

# Biologia

## Sèrie 5

**Opció d'examen**  
 (Marqueu l'opció triada)

**OPCIÓ A**

**OPCIÓ B**

| Qualificació           |   |  | TR |  |
|------------------------|---|--|----|--|
| 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 .....

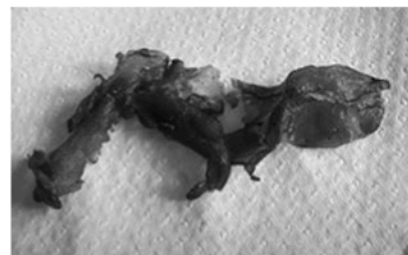
Etiqueta de qualificació

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

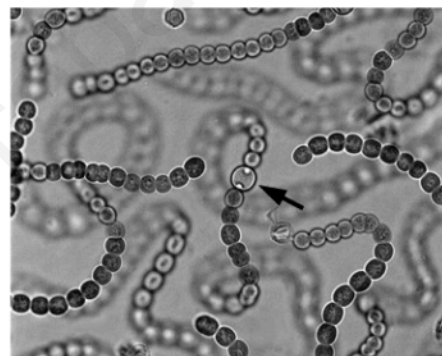
Després d'uns quants dies de pluges intenses, la profesora de biologia mostra als alumnes una estranya massa de color verd que ha trobat a l'hort de l'institut i que rep el nom vulgar de *merda de bruixa*.



1. Els estudiants n'agafen una mostra i l'observen al microscopi. Aquesta és la micrografia que n'han fet:

[1 punt]

- a) Si sabem que la cèl·lula assenyalada fa  $3,6 \mu\text{m}$  de diàmetre, calculeu quants augments té la micrografia. Indiqueu els càlculs efectuats.



- b) Els estudiants s'adonen que aquestes cèl·lules són verdes i fan la fotosíntesi, però que no tenen nucli ni cloroplasts. Després de discutir sobre quin tipus d'organisme és, plantegen dues hipòtesis: es tracta d'un virus vegetal o d'un cianobacteri. La profesora confirma que una d'aquestes hipòtesis és correcta i l'altra no. Completeu la taula següent indicant en cada cas si la hipòtesi és correcta i justifiqueu la resposta.

| Hipòtesi      | És correcta?<br>(Sí / No) | Justificació |
|---------------|---------------------------|--------------|
| Virus vegetal |                           |              |
| Cianobacteri  |                           |              |

2. Un dels alumnes ha trobat a Internet informació que permet identificar l'espècie. L'alumne escriu en el seu informe el nom científic «NOSTOC COMMUNE». Abans de presentar l'informe, una companya l'avisava que, malgrat que les lletres del nom són correctes i l'ordre en què estan escrites també ho és, el nom està mal escrit.

[1 punt]

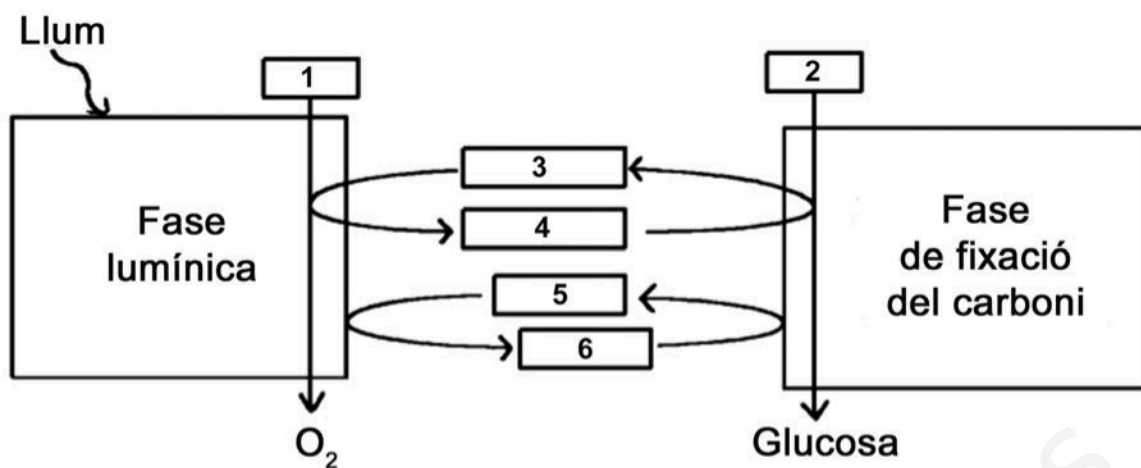
a) Escriviu correctament el nom científic d'aquesta espècie.

- b) Els estudiants han confirmat que es tracta d'un organisme que fa la fotosíntesi i que obté el carboni i l'energia de manera gairebé idèntica als vegetals. Tenint en compte les fonts d'on extreu el carboni i l'energia, indiqueu el tipus metabòlic d'aquest organisme. Justifiqueu la resposta.

*Tipus metabòlic:*

*Justificació:*

3. L'endemà, la professora els lliura l'esquema següent sobre la fotosíntesi:



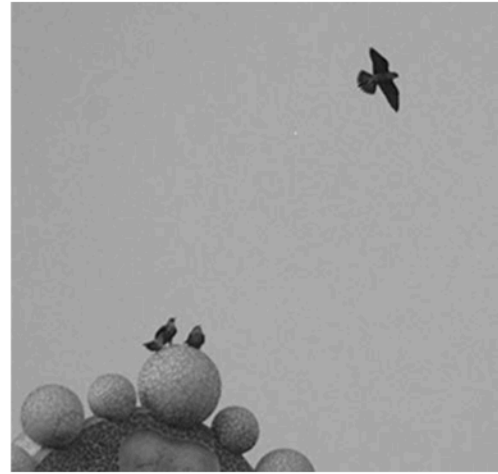
Escriviu en la taula següent els noms dels metabòlits assenyalats amb un número en l'esquema.

[1 punt]

| Número | Metabòlit |
|--------|-----------|
| 1      |           |
| 2      |           |
| 3      |           |
| 4      |           |
| 5      |           |
| 6      |           |

## Exercici 2

L'any 1999 es va iniciar a Barcelona un programa de reintroducció del falcó pelegrí (*Falco peregrinus*), una espècie que havia desaparegut de la ciutat als anys setanta per causes humanes. Actualment hi ha nou parelles nidificants de falcó pelegrí, quatre de les quals han aconseguit criar.



1. Aquesta reintroducció ha suposat una modificació de l'equilibri entre espècies tan característiques de la fauna urbana com ara el colom (*Columba livia*) i la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), totes dues originalment granívores. Els falcons s'alimenten principalment de coloms, però també han incorporat altres ocells, com la cotorra argentina, a la seva dieta.

[1 punt]

- a) Digueu quina relació interespecífica estableix el falcó amb qualsevol d'aquestes dues espècies i a quin nivell tròfic el situaríeu. Justifiqueu les respostes.

|  | Nom | Justificació |
|--|-----|--------------|
| Relació interespecífica entre el falcó i qualsevol de les altres dues espècies |     |              |
| Nivell tròfic al qual pertany el falcó   |     |              |

- b) A causa del comportament territorial dels falcons, els seus nius estan ubicats a diferents parts de la ciutat, allunyats entre ells. Expliqueu per quin motiu, des del punt de vista del flux d'energia, mai no hi podrà haver tants falcons com coloms a Barcelona.

2. D'altra banda, els gavians argentats (*Larus argentatus*), que originàriament tenien una dieta basada en el consum de peix, han canviat els seus hàbits alimentaris: s'han adaptat a la ciutat i també han incorporat els coloms a la seva dieta.

[1 punt]

- a) Quin tipus de relació ecològica interespecífica s'ha establert entre els falcons i els gavians argentats arran d'aquest canvi? Justifiqueu la resposta.

*Tipus de relació entre els falcons i els gavians argentats:*

*Justificació:*

- b) Els coloms són un gran reservori d'ectoparàsits, com ara les puces. Si els falcons desapareguessin de nou de Barcelona, quina repercussió podria tenir a curt termini en la quantitat de puces a la ciutat? I a llarg termini en la quantitat de gavians argentats? Justifiqueu les respostes.

*Repercussió a curt termini de la desaparició dels falcons en la quantitat de puces:*

*Justificació:*

*Repercussió a llarg termini de la desaparició dels falcons en la quantitat de gavians argentats:*

*Justificació:*

## OPCIÓ A

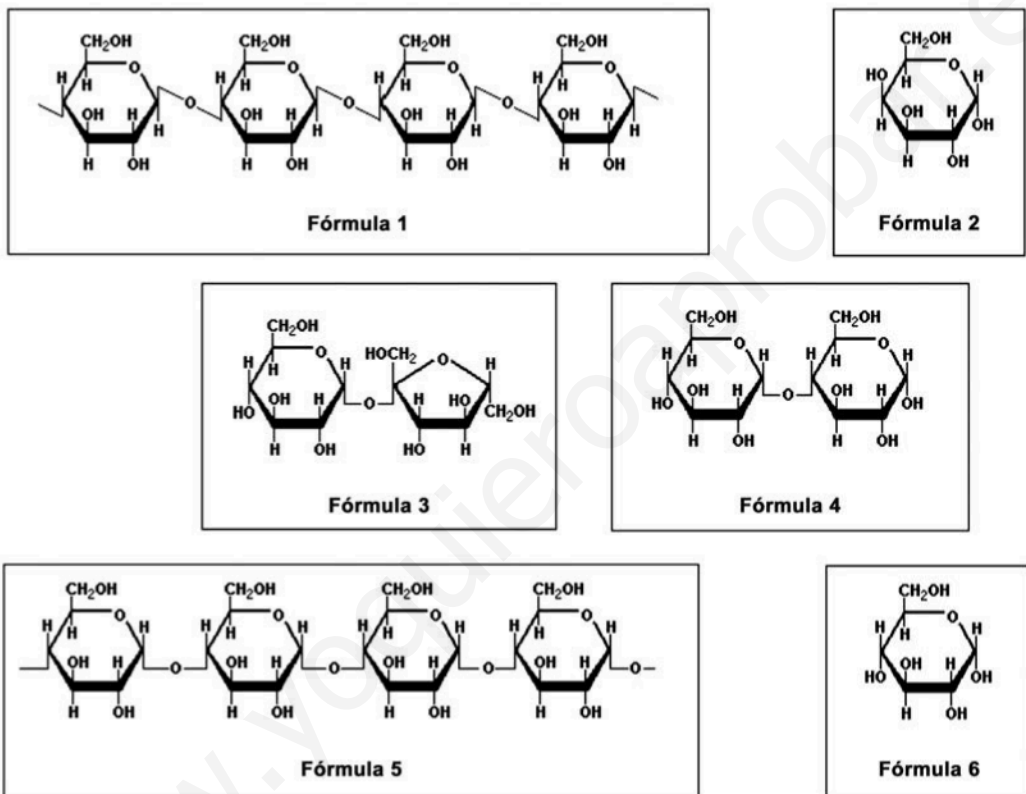
### Exercici 3

Les amilases són un conjunt d'enzims digestius que molts éssers vius sintetitzen, incloent-hi els humans.

1. Les amilases catalitzen la hidròlisi del midó (un polisacàrid format per glucoses amb unions  $\alpha$ -1,4) en glucosa i maltosa (un disacàrid format per dues glucoses), que les cèl·lules poden absorbir i usar com a font d'energia.

[1 punt]

- a) Observeu les fórmules següents i determineu quina correspon al substrat de les amilases i quines dues corresponen als seus productes:



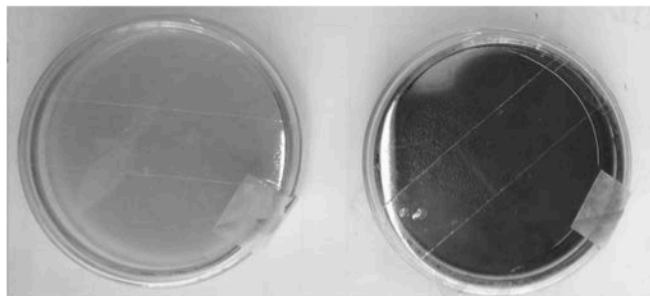
|  |  |
|--|--|
| Número de la fórmula que correspon al substrat de les amilases             |  |
| Números de les dues fórmules que corresponen als productes de les amilases |  |

- b) Una de les amilases que fabriquem els humans és l'amilasa salival, present a la saliva. Si us poseu una molla de pa a la boca i la mastegueu durant uns quants minuts, començareu a notar un gust dolç. Expliqueu quina és la causa d'aquest gust dolç.

2. Una microbiòloga està treballant amb dos tubs de cultiu líquid. Un tub conté bacteris del gènere *Bacillus*, i l'altre, bacteris del gènere *Micrococcus*. Desgraciadament, es va oblidar d'etiquetar els tubs i ara no sap quins bacteris conté cadascun. Però sap que els bacteris del gènere *Bacillus* sintetitzen amilasa, mentre que els del gènere *Micrococcus* no. Per a esbrinar quins bacteris conté cada tub, duu a terme un experiment seguint aquests passos:

1r. Etiqueta un dels tubs com a «tub A» i l'altre com a «tub B».

2n. Pren un medi de cultiu sòlid (agar nutritiu), que permetrà el creixement de tots dos gèneres de bacteris, i hi afegeix midó. Amb aquest medi, prepara dues plaques de Petri que etiqueta com a «placa A» i «placa B».



Placa A amb Lugol

Placa B amb Lugol

3r. Aboca una part del cultiu líquid

del tub A a la placa A i una part del cultiu líquid del tub B a la placa B.

4t. Incuba les plaques 48 h a l'estufa a 37 °C perquè els bacteris s'alimentin del medi nutritiu i creixin per tota la superfície de la placa.

5è. Retira les plaques de l'estufa i aboca solució de Lugol sobre les dues plaques. El contingut de la placa A no canvia de color, mentre que el de la placa B canvia de color i s'enfosqueix.

Quins bacteris conté cada tub? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

El tub A conté bacteris del gènere \_\_\_\_\_.

El tub B conté bacteris del gènere \_\_\_\_\_.

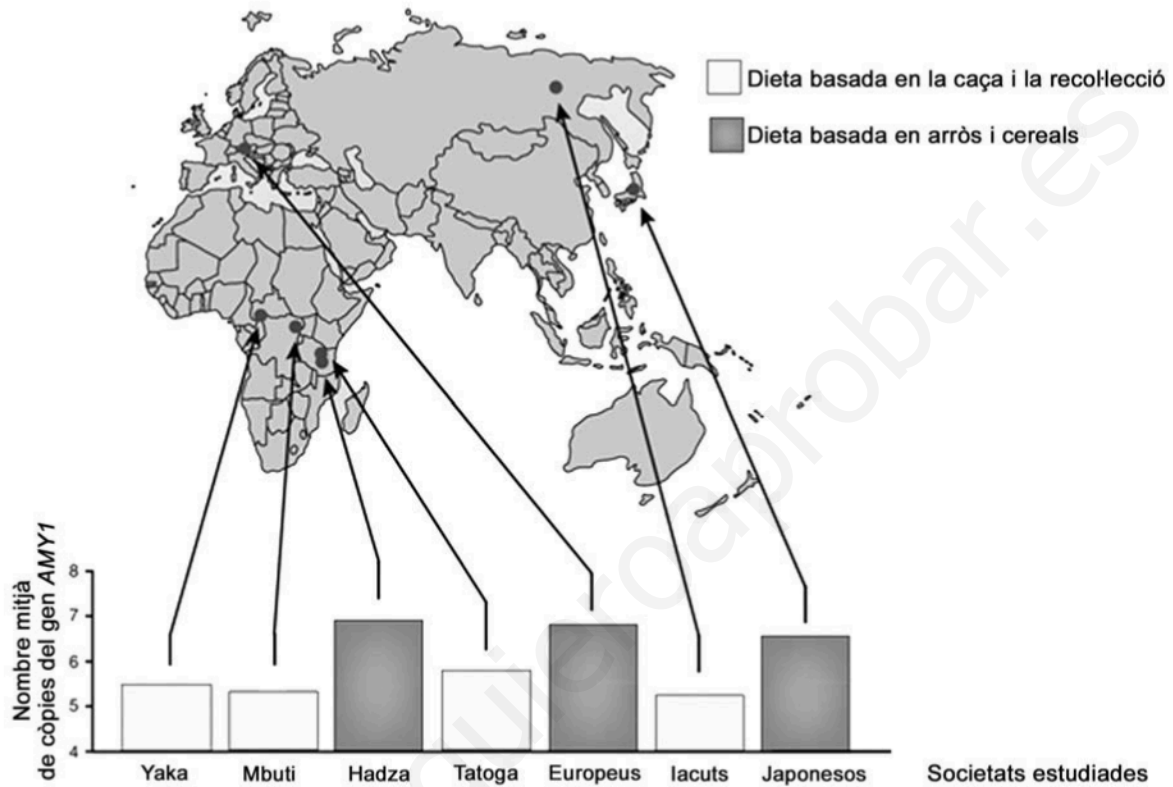
Justificació:



3. L'amilasa salival humana és codificada pel gen *AMY1*, situat al cromosoma 1. El nombre de còpies d'aquest gen varia d'uns individus a uns altres: a cada cromosoma 1, algunes persones hi tenen només dues còpies del gen *AMY1*, i d'altres, fins a quinze.

L'any 2007 es va publicar un estudi que comparava el nombre mitjà de còpies del gen *AMY1* que tenien els individus de societats històricament dependents del conreu d'aliments rics en midó, com l'arròs i els cereals, amb el que tenien els individus de societats històricament dependents de la caça i la recollecció. Els resultats es mostren en el gràfic següent:

[1 punt]



FONT: Adaptació feta a partir de John NOVEMBRE *et al.* «Adaptive drool in the gene pool». *Nature Genetics*, núm. 10 (2007).

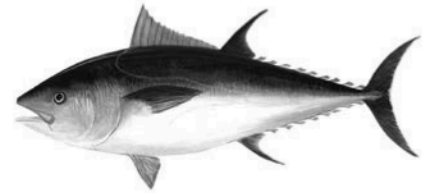
- a) Quina conclusió podeu treure d'aquest gràfic pel que fa a la relació entre la dieta i el nombre de còpies del gen *AMY1*?

- b)** S'ha demostrat que la presència de més còpies del gen *AMY1* fa que es produeixi més amilasa salival. Expliqueu raonadament, en termes neodarwinistes, la causa d'aquesta diferència genètica entre els dos tipus de societats estudiades.

[www.yoquieroaprobar.es](http://www.yoquieroaprobar.es)

#### Exercici 4

La tonyina vermella (*Thunnus thynnus*) és un peix molt apreciat des del punt de vista gastronòmic. Fa uns quants anys una empresa catalana va instal·lar una gàbia d'engreix d'aquests peixos a prop del delta de l'Ebre, a pocs kilòmetres mar endins.



1. Abans de capturar les tonyines per a destinar-les al consum, un submarinista les atordeix amb un tret d'aire comprimit. Així s'evita que intentin fugir i facin un esforç molt intens en un període molt curt de temps que generaria àcid làctic, una substància que fa perdre qualitat a la carn de tonyina.

[1 punt]

- a) Quina via metabòlica és la responsable de la producció de l'àcid làctic? Per què els músculs de les tonyines el generen en una situació d'estrès?

*Via metabòlica que produeix l'àcid làctic:*

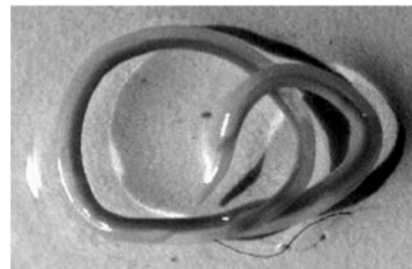
*Justificació de la producció d'àcid làctic en una situació d'estrès:*

- b) Les tonyines vermelles són unes nedadores excel·lents, capaces de recórrer més de dos-cents kilòmetres en un dia. Per a fer aquests llargs desplaçaments, les fibres musculars d'aquests peixos fan servir unes altres vies metabòliques, que donen com a productes finals diòxid de carboni i aigua. De quines vies metabòliques es tracta? Per què utilitzen aquestes vies en comptes de fer servir la via que genera àcid làctic? Justifiqueu la resposta en termes de rendiment energètic.

*Vies metabòliques que fan servir les tonyines en desplaçaments llargs:*

*Justificació de la utilització d'aquestes vies en comptes de la via que genera àcid làctic, en termes de rendiment energètic:*

2. A l'aparell digestiu i, de vegades, també a la carn de la tonyina podem trobar larves de nematodes (*Anisakis simplex*), un cuc paràsit d'aquests peixos. Els humans no som els hostes habituals dels *Anisakis*. Per això, aquests cucs no poden sobreviure dins del nostre cos ni, per tant, infectar-nos, tot i que sí que ens poden ocasionar alguns problemes de salut.



El problema més habitual que pateixen les persones que ingereixen peix amb *Anisakis* són molèsties digestives causades pel procés inflamatori que es produeix a l'intestí prim. Contesteu les qüestions de la taula següent sobre aquesta resposta del nostre sistema immunitari.

[1 punt]

Quin tipus de resposta immunitària és el procés inflamatori?

Específica  / Inespecífica

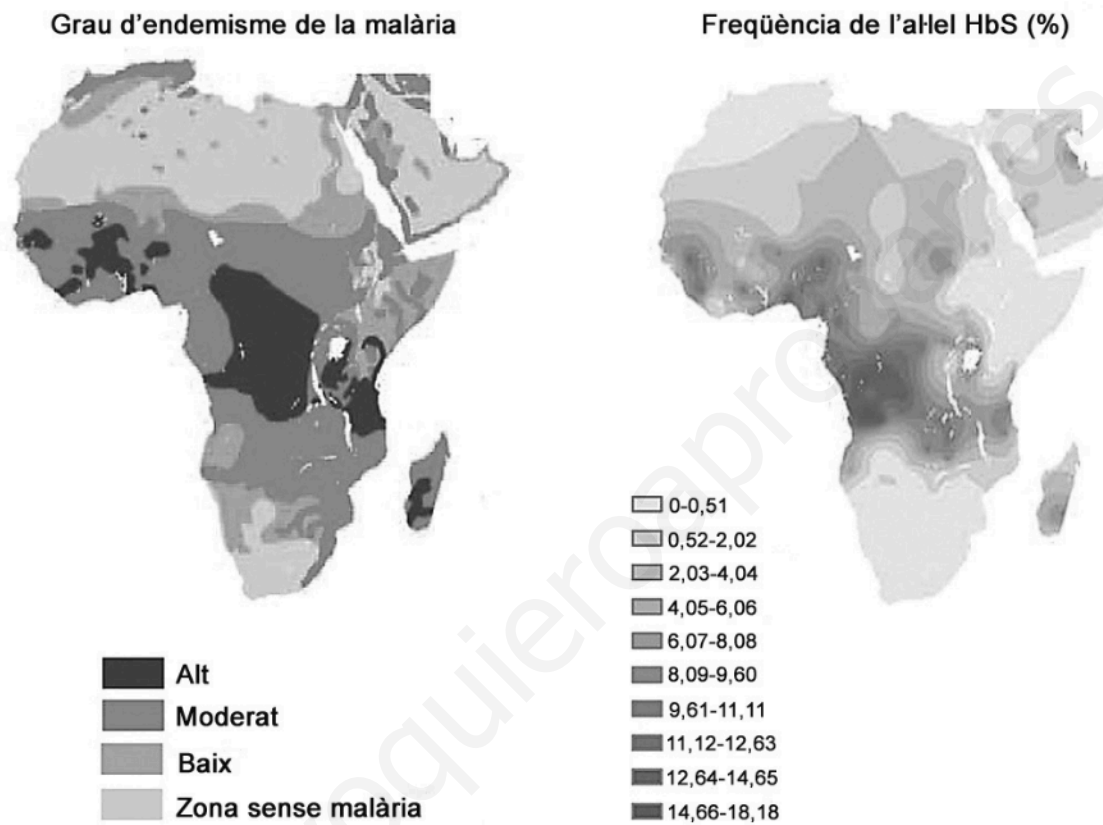
Quines cèl·lules del sistema immunitari inicien el procés inflamatori?

Explicació del procés inflamatori:

## OPCIÓ B

### Exercici 3

L'any 2010 es va publicar a la revista *Nature* un article en el qual s'analitzava la distribució i la freqüència d'una variant del gen *Hb*, que codifica l'hemoglobina. Concretament, es comparava la freqüència de l'allel HbS, causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes en les poblacions humanes, amb la distribució de les àrees afectades per la malària, una malaltia infecciosa causada pel protozou *Plasmodium*. Els mapes mostren les dades obtingudes a l'Àfrica.



1. Una professora de ciències mostra aquests mapes als alumnes de segon de batxillerat i els pregunta si observen alguna correlació entre els dos paràmetres analitzats.

[1 punt]

- a) En Khalil és el primer d'aixecar el braç i diu: «Es veu molt clar que els dos paràmetres estan estretament relacionats!» Té raó en Khalil? Justifiqueu la resposta.

**b)** L'allel HbS (causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes) i l'allel HbA (normal) són autosòmics i codominants. Les persones homozigotes per a l'allel HbS pateixen una anèmia greu i acostumen a morir abans dels cinc anys si no reben atenció mèdica. No obstant això, els seus eritròcits, que tenen forma de falç, no s'infecten pels protozous causants de la malària. Els individus heterozigots, en canvi, pateixen una forma lleu d'aquesta anèmia i posseeixen una barreja d'eritròcits normals i alterats (en forma de falç).

Elaboreu una hipòtesi, tenint en compte el paper dels individus heterozigots, que expliqui per què l'allel que causa l'anèmia de cèl·lules falciformes manté una freqüència alta en algunes regions de l'Àfrica, tot i que la malaltia provoca la mort dels individus afectats abans d'arribar a l'edat reproductiva.

www.yoquieroaprobar.es

2. Una parella de persones heterozigotes per al gen causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes vol tenir descendència.

[1 punt]

- a) Calculeu les proporcions genotípiques i fenotípiques que es poden esperar en la seva descendència. Useu el símbol HbS per a designar l'allel causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes i el símbol HbA per a designar l'allel normal. Justifiqueu la resposta.

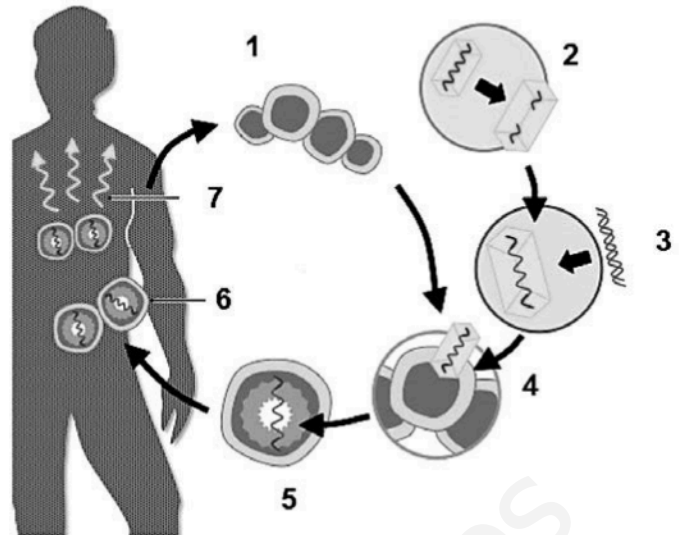
- b) Calculeu la probabilitat que aquesta parella tingui dos descendents homozigots per a l'allel HbA.

www.yoquieroaprobar.es

3. La teràpia gènica és un possible tractament per a les malalties causades per mutacions gèniques.

[1 punt]

- a) En el cas de l'anèmia de cèl·lules falciformes, s'han fet assajos de teràpia gènica en cèl·lules del moll de l'os. Aquesta tècnica, que es representa en l'esquema de la dreta, consisteix en la introducció de l'allel normal a les cèl·lules afectades mitjançant un vector.



La taula que hi ha a continuació explica els diferents passos de la tècnica aplicada, però estan disposats de manera desordenada. Completeu-la escrivint a la columna de l'esquerra el número de l'esquema que correspon a cada pas del procés.

| Número corresponent de l'esquema | Explicació del pas  |
|----------------------------------|---|
|                                  | El virus usat com a vector infecta les cèl·lules que s'han extret del pacient.                    |
|                                  | Les cèl·lules genèticament modificades expressen el gen <i>HbA</i> i originen eritròcits normals. |
|                                  | S'introdueix el gen <i>HbA</i> en el genoma del virus usat com a vector.                          |
|                                  | Algunes cèl·lules del pacient incorporen el gen <i>HbA</i> al seu genoma.                         |
|                                  | Se seleccionen les cèl·lules que han incorporat el gen <i>HbA</i> i s'introdueixen al pacient.    |
|                                  | S'extreuen cèl·lules del moll de l'os del pacient.  |
|                                  | S'altera genèticament un virus per a impedir que es pugui reproduir.                              |

- b) Un metge que ha tractat un malalt d'anèmia de cèl·lules falciformes comunica al pacient que la teràpia gènica que li han aplicat ha estat un èxit i que ja no s'observen eritròcits anòmals a la seva sang. Després de sentir aquesta bona notícia, ell li pregunta: «Així, si mai tinc un fill o una filla, ja no podrà heretar el gen defectuós, oi?» Expliqueu què li hauria de respondre el metge. Justifiqueu la resposta.



#### Exercici 4

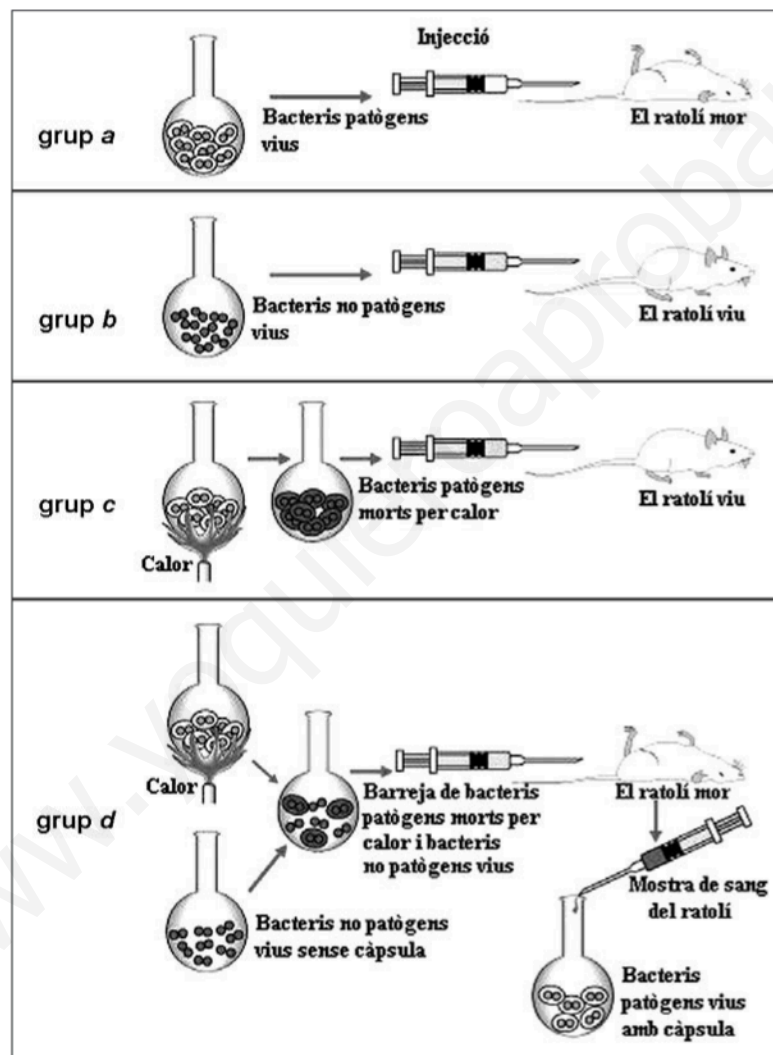
La pneumònia és una malaltia greu que afecta molts mamífers. En la major part dels casos és causada per una infecció de bacteris *Streptococcus pneumoniae*, coneguts com a pneumococs.

Es coneixen dues soques o varietats de pneumococs:

- Bacteris amb càpsula, que els protegeix contra la fagocitosi. Per aquest motiu, aquests bacteris són patògens (causen pneumònia).
- Bacteris sense càpsula, que poden ser destruïts fàcilment per fagocitosi. Per aquest motiu, aquests bacteris no són patògens.

La capacitat de fabricar càpsula o de no fabricar-ne és hereditària.

L'any 1928, Fred Griffith va fer l'experiment següent, en el qual va utilitzar aquestes dues soques de pneumococs per a infectar ratolins:



En la interpretació d'aquests resultats, Griffith va proposar que els bacteris vius havien incorporat alguna molècula dels bacteris amb càpsula morts per calor, i això feia que poguessin fabricar la càpsula protectora i els convertia, per tant, en patògens. Aquesta interpretació va ser confirmada posteriorment amb altres experiments.

1. Griffith es va plantejar la pregunta següent: «Per què els ratolins del grup *d* moren de pneumònia?»

Responeu a les qüestions següents:

[1 punt]

- a) Quina va ser la hipòtesi de Griffith? Esmenteu dues variables que s'haurien de mantenir constants en els quatre grups de l'experiment de Griffith.

*Hipòtesi de Griffith:*

*Dues variables que s'haurien de mantenir constants:*

- b) Perquè aquest experiment fos fiable, Griffith en va haver de fer diverses repeticions. Expliqueu per què cal fer-les.

2. Actualment sabem que el procés observat per Griffith en el grup *d* és una forma de parasexualitat bacteriana.

[1 punt]

- a) Quina molècula que havien incorporat els bacteris no patògens va fer que poguessin fabricar la càpsula protectora? Com s'anomena aquest tipus de parasexualitat bacteriana?

*Molècula incorporada pels bacteris no patògens:*

*Nom d'aquest tipus de parasexualitat bacteriana:*

- b) A més del tipus de parasexualitat bacteriana que intervé en l'experiment de Griffith, també n'hi ha d'altres. Trieu-ne un i expliqueu breument en què consisteix.

*Nom del tipus de parasexualitat bacteriana triat (diferent de l'esmentat en l'apartat a):*

*Explicació:*

www.yoquieroaprobar.es

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

Etiqueta de l'alumne/a

[Grey rectangular box for student label]



Institut  
d'Estudis  
Catalans

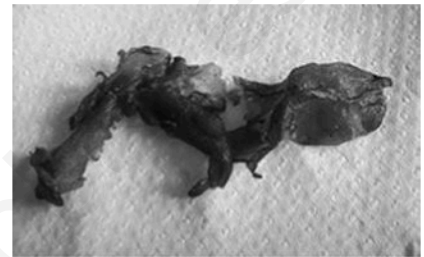


## SÈRIE 5

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.

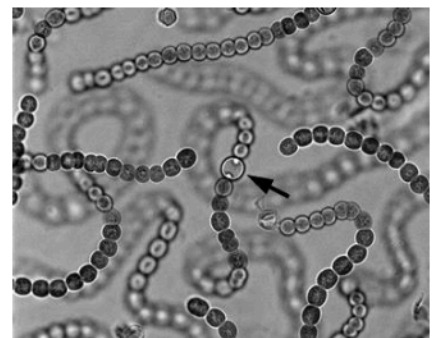
### Exercici 1

Després d'uns quants dies de pluges intenses, la professora de biologia mostra als alumnes una estranya massa de color verd que ha trobat a l'hort de l'institut i que rep el nom vulgar de *merda de bruixa*.



1. Els estudiants agafen una mostra i l'observen al microscopi. Aquesta és la micrografia que n'han fet:  
[1 punt]

a) Si sabem que la cèl·lula assenyalada fa 3,6 μm de diàmetre, calculeu quants augments té la micrografia. Indiqueu els càlculs efectuats.



**Mida real** = 3,6 micròmetres.

**Mida aparent** = 3 mm

**Nombre d'augments** = mida aparent / mida real:

$$(3 \text{ mm} / 3,6 \text{ micròmetres}) \times (1000 \text{ micròmetres} / 1 \text{ mm}) = 3000 / 3,6 = \mathbf{833} \text{ augments}$$



- b) Els estudiants s'adonen que aquestes cèl·lules són verdes i fan la fotosíntesi, però que no tenen nucli ni cloroplasts. Després de discutir sobre quin tipus d'organisme és, plantegen dues hipòtesis: es tracta d'un virus vegetal o d'un cianobacteri. La professora confirma que una d'aquestes hipòtesis és correcta i l'altra no. Completeu la taula següent indicant en cada cas si la hipòtesi és correcta i justifiqueu la resposta.

| Hipòtesi      | És correcta?<br>(Sí / No) | Justificació   |
|---------------|---------------------------|--|
| Virus vegetal | NO                        | Qualsevol de les següents:<br>- Els virus són acel·lulars i, per tant, no poden tenir cèl·lules.<br>- Cap virus és fotosintètic. Els virus vegetals es diuen així perquè infecten cèl·lules vegetals, no perquè ells siguin vegetals.<br>- Un virus sempre necessita parasitar cèl·lules vives, no podria formar tot sol una massa verda a l'hort.<br>- Els virus són massa petits com per veure'ls amb el microscopi òptic. |
| Cianobacteri  | SÍ                        | Són cèl·lules procariotes i fotosintetitzadores. Això concorda amb els cianobacteris.  |



2. Un dels alumnes ha trobat a Internet informació que permet identificar l'espècie. L'alumne escriu en el seu informe el nom científic «NOSTOC COMMUNE». Abans de presentar l'informe, una companya l'avisava que, malgrat que les lletres del nom són correctes i l'ordre en què estan escrites també ho és, el nom està mal escrit.

[1 punt]

- a) Escriviu correctament el nom científic d'aquesta espècie.

[Nostoc commune](#)

- b) Els estudiants han confirmat que es tracta d'un organisme que fa la fotosíntesi i que obté el carboni i l'energia de manera gairebé idèntica als vegetals. Tenint en compte les fonts d'on extreu el carboni i l'energia, indiqueu el tipus metabòlic d'aquest organisme. Justifiqueu la resposta.

*Tipus metabòlic:*

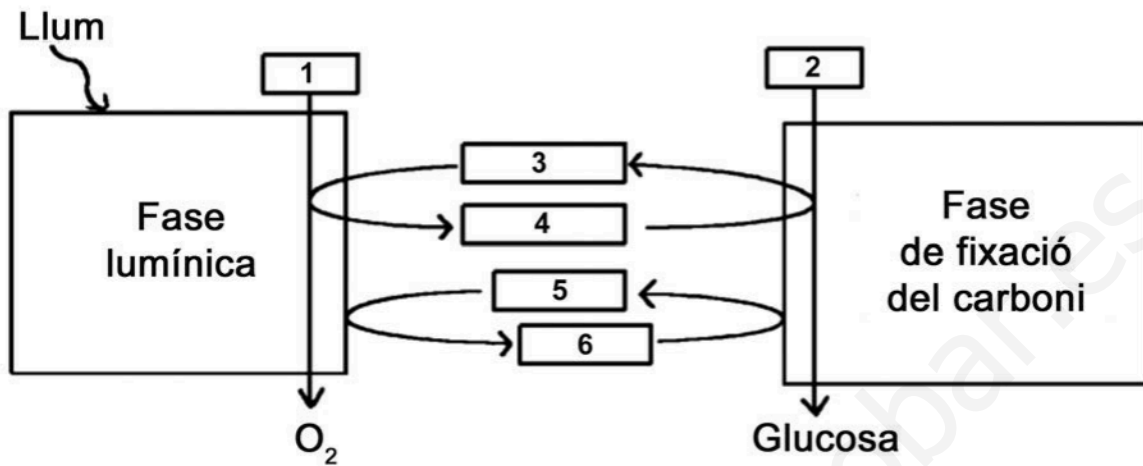
Autòtrof fotòtrof (o bé Fotoautòtrof).

*Justificació:*

Autòtrof perquè obté el carboni de matèria inorgànica (CO<sub>2</sub>).  
Fotòtrof perquè obté l'energia de la llum.



3. L'endemà, la professora els lliura l'esquema següent sobre la fotosíntesi:



Escriviu en la taula següent els noms dels metabòlits assenyalats amb un número en l'esquema.  
[1 punt]

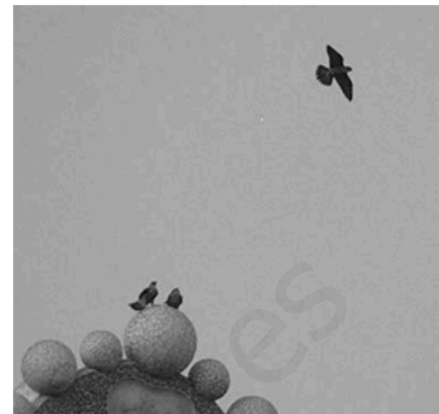
| Número | Metabòlit                      |
|--------|--------------------------------|
| 1      | H <sub>2</sub> O               |
| 2      | CO <sub>2</sub>                |
| 3      | NADP <sup>+</sup>              |
| 4      | NADPH+H <sup>+</sup> (o NADPH) |
| 5      | ADP+Pi (o ADP)                 |
| 6      | ATP                            |





## Exercici 2

L'any 1999 es va iniciar a Barcelona un programa de reintroducció del falcó pelegrí (*Falco peregrinus*), una espècie que havia desaparegut de la ciutat als anys setanta per causes humanes. Actualment hi ha nou parelles nidificants de falcó pelegrí, quatre de les quals han aconseguit criar.



1. Aquesta reintroducció ha suposat una modificació de l'equilibri entre espècies tan característiques de la fauna urbana com ara el colom (*Columba livia*) i la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), totes dues originalment granívores. Els falcons s'alimenten principalment de coloms, però també han incorporat altres ocells, com la cotorra argentina, a la seva dieta.

[1 punt]

- a) Digueu quina relació interespecífica estableix el falcó amb qualsevol d'aquestes dues espècies i a quin nivell tròfic el situaríeu. Justifiqueu les respostes.

|   | Nom                               | Justificació   |
|---|-----------------------------------|--|
| Relació interespecífica entre el falcó i qualsevol de les dues altres espècies. | Depredació                        | Un organisme (el falcó) en captura i en mata un altre (el colom, la cotorra) per alimentar-se. |
| Nivell tròfic al qual pertany el falcó  | Consumidor (secundari o terciari) | Ocupen el nivell tròfic que correspon als animals que s'alimenten d'altres animals.            |

- b) A causa del comportament territorial dels falcons, els seus nius estan ubicats a diferents parts de la ciutat, allunyats entre ells. Expliqueu per quin motiu, des del punt de vista del flux d'energia, mai no hi podrà haver tants falcons com coloms a Barcelona.

### Resposta model:

Mitjançant les relacions alimentàries, l'energia transita des dels productors fins als consumidors terciaris. Aquest flux, al llarg de les cadenes tròfiques, però, genera pèrdues d'energia (activitat vital, calor, mudes, excrements...) i només una part de l'energia que s'incorpora a cada nivell està disponible per al següent nivell tròfic. Així, doncs, els consumidors secundaris i terciaris disposen de menys energia i això afecta al nombre més reduït d'individus, en aquest cas, els falcons, que es poden sustentar per una quantitat de producció primària, formant una piràmide tròfica.

També poden fer referència a la regla del 10 % (el percentatge d'energia disponible que passa d'un nivell al següent).



2. D'altra banda, els gavians argentats (*Larus argentatus*), que originàriament tenien una dieta basada en el consum de peix, han canviat els seus hàbits alimentaris: s'han adaptat a la ciutat i també han incorporat els coloms a la seva dieta.

[1 punt]

a) Quin tipus de relació ecològica interespecífica s'ha establert entre els falcons i els gavians argentats arran d'aquest canvi? Justifiqueu la resposta.

*Tipus de relació entre els falcons i els gavians argentats:*

Competència.

*Justificació:*

Es disputen el mateix recurs, perquè els dos tenen el mateix nínxol ecològic.

b) Els coloms són un gran reservori d'ectoparàsits, com ara les puces. Si els falcons desapareguessin de nou de Barcelona, quina repercussió podria tenir a curt termini en la quantitat de puces a la ciutat? I a llarg termini en la quantitat de gavians argentats? Justifiqueu les respostes.

*Repercussió a llarg termini de la desaparició dels falcons en la quantitat de gavians argentats:*

Previsiblement augmentaria la quantitat de gavians.

*Justificació:*

A llarg termini, les gavines, en no tenir competència, tindrien més coloms per alimentar-se.

*Repercussió a curt termini de la desaparició dels falcons en la quantitat de puces:*

Previsiblement augmentaria la quantitat de puces a curt termini,

*Justificació:*

La pressió depredatòria envers els coloms seria menor i es reproduirien encara més amb el consegüent augment de puces.



OPCIÓ A

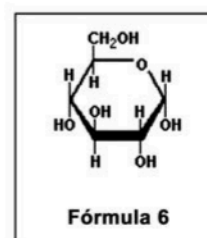
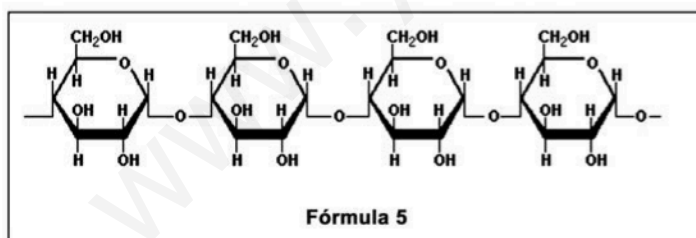
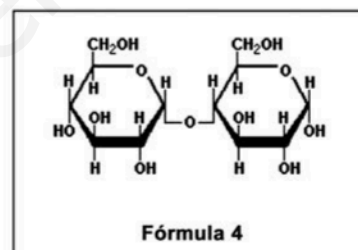
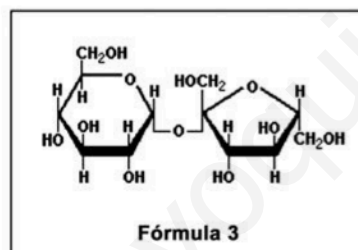
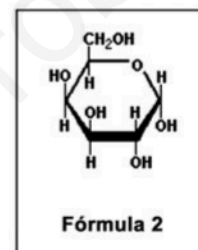
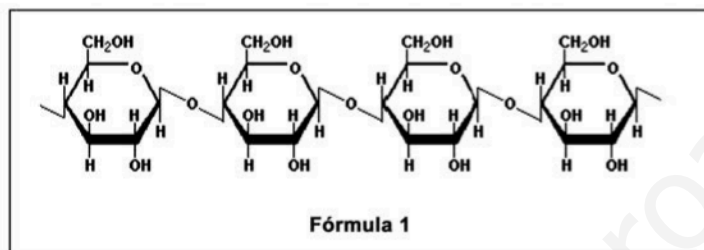
Exercici 3

Les amilases són un conjunt d'enzims digestius que molts éssers vius sintetitzen, incloent-hi els humans.

1. Les amilases catalitzen la hidròlisi del midó (un polisacàrid format per glucoses amb unions  $\alpha$ -1,4) en glucosa i maltosa (un disacàrid format per dues glucoses), que les cèl·lules poden absorbir i usar com a font d'energia.

[1 punt]

a) Observeu les fórmules següents i determineu quina correspon al substrat de les amilases i quines dues corresponen als seus productes:



b) Una de les amilases que fabriquem els humans és l'amilasa salival, present a la saliva. Si us poseu una molla de pa a la boca i la mastegueu durant uns quants minuts, començareu a notar un gust dolç. Expliqueu quina és la causa d'aquest gust dolç.

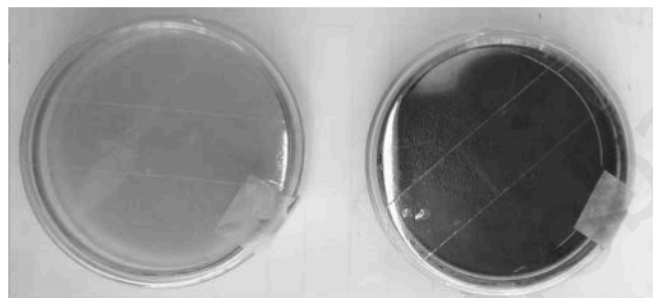
Resposta model: el pa conté midó, que no és dolç. Si deixem que la saliva actuï, l'amilasa salival hidrolitzarà o tallarà el midó i originarà glucosa i maltosa, que sí que són dolces.

2. Una microbiòloga està treballant amb dos tubs de cultiu líquid. Un tub conté bacteris del gènere *Bacillus*, i l'altre, bacteris del gènere *Micrococcus*. Desgraciadament, es va oblidar d'etiquetar els tubs i ara no sap quins bacteris conté cadascun. Però sap que els bacteris del gènere *Bacillus* sintetitzen amilasa, mentre que els del gènere *Micrococcus* no. Per a esbrinar quins bacteris conté cada tub, duu a terme un experiment seguint aquests passos:

1r. Etiqueta un dels tubs com a «tub A» i l'altre com a «tub B».



- 2n. Pren un medi de cultiu sòlid (agar nutritiu), que permetrà el creixement de tots dos gèneres de bacteris, i hi afegeix midó. Amb aquest medi, prepara dues plaques de Petri que etiqueta com a «placa A» i «placa B».
- 3r. Aboca una part del cultiu líquid del tub A a la placa A i una part del cultiu líquid del tub B a la placa B.
- 4t. Incuba les plaques 48 h a l'estufa a 37 °C perquè els bacteris s'alimentin del medi nutritiu i creixin per tota la superfície de la placa.
- 5è. Retira les plaques de l'estufa i aboca solució de Lugol sobre les dues plaques. El contingut de la placa A no canvia de color, mentre que el de la placa B canvia de color i s'enfosqueix.



Placa A amb Lugol

Placa B amb Lugol

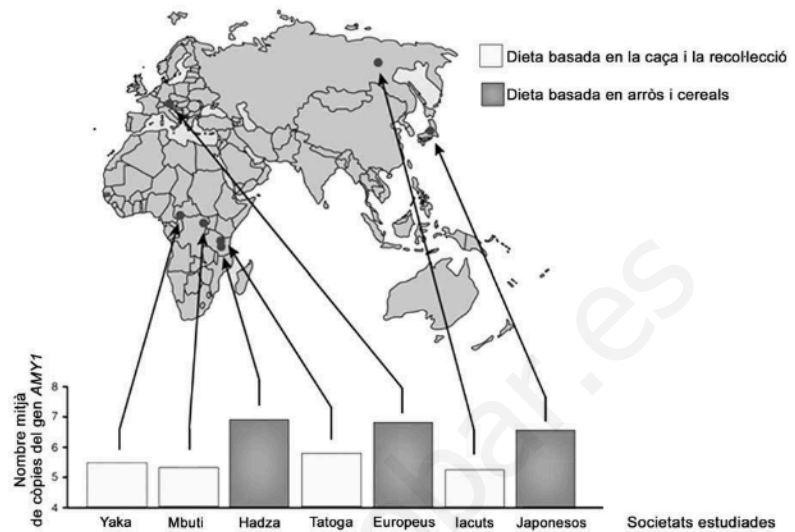
Quins bacteris conté cada tub? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

|   |   |   |
|---|---|---|
| Número de la fórmula corresponent al substrat de les amilases   | 5 |   |
| Números de les fórmules corresponents als productes de les amilases   | 4 | 6 |
| El tub A conté bacteris del gènere <i>Bacillus</i> .  |   |   |
| El tub B conté bacteris del gènere <i>Micrococcus</i>   |   |   |
| Justificació:   |   |   |
| <i>Resposta model:</i> El Lugol detecta midó, que vira a color negre o blau molt fosc.  |   |   |
| Com que la placa A no s'ha posat negra vol dir que no conté midó i, per tant, el midó afegit originàriament al medi de cultiu sòlid ha estat digerit pels bacteris que fabriquen amilasa: els del gènere <i>Bacillus</i> .    |   |   |
| Com que la placa B s'ha posat negra, vol dir que té midó i que, per tant, els bacteris que hi han crescut no l'han hidrolitzat, ja que no poden fabricar amilasa. Són, per tant, els bacteris del gènere <i>Micrococcus</i> . |   |   |

3. L'amilasa salival humana és codificada pel gen *AMY1*, situat al cromosoma 1. El nombre de còpies d'aquest gen varia d'uns individus a uns altres: a cada cromosoma 1, algunes persones hi tenen només dues còpies del gen *AMY1*, i d'altres, fins a quinze.

L'any 2007 es va publicar un estudi que comparava el nombre mitjà de còpies del gen *AMY1* que tenien els individus de societats històricament dependents del conreu d'aliments rics en midó, com l'arròs i els cereals, amb el que tenien els individus de societats històricament dependents de la caça i la recol·lecció. Els resultats es mostren en el gràfic següent:  
[1 punt]



Font: Adaptació feta a partir de John Novembre *et al.* «Adaptive drool in the gene pool». *Nature Genetics*, núm. 10 (2007).

a) Quina conclusió podeu treure d'aquest gràfic pel que fa a la relació entre la dieta i el nombre de còpies del gen *AMY1*?

**Resposta model:** els individus de les societats que segueixen una dieta rica en midó, o bé que segueixen una dieta d'arròs i cereals, tenen estadísticament més còpies del gen *AMY1* (o bé, la societat té un nombre mitjà de còpies superior) que els individus de societats amb dietes basades en la caça i recol·lecció (o bé, més pobres en midó).

b) S'ha demostrat que la presència de més còpies del gen *AMY1* fa que es produeixi més amilasa salival. Expliqueu raonadament, en termes neodarwinistes, la causa d'aquesta diferència genètica entre els dos tipus de societats estudiades.

**Resposta model:**

Una o diverses mutacions atzaroses van fer que el nombre de còpies del gen *AMY1* augmentés en alguns individus (si algun alumne diu que són mutacions del tipus duplicació o fins i tot parla del paper dels retrotransposons en aquestes mutacions és correcte però no cal pas que ho diguin).

Els individus portadors d'aquestes mutacions que els feien tenir més còpies del gen *AMY1* fabricaven més amilasa salival i la seva capacitat de digerir el midó era més alta.

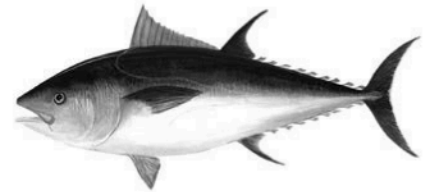
En les societats dependents d'aliments rics en midó, com ara l'arròs i els cereals, els individus amb més còpies d'*AMY1* han estat afavorits per la selecció natural, ja que la seva alta capacitat d'aprofitar el midó els feia tenir més probabilitat de sobreviure i transmetre els seus cromosomes 1 amb vàries còpies d'*AMY1* a la descendència. L'acció continuada d'aquesta selecció a través de les generacions ha portat a la situació actual.

En les societats caçadores-recol·lectores que no depenen tant del midó, aquesta pressió selectiva no existia i, per tant, la mitjana en el nombre de còpies del gen *AMY1* dels seus individus no és tan alta.



#### Exercici 4

La tonyina vermella (*Thunnus thynnus*) és un peix molt apreciat des del punt de vista gastronòmic. Fa uns quants anys una empresa catalana va instal·lar una gàbia d'engreix d'aquests peixos a prop del delta de l'Ebre, a pocs kilòmetres mar endins.



1. Abans de capturar les tonyines per a destinar-les al consum, un submarinista les atordeix amb un tret d'aire comprimit. Així s'evita que intentin fugir i facin un esforç molt intens en un període molt curt de temps que generaria àcid làctic, una substància que fa perdre qualitat a la carn de tonyina.

[1 punt]

a) Quina via metabòlica és la responsable de la producció de l'àcid làctic? Per què els músculs de les tonyines el generen en una situació d'estrès?

*Via metabòlica que produeix l'àcid làctic:*

Fermentació làctica, o bé glicòlisi (glucòlisi) + fermentació làctica.

*Justificació de la producció d'àcid làctic en una situació d'estrès:*

En veure's amenaçades, les tonyines intenten fugir i els seus músculs fan un esforç intens en un període molt curt de temps, sense donar temps que arribi prou oxigen als músculs. Per obtenir energia només poden recórrer, doncs, a la fermentació làctica.

b) Les tonyines vermelles són unes nedadores excel·lents, capaces de recórrer més de dos-cents kilòmetres en un dia. Per a fer aquests llargs desplaçaments, les fibres musculars d'aquests peixos fan servir unes altres vies metabòliques, que donen com a productes finals diòxid de carboni i aigua. De quines vies metabòliques es tracta? Per què utilitzen aquestes vies en comptes de fer servir la via que genera àcid làctic? Justifiqueu la resposta en termes de rendiment energètic.

*Vies metabòliques que fan servir les tonyines en desplaçaments llargs:*

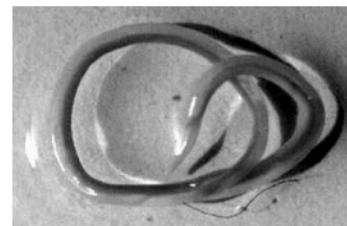
Els músculs de les tonyines usen la glucòlisi, el cicle de Krebs i la cadena respiratòria. També s'accepta com a resposta vàlida la respiració cel·lular o la respiració aeròbica. També es considera correcte: beta oxidació dels àcids grassos, cicle de Krebs i cadena respiratòria.

*Justificació de la utilització d'aquestes vies en comptes de la via que genera àcid làctic, en termes de rendiment energètic:*

Les vies metabòliques que comporten l'oxidació total dels combustibles metabòlics tenen un rendiment energètic força més alt (32-36 ATP per molècula de glucosa i encara més per cada àcid gras) que la fermentació (2 ATP per molècula de glucosa). Per això, és força més rendible per a les tonyines dur a terme aquestes vies metabòliques. També s'accepta com a resposta igualment vàlida que la fermentació làctica no es pot mantenir molta estona perquè baixa el pH dels músculs i inhibeix la glucòlisi.



2. A l'aparell digestiu i, de vegades, també a la carn de la tonyina podem trobar larves de nematodes (*Anisakis simplex*), un cuc paràsit d'aquests peixos. Els humans no som els hosts habituals dels *Anisakis*. Per això, aquests cucs no poden sobreviure dins del nostre cos ni, per tant, infectar-nos, tot i que sí que ens poden ocasionar alguns problemes de salut.



El problema més habitual que pateixen les persones que ingereixen peix amb *Anisakis* són molèsties digestives causades pel procés inflamatori que es produeix a l'intestí prim. Contesteu les qüestions de la taula següent sobre aquesta resposta del nostre sistema immunitari.

[1 punt]

Quin tipus de resposta immunitària és el procés inflamatori?

Inespecífica.

Quines cèl·lules del sistema immunitari inicien el procés inflamatori?

Mastòcits i basòfils.

si només posen **mastòcits**.

si només posen **basòfils**.

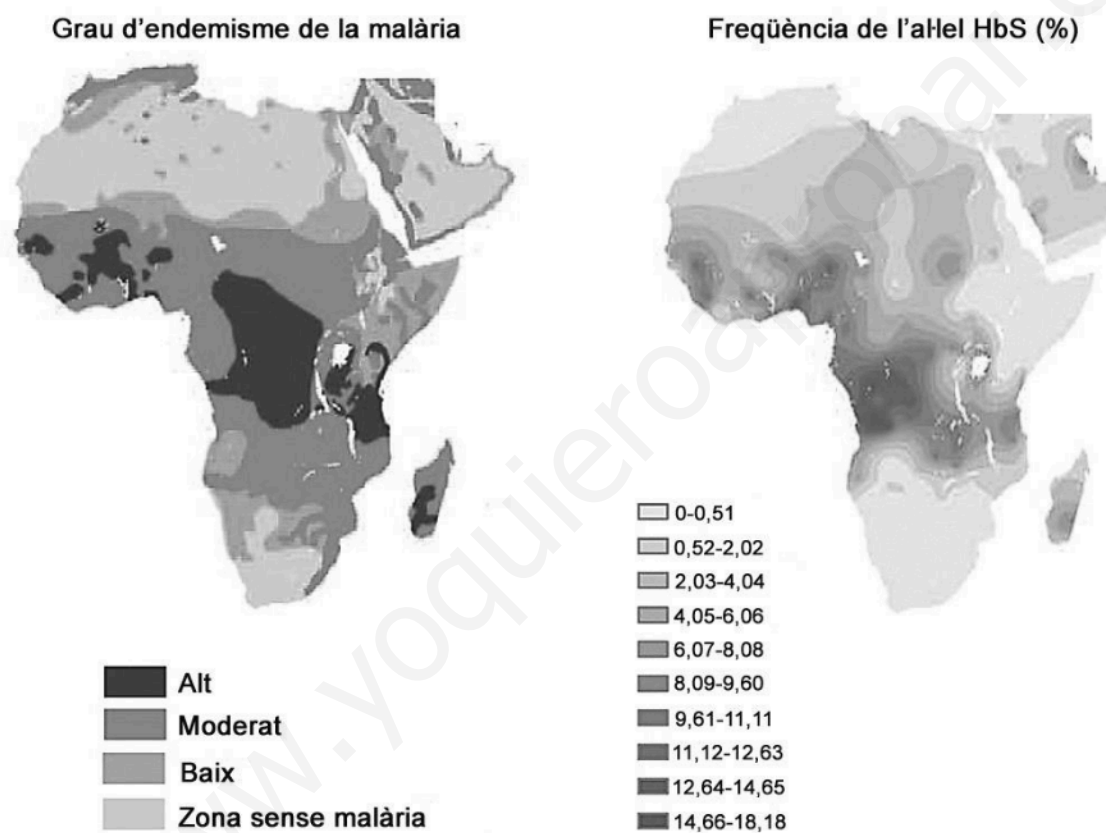
Explicació del procés inflamatori:

El contacte del cuc amb els teixits de l'intestí inicia la resposta inflamatòria en la qual participen components cel·lulars i bioquímics. Els mastòcits són activats pel sistema del complement i alliberen histamina, que estimula els neutròfils a dirigir-se dels vasos sanguinis cap al teixit infectat. Els macròfags també activen els basòfils, que alliberen més histamina.

## OPCIÓ B

### Exercici 3

L'any 2010 es va publicar a la revista *Nature* un article en el qual s'analitzava la distribució i la freqüència d'una variant del gen *Hb*, que codifica l'hemoglobina. Concretament, es comparava la freqüència de l'al·lel HbS, causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes en les poblacions humanes, amb la distribució de les àrees afectades per la malària, una malaltia infecciosa causada pel protozou *Plasmodium*. Els mapes mostren les dades obtingudes a l'Àfrica.



1. Una professora de ciències mostra aquests mapes als alumnes de segon de batxillerat i els pregunta si observen alguna correlació entre els dos paràmetres analitzats.

[1 punt]

a) En Khalil és el primer d'aixecar el braç i diu: «Es veu molt clar que els dos paràmetres estan estretament relacionats!» Té raó en Khalil? Justifiqueu la resposta.

En Khalil té raó. Hi ha força correlació entre el grau d'endemisme de la malària i la freqüència de l'al·lel HbS a les poblacions autòctones d'Àfrica, ja que les àrees amb valors més alts dels dos paràmetres coincideixen en bona part de la seva extensió.





b) L'al·lel HbS (causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes) i l'al·lel HbA (normal) són autosòmics i codominants. Les persones homozigotes per a l'al·lel HbS pateixen una anèmia greu i acostumen a morir abans dels cinc anys si no reben atenció mèdica. No obstant això, els seus eritròcits, que tenen forma de falç, no s'infecten pels protozous causants de la malària. Els individus heterozigots, en canvi, pateixen una forma lleu d'aquesta anèmia i posseeixen una barreja d'eritròcits normals i alterats (en forma de falç).

Elaboreu una hipòtesi, tenint en compte el paper dels individus heterozigots, que expliqui per què l'al·lel que causa l'anèmia de cèl·lules falciformes manté una freqüència alta en algunes regions de l'Àfrica, tot i que la malaltia provoca la mort dels individus afectats abans d'arribar a l'edat reproductiva.

Els individus heterozigots tenen un al·lel HbS i un altre HbA. Probablement, l'al·lel HbA els permet sintetitzar prou hemoglobina normal per no patir l'anèmia, mentre que l'al·lel HbS i l'hemoglobina defectuosa (S) que tenen els confereix certa protecció davant la malària. Com que són portadors d'un al·lel HbS i la selecció natural (resistència a la malària) els és favorable, aquest al·lel pot mantenir proporcions altes a les zones on l'anèmia falciforme coexisteix amb la malària.

2. Una parella de persones heterozigotes per al gen causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes vol tenir descendència.

[1 punt]

a) Calculeu les proporcions genotípiques i fenotípiques que es poden esperar en la seva descendència. Useu el símbol HbS per a designar l'al·lel causant de l'anèmia de cèl·lules falciformes i el símbol HbA per a designar l'al·lel normal. Justifiqueu la resposta.

HbA HbS x HbA HbS



Genotips:  $\frac{1}{4}$  HbA HbA +  $\frac{1}{2}$  HbA HbS +  $\frac{1}{4}$  HbS HbS

|     | HbA     | HbS     |
|-----|---------|---------|
| HbA | HbA HbA | HbA HbS |
| HbS | HbA HbS | HbS HbS |

Fenotips:

$\frac{1}{4}$  d'individus sans

$\frac{1}{2}$  d'individus amb anèmia lleu

$\frac{1}{4}$  d'individus amb anèmia falciforme

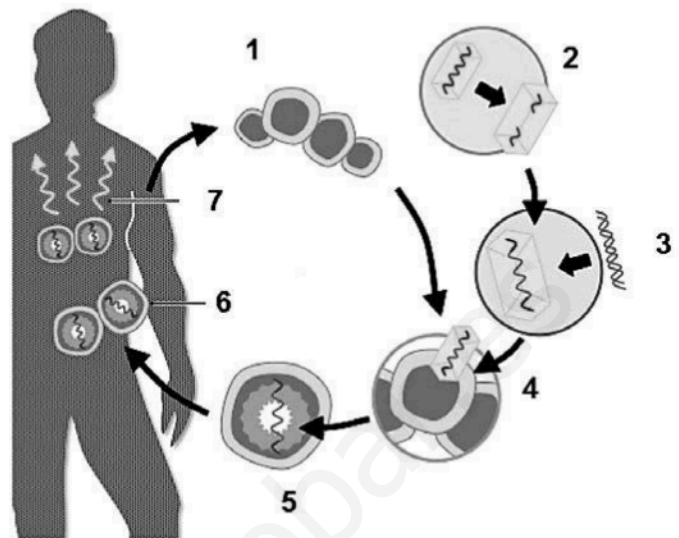
b) Calculeu la probabilitat que aquesta parella tingui dos descendents homozigots per a l'al·lel HbA.

Probabilitat (HbA HbA) =  $\frac{1}{4}$

Probabilitat de 2 descendents HbA HbA =  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

3. La teràpia gènica és un possible tractament per a les malalties causades per mutacions gèniques.  
[1 punt]

a) En el cas de l'anèmia de cèl·lules falciformes, s'han fet assajos de teràpia gènica en cèl·lules del moll de l'os. Aquesta tècnica, que es representa en l'esquema de la dreta, consisteix en la introducció de l'al·lel normal a les cèl·lules afectades mitjançant un vector. La taula que hi ha a continuació explica els diferents passos de la tècnica aplicada, però estan disposats de manera desordenada. Completeu-la escrivint a la columna de l'esquerra el número de l'esquema que correspon a cada pas del procés.



| Número corresponent de l'esquema | Explicació del pas  |
|----------------------------------|---|
| 4                                | El virus usat com a vector infecta les cèl·lules que s'han extret del pacient.                    |
| 7                                | Les cèl·lules genèticament modificades expressen el gen <i>HbA</i> i originen eritròcits normals. |
| 3                                | S'introdueix el gen <i>HbA</i> en el genoma del virus usat com a vector.                          |
| 5                                | Algunes cèl·lules del pacient incorporen el gen <i>HbA</i> al seu genoma.                         |
| 6                                | Es seleccionen les cèl·lules que han incorporat el gen <i>HbA</i> i s'introdueixen al pacient.    |
| 1                                | S'extreuen cèl·lules del moll de l'os del pacient.  |
| 2                                | S'altera genèticament un virus per a impedir que es pugui reproduir.                              |

b) Un metge que ha tractat un malalt d'anèmia de cèl·lules falciformes comunica al pacient que la teràpia gènica que li han aplicat ha estat un èxit i que ja no s'observen eritròcits anòmals a la seva sang. Després de sentir aquesta bona notícia, ell li pregunta: «Així, si mai tinc un fill o una filla, ja no podrà heretar el gen defectuós, oi?» Expliqueu què li hauria de respondre el metge. Justifiqueu la resposta.

**Resposta model:** sí que pot heretar el gen defectuós (o l'al·lel HbS). El tractament de teràpia gènica només es duu a terme en cèl·lules del moll de l'os (ho diu a l'inici de l'enunciat), i aquestes no transmeten a la generació següent els seus cromosomes, ja que són cèl·lules somàtiques i no intervenen en la reproducció de l'individu.

#### Exercici 4

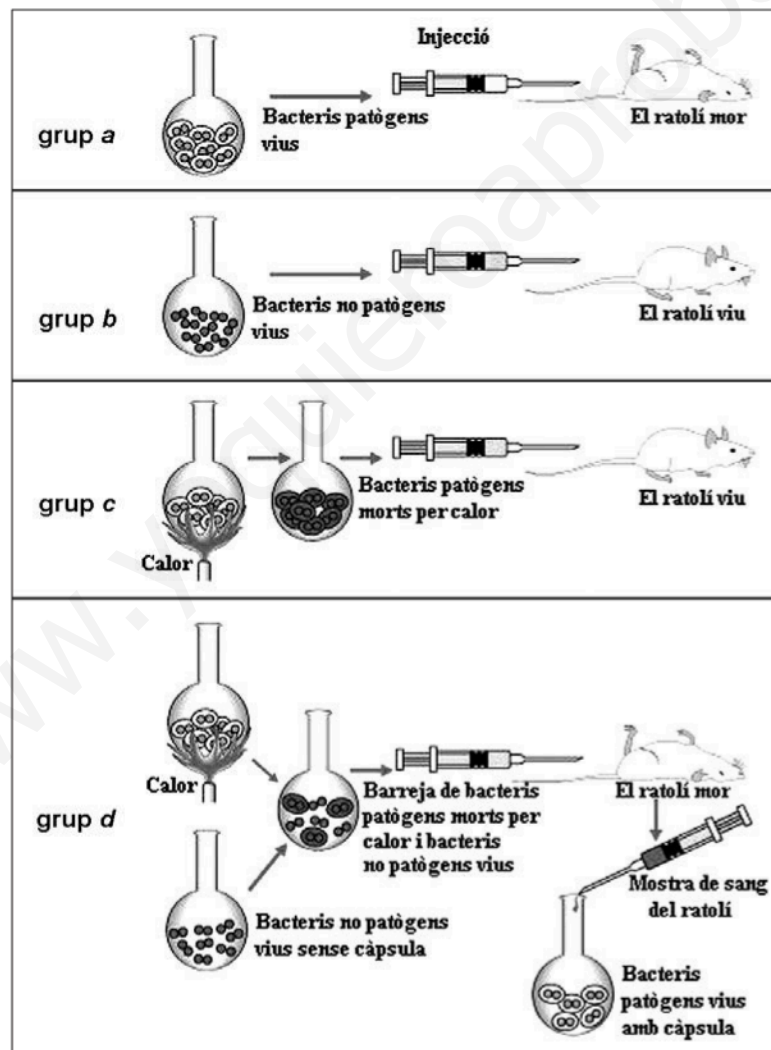
La pneumònia és una malaltia greu que afecta molts mamífers. En la major part dels casos és causada per una infecció de bacteris *Streptococcus pneumoniae*, coneguts com a pneumococs.

Es coneixen dues soques o varietats de pneumococs:

- Bacteris amb càpsula, que els protegeix contra la fagocitosi. Per aquest motiu, aquests bacteris són patògens (causen pneumònia).
- Bacteris sense càpsula, que poden ser destruïts fàcilment per fagocitosi. Per aquest motiu, aquests bacteris no són patògens.

La capacitat de fabricar càpsula o de no fabricar-ne és hereditària.

L'any 1928, Fred Griffith va fer l'experiment següent, en el qual va utilitzar aquestes dues soques de pneumococs per a infectar ratolins:



En la interpretació d'aquests resultats, Griffith va proposar que els bacteris vius havien incorporat alguna molècula dels bacteris amb càpsula morts per calor, i això feia que poguessin fabricar la càpsula protectora i els convertia, per tant, en patògens. Aquesta interpretació va ser confirmada posteriorment amb altres experiments.



1. Griffith es va plantejar la pregunta següent: «Per què els ratolins del grup *d* moren de pneumònia?»

Responeu a les qüestions següents:

[1 punt]

a) Quina va ser la hipòtesi de Griffith? Esmenteu dues variables que s'haurien de mantenir constants en els quatre grups de l'experiment de Griffith.

*Hipòtesi de Griffith:*

Potser els bacteris sense càpsula havien incorporat una substància dels bacteris amb càpsula, convertint-los en patògens.

*Dues variables que s'haurien de mantenir constants:*

- Tots els tractaments amb el mateix tipus de ratolins.
- Injectar la mateixa quantitat de bacteris.
- La mateixa temperatura.
- Altres igualment correctes.

b) Perquè aquest experiment fos fiable, Griffith en va haver de fer diverses repeticions. Expliqueu per què cal fer-les.

fer rèpliques vol dir que va repetir cada tractament diverses vegades, amb un nombre suficient de ratolins, no amb un de sol.

Les rèpliques s'han de fer per assegurar que el resultat no s'ha obtingut per atzar, és a dir, que l'experiment és reproducible i que sempre s'obtenen uns resultats similars.



2. Actualment sabem que el procés observat per Griffith en el grup *d* és una forma de parasexualitat bacteriana.

[1 punt]

a) Quina molècula que havien incorporat els bacteris no patògens va fer que poguessin fabricar la càpsula protectora? Com s'anomena aquest tipus de parasexualitat bacteriana?

*Molècula incorporada pels bacteris no patògens:*

DNA (o ADN, o àcid desoxiribonucleic).

*Nom d'aquest tipus de parasexualitat bacteriana:*

Transformació.

b) A més del tipus de parasexualitat bacteriana que intervé en l'experiment de Griffith, també n'hi ha d'altres. Trieu-ne un i expliqueu breument en què consisteix.

*Nom del tipus de parasexualitat bacteriana triat (diferent de l'esmentat en l'apartat a):*

Conjugació o transducció (*cal dir un d'aquests dos termes*).

*Explicació:*

**Conjugació:** una cèl·lula bacteriana viva envia un fragment de DNA (ADN) a un bacteri receptor, mitjançant un pèl sexual.

**Transducció:** un bacteriòfag transporta fragments de DNA (ADN) d'una cèl·lula bacteriana a una altra, que els incorpora al seu material genètic.