Biologia

Biologia molecular i biotecnologia

Exercicis · 35 exercicis

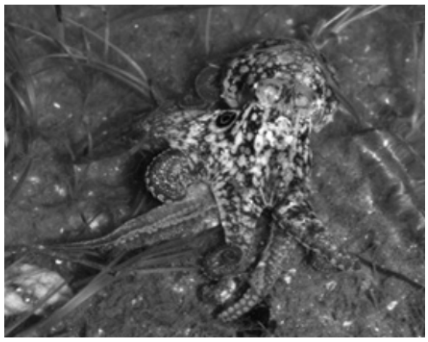
Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

Exercici 4

[2,5 punts en total]

Els pops són animals poiquiloterms; és a dir, no poden regular la seva temperatura i depenen de la temperatura de l'entorn.

Com a resposta a una baixada de temperatures, el pop de dues taques de Califòrnia (*Octopus bimaculoides*) desamina algunes adenines de l'mRNA i les transforma en guanines. Aquest procés, anomenat *desaminació*, es produeix un cop sintetitzat l'mRNA. Aquest canvi en la seqüència de l'mRNA li permet viure a temperatures més fredes.



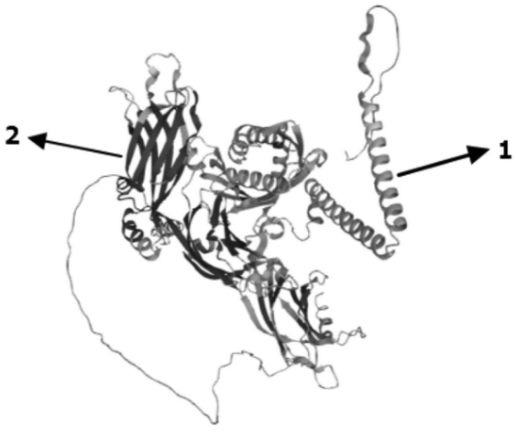
Octopus bimaculoides.
Font: Flickr

a) Completeu la taula següent relacionada amb l'RNA:
[0,5 punts]

Tipus de biomolècula:
Expliqueu tres funcions que té la molècula d'RNA en l'àmbit cel·lular: *1.* *2.* *3.*
Encercleu en quina fase se sintetitza l'RNA missatger: *Replicació* *Transcripció* *Traducció*

b) Quan el pop de dues taques es troba en condicions de fred, pot portar a terme la desaminació en fins a 13 000 llocs diferents del seu mRNA, la qual cosa provoca canvis en la seqüència de l'mRNA i en la conformació d'algunes proteïnes, que li permetran viure en aquestes temperatures.

Un exemple d'aquestes proteïnes és la sinaptotagmina, formada per una única cadena polipeptídica. La imatge de sota mostra el plegament de la cadena polipeptídica quan no fa fred. Observeu-la i completeu la taula que hi ha a continuació.
[0,5 punts]



FONT: UCSF ChimeraX.

Quin tipus d'estructura secundària assenyala el número 1?
Quin tipus d'estructura secundària assenyala el número 2?
Quina estructura definitiva presenta aquesta proteïna, terciària o quaternària? Justifiqueu la resposta.

c) La sinaptotagmina és una proteïna relacionada amb la transmissió de l'impuls nerviós. La baixada de temperatura provoca en l'mRNA que codifica la sinaptotagmina la desaminació de les adenines, que es converteixen en guanines. Això modifica la conformació de la proteïna i la fa més resistent al fred.

A continuació, es mostra un segment de la cadena de DNA que es transcriu per a originar la sinaptotagmina: **A T A G A A T C G**.

A partir d'aquesta cadena, completeu la taula següent utilitzant el codi genètic que hi ha a sota.

[0,5 punts]

mRNA quan la temperatura és alta:	*mRNA quan la temperatura és baixa:*
Seqüència d'aminoàcids quan la temperatura és alta:	*Seqüència d'aminoàcids quan la temperatura és baixa:*
En quin orgànul s'ha produït la síntesi d'aquesta proteïna?	

Segona lletra

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

***d*)** Si un pop es reprodueix quan fa fred, els seus descendents heretaran les adenines desaminades? Justifiqueu la resposta.

[0,5 punts]

***e*)** L'enzim responsable de la desaminació de l'adenosina és l'adenosina-desaminasa (ADA), un enzim implicat en el metabolisme de les purines, que també tenim els humans. La deficiència d'aquest enzim provoca una acumulació d'adenosina i altres derivats que són tòxics per als limfòcits T i B. Aquesta deficiència està associada amb una malaltia genètica coneguda com a *immunodeficiència combinada greu* (IDCG).

[0,5 punts]

Què li pot succeir a una persona amb IDCG en relació amb les malalties infeccioses?
Quina és la funció principal dels limfòcits B?
Quin tipus d'immunitat està relacionada amb la síntesi dels anticossos, humoral o cel·lular?

2. PAU 2024 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

Exercici 1

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 Suec d'Història Natural.



FONT: *https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thylacinus_cynocephalus_2_Gould.jpg.*

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

[1 punt]

***a*)** Enumereu dues diferències entre els components químics d'aquests dos àcids nucleics.

***b*)** En un altre fragment de la notícia es podia llegir la frase següent: «L'equip de recerca va poder seqüenciar l'RNA dels teixits de la pell i el múscul esquelètic de l'animal i identificar l'expressió de gens concrets dels tigres de Tasmània.» De quin tipus d'RNA es deu tractar? Justifiqueu la resposta.

2. 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.

[1 punt]

***a*)** Completeu-la utilitzant la taula del codi genètic que hi ha a continuació.

Cadena de DNA complementària					
Cadena de DNA que es transcriu					
RNA	AUU	CGU	GAG	ACU	UCA
Seqüència de la proteïna FTH1					

Segona lletra

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

***b*)** 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?

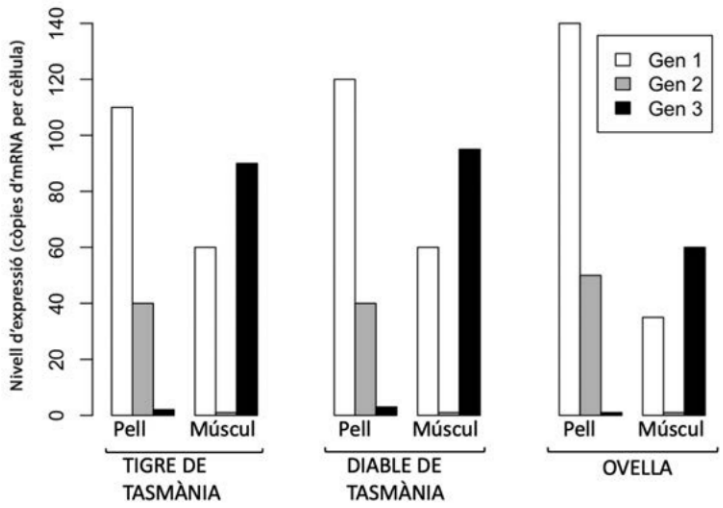
3. L'equip d'investigadors també va comparar les seqüències dels fragments d'RNA del múscul esquelètic i de la pell de l'exemplar de tigre de Tasmània del museu suec amb seqüències conegudes dels mateixos teixits de dues altres espècies: el diable de Tasmània i l'ovella.

[1 punt]

a) Amb relació a aquesta recerca, completeu la taula següent:

Quin problema volien resoldre els investigadors amb aquesta comparació?
Quina hipòtesi podien haver formulat?
Proposeu una millora perquè els resultats d'aquesta recerca fossin estadísticament significatius:

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



Exercici 6

L'estiu del 2021 es va detectar per primer cop a Catalunya l'insecte *Diabrotica virgifera*, causant d'una de les plagues que ocasionen més danys als cultius de panís o blat de moro (*Zea mays*). Les femelles ponen els ous a prop de les arrels de les plantes. A la primavera neixen les larves, que s'alimenten de les arrels. Com a conseqüència, les plantes afectades tenen un creixement menor i produeixen menys gra.

Un mètode que s'investiga per a lluitar contra aquesta plaga consisteix en l'ús de nematodes de l'espècie *Heterorhabditis bacteriophora*, uns cucs que viuen al sòl. Quan un nematode troba una larva, penetra al seu interior a través de la boca o de l'anus.



FONT: Imatge modificada a partir de C. J. HARTLEY, P. E. LILLIS, R. A. OWENS i C. T. GRIFFIN. «Infective juveniles of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* secrete ascarosides and respond to interspecific dispersal signals». *Journal of Invertebrate Pathology*, 168 (2019).

Un cop dins de la larva, el nematode regurgita els bacteris que porta a l'intestí. Aquests bacteris, de l'espècie *Photorhabdus luminiscens*, produeixen toxines que maten la larva. La larva morta és l'aliment dels nematodes i els bacteris, i el lloc on es reprodueixen. Quan s'acaba l'aliment, els nematodes busquen una altra larva. Els bacteris que no aconsegueixen instal·lar-se dins d'un nematode no són capaços d'infectar altres larves, i els nematodes, sense aquests bacteris, no poden matar les larves d'insecte.

1. Quina relació ecològica s'estableix entre els insectes i el panís? I entre els nematodes i els bacteris? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

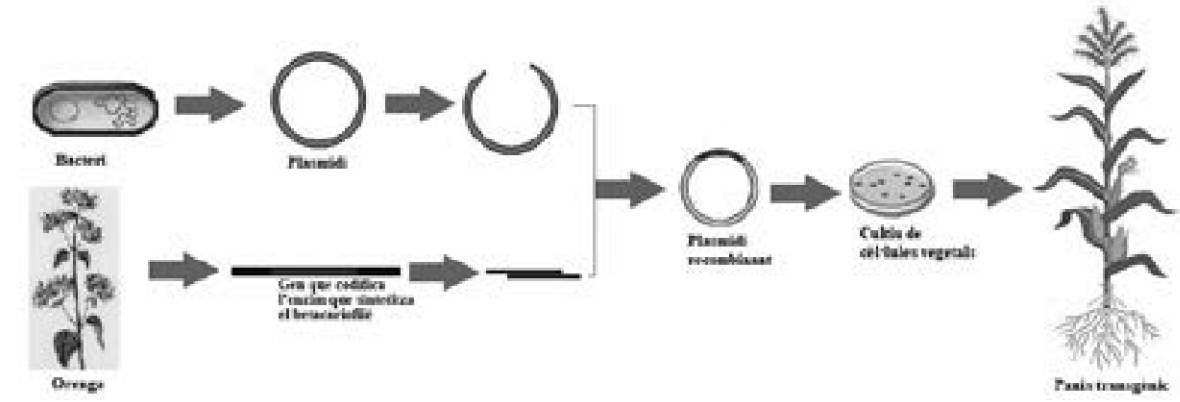
Relació ecològica entre els insectes i el panís: *Justificació:*
Relació ecològica entre els nematodes i els bacteris: *Justificació:*

2. Algunes plantes, quan són infestades per larves de l'insecte *Diabrotica virgifera*, produeixen betacariofilè, una substància que atreu nematodes del sòl que eliminen les larves de l'insecte. La major part del panís cultivat actualment als Estats Units és de varietats molt productives però que no tenen la capacitat de sintetitzar el betacariofilè. Investigadors de la Universitat de Neuchâtel (Suïssa) han aconseguit modificar genèticament plantes de panís, a les quals han introduït el gen procedent de l'orenga (*Origanum vulgare*) que codifica l'enzim que sintetitza el betacariofilè.

[1 punt]

***a*)** Expliqueu per què aquesta modificació genètica pot contribuir a controlar la plaga causada per l'insecte *Diabrotica virgifera*.

***b*)** Observeu la figura següent, en què es representa una part del procés que s'ha seguit per a obtenir el panís modificat genèticament, i responeu a les qüestions que hi ha a continuació.



FONT: Imatge elaborada a partir de *https://image.freepik.com* i *https://st4.depositphotos.com*.

Expliqueu quins passos van fer els investigadors per obtenir el plasmidi recombinant de la figura anterior i quins enzims van necessitar a cada pas.
En quines cèl·lules cal introduir el plasmidi recombinant per a obtenir una planta transgènica? Per què?

Etiqueta de l’alumne/a

Institut d’Estudis Catalans

Exercici 6

El 21 d'octubre de 2019 va aparèixer a la premsa la notícia següent:

Creada la tècnica més precisa per a corregir mutacions del DNA

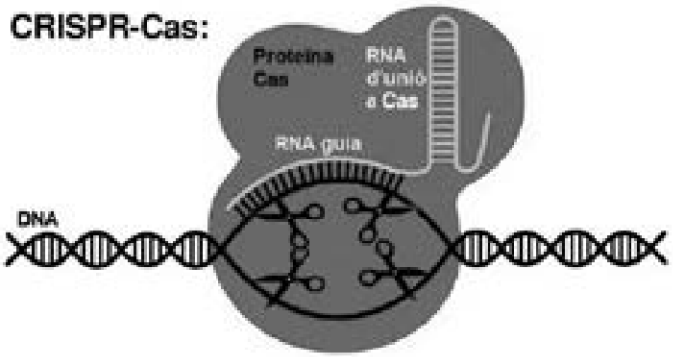
Científics del Broad Institute de Harvard i del MIT han desenvolupat una potent eina d'edició molecular capaç de modificar el DNA amb una precisió sense precedents. L'eina, que han anomenat *prime editing*, es basa en el perfeccionament del sistema CRISPR-Cas i obre la porta a corregir moltes mutacions que causen malalties genètiques.

Adaptació feta a partir d'un text de *La Vanguardia* [en línia] (21 octubre 2019)

1. El sistema CRISPR-Cas està format per una cadena d'RNA i una endonucleasa, la proteïna Cas. L'RNA té una part, anomenada *RNA guia*, que pot contenir la seqüència de bases que es vulgui i marca a CRISPR-Cas el lloc on s'ha d'unir al DNA.

En essència, el sistema CRISPR-Cas funciona de la manera següent:

1. El sistema CRISPR-Cas s'uneix a la regió del DNA amb una seqüència complementària a l'RNA guia.
2. La proteïna Cas talla el DNA per dos llocs concrets.
3. S'elimina aquest fragment de DNA tallat.
4. Els mateixos mecanismes de reparació cel·lular uneixen el DNA pels punts per on s'ha tallat.



Font: Esquema adaptat de *https://it.wikipedia.org*.

En ratolins, el gen *TMC1*, localitzat al cromosoma 11, codifica una proteïna que s'expressa en cèl·lules auditives. Els ratolins Beethoven (anomenats així perquè pateixen sordesa com el famós músic) són sords a causa d'una mutació en el gen *TMC1* en només un dels seus dos cromosomes 11. Així, encara que aquests ratolins tenen la forma correcta del gen *TMC1* a l'altre cromosoma 11, són sords. El desembre del 2017, un equip de recerca va fabricar un sistema CRISPR-Cas amb un RNA guia complementari a la seqüència de la forma mutada del gen *TMC1*. A continuació, van introduir aquest sistema a les cèl·lules auditives de ratolins Beethoven.

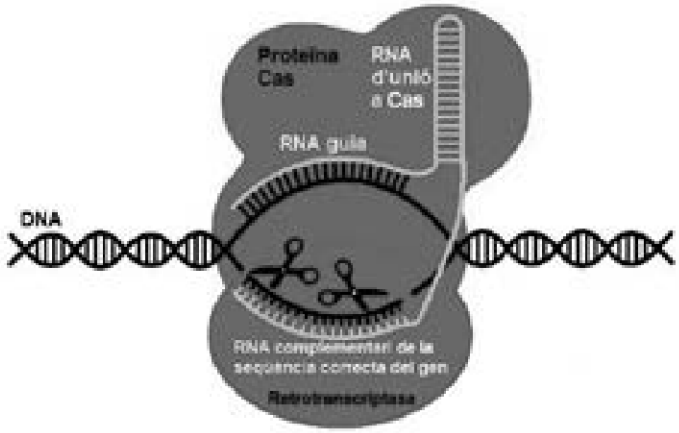
Contesteu les preguntes següents:

[1 punt]

Quin devia ser el resultat d'aquest experiment? Raoneu la resposta explicant com el mecanisme CRISPR-Cas, descrit a l'enunciat, devia haver actuat i els seus efectes en relació amb el paper de la proteïna codificada pel gen TMC1.

Aquests ratolins tractats amb CRISPR-Cas poden tenir descendents sords? Raoneu la resposta.

2. En moltes ocasions, per a curar una malaltia genètica no n'hi ha prou amb eliminar la seqüència incorrecta d'un gen mutat; també cal afegir en el mateix lloc la seqüència correcta del gen. Per aconseguir-ho, *prime editing* afegeix, a l'RNA guia i a l'RNA d'unió a Cas, un RNA que conté la seqüència complementària de la seqüència correcta que s'hi vol afegir. A més, també uneix a Cas un altre enzim: la retrotranscriptasa.



FONT: Esquema adaptat de *https://it.wikipedia.org*.

Contesteu les qüestions següents:

[1 punt]

Què és la retrotranscriptasa (o transcriptasa inversa) i quina acció duu a terme?
Quines entitats biològiques utilitzen d'una manera natural la retrotranscriptasa?
Expliqueu què farà la retrotranscriptasa un cop Cas hagi tallat i eliminat la seqüència mutada del DNA i quina conseqüència tindrà això.

Etiqueta de l’alumne/a

Institut d’Estudis Catalans

Exercici 6

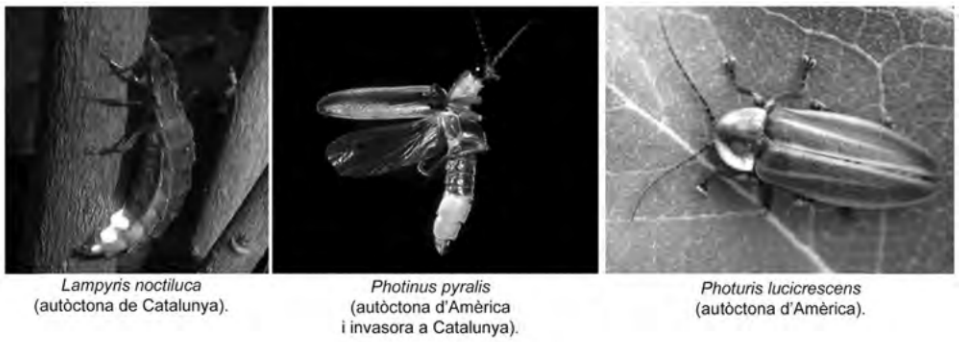
Llegiu la notícia següent:

Un espectacle de llum inèdit als camps gironins

Aquest estiu una llum inusualment intensa va captar l'atenció dels veïns del Gironès i el Baix Empordà. L'explicació del misteri eren unes cuques de llum que no es comportaven de la manera habitual. La llum que es detectava no era a terra o als arbustos, sinó que es movia a gran velocitat per l'aire. Finalment, s'ha comprovat que procedia d'una espècie de cuques de llum voladores (*Photinus pyralis*), fins ara inexistent a Catalunya.

Adaptació feta a partir d'un text publicat al diari *Ara* (6 octubre 2018)

1. Aquestes cuques de llum voladores (*Photinus pyralis*) provenen d'Amèrica i, com les cuques no voladores autòctones de Catalunya (*Lampyris noctiluca*), s'alimenten de cargols. A Amèrica també hi viu un tercer tipus de cuca de llum, *Photuris lucicrescens*, que emet llum per enganyar i atreure els mascles de l'espècie *Photinus pyralis*, dels quals s'alimenta.
[1 punt]



Lampyris noctiluca (autòctona de Catalunya). *Photinus pyralis* (autòctona d'Amèrica i invasora a Catalunya). *Photuris lucicrescens* (autòctona d'Amèrica).

FONT: *https://wikipedia.org*.

***a*)** Com que a Catalunya no hi ha *Photuris lucicrescens*, els científics creuen que aquí la població de *Photinus pyralis* augmentarà ràpidament durant els propers anys, fet que afectarà els nostres ecosistemes.

Quina relació s'estableix entre Photuris lucicrescens i Photinus pyralis? _____

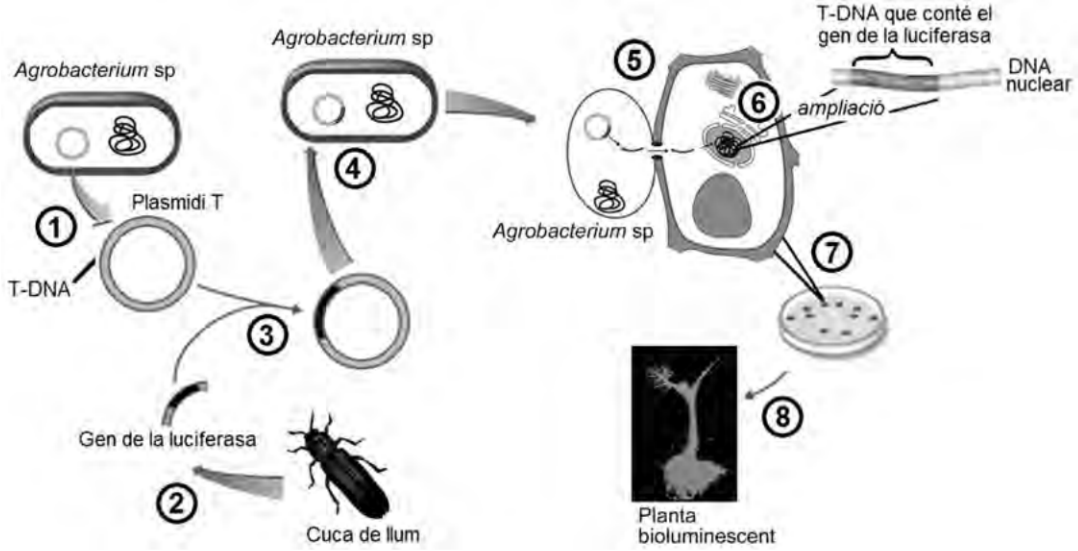
Justificació:

Per què es creu que la població de Photinus pyralis creixerà més a Catalunya que a Amèrica durant els propers anys? Justifiqueu-ho.

***b*)** El creixement de la població de *Photinus pyralis* durant els propers anys podria tenir conseqüències sobre la població de *Lampyris noctiluca*, la cuca de llum autòctona.

Quina relació s'estableix entre Photinus pyralis i Lampyris noctiluca? _____ *Justificació:*
Com es veuria afectada la població de Lampyris noctiluca pel creixement de la de Photinus pyralis? Justifiqueu-ho.

2. Les cuques de llum emeten llum gràcies a un enzim anomenat *luciferasa*. Alguns laboratoris estan emprant tècniques d'enginyeria genètica per a obtenir vegetals capaços d'emetre llum. L'esquema mostra simplificadament la tècnica emprada:



Completeu la taula següent explicant els processos senyalats amb números en l'esquema anterior.

[1 punt]

	Explicació del procés
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

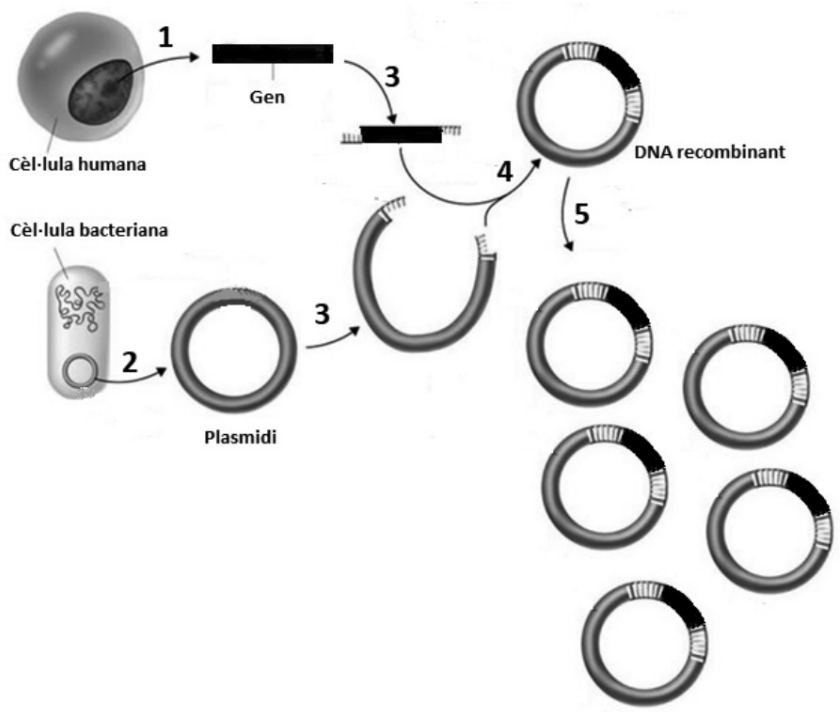
Etiqueta de l'alumne/a

Institut d'Estudis Catalans

Exercici 4

Margarita Salas Falgueras (1938-2019) va ser una científica que va treballar en el camp de la bioquímica i de la biologia molecular. Destaca la seva contribució al descobriment i la caracterització de la DNA-polimerasa del fag Φ29, un enzim que intervé en la replicació del DNA. Aquest enzim s'utilitza molt en biotecnologia, ja que permet obtenir un elevat nombre de còpies de DNA en molt poc temps, quan es replica DNA *in vitro*.

1. Les DNA-polimerases i els enzims de restricció s'utilitzen per a obtenir DNA recombinant. La figura següent mostra part d'aquest procediment.



FONT: Adaptació feta a partir de *https://1.bp.blogspot.com/-Q8eCuqYiFc4/VtPvKDt-fcI/AAAAAAAAA9w/BZek7X7yYbw/s640/recombinant-dna.jpg*.

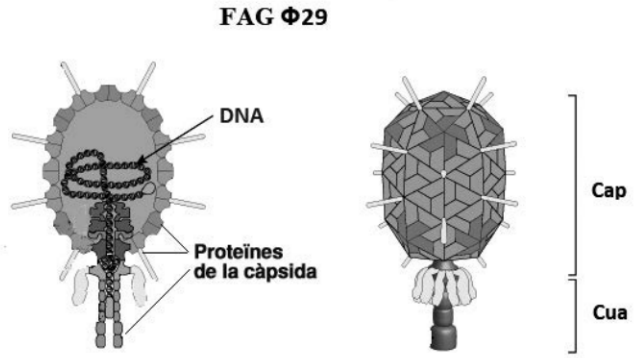
Completeu la taula següent amb l'acció que correspon a cadascun dels números de la figura anterior. Digueu, si és el cas, el nom dels enzims implicats en el procediment.
[1 punt]

	Nom de l'acció	*Nom dels enzims*
1		
2		
3		
4		
5		

1

2. Salas explicava l'emoció que va sentir quan va fer el primer experiment amb el fag Φ29. Va consistir a fer créixer un cultiu del bacteri *Bacillus amyloliquefaciens*, infectar els bacteris amb el fag Φ29 i comprovar que al cap de 40-50 minuts es produïa la lisi dels bacteris.

Digueu el nom del tipus de cicle del fag Φ29 i completeu les caselles en blanc de la taula següent amb el nom o noms de les proteïnes del fag Φ29 implicades en cada fase del cicle: *proteïnes de la càpsida, proteïnes responsables de la lisi* i *DNA-polimerasa.*



FONT: Adaptació feta a partir de *https://viralzone.expasy.org/ resources/Phi29likevirus_virion.jpg.*

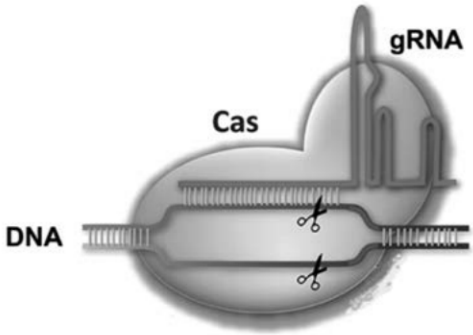
Indiqueu també la funció que fan aquestes proteïnes en cada fase.

[1 punt]

Nom del tipus de cicle:

Fase del cicle	*Proteïnes del fag Φ29*	*Funció de les proteïnes*
Adsorció		
Penetració		Entrada del material genètic (o DNA) dins del bacteri
Síntesi o eclipsi		
Maduració o assemblatge		
Alliberament o lisi	Proteïnes responsables de la lisi	Fan possible que els virus surtin del bacteri

Exercici 4



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

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

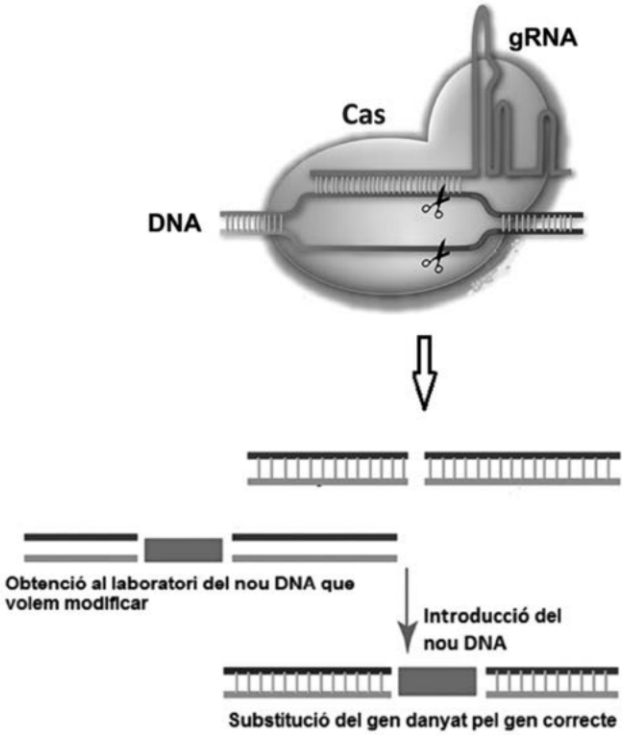
1. El sistema CRISPR-Cas va ser descrit per primer cop el 1993 per Francisco Juan Martínez Mojica, professor de la Universitat d'Alacant, en algunes soques de bacteris que utilitzaven CRISPR-Cas per a defensar-se de virus bacteriòfags.
[1 punt]

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

En què consisteix el cicle lisogènic d'aquests bacteriòfags?
De quina manera el CRISPR-Cas pot actuar com a mecanisme de defensa del bacteri davant d'una infecció vírica?

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

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



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

[1 punt]

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

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

8. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

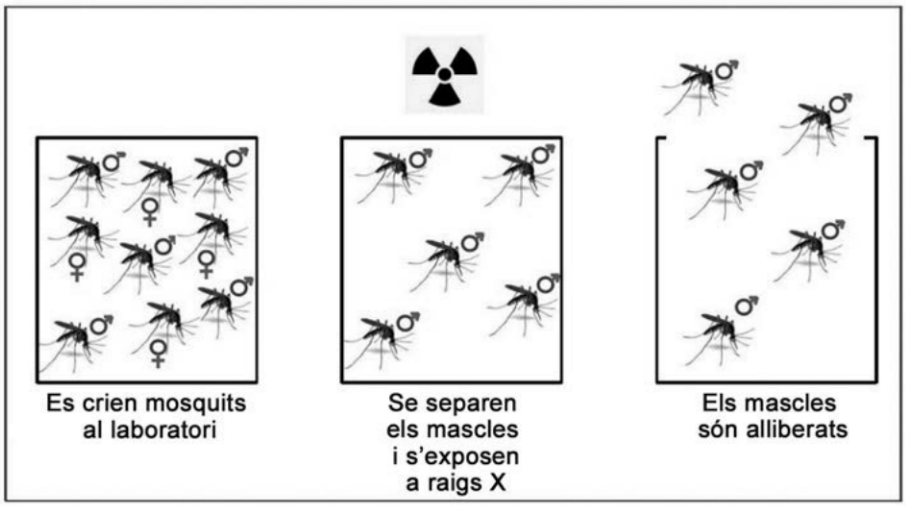
Exercici 4

Els mosquits de l'espècie *Aedes aegypti* són els transmissors principals del virus que causa la malaltia anomenada *febre del Zika*. Les persones la poden contraure després que els piqui una femella de mosquit (els mascles no piquen) infectada amb el virus del Zika.

El 2016 es va declarar una epidèmia de febre del Zika al Brasil. El mateix any, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va considerar prioritari combatre la propagació del virus del Zika a través del control de les poblacions de mosquits.

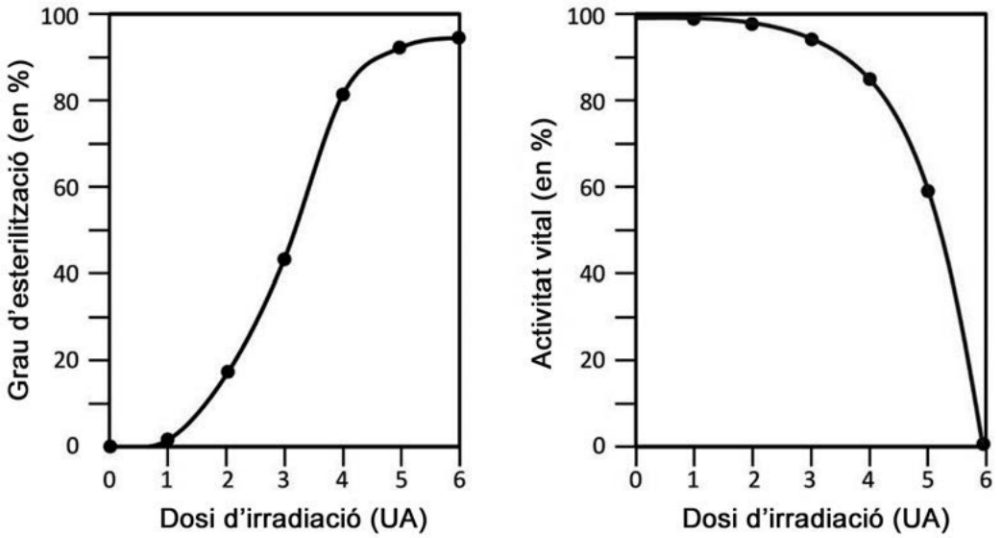
1. Per a reduir les poblacions d'*Aedes aegypti*, es va proposar un mètode que consisteix a esterilitzar, mitjançant raigs X, mosquits mascle criats en laboratoris i alliberar-los en zones on hi ha poblacions de mosquits que poden transmetre el Zika.

[1 punt]



a) Digueu quin tipus de relació ecològica tenen els mascles esterilitzats amb els mascles salvatges, i expliqueu per què aquest mètode pot ser eficaç per a reduir les poblacions de mosquits.

***b*)** Els raigs X també afecten l'activitat vital dels mosquits, fent que sigui inferior a la dels mascles salvatges (l'activitat vital d'aquests mascles se situa prop del 100 %). A partir dels gràfics següents, responeu a les qüestions que hi ha a continuació.



Quina és la dosi de raigs X necessària per a obtenir un percentatge elevat de mosquits estèrils amb una activitat vital propera a la dels mascles salvatges?
Raoneu la resposta anterior a partir de la interpretació dels gràfics:

2. Un altre mètode que s'investiga per a controlar les poblacions d'*Aedes aegypti* és l'obtenció de mosquits transgènics a partir d'un plasmidi recombinant que conté un gen que codifica una proteïna anomenada *tTA* i també un gen marcador que codifica una proteïna fluorescent.

[1 punt]



Plasmidi recombinant

a) Expliqueu el procés seguit per a obtenir aquest plasmidi recombinant.

b) Quina és la funció del gen marcador?

9. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció A)

Exercici 4

El primer fàrmac obtingut per biotecnologia va ser la insulina humana, als anys vuitanta del segle xx. La possibilitat de fabricar insulina humana va permetre que les persones diabètiques deixessin de fer servir insulina de porc.

1. Les persones diabètiques han de controlar la glucosa a la seva dieta. Els aliments següents no contenen glucosa lliure, però n'hi ha que contenen molècules que, en ser hidrolitzades pels enzims del tub digestiu, sí que alliberen glucosa.

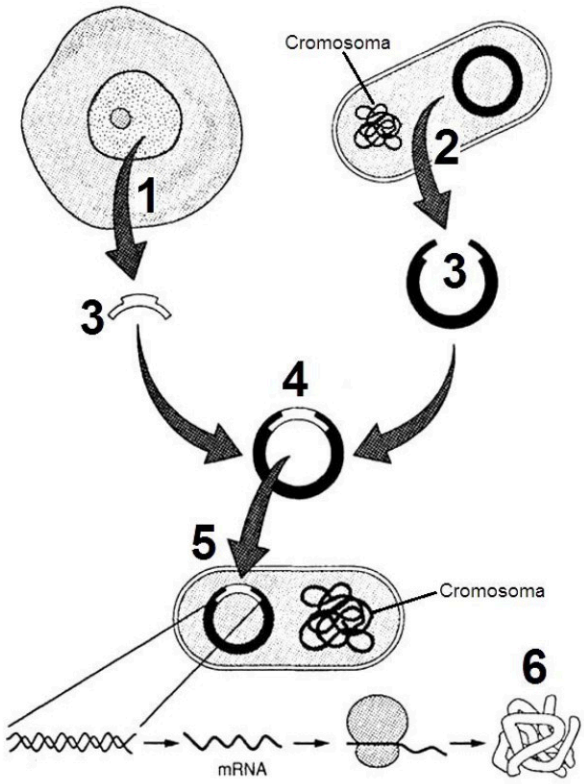
Sucre	*Oli*	*Pa*	*Llet*	*Enciam*
Conté sacarosa	Conté triacilglicèrids	Conté midó	Conté lactosa	Conté cel·lulosa

Observeu les dades de la taula anterior i completeu el quadre següent indicant quins d'aquests aliments poden alliberar glucosa un cop hidrolitzats pels enzims digestius. Justifiqueu la resposta:

[1 punt]

Aliment	*Allibera glucosa un cop hidrolitzat pels enzims digestius? (Sí / No)*	*Justificació*
Sucre		
Oli		
Pa		
Llet		
Enciam		

2. La insulina humana es produeix gràcies a bacteris modificats genèticament. L'esquema següent mostra el procés de producció de la insulina:



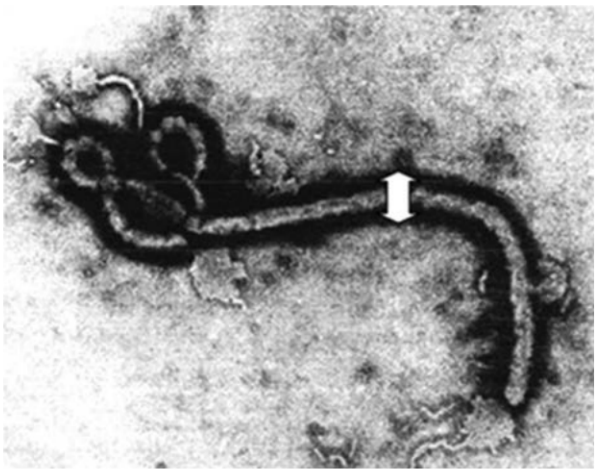
La taula de la pàgina següent mostra, d'una manera desordenada, les parts del procés assenyalades amb números en l'esquema. Indiqueu a quin número de l'esquema correspon cada part del procés i justifiqueu la resposta.
[1 punt]

Part del procés	*Número*	*Justificació*
Aïllar un plasmidi bacterià		
Transformar un bacteri		
Utilitzar enzims de restricció		
Obtenir la insulina fabricada pel bacteri		
Recombinar DNA		
Extreure el DNA amb el gen de la insulina humana		

Exercici 2

A la primavera del 2014 es van detectar els primers casos d'una nova epidèmia d'Ebola en alguns països de l'Àfrica occidental. La causa d'aquesta malaltia són uns virus de la família dels filovirus que provoquen unes febres hemorràgiques que acaben causant la mort d'un alt percentatge dels malalts.

1. La imatge adjunta correspon a una fotografia del virus de l'Ebola feta amb el microscopi electrònic.
[1 punt]



a) Tenint en compte que el diàmetre del virus és de 80 nm (fletxa blanca), calculeu a quants augments s'ha fet aquesta fotomicrografia (1 nm = 10^{-9} m).

b) A la coberta, aquest virus té unes glicoproteïnes que s'uneixen a les proteïnes NPC1 de la membrana de les cèl·lules humanes. Aquesta unió permet que el virus pugui entrar a la cèl·lula, la qual cosa inicia la malaltia. S'ha comprovat que les persones que presenten les proteïnes NPC1 alterades no emmalalteixen. Expliqueu quin mecanisme evolutiu ha permès l'aparició d'aquestes proteïnes NPC1 alterades.

2. El setembre del 2014 diversos centres de recerca estaven desenvolupant un fàrmac experimental per a tractar les persones afectades per la malaltia de l'Ebola. Aquest medicament, anomenat ZMapp, és un còctel de tres anticossos dirigits contra el virus. L'obtenció d'aquests anticossos es va fer gràcies a la generació d'un tipus de planta del tabac (*Nicotiana benthamiana*) transgènica.

[1 punt]

a) A continuació teniu una taula amb les fases de la tècnica d'obtenció d'aquests anticossos desordenades. Ordeneu-les posant un número de l'1 al 6 en la casella del costat.

Número d'ordre	*Fases d'obtenció d'aquests anticossos*
	Síntesi d'anticossos feta per les plantes del tabac transgèniques
	Obtenció i anàlisi dels anticossos a partir de persones que han sobreviscut al virus de l'Ebola
	Introducció dels gens dels anticossos en plantes del tabac
	Purificació dels anticossos produïts per les plantes del tabac
	Obtenció dels gens que codifiquen aquests anticossos
	Preparació del fàrmac per a administrar-lo als malalts

b) Respecte a la tècnica anterior, responeu a les dues qüestions de la taula següent:

Esmenteu un mecanisme que permeti introduir els gens que codifiquen aquests anticossos en la planta del tabac:
Esmenteu una manera d'obtenir moltes còpies dels gens que codifiquen aquests anticossos:

11. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

Exercici 4

L'octubre de 2012 es va publicar a *La Vanguardia* la notícia següent:

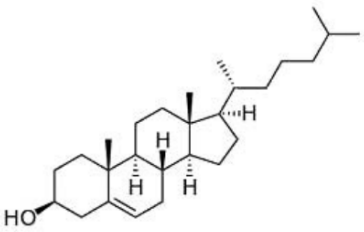
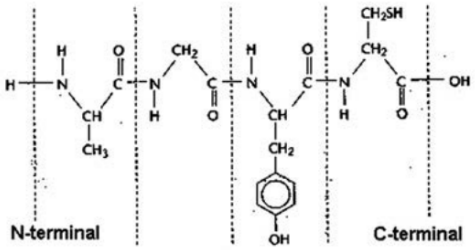
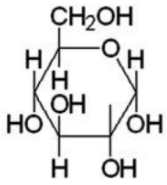
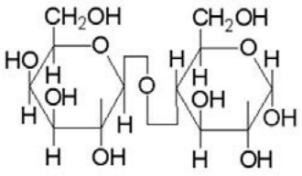


Un equip de científics de Waikato (Nova Zelanda) han criat, en col·laboració amb l'empresa AgResearch, una vaca transgènica, que han anomenat Daisy. La llet que produeix la Daisy està lliure de β-lactoglobulina (BLG), la proteïna responsable d'una gran part de les al·lèrgies que la llet de vaca produeix als infants quan comencen a prendre aquest aliment.

En canvi, la llet de la Daisy conté la mateixa quantitat de lactosa que la llet d'altres vaques, i per aquest motiu no pot ser ingerida per persones que tinguin intolerància a aquest nutrient. El contingut en lípids (triacilglicèrids, fosfolípids i colesterol, principalment) de la llet de la vaca Daisy és també el mateix que el de la llet d'altres vaques.

1. Digueu quina de les biomolècules següents correspon a l'estructura de la lactosa i quina a la del colesterol, esmenteu el grup de biomolècules al qual pertanyen i anoteu dues característiques de cadascuna d'aquestes substàncies.

[1 punt]

Biomolècula A	Biomolècula B
	
Biomolècula C	**Biomolècula D**
	

	Biomolècula (A, B, C o D)	*Grup al qual pertanyen i dues característiques de cada biomolècula*
Lactosa		
Colesterol		

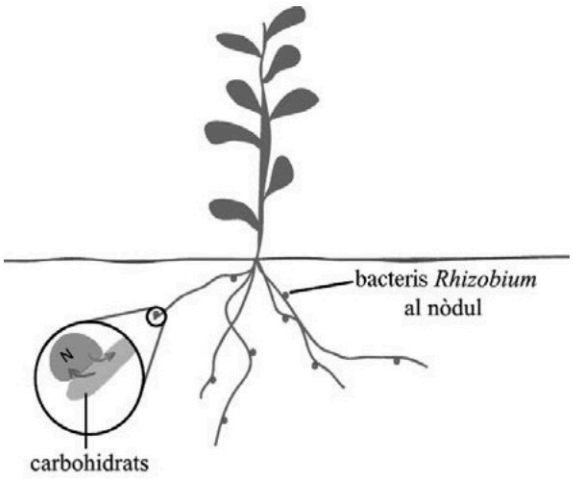
2. El procés d'obtenció d'un organisme transgènic requereix l'ús d'un vector i d'enzims de restricció. Completeu la taula següent:

[1 punt]

	Què són i quina funció fan en el procés de transgènesi?
Vectors per a fer la transgènesi	
Enzims de restricció	

Exercici 4

El nitrogen molecular de l'atmosfera és molt abundant, però no pot ser usat com a font de nitrogen per la majoria dels éssers vius. Els vegetals solen obtenir el nitrogen dels nitrats del sòl.



1. Les plantes lleguminoses, com la userda, la pesolera i la mongetera, tenen uns bacteris a les arrels que els proporcionen compostos nitrogenats. Aquests bacteris, del gènere *Rhizobium,* són capaços de captar el nitrogen atmosfèric. Gràcies a l'enzim nitrogenasa el transformen en compostos nitrogenats que poden ser aprofitats pels vegetals. Els bacteris, en canvi, obtenen glícids de les plantes lleguminoses.

[1 punt]

a) Quin tipus de relació ecològica s'ha establert entre aquests dos grups d'organismes? Justifiqueu la resposta.

b) El conjunt de gens que codifiquen la nitrogenasa, que s'anomenen gens *nif*, es troben en un plasmidi que poden tenir els bacteris *Rhizobium*. Aquests plasmidis es poden transferir d'un bacteri a un altre mitjançant un procés de conjugació; de manera que un individu que no tenia gens *nif* els pot adquirir. Anomeneu la biomolècula que forma els plasmidis i expliqueu el mecanisme de conjugació.

Biomolècula que forma els plasmidis:

Explicació del mecanisme de conjugació:

2. L'ús excessiu o inadequat de fertilitzants (purins o adobs químics) als camps de conreu pot arribar a contaminar els aqüífers, ja que pot provocar que l'aigua tingui una elevada concentració de nitrats. Una manera d'evitar l'ús de fertilitzants seria que les plantes conreades poguessin captar directament el nitrogen de l'atmosfera.

Si suposem que hi ha un únic gen de la nitrogenasa necessari per a fixar el nitrogen atmosfèric, expliqueu el procés que cal seguir per a generar plantes transgèniques capaces de fixar el nitrogen atmosfèric. Cal que utilitzeu els termes següents: *DNA recombinant, enzims de restricció, vector, selecció* (o *seleccionar*).

[1 punt]

13. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2

Exercici 2

La tuberculosi és una malaltia infecciosa causada per bacteris, principalment *Mycobacterium tuberculosis*. Acostuma a afectar els pulmons, però també pot atacar altres òrgans. A mitjan setembre de 2012, un diari va publicar la notícia següent:

El darrer aliat contra la tuberculosi resistent el «fabrica» un bacteri

L'antibiòtic que produeix el microorganisme és eficaç contra soques de Mycobacterium tuberculosis *resistents a altres antibiòtics.*

La guerra contra la tuberculosi resistent, cada cop més estesa en zones d'Àfrica, Àsia, Europa i Amèrica Llatina, té un nou aliat: la piridomicina. Aquest antibiòtic natural, obtingut d'un bacteri, s'ha mostrat eficaç —de moment en una etapa d'investigació bàsica— contra soques de *Mycobacterium tuberculosis* resistents a un dels principals fàrmacs que es fan servir, la isoniacida.

Traducció feta a partir d'un text publicat a *El País* (18 setembre 2012)



Centre mèdic on es realitzen proves per a diagnosticar la tuberculosi.

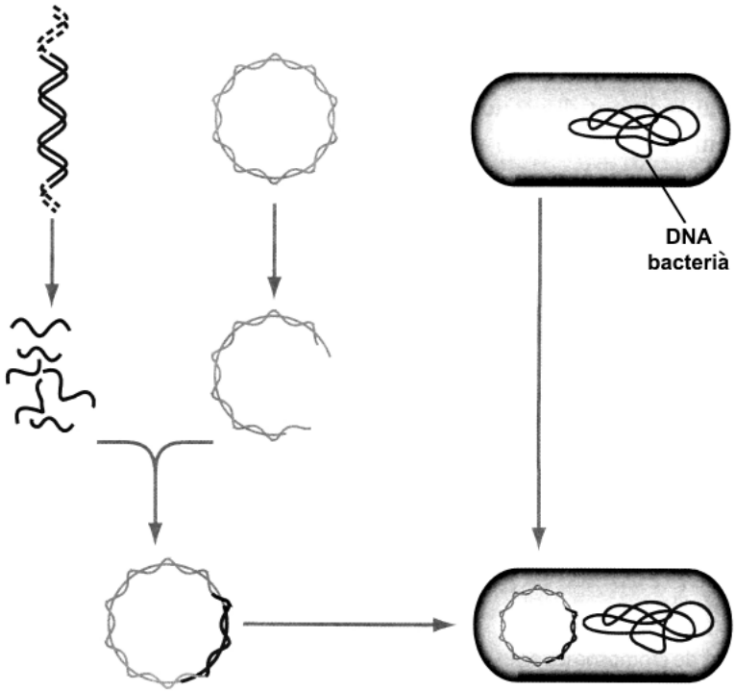
1. Al final del paràgraf anterior, l'autor de l'article diu que la piridomicina s'ha mostrat eficaç «contra soques de *Mycobacterium tuberculosis* resistents a un dels principals fàrmacs que es fan servir, la isoniacida».

Expliqueu quins mecanismes evolutius poden fer que a partir d'una població de bacteris sensibles a un antibiòtic, com la isoniacida, s'origini una altra població de bacteris resistents a aquest antibiòtic.

[1 punt]

2. Per produir grans quantitats d'aquest nou antibiòtic —la piridomicina— i poder-lo comercialitzar, es vol introduir el gen que el codifica en bacteris de l'espècie *Escherichia coli*. A continuació es mostra un esquema general del procés que s'ha de seguir. Expliqueu-lo utilitzant els termes següents: *plasmidi*, *DNA*, *enzims de restricció*, *plasmidi recombinant*, *bacteri*.

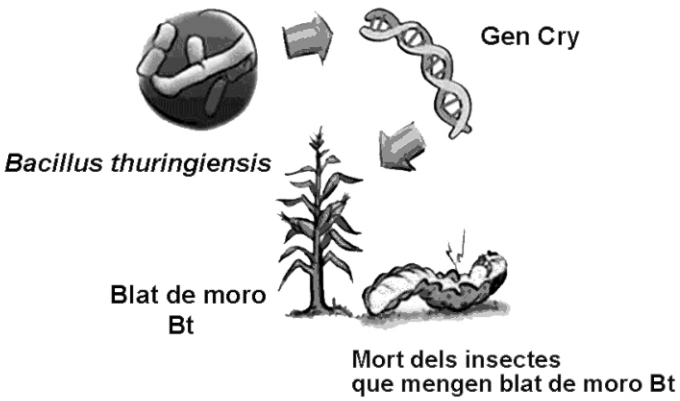
[1 punt]



Exercici 2

El blat de moro Bt és la varietat de blat de moro transgènic més utilitzada. L'esquema següent (a la dreta de la fotografia) il·lustra un article divulgatiu sobre aquesta varietat de planta, que porta incorporat al genoma un gen procedent del bacteri *Bacillus thuringiensis*. Aquest gen codifica la proteïna Cry que, quan és ingerida pels insectes que s'alimenten del blat de moro, els causa la mort. D'aquesta manera s'evita l'ús d'insecticides en els conreus d'aquesta planta.

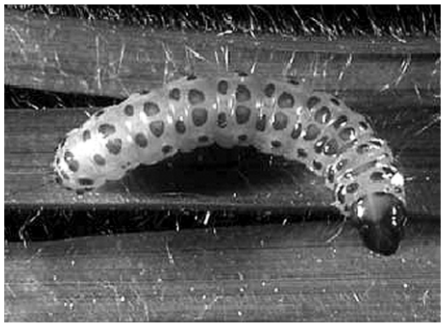




1. En la taula següent hi ha, desordenats, els passos del procediment que se segueix per a obtenir el blat de moro Bt. Ordeneu-los correctament de l'1 al 10.
[1 punt]

Descripció del pas	*Núm. d'ordre*
Obtenció de les plantes de blat de moro Bt a partir de les cèl·lules cultivades *in vitro*	
Obtenció de moltes còpies del gen Cry	
Aïllament del gen Cry	
Introducció del bacteri (*Agrobacterium tumefaciens*), que conté el plasmidi (vector) amb el gen Cry, a un cultiu *in vitro* de cèl·lules de blat de moro normal	
Introducció del plasmidi (vector) que conté el gen Cry al bacteri (*Agrobacterium tumefaciens*)	
Extracció del DNA del bacteri *Bacillus thuringiensis*	
Introducció del gen Cry a un plasmidi que servirà de vector	
Selecció de les cèl·lules de blat de moro del cultiu *in vitro* que han incorporat el gen Cry	
Multiplicació de les plantes de blat de moro Bt i implantació dels cultius al camp	
Multiplicació de les cèl·lules de blat de moro que han incorporat el gen Cry	

2. Pocs anys després de la implantació dels primers cultius de blat de moro Bt, s'hi va detectar la presència del barrinador del blat de moro, un insecte que habitualment s'alimenta d'aquest cereal i que és resistent a l'acció de la proteïna Cry.
[1 punt]



a) Argumenteu, a partir dels principis del neodarwinisme, com s'han originat aquests individus resistents.

b) Quin efecte pot tenir l'augment de l'extensió dels cultius del blat de moro Bt en la població d'insectes resistents a la proteïna Cry? Justifiqueu la resposta.

15. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció B)

Exercici 3

L'any 2008, científics de la Universitat del Caire van dur a terme estudis genètics de diverses mòmies, entre les quals hi havia la del faraó Tutankhamon, per reconstruir-ne la dinastia.



1. La primera tasca que emprengueren els investigadors va ser obtenir mostres de teixit ossi de les mòmies, per a aïllar-ne el DNA.
[1 punt]

a) Per què havien d'analitzar aquesta biomolècula?

b) Un dels problemes que van haver de resoldre els investigadors durant aquest procés fou separar el DNA de la mòmia de les substàncies que es feien servir en el procés de momificació. Aquestes substàncies són biomolècules de tipus lipídic, com els components de l'oli de cedre, o glicídic, com els components de la goma aràbiga. Esmenteu DUES funcions biològiques generals de cadascun d'aquests dos tipus de biomolècules i poseu-ne UN exemple de cadascuna.

Tipus de biomolècules	*Funcions biològiques i exemples*
Glícids	
Lípids	

2. Un dels objectius d'analitzar i comparar el DNA de diverses mòmies era esbrinar possibles parentius per a reconstruir les dinasties faraòniques de l'antiga civilització egípcia.
[1 punt]

a) El parentiu entre els individus masculins es va poder esbrinar fàcilment, comparant només el DNA del cromosoma Y. Per què n'hi ha prou amb aquesta anàlisi?

b) Per a esbrinar el parentiu entre dones o entre individus de sexes diferents, es van analitzar setze seqüències repetitives del DNA (de la *a* a la *p*). Aquests fragments de DNA contenen una seqüència de bases que es repeteix un nombre determinat de vegades. Per a esbrinar el grau de parentiu entre individus, es compten les seqüències (de la *a* a la *p*) en les quals coincideix el nombre de repeticions i es descarten les seqüències en què aquest nombre és diferent. Com més coincidències hi ha, més emparentats estan els individus. En la taula següent es mostren les dades corresponents a tres mòmies. Quines dues són les que estan emparentades més directament? Expliqueu com heu arribat a aquesta conclusió.

Mòmia	*Seqüències repetitives del DNA i nombre de repeticions presents*															
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*
Yuya	11	13	6	15	22	27	29	34	8	10	12	12	9	12	20	25
Akhenaton	10	12	15	15	16	26	29	34	11	13	16	19	9	22	20	23
Tutankhamon	10	12	10	15	16	26	29	34	8	13	19	19	6	12	23	23

3. Un dels enigmes que sempre han intrigat els historiadors és la causa de la mort, amb només dinou anys, del jove faraó Tutankhamon. Tot i que durant molt de temps es va pensar que fou degut a una ferida, estudis recents han aportat noves dades. L'anàlisi del DNA ha detectat la presència de material hereditari de *Plasmodium falciparum*, el protozou que provoca la malària.

D'altra banda, l'estudi del parentiu entre individus ha revelat que els pares de Tutankhamon eren germans.

Amb aquestes dues dades, formuleu i justifiqueu dues hipòtesis diferents sobre la possible causa de la mort d'aquest faraó.

[1 punt]

Hipòtesi: *Justificació:*
Hipòtesi: *Justificació:*

OPCIÓ A

Exercici 3

Cada any neixen a Catalunya alguns nadons afectats de fenilcetonúria. La fenilcetonúria és una malaltia metabòlica deguda a l'alteració d'un gen anomenat *PAH*, localitzat en el cromosoma 12. La mutació d'aquest gen provoca una deficiència en l'enzim fenilalanina-hidroxilasa. Aquest enzim descompon l'excés de fenilalanina. L'acumulació de fenilalanina a la sang i als teixits provoca lesions en el sistema nerviós.

1. Expliqueu la relació que hi ha entre el gen PAH i l'enzim fenilalanina-hidroxilasa, i entre la mutació del gen i la manca d'activitat de l'enzim, fent esment dels processos que hi intervenen.

[1 punt]

2. Per a millorar la qualitat de vida dels afectats, se'ls podria subministrar l'enzim produït al laboratori. Proposeu una manera possible d'obtenir aquest enzim humà al laboratori mitjançant tècniques d'enginyeria genètica.

Cal que feu servir, com a mínim, els termes següents: *cèl·lules productores* (*llevat*, *bacteris*…), *gen*, *enzim*, *vector*, *clonar*.

[1 punt]

3. La fenilcetonúria és una malaltia deguda a un al·lel recessiu que es localitza al cromosoma 12. Calculeu la probabilitat de tenir un fill afectat de fenilcetonúria en aquests dos casos:

A. Si el pare és afectat de fenilcetonúria i la mare és homozigòtica dominant per a aquest caràcter.
B. Si el pare és afectat per la malaltia i la mare és heterozigòtica per a aquest caràcter.

Indiqueu la simbologia que fareu servir en els encreuaments i representeu-los, feu els càlculs pertinents de la probabilitat i justifiqueu els resultats en el quadre següent:

[1 punt]

Simbologia que feu servir	
Cas A	Cas B
Encreuament	Encreuament
Càlcul de la probabilitat	Càlcul de la probabilitat
Justificació	Justificació

OPCIÓ B

Exercici 3

La farinera borda (*Amanita phalloides*) és un bolet comú als alzinars mediterranis, i és responsable d'algunes morts per intoxicació. La seva toxicitat és causada per dos pèptids, un dels quals, anomenat *amanitina*, inhibeix la RNA-polimerasa.



1. En l'esquema següent, quin procés queda bloquejat per l'acció de l'amanitina? Digueu com s'anomena i expliqueu en què consisteix.
[1 punt]

DNA $\xrightarrow{1}$ RNA $\xrightarrow{2}$ proteïnes

Número del procés que queda bloquejat	
Nom del procés	
En què consisteix?	

2. Les persones intoxicades amb la farinera borda pateixen greus lesions al fetge i als ronyons, a causa de la mort de bona part de les cèl·lules d'aquests òrgans pel deteriorament progressiu de la seva activitat metabòlica. Per què l'amanitina produeix aquests efectes? Expliqueu-ho raonadament.

[1 punt]

3. L'amanitina és un pèptid format per vuit aminoàcids. La seqüència següent correspon a sis d'aquests aminoàcids:

[1 punt]

aspartat (Asp) - cisteïna (Cys) - glicina (Gly) - isoleucina (Ile) - glicina (Gly) - triptòfan (Trp)

a) Utilitzant la taula següent del codi genètic, completeu les seqüències dels fragments de mRNA i de DNA del bolet que codifiquen aquesta part de l'amanitina.

Pèptid	*Asp*	*Cys*	*Gly*	*Ile*	*Gly*	*Trp*
mRNA	5′-GAU	_ _ U	GGA	_ _ U	_ _ U	UGG-3′
DNA	3′-CTA	_ _ _	CCT	_ _ _	_ _ _	ACC-5′

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

Tercera lletra de l'mRNA

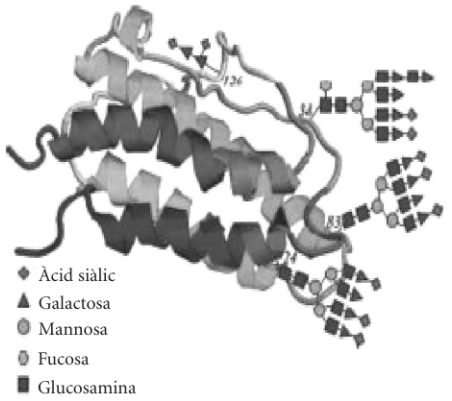
b) En una variant de farinera borda, l'últim nucleòtid de la seqüència del seu DNA no és una citosina (C) sinó una timina (T). Com s'anomenen aquests canvis en el DNA? Quin efecte tindran en el pèptid de l'amanitina?

Nom dels canvis en el DNA	
Efecte en el pèptid de l'amanitina	

Exercici 3

L'eritropoetina (EPO) és una hormona secretada pels ronyons que estimula la producció de glòbuls vermells. El tractament amb EPO sintetitzada al laboratori (EPO exògena) és indicat per a persones que, per diferents causes, pateixen d'algun tipus d'anèmia greu (dèficit important de glòbuls vermells).

L'EPO és una glicoproteïna formada per 165 aminoàcids i 4 oligosacàrids (afegits durant la maduració de la proteïna).



1. A la darreria dels anys vuitanta, es va aconseguir clonar el gen humà de l'EPO en cultius de cèl·lules ovàriques d'hàmster xinès. Expliqueu el significat de «clonar el gen humà de l'EPO en cultius de cèl·lules ovàriques d'hàmster xinès», i per què aquest fet permet aconseguir una gran quantitat d'EPO.

[1 punt]

2. L'EPO exògena també ha estat utilitzada il·legalment per alguns esportistes per a augmentar el rendiment (és el que s'anomena *dopatge*). Feu servir els vostres coneixements sobre les cèl·lules sanguínies i el metabolisme per a explicar per què el dopatge amb EPO incrementa la resistència de l'esportista.

[1 punt]

3. En l'orina d'un esportista s'ha detectat la presència de quantitats elevades d'EPO. Per saber si aquesta és exògena, actualment s'analitza la composició dels oligosacàrids que conté. Raoneu per què no és útil analitzar la seqüència d'aminoàcids de l'hormona.

[1 punt]

Exercici 4

En els humans s'han descrit diferents trisomies (cromosomes triplicats), com ara les del cromosoma 13, el 18 o el 21. En la major part dels casos, totes les cèl·lules de l'organisme presenten trisomia. En altres casos, menys freqüents, algunes cèl·lules presenten trisomia, i altres, no.

1. Basant-vos en la informació que es proporciona en el text inicial, justifiqueu per què l'afirmació següent és errònia: «Totes les trisomies humanes són degudes a errades en la meiosi de la gametogènesi d'algun dels pares».
[1 punt]

2. Recentment, investigadors catalans han trobat un gen relacionat amb la trisomia del cromosoma 21, el gen DSCR (*Down syndrome critical region*). Se sap que la seqüència de DNA de la cadena que es transcriu entre les posicions 490 i 510 és:
[1 punt]

^{490} GAA GAT CAA CAG TAT CAG TGG ^{510}

a) Escriviu la seqüència de l'mRNA que correspon a la seqüència de DNA 490-510.

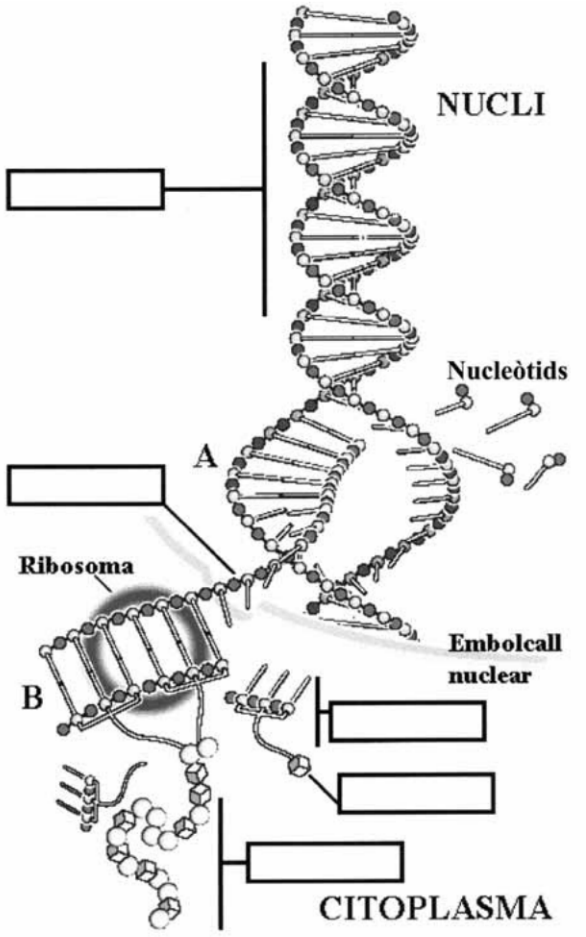
b) Ompliu la taula següent, que es refereix al procés cel·lular que proporciona mRNA a partir de DNA i a les molècules que intervenen en aquest procés en cèl·lules eucariotes:

Nom del procés	
Molècules que intervenen en el procés	
Compartiment cel·lular	
Descripció del procés	

20. PAU 2008 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 1

Exercici 1

En l'esquema següent, adaptat a partir d'un esquema publicat en el diari *El País*, s'intenta representar els processos que intervenen en l'expressió dels gens. Cal tenir en compte que, en realitat, els processos que es donen al nucli i els que es donen al citoplasma no són simultanis.



1. Completeu l'esquema indicant, dins els rectangles, el nom de les molècules o parts de molècules senyalades.

[1 punt]

2. Completeu la taula següent amb els processos indicats per les lletres A i B en l'esquema anterior.

[1 punt]

Procés	*Nom del procés*	*Molècula llegida*	*Molècula produïda*
A			
B			

3. La seqüència següent correspon a un fragment del material genètic del virus bacteriòfag T1:

3′ T A C A A A T T C G T C A A C 5′

Utilitzant la taula del codi genètic, digueu quina seqüència tindrà el fragment de proteïna codificat pel fragment de material genètic anterior. Indiqueu quins passos heu seguit per respondre.

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

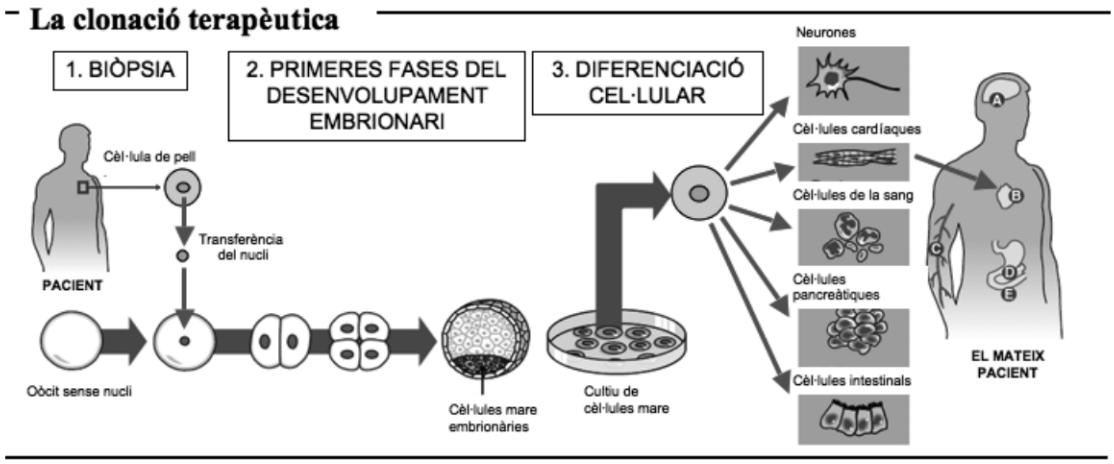
Tercera lletra de l'mRNA

[1 punt]

21. PAU 2008 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció B)

Exercici 4

El setembre del 2006 es va aprovar a Espanya el projecte de llei que permetrà la clonació terapèutica. Això possibilitarà, en molts casos, la regeneració de teixits i òrgans. Tot seguit es presenta un esquema del procés en un cas concret:



1. Suposem que una persona té danys importants al teixit cardíac a conseqüència d'un infart de miocardi. La implantació de cèl·lules cardíaques obtingudes per clonació terapèutica pot ajudar a recuperar la funcionalitat del seu cor. Com creieu que és possible que, a partir del nucli d'una cèl·lula de la pell, es puguin obtenir cèl·lules tan diferents com les del cor? Raoneu-ho.

[1 punt]

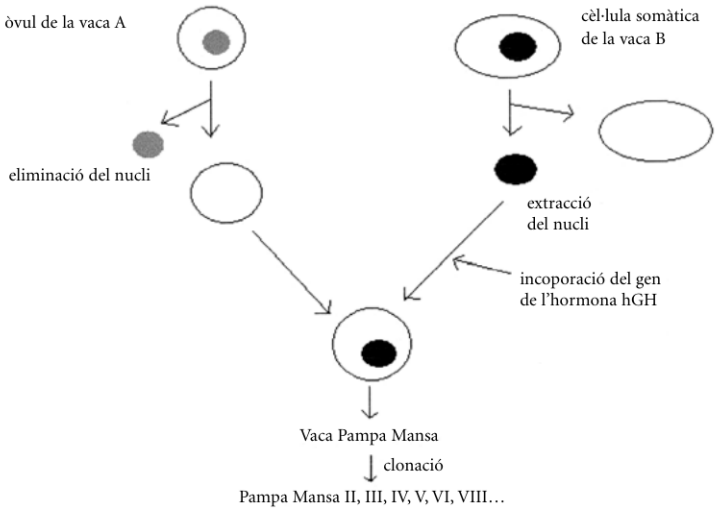
2. Si a aquesta persona li trasplantessin el cor d'un donant, probablement tindria problemes seriosos de rebuig immunològic. En canvi, amb la tècnica de clonació terapèutica no presentarà cap rebuig. Justifiqueu-ho a partir dels vostres coneixements sobre immunologia.

[1 punt]

22. PAU 2007 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

Exercici 4

A l'Argentina, han obtingut la vaca Pampa Mansa per un procés de clonació, tal com es detalla en l'esquema. Aquesta vaca també és transgènica, ja que té incorporat el gen de l'hormona del creixement humana (hGH), proteïna que s'obtindrà a partir de la llet. Per tal de produir hGH a gran escala, s'ha clonat la vaca Pampa Mansa, i se n'ha obtingut: Pampa Mansa II, Pampa Mansa III, Pampa Mansa IV, etc. De la llet d'aquestes vaques s'ha extret hGH.



1. Justifiqueu, en cada cas, si són certes o no les afirmacions següents:
[1 punt]

a) La vaca Pampa Mansa és transgènica, però les vaques Pampa Mansa II, Pampa Mansa III i Pampa Mansa IV no ho són.

b) Les vaques Pampa Mansa II, III, IV... també produirien hormona del creixement humana si el gen s'hagués incorporat a l'òvul de la vaca A, o bé a la cèl·lula somàtica de la vaca B.

2. L'hormona del creixement humana obtinguda a partir d'organismes trangènics és necessària per a tractar persones amb diferents problemes de creixement. Té, exactament, 191 aminoàcids.

[1 punt]

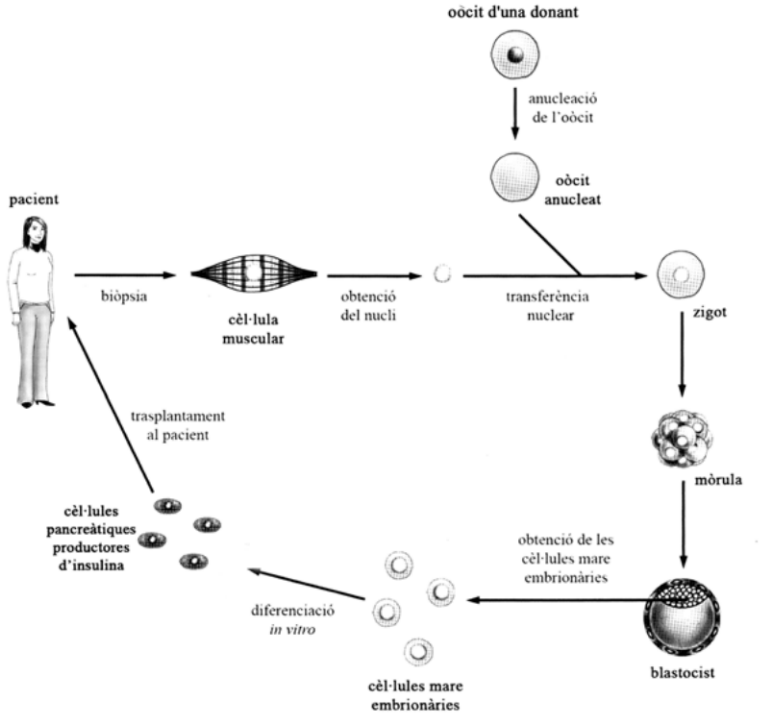
Qüestions	*Respostes*
a) De quants nucleòtids constarà, com a mínim, el gen que codifica aquesta hormona? Justifiqueu-ho.	
b) No obstant això, és molt probable que el gen contingui molts més nucleòtids. Expliqueu el perquè.	

23. PAU 2006 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

Exercici 3A

El clonatge terapèutic és un procés experimental destinat a produir cèl·lules diferenciades (com ara neurones, cèl·lules del pàncrees, etc.) que siguin genèticament idèntiques a les cèl·lules de determinats teixits d'un organisme concret. Actualment, l'ús fonamental d'aquesta tècnica va encaminat a regenerar i reemplaçar teixits.

A la figura s'esquematitza el procés de generació de cèl·lules pancreàtiques productores d'insulina a partir de cèl·lules musculars. (Adaptat del llibre de David Bueno *Òrgans a la carta*, Col·lecció Catàlisi. Omnis Cèl·lula, 2005.)



1) [1 punt] Justifiqueu per què a partir del nucli d'una cèl·lula muscular es pot generar una cèl·lula pancreàtica.

2) [1 punt] La pacient pensa que, com que l'oòcit anucleat procedeix d'una altra dona (donant), ella rebutjarà immunològicament les cèl·lules pancreàtiques trasplantades. Creieu que es produirà aquest rebuig? Expliqueu-ho.

3) [1 punt] Una anàlisi de tot el DNA de les cèl·lules procedents d'un cultiu de cèl·lules pancreàtiques obtingudes per clonació terapèutica revela que en aquestes cèl·lules hi ha material genètic que no pertany a la pacient. Com ho podeu explicar?

24. PAU 2006 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

Exercici 4A

Un estudiant de batxillerat ha buscat a la pàgina web del NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) la seqüència que codifica un enzim del ratolí. Tot seguit reproduïm una part del que ha escrit a la seva llibreta:

AATGGCTACAGACTCTCGG

1) [1 punt]

Qüestions	Respostes
a) Llegint la pàgina web, a l'estudiant no li ha quedat clar si la seqüència mostrada correspon a l'mRNA o a una de les cadenes del DNA. Raoneu de quina d'aquestes dues molècules es tracta.	
b) La seqüència completa té 810 nucleòtids. Quin és el nombre màxim d'aminoàcids que pot contenir aquesta proteïna? Justifiqueu la resposta.	
c) No obstant, és molt probable que el nombre d'aminoàcids de la proteïna sigui inferior al calculat a l'apartat b). Expliqueu per què.	

2) [1 punt] L'estudiant decideix comparar aquesta seqüència amb la del mateix enzim d'una vaca i d'un pollastre. Expliqueu a quina d'elles esperaríem que s'assemblés més i per què.

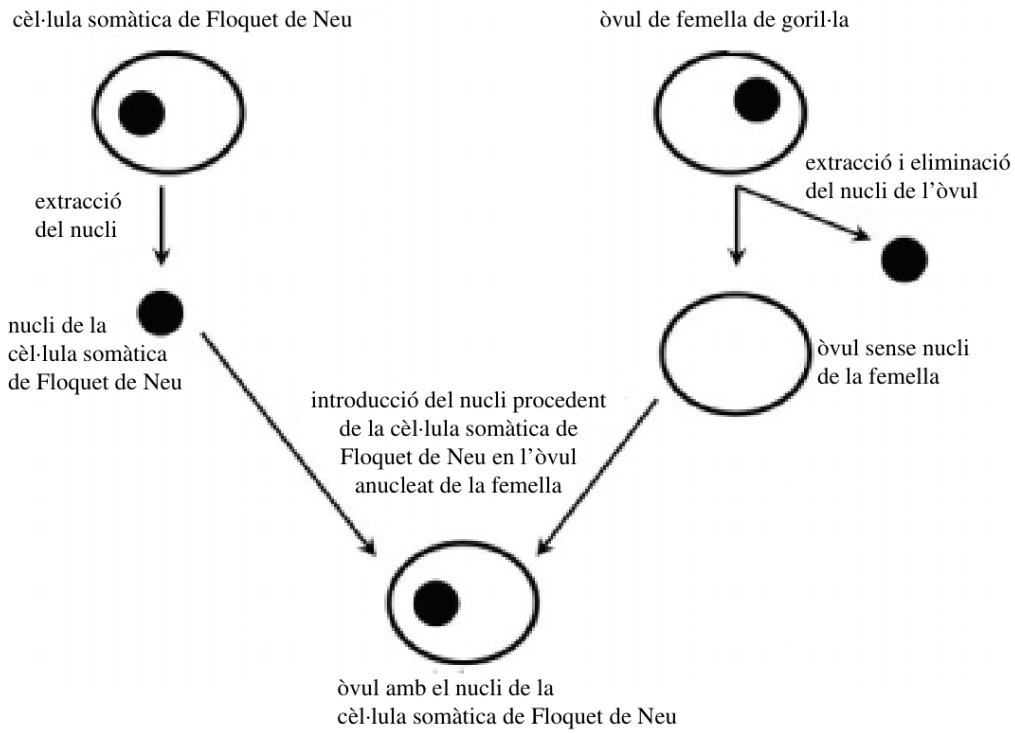
25. PAU 2005 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

Exercici 3A

Arran de la mort de Floquet de Neu (un goril·la albí), un alumne d'ESO ha fet la pregunta següent: «S'hauria pogut clonar en Floquet de Neu?» El professor ha esquematitzat a la pissarra els passos hipotètics que s'haurien de seguir. L'esquema mostra el que el professor ha anomenat «la primera fase del procés».

Esquema de la primera fase de l'hipotètic procés de clonació de Floquet de Neu



1) [1 punt]

Observant aquest esquema, l'alumne pregunta:
a) Per quina raó s'extrau i s'elimina el nucli procedent de l'òvul?
b) Com que el citosol de l'òvul final ve d'una femella de goril·la, l'organisme descendent d'aquest òvul també serà femella?

Responeu cadascuna d'aquestes qüestions i justifiqueu la resposta.

a)

b)

2) [1 punt]

El professor ha explicat en què consistiria la segona fase del procés:
— 1r, estimular la divisió de l'òvul que conté el nucli de la cèl·lula somàtica de Floquet i,
— 2n, implantar l'embrió resultant en l'úter d'una altra femella per tal que es produeixi la gestació.

Després d'aquesta explicació, l'alumne pregunta: «Si el que volem és obtenir un goril·la albí, la goril·la en la qual es produeix la gestació, no hauria de ser també albina?» Responeu aquesta qüestió i justifiqueu-ne la resposta.

3) [1 punt]

L'albinisme, una alteració de la pigmentació de la pell, s'hereta per un al·lel recessiu poc freqüent, localitzat en un autosoma. Tot i que Floquet de Neu ha tingut una descendència nombrosa, cap dels seus fills i filles no ha resultat albí. Justifiqueu-ho.

26. PAU 2005 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2

Exercici 2

El gen OB, responsable de la síntesi de la proteïna leptina, sembla que és determinant en certs tipus d'obesitat en l'espècie humana. La leptina és sintetitzada pel teixit adipós i actua sobre el cervell inhibint la gana.

1) [1 punt]

Els ratolins homozigòtics per a un gen defectuós OB no sintetitzen leptina i, per tant, presenten obesitat. A partir d'aquest exemple, feu un esquema que expliqui els procesos biològics que determinen els caràcters a partir dels gens. A l'esquema han d'aparèixer els termes: proteïna, mRNA, gen, traducció, transcripció, obesitat, cervell i teixit adipós.

2) [1 punt]

Suposem que en la cadena codificant de DNA del gen OB s'ha produït la substitució de la base G per la base C en el triplet ATG. Com es denomina aquest tipus de canvi? Utilitzant la taula del codi genètic, expliqueu per què aquest canvi ha fet que la leptina deixi de ser funcional.

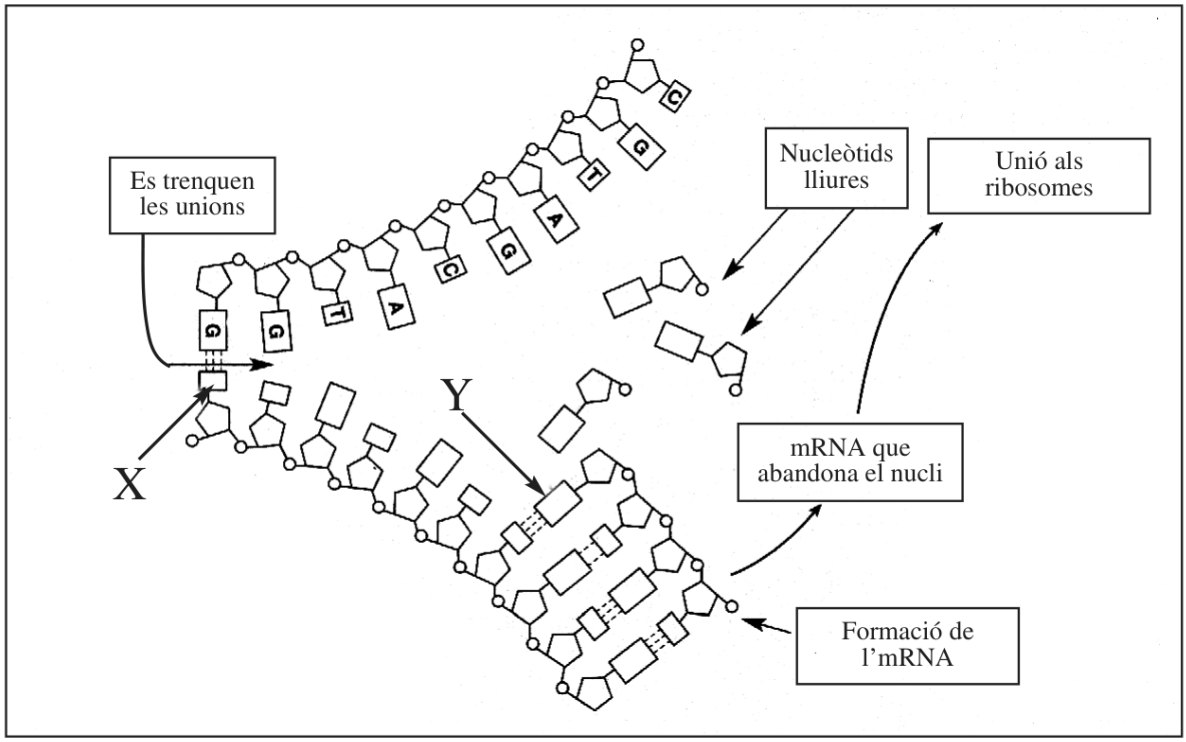
Segona lletra

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

27. PAU 2005 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1

Exercici 1

La figura següent mostra una part d'un procés que s'esdevé a la cèl·lula:



1) [1 punt]

a) Indiqueu com s'anomena l'enllaç que uneix dues bases nitrogenades de cadenes polinucleòtides complementàries i assenyaleu-ne un en la figura:
   a) peptídic.
   b) d'hidrogen.
   c) fosfat ric en energia.
   d) glucosídic.

b) Les biomolècules que formen part de l'RNA, però no del DNA, són:
   a) desoxiribosa i timina.
   b) guanina i citosina.
   c) ribosa i uracil.
   d) ribosa i alanina.

c) Les bases X i Y de la figura són:
   a) guanina i citosina.
   b) timina i citosina.
   c) timina i guanina.
   d) citosina i adenina.

d) L'enllaç que uneix dos aminoàcids entre si en una proteïna s'anomena:

a) peptídic.
b) d'hidrogen.
c) fosfat ric en energia.
d) glucosídic.

2) [1 punt]

A continuació es mostra la seqüència d'aminoàcids d'una part d'una proteïna:

lisina – alanina – glutamat – treonina

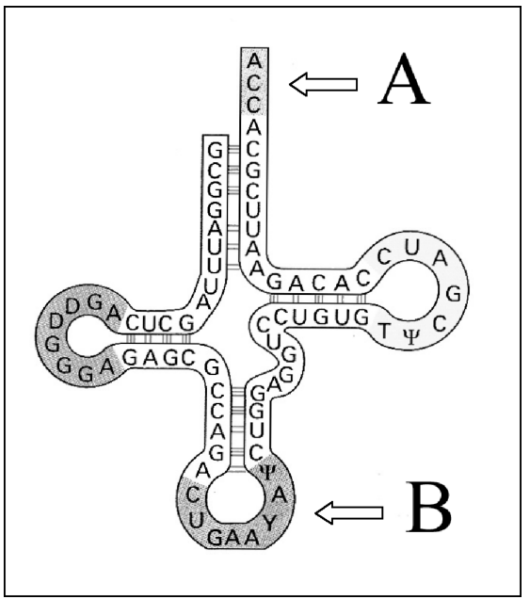
La taula mostra els codons de cada un d'aquests aminoàcids:

Aminoàcid	**Codó**
alanina	GCC
treonina	ACU
lisina	AAG
glutamat	GAA

Escriviu la seqüència de bases del fragment de DNA que codifica la seqüència d'aminoàcids d'aquesta part de la proteïna.

3) [1 punt]

La figura següent representa una biomolècula. Indiqueu com s'anomena i la funció de les dues regions assenyalades (A i B).

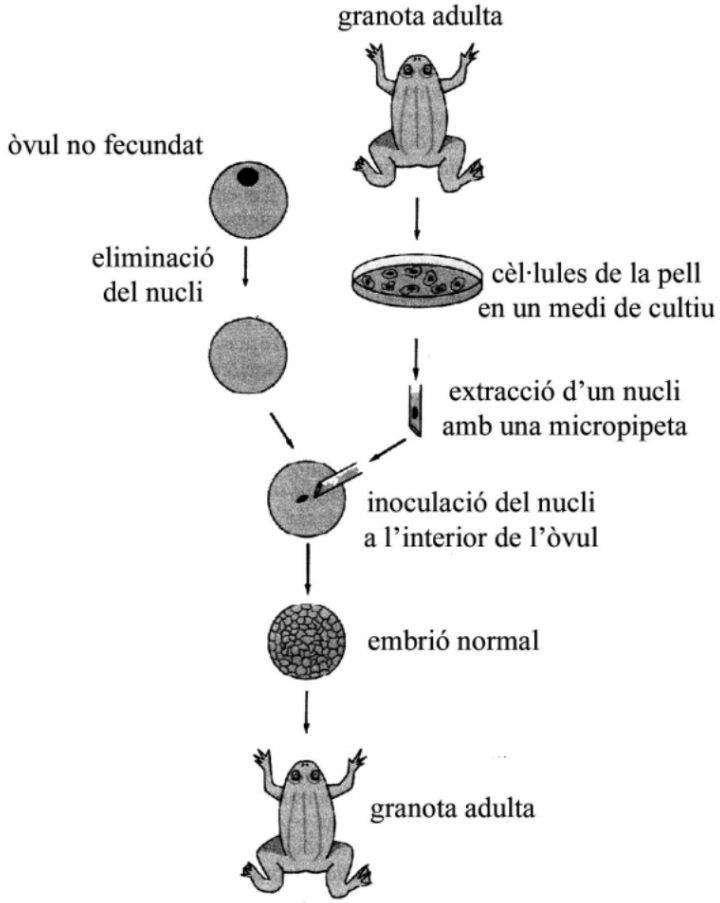


Nom	
Funció de la regió A	
Funció de la regió B	

28. PAU 2004 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció B)

Exercici 3B

Un professor reparteix el dibuix següent a classe i afirma que esquematitza un experiment.



1) [1 punt]

Un dels alumnes afirma: «Això és com el cas de la Dolly (ovella clonada), però amb granotes.» Es tracta d'un procés de clonació? Justifiqueu-ho.

En aquest experiment, el nucli que s'inocula prové d'una cèl·lula somàtica de la pell de la granota. Què demostra aquest experiment sobre la informació genètica que porten els nuclis de les cèl·lules somàtiques? Raoneu-ho.

3) [1 punt]

Considerem que en l'espècie de granota usada en l'experiment el nombre 2*n* és igual a 30. Ompliu els requadres següents i justifiqueu la vostra resposta.

Nombre de cromosomes del nucli de l'òvul que s'ha eliminat

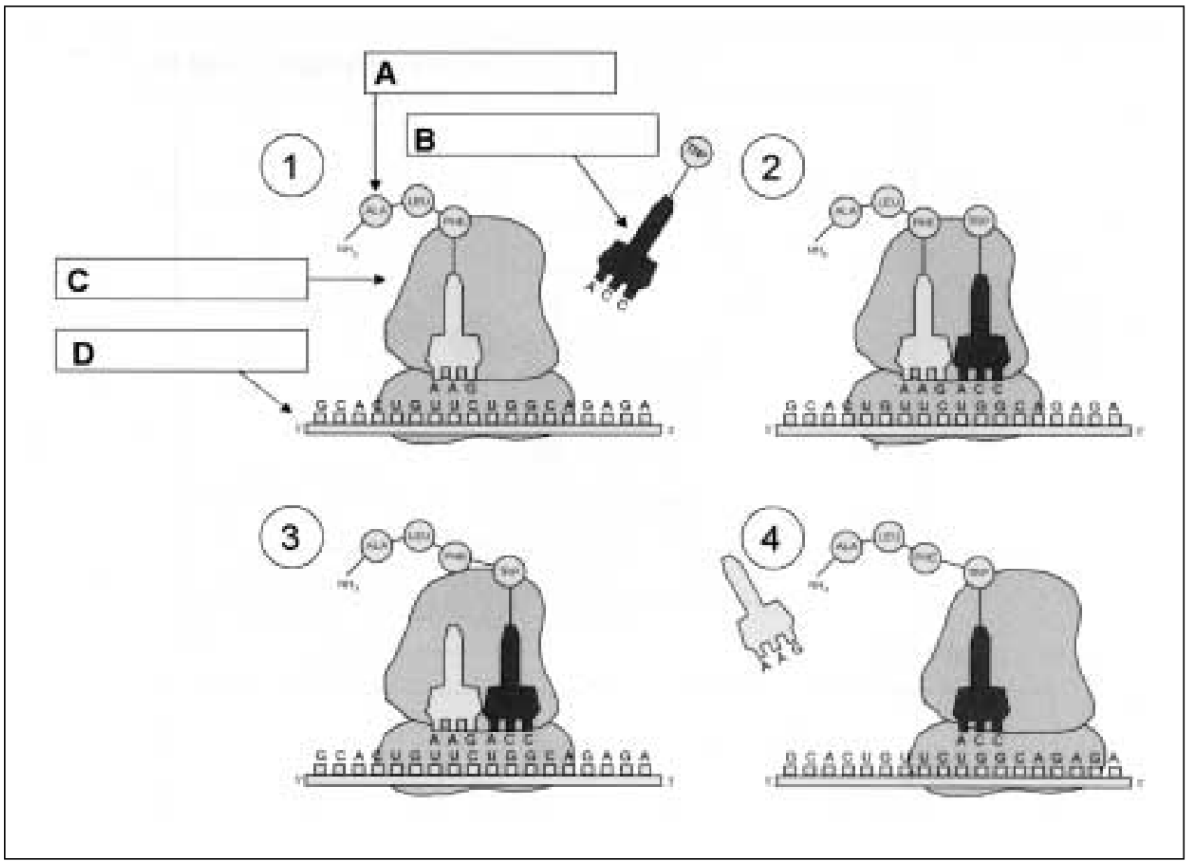
Nombre de cromosomes del nucli d'una cèl·lula de la pell de la granota

Justificació

29. PAU 2004 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

Exercici 1

La figura següent representa un procés cel·lular fonamental.



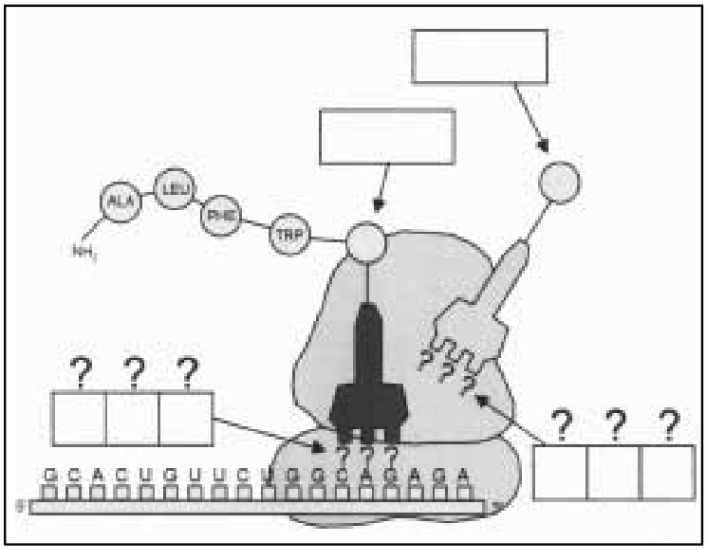
1) [1 punt]

Indiqueu el nom del procés representat i escriviu en els requadres A, B, C i D el nom dels components assenyalats. Quina és la funció de la molècula B de la figura?

Nom del procés	
Funció de la molècula B	

Observeu la figura següent.

a) Utilitzant la taula del codi genètic i el principi de la complementarietat de bases, empleneu els requadres de la figura.



Segona lletra

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

b) Raoneu les conseqüències d'un canvi d'A per U en la posició subratllada de la seqüència 5'-GCACUGUUCUGGCAGAGA-3'.

La seqüència 5'-GCACUGUUCUGGCAGAGA–3' de la molècula D (primera figura) conté informació que procedeix d'una altra molècula.

De quina molècula es tracta?

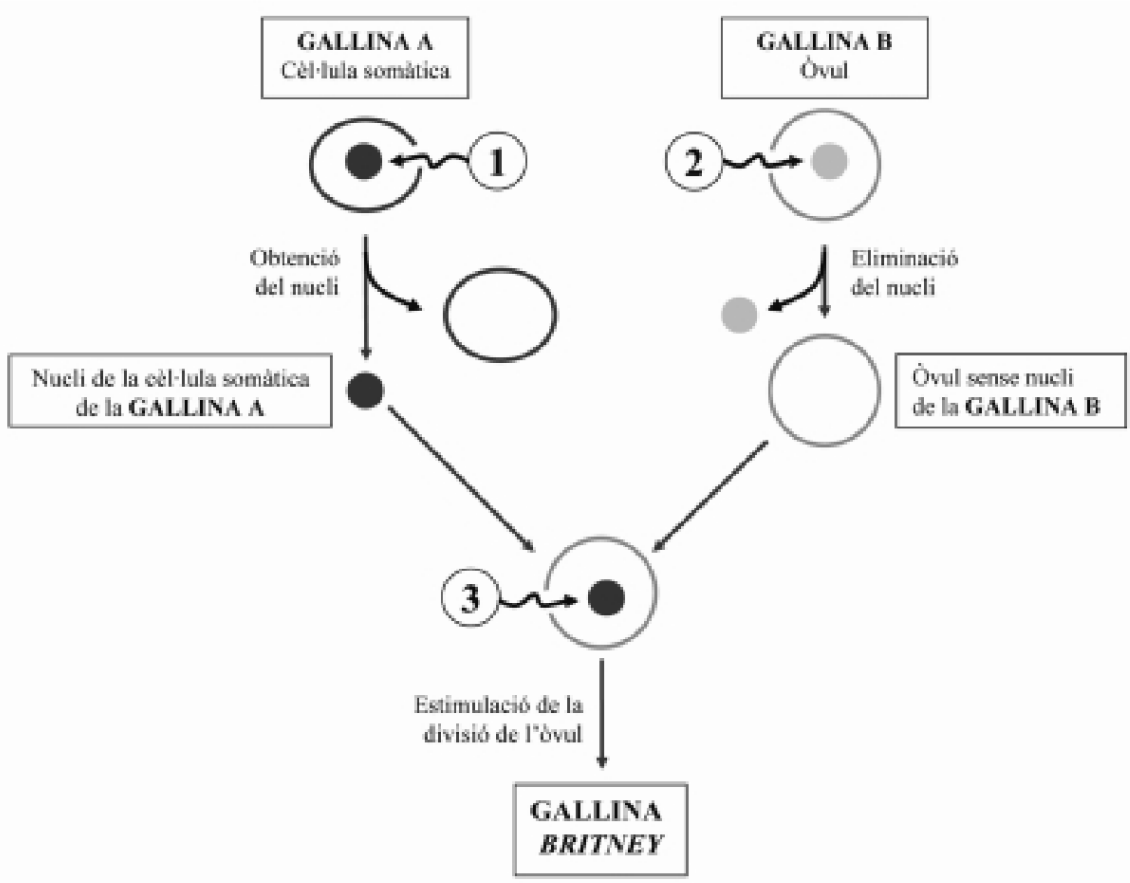
Com s'anomena el procés de transferència d'informació d'una molècula a una altra?

En quin compartiment cel·lular es produeix aquest procés?

30. PAU 2004 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció B)

Exercici 3B

Recentment s'ha obtingut una gallina clònica, la Britney. A més, la gallina també és transgènica, ja que se li ha incorporat un gen humà que codifica una proteïna anticancerígena. Aquesta proteïna podrà ser aïllada a partir dels 250 ous que està previst que pongui anualment. El gràfic següent mostra un esquema del procés:



1) [1 punt]

Observeu el gràfic. Els números indiquen els punts en els quals es podria haver incorporat el gen que codifica la proteïna anticancerígena. Per a cada cas, raoneu si els ous que pondria la gallina Britney contindrien o no la proteïna anticancerígena.

1.

2.

3.

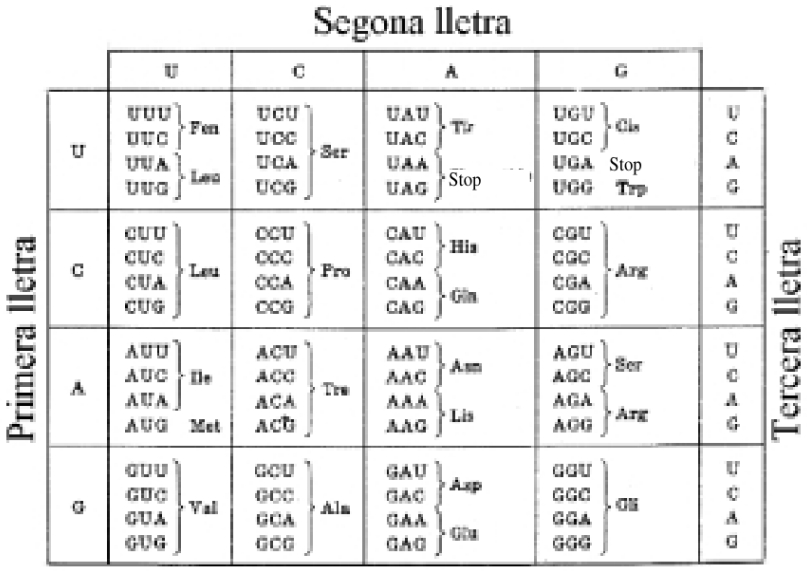
---

2) [1 punt]

La gallina Britney ha estat un èxit. Ara a partir d'ella es volen aconseguir més gallines ponedores d'ous amb la proteïna anticancerígena. Sembla que és millor obtenir-les per clonació de la Britney que creuant la Britney amb un gall normal. Justifiqueu-ho.

Un petit fragment de la proteïna anticancerígena humana té la seqüència d'aminoàcids que s'indica a la taula següent. Consulteu el codi genètic per completar els espais buits de la taula:

Aminoàcid	Leu	Ser	Ala	Gly	Glu
tRNA	- - -	- - -	- - -	C C U	- - -
mRNA	U - -	U C U	- - -	- - -	- - A
DNA transcrit	A A C	- - -	C G G	- - -	- - -



31. PAU 2003 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

Exercici 4B

Els percentatges de cada base nitrogenada en diferents tipus de material hereditari són:

	BASES NITROGENADES (%)				
	T	**C**	**U**	**A**	**G**
Humà	31	19	–	31	19
Bacteri (*E. coli*)	24	26	–	24	26
Virus de la grip	–	25	32	23	20
Reovirus	–	22	28	28	22

1) [1 punt]

Què podem deduir d'aquestes dades respecte a la constitució dels diferents tipus de material hereditari (DNA o RNA, cadena senzilla o cadena doble)? Justifiqueu la vostra resposta.

Entre els enunciats següents n'hi ha d'erronis. Identifiqueu-los i expliqueu per quina raó considereu que són erronis.

a) Les plantes no tenen el seu material hereditari organitzat en cromosomes. Només tenen cromosomes els animals.

b) El terme *codi genètic* s'aplica a l'ordre de les bases del material genètic, que és propi d'un organisme.

c) Hi ha virus que són capaços de transcriure RNA a DNA.

d) En el DNA de cadena doble, la guanina (G) i la citosina (C) s'uneixen entre elles mitjançant enllaços covalents.

32. PAU 2002 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

Exercici 4A

Observeu el dibuix següent, que mostra els resultats d'un experiment.



(adaptat de Quino)

1) [1 punt]

El cap del laboratori diu a l'estudiant que fa el doctorat: «Clonar un conill!… Només a un insensat com tu se li podia acudir clonar un conill, sabent com en són de prolífics els conills!!!» Creieu que l'estudiant ha obtingut realment aquests conills per clonació? Raoneu la resposta.

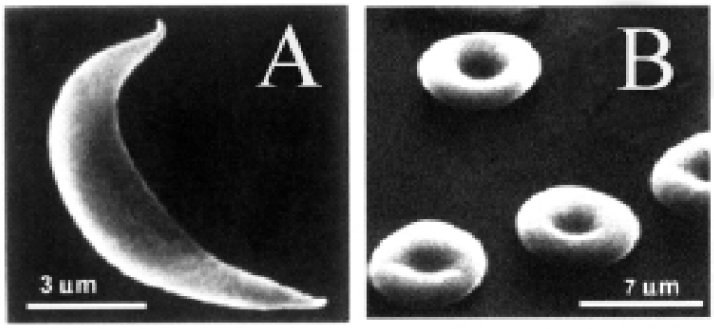
2) [1 punt]

L'ovella Dolly es va obtenir per clonació transferint el nucli d'una cèl·lula epitelial d'una ovella a un òvul sense nucli d'una altra ovella. Tot i això, el Dr. Ian Wilmut, el creador de l'ovella Dolly, diu que «Dolly no és una *fotocòpia* genètica de cap ovella, ja que les seves cèl·lules tenen gens procedents de dues ovelles diferents». Creieu que l'afirmació de Ian Wilmut té alguna cosa a veure amb el fet que no tot el DNA d'una cèl·lula és al nucli? A quins orgànuls de les cèl·lules hi ha DNA? Raoneu la resposta.

33. PAU 2002 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció A)

Exercici 3A

L'anèmia falciforme és una malaltia greu. Les persones afectades desenvolupen uns eritròcits (glòbuls vermells) en forma de falç (A) més fràgils que els normals (B).



El trencament d'aquests glòbuls en forma de falç causa anèmia, cosa que converteix els individus que els presenten en més vulnerables a altres malalties i a diverses infeccions. L'anèmia falciforme està associada a una alteració de la molècula d'hemoglobina: mentre que l'hemoglobina normal presenta, en una determinada posició, l'aminoàcid glutamat (Glu), l'hemoglobina anormal presenta l'aminoàcid valina (Val).

1) [1 punt]

a) Argumenteu, fent servir la taula de codons del codi genètic, quin canvi ha de presentar l'RNA de l'hemoglobina anormal.

Segona lletra

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

b) Quin és l'origen del canvi d'aminoàcids que presenta la molècula d'hemoglobina anormal? Com s'anomena aquest procés?

2) [1 punt]

Creieu que l'anèmia falciforme és una malaltia hereditària? Per què?

34. PAU 2002 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

Exercici 4B

En relació amb l'atemptat de les Torres Bessones de Nova York s'han escrit multitud d'articles. Aquí hi ha un fragment adaptat d'un d'ells:

Per determinar la identitat de restes mitjançant el DNA, s'han de comparar els resultats de les anàlisis amb l'empremta genètica de la persona desapareguda o dels seus parents. Un cabell en una pinta o una resta de saliva en un raspall de dents del desaparegut són enviats al laboratori de la policia de Nova York. (...) En el cas de les restes més malmeses l'obtenció de DNA és complexa, aleshores s'ha de recórrer al material genètic dels mitocondris, per a la qual cosa s'han de comparar les anàlisis amb les d'algun familiar femení (la mare o l'àvia) per determinar la identitat de la persona.

(Ciberp@ís, 11 d'octubre del 2001)

1) [1 punt]

a) Elaboreu un esquema senzill d'un fragment de la molècula de DNA. A l'esquema han d'aparèixer tres parells de nucleòtids i cal assenyalar els components estructurals estructurals següents: bases nitrogenades, desoxiriboses, grups fosfats, ponts d'hidrogen (no cal escriure les fórmules estructurals de les biomolècules, n'hi ha prou de fer-ne una representació simbòlica).

b) Justifiqueu per què amb un cabell o amb una mostra de saliva n'hi hauria prou per obtenir l'empremta genètica.

a) Justifiqueu per què la presència de DNA als mitocondris reforça la hipòtesi que els mitocondris provenen de bacteris que van establir relacions de simbiosi amb altres cèl·lules.

b) Expliqueu per què el DNA mitocondrial serveix com a empremta genètica d'una persona desapareguda si el comparem amb el DNA mitocondrial de la seva mare o àvia (materna), però no amb el del seu pare o avi (patern).

35. PAU 2000 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

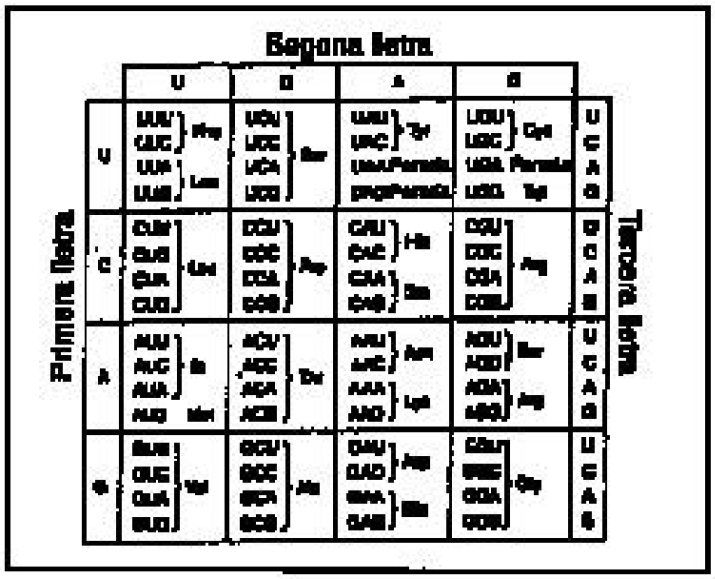
Exercici 2B [3 punts]

Observeu les següents seqüències de nucleòtids:

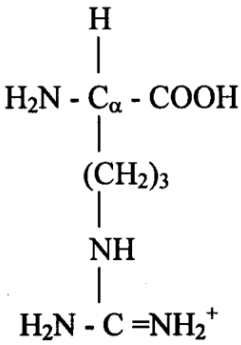
a) 5'-AGAGGAGAU-3' b) 5'-CGGGGUGAC-3'

1. Sabent que es tracta de seqüències de RNA missatger, quines seran per a cadascuna d'elles les seqüències de DNA-doble corresponents? Indiqueu, a les cadenes dobles de DNA, quina és la que es transcriu.

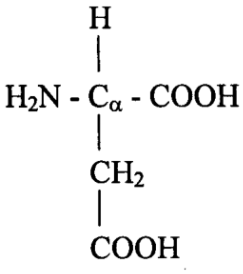
2. Consulteu la taula del codi genètic i indiqueu quin pèptid s'obtindria a partir de cadascuna de les dues seqüències de RNA missatger. A partir del resultat, raoneu si suposa cap avantatge que hi hagi més d'un codó que codifiqui cada aminoàcid.



3. A partir de les estructures dels aminoàcids arginina i aspartat, que es proporcionen a continuació, construïu un dels dos dipèptids possibles que es poden formar.



Arginina (ARG)



Aspartat (ASP)