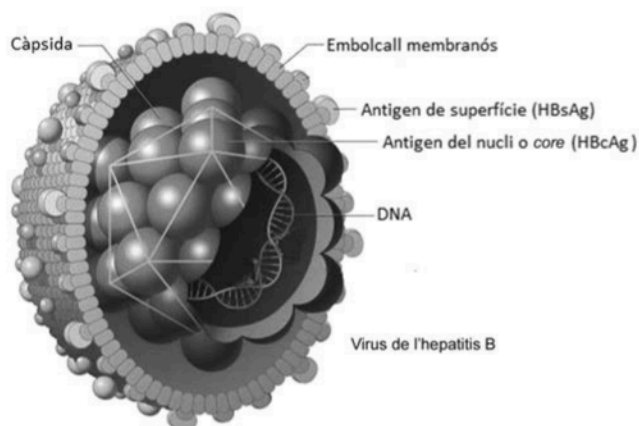
Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

La prova consta de quatre exercicis. Els exercicis 1 i 2 són comuns i obligatoris, i els exercicis 3 i 4 estan agrupats en dues opcions (A i B), de les quals n'heu d'escollir UNA. Feu els exercicis 1 i 2 i escolliu UNA de les dues opcions per als altres dos exercicis. En cap cas no podeu fer un exercici de l'opció A i un altre de l'opció B.

Exercici 1

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), actualment 257 milions de persones viuen amb una infecció crònica del fetge causada pel virus de l'hepatitis B (VHB). La implantació de programes de vacunació contra l'hepatitis B ha fet que disminueixi el nombre de persones afectades per aquesta infecció crònica.



FONT: Adaptació feta a partir de <http://img.yasalud.com/uploads/2012/04/Hepatitis-B.jpg>.

1. El VHB està format per un embolcall membranós i una càpsida icosaèdrica que conté el DNA. Algunes proteïnes del VHB són antigens: es tracta de les proteïnes HBsAg de l'embolcall i HBcAg de la càpsida.

[1 punt]

- a) La vacuna de l'hepatitis B s'elabora amb la proteïna HBsAg. Expliqueu la resposta immunitària que genera l'administració d'aquesta vacuna en una persona que no ha estat mai infectada pel VHB.

- b) Expliqueu per què no tindria la mateixa eficàcia una vacuna elaborada amb la proteïna HBcAg.

2. En una revisió mèdica que es fa als treballadors d'una empresa, se'ls pregunta si estan vacunats contra l'hepatitis B. Hi ha dues persones que no ho recorden. Per a determinar si estan vacunades o no, se'ls practica una anàlisi de sang que dona els resultats següents: [1 punt]

	<i>Antígens</i>		<i>Anticossos</i>	
	<i>HBsAg</i>	<i>HBcAg</i>	<i>Anti-HBsAg</i>	<i>Anti-HBcAg</i>
<i>Anàlisi de la persona 1</i>	-	-	+	+
<i>Anàlisi de la persona 2</i>	-	-	+	-

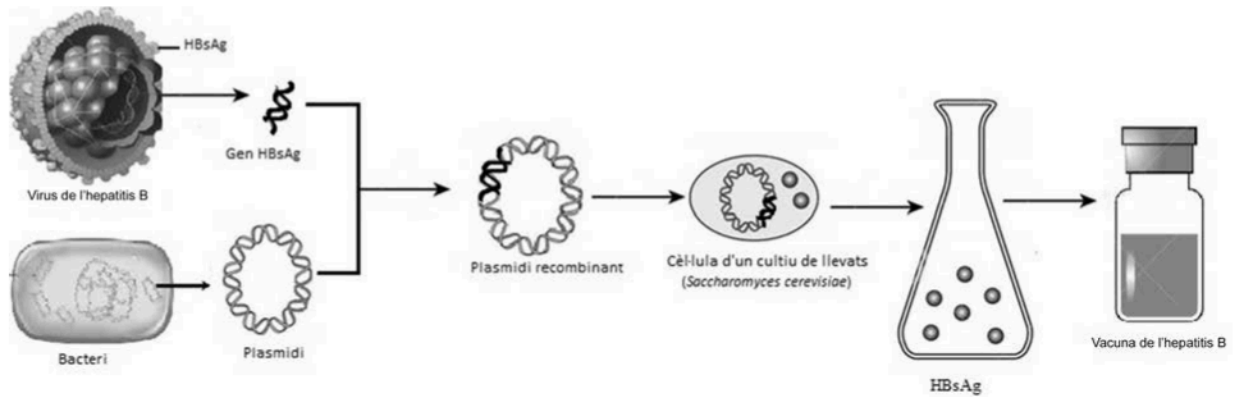
Presència a la sang: +; absència a la sang: -.

Els resultats de les anàlisis confirmen que les dues persones són immunes al VHB: una per vacunació i l'altra perquè va tenir una infecció pel VHB.

- a) Quina de les dues anàlisis correspon a la persona vacunada contra l'hepatitis B? Justifiqueu la resposta.
- b) Si més endavant la persona vacunada pateix una infecció pel VHB, quin tipus de resposta immunitària (primària o secundària) es produirà? Justifiqueu la resposta.

3. Actualment la vacuna de l'hepatitis B s'obté per mitjà de la tècnica del DNA recombinant.

[1 punt]



FONT: Adaptació feta a partir de les pàgines web <https://nl.dreamstime.com/stock-afbeeldingen-het-vaccin-van-de-hepatitis-b-image13078684>, <http://nepad-abne.net/wp-content/uploads/2015/07/resizedimage600289-bacterium.jpg> i <http://img.yasalud.com/uploads/2012/04/Hepatitis-B.jpg>.

a) Expliqueu el procés seguit per a obtenir el plasmidi recombinant de la figura anterior.

b) Quina és la funció del llevat en l'obtenció de la vacuna?

Exercici 2

La fagoteràpia és una tècnica per a tractar infeccions bacterianes basada en l'ús de bacteriòfags. Fa un quant temps, el Grup de Microbiologia Molecular de la UAB va trobar tres bacteriòfags virulents específics per als bacteris del gènere *Salmonella*. Els investigadors van administrar els bacteriòfags per via oral a pollets (*Gallus gallus*) infectats per aquest bacteri, i van observar una reducció de la concentració de *Salmonella* en el tub digestiu dels pollets.

1. En la taula següent es presenten desordenats els noms de les diferents fases del mecanisme d'acció dels bacteriòfags sobre les cèl·lules bacterianes. Ordeneu les fases, escrivint un número de l'1 al 5 a la casella corresponent, i expliqueu en què consisteix cadascuna.

[1 punt]

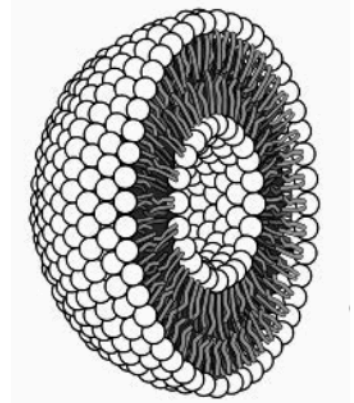
<i>Nom de la fase</i>	<i>Número d'ordre</i>	<i>Explicació</i>
Penetració		
Síntesi o eclipsi		
Adsorció		
Alliberament o lisi		
Maduració o assemblatge		

2. Un dels problemes que es van trobar els microbiòlegs va ser la reduïda estabilitat d'aquests bacteriòfags en el tub digestiu. Per solucionar aquest problema, van desenvolupar un sistema de nanoencapsulació basat en càpsules membranoses de lípids (liposomes). Van introduir els bacteriòfags en aquestes partícules liposòmiques i les van administrar per via oral.

A la dreta hi ha un esquema d'una partícula liposòmica.

[1 punt]

- a) Quin és el nom de les molècules que formen els liposomes?



FONT: <https://elixinol.com/es/blog/liposome-improve-cbd-absorption/>.

- b) Quina característica d'aquestes molècules lipídiques permet que formin la bicapa liposòmica? Raoneu la resposta.

OPCIÓ A

Exercici 3

En Xavier, un alumne que està cursant segon de batxillerat, ha trobat un article sobre els antibiòtics en una revista de divulgació. Atès que estan treballant precisament aquest tema a l'institut, el porta a classe i l'ensenya als companys. L'article diu el següent:

Els antibiòtics estan deixant de funcionar

A principis d'any, una dona de setanta anys es va fer tristament famosa a tot el món. L'havia matada el bacteri *Klebsiella pneumoniae*, després que se li infectés una ferida que s'havia fet mesos abans en trencar-se una cama.

Aquest bacteri pertany a la família de les enterobacteriàcies, dins la qual s'han identificat alguns organismes que són resistents a la major part d'antibiòtics que hi ha al mercat. Per això, aquest «superbacteri» va resistir tots els antibiòtics que se li van subministrar.

El cicle vital dels bacteris, que pot durar des d'uns minuts fins a unes hores, fa que en la durada d'una vida humana tinguin centenars de milers d'oportunitats d'esdevenir resistents als antibiòtics.

Traducció i adaptació fetes a partir d'un text publicat a *Plantas & Bienestar* (octubre 2017)

1. Anomeneu i expliqueu dos mecanismes mitjançant els quals un bacteri pot esdevenir resistent a un antibiòtic.

[1 punt]

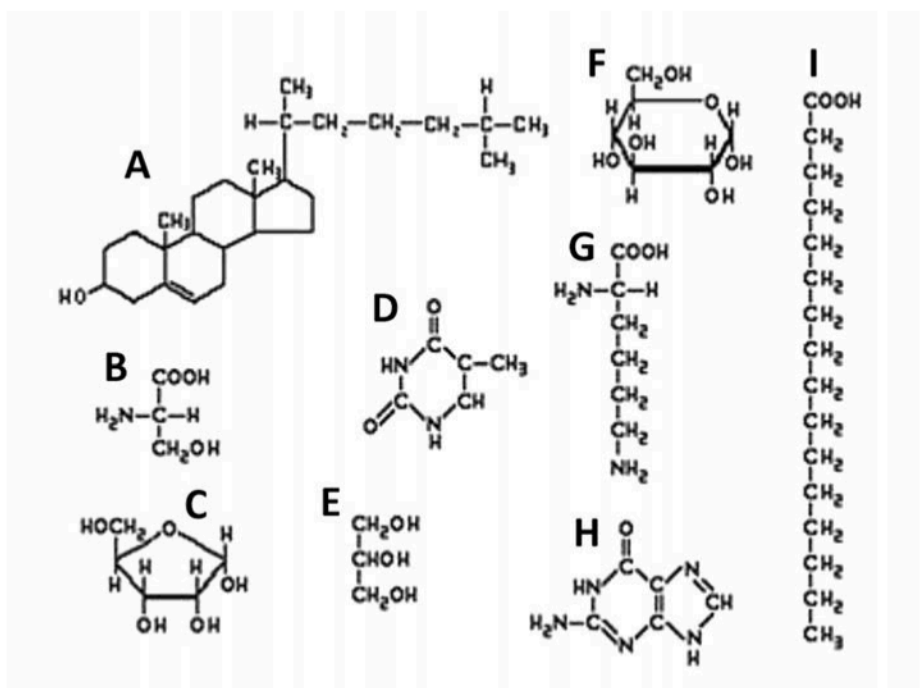
2. Un dels antibiòtics que es fan servir per a combatre infeccions bacterianes és l'ampicil·lina. L'ampicil·lina actua impedit la síntesi del peptidoglicà.

[1 punt]

- a) Per què aquest antibiòtic, que és tan efectiu per a combatre aquests bacteris, pràcticament no afecta les cèl·lules del malalt? Justifiqueu la resposta.

- b) Els peptidoglicans són uns heteropolímers formats per cadenes de derivats de monosacàrids i aminoàcids.

Observeu la figura següent:



Indiqueu quines de les molècules de la figura són monosacàrids i digueu-ne el nom.

3. Per comprovar que l'ampicil·lina inhibeix el creixement bacterià, en Xavier i els seus companys dissenyen l'experiment següent:

[1 punt]

- 1r. Agafen dues plaques de Petri on hi ha el mateix medi nutritiu, adequat per al creixement de colònies bacterianes.
 - 2n. En una de les plaques hi afegeixen ampicil·lina, en la concentració que indica el prospecte del laboratori farmacèutic, i l'altra placa la deixen sense ampicil·lina.
 - 3r. Després d'una estona sense rentar-se les mans, en Xavier passa els dits per les dues plaques per deixar-hi els bacteris que puguin tenir.
 - 4t. Incuben les dues plaques a 37 °C, en un mateix incubador, a les fosques i durant 24 hores.
 - 5è. Passat aquest temps, observen les plaques de Petri i compten quantes colònies de bacteris hi ha a cadascuna. A la placa amb ampicil·lina no en troben cap, i a la que no tenia ampicil·lina hi ha dotzenes de colònies.
- a) Indiqueu quina és la variable independent i quina la variable dependent de l'experiment, i esmenteu dues variables més que han controlat.

<i>Variable independent:</i>
<i>Variable dependent:</i>
<i>Dues variables més que han controlat:</i>

- b) Quan la professora llegeix l'informe de la pràctica, els diu que no han aplicat bé el mètode científic experimental, i que, per tant, els resultats que han obtingut, malgrat que puguin semblar molt lògics, no es poden donar per vàlids. Per què no han aplicat bé el mètode científic experimental? Justifiqueu la resposta.

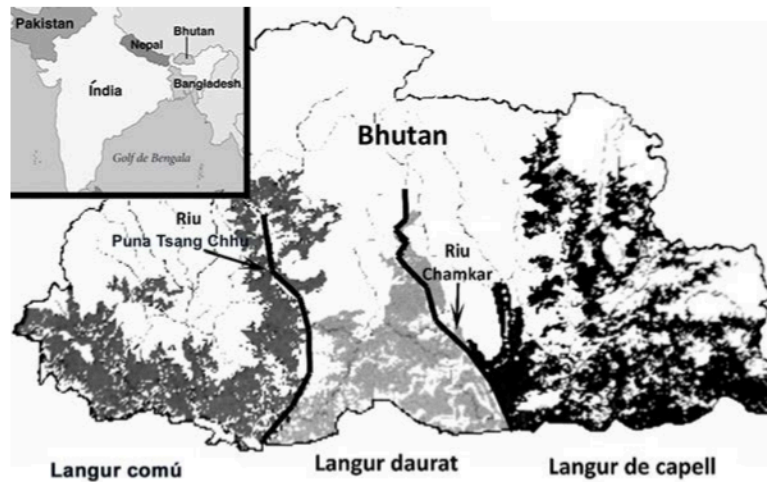
Exercici 4

Els langurs són uns primats endèmics del subcontinent indi. N'hi ha moltes espècies diferents, que viuen en hàbitats diversos.

Una família que ha de viatjar a Bhutan consulta el mapa següent, on es mostra la distribució en aquest país de tres espècies de langurs: el langur comú (*Semnopithecus entellus*), el langur daurat (*Presbytis geei*) i el langur de capell (*Presbytis pileata*).



Langur daurat



El text que acompanya el mapa diu el següent:

«Els langurs de Bhutan es distribueixen allopàtricament. En els darrers anys, els ponts penjants que creuen el riu Chamkar, a la regió de Kheng, han permès que els langurs de capell i els langurs daurats s'hibridin.»

1. Responen a les preguntes següents:

[1 punt]

- a) Com es poden haver originat aquestes espècies de langurs a partir d'un avantpassat comú, segons la teoria sintètica de l'evolució (neodarwinisme)?

b) Els langurs de capell i els langurs daurats poden hibridar-se. Un dels membres de la família que està observant el mapa fa el comentari següent:

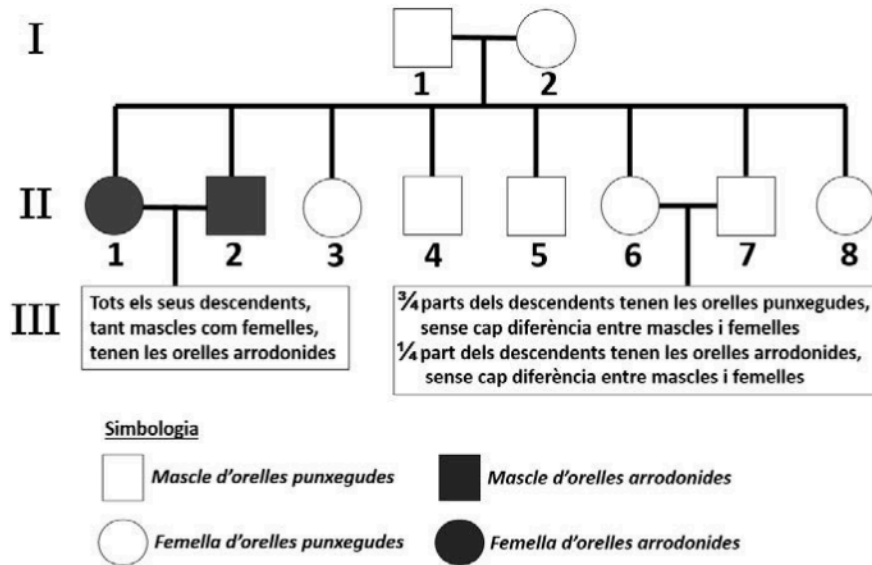
«Si aquests dos tipus de langurs es poden hibridar, això vol dir que no són espècies diferents; sens dubte, pertanyen a la mateixa espècie.»

Té raó en això que diu? Discussiu aquesta afirmació.

2. El langur comú té les orelles punxegudes. Un investigador que estudia aquests animals observa que, de tant en tant, també n'hi ha que neixen amb les orelles arrodonides. Escull una família nombrosa de langurs comuns, i en fa l'arbre genealògic.



Langur comú



- a) Determineu el patró d'herència del caràcter «forma de les orelles». Marqueu la resposta correcta en cada cas i justifiqueu la resposta.

<p>L'allel «orelles arrodonides» és:</p> <p>Dominant <input type="checkbox"/></p> <p>Recessiu <input type="checkbox"/></p>	<p>Justificació:</p>
<p>El gen «forma de les orelles»:</p> <p>Està lligat al sexe <input type="checkbox"/></p> <p>És autosòmic <input type="checkbox"/></p>	<p>Justificació:</p>

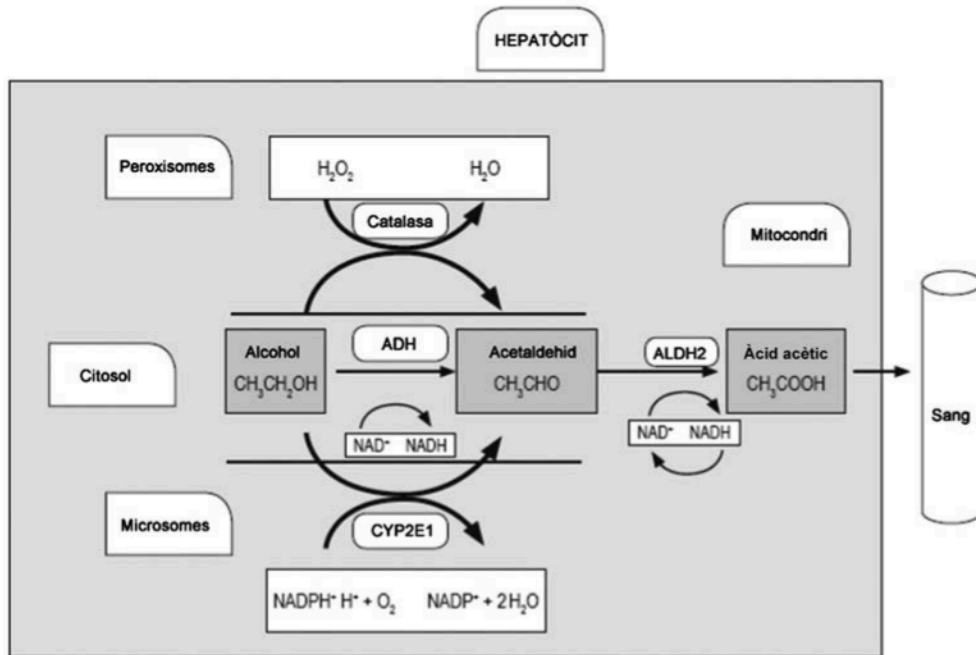
- b)* Si s'encreuen els individus II-2 i II-6, quina proporció dels descendents manifestarà el fenotip «orelles arrodonides» i quina proporció el fenotip «orelles punxegudes»? Indiqueu els encreuaments.

OPCIÓ B

Exercici 3

L'alcohol, quan s'ingereix, és metabolitzat als hepatòcits. L'enzim alcohol-deshidrogenasa (ADH) i l'enzim aldehyd-deshidrogenasa (ALDH2) intervienen en la degradació de l'alcohol a àcid acètic, que després es pot convertir en acetil-CoA.

El 50 % dels asiàtics tenen una mutació al gen que codifica l'enzim ALDH2. Aquesta mutació fa que l'enzim ALDH2 sigui inactiu, la qual cosa pot provocar que quan aquestes persones ingereixen alcohol acumulin acetaldehid a la sang i als teixits, ja que no el poden degradar a àcid acètic. En l'esquema següent es mostra aquesta via metabòlica:



FONT: Adaptació feta a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcg/v31n1/v31n1a05.pdf>.

1. Els homozigots per al gen de l'ALDH2 amb els dos allels mutats no presenten cap activitat enzimàtica. Els heterozigots tenen una activitat enzimàtica reduïda i poden metabolitzar una quantitat petita d'acetaldehid, mentre que els homozigots amb els dos allels salvatges (no mutats) presenten una activitat enzimàtica normal.

[1 punt]

a) Quin tipus de relació hi ha entre els allels d'aquest gen? Justifiqueu la resposta.

- b) Els dos individus d'una parella presenten una activitat reduïda de l'enzim ALDH2. Es pregunten com podria ser aquest caràcter en els seus descendents.

Amb els vostres coneixements de genètica, podeu ajudar-los. Indiqueu la simbologia corresponent, representeu l'encreuament i escriviu les proporcions dels possibles genotips i fenotips de la descendència.

<i>Simbologia:</i>
<i>Encreuament:</i>

<i>Proporció dels possibles genotips i fenotips</i>		
<i>Genotip</i>	<i>Fenotip</i>	<i>Proporció</i>

2. L'acumulació d'acetaldehid provoca un fort envermelliment a la pell, especialment la de la cara. Entre la població japonesa, després de beure alcohol, el 57 % de les persones no manifesta aquest símptoma, el 40 % el manifesta lleugerament i el 3 % el manifesta de manera molt intensa.

[1 punt]

- a) Escriviu les freqüències genotípiques i les freqüències gèniques o al·lèliques per al gen de l'ALDH2 en la població japonesa. Indiqueu els càlculs que heu fet per a obtenir els resultats.

Freqüències genotípiques:

Freqüències gèniques o al·lèliques:

- b) Esmenteu quatre factors que poden fer canviar la freqüència d'aquests allels, tant en la població japonesa com en qualsevol altra població.

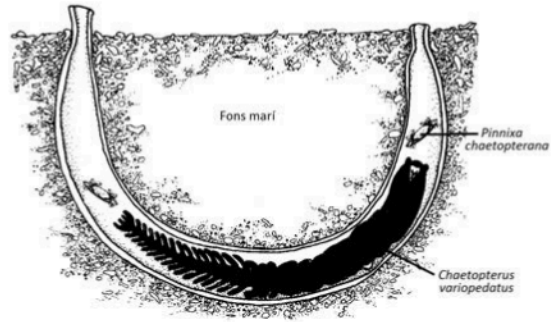
3. La mutació esmentada del gen de l'ALDH2 també és molt freqüent entre la població xinesa. Arran d'aquest fet, s'ha formulat una hipòtesi segons la qual les persones amb concentracions altes d'acetaldehid a la sang estan protegides de protozous paràsits com *Entamoeba histolytica*, causant d'infeccions intestinals greus, que eren molt freqüents antigament a la Xina.

Justifiqueu, des del punt de vista neodarwinista, com es pot explicar que aquest allel sigui tan freqüent en la població xinesa.

[1 punt]

Exercici 4

El cuc *Chaetopterus variopedatus* habita al mar, en zones costaneres. Aquest cuc viu en un tub que excava ell mateix al fang del fons marí, i remou l'aigua per captar partícules d'aliment. De vegades, també entren dins del tub una parella de petits crancs de l'espècie *Pinnixa chaetopterana*.



- Un equip d'investigadors estudia com influeix la presència o l'absència d'una espècie en l'altra. Per fer això, compten quants individus de cada espècie hi ha en divuit zones diferents del fons marí, de 20 m² cadascuna. Totes les zones presenten condicions similars de fondària, temperatura de l'aigua, salinitat, tipus de sediment, flora i fauna.

Els resultats es mostren en la taula següent:

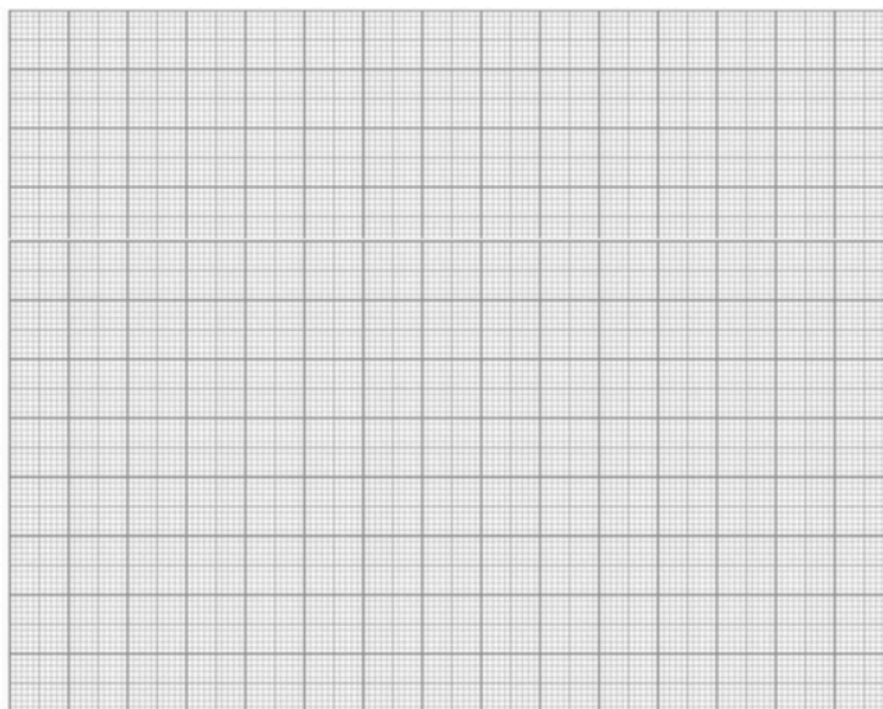
[1 punt]

	Zona																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nombre d'individus de <i>Chaetopterus variopedatus</i>	80	0	86	81	91	73	0	77	79	78	0	0	83	90	89	71	0	75
Nombre d'individus de <i>Pinnixa chaetopterana</i>	170	11	181	0	192	155	9	166	0	165	10	8	178	191	0	150	12	0

- Calculeu les mitjanes aritmètiques del nombre d'individus de cada espècie a les zones on viuen totes dues, a les zones on viu només *Chaetopterus variopedatus* i a les zones on viu només *Pinnixa chaetopterana*. Indiqueu els càlculs que heu fet.

	<i>Chaetopterus variopedatus</i>	<i>Pinnixa chaetopterana</i>
Mitjana del nombre d'individus a les zones on viuen totes dues espècies		
Mitjana del nombre d'individus a les zones on només viu <i>Chaetopterus variopedatus</i>		
Mitjana del nombre d'individus a les zones on només viu <i>Pinnixa chaetopterana</i>		

b) Representeu gràficament els resultats de l'apartat anterior.



2. En un estudi de laboratori dut a terme l'any 2000, es van preparar diversos aquaris per a observar-hi durant set mesos el creixement del cuc *Chaetopterus variopedatus*. En la meitat d'aquests aquaris també es van introduir parelles de crancs de *Pinnixa chaetoptera*. Els resultats van mostrar que no hi havia cap diferència en el creixement, el temps de vida i la taxa de reproducció entre els cucs que convivia a l'aquari amb crancs i els que no hi convivia.

A partir d'aquests resultats i dels obtinguts en l'exercici anterior, justifiqueu per què la relació entre *Chaetopterus variopedatus* i *Pinnixa chaetoptera* no es pot considerar un cas de parasitisme ni tampoc de mutualisme.

[1 punt]

Per què la relació entre Chaetopterus variopedatus i Pinnixa chaetoptera no es pot considerar un cas de parasitisme?

Per què la relació entre Chaetopterus variopedatus i Pinnixa chaetoptera no es pot considerar un cas de mutualisme?

--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Biologia

Sèrie 5

Opció d'examen

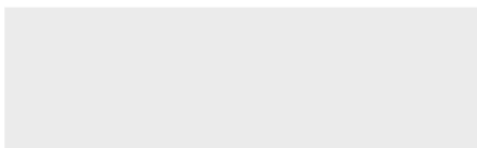
(Marqueu l'opció triada)

OPCIÓ A

OPCIÓ B

Qualificació		
Exercici 1	1	
	2	
	3	
Exercici 2	1	
	2	
Exercici 3	1	
	2	
	3	
Exercici 4	1	
	2	
Suma de notes parcials		
Qualificació final		

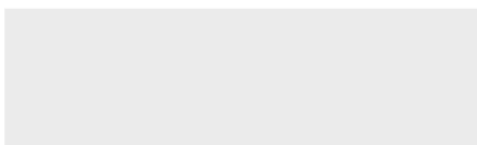
Etiqueta de l'alumne/a



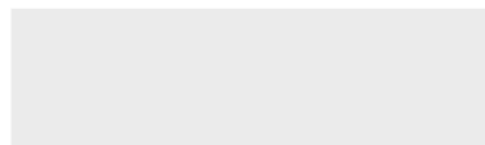
Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació



Etiqueta del corrector/a



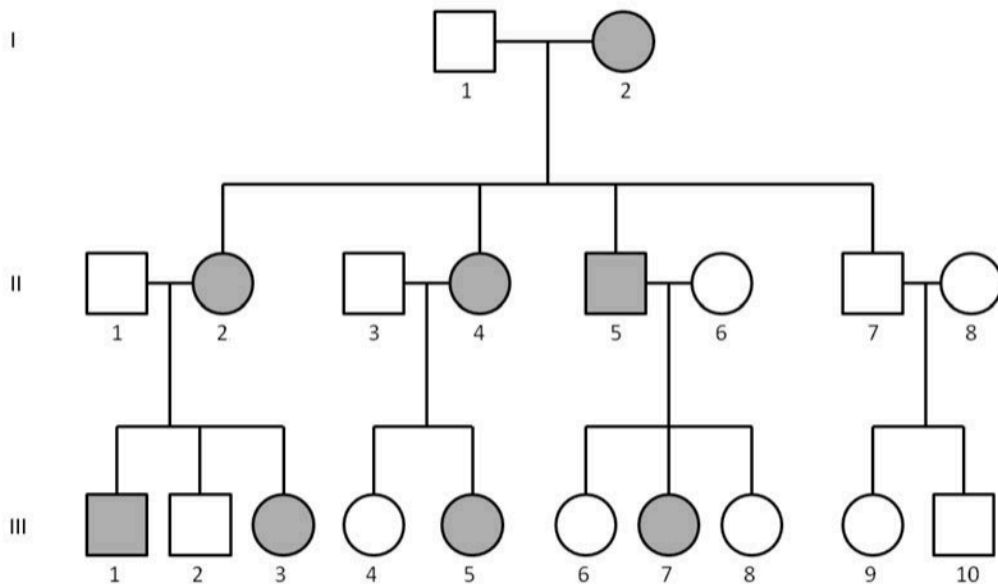
La prova consta de quatre exercicis. Els exercicis 1 i 2 són comuns i obligatoris, i els exercicis 3 i 4 estan agrupats en dues opcions (A i B), de les quals n'heu d'escollir UNA. Feu els exercicis 1 i 2 i escolliu UNA de les dues opcions per als altres dos exercicis. En cap cas no podeu fer un exercici de l'opció A i un altre de l'opció B.

Exercici 1

En un article publicat a la revista *Mètode* el 2016, Adriana Schatton i Constance Scharff revisaven les investigacions sobre el gen *FOXP2*, que participa en el llenguatge i l'aprenentatge.

1. Un dels casos que descriu l'article és el d'una família britànica, coneguda com a KE. L'àvia de la família tenia una mutació espontània, que va ser heretada per quasi tots els seus fills i molts dels seus nets. Aquesta mutació feia que tinguessin dificultats per a parlar i per a entendre el llenguatge. Observeu l'arbre genealògic següent, que correspon a la família KE; les persones afectades per la mutació apareixen marcades en gris. Suposeu que les parelles dels fills o filles no són portadores de l'allel causant de l'anomalia.

[1 punt]



- a) L'allel que produeix aquesta anomalia del llenguatge és dominant o recessiu? Justifiqueu la resposta.

b) Aquest gen és autosòmic o està lligat al sexe? Justifiqueu la resposta.

2. Responen a les qüestions següents aplicant el patró d'herència que heu deduït en l'exercici anterior.

[1 punt]

- a) Completeu la taula següent. Indiqueu una simbologia adient per a representar els allels d'aquest gen i escriviu el genotip dels individus corresponents.

<i>Simbologia:</i>
<i>Genotips de:</i> II-1: II-2: III-1:

- b) Si la parella formada pels individus II-1 i II-2 tingués un altre descendent, quina probabilitat hi hauria que manifestés l'anomalia en el llenguatge? Justifiqueu la resposta.

3. Malgrat que està relacionat amb el llenguatge, el gen *FOXP2* no és exclusiu dels humans. De fet, es troba en tots els vertebrats que s'han estudiat, la qual cosa es considera una nova evidència molecular de l'origen evolutiu comú d'aquest grup d'animals.

Expliqueu breument dues evidències moleculars de l'origen evolutiu comú de tots els éssers vius de la Terra.

[1 punt]

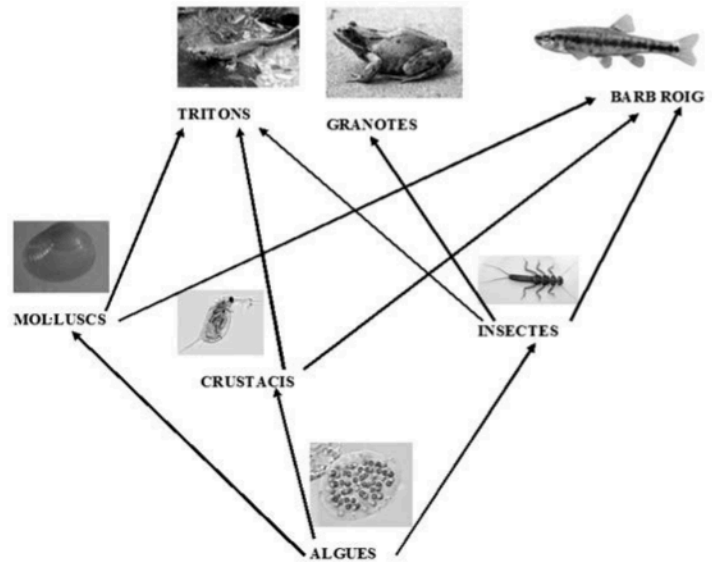
Primera evidència:

Segona evidència:

Exercici 2

El barb roig (*Phoxinus phoxinus*) és un peix present a molts estanys dels Pirineus. Es tracta d'una espècie invasora d'aquests estanys que provoca canvis en l'hàbitat i en les espècies d'aquests ecosistemes.

La xarxa tròfica següent mostra algunes de les espècies pròpies dels estanys d'alta muntanya.



1. A l'estany Closell, al Parc Natural de l'Alt Pirineu, s'hi estan duent a terme accions per a retornar l'estany al seu estat natural; una d'aquestes accions es va iniciar el 2014 i consisteix a eliminar els barbs rojos que hi habiten. En dos anys la població de barbs rojos va passar de tenir 20 000 individus a tenir-ne 200.

[1 punt]

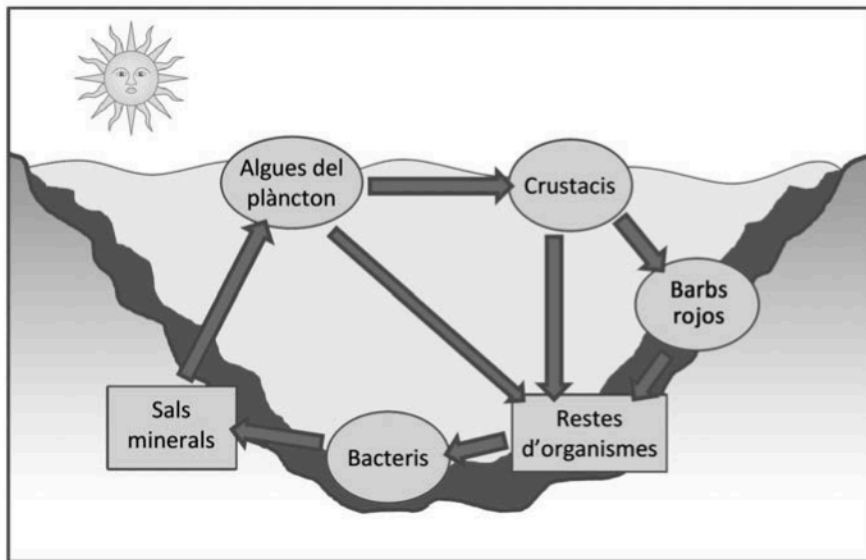
a) Quin és el percentatge de barbs rojos que es va aconseguir eliminar en aquests dos anys? Indiqueu els càlculs que heu fet per a obtenir el resultat.

b) Abans de començar les tasques d'eliminació dels barbs rojos, l'aigua de l'estany Closell era d'un color verdós. Aquest color es devia a la gran quantitat d'algues que havien proliferat molt al plàncton des que, a finals del segle passat, els pescadors van introduir els barbs rojos a l'estany.

Expliqueu, a partir de les relacions tròfiques de la xarxa de la imatge anterior, per què la introducció del barb roig a l'estany Closell va fer augmentar la població d'algues.

2. Els barbs rojos també afecten el cicle de la matèria. En la figura següent hi apareixen encerclats alguns organismes dels diferents nivells tròfics de l'estany.

[1 punt]



- a) Digueu el nivell tròfic al qual pertanyen els organismes següents:

	Nivell tròfic
<i>Bacteris</i>	
<i>Algues</i>	
<i>Crustacis</i>	
<i>Barbs rojos</i>	

- b) Els barbs rojos, amb els seus moviments, remouen els sediments del fons de l'estany. Expliqueu la relació que hi ha entre aquest fet i la proliferació d'algues del plàncton a l'estany Closell.

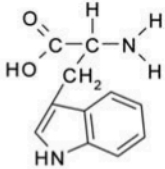
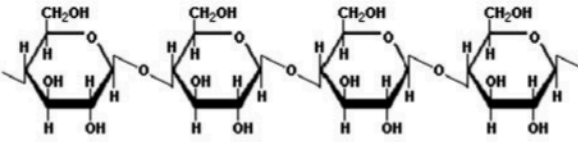
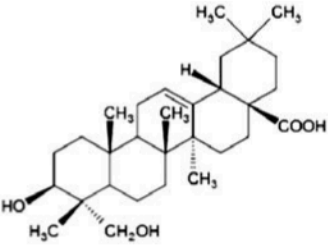
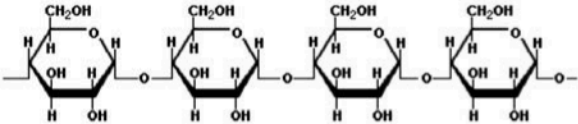
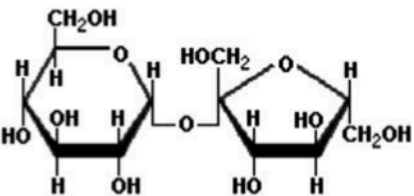
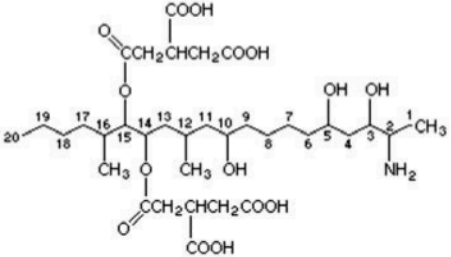
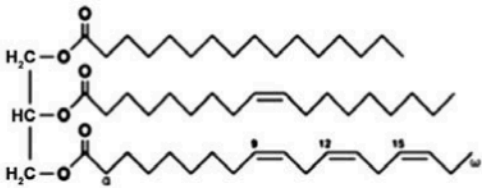
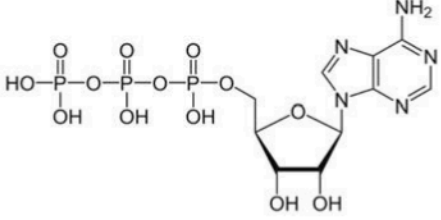
OPCIÓ A

Exercici 3

La llavor de la quinoa (*Chenopodium quinoa*) és la base de l'alimentació dels habitants del Perú i de Bolívia. Té un alt contingut en midó i la clofolla que la recobreix és rica en saponina, un esterol semblant al colesterol amb un gust amargant que evita que els ocells es mengin la llavor. A més, és una llavor rica en cel·lulosa (fibra), aminoàcids essencials i greixos poliinsaturats. Aquestes propietats han afavorit la introducció de la quinoa en la nostra dieta.



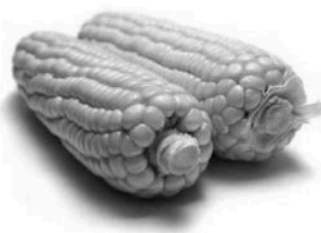
1. El quadre següent mostra algunes de les molècules presents en la llavor de la quinoa. [1 punt]

 <p style="text-align: center;">1</p>	 <p style="text-align: center;">2</p>
 <p style="text-align: center;">3</p>	 <p style="text-align: center;">4</p>
 <p style="text-align: center;">5</p>	 <p style="text-align: center;">6</p>
 <p style="text-align: center;">7</p>	 <p style="text-align: center;">8</p>

Tenint en compte les imatges del quadre anterior, completeu la taula següent:

<i>Nom</i>	<i>Número de la imatge</i>	<i>Funció biològica</i>	<i>Tipus de biomolècula</i>
Midó			
Saponina		protecció	
Cellulosa			
Greixos poliinsaturats			lípid

2. Actualment, en els països andins també es consumeix blat de moro o panís (*Zea mays*). Tenint en compte la taula nutricional que hi ha a continuació, calculeu l'energia que aporta una ració de 80 g de quinoa i compareu-la amb l'energia que aporten 80 g de blat de moro.



[1 punt]

<i>Contingut de nutrients en la quinoa i el blat de moro (per cada 100 g d'aliment)</i>		
	<i>Quinoa</i>	<i>Blat de moro</i>
<i>Greixos</i>	6,3 g	4,7 g
<i>Proteïnes</i>	16,5 g	10,2 g
<i>Glúcids</i>	69,0 g	81,1 g

NOTA: Aportació energètica: glúcids i proteïnes, 4 kcal g⁻¹; greixos, 9 kcal g⁻¹.

3. Deixant fermentar la quinoa, i també el blat de moro, s'obté la *chicha*, una beguda alcohòlica consumida a la zona dels Andes des dels temps precolombins.

[1 punt]



- a) De quin tipus de fermentació es tracta? Escriviu el nom i la reacció global ajustada d'aquesta fermentació.

<i>Nom:</i>
<i>Reacció global ajustada:</i>

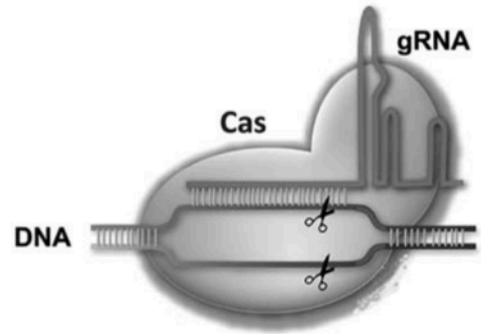
- b) Aquesta fermentació la duen a terme els llevats que es troben a la clofolla de la quinoa i del blat de moro. Empleneu la taula següent amb la informació relativa als llevats que correspongui.

<i>Regne:</i>
<i>Tipus de cèl·lula:</i>
<i>Component químic principal de la paret cel·lular:</i>
<i>Tipus de nutrició en funció de la font de carboni:</i>

Exercici 4

El 2012 les científiques Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna van descobrir l'aplicació del sistema CRISPR-Cas com un «editor genètic» que permet silenciar i modificar gens amb una gran precisió i eficàcia.

Bàsicament, CRISPR-Cas consisteix en un RNA guia (gRNA) de vint nucleòtids acoblat a una endonucleasa (la proteïna Cas) capaç de tallar DNA. El gRNA reconeix seqüències molt concretes de DNA i l'endonucleasa talla la doble cadena de DNA per una parella de nucleòtids específica.



1. El sistema CRISPR-Cas va ser descrit per primer cop el 1993 per Francisco Juan Martínez Mojica, professor de la Universitat d'Alacant, en algunes soques de bacteris que utilitzen CRISPR-Cas per a defensar-se de virus bacteriòfags.

[1 punt]

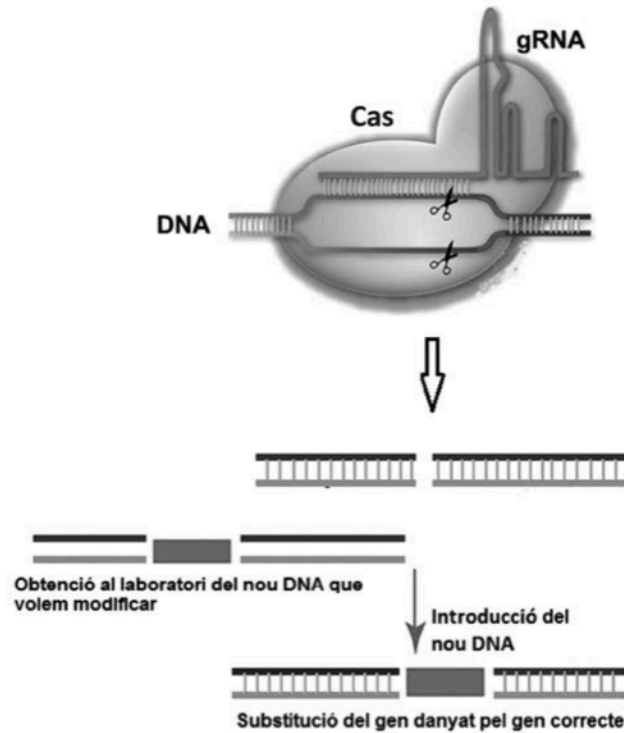
- a) Aquests bacteriòfags tenen un cicle lisogènic. Responen a les qüestions següents:

En què consisteix el cicle lisogènic d'aquests bacteriòfags?

De quina manera el CRISPR-Cas pot actuar com a mecanisme de defensa del bacteri davant d'una infecció vírica?

- b) Justifiqueu, des del punt de vista evolutiu, el fet que algunes soques de bacteris adquireixen el sistema CRISPR-Cas per a combatre els bacteriòfags.

2. En l'esquema següent observem que CRISPR-Cas pot tallar el DNA per un lloc específic i facilitar la reparació d'un fragment d'aquest DNA.



S'ha aconseguit curar rates afectades de tirosinèmia (una malaltia causada per un gen defectuós que afecta l'estructura d'un enzim) injectant CRISPR-Cas, juntament amb el gen que sintetitza l'enzim correcte, al teixit hepàtic de les rates.

[1 punt]

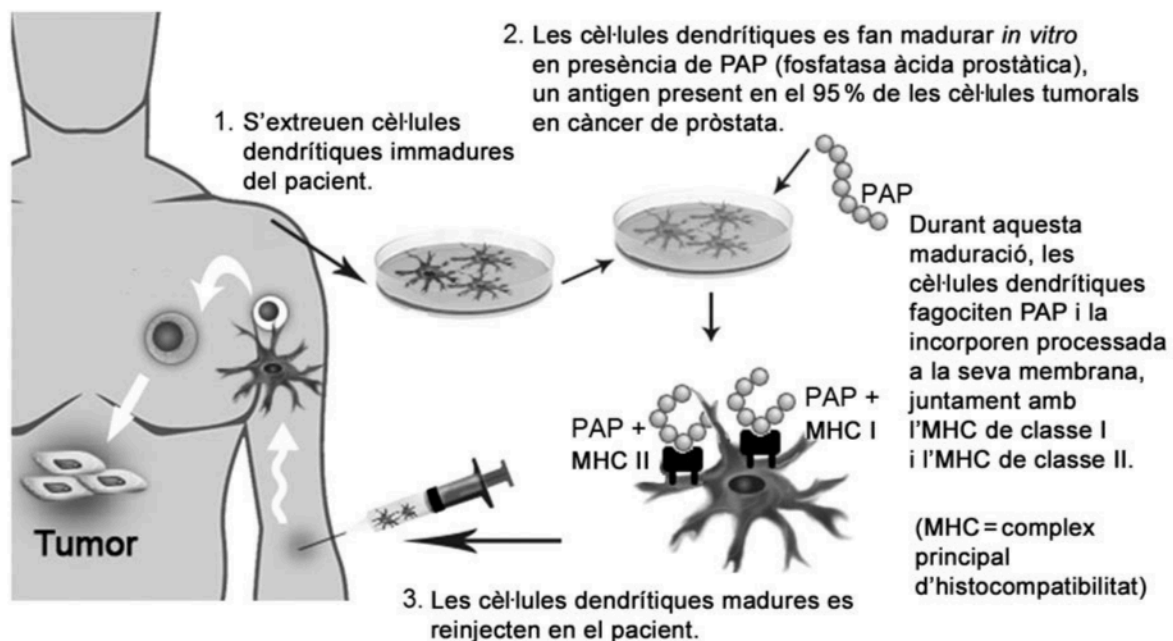
- a) El gRNA de CRISPR és complementari de les seqüències de DNA que hi ha al davant i al darrere del gen que es vol tallar. Descriviu el procés representat en l'esquema anterior.

- b) Després de llegir els resultats d'aquesta recerca, un estudiant afirma que la descendència de les rates afectades de tirosinèmia i curades gràcies a aquest tractament segur que no serà portadora del gen amb la mutació que causa la malaltia. Analitzeu la validesa d'aquesta afirmació.

OPCIÓ B

Exercici 3

Provenge és un tractament per a casos avançats de càncer de pròstata que consta de les tres etapes indicades, de manera simplificada, en l'esquema següent:



1. Les cèl·lules dendrítiques són cèl·lules presentadores d'antigen (CPA) que, un cop reinjectades en el pacient, entraran en contacte amb diferents tipus de leucòcits i els presentaran la fosfatasa àcida prostàtica (PAP).

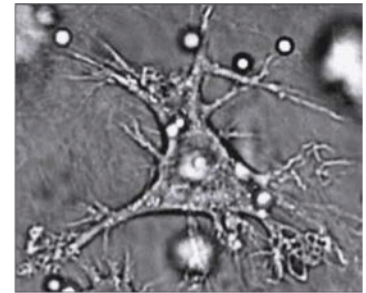
[1 punt]

- a) La presentació de PAP + MHC II activarà els limfòcits *T helper* (també anomenats *T collaborators* o *T CD4*). Expliqueu quin paper tindran aquests limfòcits en la resposta immunitària contra el tumor.

- b) La presentació de PAP + MHC I activarà els limfòcits T CD8 (o T citotòxics). Expliqueu quin paper tindran aquests limfòcits en la resposta immunitària contra el tumor.

2. La reinjecció de les cèl·lules dendrítiques tindrà com a conseqüència final la secreció d'anticossos específics anti-PAP, que s'uniran a la superfície de les cèl·lules tumorals i en facilitaran la destrucció per mitjà de diversos mecanismes. Expliqueu dos d'aquests mecanismes.

[1 punt]



Cèl·lula dendrítica

Mecanisme 1:

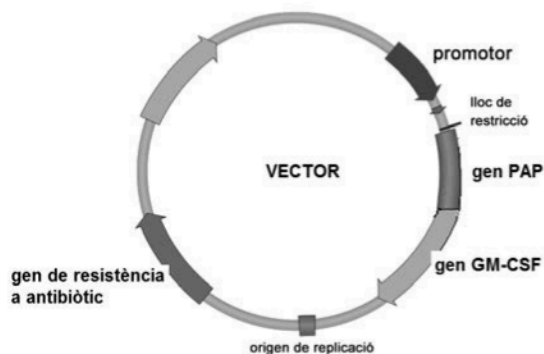
Mecanisme 2:

3. En realitat, l'antigen de Provenge utilitzat per a activar *in vitro* les cèl·lules dendrítiques és una proteïna de fusió. Aquesta proteïna de fusió prové de la unió, en la mateixa cadena d'aminoàcids, de PAP (la fosfatasa àcida prostàtica que actua com a antigen tumoral) i GM-CSF (una proteïna estimulant del sistema immunitari).

Per a fabricar aquesta proteïna de fusió, s'uneixen en un plasmidi els gens que codifiquen les proteïnes PAP i GM-CSF amb un únic promotor. La imatge mostra aquest plasmidi recombinant que s'usarà com a vector.

La taula següent conté algunes de les eines biotecnològiques usades per a la fabricació del plasmidi recombinant i l'obtenció posterior de la proteïna de fusió. Completeu-la indicant la utilitat de cadascuna d'aquestes eines.

[1 punt]



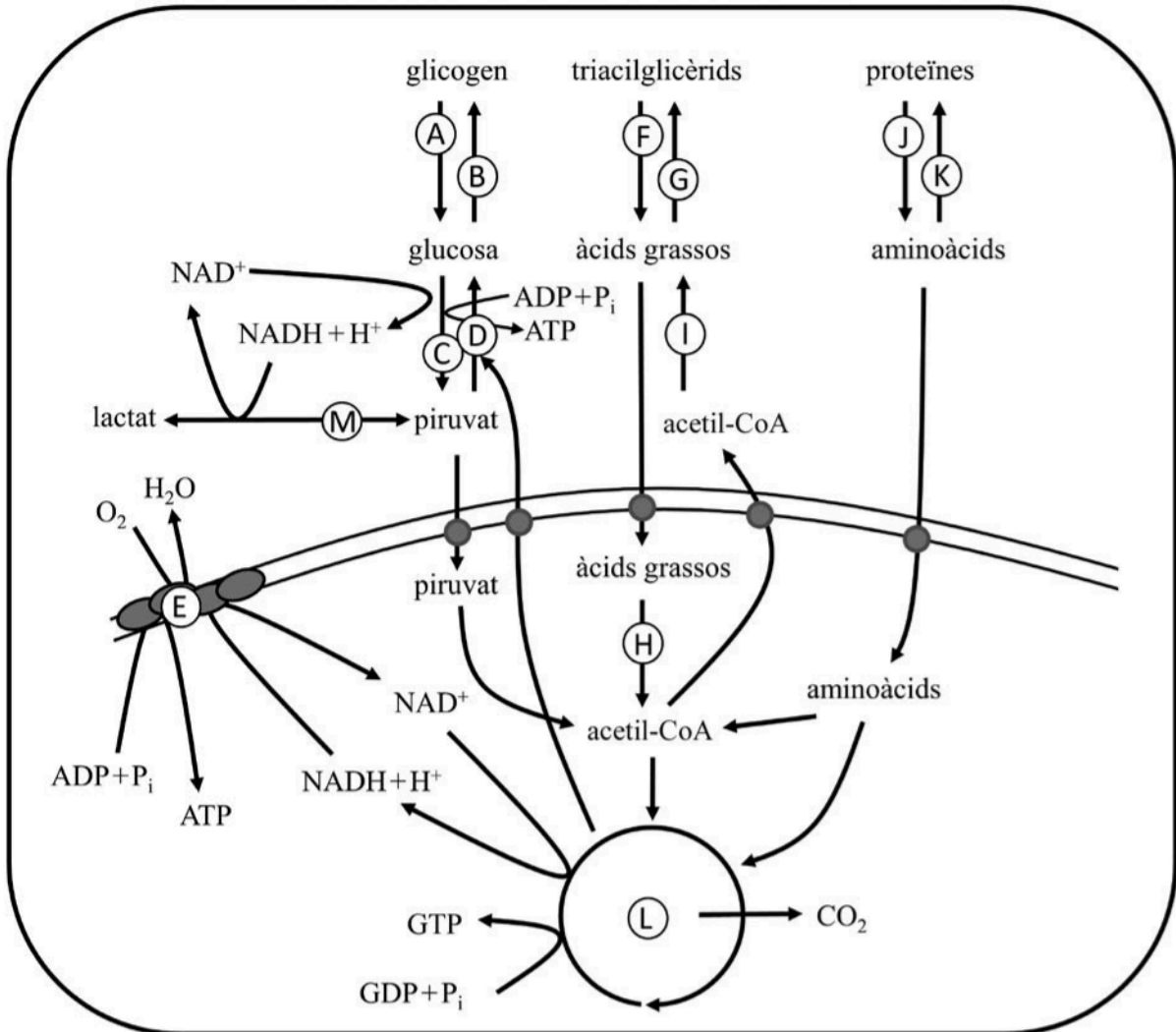
<i>Eina</i>	<i>Utilitat en la fabricació del plasmidi i l'obtenció posterior de la proteïna de fusió</i>
DNA-ligasa	
Enzims (o endonucleases) de restricció	
Cultiu de bacteris	
Antibiòtic	

Exercici 4

L'os blanc (*Ursus maritimus*) habita les regions àrtiques del planeta, per la qual cosa també es coneix com a *os polar*. És el carnívor terrestre vivent més gros (pot assolir una alçada de 2,5 m i un pes de 600 kg). Les femelles prenyades no mengen res durant tot l'hivern, sinó que viuen del greix que han acumulat al cos durant l'estiu i que han sintetitzat a partir de les proteïnes dels animals que han capturat.



L'esquema metabòlic següent mostra, entre altres, les vies metabòliques d'un animal com l'os blanc.



1. A través de quines vies metabòliques o reaccions químiques aconseguen els ossos blancs transformar les proteïnes en greix? Empleneu les files que calgui de la taula següent amb la informació corresponent, tenint en compte que només heu de considerar la relativa a aquestes vies. (No cal emplenar necessàriament totes les files.)

[1 punt]

<i>Lletra de l'esquema</i>	<i>Nom de la via</i>	<i>Localització celular</i>

2. A l'hivern, per a obtenir energia, els ossos blancs consumeixen el greix que han acumulat durant l'estiu. A través de quines vies metabòliques duen a terme aquest procés? Empleneu les files que calgui de la taula següent amb la informació corresponent, tenint en compte que només heu de considerar la relativa a aquestes vies. (No cal emplenar necessàriament totes les files.)

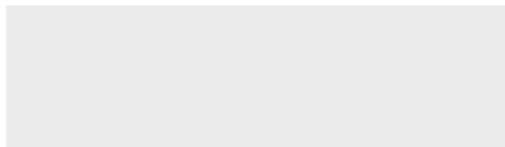
[1 punt]

<i>Lletra de l'esquema</i>	<i>Nom de la via</i>	<i>Localització celular</i>

--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



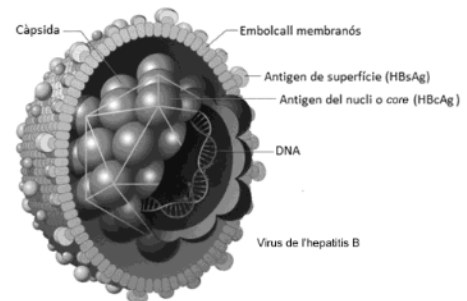
Institut
d'Estudis
Catalans

SÈRIE 1**Notes inicials generals per als correctors vàlides per a tota la prova:**

- Si posen noms científics d'espècies i no els subratllen, descomptem 0,1 punts, però un sol cop en tota la prova
- Les pautes que es donen a continuació fan referència a les possibles respostes que considerem que seran les més habituals. Però amb més de 8.000 examinands, segur que hi haurà molta diversitat. Guieu-vos també pels vostres coneixements i el sentit comú, en base al que posem a les pautes.
- A l'hora de valorar les respostes dels examinands, tingueu present que són persones de 18 anys amb els coneixements que marca el currículum de Batxillerat.

Exercici 1

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), actualment 257 milions de persones viuen amb una infecció crònica del fetge causada pel virus de l'hepatitis B (VHB). La implantació de programes de vacunació contra l'hepatitis B ha fet que disminueixi el nombre de persones afectades per aquesta infecció crònica.



Font: Adaptació feta a partir de <http://img.yasalud.com/uploads/2012/04/Hepatitis-B.jpg>.

1. El VHB està format per un embolcall membranós i una càpsida icosaèdrica que conté el DNA. Algunes proteïnes del VHB són antigens: es tracta de les proteïnes HBsAg de l'embolcall i HBcAg de la càpsida. [1 punt]
 - a) La vacuna de l'hepatitis B s'elabora amb la proteïna HBsAg. Expliqueu la resposta immunitària que genera l'administració d'aquesta vacuna en una persona que no ha estat mai infectada pel VHB.

Resposta model:

La vacuna proporciona una immunització activa contra l'antigen de superfície (HBsAg) del virus de l'hepatitis B. Els antigens presents en la vacuna activen la **resposta immunitària primària**. Alguns limfòcits B esdevenen **cèl·lules plasmàtiques** que elaboren **anticossos** anti-HBsAg. Altres limfòcits B originen **cèl·lules de memòria**, les quals s'activaran en cas d'un nou contacte amb aquest antigen del virus de l'hepatitis B i provocaran una resposta immunitària secundària més ràpida. Per això una persona vacunada no patirà l'hepatitis B.

- 0,4 punts per les paraules clau (0,1 punts per cada paraula clau –en negreta– expressada de forma correcta)
- 0,2 punts per contextualitzar segons l'enunciat de la pregunta

TOTAL SUBPREGUNTA a) = 0,6 punts

Nota: si expliquen bé el procés però no esmenten les paraules clau de forma explícita, llavors la meitat de puntuació

- b) Expliqueu per què no tindria la mateixa eficàcia una vacuna elaborada amb la proteïna HBcAg.

Resposta model:

Els anticossos sintetitzats contra l'antigen HBcAg no poden neutralitzar el VHB (o no ho poden fer amb la mateixa eficàcia) perquè aquest antigen es troba a l'interior del virus (i per tant els anticossos no hi tenen accés).

O bé

No es poden unir a l'antigen ja que aquest es troba a la càpsida (o a l'interior del virus, o no estan a la superfície del virus).

O bé

No es poden unir a l'antigen ja que l'embolcall ho impedeix.

O bé

També es pot justificar fent referència a que els anticossos s'uniran més fàcilment a l'antigen HBsAg ja que aquest està a l'embolcall i és de més fàcil accés pels anticossos

- 0,2 punts per dir que els anticossos anti-HBcAg no poden neutralitzar el virus o bé que no poden unir-se a l'antigen HBcAg o bé no es poden unir a l'Ag ja que l'embolcall ho impedeix.

- 0,2 punts per dir que l'antigen HBcAg està situat a l'interior del VHB.

TOTAL SUBPREGUNTA b) = 0,4 punts

Nota: Si diuen que han estat en contacte amb el virus en lloc de l'antigen (HBsAg), llavors 0,1 punts.

2. En una revisió mèdica que es fa als treballadors d'una empresa, se'ls pregunta si estan vacunats contra l'hepatitis B. Hi ha dues persones que no ho recorden. Per a determinar si estan vacunades o no, se'ls practica una anàlisi de sang que dona els resultats següents:

[1 punt]

	Antígens		Anticossos	
	HBsAg	HBcAg	Anti-HBsAg	Anti-HBcAg
Anàlisi de la persona 1	-	-	+	+
Anàlisi de la persona 2	-	-	+	-

Presència a la sang: +; absència a la sang: -.

Els resultats de les anàlisis confirmen que les dues persones són immunes al VHB: una per vacunació i l'altra perquè va tenir una infecció pel VHB.

- a) Quina de les dues anàlisis correspon a la persona vacunada contra l'hepatitis B? Justifiqueu la resposta.

L'anàlisi 2.

Perquè la vacuna utilitzada només pot desencadenar la síntesi d'anticossos anti-HBsAg, perquè els únics antígens que conté la vacuna són els HBsAg.

- 0,1 punts per identificar correctament l'anàlisi 2.

- 0,4 punts per la justificació (per relacionar correctament la composició de la vacuna -HbsAg- amb els anticossos presents a la sang -anti-HBsAg-).

TOTAL SUBPREGUNTA a) = 0,5 punts

- b) Si més endavant la persona vacunada pateix una infecció pel VHB, quin tipus de resposta immunitària (primària o secundària) es produirà? Justifiqueu la resposta.

Resposta model:

Resposta immunitària secundària, perquè aquesta persona ja té cèl·lules de memòria immunitària (o memòria immunològica, o limfòcits B de memòria) que es van generar amb la primera exposició a l'antigen (HBsAg) de la vacuna contra el VHB.

- 0,1 punts per identificar correctament que és la resposta secundària.

- 0,2 punts per dir que la persona ja havia estat exposada a l'antigen (HBsAg).

- 0,2 punts per dir que la persona vacunada té memòria immunològica per a l'antigen (HBsAg) (o bé que té cèl·lules de memòria contra els antígens, o que pot fabricar anticossos contra els antígens).

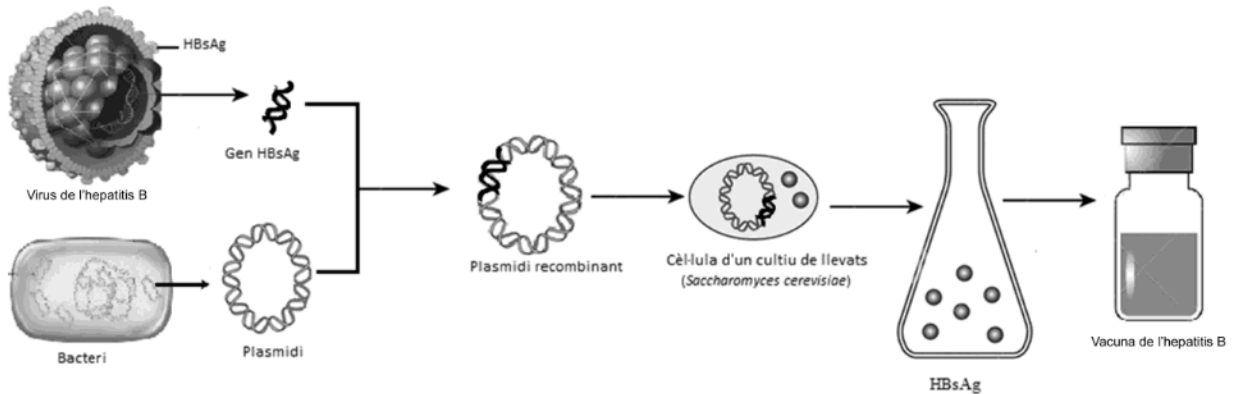
TOTAL SUBPREGUNTA b) = 0,5 punts

Nota per als correctors:

- Demanem que justifiquin per què és la resposta secundària, però si en lloc de justificar-ho expliquen la resposta secundària correctament i ho fan en el context de la pregunta, també ho donarem per vàlid.

3. Actualment la vacuna de l'hepatitis B s'obté per mitjà de la tècnica del DNA recombinant.

[1 punt]



Font: Adaptació feta a partir de les pàgines web <https://nl.dreamstime.com/stock-afbeeldingen-het-vaccin-van-de-hepatitis-b-image13078684>, <http://nepad-abne.net/wp-content/uploads/2015/07/resizedimage600289-bacterium.jpg> i <http://img.yasalud.com/uploads/2012/04/Hepatitis-B.jpg>.

- a) Expliqueu el procés seguit per a obtenir el plasmidi recombinant de la figura anterior.

Resposta model:

- Obtenir/aïllar un plasmidi bacterià.
- Obtenir/aïllar el gen de la proteïna HBsAg.
- Utilitzar enzims de restricció (o endonucleases) per tallar per seqüències concretes el DNA del plasmidi i del gen HBsAg.
- Unir el gen i el plasmidi amb ligases.

PUNTUACIÓ subpregunta a): 0,75 punts repartits segons:

- 0,25 punts per explicar que cal obtenir els diferents tipus de DNA que formen el DNA recombinant (el plasmidi i el gen).
- 0,25 punts per anomenar els enzims de restricció i dir per què es fan servir (si només els anomenen, llavors 0,1 punts).
- 0,25 punts per anomenar les ligases i dir per què es fan servir (si només les anomenen, llavors 0,1 punts).

- b) Quina és la funció del llevat en l'obtenció de la vacuna?

La funció del llevat és produir l'antigen HBsAg amb el qual es fabrica la vacuna (o fer de biofàbrica).

També es pot dir que la funció del llevat és transcriure i traduir (o expressar) el gen, per obtenir quantitats industrials de vacuna de l'hepatitis B ja que els llevats es reproduïen molt ràpid, o que proporciona la maquinària per la rèplica del gen HBsAg.

PUNTUACIÓ subpregunta b): 0,25 punts

Nota: els alumnes no ho han de saber ni cal que ho diguin, però també és correcte si diuen que es fa en llevats i no en bacteris perquè cal un sistema endomembranós per modificar el pèptid resultant de la traducció del gen que codifica per a l'antigen HBsAg per tal que sigui com l'original (i els bacteris no poden fer aquestes modificacions, cal una cèl·lula eucariota).

Exercici 2

La fagoteràpia és una tècnica per a tractar infeccions bacterianes basada en l'ús de bacteriòfags. Fa un quant temps, el Grup de Microbiologia Molecular de la UAB va trobar tres bacteriòfags virulents específics per als bacteris del gènere *Salmonella*. Els investigadors van administrar els bacteriòfags per via oral a pollets (*Gallus gallus*) infectats per aquest bacteri, i van observar una reducció de la concentració de *Salmonella* en el tub digestiu dels pollets.

1. En la taula següent es presenten desordenats els noms de les diferents fases del mecanisme d'acció dels bacteriòfags sobre les cèl·lules bacterianes. Ordeneu les fases, escrivint un número de l'1 al 5 a la casella corresponent, i expliqueu en què consisteix cadascuna.

[1 punt]

<i>Nom de la fase</i>	<i>Número d'ordre</i>	<i>Explicació</i>
Penetració	2	Entrada del material genètic (o ADN) dins la cèl·lula.
Síntesi o eclipsi	3	Procés de còpia del material genètic (o ADN) del virus i síntesi de les proteïnes víriques.
Adsorció	1	El virus (o el virió) s'adhereix a la membrana, paret o superfície del bacteri.
Alliberament o lisi	5	Sortida de la cèl·lula hoste / Lisi o trencament del bacteri / Alliberament dels virions.
Maduració o assemblatge	4	Encaix dels components del virus (o del virió) / Assemblatge de les proteïnes de la càpsida i de l'àcid nucleic.

Puntuació: (0,05 per cada número ben posat i 0,15 per cada explicació ben feta)

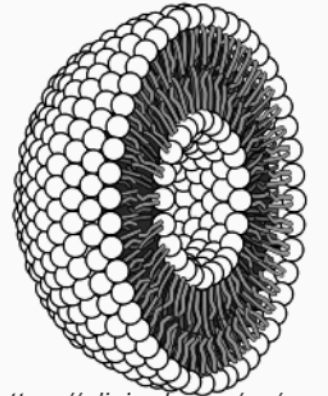
TOTAL: 1 punt

Nota 1: si un dels números està mal posat, però a partir d'ell la resta segueixen l'ordre lògic, es comptaran com a bons els ítems que estiguin ben ordenats.

Nota 2: la pauta dona la resposta més bàsica, és possible que alguns alumnes detallin més la resposta. El corrector valorarà l'adequació.

2. Un dels problemes que es van trobar els microbiòlegs va ser la reduïda estabilitat d'aquests bacteriòfags en el tub digestiu. Per solucionar aquest problema, van desenvolupar un sistema de nanoencapsulació basat en càpsules membranoses de lípids (liposomes). Van introduir els bacteriòfags en aquestes partícules liposòmiques i les van administrar per via oral. A la dreta hi ha un esquema d'una partícula liposòmica.

[1 punt]



Font: <https://elixinol.com/es/blog/liposome-improve-cbd-absorption>

- a) Quin és el nom de les molècules que formen els liposomes?

Fosfolípids (o fosfoglicèrids o esfingolípids)

PUNTUACIÓ SUBPREGUNTA a): 0,2 punts

Nota per als correctors: si diuen només lípids, llavors 0,1 punts.

- b) Quina característica d'aquestes molècules lipídiques permet que formin la bicapa liposòmica? Raoneu la resposta.

- Són molècules amfipàtiques, és a dir, que tenen una zona polar (o hidròfila) i una zona apolar (o hidròfoba). (0,5 punts)

- Aquesta propietat afavoreix que, en un medi aquós, les zones apolars de les molècules tendeixin a disposar-se en contacte provocant, així, la formació del liposoma. (0,3 punts)

TOTAL SUBPREGUNTA b) = 0,8 punts

Nota per als correctors: no cal que facin servir el terme amfipàtiques, però sí que han de descriure la doble polaritat i relacionar-ho amb la seva disposició.

OPCIÓ A**Exercici 3**

En Xavier, un alumne que està cursant segon de batxillerat, ha trobat un article sobre els antibiòtics en una revista de divulgació. Atès que estan treballant precisament aquest tema a l'institut, el porta a classe i l'ensenya als companys. L'article diu el següent:

Els antibiòtics estan deixant de funcionar

A principis d'any, una dona de setanta anys es va fer tristament famosa a tot el món. L'havia matada el bacteri *Klebsiella pneumoniae*, després que se li infectés una ferida que s'havia fet mesos abans en trencar-se una cama.

Aquest bacteri pertany a la família de les enterobacteriàcies, dins la qual s'han identificat alguns organismes que són resistents a la major part d'antibiòtics que hi ha al mercat. Per això, aquest

«superbacteri» va resistir tots els antibiòtics que se li van subministrar.

El cicle vital dels bacteris, que pot durar des d'uns minuts fins a unes hores, fa que en la durada

d'una vida humana tinguin centenars de milers d'oportunitats d'esdevenir resistents als antibiòtics.

Traducció i adaptació fetes a partir d'un text publicat a *Plantas & Bienestar* (octubre 2017)

1. Anomeneu i expliqueu dos mecanismes mitjançant els quals un bacteri pot esdevenir resistent a un antibiòtic.

[1 punt]

Qualsevol dels següents 4 mecanismes és correcte. Els examinands n'han d'explicar només 2.

- Mutacions atzaroses i preadaptatives que originen un gen de resistència, i l'antibiòtic actua de selecció natural afavorint la supervivència dels resistents (o eliminant els sensibles).
- Per conjugació (o parasexualitat bacteriana), través d'un plasmidi que contingui un gen de resistència.
- Per transformació, a través de fragments d'ADN que continguin un gen de resistència, que el bacteri agafa del medi i incorpora al seu genoma.
- Per transducció, a través d'un virus (o d'un bacteriòfag) que transporta un fragment d'ADN amb un gen de resistència d'un bacteri a un altre.

Qualsevol resposta lamarckiana, 0 punts

PUNTUACIÓ: *(0,2 punts per cada nom d'un dels dos mecanismes + 0,3 punts per l'explicació de cadascun dels dos mecanismes. Total: 0,2 p + 0,3 p + 0,2 p + 0,3 p) = 1 punt*

2. Un dels antibiòtics que es fan servir per a combatre infeccions bacterianes és l'ampicil·lina. L'ampicil·lina actua impedit la síntesi del peptidoglicà. [1 punt]

- a) Per què aquest antibiòtic, que és tan efectiu per a combatre aquests bacteris, pràcticament no afecta les cèl·lules del malalt? Justifiqueu la resposta.

Resposta model:

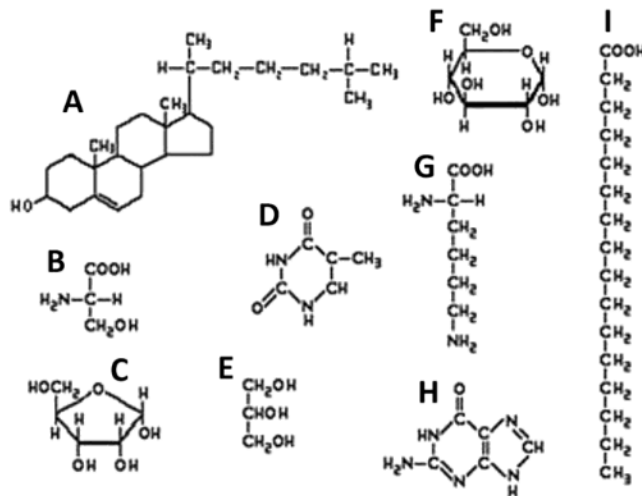
Els bacteris tenen peptidoglicans a la seva paret cel·lular, i en canvi les cèl·lules humanes no tenen paret (*o no tenen peptidoglicans*). Per tant, les cèl·lules humanes no tenen la diana sobre la qual actua l'antibiòtic, i aquest no les afecta.

PUNTUACIÓ SUBPARTAT a): (0,5 punts)

Nota: Si els examinands responen de manera incompleta i només justifiquen que afecta a les cèl·lules bacterianes perquè tenen peptidoglicans però sense cap al·lusió a les cèl·lules del pacient, llavors (0,2 punts).

- b) Els peptidoglicans són uns heteropolímers formats per cadenes de derivats de monosacàrids i aminoàcids.

Observeu la figura següent:



Indiqueu quines de les molècules de la figura són monosacàrids i digueu-ne el nom.

C – ribosa, o bé alfa-d-ribofuranosa (0,25 punts)

F – glucosa, o bé alfa-d-glucopiranososa (0,25 punts)

PUNTUACIÓ SUBPARTAT b): (0,5 punts)

Nota 1: si només les identifiquen per la lletra però no en saben el nom o no el posen bé, llavors 0,1 punts.

Nota 2: si afegixen molècules de més, restem (0,1 punts) per cada molècula de més no correcte, però en cap cas la puntuació acabarà sent negativa. Per exemple, si posen dues molècules i ambdues són errònies, la puntuació del subpartat serà 0 punts (no -0,2 punts)

3. Per comprovar que l'ampicil·lina inhibeix el creixement bacterià, en Xavier i els seus companys dissenyen l'experiment següent:

[1 punt]

- 1r. Agafen dues plaques de Petri on hi ha el mateix medi nutritiu, adequat per al creixement de colònies bacterianes.
- 2n. En una de les plaques hi afegeixen ampicil·lina, en la concentració que indica el prospecte del laboratori farmacèutic, i l'altra placa la deixen sense ampicil·lina.
- 3r. Després d'una estona sense rentar-se les mans, en Xavier passa els dits per les dues plaques per deixar-hi els bacteris que puguin tenir.
- 4t. Incuben les dues plaques a 37 °C, en un mateix incubador, a les fosques i durant 24 hores.
- 5è. Passat aquest temps, observen les plaques de Petri i compten quantes colònies de bacteris hi ha a cadascuna. A la placa amb ampicil·lina no en troben cap, i a la que no tenia ampicil·lina hi ha dotzenes de colònies.

- a) Indiqueu quina és la variable independent i quina la variable dependent de l'experiment, i esmenteu dues variables més que han controlat.

Variable independent: presència / absència d'ampicil·lina al medi de cultiu (0,2 punts)

Variable dependent: nombre de colònies, o bé creixement o no de colònies de bacteris (0,2 punts)

Altres variables que han controlat: la temperatura, el temps, el medi de cultiu (excepte l'ampicil·lina), les plaques de Petri, els dits d'en Xavier (d'una mateixa persona), o bé qualsevol altra variable que el corrector consideri correcta (0,1 punt per cada variable = 0,2 punts)

Nota 1: a l'enunciat només se'n demanen dues.

Nota 2: Si es limiten a definir les variables amb una paraula, com per exemple ampicil·lina, bacteris, ... llavors només (0,1 punts).

TOTAL SUBPREGUNTA a) = 0,6 punts

- b) Quan la professora llegeix l'informe de la pràctica, els diu que no han aplicat bé el mètode científic experimental, i que, per tant, els resultats que han obtingut, malgrat que puguin semblar molt lògics, no es poden donar per vàlids. Per què no han aplicat bé el mètode científic experimental? Justifiqueu la resposta.

No han fet rèpliques (0,2 punts)

Justificació model: Caldria haver afegit diverses plaques amb ampicil·lina i un mateix nombre de plaques sense. Si no es fan rèpliques, no es pot saber si el resultat (malgrat semblar lògic) ha estat fruit de l'atzar (0,2 punts)

TOTAL SUBPREGUNTA b) = 0,4 punts

Nota: també és possible que diguin que caldria fer un altre control, que és una placa sense posar-hi els dits, per controlar que el medi no estava contaminat. També ho donem per bo, amb la mateixa puntuació.

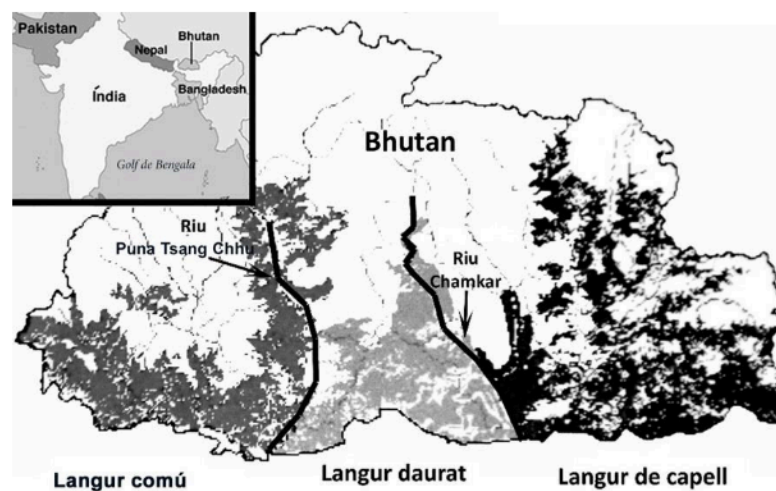
Exercici 4

Els langurs són uns primats endèmics del subcontinent indi. N'hi ha moltes espècies diferents, que viuen en hàbitats diversos.

Una família que ha de viatjar a Bhutan consulta el mapa següent, on es mostra la distribució en aquest país de tres espècies de langurs: el langur comú (*Semnopithecus entellus*), el langur daurat (*Presbytis geei*) i el langur de capell (*Presbytis pileata*).



Langur daurat.



El text que acompanya el mapa diu el següent:

«Els langurs de Bhutan es distribueixen allopàtricament. En els darrers anys, els ponts penjants que creuen el riu Chamkar, a la regió de Kheng, han permès que els langurs de capell i els langurs daurats s'hibridin.»

1. Responen a les preguntes següents:

[1 punt]

- a) Com es poden haver originat aquestes espècies de langurs a partir d'un avantpassat comú, segons la teoria sintètica de l'evolució (neodarwinisme)?

Resposta model:

Aquestes poblacions no poden encreuar-se a causa d'una **barrera geogràfica** (l'enunciat diu que es distribueixen al·lopàtricament, i al mapa es veu que el riu les separa) (0,2 punts). Aquesta barrera geogràfica que no els permet relacionar-se és una de les causes que, a través de **mutacions atzaroses i/o deriva genètica** (0,1 punt per una de les dues paraules marcades en negreta) i de **selecció natural** (0,1 punt), es produeixi especiació. Aquests processos faran que dues poblacions separades per una barrera geogràfica vagin divergint (que es vagin fent cada vegada més diferents) fins que, si tornen a entrar en contacte, ja **no es puguin reproduir entre ells i tenir descendència fèrtil** (o bé que ja hi hagi mecanismes d'**aïllament reproductiu** (com ara esterilitat dels híbrids, aïllament estacional, ecològic, etològic..., però no cal que els esmentin per tenir la màxima puntuació). (0,2 punts)

PUNTUACIÓ: 0,6 punts per a la subpregunta a), repartits segons els conceptes clau que s'indiquen a la resposta model.

- b) Els langurs de capell i els langurs daurats poden hibridar-se. Un dels membres de la família que està observant el mapa comenta:

«Si aquests dos tipus de langurs es poden hibridar, això vol dir que no són espècies diferents; sens dubte, pertanyen a la mateixa espècie.»

Té raó en això que diu? Discussiu aquesta afirmació.

Possible resposta correcta 1: No té raó. (0,1 punts)

Possible resposta correcta 2: Depèn. (0,1 punts)

Justificació en els dos casos: Perquè pertanyin a la mateixa espècie, a més de tenir descendents en comú (el híbrids que esmenta el text), també cal que aquests descendents siguin fèrtils. Això el text que acompanya el mapa no ho diu, i per tant no podem concloure de manera segura que pertanyin a la mateixa espècie. (0,3 punts)

Possible resposta parcialment correcta : Sí. Donant per suposat que els híbrids són fèrtils (cosa que l'enunciat no diu) i justificant que si tenen descendència fèrtil s'han de considerar de la mateixa espècie. (0,1 punts en total)

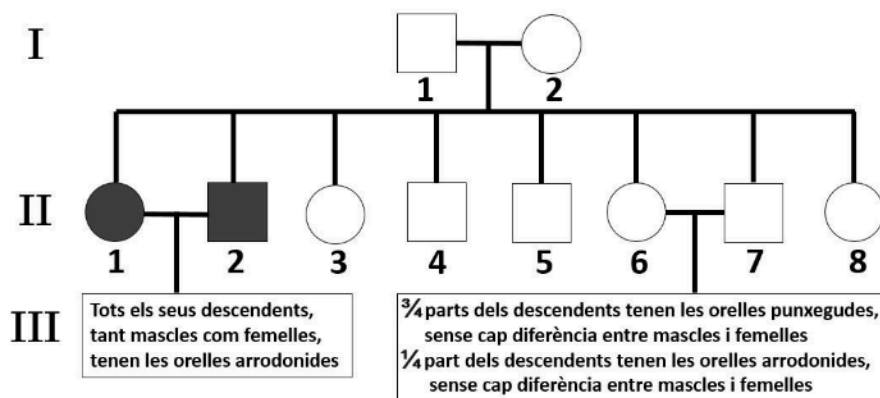
PUNTUACIÓ: 0,4 punts per a la subpregunta b), a repartir segons s'indica anteriorment.

2. El langur comú té les orelles punxegudes. Un investigador que estudia aquests animals observa que, de tant en tant, també n'hi ha que neixen amb les orelles arrodonides. Escull una família nombrosa de langurs comuns, i en fa l'arbre genealògic.

[1 punt]



Langur comú




Simbologia

 Mascle d'orelles punxegudes

 Mascle d'orelles arrodonides

 Femella d'orelles punxegudes

 Femella d'orelles arrodonides

- a) Determineu el patró d'herència del caràcter «forma de les orelles». Marqueu la resposta correcta en cada cas i justifiqueu la resposta.

<p>L'al·lel «orelles arrodonides» és: Dominant <u>Recessiu</u></p> <p>(0,1 punts)</p>	<p><i>Justificació:</i> Hi ha diverses maneres de justificar-ho. Es pot establir una nomenclatura al·lèlica pel caràcter (per exemple A = orelles punxegudes; a = orelles arrodonides) i assignar el genotip a cadascun dels individus.</p> <p><i>(NOTA: és possible que assignin els genotips de la justificació al costat de la genealogia, i també ho donarem per bo; cal estar alerta, per tant, al que hagin indicat fora d'aquest requadre).</i></p> <p>En el pedigrí es veu que dos individus d'orelles punxegudes (poden anomenar I.1 i I.2 o II.6 i II.7) poden tenir fills d'orelles arrodonides. Això només pot passar si els dos que s'encreuen són heterozigots i els fills d'orelles arrodonides són homozigots recessius (amb aquestes paraules o mostrant aquests genotips)</p> <p>(0,2 punts)</p>
<p>El gen «forma de les orelles»: Està lligat al sexe <u>És autosòmic</u></p> <p>(0,1 punts)</p>	<p><i>Justificació:</i> No hi ha diferències entre mascles i femelles pel que fa a la manifestació del caràcter orelles arrodonides. Això s'indica clarament als descendents de II-6 i II-7, on diu textualment "sense cap diferència entre mascles i femelles".</p> <p>També es pot justificar dient que si fos recessiu i lligat al sexe, la parella I1 i I2 no podrien tenir la filla (II1).</p> <p>(0,2 punts)</p>

TOTAL SUBPREGUNTA a) = 0,6 punts

- b) Si s'encreuen els individus II-2 i II-6, quina proporció dels descendents manifestarà el fenotip «orelles arrodonides» i quina proporció el fenotip «orelles punxegudes»? Indiqueu els encreuaments.

PUNTUACIÓ: (0,4 punts, repartits segons s'indica)

- Primer hauran de deduir el genotip dels progenitors. Per deduir-lo (encara que sigui implícitament) (0,15 punts, dels quals 0,05 punts per establir una nomenclatura correcta i 0,1 punts pels genotips dels progenitors).

Cal que indiquin a quin progenitor concret pertany cada genotip. Això ho poden fer:

1. dient qui és el mascle i qui la femella.
 2. dient quin progenitor té les orelles arrodonides i quin les té punxegudes.
- Si no ho aclareixen jo només els donaria la meitat: 0,05.

Si A = orelles punxegudes i a = orelles arrodonides, (s'accepta qualsevol nomenclatura que sigui coherent i no porti a confusió)

II-2 és aa

II-6 és Aa

- Per l'encreuament (0,1 punt)

Aa x aa



$\frac{1}{2}$ Aa + $\frac{1}{2}$ aa

- Per explicitar els fenotips i la proporció de cada fenotip (0,15 punts)

$\frac{1}{2}$ (o 50% o 0,5) orelles arrodonides

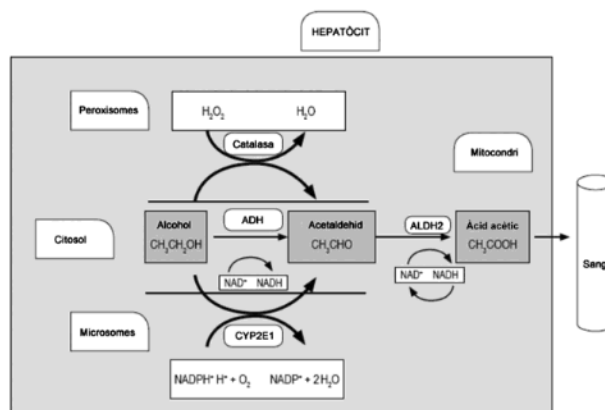
$\frac{1}{2}$ (o 50% o 0,5) orelles punxegudes

OPCIÓ B

Exercici 3

L'alcohol, quan s'ingereix, és metabolitzat als hepatòcits. L'enzim alcohol-deshidrogenasa (ADH) i l'enzim aldehyd-deshidrogenasa (ALDH2) intervenen en la degradació de l'alcohol a àcid acètic, que després es pot convertir en acetil-CoA.

El 50 % dels asiàtics tenen una mutació al gen que codifica l'enzim ALDH2. Aquesta mutació fa que l'enzim ALDH2 sigui inactiu, la qual cosa pot provocar que quan aquestes persones ingereixen alcohol acumulin acetaldehid a la sang i als teixits, ja que no el poden degradar a àcid acètic. En l'esquema següent es mostra aquesta via metabòlica:



Font: Adaptació feta a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcg/v31n1/v31n1a05.pdf>.

1. Els homozigots per al gen de l'ALDH2 amb els dos al·lells mutats no presenten cap activitat enzimàtica. Els heterozigots tenen una activitat enzimàtica reduïda i poden metabolitzar una quantitat petita d'acetaldehid, mentre que els homozigots amb els dos al·lells salvatges (no mutats) presenten una activitat enzimàtica normal.

[1 punt]

- a) Quin tipus de relació hi ha entre els al·lells d'aquest gen? Justifiqueu la resposta.

S'admet com a correcta qualsevol de les dues opcions següents, ja que es pot interpretar des del punt de vista d'herència a nivell molecular (quantitat de molècules d'enzim - codominància) o bé des del punt de vista fenotípic (activitat enzimàtica - herència intermèdia o dominància incompleta):

Codominància, ja que hi ha tres fenotips i en els heterozigots els dos al·lells s'expressen per igual: un al·lel s'expressa i dona lloc a enzims amb activitat funcional i l'altre al·lel també s'expressa donant enzims no funcionals.

O bé

Herència intermèdia (també es pot anomenar **dominància incompleta**), ja que hi ha tres fenotips i els heterozigots (tenen un al·lel normal i un mutat) presenten una mica d'activitat enzimàtica, però menys que els homozigots normals i més que els homozigots amb els dos al·lells mutats.

Puntuació subpregunta a): 0,4 punts (0,2 pel tipus de relació entre els al·lells i 0,2 per la justificació)

- b) Els dos individus d'una parella presenten una activitat reduïda de l'enzim ALDH2. Es pregunten com podria ser aquest caràcter en els seus descendents.

Amb els vostres coneixements de genètica, podeu ajudar-los. Indiqueu la simbologia corresponent, representeu l'encreuament i escriviu les proporcions dels possibles genotips i fenotips de la descendència.

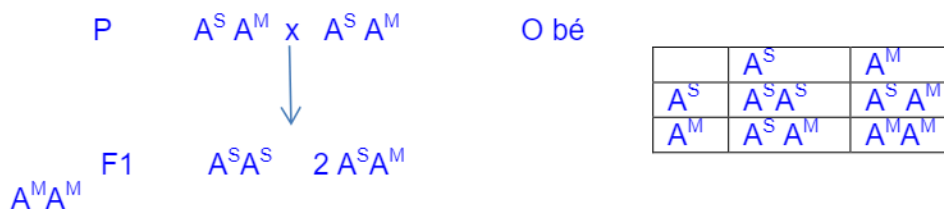
Simbologia:

A^S : al·lel normal per l'ALDH2

A^M : al·lel mutat per l'ALDH2

(0,1 punts) per fer servir una simbologia correcta, que pot ser diferent d'aquesta. S'acceptarà qualsevol simbologia que sigui coherent amb el problema (per exemple, A i a, sempre que l'heterozigot Aa sigui el d'activitat reduïda)

Encreuament:



(0,2 punts) per l'encreuament o la taula de Punnet.

Proporció dels possibles genotips i fenotips

Genotip	Fenotip	Proporció
$A^S A^S$	activitat enzimàtica normal de l'enzim ALDH2	$\frac{1}{4}$ (o bé 25%)
$A^S A^M$	activitat enzimàtica reduïda de l'enzim ALDH2	$\frac{1}{2}$ (o bé 50%)
$A^M A^M$	sense activitat enzimàtica de l'ALDH2	$\frac{1}{4}$ (o bé 25%)

(0,3 punts) per la resposta correcta de genotips i fenotips . Tot i que es demana la proporció, s'acceptarà també si en donen els percentatges.

Total puntuació subpregunta b): 0,6 punts (0,1 punts + 0,2 punts + 0,3 punts segons s'indica als apartats respectius)

Nota: en cas que a l'apartat a) responguin que és un altre tipus d'herència i l'apartat b) el resolguin correctament d'acord amb el que han respost a l'apartat a), es comptarà la meitat de la puntuació: (0,3 punts)

2. L'acumulació d'acetaldehid provoca un fort envermelliment a la pell, especialment la de la cara. Entre la població japonesa, després de beure alcohol, el 57 % de les persones no manifesta aquest símptoma, el 40 % el manifesta lleugerament i el 3 % el manifesta de manera molt intensa.

[1 punt]

- a) Escriviu les freqüències genotípiques i les freqüències gèniques o al·lèliques per al gen de l'ALDH2 en la població japonesa. Indiqueu els càlculs que heu fet per a obtenir els resultats.

Freqüències genotípiques:

Freqüència del genotip $A^S A^S$ (homozigot normal): 57% o bé 0,57

Freqüència del genotip $A^S A^M$ (heterozigot per a l'al·lel ALDH2): 40% o bé 0,4

Freqüència del genotip $A^M A^M$ (homozigot mutat per l'al·lel ALDH2): 3% o bé 0,03
- 0,3 punts (la simbologia dels genotips hauran d'estar d'acord amb la simbologia emprada en la resolució del problema).

Freqüències gèniques o al·lèliques:

Freqüència de l'al·lel A^S (normal ALDH2) = $57/100 + 1/2 \cdot 40/100 = 0,77$

Freqüència de l'al·lel A^M (mutat ALDH2) = $3/100 + 1/2 \cdot 40/100 = 0,23$

- 0,3 punts (la simbologia de l'al·lel ha d'estar d'acord amb l'emprada per resoldre el problema).

PUNTUACIÓ subpregunta a): 0,6 punts (0,3 punts + 0,3 punts)

- b) Esmenteu quatre factors que poden fer canviar la freqüència d'aquests al·lèls, tant en la població japonesa com en qualsevol altra població.

Les mutacions, la selecció natural, les migracions o flux gènic, la manca de panmixi (o encreuament a l'atzar), la deriva gènica, selecció sexual.

PUNTUACIÓ subpregunta b): 0,4 punts (0,1 punts per cada factor)

Nota: La recombinació no és una resposta correcta perquè no fa variar la freqüència dels al·lèls, encara que canvia el seu lligament.

3. La mutació esmentada del gen de l'ALDH2 també és molt freqüent entre la població xinesa. Arran d'aquest fet, s'ha formulat una hipòtesi segons la qual les persones amb concentracions altes d'acetaldehid a la sang estan protegides de protozous paràsits com *Entamoeba histolytica*, causant d'infeccions intestinals greus, que eren molt freqüents antigament a la Xina.

Justifiqueu, des del punt de vista neodarwinista, com es pot explicar que aquest al·lel sigui tan freqüent en la població xinesa.

[1 punt]

Resposta model:

Entre els xinesos, per atzar, hi havia que tenien la mutació del gen que codifica per la ALDH2 (i això els feia tenir més acetaldehid a la sang si bevien alcohol, però no cal que ho especifiquin) (0,1 punts)

En llocs on les infeccions per *Entamoeba histolytica* eren freqüents, com ara a la Xina, el fet de tenir acetaldehid a la sang els protegia d'aquesta infecció (0,2 punts). És per aquest motiu que els individus bevedors, que presentaven l'al·lel mutat, tenien avantatge respecte els que no presentaven la mutació; la selecció natural els afavoria (0,2 punts per la selecció natural). Van ser els individus que presentaven la mutació i eren bevedors d'alcohol els que van poder sobreviure millor a les infeccions causades pel protozou (0,2 punts), es van reproduir i van passar l'al·lel mutat als seus descendents (0,2 punts).

I (0,1 punts) més per contextualitzar-ho en la qüestió que es planteja

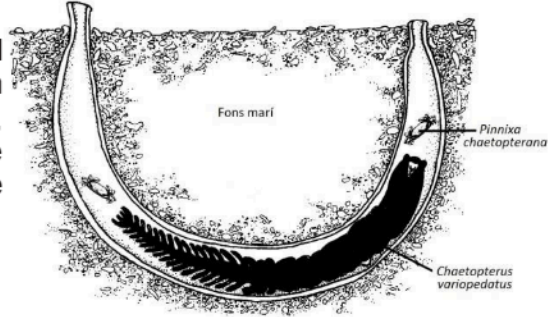
PUNTUACIÓ: 1 punt (repartit segons els ítems que s'indiquen a la resposta model).

Notes:

- No cal que facin referència a la superioritat dels híbrids o heterozigots ni esmentin cap tipus de selecció, sigui estabilitzadora o direccional.
- Qualsevol resposta lamarckiana: 0 punts.

Exercici 4

El cuc *Chaetopterus variopedatus* habita al mar, en zones costaneres. Aquest cuc viu en un tub que excava ell mateix al fang del fons marí, i remou l'aigua per captar partícules d'aliment. De vegades, també entren dins del tub una parella de petits crancs de l'espècie *Pinnixa chaetoptera*.



1. Un equip d'investigadors estudia com influeix la presència o l'absència d'una espècie en l'altra. Per fer això, compten quants individus de cada espècie hi ha en divuit zones diferents del fons marí, de 20 m² cadascuna. Totes les zones presenten condicions similars de fondària, temperatura de l'aigua, salinitat, tipus de sediment, flora i fauna.

Els resultats es mostren en la taula següent:

[1 punt]

	Zona																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nombre d'individus de <i>Chaetopterus variopedatus</i>	80	0	86	81	91	73	0	77	79	78	0	0	83	90	89	71	0	75
Nombre d'individus de <i>Pinnixa chaetoptera</i>	170	11	181	0	192	155	9	166	0	165	10	8	178	191	0	150	12	0

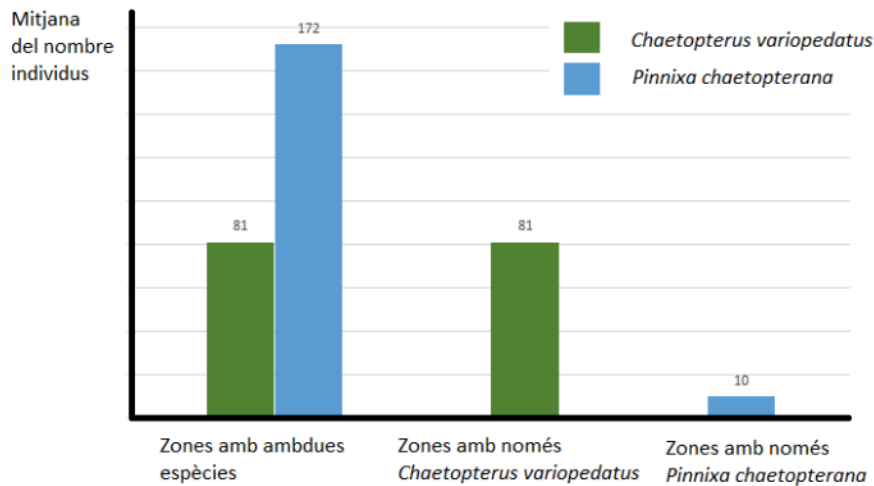
- a) Calculeu les mitjanes aritmètiques del nombre d'individus de cada espècie a les zones on viuen totes dues, a les zones on viu només *Chaetopterus variopedatus* i a les zones on viu només *Pinnixa chaetoptera*. Indiqueu els càlculs que heu fet.

	<i>Chaetopterus variopedatus</i>	<i>Pinnixa chaetoptera</i>
Mitjana del nombre d'individus a les zones on viuen totes dues espècies	$(80+86+91+73+77+78+83+90+71)/9 = 81$	$(170+181+192+155+166+165+178+191+150)/9 = 172$
Mitjana del nombre d'individus a les zones on només viu <i>Chaetopterus variopedatus</i>	$(81+79+89+75)/4 = 81$	
Mitjana del nombre d'individus a les zones on només viu <i>Pinnixa chaetoptera</i>		$(11+9+10+8+12)/5 = 10$

PUNTUACIÓ subpregunta a): 0,4 punts. (0,1 punts per cada resposta correcta)

Nota: Si no indiquen els càlculs, llavors només es dona la meitat de la puntuació.

b) Representeu gràficament els resultats de l'apartat anterior.



0,6 punts repartits de la manera següent:

- 0,2 punts per col·locar correctament els eixos i indicar les variables a cada eix (atenció: si l'alumne diu "nombre d'individus" i no "mitjana", restar 0,1 punts).
- 0,1 punts per indicar en eix o en llegenda les barres corresponents a cada espècie.
- 0,3 punts per representar en forma d'histograma.

Nota 1: si no fan totes les columnes, llavors 0,1 punt menys dels 0,3 corresponents a l'histograma per cada columna que falti.

Nota 2: si en comptes de fer servir les dades de l'apartat anterior com diu l'enunciat (que és l'apartat a)), la qual cosa implica fer servir les mitjanes que han calculat, utilitzen les dades en brut de l'enunciat, llavors no sumem els 0,3 punts corresponents a l'histograma (però si la resta si és correcta).

Nota 3: Si han calculat les mitjanes malament, però l'histograma reflecteix bé les dades que han calculat, llavors puntuem la meitat dels 0,3 punts corresponents a l'histograma (és a dir, 0,15 punts) per no arrossegar tant l'error anterior. La resta d'ítems, si estan ben fets ho valorem normalment.

2. En un estudi de laboratori dut a terme l'any 2000, es van preparar diversos aquaris per a observar-hi durant set mesos el creixement del cuc *Chaetopterus variopedatus*. En la meitat d'aquests aquaris també es van introduir parelles de crancs de *Pinnixa chaetopterana*. Els resultats van mostrar que no hi havia cap diferència en el creixement, el temps de vida i la taxa de reproducció entre els cucs que convivia a l'aquari amb crancs i els que no hi convivia.

A partir d'aquests resultats i dels obtinguts en l'exercici anterior, justifiqueu per què la relació entre *Chaetopterus variopedatus* i *Pinnixa chaetopterana* no es pot considerar ni un cas de parasitisme ni tampoc de mutualisme. [1 punt]

Per què la relació entre Chaetopterus variopedatus i Pinnixa chaetopterana no es pot considerar un cas de parasitisme?

Resposta model:

Els resultats de la pregunta anterior ens mostren que el nombre d'individus del cuc no es veu afectat per la presència o no del cranc. L'estudi realitzat l'any 2000 mostra que tampoc la presència del cranc afecta altres paràmetres vitals del cuc com el temps de vida, el creixement i la taxa de reproducció.

Si fos un cas de **parasitisme**, el nombre de cucs *Chaetopterus variopedatus* disminuiria a les zones on conviu amb els crancs *Pinnixa chaetopterana*, cosa que no reflecteix l'estudi de la pregunta anterior; o bé els seus paràmetres vitals, temps de vida, creixement i taxa de reproducció es veurien afectats negativament en els aquaris on conviu amb el cranc, i l'estudi fet l'any 2000 mostra que això no és així. Com que la presència del cranc no perjudica el cuc, no es pot tractar de parasitisme.

*Per què la relació entre *Chaetopterus variopedatus* i *Pinnixa chaetoptera* no es pot considerar un cas de mutualisme?*

Resposta model:

Si fos un cas de **mutualisme**, el nombre de cucs *Chaetopterus variopedatus* augmentaria a les zones on conviu amb els crancs *Pinnixa chaetoptera*, cosa que no reflecteix l'estudi de la pregunta anterior; o bé els seus paràmetres vitals, temps de vida, creixement i taxa de reproducció es veurien afectats negativament en els aquaris on no conviu amb el cranc, i l'estudi fet l'any 2000 mostra que això no és així. Com que la presència del cranc no beneficia el cuc, no es pot tractar de mutualisme.

PUNTUACIÓ: 1 punt repartit de la manera següent:

- 0,3 punts per justificar de manera correcta per què no es tracta de parasitisme.
- 0,3 punts per justificar de manera correcta per què no es tracta de mutualisme.
- 0,4 punts per contextualitzar de manera correcta fent referència als dos estudis. (0,2 punts pel context de cada estudi)

NOTES:

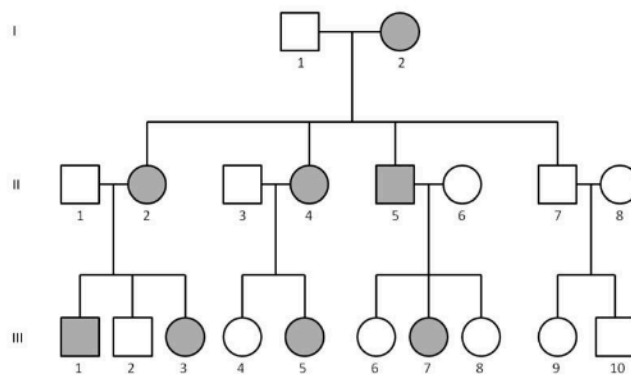
- Si algun alumne va fer malament els càlculs de la primera pregunta però els resultats d'aquesta segona són coherents amb els càlculs que va fer, el corrector atorgarà fins a un punt en funció de la coherència de la resposta: justificació i contextualització.
- Si algun alumne afegeix que el cranc quan viu dins el tub fet pel cuc surt beneficiat, és correcte, però no és necessari per justificar –ho, perquè no es tracta ni de mutualisme, ni de parasitisme.
- Si algun alumne afegeix que com el cranc es beneficia de poder viure al tub del cuc, sense perjudicar-lo ni beneficiar-lo, es tracta d'**inquilinisme**, és correcte, però això no cal que ho diguin per obtenir la màxima puntuació atès que no es demana expressament. Igualment, si un alumne justifica que no es tracta ni de parasitisme ni de mutualisme perquè és inquilinisme i ho justifica de manera correcta i fent referència als dos estudis també caldrà atorgar-li la màxima puntuació.
- Igualment, si algun alumne afegeix que es podria tractar de **comensalisme**. No se li restarà puntuació ja que pot interpretar que el cranc obté menjar a partir del plàncton que el cuc atreu cap al seu tub. (De fet, l'estudi realitzat l'any 2000 mostrava que els cucs que convivia amb el cranc bombejaven més aigua a través del tub que els que no ho feien).

SÈRIE 5

Pregunta 1

En un article publicat a la revista *Mètode* el 2016, Adriana Schatton i Constance Scharff revisaven les investigacions sobre el gen FOXP2, que participa en el llenguatge i l'aprenentatge.

1. Un dels casos que descriu l'article és el d'una família britànica, coneguda com a KE. L'àvia de la família tenia una mutació espontània, que va ser heretada per quasi tots els seus fills i molts dels seus nets. Aquesta mutació feia que tinguessin dificultats per a parlar i per a entendre el llenguatge. Observeu l'arbre genealògic següent, que correspon a la família KE; les persones afectades per la mutació apareixen marcades en gris. Supposeu que les parelles dels fills o filles no són portadores de l'al·lel causant de l'anomalia. [1 punt]



a) L'al·lel que produeix aquesta anomalia del llenguatge és dominant o recessiu? Justifiqueu la resposta.

L'al·lel és dominant. (0,2 punts)

Justificació model:

No pot ser recessiu perquè l'anomalia es transmet sense saltar-se cap generació, i a més ens diuen que les parelles dels fills i filles no duen l'al·lel. Per tant, produeix l'anomalia en individus heterozigots (com ara serien els III.3. i III.5.) (0,3 punts)

Puntuació subpregunta a) = 0,5 punts, repartits segons s'indica

b) Aquest gen és autosòmic o està lligat al sexe? Justifiqueu la resposta.

El gen és autosòmic. (0,2 punts)

Justificació model:

No pot ser lligat al sexe perquè sabem que l'home II.5 pateix l'anomalia i llavors hauria de tenir el seu únic cromosoma X amb l'al·lel dominant que la produeix. Per tant totes les seves filles heretarien aquest mateix cromosoma X i les noies III.6 i III.8 haurien de patir l'anomalia. (0,3 punts)

Puntuació subpregunta b) = 0,5 punts, repartits segons s'indica

2. Responen a les qüestions següents aplicant el patró d'herència que heu deduït en l'exercici anterior. [1 punt]

a) Completeu la taula següent. Indiqueu una simbologia adient per a representar els al·lels d'aquest gen i escriviu el genotip dels individus corresponents. [0,5 punts]

Simbologia: [0,2 punts]

A: al·lel dominant que produeix l'anomalia.

a: al·lel recessiu normal.

O qualsevol altre lletra o símbol coherent, sempre que la majúscula s'utilitzi per a l'al·lel dominant i la minúscula per al recessiu.

NOTA: Si l'alumne ha deduït un patró d'herència incorrecte a l'apartat 1 i l'utilitza coherentment en aquest apartat 2, llavors no se'l tornarà a penalitzar i se li donarà l'exercici per correctament resolt. El corrector pot justificar-ho fent l'anotació EAA (Error arrossegat d'abans). Exemple: l'alumne ha deduït que el gen és lligat al sexe (apartat 1.b. valorat amb 0) i aquí utilitza una simbologia coherent, com ara II.1. X^aY , II.2. X^AX^a , III.1. X^AY . Llavors li puntuarem bé aquest apartat.

Genotips de:

II.1.	aa [0,1 punts]
II.2.	Aa [0,1 punts]
III.1.	Aa [0,1 punts]

Puntuació subpregunta a) = 0,5 punts, repartits segons s'indica

b) Si la parella formada pels individus II-1 i II-2 tingués un altre descendent, quina probabilitat hi hauria que manifestés l'anomalia en el llenguatge? Justifiqueu la resposta.

Progenitors	aa	X	Aa
Gàmetes	a		A a
Genotips fills		↓	Aa aa
Fenotips fills	1/2 Anomalia		1/2 Normal

Per tant, la probabilitat que el nou fill tingui l'anomalia és d'1/2 (o 50%, o 0,5).

Puntuació subpregunta b) [0,5 punts], repartits segons: (0,2 punts) per dir la probabilitat + (0,3 punt)s per la justificació

NOTA: La justificació pot basar-se en el mètode dicotòmic, la taula de Punnett o una descripció verbal dels gàmetes i les seves combinacions possibles.

NOTA 2: Igual que en l'apartat a, es consideraran correctes les respostes coherents amb error arrossegat de l'apartat 1.

3. Malgrat que està relacionat amb el llenguatge, el gen FOXP2 no és exclusiu dels humans. De fet, es troba en tots els vertebrats que s'han estudiat, la qual cosa es considera una nova evidència molecular de l'origen evolutiu comú d'aquest grup d'animals. Expliqueu breument dues evidències moleculars de l'origen evolutiu comú de tots els éssers vius de la Terra. [1 punt]

Primera evidència:

Segona evidència:

Dues qualssevol de les següents característiques, que són compartides per tots els éssers vius de la Terra

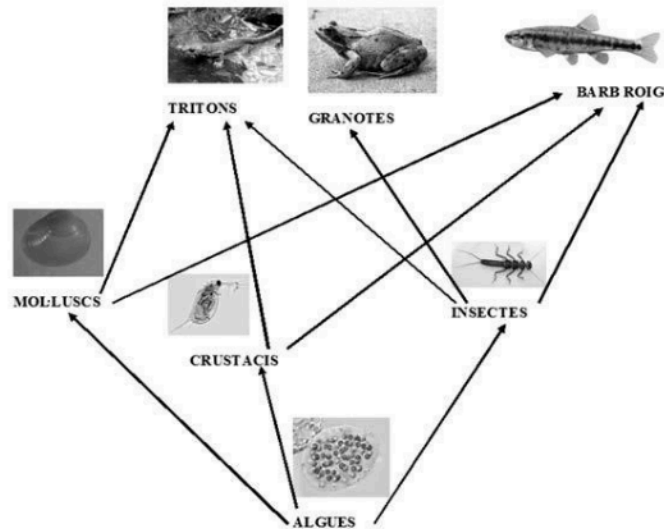
- Utilitzen DNA com a material genètic.
- Les bases nitrogenades del DNA són les mateixes.
- Utilitzen RNA per transferir la informació genètica.
- Les bases nitrogenades de l'RNA són les mateixes.
- Les proteïnes de tots ells es construeixen amb els mateixos 20 aminoàcids (si algú diu 21 també és correcte, degut a la selenocisteïna).
- Tenen el mateix codi genètic (No és obligatori, però poden dir que amb excepcions puntuals que afecten només alguns codons).
- Utilitzen ribosomes per fabricar proteïnes.
- Utilitzen ATP com a "moneda energètica" (molècula que transfereix energia).
- I qualsevol altra característica molecular comuna correcta.

Puntuació: (0,5 punts) per a cadascuna de les dues evidències que siguin correctes (màxim, un punt):

Pregunta 2

El barb roig (*Phoxinus phoxinus*) és un peix present a molts estanys dels Pirineus. Es tracta d'una espècie invasora d'aquests estanys que provoca canvis en l'hàbitat i en les espècies d'aquests ecosistemes.

La xarxa tròfica següent mostra algunes de les espècies pròpies dels estanys d'alta muntanya.



1. A l'estany Closell, al Parc Natural de l'Alt Pirineu, s'hi estan duent a terme accions per a retornar l'estany al seu estat natural; una d'aquestes accions es va iniciar el 2014 i consisteix a eliminar els barbs rojos que hi habiten. En dos anys la població de barbs rojos va passar de tenir 20 000 individus a tenir-ne 200. [1 punt]

a) Quin és el percentatge de barbs rojos que es va aconseguir eliminar en aquests dos anys? Indiqueu els càlculs que heu fet per a obtenir el resultat.

$(19800 \text{ eliminats} \times 100) / 20000 = 99\% \text{ de barbs eliminats}$

o bé

$(200 \text{ sobreviuen} \times 100) / 20000 = 1\% \text{ de barbs sobreviuen, i per tant } 99\% \text{ de barbs eliminats}$

Puntuació subpregunta a) = (0,2 punts)

Nota pels correctors: respostes amb només el percentatge sense el càlcul es puntuen amb 0 punts

b) Abans de començar les tasques d'eliminació dels barbs rojos, l'aigua de l'estany Closell era d'un color verdós. Aquest color es devia a la gran quantitat d'algues que havien proliferat molt al plàncton des que, a finals del segle passat, els pescadors van introduir els barbs rojos a l'estany.

Expliqueu, a partir de les relacions tròfiques de la xarxa de la imatge anterior, per què la introducció del barb roig a l'estany Closell va fer augmentar la població d'algues.

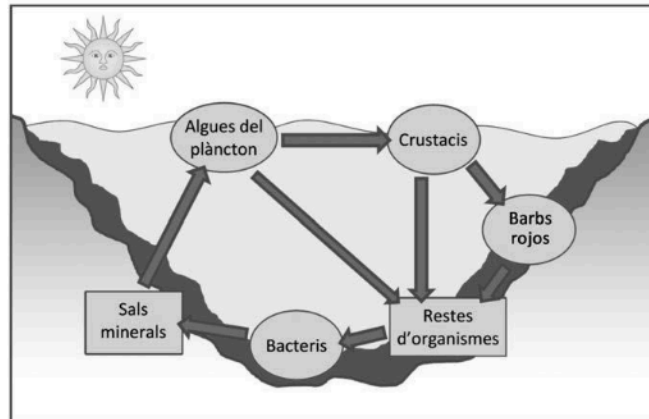
Cal que els examinands relacionin:

- la introducció dels barbs amb la disminució de les poblacions de mol·luscs, crustacis i insectes de les quals s'alimenten els barbs **(0,4 punts)**
- la disminució de mol·luscs, crustacis i insectes amb la proliferació d'algues **(0,4 punts)**

Puntuació subpregunta b)= [0,8 punts], repartits segons s'indica.

Nota pels correctors: les respostes que facin referència únicament a una elevada taxa de reproducció dels barbs (o elevada capacitat de proliferació) com a causa de l'augment d'algues és puntuaran només amb **(0,2 punts)**

2. Els barbs rojos també afecten el cicle de la matèria. En la figura següent hi apareixen encerclats alguns organismes dels diferents nivells tròfics de l'estany. [1 punt]



a) Digueu el nivell tròfic al qual pertanyen els organismes següents:

	Nivell tròfic
<i>Bacteris</i>	Descomponedors (també s'accepta transformadors) (0,1 punts)
<i>Algues</i>	Productors (0,1 punts)
<i>Crustacis</i>	Consumidors primaris o herbívors (0,1 punts)
<i>Barbs</i>	Consumidors secundaris o carnívors (0,1 punts)

Puntuació subpregunta a)= [0,4 punts], repartits segons s'indica.

b) Els barbs rojos, amb els seus moviments, remouen els sediments del fons de l'estany. Expliqueu la relació que hi ha entre aquest fet i la proliferació d'algues del plàncton a l'estany Closell.

Resposta model:

Les algues del plàncton viuen a prop de la superfície de l'estany. Per altra banda els seus nutrients (sals minerals) es troben al fons de l'estany. Els barbs al remoure els sediments fan que els nutrients arribin més fàcilment a les algues i conseqüentment augmenti la població d'aquestes algues.

Puntuació subpregunta b)= [0,6 punts], repartits segons:

- (0,3 punts) per situar les algues del plàncton a prop de la superfície de l'estany i els seus nutrients (sals minerals) al fons de l'estany
- (0,3 punts) per relacionar l'activitat dels barbs amb una major disponibilitat de nutrients per a les algues

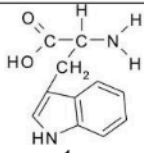
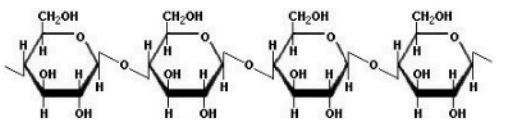
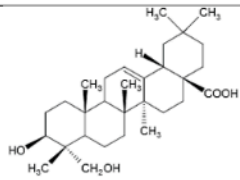
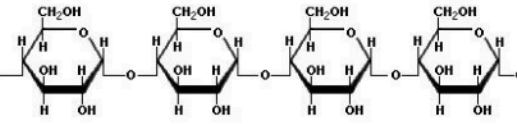
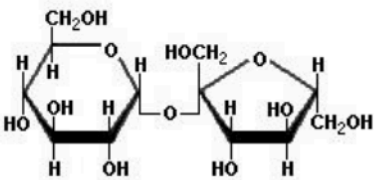
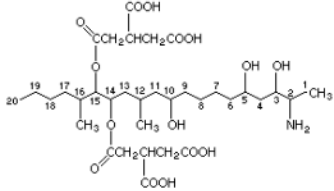
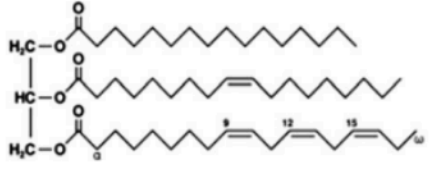
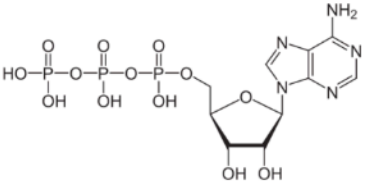
OPCIÓ A

Pregunta 3A

La llavor de la quinoa (*Chenopodium quinoa*) és la base de l'alimentació dels habitants del Perú i de Bolívia. Té un alt contingut en midó i la clofolla que la recobreix és rica en saponina, un esterol semblant al colesterol amb un gust amargant que evita que els ocells es mengin la llavor. A més, és una llavor rica en cel·lulosa (fibra), aminoàcids essencials i greixos poliinsaturats. Aquestes propietats han afavorit la introducció de la quinoa en la nostra dieta.



1. El quadre següent mostra algunes de les molècules presents en la llavor de la quinoa. [1 punt]

 <p style="text-align: center;">1</p>	 <p style="text-align: center;">2</p>
 <p style="text-align: center;">3</p>	 <p style="text-align: center;">4</p>
 <p style="text-align: center;">5</p>	 <p style="text-align: center;">6</p>
 <p style="text-align: center;">7</p>	 <p style="text-align: center;">8</p>

Tenint en compte les imatges del quadre anterior, completeu la taula següent:

<i>Nom</i>	<i>Número de la imatge</i>	<i>Funció biològica</i>	<i>Tipus de biomolècula</i>
<i>midó</i>	4	Reserva energètica	Glúcid (o polisacàrid)
<i>saponina</i>	3	protecció	Lípid (o esterol o lípid insaponificable)
<i>cel·lulosa</i>	2	Estructural o forma part de la paret cel·lular dels vegetals	Glúcid (o polisacàrid)
<i>greixos poliinsaturats</i>	7	Reserva energètica (si només diuen energètica, 0,05 punts)	Lípid (o acilglicèrid o triacilglicèrid)

Puntuació: (0,1 punt) per cada resposta correcta. Total= 1 punt.

Nota pel corrector: Si en el tipus de molècula els alumnes donen una resposta més concreta i correcta, també s'acceptarà

2. Actualment, en els països andins també es consumeix blat de moro o panís (Zea mays). Tenint en compte la taula nutricional que hi ha a continuació, calculeu l'energia que aporta una ració de 80 g de quinoa i compareu-la amb l'energia que aporten 80 g de blat de moro. [1 punt]

<i>Contingut de nutrients en la quinoa i el blat de moro (per cada 100 g d'aliment)</i>		
	<i>Quinoa</i>	<i>Blat de moro</i>
<i>Greixos</i>	6,3 g	4,7 g
<i>Proteïnes</i>	16,5 g	10,2 g
<i>Glúcids</i>	69,0 g	81,1 g



Nota: Aportació energètica: glúcids i proteïnes, 4 kcal g⁻¹; greixos, 9 kcal g⁻¹.

- Energia en 80 g de quinoa:

$$(6,3 \text{ g greixos} \times 9 \text{ kcal g}^{-1} + 16,5 \text{ g proteïnes} \times 4 \text{ kcal g}^{-1} + 69 \text{ g glúcids} \times 4 \text{ kcal g}^{-1}) \times 0,8 = 318,96 \text{ kcal}$$

- Energia en 80g de blat de moro:

$$(4,7 \text{ g greixos} \times 9 \text{ kcal g}^{-1} + 10,2 \text{ g proteïnes} \times 4 \text{ kcal g}^{-1} + 81,1 \text{ g glúcids} \times 4 \text{ kcal g}^{-1}) \times 0,8 = 326 \text{ kcal}$$

- Comparació: aporta una mica més d'energia 80 g de blat de moro que 80 g de quinoa.

Puntuació: (0,4 punts) pel càlcul de l'energia de la quinoa + (0,4 punts) pel càlcul de l'energia del blat de moro + (0,2 punts) per la comparació. Total= 1 punt

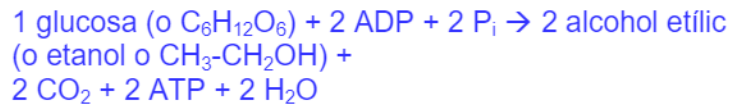
3. Deixant fermentar la quinoa, i també el blat de moro, s'obté la chicha, una beguda alcohòlica consumida a la zona dels Andes des dels temps precolombins. [1 punt]



a) De quin tipus de fermentació es tracta? Escriviu el nom i la reacció global ajustada d'aquesta fermentació.

Nom: Fermentació alcohòlica [0,2 punts]

Reacció global ajustada:



[0,4 punts]

Nota: Si no posen P_i ni H_2O no es penalitzarà.

Puntuació subpregunta a) = [0,6 punts], repartits s'indica.

b) Aquesta fermentació la duen a terme els llevats que es troben a la clofolla de la quinoa i del blat de moro. Empleneu la taula següent amb la informació relativa als llevats que correspongui.

Regne:	Fongs
Tipus de cèl·lula:	Eucariota
Component químic principal de la paret cel·lular:	Quitina
Tipus de nutrició en funció de la font de carboni:	Heteròtrofa

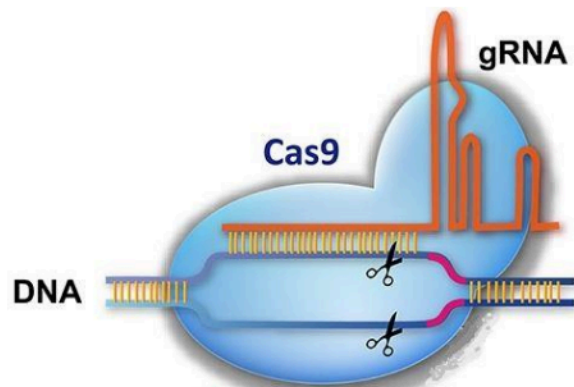
Puntuació subpregunta b) = 0,1 punt per cada resposta correcta.

Total subpregunta b) [0,4 punts]

Pregunta 4A

El 2012 les científiques Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna van descobrir l'aplicació del sistema CRISPR-Cas com un «editor genètic» que permet silenciar i modificar gens amb una gran precisió i eficàcia.

Bàsicament, CRISPR-Cas consisteix en un RNA guia (gRNA) de vint nucleòtids acoblat a una endonucleasa (la proteïna Cas) capaç de tallar DNA. El gRNA reconeix seqüències molt concretes de DNA i l'endonucleasa talla la doble cadena de DNA per una parella de nucleòtids específica.



1. El sistema CRISPR-Cas va ser descrit per primer cop el 1993 per Francisco Juan Martínez Mojica, professor de la Universitat d'Alacant, en algunes soques de bacteris que utilitzaven CRISPR-Cas per a defensar-se de virus bacteriòfags. [1 punt]

a) Aquests bacteriòfags tenen un cicle lisogènic. Responen a les qüestions següents:

<p><i>En què consisteix el cicle lisogènic d'aquests bacteriòfags?</i></p> <p>(0,2 punts)</p>	<p>El cicle lisogènic és un mecanisme d'infecció d'alguns bacteriòfags. Els DNA d'aquests fags es pot inserir al DNA bacterià, de manera que cada vegada que el bacteri es reproduïx es propaga la informació genètica del virus.</p>
<p><i>De quina manera el CRISPR-Cas pot actuar com a mecanisme de defensa del bacteri davant d'una infecció vírica?</i></p> <p>(0,2 punts)</p>	<p>N'hi hauria prou en què l'alumne raonés que el CRISPR-Cas dels bacteris reconeix el DNA del fag i el talla, alterant la informació genètica de l'agent infeccios, de manera que pot eliminar la capacitat reproductiva i infectiva del bacteriòfag.</p>

Puntuació subpregunta a)= 0,4 punts segons s'indica.

b) Justifiqueu, des del punt de vista evolutiu, el fet que algunes soques de bacteris adquireixen el sistema CRISPR-Cas per a combatre els bacteriòfags.

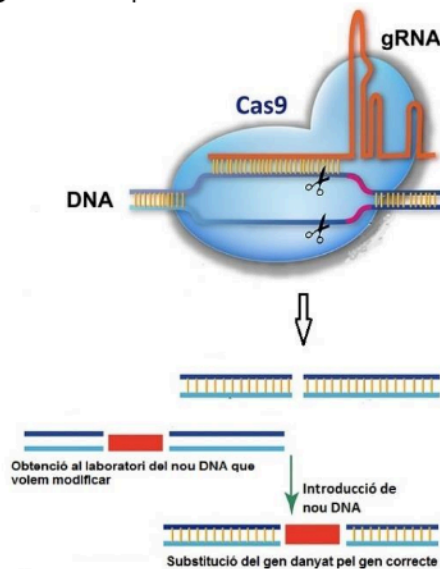
Resposta model:

Els bacteris mutants que posseïen les endonucleases Cas9 unides a un RNA guia que reconeixia seqüències de DNA víric, posseïen la capacitat de defensar-se contra aquests virus i per tant més eficàcia per sobreviure. La selecció natural va afavorir soques de bacteris amb CRISPR-Cas per la pressió selectiva que exercien els bacteriòfags.

Puntuació subpregunta b): ha d'aparèixer la idea de mutació preadaptativa o diversitat de bacteris (0,2 punts), i explicació de la selecció natural exercida per la pressió dels bacteriòfags (0,4 punts)

Total subpregunta b)= 0,6 punts

2. En l'esquema següent observem que CRISPR-Cas pot tallar el DNA per un lloc específic i facilitar la reparació d'un fragment d'aquest DNA.



S'ha aconseguit curar rates afectades de tirosinèmia (una malaltia causada per un gen defectuós que afecta l'estructura d'un enzim) injectant CRISPR-Cas, juntament amb el gen que sintetitza l'enzim correcte, al teixit hepàtic de les rates.

[1 punt]

a) El gRNA de CRISPR és complementari de les seqüències de DNA que hi ha al davant i al darrere del gen que es vol tallar. Descriu el procés representat en l'esquema anterior.

Resposta model:

El sistema CRISPR-Cas reconeixerà mitjançant l'RNA-guia específic la seqüència de DNA del gen defectuós on hi ha la mutació. La proteïna Cas9 tallarà les seqüències d'abans i de després del gen. Tot seguit el DNA recombinant del gen sense la mutació s'insereix al fragment tallat, substituint el gen defectuós.

(0,5 punts)

b) Després de llegir els resultats d'aquesta recerca, un estudiant afirma que la descendència de les rates afectades de tirosinèmia i curades gràcies a aquest tractament segur que no serà portadora del gen amb la mutació que causa la malaltia. Analitzeu la validesa d'aquesta afirmació.

Resposta model:

Probablement podrà ser portadora del gen mutat, ja que la CRISPR-Cas només hauria modificat les cèl·lules del teixit hepàtic on es van injectar i no les cèl·lules sexuals.

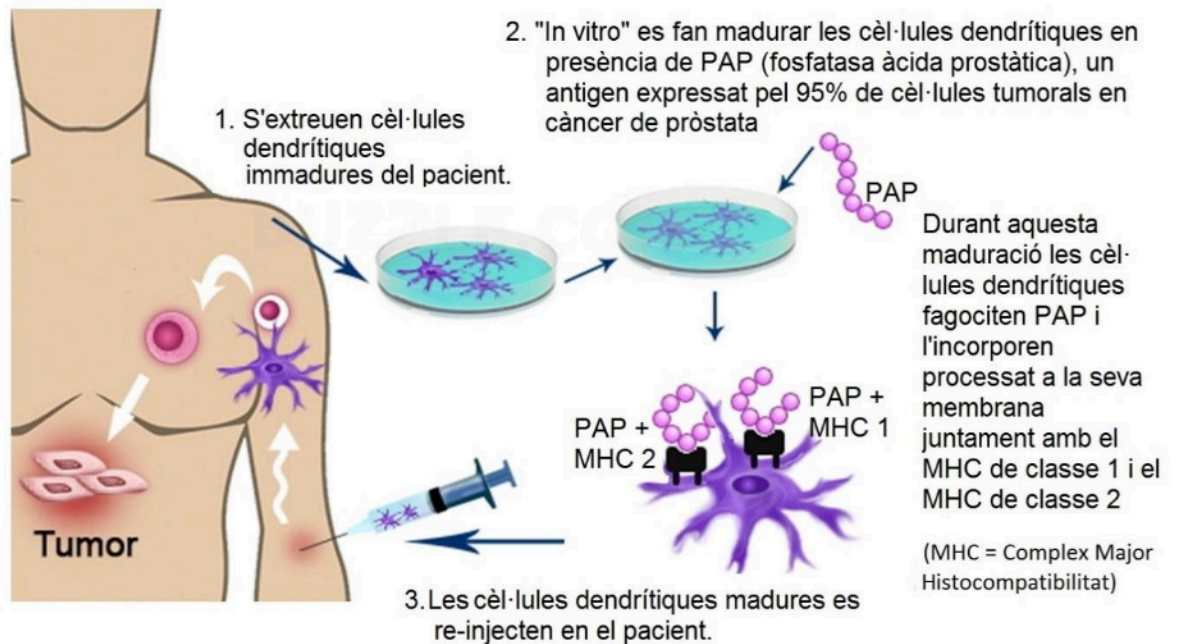
(0,5 punts)

Nota: s'acceptarà que, a més, es discuteixi la possibilitat de descendència no portadora de la mutació perquè l'acció de la CRISPR-Cas hagi afectat els gàmetes (perquè en injectar-se, hagi arribat per la sang a les gònades), o bé perquè hi hagi hagut segregació de gàmetes durant la meiosi.

OPCIÓ B

Pregunta 3B

Provenge és un tractament per a casos avançats de càncer de pròstata que consta de les tres etapes indicades, de manera simplificada, en l'esquema següent:



1. Les cèl·lules dendrítiques són cèl·lules presentadores d'antigen (CPA) que, un cop reinjectades en el pacient, entraran en contacte amb diferents tipus de leucòcits i els presentaran la fosfatasa àcida prostàtica (PAP). [1 punt]

a) La presentació de PAP + MHC II activarà els limfòcits T helper (també anomenats T col·laboradors o T CD4). Expliqueu quin paper tindran aquests limfòcits en la resposta immunitària contra el tumor.

Els limfòcits Th un cop activats pel contacte amb el PAP + MHC 2 presentat per la cèl·lula dendrítica:

Puntuació subpregunta a): (0,5 punts) repartits segons s'indica.

- faran una expansió clonal augmentant el nombre de limfòcits Th específics per la PAP (0,1 punts)
- activaran a limfòcits B (0,1 punts) perquè esdevinguin cèl·lules plasmàtiques i segreguin anticossos (0,1 punts)
- També activaran els limfòcits Tc (0,1 punts).
- Context –parlar de PAP o antigen tumoral- (0,1 punts)

b) La presentació de PAP + MHC I activarà els limfòcits T CD8 (o T citotòxics). Expliqueu quin paper tindran aquests limfòcits en la resposta immunitària contra el tumor.

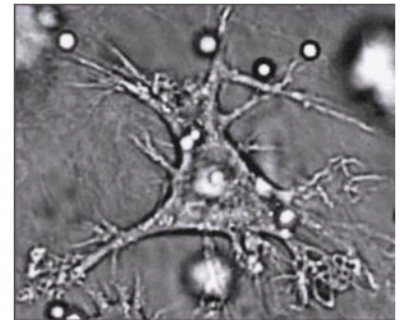
Els limfòcits Tc un cop activats pel contacte amb el PAP + MHC 1 presentat per la cèl·lula dendrítica:

Puntuació subpregunta b): (0,5 punts) repartits segons s'indica.

- faran una expansió clonal augmentant el nombre de limfòcits Tc específics per la PAP (0,1 punts)
- s'uniran a cèl·lules tumorals que presentin l'antigen, o PAP (0,2 punts)
- segregaran enzims (0,1 punts, no cal que diguin el nom dels enzims) que destruiran les cèl·lules tumorals.
- Context –parlar de PAP o antigen tumoral- (0,1 punts)

2. La reinjecció de les cèl·lules dendrítiques tindrà com a conseqüència final la secreció d'anticossos específics anti-PAP, que s'uniran a la superfície de les cèl·lules tumorals i en facilitaràn la destrucció per mitjà de diversos mecanismes. Expliqueu dos d'aquests mecanismes.

[1 punt]



Cèl·lula dendrítica.

L'examinand ha de respondre **dos** dels següents mecanismes, cadascun val (0,5 punts) segons es detalla:

Mecanisme 1:

Els limfòcits Tc (o T citotòxics) (0,2 punts) reconeixeran la cèl·lula tumoral que presenta els antígens units als anticossos (0,1 punts) i el MHC de classe 1 (0,1 punts) a la seva membrana i la destruiran. (0,1 punts per context)

Total: 0,5 punts

Mecanisme 2:

Els neutròfils (o els macròfags) (0,2 punts) reconeixeran les cèl·lules tumorals recobertes d'anticossos (o opsonitzades) (0,1 punts) i les fagocitaran (0,1 punts). (0,1 punts per context)

Total: 0,5 punts

Mecanisme 3:

Les proteïnes del complement (0,2 punts) s'activaran per la presència d'anticossos a la membrana de la cèl·lula tumoral (0,1 punts) i la lisaran (o li faran porus a la membrana) (0,1 punts) destruint-la. (Via clàssica d'activació del complement, però això no cal que ho diguin). (0,1 punts per context)

Total: 0,5 punts

Mecanisme 4:

Les cèl·lules NK (o Natural killers) (0,2 punts) reconeixeran la cèl·lula tumoral que presenta els antígens units als anticossos (0,1 punts) sense presència del MHC i segregaran enzims (o perforines o granzines) (0,1 punts) que la destruiran. (0,1 punts per context)

Total: 0,5 punts

Mecanisme 5:

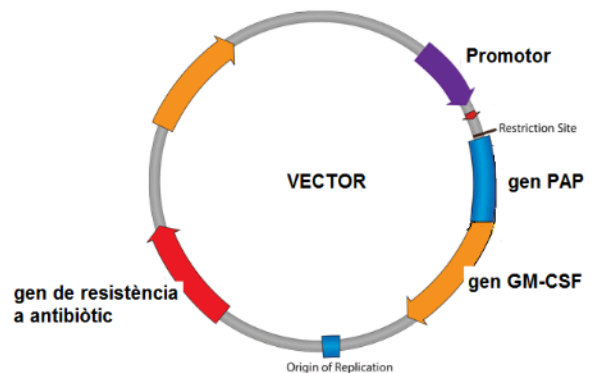
Les cèl·lules tumorals recobertes d'anticossos (0,1 punts) aglutinaran entre elles (0,2 punts) i això les impedirà o bé reproduir-se o bé expandir-se. (0,1 punts).(0,1 punts per context)

Total: 0,5 punts

3. En realitat, l'antigen de Provenge utilitzat per a activar in vitro les cèl·lules dendrítiques és una proteïna de fusió. Aquesta proteïna de fusió prové de la unió, en la mateixa cadena d'aminoàcids, de PAP (la fosfatasa àcida prostàtica que actua com a antigen tumoral) i GM-CSF (una proteïna estimulant del sistema immunitari).

Per a fabricar aquesta proteïna de fusió, s'uneixen en un plasmidi els gens que codifiquen les proteïnes PAP i GM-CSF amb un únic promotor. La imatge mostra aquest plasmidi recombinant que s'usarà com a vector.

La taula següent conté algunes de les eines biotecnològiques usades per a la fabricació del plasmidi recombinant i l'obtenció posterior de la proteïna de fusió. Completeu-la indicant la utilitat de cadascuna d'aquestes eines. [1 punt]

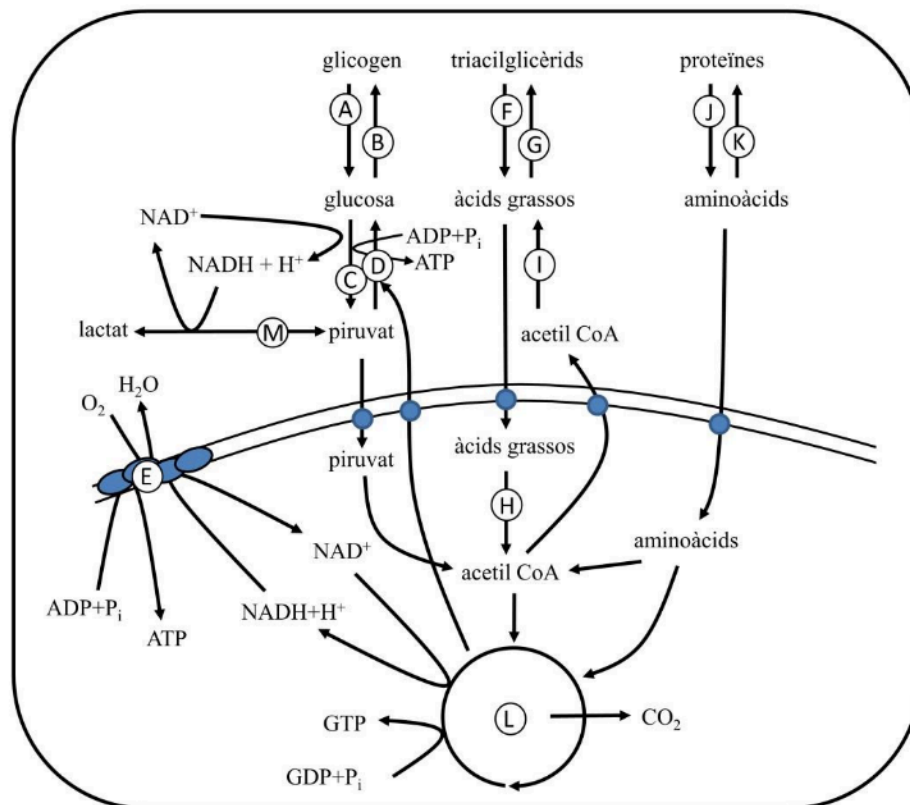


<i>Eina</i>	<i>Utilitat en la fabricació del plasmidi i l'obtenció posterior de la proteïna de fusió</i>
<i>DNA-ligasa</i>	<p>Unir el gen PAP amb el gen GM-CSF</p> <p><i>i/o</i></p> <p>Integrar els gens PAP i GM-CSF en el vector o plasmidi.</p> <p><i>Per qualsevol d'aquestes dues respostes 0,2 punts</i></p>
<i>Enzims (o endonucleases) de restricció</i>	<p>Tallar DNA humà i obtenir els gens PAP i GM-CSF</p> <p><i>i/o</i></p> <p>Tallar el plasmidi per poder-hi integrar els gens PAP i GM-CSF</p> <p><i>Per qualsevol d'aquestes dues respostes 0,3 punts</i></p>
<i>Cultiu de bacteris</i>	<p>En els bacteris s'introduirà el plasmidi o vector de manera que expressin els gens PAP i GM-CSF fabricant la proteïna de fusió.</p> <p>0,3 punts</p>
<i>Antibiòtic</i>	<p>Seleccionar els bacteris que han incorporat el plasmidi.</p> <p>0,2 punts</p>

Pregunta 4B

L'os blanc (*Ursus maritimus*) habita les regions àrtiques del planeta, per la qual cosa també es coneix com a os polar. És el carnívor terrestre vivent més gros (pot assolir una alçada de 2,5 m i un pes de 600 kg). Les femelles prenyades no mengen res durant tot l'hivern, sinó que viuen del greix que han acumulat al cos durant l'estiu i que han sintetitzat a partir de les proteïnes dels animals que han capturat.

L'esquema metabòlic següent mostra, entre altres, les vies metabòliques d'un animal com l'os blanc.



1. A través de quines vies metabòliques o reaccions químiques aconseguen els ossos blancs transformar les proteïnes en greix? Empleneu les files que calgui de la taula següent amb la informació corresponent, tenint en compte que només heu de considerar la relativa a aquestes vies. (No cal emplenar necessàriament totes les files.) [1 punt]

Lletra de l'esquema	Nom de la via	Localització cel·lular
J	Degradació de proteïnes Hidròlisi de proteïnes Proteolisi	Citosol/citoplasma
I	Lipogènesi	Citosol/citoplasma Reticle endoplasmàtic llis
G	Esterificació	Citosol/citoplasma Reticle endoplasmàtic llis

Puntuació: Cal restar (0.15 punts) al màxim d'1 punt que val aquesta pregunta, per cada casella incorrecta o en blanc, sense arribar a valors negatius.

NOTA: Es considerarà correcte si l'alumne esmenta que alguns aminoàcids poden transformar-se a intermediaris del cicle de Krebs, arribar a malat, aquest sortir del mitocondri i tornar a entrar com a piruvat, transformar-se en AcCoA i sortir del mitocondri (via citrat) per començar la lipogènesi.

2. A l'hivern, per a obtenir energia, els ossos blancs consumeixen el greix que han acumulat durant l'estiu. A través de quines vies metabòliques duen a terme aquest procés? Empleneu les files que calgui de la taula següent amb la informació corresponent, tenint en compte que només heu de considerar la relativa a aquestes vies. (No cal emplenar necessàriament totes les files.) [1 punt]

Lletra de l'esquema	Nom de la via	Localització cel·lular
F	Lipòlisi o degradació de greixos	Citosol/citoplasma
H	Betaoxidació / espiral o hèlix de Linnen	Mitocondri/o matriu mitocondrial
L	Cicle de Krebs	Mitocondri o matriu mitocondrial
E	Cadena respiratòria / fosforilació oxidativa o cadena transport d'electrons	Mitocondri, membrana mitocondrial interna o crestes mitocondrials

Puntuació: Cal restar (0.5 punts) al màxim d'1 punt que val aquesta pregunta, per cada casella incorrecta o en blanc, sense arribar a valors negatius.