

SÈRIE 4

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.

Pregunta 1

Investigadors de l'Hospital Clínic de Barcelona han començat a assajar en humans nous prototips de vacunes contra el virus de la immunodeficiència humana (VIH), causant de la sida. Aquestes vacunes intenten induir la producció d'anticossos contra el virus.

1. Abans de ser provat en humans, qualsevol prototip de vacuna s'assaja en animals. Dissenyeu un experiment per a comprovar si una nova vacuna indueix la producció d'anticossos contra el VIH. Disposeu de cent ratolins i de tècniques per a mesurar la quantitat d'aquests anticossos a la sang. [1 punt]

Resposta model:

- Es divideixen els ratolins en dos grups del 50, un dels quals rebrà el tractament amb la nova vacuna (TRACTAMENT DE LA VARIABLE INDEPENDENT: 0,25 punts)

- i l'altre no (o rebrà una injecció de placebo). Les característiques dels ratolins, l'alimentació, la temperatura i els altres factors que puguin influir en la producció d'anticossos han de ser iguals en els dos grups (GRUP CONTROL I VARIABLES CONTROLADES: 0,25 punts).

- Passat un temps s'extreu sang dels ratolins dels dos grups i es mesura la quantitat que conté d'anticossos contra el virus HIV (OBSERVACIÓ DELS RESULTATS: 0,25 punts).

- L'experiment s'ha de repetir al menys una o dues vegades més, per assegurar-nos que els resultats no són deguts a l'atzar (RÈPLICA: 0,25 punts).

2. Expliqueu breument què són els anticossos i indiqueu el tipus de cèl·lules que els produeixen. [1 punt]

<i>Què són els anticossos?</i>	Un tipus de proteïnes que s'uneixen específicament a un antigen. [0, 5 punts]
<i>Cèl·lules que produeixen anticossos:</i>	Els limfòcits B, un cop diferenciats en cèl·lules plasmàtiques. [0, 5 punts]

3. Els virions del VIH tenen RNA com a material genètic. No obstant això, quan infecten una cèl·lula fabriquen una còpia del seu RNA en forma de DNA. Com s'anomena aquest procés? Quin és l'enzim implicat més important? Quina és la importància d'aquest procés en el cicle del VIH? [1 punt]

<i>Nom del procés:</i>	Transcripció inversa (o retrotranscripció) [0, 25 punts]
<i>Nom de l'enzim implicat:</i>	Transcriptasa inversa (o retrotranscriptasa, o transcriptasa reversa). [0, 25 punts]
<i>Importància:</i>	És fonamental, ja que a partir d'aquest DNA víric es fabricaran per transcripció les molècules de RNA dels nous virions i els mRNA per fabricar les proteïnes víriques. Sense aquesta retrotranscripció, no es podrien fabricar els nous virions i el virus no es podria replicar (o reproduir) [0, 5 punts]

Pregunta 2

L'any 1936 es va extingir el tigre de Tasmània (*Thylacinus cynocephalus*), un mamífer marsupial d' Austràlia.

1) Imagineu que en un indret remot de l'illa de Tasmània es descobreix un únic exemplar femella de tigre de Tasmània. Tenint en compte el concepte biològic d'espècie, seria possible obtenir més individus del tigre de Tasmània encreuant aquesta femella amb un mascle de tigre de Bengala (*Panthera tigris tigris*)? Justifiqueu la resposta. [1 punt]





Resposta model:

No seria possible ja que es tracta de dues espècies diferents. Per tant, o bé no s'obtidria descendència (que és el més probable al tractar-se d'espècies allunyades filogenèticament) o bé s'obtidrien híbrids no viables o estèrils.

[1 punt] *repartit segons:*

- 0,2 punts per dir que no és possible perquè són espècies diferents
- 0,4 punts per dir que això significa que no poden tenir descendents
- 0,4 punts per dir que si hi ha descendents seran híbrids inviables o estèrils

2) Tot i que es tracta d'espècies sense un lligam evolutiu directe, el tigre de Tasmània i el tigre de Bengala presenten diverses semblances anatòmiques (forma del cos, pelatge, dentició, etc.). Expliqueu els mecanismes evolutius que poden haver originat aquestes semblances. [1 punt]

	
<p>Tigre de Tasmània (<i>Thylacinus cynocephalus</i>).</p>	<p>Crani de tigre de Tasmània.</p>
	
<p>Tigre de Bengala (<i>Panthera tigris</i>).</p>	<p>Crani de tigre de Bengala.</p>

Resposta model:

Les dues espècies tenien un règim alimentari i comportament semblant: carnívors i depredadors. Per això, la **selecció natural** ha actuat de forma semblant a les poblacions d'ambdues espècies, afavorint a aquells individus amb caràcter més adient per a aquest estil de vida: dentició, estructura corporal, pelatge, etc.

Això ha donat lloc a un procés d'**evolució convergent** que ha determinat que els característiques d'ambdues espècies siguin semblants.

[0,5 punts] *per cadascun dels conceptes destacats amb negreta* (TOTAL DE LA PREGUNTA, 1 PUNT)

- En al primer cas, cal esmentar explícitament "selecció natural". Si no s'esmenta explícitament, la puntuació màxima serà de 0,2 punts.

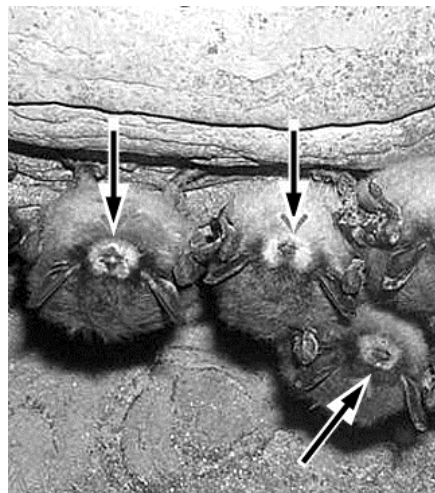
- En el segon cas, s'acceptarà com a vàlida la resposta encara que no escriguin explícitament les paraules "evolució convergent", sempre i quan s'expliqui la idea.

OPCIÓ A

Pregunta 3A

L'any 2007, es va detectar a l'Amèrica del Nord una forta mortaldat de diverses espècies de ratpenats. La causa era una infecció provocada per un fong (*Geomyces destructans*), que es manifesta per la presència d'un borrisol blanc al musell dels ratpenats.

1) Entre les espècies de ratpenats afectades per aquesta malaltia, n'hi ha que es nodreixen d'insectes i d'altres que s'alimenten del nèctar de les flors de diferents espècies de plantes, de les quals són pol·linitzadores. Completeu la taula següent indicant el tipus de relació interespecífica que s'estableix entre les espècies esmentades. Justifiqueu les respostes. [1 punt]



	<i>Tipus de relació</i>	<i>Justificació</i>
Relació entre el ratpenat i el fong	Parasitisme [0, 1 punts]	El fong es nodreix dels teixits de ratpenat i el perjudica fins causar-li la mort. [0,2 punts]
Relació entre el ratpenat i els insectes	Depredació [0, 1 punts]	Els ratpenats capturen els insectes i se'ls mengen. [0, 2 punts]
Relació entre el ratpenat i les plantes	Mutualisme [0, 1 punts]	Els ratpenats es nodreixen del nèctar de les flors de diverses espècies de plantes. Fent això s'omplen el cos de pol·len el qual pot fecundar d'altres flors de la mateixa espècie. Així ambdues espècies en resulten beneficiades, un obté aliment i l'altre té una forma eficient de transportar el pol·len. [0, 3 punts]

2) Els investigadors van estudiar la manera en què aquesta infecció fúngica afecta una espècie concreta de ratpenat (*Myotis lucifugus*). Van observar que el fong prolifera durant la hibernació dels ratpenats dins les coves, moment en què la seva temperatura corporal baixa a valors compresos entre 4 °C i 7 °C i la humitat ambiental és del 90 %. [1 punt]

a) Abans d'iniciar la hibernació, aquests ratpenats emmagatzemen greixos al teixit adipós. Quin tipus de lípid és el component principal dels greixos? Per quines molècules està format? Mitjançant quines vies metabòliques (catabòliques) són degradats aquests lípids per a obtenir energia?

<i>Tipus de lípid</i>	Els triacilglicèrids (o acilglicèrids, o triglicèrids o triacilglicerols) són els principals components dels greixos del teixit adipós. [0, 2 punts]
<i>Format per</i>	Estan integrats per una molècula de glicerol unida a tres àcids grassos. [0, 2 punts]
<i>Vies catabòliques per a obtenir energia</i>	Els àcids grassos , es comencen a degradar en la beta-oxidació la qual continua també amb el cicle de Krebs . En ambdós casos, bona part de l'ATP es produeix a la fosforilació oxidativa , via que funciona a partir dels coenzims reduïts que s'obtenen en el cicle de Krebs [0, 2 punts]

TOTAL subpregunta a) = 0,6 punts

NOTA: A la darrera fila només cal que esmentin les vies metabòliques destacades en negreta. També s'acceptarà **cadena respiratòria** com a via en comptes de fosforilació oxidativa. Si algun alumne/a fa esment que el **glicerol** es degradat a la **glucòlisi**, continuant la seva degradació en el cicle de Krebs es valorarà correctament però no és una part de la resposta que tots els alumnes hagin de posar.

b) Considereu la informació següent:

- Els ratpenats acumulen 2 g de greixos en el seu teixit adipós.
- 1 g de greixos proporciona 9 kcal.
- Els ratpenats hibernen cent vint dies.

Calculeu quin és el consum diari d'energia d'aquests mamífers durant la hibernació si al final han consumit tot el greix acumulat al teixit adipós.

$2 \text{ g de greixos} \cdot 9 \text{ Kcal/g} = 18 \text{ Kcal}$ (0,2 punts)

$18 \text{ Kcal} / 120 \text{ dies} = \mathbf{0,15 \text{ Kcal / dia}}$ (0,2 punts)

El consum d'energia d'aquest ratpenat durant la hibernació és de 0,15 Kcal / dia

TOTAL subapartat b) = 0,4 punts

TOTAL pregunta 2; subapartats a) + b) = 0,6 + 0,4 = 1 punt

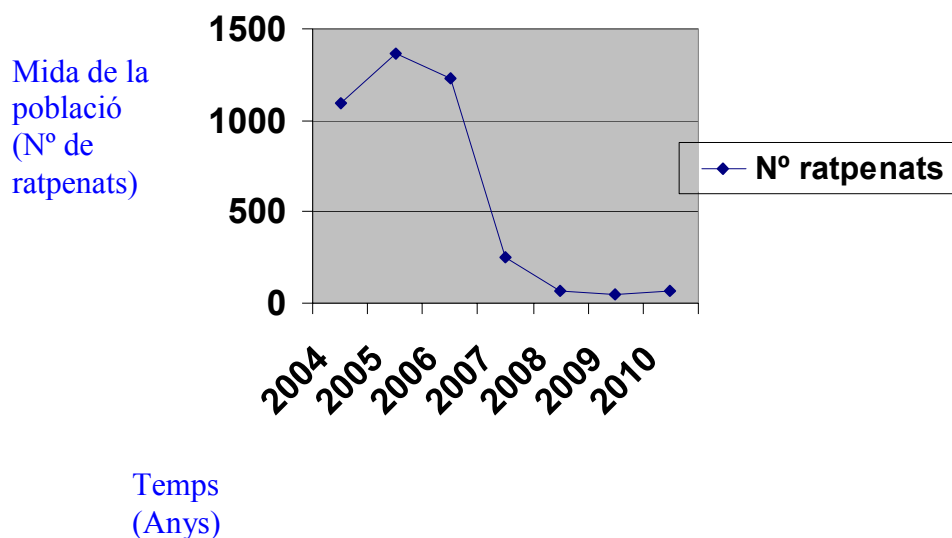
3) A les coves Howes, a l'estat de Nova York, es va dur a terme un cens de la població de ratpenats d'una determinada espècie que hi hibernaven durant els finals dels hiverns

de 2004 a 2010. Com en altres coves, aquesta població es va veure afectada per la infecció causada pel fong (*Geomyces destructans*). Els resultats obtinguts es mostren en la taula següent: [1 punt]

Any	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nombre de ratpenats en hibernació	1092	1361	1229	256	69	50	70

a) Elaboreu una gràfica en què relacioneu el nombre de ratpenats en hibernació a les coves Howes amb el temps.

Gràfica model:



TOTAL subapartat a) = 0,4 punts, repartits segons:

- eix ordenades correcte: 0,1 punt
- eix abscisses correcte: 0,1 punt
- gràfic: 0,2 punts

b) Quan es va iniciar la infecció, l'any 2007, aquesta va afectar tots els ratpenats de les coves Howes, des d'aquest moment fins que es va fer el darrer cens, l'any 2010. Tenint en compte aquesta informació, responeu, en termes neodarwinistes, a les preguntes següents relatives a les dades del cens:

<p><i>Com es pot explicar que una part dels ratpenats hagi sobreviscut a aquesta greu infecció?</i></p>	<p>La variabilitat genètica existent en totes les espècies vives permet pensar que de tota la població de ratpenats, a causa de mutacions anteriors a l'aparició de la malaltia, alguns individus eren resistents a l'atac del fong.</p> <p>[0,2 punts]</p>
<p><i>Per què l'any 2010 el nombre de ratpenats va tornar a augmentar?</i></p>	<p>Com només van sobreviure i es van reproduir els resistents, la nova població, un cop morts tots els individus sensibles, torna a augmentar poc a poc després de la gran mortaldat causada per la infecció.</p> <p>[0,2 punts]</p>
<p><i>Actualment, els ratpenats que hibernen en aquestes coves poden patir una infecció greu causada per Geomyces destructans? Per què?</i></p>	<p>No, ja que són individus resistents o descendents d'ells. Depenent del tipus d'herència de la resistència a aquesta malaltia, poden aparèixer individus que encara són sensibles però, a nivell global, es pot dir que la població de ratpenats és resistent a la infecció. Per tant, si no hi ha un canvi en el fong, que origini una nova soca, la majoria dels ratpenats que actualment han quedat a la cova no poden patir una infecció greu causada per a aquest fong.</p> <p>[0,2 punts]</p>

TOTAL subapartat b) = 0,6 punts

TOTAL pregunta 3; subapartats a) + b) = 0,4 + 0,6 = 1 punt

Pregunta 4A

L'any 2008, una alumna de batxillerat va fer el seu treball de recerca sobre la fagoteràpia. La finalitat d'aquesta tècnica és eliminar o inactivar els bacteris que provoquen infeccions en animals mitjançant l'administració de bacteriòfags (virus que infecten bacteris).

1) Quan ho va explicar a casa seva, el seu pare li va plantejar la pregunta següent:

«Virus i bacteris? Tot això són microorganismes. No són el mateix?»

Esmenteu quatre diferències entre els virus i els bacteris. [1 punt]

Possibles diferències:

- Material genètic (en bacteris sempre DNA, i en virus pot ser DNA o RNA)
- Virus sense estructura cel·lular

Poden especificar:

- membrana cel·lular i paret en bacteris, càpside proteica en virus
- ribosomes en bacteris, sense ribosomes en virus
- Virus són paràsits intracel·lulars obligats, els bacteris no.
- Bacteris tenen metabolisme propi, virus no.
- Bacteris tenen capacitat de reproduir-se per ells mateixos, virus no.
- També poden fer referència a les dimensions respectives

Com diu l'enunciat, es demanen 4 diferències.

Per cada diferència correcta = [0,25 punts]

2) En un dels experiments de la recerca, l'alumna disposava de quatre tubs d'assaig amb cultius amb la mateixa concentració d'una mateixa soca del bacteri *Salmonella sp.* en el mateix medi nutritiu. El contingut de cada tub va rebre un tractament diferent, i se'n va mesurar la densitat òptica en uns intervals de temps. La densitat òptica mesura de manera indirecta el nombre de cèl·lules que hi ha: com més cèl·lules, més terbolesa del medi i més densitat òptica.

En la taula següent, es mostren les mesures de les densitats òptiques en funció del temps, a partir del moment d'aplicació dels diferents tractaments. [1 punt]

<i>Tub amb Salmonella sp.</i>	<i>Densitat òptica en funció del temps</i>					
	<i>0 min</i>	<i>20 min</i>	<i>40 min</i>	<i>60 min</i>	<i>80 min</i>	<i>100 min</i>
Tub de control	0,624	0,845	1,04	1,252	1,441	1,628
Tub amb antibiòtic	0,612	0,599	0,57	0,413	0,392	0,315
Tub amb el bacteriòfag P22 de cicle lític	0,588	0,698	0,444	0,355	0,364	0,1
Tub amb el bacteriòfag P22 de cicle lisogen	0,571	0,716	0,702	0,895	1,088	1,55

a) Observeu els resultats de les mesures de les densitats òptiques del contingut del tub

tractat amb antibiòtic i del contingut del tub control. És sensible la soca de *Salmonella sp.* a l'antibiòtic utilitzat en l'experiment? Justifiqueu la resposta.

Resposta model:

La densitat òptica del tub amb l'antibiòtic ha disminuït. Com la densitat òptica mesura el nombre de cèl·lules del cultiu, una densitat òptica inferior al control indica que hi ha hagut una disminució en el nombre de cèl·lules. Com el tractament d'aquest tub ha estat l'aplicació de l'antibiòtic, podem concloure que aquesta soca de *Salmonella sp.* és sensible a l'antibiòtic utilitzat.

[0,5 punts]

b) Els resultats obtinguts a partir del mesurament dels continguts dels tubs d'assaig tractats amb el bacteriòfag P22 de cicle lític i el bacteriòfag P22 de cicle lisogen són força diferents. Tenint en compte les particularitats del cicle lític i del lisogen, expliqueu la causa d'aquesta diferència.

Resposta model:

En el cicle lisogen el material genètic del bacteriòfag P22 s'integra en el material genètic de Salmonella i aquesta situació es manté en un estat de latència. El bacteri es va reproduint amb normalitat, per la qual cosa el nombre de cèl·lules bacterianes augmenta amb el temps. Hi ha més cèl·lules bacterianes i la densitat òptica és superior.

En el cas del bacteriòfag P22 de cicle lític, se sintetitzen noves proteïnes víriques i nou material genètic víric. Els nous virions resultants trenquen la cèl·lula bacteriana, s'alliberen al medi i infecten altres bacteris del medi. El cicle es repeteix. Al cap del temps, la quantitat de cèl·lules bacterianes en el medi disminueix i això fa que la densitat òptica sigui inferior.

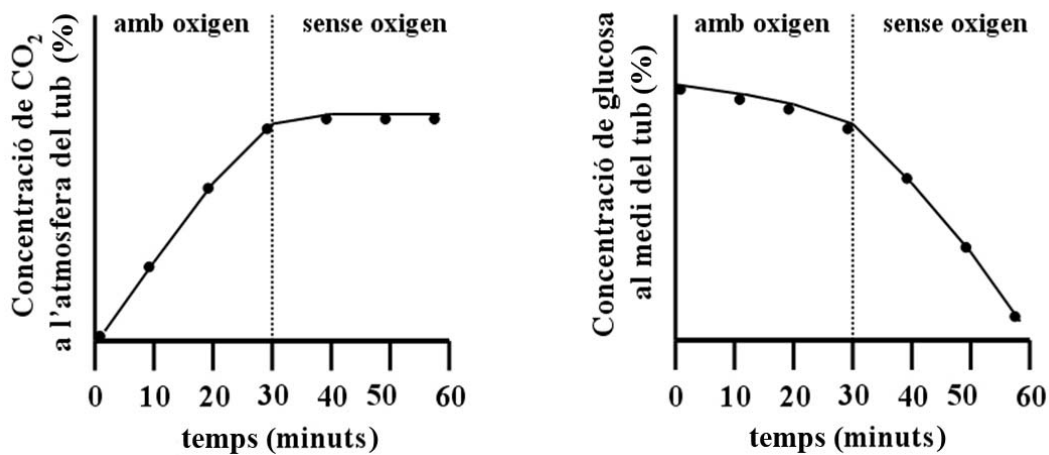
[0,5 punts]

OPCIÓ B

Pregunta 3B

En un treball de recerca, una alumna vol estudiar la velocitat a què les cèl·lules de teixit muscular de granota metabolitzen la glucosa. Per fer-ho, posa una quantitat suficient de teixit muscular en un tub d'assaig en presència d'un medi adequat ric en glucosa, i el tapa amb un tap hermètic. Cada deu minuts mesura la quantitat de glucosa que hi ha al medi d'incubació i la quantitat de CO₂ que hi ha a l'atmosfera del tub. Després de trenta minuts, elimina l'oxigen de l'atmosfera del tub i continua mesurant la quantitat de glucosa que queda al medi i la quantitat de CO₂ de l'atmosfera del tub. Fa aquests mesuraments cada deu minuts durant mitja hora.

Amb els resultats de l'experiment, obté les gràfiques següents:



1) Què li passa a la concentració de CO₂ quan l'alumna elimina l'oxigen de l'atmosfera del tub d'assaig? Per què passa això? Justifiqueu la resposta utilitzant correctament els noms de les vies metabòliques implicades. [1 punt]

- Quan treu l'oxigen, la concentració de CO₂ s'estabilitza.
[0,3 punts]

- Això és degut a què, sense oxigen, la glucosa no es pot oxidar fins a CO₂. La cadena respiratòria i el cicle de Krebs no funcionen i per tant es produeix una fermentació làctica de la glucosa.

[0,7 punts], repartits segons:

0,2 punts per dir que sense oxigen, la glucosa no es pot oxidar fins a CO₂;

0,3 punts per dir que cadena respiratòria i el cicle de Krebs no funcionen, i

0,2 punts per dir que, per tant, es produeix una fermentació làctica de la glucosa

ATENCIÓ: és possible que algun alumne contesti "glicòlisi anaeròbica", perquè així ho diuen molts llibre, però és una redundància, perquè la glicòlisi sempre és anaeròbica. El cicle de Krebs no és glicòlisi. Tanmateix, si contesten "glicòlisi anaeròbica" també es contarà bé.

2) Què li passa a la concentració de glucosa quan l'alumna elimina l'oxigen de l'atmosfera del tub d'assaig? Per què passa això? Considereu que els requeriments energètics del teixit muscular de granota utilitzat no canvien durant tot el temps que dura l'experiment. Justifiqueu la resposta utilitzant correctament els noms de les vies metabòliques implicades. [1 punt]

Resposta model:

Quan treu l'oxigen, la concentració de glucosa al tub d'assaig disminueix més ràpidament. Això és degut a què per fermentació (o bé per via anaeròbica) el rendiment energètic de la metabolització de la glucosa és molt més baix que per cicle de Krebs i cadena respiratòria –o fosforilació oxidativa, o cadena de transport d'electrons- (o bé per via aeròbica) (aproximadament 2-3 ATP/glucosa respecte a 36-38 ATP/glucosa). [0,6 punts]. Per aquest motiu, la cèl·lula haurà de metabolitzar molta més quantitat de glucosa per poder obtenir la mateixa quantitat d'ATP per unitat de temps [0,4 punts].

TOTAL pregunta 2): [1 punt]

3) Quan analitza en la bibliografia les vies metabòliques que poden estar relacionades amb aquest experiment, veu que dues de les molècules que es generen durant el cicle de Krebs i la fosforilació oxidativa són el NADH i l'ATP. Completeu la taula següent: [1 punt]

	<i>Orgànul cel·lular i lloc concret on se sintetitza</i>	<i>Funció en el metabolisme</i>
NADH	Se sintetitza a la matriu del mitocondri [0,25 punts]	El NADH és transportador de poder reductor (o de ions H ⁺) [0,25 punts]
ATP	Se sintetitza a la membrana interna del mitocondri (o bé a les crestes mitocondrials). [0,25 punts]	Transportador d'energia química o "moneda" de canvi energètic. [0,25 punts]

Pregunta 4B

La hipercolesterolèmia familiar és una malaltia genètica autosòmica que afecta els receptors del colesterol. Aquests receptors, unes proteïnes situades a la membrana plasmàtica, reconeixen les lipoproteïnes que transporten el colesterol i les fan entrar a l'interior de la cèl·lula. El mal funcionament dels receptors comporta nivells alts de colesterol a la sang.

El primer diagnòstic de la hipercolesterolèmia familiar s'obté per mitjà d'una anàlisi de sang. Amb una alimentació equilibrada i si no hi ha altres factors que els modifiquin, els nivells de colesterol en els adults poden ser els següents:

	<i>Homes</i>	<i>Dones</i>
Homozigots per l'al·lel normal	150-250 mg·dL ⁻¹	75-175 mg·dL ⁻¹
Heterozigots	250-450 mg·dL ⁻¹	175-400 mg·dL ⁻¹
Homozigots per l'al·lel de la hipercolesterolèmia familiar	>450 mg·dL ⁻¹	>400 mg·dL ⁻¹

Els valors per sobre dels 250 mg·dL⁻¹ en els homes i dels 175 mg·dL⁻¹ en les dones es consideren propis de la hipercolesterolèmia.

1) El colesterol és una biomolècula lipídica. [1 punt]

a) A quin grup de lípids pertany el colesterol? Escriviu una de les funcions d'aquesta biomolècula. [0,5 punts] per aquest subapartat

Grup de lípids:

És un lípid del grup dels esteroides o bé Lípids insaponificables (sense àcids grassos).

Qualsevol d'aquestes respostes és correcta [0,25 punts]

Funció del colesterol:

Forma part de la membrana plasmàtica

o bé

És precursor en la síntesi d'esteroides.

Qualsevol d'aquestes respostes és correcta [0,25 punts]

b) Una dona que s'alimenta correctament i no presenta altres factors de risc es fa una anàlisi de sang. Els resultats obtinguts són $2 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ de colesterol. En funció de les dades de la taula, es pot considerar afectada per aquesta malaltia?

Si fem un canvi d'unitats, $2 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ és el mateix que $200 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$; això vol dir que probablement aquesta dona és heterozigòtica per aquest caràcter i per tant està afectada per la malaltia.

Correcció:

[0,1 punt] per dir afectada per la malaltia;

[0,1 punt] pel pas de grams a mg

[0,1 punt] pas de cm^3 a dL

[0,1 punt] resultat numèric correcte

[0,1 punt] per dir heterozigot.

TOTAL d'aquest subapartat; [0,5 punt]

2) La hipercolesterolèmia familiar és deguda a la mutació d'un gen del cromosoma 19. Pel que fa als nivells de colesterol en la sang que es mostren en la taula anterior, quin tipus de relació (dominància, codominància o herència intermèdia) s'esdevé entre l'al·lel normal i el de la hipercolesterolèmia familiar? Justifiqueu la resposta. [1 punt]

Tipus de relació entre els al·lells esmentats:

Herència intermèdia

[0,4 punts]

Justificació:

Resposta model:

El fet de que sigui herència intermèdia es basa en què els heterozigots presenten un nivell de colesterol intermedi entre els dos tipus d'homozigots: els afectats per la malaltia i els no afectats.

[0,6 punts]