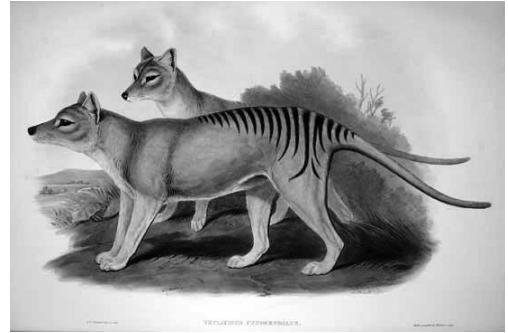

L'examen consisteix en quatre exercicis obligatoris de 2,50 punts.

Exercici 1 (2,50 punts)

El setembre de 2023, el canal digital de la cadena de notícies CNN publicava el titular següent: «Un equip de científics recupera per primera vegada RNA d'un tigre de Tasmània, una espècie extingida fa anys». Aquesta recerca es va dur a terme a partir d'un exemplar d'aquesta espècie que es conserva al Museu d'Història Natural de Suècia.



Fins a aquest moment s'havia aconseguit recuperar i aïllar DNA d'alguns animals extingits, però mai RNA.

a) Enumereu dues diferències entre els components químics d'aquests dos àcids nucleics. **(0,50 punts)**

La pentosa del DNA és la desoxiribosa, mentre que a l'RNA és la ribosa.

La timina és una base nitrogenada present només al DNA, mentre que l'uracil es troba només a l'RNA.

0,25 punts per cada diferència ben explicada.

- b) La seqüència indicada a la taula següent correspon a un dels fragments d'RNA del gen *FTH1* aïllat al múscul esquelètic de l'exemplar analitzat. Completeu-la utilitzant la taula del codi genètic que hi ha a continuació. **(0,60 punts)**

DNA complementària	ATT	CGT	GAG	ACT	TCA
DNA que es transcriu	TAA	GCA	CTC	TGA	AGT
RNA	AUU	CGU	GAG	ACU	UCA
Seqüència de la proteïna FTH1	Ile	Arg	Glu	Thr	Ser

		Segona lletra				
		U	C	A	G	
Primera lletra	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA STOP UAG STOP	UGU Cys UGC UGA STOP UGG Trp	U C A G
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G
	A	AUU Ile AUC AUA AUG Met	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
	G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	U C A G
						Tercera lletra

0,04 punts per cada casella ben contestada.

- c) Com s'anomenen els processos que permeten a les cèl·lules sintetitzar RNA a partir d'un gen i després sintetitzar la proteïna corresponent? On es localitzen dins la cèl·lula? **(0,40 punts)**

L'RNA es forma a partir del DNA durant el procés de transcripció **(0,10 punts)**, el qual té lloc al nucli de les cèl·lules **(0,10 punts)**.

La síntesi de la proteïna corresponent és un procés anomenat traducció **(0,10 punts)**, el qual té lloc als ribosomes **(0,10 punts)**.

- d) L'equip d'investigadors també va comparar les seqüències dels fragments d'RNA del múscul esquelètic i de la pell de l'exemplar de tigre de Tasmània del museu suec amb seqüències conegudes dels mateixos teixits de dues altres espècies: el diable de Tasmània i l'ovella.

Amb relació a aquesta recerca, completeu la taula següent: **(0,60 punts)**



Quin problema volien resoldre els investigadors amb aquesta comparació?

Qualsevol d'aquestes preguntes o similars:

Els ARN del múscul esquelètic d'aquests tres animals són semblants?

Quines diferències hi ha entre les seqüències dels RNAs d'aquests tres animals?

Els gens que s'expressen en el múscul esquelètic d'aquests animals són semblants?

Quines diferències hi ha entre els gens que s'expressen als músculs esquelètics d'aquests tres animals?

(0,20 punts)

Nota: Cal que estigui redactat en forma de pregunta directa, acabada en interrogant. També s'accepten frases interrogatives indirectes (sense interrogant), però han de ser molt clares. Si no són clares malgrat que siguin interrogatives indirectes, llavors 0,10 punts.

Si és afirmació o negació, 0 punts.

Quina hipòtesi poden haver formulat?

Les propostes han de ser coherents amb les preguntes anteriors.

S'acceptaran tant frases afirmatives (per exemple "Hi ha moltes diferències entre els RNA d'aquests animals" o "La hipòtesi és que hi ha moltes diferències entre els RNA d'aquests animals") com que indiquin possibilitat (per exemple "És possible que hi hagi moltes diferències entre els ARN d'aquests animals")

Altres exemples de possibles hipòtesis (ara escrites només com a frase afirmativa):

- Hi ha poques diferències entre les seqüències de RNA d'aquests tres animals.
- Els gens que s'expressen als músculs esquelètics d'aquests tres animals són els mateixos ja que és un mateix teixit.

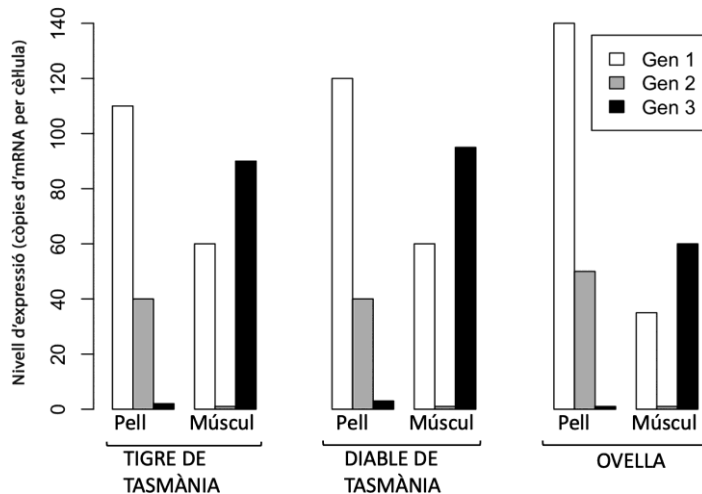
Nota: Si la hipòtesi no està formulada com a frase afirmativa o possibilitat, cal atorgar només 0,10 punts.

Proposeu una millora perquè els resultats d'aquesta recerca siguin estadísticament significatius:

S'han comparat els RNA d'un únic individu de tigre de Tasmània. Caldria fer el mateix procediment amb més individus (rèpliques).

(0,20 punts)

- e) El gràfic següent representa els resultats obtinguts en tres gens força representatius de les semblances i les diferències entre aquestes espècies quant al nivell d'expressió gènica. Escriviu dues conclusions sobre la semblança d'aquestes espècies o dels seus teixits a partir d'aquesta informació. **(0,40 punts)**



Qualsevol de les conclusions següents és vàlida:

El tigre i el diable de Tasmània són dues espècies molt similars, mentre que l'ovella mostra més diferències.

Hi ha més semblances si comparem els teixits (o mostres) que si comparem els organismes.

Les mostres dels RNAs de la pell de les tres espècies són bastant semblants.

En el cas dels RNA del múscul esquelètic, el diable i el tigre de Tasmània són bastant semblants, mentre que els RNA de l'ovella són bastant diferents dels altres dos.

0,20 punts per cada conclusió coherent fins a un màxim de 0,40 punts corresponents a aquesta subpregunta.



Exercici 2 (2,50 punts)

Les distròfies de la retina són un conjunt de malalties que provoquen una pèrdua progressiva de la visió. La majoria són hereditàries.

- a) A partir del text següent sobre la malaltia de Stargardt (una distròfia de la retina d'origen genètic), digueu quin patró d'herència té (dominant o recessiva, i autosòmica o lligada al sexe) i justifiqueu les respostes. **(0,50 punts)**

La malaltia de Stargardt és una degeneració de la retina que provoca una alteració de la visió central, que es torna borrosa o té zones fosques. Aquesta visió és la que utilitzem per llegir, mirar el mòbil, reconèixer les cares i els objectes, etc. També pot afectar la visió dels colors. Aquesta patologia es presenta en una de cada deu mil persones i per ara no té cura. S'acostuma a desenvolupar abans dels vint anys i afecta tant els nois com les noies. Només tenen la malaltia les persones que han heretat de tots dos progenitors l'al·lel defectuós ABCA4, situat al cromosoma 1.



Patró d'herència de la malaltia de Stargardt (marqueu amb una creu l'opció correcta)

Dominant / Recessiva

Recessiva (0,10 punts)

(Si no justifica l'opció escollida o la justificació és incoherent, llavors 0 punts.)

Justificació:

0,15 punts

Resposta model:

Perquè cal tenir dues còpies de l'al·lel defectuós per tenir la malaltia.

Nota: Si diuen *gen* en comptes d'*al·lel*, és igualment correcte (*gen defectuós* en comptes d'*al·lel defectuós* i *gen funcional* en comptes d'*al·lel funcional*).

Patró d'herència de la malaltia de Stargardt (marqueu amb una creu l'opció correcta)

Autosòmica / Lligada al sexe

Autosòmica (0,10 punts)

(Si no justifica l'opció escollida o la justificació és incoherent, llavors 0 punts.)

Justificació:

0,15 punts

Respostes model:

És autosòmica perquè el gen ABCA4 és al cromosoma 1.

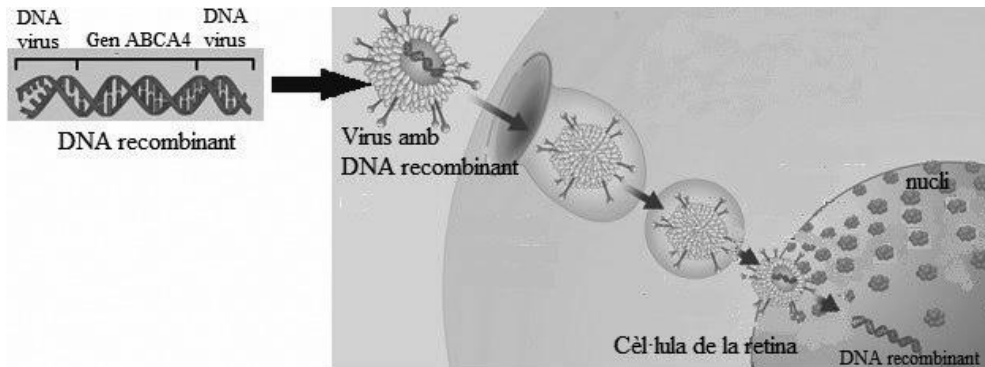
O bé dir que per tenir la malaltia cal tenir dues còpies de l'al·lel defectuós **(0,10 punts)**. No pot estar lligat al sexe perquè els nois, que tenen un sol cromosoma X, només heretarien una còpia de l'al·lel defectuós **(0,10 punts)**.

Nota 1: Si diuen *gen* en comptes d'*al·lel*, és igualment correcte (*gen defectuós* en comptes d'*al·lel defectuós* i *gen funcional* en comptes d'*al·lel funcional*).

Nota 2: Si només diuen que és autosòmica perquè afecta tant nois com noies, 0 punts per la justificació.

- b) Alguns ratolins són homozigots per a l'al·lel ABCA4 no funcional i, per tant, tenen la malaltia de Stargardt. Actualment, s'investiga un tractament de teràpia gènica en aquests ratolins. Aquesta teràpia consisteix a introduir el gen ABCA4 funcional a les cèl·lules de la retina dels ratolins amb l'objectiu de frenar la progressió de la malaltia i recuperar la pèrdua de la visió. **(0,50 punts)**

La figura següent presenta una part del procediment d'aquesta teràpia:



Font: adaptació feta a partir d'una imatge de <https://padiracinnovation.org>. Quina és la funció del virus en aquest procediment de teràpia gènica?

Resposta model:

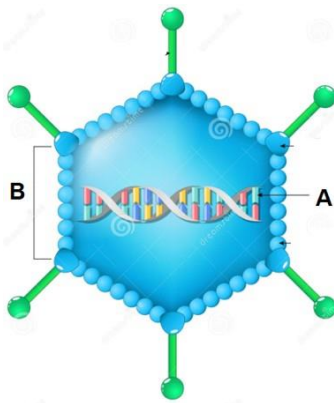
Actua com a vector.

O bé:

Transporta i introdueix el gen ABCA4 funcional a les cèl·lules de la retina dels ratolins.

(0,10 punts)

En teràpia gènica s'acostuma a emprar adenovirus. Completeu la taula indicant el nom de l'estructura i les biomolècules que el formen.



Estructura	Nom d'aquesta estructura	Biomolècules que formen cada estructura
A	Material genètic	DNA
B	Nucleocàpsida/càpsida	Proteïnes

(0,40 punts; 0,10 per cada resposta correcta)

- c) Per obtenir el DNA recombinant que conté el gen ABCA4 funcional, calen uns enzims determinats. Indiqueu el nom d'aquests enzims i la funció que fan. **(0,50 punts)**

Nom dels enzims: enzims de restricció **(0,10 punts)** i ligases **(0,10 punts)**.

Funció dels enzims:

Tallar DNA del virus i el DNA amb el gen ABCA4 funcional, amb un mateix enzim de restricció (o endonucleasa), per unes seqüències concretes.

Total: 0,20 punts. Repartits de la manera següent:

- 0,10 punts per tallar DNA en seqüències concretes.
- 0,10 punts per contextualitzar (del virus i del gen ABCA4 funcional).

Nota: Encara que no diguin que l'enzim de restricció ha de ser el mateix, també atorgarem els 0,20 punts.

Funció de les ligases:

Unir els dos DNA que formen el DNA recombinant o bé dir que uneixen el DNA del virus i el DNA amb el gen ABCA4 funcional.

Total: 0,10 punts

- d) Les recerques sobre els processos causants de la malaltia de Stargardt han demostrat que la pèrdua progressiva de la visió és deguda a la mort de cèl·lules de la retina. La vitamina A, necessària per a la visió, quan es metabolitza dona lloc a la formació de diversos productes, com ara el dímer A2E. En les persones afectades per aquesta malaltia, el transportador de membrana ABCA4 no és funcional i aquests productes s'acumulen a la retina. Alguns estudis suggereixen que els dímers A2E activen la resposta immunitària, concretament el sistema del complement.

En el cas de les persones afectades per aquesta malaltia, expliqueu de quina manera el sistema del complement podria provocar la mort de les cèl·lules de la retina. **(0,50 punts)**

Total: 0,50 punts

Respostes model:

El sistema del complement activat (o bé dir que s'activa per la unió del complement a un complex antígen-anticòs) forma porus a les membranes de les cèl·lules. També és correcte dir que formen un complex d'atac a membranes. **(0,40 punts)**. Això provoca la lisi de la cèl·lula (o bé citòlisi) **(0,10 punts)**.

O bé dir que:

El sistema del complement activat s'uneix a la superfície de les cèl·lules de la retina (o bé dir que opsonitza les cèl·lules de la retina) **(0,30 punts)** i afavoreix que siguin fagocitades **(0,20 punts)**.

O bé dir que:

El sistema del complement activat produeix una resposta inflamatòria **(0,25 punts)** que provoca l'arribada a la zona de fagòcits **(0,25 punts)**.



- e) Per al control del sistema de complement en referència a la malaltia de Stargardt s'han dissenyat uns fàrmacs que actuen sobre aquest sistema, concretament sobre la proteïna C5. Aquests fàrmacs consisteixen a inserir anticossos monoclonals per desactivar l'activitat del sistema de complement. **(0,50 punts)**

Què són els anticossos monoclonals?

Els anticossos monoclonals són una gran quantitat d'anticossos idèntics que reaccionen amb l'antigen que produeix una determinada malaltia. **(0,20 punts)**

Com actuarien aquests fàrmacs per desactivar el sistema de complement i evitar la mort de les cèl·lules de la retina?

Els anticossos monoclonals actuen sobre la proteïna C5 del sistema de complement, de manera que s'hi uneixen i, aleshores, desencadenen una resposta antigen-anticòs i activen els mecanismes d'eliminació d'aquesta proteïna. **(0,20 punts)**

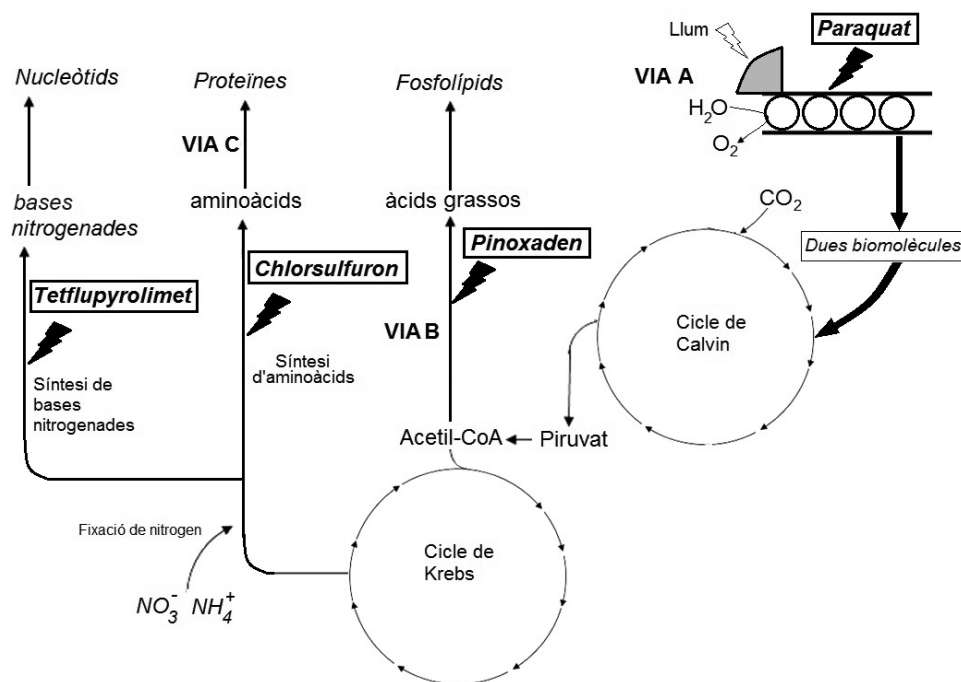
Creieu que l'administració d'aquests fàrmacs podria afectar de manera negativa el funcionament normal del sistema de complement en la defensa del nostre organisme?

Sí, perquè el sistema de complement actua contra patògens externs, de manera que si queda inactivat disminuirà l'eficàcia del nostre sistema immunitari. **(0,10 punts)**

Exercici 3 [2,50 punts]

Els herbicides són productes que s'utilitzen per eliminar les males herbes. L'acció de molts herbicides es basa en la inhibició d'enzims clau de les vies anabòliques vegetals. Paraquat®, Pinoxaden®, Chlorsulfuron® i Tetflupyrolimet® són exemples d'aquests tipus d'herbicides.

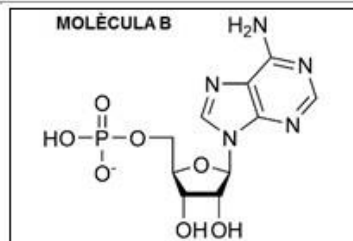
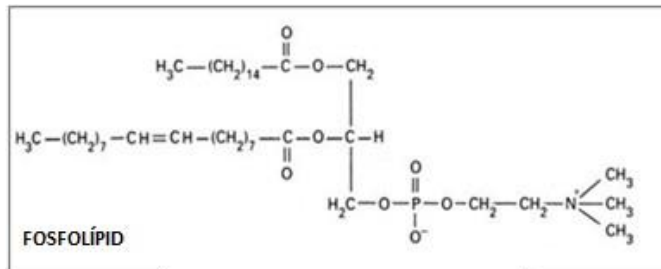
L'esquema següent mostra algunes de les principals vies anabòliques en vegetals i la via que queda inhibida per cadascun dels quatre herbicides esmentats:



Observeu l'esquema i responeu a les qüestions següents:

<p>Com s'anomena la via inhibida per Paraquat® (via A)? A quin orgàdul (i a quina part d'aquest orgàdul) es localitza la via A en vegetals? (0,50 punts)</p> <p>Fotofosforilació (o fase lluminosa, fase fotoquímica o cadena de transport d'electrons fotosintètica). (0,20 punts)</p> <p>Cloroplast (0,20 punts), membrana dels tilacoides (o bé només tilacoides) (0,10 punts).</p>
<p>El Chlorsulfuron impedeix la síntesi de determinats aminoàcids. La manca d'aquests aminoàcids fa que no es puguin fer proteïnes mitjançant la via (o procés) C. Com s'anomena la via C i quin orgàdul la fa? (0,50 punts)</p> <p>Síntesi de proteïnes (o bé traducció) (0,30 punts), ribosoma (0,20 punts).</p>
<p>El Tetflupyrolimet impedeix la fabricació de bases nitrogenades a partir de les quals el vegetal sintetitzarà nucleòtids. Quines dues molècules cal afegir a una base nitrogenada per obtenir un nucleòtid? (0,50 punts)</p> <p>Pentosa (o bé ribosa, o bé desoxiribosa) (0,30 punts) i fosfat (o bé àcid fosfòric) (0,20 punts).</p>

A continuació teniu les fórmules de tres biomolècules que la cèl·lula vegetal no pot fabricar per l'acció de Pinoxaden, Chlorsulfuron i Tetflupyrolimet:



A partir d'aquestes tres fórmules i de la informació de l'esquema, raoneu quin dels tres herbicides (Pinoxaden, Chlorsulfuron o Tetflupyrolimet) impedeix la síntesi dels fosfolípids. Raoneu quines estructures cel·lulars no podrà regenerar la planta per manca de fosfolípids. **(0,50 punts)**

L'herbicida és el Pinoxaden, ja que, si la planta no pot sintetitzar àcids grassos, no podrà fer fosfolípids perquè són un dels seus components. **(0,20 punts si el raonament és correcte i està ben expressat.)**

La manca de fosfolípids impedirà a la planta fer o reparar membranes, ja que aquestes membranes són bicapes lipídiques formades per fosfolípids i proteïnes. **(0,30 punts si el raonament és correcte i està ben expressat.)**

Quina o quines de les tres biomolècules no podria sintetitzar la planta per l'acció de l'herbicida Paraquat? Raoneu la resposta. **(0,50 punts)**

Cap de les tres **(0,10 punts)** perquè el Paraquat inhibeix la fotosíntesi (o la fase lluminosa i indirectament el cicle de Calvin), de manera que la planta no pot fabricar matèria orgànica (o glucosa o piruvat) a partir d'inorgànica (o CO_2). Sense aquesta matèria orgànica, no pot sintetitzar totes les altres molècules orgàniques que necessita. **(0,40 punts per respostes com aquesta o similars si el raonament és correcte i està ben expressat.)**

Exercici 4 (2,50 punts)

Un article de la revista *Investigación y Ciencia* publicat l'agost de 2021 alertava de l'increment preocupant de les infeccions fúngiques. El text descriu la situació de malalts hospitalitzats per infeccions pulmonars greus als quals s'administren fàrmacs per tractar la infecció pulmonar i la inflamació associada, i també fàrmacs immunosupressors. Aquest tractament fa que els pacients quedin indefensos davant d'altres patògens i, tot sovint, agafin sobreinfeccions causades pel fong *Candida auris*, resistent a la majoria d'antifúngics.

a) Alguns dels tractaments que es fan servir per tractar les infeccions fúngiques són els antihistamínics i la seroteràpia. Expliqueu la funció d'un dels dos termes ressaltats en negreta del text. **(0,50 punts)**

Immunosupressors: bloquejar o inhibir la resposta immunitària, per evitar-ne l'acció. **(0,25 punts)**

Inflamació: atreure les cèl·lules del sistema immune a la zona on es localitza la infecció. **(0,25 punts)**

b) Els antihistamínics són uns fàrmacs que es fan servir per combatre la inflamació. En una pàgina web es pot llegir la informació següent sobre l'acció dels antihistamínics:

«Els antihistamínics bloquegen l'acció de la histamina, que és l'anticòs responsable de la inflamació. La histamina és segregada pels mastòcits i els eosinòfils.»

Aquesta explicació que acabeu de llegir conté dues errades. Digueu quines són i indiqueu com s'haurien de corregir. **(0,50 punts)**

Errada 1: La histamina no és un anticòs. (0,10 punts)

Correcció: Els anticòsos relacionats amb la inflamació al·lèrgica són les IgE (qualsevol altra rectificació adequada). (0,15 punts)

Errada 2: Els eosinòfils no segreguen histamina. (0,10 punts)

Correcció: Els eosinòfils són els encarregats d'aturar la secreció d'histamina (o qualsevol altra rectificació adequada). (0,15 punts)

c) La seroteràpia, en canvi, consisteix a injectar anticòsos contra el microorganisme que es vol combatre. *Quin tipus de biomolècules són els anticòsos i quines cèl·lules s'encarreguen de produir-los?* **(0,50 punts)**

Són proteïnes **(0,25 punts)** produïdes pels limfòcits B **(0,25 punts)**.

Nota: També s'accepta *immunoglobulines* com a resposta correcta.

d) *Quin tipus d'immunització comporta la injecció d'aquest sèrum? Marqueu amb una creu l'opció correcta en cada cas. (0,50 punts)*

- Activa / **Passiva**
- Natural / **Artificial**

Repartits en 0,25 punts per cada resposta.

e) Molts fongs viuen en el medi natural alimentant-se de restes orgàniques en descomposició, i només ocasionalment parasiten animals. Quan les seves espores penetren en el cos de l'hoste, li poden causar malalties greus. Fa anys es pensava que els mamífers estàvem protegits dels fongs perquè la nostra temperatura corporal és superior a la temperatura òptima per a aquests organismes, però l'escalfament global del planeta ha comportat un increment de les malalties causades pels fongs. Justifiqueu, en termes evolutius, la raó d'aquest increment de malalties provocades per fongs. **(0,50 punts)**

Resposta model:

Les poblacions d'éssers vius poden patir mutacions a l'atzar. En el cas dels fongs, aquells que han patit una mutació a l'atzar que els permet viure en ambients amb temperatures superiors s'han beneficiat de la selecció natural a causa de l'escalfament global. Els individus amb aquestes característiques es reproduïxen i donen lloc a descendents amb capacitat per viure en temperatures superiors. Aquests organismes poden trobar en el cos dels mamífers un medi on viure i, per tant, provocar un increment de malalties en aquests hostes.

Puntuació: 0,50 punts. Distribuïts de la manera següent:

- Per indicar que les **mutacions són a l'atzar**: 0,10 punts
- Per indicar que els que han patit la mutació **poden viure en ambients amb temperatures superiors** degudes a l'escalfament global: 0,10 punts
- Per dir explícitament **selecció natural**: 0,10 punts
- Per dir que els individus amb aquestes característiques **es reproduïxen i donen lloc a descendents amb capacitat per viure en temperatures superiors**: 0,10 punts
- Per dir que aquests organismes poden trobar en el **cos dels mamífers un medi on viure** i, per tant, provocar un **increment de malalties** en aquests hostes: 0,10 punts

Per qualsevol resposta lamarckiana: 0 punts