Biologia

Biologia molecular i biotecnologia

Solucions · 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)

a)

[0,5 punts]

Tipus de biomolècula: àcid nucleic

(0,1 punts)

Expliqueu 3 funcions que té la molècula de l'ARN en l'àmbit cel·lular:

(0,3 punts)

L'ARN té un paper multifuncional a l'interior de la cèl·lula. Algunes de les funcions més importants de l'ARN són:

1. ARN ribosòmic (RNAr): forma part dels ribosomes, els orgànuls cel·lulars encarregats de la síntesi de proteïnes. L'RNAr és essencial per a la construcció de la subunitat ribosòmica i facilita la unió dels aminoàcids durant la síntesi de proteïnes.

2. L'RNA missatger (mRNA): transporta la informació genètica des de l'ADN als ribosomes, on es porta a terme la síntesi de proteïnes.

3. L'RNA de transferència (ARNt): l'ARNt actua com a adaptador durant la traducció portant els aminoàcids correctes als codons corresponents, segons la seqüència d'ARNm.

4. Certes molècules d'RNA: regulació gènica, poden regular l'expressió gènica, la transcripció, la traducció.

5. Ribozims: alguns ARN tenen activitat catalítica i actuen com a ribozims, que són molècules d'ARN que poden catalitzar reaccions químiques.

NOTA PER AL CORRECTOR/A: Només cal que diguin tres d'alguna d'aquestes funcions, explicades amb coherència. Màxim (0,3 punts).

Encercleu en quina fase se sintetitza l'RNA missatger (0,1 punts)

Replicació Transcripció X Traducció

Quin tipus d'estructura secundària assenyala el número 1?	Hèlix alfa o alfa hèlix (0,1 punt)
Quin tipus d'estructura secundària assenyala el número 2?	Làmina beta o beta plegada o full plegat beta (0,1 punt)
Quina estructura definitiva presenta aquesta proteïna, terciària o quaternària? Justifiqueu la resposta	Estructura terciària (0,1 punt) Perquè només té una cadena polipeptídica (o d'aminoàcids). O bé, perquè no està formada per diverses cadenes polipeptídiques. Justificació (0,2 punt) per qualsevol resposta coherent.

c)

[0,5 punts]

DNA que es transcriu:	A T A G A A T C G		
mRNA quan la temperatura és alta:	U A U C U U A G C	mRNA quan la temperatura és baixa:	U G U C U U G G C
Seqüència d'aminoàcids quan la temperatura és alta:	Tyr - Leu - Ser	Seqüència d'aminoàcids quan la temperatura és baixa:	Cys - Leu - Gly
En quin orgànul s'ha produït la síntesi d'aquesta proteïna? Ribosomes			

(0,1 punt) per cada casella correcta. Si hi ha qualsevol error en una casella, per exemple, dos aminoàcids correctes i un incorrecte, llavors 0 punts.

NOTA PER AL CORRECTOR/A

És important destacar que aquestes adaptacions moleculars són mecanismes específics que permeten al pop *Octopus bimaculoides* ajustar la funcionalitat de les seves proteïnes per sobreviure en condicions de temperatures més fredes.

Realment, la desaminació de l'adenina la converteix en una inosina, que els ribosomes interpreten com a guanina a l'hora de fer la traducció; per adaptar-ho al nivell d'alumnes de batxillerat s'ha simplificat.

d)

[0,5 punts]

RESPOSTA MODEL: No, el canvi de les desaminacions succeeix a l'mRNA, el DNA no presenta cap canvi, per tant, no s'hereta, ja que és la informació del DNA la que s'hereta, la informació que s'hereta no depèn de la temperatura.

Puntuació: cal dir que no amb una justificació semblant a la model (0,4 punts).

(0,1 punts) per la coherència del text i la redacció correcta.

Total: (0,5 punts).

Què li pot succeir a una persona amb IDCG en relació amb les malalties infeccioses?	Tindria una alta susceptibilitat a patògens, seria molt vulnerable a infeccions greus i mortals o bé tindria dificultats per combatre les malalties (0,2 punts)
Quina és la funció principal dels limfòcits B?	Els limfòcits B sintetitzen anticossos. O bé, esdevenir cèl·lules plasmàtiques i de memòria (0,2 punts)
Quin tipus d'immunitat està relacionada amb la síntesi dels anticossos?	Humoral / Cel·lular (0,1 punts)

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

EXERCICI 1

1.

[1 punt]

a)

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

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

[0,3 punts per cada diferència ben explicada]

Puntuació total subapartat a) [0,6 punts]

Nota 1: Atès que la pregunta demana específicament diferències entre els components químics del DNA i l'RNA, qualsevol altra diferència que esmentin els examinands (p. ex. localització cel·lular, estructura de la biomolècula, etc.) no es puntuarà.

Nota 2: Les respostes correctes però que només esmentin "mitges" diferències entre el DNA i el RNA, com ara, per exemple: "El DNA té timina i el RNA no", es valoraran amb la meitat de la puntuació (0,15 punts).

b)

Resposta model:

Es tracta d'RNA missatger (mRNA) [0,1 punts], ja que aquest es sintetitza quan els gens s'expressen, transferint la informació del DNA [0,2 punts] perquè es puguin formar les proteïnes que exerceixen la funció del gen corresponent [0,1 punts].

Puntuació total subapartat b): [0,4 punts], repartits segons que s'indica:

- *Per dir explícitament: mRNA o RNA missatger: 0,1 punts*
- *Per indicar (amb diferents redactats possibles) que "expressar-se un gen" significa "ser transcrit" o "sintetitzar un mRNA complementari al gen": 0,2 punts*
- *Per indicar (amb diferents redactats possibles) que a partir de l'mRNA es farà la proteïna que fa una determinada funció: 0,1 punts*

2.

a)

[1 punt]

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

[0,04 punts] per cada casella ben contestada

Puntuació total subapartat a) [0,6 punts]

b)

L'RNA es forma a partir del DNA durant el procés de transcripció [0,1 punts], el qual té lloc al nucli de les cèl·lules [0,1 punts].

La síntesi de la proteïna corresponent és un procés anomenat traducció [0,1 punts], el qual té lloc als ribosomes [0,1 punts].

Puntuació total subapartat b) [0,4 punts]

NOTA: *si diuen que la traducció es produeix al citosol en lloc de fer-ho als ribosomes, també ho donarem per bo i s'atorgaran els [0,1 punts] corresponents. Malgrat que els orgànuls on es realitza la traducció són els ribosomes, la pregunta pot resultar ambigua "On es localitzen a la cèl·lula?", sense especificar que diguin quin és el nom de l'orgànul.*

3.

[1 punt]

a)

Quin problema volien resoldre els investigadors amb aquesta comparació?

Qualsevol d'aquestes preguntes o similars:

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

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

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

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

[0,2 punts]

Nota 1: Hauria d'estar redactat en forma de pregunta directa, acabada en interrogant. També s'accepten frases interrogatives indirectes (sense interrogant), però han de ser molt clares. Si no són clares malgrat que siguin interrogatives indirectes, llavors 0,1 punts. Si és una afirmació o una negació, 0 punts.

Quina hipòtesi es podien haver formulat?

Qualsevol resposta temptativa coherent amb les preguntes anteriors o alguna de similar. Per exemple:

(Potser) hi ha moltes diferències entre els RNA d'aquests animals.

(Possiblement) hi ha poques diferències entre les seqüències dels RNA d'aquests tres animals.

(Pot ser que) els gens que s'expressen en els músculs esquelètics d'aquests tres animals són els mateixos, ja que és un mateix teixit.

[0,2 punts]

Nota: Les paraules entre parèntesi no cal que hi siguin.

Proposeu una millora a aquesta recerca perquè els resultats fossin estadísticament significatius

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

[0,2 punts]

Nota: també donarem per bo si diuen que caldria seqüenciar més individus de cada espècie per veure si les diferències són entre les espècies o ja es donen a dins de les espècies.

Puntuació total subapartat a) [0,6 punts]

Nota 1: En relació al problema plantejat i a la hipòtesi es poden valorar com a correctes altres respostes que siguin coherents i que facin referència a aspectes evolutius de la relació entre les espècies (com per exemple quina és més propera a quina, com s'han diferenciat entre elles, etcètera), ja que el context de la pregunta tracta sobre la recuperació de material genètic d'espècies extingides.

Nota 2: Pel que fa a les millores de l'experiment, es poden valorar com a correctes altres respostes que siguin coherents, com per exemple "Analitzar més gens d'aquestes espècies, i no només 3."

b)

Qualsevol de les conclusions següents és vàlida:

> El tigre i el diable de Tasmània són dues espècies molt similars, mentre que el xai mostra més diferències.
>
> Hi ha més semblances si comparem els teixits (o mostres) que si comparem els organismes.
>
> Les mostres dels RNA de la pell de les tres espècies són bastant semblants.
>
> En el cas dels RNA del múscul esquelètic, el diable i el tigre de Tasmània són bastant semblants mentre que els RNA de xai són bastant diferents dels altres dos.

[0,2 punts] per cada conclusió coherent fins al màxim de 0,4 punts corresponents a aquesta subpregunta.

Puntuació total subapartat b) [0,4 punts]

Nota: Tot i que l'enunciat fa referència a "conclusions sobre la semblança d'aquestes espècies o dels seus teixits", les respostes que es focalitzin en la comparativa de gens o de la seva expressió com, per exemple: "El gen 3 gairebé no s'expressa a la pell de cap de les espècies mentre sí que ho fa al múscul", es valoraran amb la meitat de la puntuació (0,1 punts) per a cada conclusió, sempre i quan sigui coherents amb les dades dels gràfics. Entenem que, com a conclusions dels resultats que mostren els gràfics, són correctes, però no se centren directament en les espècies ni en els teixits, que és el que demanava l'enunciat, sinó en els gens concrets.

3. PAU 2022 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 6

Exercici 6

1)

1 punt]

Relació ecològica entre els insectes i el panís:

Parasitisme (0,2 punts)

Justificació:

Resposta model:

És una relació interespecífica en què una espècie (paràsit) obté l'aliment d'una altra (hoste) a la qual perjudica. En aquest cas, els insectes són el paràsit i el panís és l'hoste.

(0,3 punts)

Nota: Si no es contextualitza, s'ha de puntuar amb només 0,15 punts.

Relació ecològica entre els nematodes i els bacteris:

Simbiosi (0,2 punts)

Justificació:

Resposta model:

És una relació interespecífica en què les dues espècies en surten beneficiades. Aquestes espècies tenen una relació tan estreta que no poden viure per separat: els nematodes (també s'accepta *cucs*) necessiten els bacteris per matar les larves (o bé es pot respondre que necessiten els bacteris per obtenir l'aliment de les larves) i els bacteris necessiten els nematodes per poder infectar les larves (o bé es pot respondre que els nematodes transporten els bacteris fins a les larves).

(0,3 punts)

Notes:

- *Si no es contextualitza, s'ha de puntuar amb només 0,15 punts.*
- *També s'accepta si es respon que es tracta de mutualisme i es justifica*

2)

[1 punt]

a)

Resposta model:

Les plantes de panís infestades per larves, si tenen la modificació genètica, atrauran més nematodes i, per tant, disminuirà el nombre de larves a les arrels.

O bé:

Els danys causats per les larves seran menors al panís modificat genèticament perquè els nematodes eliminen les larves.

O bé:

Es tracta d'un tipus de control biològic de plagues amb enemics naturals.

Puntuació del subapartat *a*: 0,2 punts

b)

Expliqueu quins passos van fer els investigadors per obtenir el plasmidi recombinant de la figura anterior i quins enzims van necessitar a cada pas.

- Aïllar el gen que codifica l'enzim que sintetitza el betacariofilè de cèl·lules d'orenga i tallar-lo amb endonucleases (o enzims de restricció). (0,2 punts)

- Aïllar el plasmidi d'un bacteri (també es pot respondre que el plasmidi prové del bacteri *Agrobacterium tumefaciens* i és el plasmidi Ti) i tallar-lo amb endonucleases (o enzims de restricció). (0,2 punts)

- Unir amb lligasses el gen de l'enzim del betacariofilè i el plasmidi. (0,2 punts)

(0,6 punts)

En quines cèl·lules cal introduir el plasmidi recombinant per a obtenir una planta transgènica? Per què?

S'ha d'introduir a les cèl·lules embrionàries o meristemàtiques de panís (també és correcte *cèl·lules totipotents*). A partir d'aquestes cèl·lules es formarà una planta de panís que tindrà el gen E-betacariofilè a totes les cèl·lules. (0,2 punts)

Puntuació del subapartat *b*: 0,8 punts

4. PAU 2022 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 6

Exercici 6

1.

[1 punt]

Quin devia ser el resultat d'aquest experiment?

Raoneu la resposta explicant com el mecanisme CRISPR-Cas, descrit a l'enunciat, deu haver actuat i els seus efectes en relació al paper de la proteïna codificada pel gen TMC1

Els ratolins van recuperar l'audició. *(0,1 punts)*

El sistema CRISPR-Cas, gràcies al RNA guia es va unir a la seqüència mutada del gen que hi havia en un dels cromosomes 11 *(0,1 punts).* A continuació la proteïna Cas va tallar aquesta seqüència que va quedar eliminada. *(0,1 punts)*

Per tant les cèl·lules auditives ja no fabricaven la proteïna responsable del seu mal funcionament *(0,1 punts)* i seguien fabricant la forma correcta d'aquesta proteïna gràcies al gen correcte que tenien a l'altre cromosoma 11 *(0,1 punts).*

TOTAL: *0,5 PUNTS (repartits segons s'indica a la resposta)*

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

Sí que poden tenir descendents sords. *(0,2 punts)*

L'eliminació de la forma mutada del gen (o de l'al·lel responsable de la sordesa) només s'ha produït en les cèl·lules auditives (o en cèl·lules somàtiques). *(0,1 punts)*

Les cèl·lules responsables de la fabricació de gàmetes (o cèl·lules de la línia germinal, o òrgans reproductors) no han estat modificades i per tant el cromosoma 11 que porta la forma mutada del gen TMC1 (o senzillament la forma mutada del gen o l'al·lel responsable de la sordesa) pot passar a la descendència (amb un 50% de probabilitat, però això no cal que ho diguin). *(0,2 punts)*

TOTAL: *0,5 PUNTS (repartits segons s'indica a la resposta)*

2.

[1 punt]

Què és la retrotranscriptasa (o transcriptasa reversa o inversa) i quina acció realitza?

És un enzim (o proteïna) que a partir d'un RNA sintetitza un DNA complementari a aquest RNA. ***0,3 punts***

(Si un alumne diu que és un enzim que converteix el RNA en DNA, llavors només 0,2 punts)

Quines entitats biològiques utilitzen de manera natural la retrotranscriptasa?

Els retrovirus, *o bé* els virus de la SIDA (o HIV o VIH), *o bé* qualsevol altre retrovirus (lentivirus, sarcoma de Rous) *o bé* els retrotransposons.

Per qualsevol d'aquestes respostes: 0,3 punts

NOTA: *Per respostes més genèriques del tipus "virus" o "virus RNA" no s'atorgarà puntuació ja que la majoria de virus i de virus RNA no fan retrotranscripció.*

Expliqueu que farà la retrotranscriptasa un cop Cas hagi tallat i eliminat la seqüència mutada del DNA i quina conseqüència tindrà això:

Resposta model:

A partir del RNA complementari a la seqüència correcta del gen sintetitzarà un fragment de DNA amb la seqüència correcta, en el lloc on estava el DNA de seqüència incorrecta que ha tallat Cas.

Amb això s'aconseguirà reemplaçar una seqüència incorrecta per una seqüència correcta en el DNA amb la possibilitat de curar una malaltia genètica .

- 0,2 per dir que sintetitza DNA a partir del RNA complementari a la seqüència correcta del gen
- 0,2 per dir que s'aconsegueix que el gen tingui la seqüència correcta o bé per dir que així es pot curar/millorar la malaltia

Total: 0,4 punts

5. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 6

Exercici 6

1.

[1 punt]

a)

[0,5 punts]

Quina relació ecològica s'estableix entre Photuris lucicrescens i Photinus pyralis? Justifiqueu la resposta:

Relació: Depredació.

(0,2 punts)

Justificació: Photuris lucicrescens (depredador) atreu els mascles de Photinus pyralis (presa) i se'ls menja (no cal que usin explícitament els termes depredador i presa)

(0,1 punts)

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

Perquè a Catalunya no hi ha el seu depredador d'Amèrica, Photuris lucicrescens, de manera que hi haurà més mascles de Photinus pyralis fent augmentar el nombre de femelles fecundades i per tant, el nombre de descendents.

(0,2 punts)

Si només posen: perquè no hi ha el seu depredador, sense explicar més, llavors només 0,1 punts.

b)

[0,5 punts]

Quina relació s'estableix entre Photinus pyralis i Lampyris noctiluca? Justifiqueu la resposta:

Relació: Competència

(0,2 punts)

Justificació: Ambdues s'alimenten de cargols. (O bé, ambdues ocupen el mateix nínxol ecològic).

(0,1 punts)

Com es veuria afectada la població de Lampyris noctiluca pel creixement de Photinus pyralis? Justifiqueu la resposta:

Probablement la població de Lampyris noctiluca disminuiria ja que el creixement de Photinus pyralis faria disminuir el nombre de cargols.

(0,2 punts)

Si només diuen: perquè les dues espècies competeixen, sense explicar més, llavors només 0,1 punts.

NOTA: si l'alumne escriu malament el nom científic (ha d'anar subratllat, primera lletra del gènere amb majúscula i primera de l'espècie amb minúscula) es restaran 0,1 punts, però només una vegada a cada pregunta (cada punt).

2.:

[1 punt]

1

Extracció o aïllament del plasmidi T d'Agrobacterium (0,1 punts)

2

Extracció del DNA de les cèl·lules d'una cuca de llum i aïllament del gen de la luciferasa (0.1 punts), tallant el gen amb enzims de restricció (o endonucleases de restricció) (0.1 punts).

S'admetran altres respostes com amplificar el gen per PCR o tallar amb CRISPR (tot i que en aquest context no seria adequat).

Si l'alumne expressa aquesta idea en el següent apartat, dient que amb els mateixos enzims de restricció talla el plasmidi i el gen, caldrà atorgar-li també en aquest apartat els 0,1 punts)

3

Tallar el plasmidi T amb el mateix enzim de restricció que el fragment de DNA que conté el gen de la luciferasa (0.1 punts) i integrar el gen de la luciferasa al plasmidi amb una lligasa (0.1 punts).

Si l'alumne ja ha esmentat els enzims de restricció en l'apartat anterior, no cal que ho torni a fer en aquest, però sí que ha de fer referència a que talla el plasmidi, o bé que recombina el plasmidi amb el gen de la luciferasa o bé que s'integra el gen de la luciferasa en el plasmidi.

4

Introduir per transformació el plasmidi recombinant a Agrobacterium.

0,1 punts (no cal que esmentin transformació)

5

Infectar amb Agrobacterium cèl·lules vegetals (o discos foliars) en cultiu.

O bé: De manera natural, Agrobacterium fa un pont citoplasmàtic (conjugació) amb la cèl·lula vegetal, a través del qual passa el plasmidi.

(0,1 punts)

6

De manera natural, Agrobacterium introdueix el seu plasmidi al nucli de la cèl·lula vegetal i recombina amb (o s'integra en) el DNA de la cèl·lula vegetal fent que el gen de la luciferasa passi a formar part del seu genoma.

0,1 punts (No cal que esmentin de manera explícita termes com recombinar o genoma)

7

Cultiu de cèl·lules vegetals que han incorporat el gen de la luciferasa. (0,05 punts)

Aquestes cèl·lules han de ser totipotents, és a dir, tenir la capacitat de generar tota una nova planta. (0,05 punts)

Acceptarem altres maneres d'expressar aquesta idea: cèl·lules embrionàries, o meristemàtiques, o disc foliar o simplement expressar-ho d'una manera més general.

Si això ja ho han dit en l'apartat anterior no cal que ho diguin en aquest per obtenir els 0,05 punts.

8

Creixement de les cèl·lules embrionàries per originar la planta transgènica que emet llum.

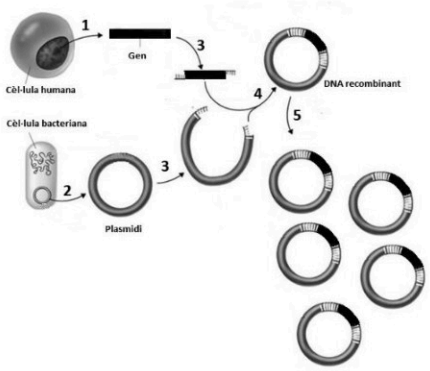
(0,1 punts)

6. PAU 2020 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4

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 en el descobriment i 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 obtenir DNA recombinant. La figura següent mostra part d'aquest procediment.

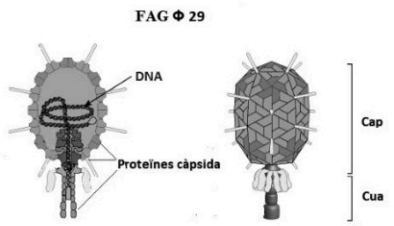


Imatge modificada de: https://1.bp.blogspot.com/-Q8eCuqYiFc4/VtPvKDt-fcI/AAAAAAAAA9w/BZek7X7yYbw/s640/recombinant-dna.jpg

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	Aïllar DNA (*o bé* aïllar el gen d'interès o DNA amb el gen d'interès o un gen) d'una cèl·lula humana	
2	Aïllar o extreure un plasmidi (o DNA) d'un bacteri	
3	Tallar el DNA de la cèl·lula humana i del plasmidi amb un mateix enzim de restricció (o endonucleasa) *Nota: encara que no diguin que l'enzim de restricció ha de ser el mateix, donarem la puntuació màxima*	enzim de restricció (o endonucleasa)
4	Unir els dos DNA amb una ligasa	ligasa
5	Fer còpies del DNA recombinant amb la DNA-polimerasa	DNA-polimerasa

(0,2 punts cada casella, comptant com una de sola el nom de l'acció + el nom dels enzims)

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 en 40-50 minuts es produïa la lisi dels bacteris.	 Imatge modificada de: https://viralzone.expasy.org/resources/Phi29likevirus_virion.jpg

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.*
Indiqueu també la funció que fan aquestes proteïnes en cada fase. [1 punt]

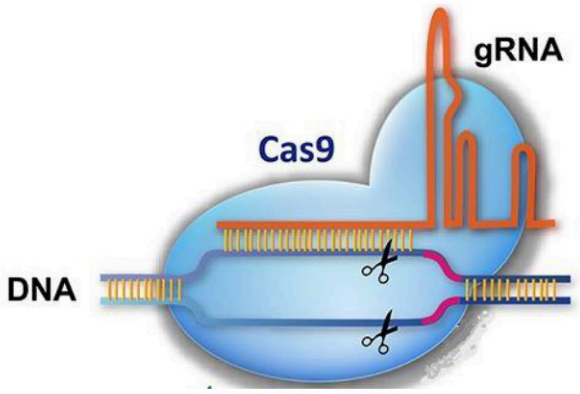
Nom del tipus de cicle cicle lític *(0,1 punts)*

Fase del cicle	**Proteïnes fag Φ29:**	**Funció de les proteïnes**
Adsorció	Proteïnes de la càpsida *(0,1 punts)*	El virus (virió) s'adhereix a la superfície del bacteri (o a la paret del bacteri) amb les proteïnes de la càpsida (o estructurals) *(0,2 punts)*
Penetració		Entrada del material genètic (o DNA) dins del bacteri
Síntesi o eclipsi	*0,1 punts repartits:* *- 0,05 punts* per dir DNA-polimerasa *- 0,05 punts per dir una de les dues:* Proteïnes estructurals *o bé* Proteïnes responsables de la lisi *(Només cal que diguin dues de les tres proteïnes per obtenir la màxima puntuació, però una ha de ser la DNA polimerasa)*	*0,2 punts repartits:* *- 0,1 punts per la justificació de la DNA polimerasa:* En aquesta fase té lloc el procés de còpia del DNA (o material genètic) del virus que duu a terme la DNA polimerasa *- 0,1 punts per la justificació de les proteïnes estructurals i/o de les proteïnes de la lisi:* En aquesta fase te lloc el procés de síntesi de les proteïnes del virus
Maduració o assemblatge	Proteïnes estructurals *(0,1 punts)*	Les proteïnes estructurals formen la càpsida dels nous fags Φ29 (o virions o virus) a l'unir-se amb el DNA del fag Φ29 *(0,2 punts)*
Alliberament o lisi	Proteïnes responsables de la lisi	Fan possible la sortida dels virus del bacteri

7. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció A)

Pregunta 4A

El 2012 les científiques Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna van descobrir l'aplicació del sistema CRISPR-Cas com un «editor genètic» que permet silenciar i modificar gens amb una gran precisió i eficàcia.
Bàsicament, CRISPR-Cas consisteix en un RNA guia (gRNA) de vint nucleòtids acoblat a una endonucleasa (la proteïna Cas) capaç de tallar DNA. El gRNA reconeix seqüències molt concretes de DNA i l'endonucleasa talla la doble cadena de DNA per una parella de nucleòtids específica.



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

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

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

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

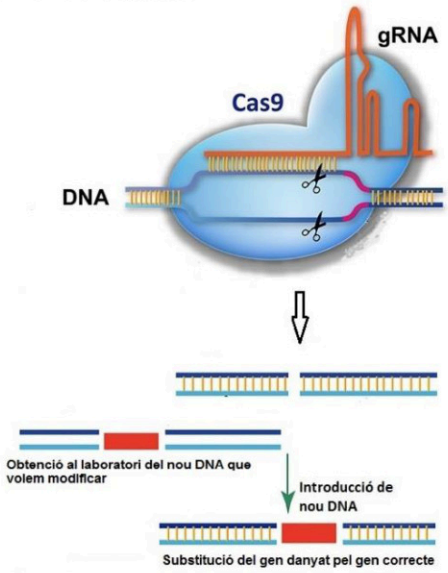
b) Justifiqueu, des del punt de vista evolutiu, el fet que algunes soques de bacteris adquireixen el sistema CRISPR-Cas per a combatre els bacteriòfags.

Resposta model:

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

Puntuació subpregunta b): *ha d'aparèixer la idea de mutació preadaptativa o diversitat de bacteris (0,2 punts), i explicació de la selecció natural exercida per la pressió dels bacteriòfags (0,4 punts)*
Total subpregunta b)= 0,6 punts

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



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

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

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

(0,5 punts)

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

Resposta model:

Probablement podrà ser portadora del gent mutat, ja que la CRISPR-Cas només hauria modificat les cèl·lules del teixit hepàtic on es van injectar i no les cèl·lules sexuals.
(0,5 punts)

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

OPCIÓ B

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

Exercici 4

1 [1 punt]

a) [0,5 punts]

Els mascles estèrils (irradiats) alliberats competiran (competència intraespecífica) amb els mascles salvatges (no irradiats) per aparellar-se amb les femelles.

Les femelles d'aquestes zones que s'aparellin amb els mascles irradiats no tindran descendència i, per tant, disminuirà la població de mosquits.

Aquest mètode serà més eficaç com més gran sigui la proporció de mascles irradiats respecte als mascles salvatges, però això no cal que ho diguin.

NOTA PER ALS CORRECTORS:

- ***0,2p** per dir "competència" o bé "competència intraespecífica"*
- ***0,3p** per relacionar la competència amb la disminució de la descendència*
- *No cal que esmentin la idea expressada al darrer paràgraf de la resposta model per obtenir la puntuació màxima.*

b) [0,5 punts]

Quina és la dosi de raig X necessària per a obtenir un percentatge elevat de mosquits estèrils amb una activitat vital propera a la dels salvatges? ***0,1p*** per dir **dosi 4** o un valor proper a 4 (s'accepta un valor comprés entre 3,5 i 4,5) *NOTA PER ALS CORRECTORS: **0p** si diuen la dosi però no raonen la resposta*
Raoneu la resposta anterior a partir de la interpretació del gràfic Model resposta 1: Dir que amb la dosi 4 s'aconsegueix el grau màxim d'esterilització (80%) i la mínima afectació de l'activitat vital, més del 80%. Model resposta 2: Amb dosis inferiors a 4 l'activitat vital és més propera a la dels mosquits salvatges però el grau d'esterilització és molt baix (inferior al 50%). Model resposta 3: Amb dosis superiors a 4 s'obté un grau d'esterilització al voltant del 90% però l'activitat vital disminueix ràpidament (inferior al 80%). *NOTA PER ALS CORRECTORS:* ***0,2p** per relacionar la dosi amb el grau d'esterilització.* ***0,2p** per relacionar la dosi amb l'activitat vital.*

2 [1 punt]

a) [0,75 punts]

Model resposta 1:

Obtenir/aïllar el gen de la proteïna tTA i el gen marcador .
Utilitzar enzims de restricció (o endonucleases) per tallar el DNA dels dos gens per seqüències concretes.
Unir aquests gens al plasmidi amb ligases.

Model resposta 2:

Obtenir/aïllar un plasmidi bacterià.
Obtenir/aïllar el gen de la proteïna tTA i el gen marcador.
Utilitzar enzims de restricció (o endonucleases) per tallar el DNA del plasmidi i dels dos gens per seqüències concretes.
Unir aquests gens i el plasmidi amb ligases.

NOTA PER ALS CORRECTORS

- ***0,25p** per explicar que cal obtenir els diferents tipus de DNA que formen el DNA recombinant.*
- ***0,25p** per explicar la funció dels enzims de restricció (si només els anomenen, **0,1p**).*
- ***0,25p** per explicar la funció de les ligases (si només les anomenen, **0,1p**).*

b) [0,25 punts]

Model 1 de resposta: el gen marcador serveix per diferenciar els mosquits transgènics dels que no ho són.

Model 2 de resposta: per comprovar si el mosquit és transgènic o no.

NOTA PER ALS CORRECTORS:

- *També **0,25p** si expliquen que el gen marcador serveix per comprovar la clonació del plasmidi en un bacteri.*

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

Sèrie 5, Pregunta 4A

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

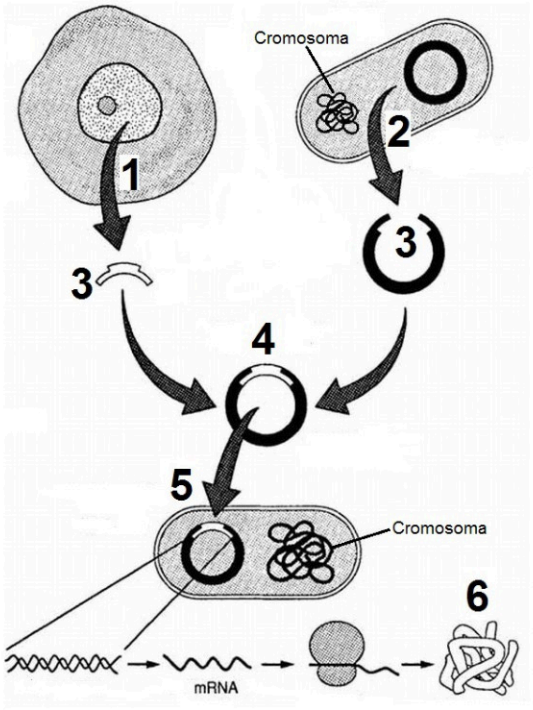
Observeu les dades de la taula anterior i completeu el quadre següent indicant quins d'aquests aliments poden alliberar glucosa un cop hidrolitzats pels enzims digestius. Justifiqueu la resposta: [1 punt]

***NOTA:** Si l'alumne **només encerta** el Sí/No de la primera columna però no hi ha raonament o aquest és incorrecte, llavors 0 punts ja que la probabilitat d'encertar per atzar és del 50%.*

Aliment	*Alliberaria glucosa un cop hidrolitzat pels enzims digestius?* *(Sí / No)*	*Raonament:*
Sucre	Sí	El sucre conté sacarosa que un cop tallada pels enzims digestius rendiria glucosa i fructosa. *(0,2 punts si el raonament és correcte)*
Oli	No	L'oli és un triacilglicèrid i per tant no té glucosa. (Si l'alumne raona que el TAG tallat rendirà àcids grassos i glicerina també és correcte). (Si l'alumne raona que l'oli és un lípid i no un glúcid també és correcte). *(0,2 punts si el raonament és correcte)*
Pa	Sí	El pa conté midó, llargues cadenes de glucoses que en ser tallades pels enzims digestius rendiran molta glucosa. (Si l'alumne raona que és un enllaç o-glicosídic tipus alfa, fàcil de tallar, també és correcte).

		(0,2 punts si el raonament és correcte)
Llet	Sí	La llet conté lactosa que un cop tallada pels enzims digestius rendiria glucosa i galactosa. *(0,2 punts si el raonament és correcte)*
Enciam	No	L'enciam conté cel·lulosa que encara que és un polisacàrid format per moltes glucoses, aquestes són beta (o el seu enllaç és beta) de manera que els enzims del tub digestiu no poden tallar-lo i rendir glucosa. *(**Nota:** Si algun examinand indica que alguns bacteris del nostre tub digestiu sí poden tallar la cel·lulosa -tot i que en una capacitat molt baixa- i per tant respon "sí" a la casella anterior, cal considerar-ho com a correcte, però només si fa aquest raonament.)* *(0,2 punts si el raonament és correcte)*

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	2	A l'esquema es veu com s'extreu el plasmidi d'un bacteri. *(0,1 punts si el raonament és correcte).*
Transformar un bacteri	5	Transformar significa incorporar DNA del medi, el bacteri incorpora el plasmidi recombinant. *(0,2 punts si el raonament és correcte).*

Utilitzar enzims de restricció	3	Els enzims de restricció tallen DNA per seqüències concretes. S'han usat per tallar el gen humà i per tallar el plasmidi. *(0,2 punts si el raonament és correcte)* **NOTA:** L'examinand pot afegir que s'usa el mateix enzim en els dos casos i que els extrems són cohesius i això facilitarà la integració del gen al plasmidi, però no és necessari dir-ho per obtenir la màxima puntuació.
Insulina fabricada pel bacteri.	6	A l'esquema es veu com el gen de la insulina humana s'expressa (es transcriu a mRNA i és traduït pel ribosoma) per originar la cadena d'aminoàcids o la proteïna que és la insulina. *(0,2 punts si el raonament és correcte)*
Recombinar DNA	4	Es recombina el plasmidi amb el gen de la insulina humana per obtenir el plasmidi recombinant. *(0,2 punts si el raonament és correcte)*
Extreure el DNA amb el gen de la insulina humana.	1	A l'esquema s'observa com s'extreu del nucli d'una cèl·lula eucariota (per tant ha de ser la humana) un gen que segons el context ha de ser el de la insulina. *(0,1 punts si el raonament és correcte).*

TOTAL: 1 punt

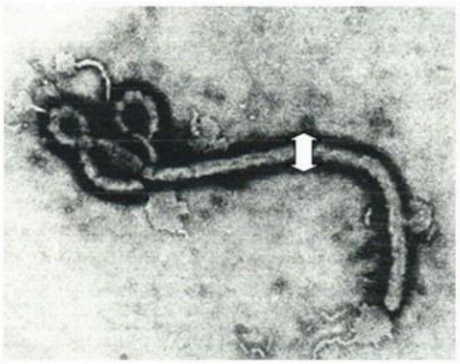
10. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2

Pregunta 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).



Augments = mida aparent/mida real
Augments = 7 x 10^6 nm/80 nm = 87500 augments
(S'ha de comprovar en la imatge en paper si la fletxa té realment 7 mm)

Puntuació:
(0,5 punts) si el resultat final és correcte,
(0,3 punts) si està ben plantejat però hi ha error en les operacions

NOTA: En la mida que prenguin els examinands sobre la foto, s'accepta un error de mesura petit.

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.

Una mutació atzarosa i preadaptativa en el gen que codifica la proteïna NPC1 pot provocar un canvi en l'estructura de la proteïna. [0,5 punts]

NOTA: *En cap cas s'acceptaran respostes lamarckistes.*

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

Puntuació: [0,5 punts] (es resta 0,2 per cada pas incorrecte fins a 0 punts; mai es posarà una puntuació negativa)

ATENCIÓ:

Per cada pas mal ordenat es descomptaran 0,2 punts fins a 0 punts. Per exemple, si l'1 el posen com a 6, això només resta 0,2, encara que els números d'ordre dels següents passos canviïn respecte a la resposta model, si l'ordre que mantenen entre ells segueix essent correcte.

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: - Introduir els gens per mètodes de biobalística o pistola gènica. - Utilitzar *Agrobacterium* com a vector dels gens – *o bé* utilitzar el plasmidi Ti *(que és el que està contingut dins Agrobacterium).* - Utilitzar virus com a vector dels gens. *Només cal que esmentin un mecanisme (0,25 punts)* *Si diuen: Utilitzar plasmidis com a vector dels gens, de manera genèrica, llavors (0,1 punts)*
Esmenteu una manera d'obtenir moltes còpies dels gens que codifiquen aquests anticossos: - Introduir el gen dins d'un plasmidi i deixar que aquest es dupliqui per obtenir còpies del gen. - Introduir el gen dins d'un cultiu de cèl·lules eucariotes en cultiu i deixar que aquestes es reprodueixin per obtenir còpies del gen. - Fer servir la PCR. *Només cal que esmentin un mecanisme (0,25 punts)*

NOTA: *No es demana que expliquin el mecanisme, només que l'esmentin, però si l'expliquen no es restaran punts.*

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

Solució no disponible: la pauta oficial no la inclou o no s'ha pogut localitzar.

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

Solució no disponible: la pauta oficial no la inclou o no s'ha pogut localitzar.

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

Pregunta 2

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

Adaptat de: El País, 18/09/2012



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]

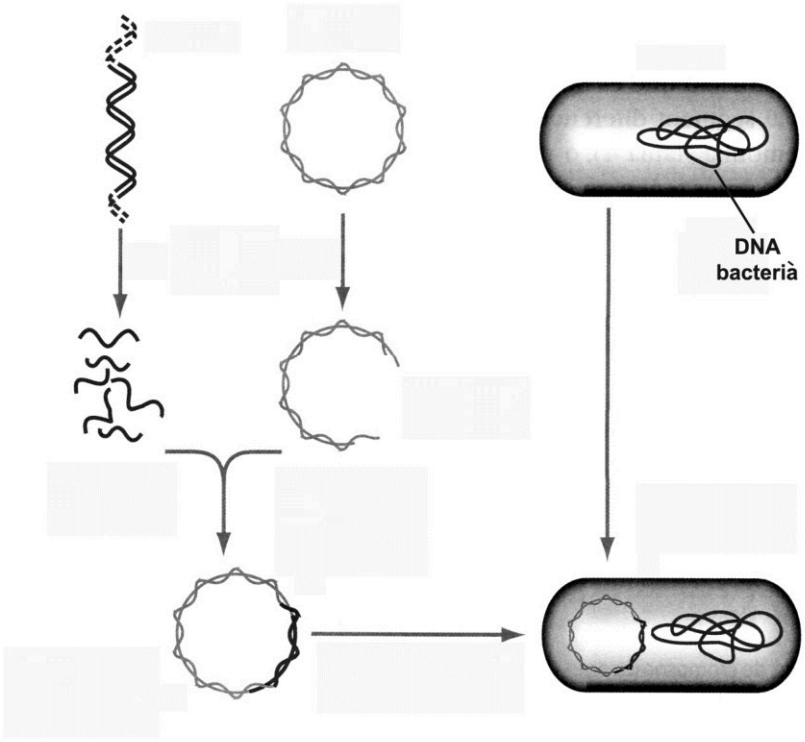
En l'explicació, cal que parlin de **mutacions atzaroses i preadaptatives** (és a dir, que l'explicació ha de defugir qualsevol postulat lamarckià), i també cal que parlin de **selecció natural**, contextualitzada en la presència de l'antibiòtic isoniacida. És a dir, que en els bacteris es van produint mutacions atzaroses. *(**Atenció**: Si parlen de fenòmens de parasexualitat, com conjugació o transformació, en comptes de mutació, també ho comptarem bé, atès que també és una manera possible d'introduir variabilitat).* Si una d'aquestes mutacions confereix resistència, de manera preadaptativa, a la isoniacida, en presència d'aquest antibiòtic només sobreviuran els bacteris resistents –la selecció natural-, per la qual cosa s'originarà una població que serà resistent a aquest antibiòtic.

- Per utilitzar correctament "mutacions atzaroses i preadaptatives" (0,4 punts) (però no cal que l'ordre sigui aquest: poden esmentar primer les mutacions, i després en una altre lloc dir que són atzaroses i preadaptatives, o preadaptatives i atzaroses)
- Per utilitzar correctament "selecció natural" (0,4 punts)
- Per contextualitzar (0,2 punts)

Qualsevol resposta Lamarkiana: 0 punts

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 a seguir. Expliqueu-lo utilitzant els termes següents: [1 punt]

plasmidi – DNA – enzims de restricció – plasmidi recombinant – bacteri



Resposta model:
Se selecciona el gen que es vol clonar, el que codifica la piridomicina, i es talla de la cadena de **DNA** on es troba amb **enzims de restricció**. Es talla un **plasmidi** adequat (que farà de vector) també amb enzims de restricció, i es lliguen el gen a clonar i el plasmidi, la qual cosa forma un **plasmidi recombinant**. Finalment s'introdueix en el **bacteri** que fabricarà l'antibiòtic.

També és possible que diguin que se selecciones els bacteris recombinants, i que en dividir-se s'obtindran múltiples còpies, la qual cosa permetrà obtenir grans quantitats d'aquest antibiòtic, però si no ho diuen no ho puntuarem negativament.

Puntuació: (0,2 punts) per cada paraula ben posada en el context general.

OPCIÓ A

14. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 2

Sèrie 2, Pregunta 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	**Nº d'ordre en el procés**
Obtenció de les plantes de blat de moro Bt a partir de les cèl·lules cultivades *in vitro.*	9
Obtenció de moltes còpies del gen Cry	3
Aïllament del gen Cry	1 *o bé* 2
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.	6
Introducció del plasmidi (vector) que conté el gen Cry al bacteri (*Agrobacterium tumefaciens*)	5
Extracció del DNA de *Bacillus thuringiensis.*	1 *o bé* 2
Introducció del gen Cry a un plasmidi que servirà de vector.	4
Selecció de les cèl·lules de blat de moro del cultiu *in vitro* que han incorporat el gen Cry.	7
Multiplicació de les plantes de blat de moro Bt i establiment dels cultius al camp.	10
Multiplicació de les cèl·lules de blat de moro que han incorporat el gen Cry.	8

ATENCIÓ:
Per cada errada en els nombres es descomptaran 0,1 punts. Cal, però, tenir en compte aquells casos en que alguna errada afecti només als 2 o 3 primers passos i la resta de la seqüència sigui correcte tot i estar mal numerada. En aquest cas, es comptaran els passos consecutius ordenats correctament i s'adjudicarà la meitat de la puntuació (0,05 punts per cada pas de la seqüència correcte). Altrament, un error al principi de la sèrie significaria no poder obtenir cap puntuació en aquesta pregunta.

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.

RESPOSTA MODEL:
De forma fortuïta (a l'atzar) i probablement prèvia a l'establiment de conreus de plantes Bt, algun o alguns barrinadors havien patit una o més mutacions que van originar l'al·lel que els conferiria resistència a les proteïnes Cry.

[0,5 punts] *per a la subpregunta a)*

ATENCIÓ:
Cal que quedi explícit que la mutació o mutacions són fortuïtes. Si es diu que són "conseqüència" de les proteïnes Cry, llavors [0 punts], atès que implicaria una resposta lamarckista.

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.

RESPOSTA MODEL:
L'augment de l'extensió dels cultius del blat de moro Bt afavorirà la població d'insectes resistents a la proteïna Cry ja que actuarà com un factor de selecció natural positiva. La presència de més plantes de les quals es poden alimentar sense la competència d'altres individus de la seva espècie o d'altres espècies que no són resistents els proporcionarà més recursos per nodrir-se i reproduir-se en major nombre.

[0,5 punts] *per a la subpregunta b)*

Sèrie 2, Pregunta 3B



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?

RESPOSTA MODEL:
El DNA és la biomolècula portadora de la informació genètica, la qual es transmet entre generacions. Comparant DNA d'individus diferents podem esbrinar si hi ha parentesc o no entre ells i determinar el grau de parentesc en cas de que n'hi hagi.

[0,5 punts] per la subpregunta a)

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*
Glúcids	- Combustibles metabòlics (glucosa). - Reserva energètica (midó, glicògen). - Substrats per a la síntesi d'altres biomolècules (glucosa). - Formen estructures cel·lulars (cel·lulosa, quitina).
Lípids	- Combustibles metabòlics (àcids grassos). - Reserva energètica (TAG). - Formen membranes cel·lulars (fosfolípids). - Protectors i aïllants de superfícies (TAG). - Aïllants tèrmics (TAG). - Funció reguladora (vitamines liposolubles, hormones esteroides).

Qualsevol de les funcions biològiques llistades de cadascuna de les biomolècules s'acceptarà com a resposta correcta.
Cadascuna de les funcions esmentada correctament puntua [0,1 punts] i cadascun dels exemples [0,05 punts], fins a un màxim de [0,25 punts] per cadascuna de les biomolècules.

Puntuació màxima del subapartat: [0,5 punts]

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?

RESPOSTA MODEL:
En els mamífers, el cromosoma Y es transmet només entre mascles ja que és el que determina el sexe masculí. Per aquest motiu, només comparant el DNA d'aquest cromosoma es pot esbrinar si dos mascles estan emparentats.

[0,5 punts] per la subpregunta a)

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.

	Seqüències repetitives del DNA i nombre de repeticions presents															
Mòmia	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

RESPOSTA MODEL:
Les dues mòmies més directament emparentades són Akhenaton i Tutankhamon ja que mostren coincidència en 11 de les 16 seqüències repetitives comparades, en front de les 5 coincidències que hi ha entre Yuya i Akhenaton, i les 6 coincidències que hi ha entre Yuya (KV46) i Tutankhamon (KV62).

[0,5 punts] per la subpregunta b)

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***
Potser Tutankamon va morir de malària. *[0,2 punts]*	La presència de DNA de *Plasmodium falciparum*, al teixit ossi de Tutankamon indica, sens dubta que aquest faraó va patir la malària. Aquesta malaltia infecciosa greu causa la mort de moltes persones i podria perfectament haver matat al faraó. *[0,3 punts]*
Potser Tutankamon va morir d'una malaltia genètica. *[0,2 punts]*	Tutankamon era fill de dos germans. Això significa que aquest faraó tenia un elevat grau de consanguinitat, factor que incrementa molt les possibilitats de que un determinat al·lel causant d'una malaltia hereditària es trobi en homozigosi. En aquest cas, Tutankamon podria haver mort molt jove a causa d'una malaltia hereditària. *[0,3 punts]*

16. PAU 2009 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

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 al 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 al 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 maca d'activitat de l'enzim, fent esment als processos que hi intervenen. [1punt]

Cal que:
- relacionin la informació genètica que porta el gen PAH amb la síntesi de l'enzim *fenilalanina hidroxilasa*
- parlin de què la mutació, en afectar la seqüència de nucleòtids, afecta la d'aminoàcids de la proteïna
- i també que parlin de transcripció i traducció .

Relació gen-proteïna: 0,3 punts
Mutació afecte seqüència aminoàcids: 0,3 punts
Parlar de traducció i transcripció en el context de PAH: 0,4 punts

TOTAL PREGUNTA = 1 PUNT

2) Per millorar la qualitat de vida dels afectats se'ls podria subministrar l'enzim produït al laboratori. Utilitzant tècniques d'enginyeria genètica, proposeu una forma d'obtenir aquest enzim humà al laboratori.
Cal que feu servir, com a mínim, els següents termes: cèl·lules productores (llevat, bacteris,..), gen, enzim, vector, clonar. [1punt]

Bàsicament haurien de dir que caldria aïllar el gen funcional, fer-ne còpies (clonar), introduir-lo mitjançant un vector a una cèl·lula productora i que aquesta produirà enzim. Poden fer servir altres termes i també derivats.
Per cada terme ben utilitzat: 0,1 punts (0,1 punts x 5 = o,5 punts)
Per una explicació coherent que lligui els termes en el context de la pregunta: 0, 5 punts
TOTAL PREGUNTA = 1 PUNT

3) La fenilcetonúria és una malaltia deguda a un al·lel recessiu. 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 aquest caràcter.

B. Si un progenitor està afectat per la malaltia i l'altre és heterozigòtic per aquest caràcter.

Indiqueu la simbologia que fareu servir en els encreuaments , feu els càlculs i justifiqueu els resultats en aquest quadre. [1punt]

<table>
<tr><td colspan="2">SIMBOLOGIA QUE FEU SERVIR [0,2 punts]
Poden usar les lletres que vulguin sempre que no portin a cap confusió, caldrà que no les canviïn al llarg del problema i que usin majúscula per indicar l'al·lel dominant i la mateixa en minúscula pel recessiu . A l'enunciat diu que està al cromosoma 12, i per tant han de quedar reflectit en la nomenclatura que és autosòmic.
Una de possible és:
F: normal i f: fenilcetonúria
FF: individus normals
Ff: individus normals portadors, heterozigòtics
ff: individus afectats per la fenilcetonúria</td></tr>
<tr><th>cas A</th><th>cas B</th></tr>
<tr><td>Encreuament [0,1 punts]
P FF x ff
↓
F1 Ff</td><td>Encreuament [0,1 punts]
P Ff x ff
↓
F1 Ff ff</td></tr>
<tr><td>Probabilitat [0,1 punts]
0, tots els fills seran normals</td><td>probabilitat [0,1 punts]
½(o 50%) de ser normal
½ (o 50%) d'estar afectats</td></tr>
<tr><td>Justificació [0,2 punts]
Com que la mare és homozigòtica dominant, sempre passa l'al·lel F als seus descendents.</td><td>Justificació [0,2 punts]
L'heterozigòtic passa a la meitat dels descendents l'al·lel dominant i a l'altre meitat l'al·lel recessiu</td></tr>
</table>

TOTAL PREGUNTA = 1 PUNT

17. PAU 2009 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

Exercici 3

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



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

DNA $\xrightarrow{\textbf{1}}$ RNA $\xrightarrow{\textbf{2}}$ Proteïnes

Número del procés que queda bloquejat	1 [0,2 punts]	
Nom de procés	Transcripció del DNA [0,2 punts]	
En què consisteix?	Durant la transcripció del DNA es sintetitza una molècula de RNA, anomenat missatger, que és complementari del fragment de DNA que porta la informació d'una determinada proteïna. [0,6 punts] Es pot afegir que posteriorment aquesta molècula aportarà la informació necessària per a la síntesi de proteïnes als ribosomes.	

2) Les persones intoxicades amb la farinera borda pateixen greus lesions 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]

Al bloquejar-se tota la síntesi proteica les cèl·lules no poden fabricar les proteïnes que necessiten com a enzims, proteïnes estructurals, etc. Aquest fet provoca el deteriorament progressiu de les seves funcions i activitats. [1 punt]
Si es respon de forma més simple dient, per exemple, només perquè les cèl·lules no poden sintetitzar proteïnes cal donar part de la puntuació [0,3 – 0,5 punts], en funció de la qualitat de la redacció del text.

L'amanitina és un pèptid format per 8 aminoàcids. La següent seqüència correspon a 6 d'aquestes aminoàcids: [1 punt]

Asparagina (Asn) – Cisteïna (Cys) – Glicina (Gly) – Isoleucina (Ile)– Glicina (Gly) – Triptòfan (Trp)

a) Utilitzant la taula adjunta del codi genètic, completeu les seqüències dels fragments d'mRNA i de DNA del fong que codifiquen aquesta part de l'amanitina: (0,5 punts)

PÈPTID:	Asp	Cys	Gly	Ile	Gly	Trp
mRNA:	5'-GAU	UGU	GGA	AUU	GGU	UGG -3'
DNA:	3'-CTA	ACA	CCT	TAA	CCA	ACC-5'

	Segona lletra de l'mRNA					
		U	C	A	G	
Primera lletra del 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

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 tindrà en el pèptid de l'amanitina? (0,5 punts)

Nom dels canvis en el DNA	Mutacions. [0,1 punts]
Efecte sobre el pèptid	El pèptid serà diferent ja que tindrà un aminoàcid menys, com a mínim. El canvi del darrer triplet de ACC a ACT farà que el triplet corresponent de l'mRNA sigui UGA, el qual no codifica cap aminoàcid sinó que comporta l'aturada del procés. Per això, l'amanitina mutant deixaria de tenir triptòfan. [0,4 punts] Per a aquesta causa, probablement el nou pèptid deixi de ser funcional.

18. PAU 2008 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció A)

Exercici 3A

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) [1 punt]

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.

RESPOSTA MODEL: Clonar un gen és aconseguir moltes còpies d'aquest. De fet consisteix en aconseguir inserir aquest gen en una cèl·lula (per enginyeria genètica, però no cal explicar-ho), de manera que quan aquesta es divideix obtenim noves còpies del gen. En el cas de l'EPO, això permet que les cèl·lules ovàriques en cultiu tinguin i expressin aquest gen produint molta EPO (exògena).

DISTRIBUCIÓ DE PUNTUACIÓ:

Per definir què és clonar: **[0.5 punts]**

Per explicar perquè permet aconseguir una gran quantitat d'EPO: **[0.5 punts]**

2) [1 punt]

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.

RESPOSTA MODEL: L'EPO incrementa la quantitat de glòbuls vermells, que transporten oxigen dels pulmons als teixits gràcies a l'hemoglobina. Una aportació major d'oxigen a les cèl·lules musculars fa possible que predomini el catabolisme aeròbic, molt més rendible energèticament que el catabolisme anaeròbic, la qual cosa incrementa la resistència.

DISTRIBUCIÓ DE PUNTUACIÓ:

Per relacionar l'increment de glòbuls vermells amb una major aportació d'O2: **[0.3 punts]**

Per dir que això fa possible que predomini el catabolisme aeròbic: **[0.3 punts]**

Per dir que el catabolisme aeròbic és energèticament més rendible que l'anaeròbic: **[0.4 punts]**

3) [1 punt] 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.

RESPOSTA MODEL: El gen clonat és l'humà, i per tant té exactament la seqüència de DNA que codifica per als 165 aminoàcids de l'hormona humana. No podem detectar el dopatge analitzant la seqüència i l'estructura proteica ja que són idèntiques.

De fet, el mètode de detecció d'EPO exògena s'hauria de centrar en les diferències dels oligosacàrids entre les dues EPO ja que la seqüència aminoacídica és la mateixa (ATENCIÓ: no es demana que s'argumenti per què, ni les diferències durant la síntesi de la glucoproteïna que es dóna a les cèl·lules humanes i a les de hàmster xinès, i no cal que contestin això darrer, atès que la pregunta puntualitza "Raoneu per què no és útil analitzar la seqüència d'aminoàcids de l'hormona").

19. PAU 2008 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)

Exercici 4B

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) [1 punt] 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».

RESPOSTA MODEL: L'afirmació és falsa perquè la trisomia en mosaic no pot haver estat produïda per un defecte en la meiosi (en el cas de la trisomia clàssica o lliure sí és així), donat que no és present en la totalitat de les cèl·lules de la persona que la pateix. Si l'origen és una errada en la meiosi –gametogènesi-, com ara que hi ha dos cromosomes 21 (una còpia de més) a l'òvul o bé a l'espermatozoide, en produir-se la fecundació es formarà el zigot amb tres còpies del cromosoma 21, i a partir d'ell totes les cèl·lules de la persona tindran també tres còpies del cromosoma 21, doncs provenen de mitosis a partir d'aquest zigot inicial.

2) [1 punt] 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:

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.

CUU CUA GUU GUC AUA GUC ACC

[0.2 punts]

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	transcripció **[0.1 punts]**
Molècules que intervenen en el procés	DNA, ribonucleòtids, enzims (RNA polimerasa i d'altres) **[0.2 punts]**
Compartiment cel·lular	Té lloc al nucli cel·lular (recordeu que l'enunciat especifica "en eucariotes") **[0.2 punts]**
Descripció del procés	RESPOSTA MODEL La RNA polimerasa reconeix una seqüència de la cadena de DNA que es transcriu (la cadena "amb sentit") i va disposant ribonucleòtids complementaris als d'aquella cadena en direcció 5'-3'. El fragment de DNA transcrit correspon a un gen (en procariotes pot ser més d'un) ATENCIÓ: HAN DE SORTIR LES EXPRESSIONS SUBRATLLADES **[0.3 punts]**

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

Exercici 1

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

De dalt a baix:

- DNA
- mRNA o RNA missatger
- tRNA o RNA de transferència
- aminoàcid
- pèptid o proteïna

[0,2 punts per cada nom ben posat]

2) [1 punt] Completeu la taula següent amb els processos indicats per les lletres A i B en l'esquema anterior.

Procés	Nom del procés	Molècula llegida	Molècula produïda
A	Transcripció	DNA	mRNA
B	Traducció	mRNA	Pèptid o proteïna

[-0,2 punts per cada nom ERRONI o que no hi sigui. La puntuació no pot ser inferior a 0 punts. Això vol dir que tant si hi ha 5 noms erronis com 6, la puntuació ja serà de 0 punts]

3) [1 punt] 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.

1.- Buscar la seqüència de l'mRNA. Sabent que A-U, T-A, G-C, C-G, la complementària de

3'- T A C A A A T T C G T C A A C - 5'

és:

5'- A U G U U U A A G C A G U U G - 3'

[0,5 punts]

2.- Buscar a la taula del codi genètic la correspondència entre triplets en direcció 5'-3' i els aminoàcids

5'- **A U G** U U U **A A G** C A G **U U G** - 3'

AUG: Met

UUU: Phe (o Fen)

AAG: Asn

CAG: Gln

UUG: Leu

Per tant, el pèptid és: Met-Phe-Asn-Gln-Leu

[0,5 punts]

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

Exercici 4B

1) [1 punt] 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.

Resposta model:

Perquè totes les cèl·lules del cos, excepte els gàmetes, tenen la mateixa informació genètica, tot i que només n'expressen una part.

2) [1 punt] 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.

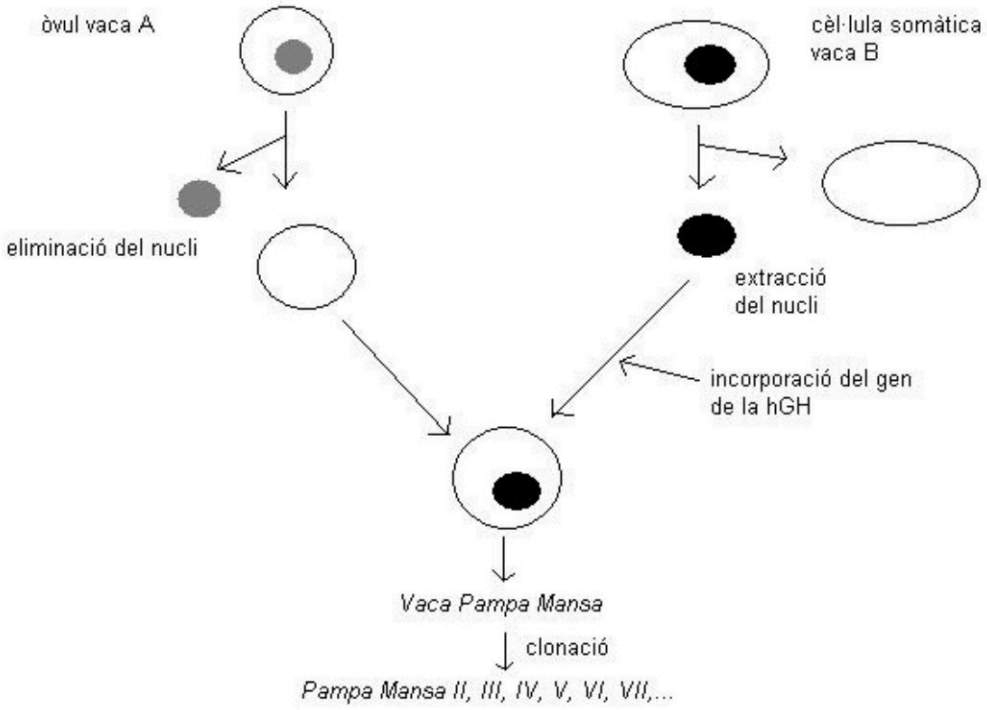
Resposta model:

Perquè les proteïnes de la membrana de les cèl·lules, que si són estranyes són reconegudes pel sistema immunitari, estan codificades a la informació del nucli. Com que la informació nuclear és exactament idèntica a la del propi pacient, reconeixerà les cèl·lules com a pròpies (o no les reconeixerà com a estranyes), i per tant no es desencadenarà cap resposta immunitària.

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

Pregunta A4

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



1). (1 punt) Justifiqueu en cada cas si són o no certes les afirmacions següents:

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

Totes les vaques clòniques que apareixen a l'esquema són també transgèniques, doncs totes elles incorporen el gen de la hormona de creixement humana. El genoma de totes elles és idèntic al de la vaca clònica inicial i, per tant, conté també aquest gen incorporat.

b) Les vaques Pampa Mansa II, III, IV... també produirien hormona de 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

No podria haver-se incorporat a l'òvul, doncs s'elimina el seu nucli i d'ell no s'obté el DNA. Sí, però, podria haver-se incorporat inicialment a la cèl·lula somàtica de la vaca B, sempre i quan s'hagués pogut garantir que el DNA incorporat s'inserís al DNA del nucli de la cèl·lula.

2). (1 punt) L'hormona de creixement humana obtinguda a partir d'organismes trangènics és necessària per tractar persones amb diferents problemes de creixement. Té exactament 191 aminoàcids.

Qüestions	Respostes
a) De quants nucleòtids constarà, al menys, el gen que codifica aquesta hormona? Justifiqueu-ho.	Com que cada aminoàcid està codificat per un "codó", que és una seqüència de tres nucleòtids de RNA, el mRNA contindrà un mínim de 573 nucleòtids+3 del codó d'aturada, i el gen (DNA) contindrà 576 parells de nucleòtids com a mínim.
b) No obstant això és molt probable que el gen contingui molts més nucleòtids. Expliqueu el perquè.	L'alumnats hauria de fer al·lusió als introns i als exons: en eucariotes els gens contenen seqüències no codificants (introns), la qual cosa faria que la seqüència constés de més de 576 parells de nucleòtids.

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

Exercici 3A

1) (**1 punt**)
Perquè al nucli de cada cèl·lula hi ha tota la informació genètica de l'individu. L'especialització de la cèl·lula no suposa pèrdua d'informació. La cèl·lula muscular té la informació necessària per transformar-se en cèl·lula pancreàtica, en cèl·lula nerviosa o per donar lloc a un individu sencer.

0.8	A cada cèl·lula hi ha tota la informació genètica tot i que no l'expressen tota.
0.4	L'explicació és parcial o incompleta, o conté algun error no greu.
+0.2	Podem introduir el nucli d'una cèl·lula muscular en un oòcit d'una altra dona, fer que aquest es desenvolupi fins a blastocist i condicionar les cèl·lules mare embrionàries perquè es diferenciïn en cèl·lules pancreàtiques.

2) (**1 punt**)

No. Els antigens que provoquen un rebuig del trasplantament son proteïnes i, per tant, codificades al DNA del nucli. Si la informació genètica procedeix del pacient, les cèl·lules pancreàtiques que s'obtindran seran immunològicament idèntiques a les del pacient.

També s'acceptarà com a correcte que es pot produir rebuig per una resposta immunològica dirigida contra les proteïnes codificades pel DNA mitocondrial.

1	DNA idèntic i proteïnes idèntiques.
0.7	DNA és idèntic però no fan esment de l'expressió a proteïnes.
0.5	Altres explicacions compatibles.

3) (**1 punt**)

Els mitocondris també tenen DNA i maquinària bioquímica per traduïr-lo a proteïna. De fet, alguns dels enzims mitocondrials estan codificats per aquest DNA. Per tant, efectivament, i com passa en un procés de clonació, les cèl·lules pancreàtiques no seran absolutament idèntiques (tot i que majoritàriament) a les cèl·lules del pacient.

1	DNA mitocondrial que hi ha a l'oòci.t
0.3	Si no esmenten l'origen mitocondrial del DNA, sinó alguna hipòtesi possible, com ara la contaminació per algun virus, una mutació, o la no extracció completa del nucli de l'oòcit donant.
0.3	Altres explicacions coherents.

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

Exercici A4

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

AATGGCTACAGACTCTCGG

1) (**1 punt**)

a) (**0.2 punts**) 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.

0,2 punts	Es tracta d'una de les dues cadenes de DNA, i ho sabem per la presència de Timina (T), que és absent en el RNA.
0 punts	No es justifica per la presència de Timidina.

b) (**0.5 punts**) La seqüència completa té 810 nucleòtids. ¿Quin és el nombre màxim d'aminoàcids que pot contenir aquesta proteïna? Justifiqueu la resposta

0,5 punts	Tenint en compte que un "codó" està format per un triplet (3) de bases i codifica un aminoàcid, tindrem 810:3 = 270 aminoàcids. També s'acceptaran 269 aminoàcids, doncs l'últim codó seria el d'aturada).
0 punts	En cas contrari

c) (**0.3 punts**) No obstant, és molt probable que el nombre d'aminoàcids de la proteïna sigui menor. Expliqueu per què.

0,3 punts	Les seqüències de DNA dels gens d'eucariotes contenen **introns** seqüències no codificants que, per tant, faran que el numero d'aminoàcids sigui menor (els codificats pels segments anomenats **exons**). S'acceptaran respostes coherents tot i que no s'esmentin ni "introns" ni "exons".
0 punts	En altres casos.

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

La seqüència del gen de ratolí s'assemblarà més a la de la vaca que a la del pollastre, doncs hi ha més "proximitat evolutiva" i, per tant, més semblança en les seqüències gèniques, entre dues espècies de mamífers (ratolí i vaca) que no pas entre una espècie de mamífer i una espècie d'au, que és d'una branca evolutiva diferent (dins dels animals vertebrats). La distància evolutiva entre dues espècies es correspon habitualment a les diferències entre els genomes d'aquestes espècies.

1 punt.	Es diu que s'assembla més a la de la vaca, i es justifica per la relació entre proximitat evolutiva i semblança genètica. (es poden trobar respostes on s'indiqui que la semblança genètica entre espècies emparentades és una *prova de l'evolució*).
0'5 punts	Es diu que s'assembla més a la de la vaca, però la relació entre proximitat evolutiva i semblança genètica no forma part clarament de la resposta. Respostes incompletes del tipus: "s'assembla més a la de la vaca perquè també és un mamífer i el pollastre és un au".
0 punts	Es diu que s'assembla més a la del pollastre, o bé es dóna una justificació errònia.

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

Exercici 3A

1) (1 punt)

a) (0.5 punts)

S 'elimina el nucli de l'òvul per eliminar tota la informació genètica de la femella, que ha de ser substituïda per la del Floquet de Neu.

b) (0.5 punts)

No. Allò que determina el sexe és la presència dels cromosomes sexuals (XX per a femella, XY per a mascle) els quals es troben, naturalment, al nucli. El citosol no determina el sexe de l'òvul.

0,5 per a cada pregunta, sempre que justifiquin en la línia del text que proporcionem (0,25 si la justificació no és del tot encertada)

2) (1 punt)

La resposta és **no**.

Justificació: Els caràcters dels individus venen determinats per la informació genètica i aquesta procedeix en la seva totalitat del nucli d'una cèl·lula somàtica de Floquet de Neu implantada en l'òvul, per tant n'és indiferent el caràcter de la goril·la.

1 punt si la resposta conté, en conjunt i amb el llenguatge propi dels estudiants, els elements de la justificació anterior.

3) (1 punt)

Com diu la pregunta l'albinisme és un caràcter autosòmic recessiu. Per a que aparegui aquest caràcter, s'hauria d'aparellar amb una femella portadora d'aquest al·lel i això no és pas freqüent i així i tot la probabilitat d'obtenir un goril·la albí seria del 50%

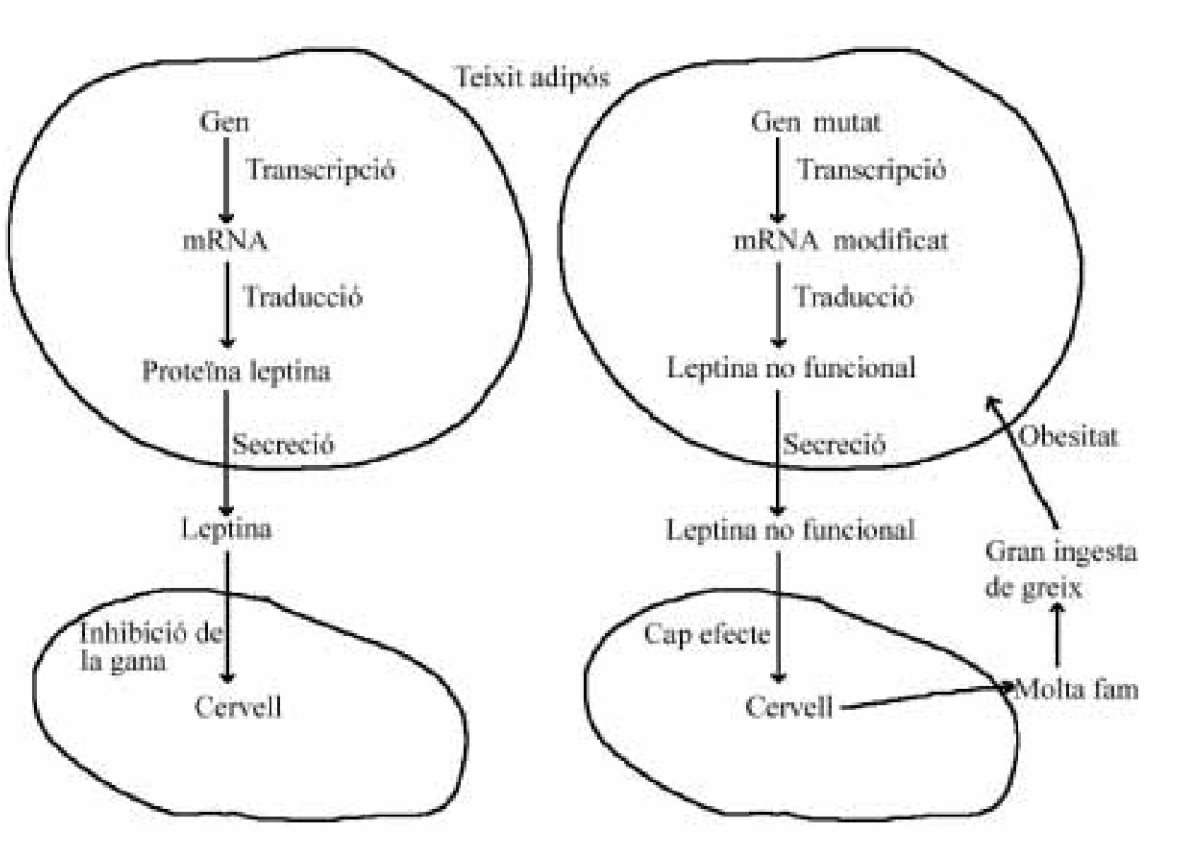
1 punt si la resposta conté, en conjunt i amb el llenguatge propi dels estudiants, els elements de la justificació anterior.

0,25 punts (només) per aquells que esmentin que la goril·la amb qui s'hagués hagut d'emparellar el Floquet havia de ser albina.

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

Exercici 2

1.



2.

La substitució d'una base en un gen, com qualsevol canvi heretable en el material genètic, és una mutació.
El triplet ATG és transcrit en el codó UAC que, com es pot veure a la taula del codi genètic, codifica l'aminoàcid Tir. En canvi, el triplet mutat ATC és transcrit en el codó UAG que indica Stop, o aturada de síntesi proteica. Això fa que la proteïna leptina sigui més curta del que era. Possiblement això haurà canviat la seva estructura tridimensional, o bé faltarà algun aminoàcid important en el reconeixement pel seu receptor, de manera que la leptina deixi de ser funcional.

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

Exercici 1

1.-

a)	b): d'hidrogen
b)	c): ribosa i uracil
c)	d): citosina i adenina, A causa de l'error en el dibuix, s'acceptarà com a resposta correcte qualsevol d'aquestes possibilitats:: - a): guanina i citosina - en blanc, indicant que hauria de ser la a) adenina però que els tres enllaços d'hidrogen indicarien una parella G/C
d)	a): peptídic

+0.25 punts per cada resposta correcta
+ 0.1 per assenyalar correctament un enllaç d'hidrogen
- 0.1 per cada resposta fallada
la nota mínima d'aquesta pregunta és un 0 (no hi ha notes negatives) i la màxima un 1 (No 1.1)

2.-

1 punt	● TTC CGG CTT TGA o es considerarà correcta independentment del sentit 5'-3' o 3'-5'
0,5 punts	● Es comet **una** errada en la seqüència
0 punts	● Es comet **més d'una** errada en la seqüència

3.-

Nom	tRNA o RNA de transferència
Funció de la regió A	transporta/uneix els aminoàcids
Funció de la regió B	s'uneixen al codons de l'mRNA

1 punt	● Les **tres** respostes correctes
0.5 punts	● **dues** respostes correctes
0.25 punts	● **una** resposta correcta
0 punts	● **cap** resposta correcta

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

Exercici 3B

1. (1 punt)

Sí que es tracta d'un procés de clonació. L'alumnat haurà de raonar en la línia següent: S'extreu la informació genètica de la cèl·lula d'una granota, s'implanta en un òvul anucleat i així s'obté una mena de zigot amb idèntica informació genètica que la granota de la que s'extragué la cèl·lula. Si aquest zigot es desenvolupa fins formar una granota adulta, aquesta serà un clon de la granota de la que es va extreure la cèl·lula.

2. (1 punt)

Que una cèl·lula somàtica de la pell conté la informació genètica completa de l'organisme, la necessària per a fabricar-lo tot. Si no fos així, no s'hauria pogut formar una granota completa només amb la informació genètica de la cèl·lula.

3. (1 punt)

Número de cromosomes del nucli de l'òvul que s'ha eliminat	15
Número de cromosomes del nucli d'una cèl·lula de la pell de la granota	30

Justificació: Els òvuls són cèl·lules haploides i per tant tenen només *n* cromosomes, un de cada parella. En canvi les cèl·lules de la pell de la granota, com totes les cèl·lules somàtiques de l'animal, són cèl·lules diploides, que tenen *2n* cromosomes, dos de cada parella.

Per encertar les dues xifres: 0,25 punts

Per una justificació correcta: 0.75 punts

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

Pregunta 1

1)
Es tracta del procés de la traducció o síntesi de proteïnes.
A = Aminoàcid;
B = tRNA (de tranferència);
C = Ribosoma;
D = mRNA (missatger)

Nom del procés	TRADUCCIÓ O SÍNTESI DE PROTEÏNES
Funció de la molècula B	El tRNA és la molècula a què s'uneix l'aminoàcid corresponent, segons la seqüència del seu anticodó. (No cal esmentar que la unió de l'aminoàcid al tRNA la porta a terme l'enzim Aminoacil-tRNA sintetasa)

2)
A)

Arg

Gln

GUC

UCU

B)
El codó AGA, que codifica l'aminoàcid Arg, canviaria a UGA, que és un codó d'aturada: el ribosoma no hi aportaria cap aminoàcid en aquesta posició i l'mRNA deixaria de ser "llegit" a partir d'aquesta posició. Per tant, s'hauria obtingut una proteïna incompleta, que només tindria els aminoàcids fins aquesta posició, amb la qual cosa el més probable és que seria defectuosa per a fer la seva funció. La causa seria una mutació en el DNA en aquesta posició

3)

-De quina molècula es tracta? — ***És la molècula de DNA***

-Com s'anomena el procés de transferència d'informació d'una a l'altra molècula? — ***És el procés de transcripció***

-A quin compartiment cel·lular s'hi dóna ? — ***Es dóna en el nucli cel·lular***

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

Opció B. Pregunta 3

1. (1 punt)

1) (0.4 punts)

Puntuació	Tipus de respostes
0,4 punts	- Sí, perquè en aquest cas el gen humà anticancerigen s'incorpora al nucli que després s'introduirà a l'òvul del qual s'obtindrà la gallina. Així el gen estarà en totes les cèl·lules de la gallina Britney. - Sí, perquè el nucli al que s'incorpora el gen és el que està present en la cèl·lula de la que s'obtindrà la gallina Britney i per tant estarà en totes les cèl·lules de la gallina.
0 punts	Respostes amb raonaments incorrectes o respostes negatives.

2) (0.3 punts)

Puntuació	Tipus de respostes
0,3 punts	- No, en aquest cas no obtindríem la proteïna anticancerígena, donat que el seu gen ha estat introduït en un nucli que després s'ha eliminat de l'òvul i no s'ha incorporat a la informació genètica de les cèl·lules de la gallina. - No, perquè el gen no arriba a l'òvul del que s'obtindrà la gallina
0 punts	Raonaments incorrectes o respostes afirmatives.

3) (0.3 punts)

Puntuació	Tipus de respostes
0,3 punts	- Sí, perquè en aquest cas el gen humà anticancerigen s'incorpora directament al nucli de l'òvul del qual s'obtindrà la gallina. Així el gen estarà en totes les cèl·lules de la gallina Britney. - Sí, perquè el nucli al que s'incorpora el gen està en la cèl·lula de la que s'obtindrà la gallina Britney i per tant estarà en totes les cèl·lules de la gallina.
0 punts	Raonaments incorrectes o respostes negatives.

2. (1 punt)

Puntuació	Tipus de respostes
1 punt	Es millor clonar la gallina ja que es garanteix la presència del gen a totes les gallines obtingudes per aquest procediment (seran idèntiques a la Britney). En canvi si creuem la gallina Britney amb un gall normal (sense el gen anticancerigen), hi haurà la possibilitat que no s'expressi el gen o no formi part dels gàmetes.
0,75 punts	Fa el mateix raonament però comet alguna errada menor en la seva exposició.
0,5 punts	Justifica perquè es millor l'obtenció per clonació però no explica perquè és pitjor el mètode de l'encreuament amb el gall
0,25 punts	Igual que en l'apartat anterior però comet alguna errada menor en la seva exposició.
0 punts	Justificacions molt incompletes o incorrectes

3. (1 punt)

Puntuació	Tipus de respostes
1 punt	10 o 11 caselles encertades
0,75 punts	9 caselles encertades
0,5 punts	8 caselles encertades
0,25 punts	7 caselles encertades
0 punts	La resta

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

Exercici 4b

1) (1 punt)

Humà: DNA de cadena doble. Té **timina** i igual proporció de **A** que de **T** i de **C** que de **G** que són les parelles de bases nitrogenades que es formen per ponts d'hidrogen en les cadenes antiparal·leles del DNA
Bacteri (*E. Coli*): DNA cadena doble. Té **timina** i igual proporció de **A** que de **T** i de **C** que de **G** que són les parelles de bases nitrogenades que es formen per enllaços d'hidrogen en les cadenes antiparal·leles del DNA
Virus de la grip: RNA cadena senzilla. Té **uracil** i diferent proporció de **A** que de **U** i de **C** que de **G**, per tant no es troben aparellades.
Reovirus: RNA cadena doble. Té **uracil** i igual proporció de **A** que de **U** i de **C** que de **G** que són les parelles de bases nitrogenades que es formen per enllaços d'hidrogen en les cadenes antiparal·leles de l'RNA

2) (1 punt)

a. **Erroni.** Els vegetals també tenen organitzat el seu material hereditari en cromosomes.
b. **Erroni.** El terme "codi genètic" es refereix a la relació que hi ha entre la seqüència dels triplets de nucleòtids i la seqüència d'aminoàcids. En canvi, l'ordre de les bases del material genètic dóna lloc al genoma, conjunt ordenat de gens propi de cada espècie.
c. **Cert.** Els retrovirus tenen transcriptasa inversa que els permet fer-ho.
d. **Erroni.** Tot i que la citosina s'aparella amb la guanina, s'uneixen per tres enllaços d'hidrogen.

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

Exercici 4a

1) NO. L'estudiant NO va obtenir aquests conills per clonació. A la imatge es poden observar conills blancs i conills grisos. Els individus procedents d'una clonació són quasi (veure apartat b) idèntics entre ells, i amb l'individu del qual es va obtenir el nucli donant. La reproducció sexual, en canvi, és una font de diversitat: es barreja la informació genètica procedent de dos individus (el pare i la mare), de forma que els fills són diferents entre sí i amb els pares.

2) Efectivament, l'ovella dolly és una quimera per que les seves cèl·lules contenen, a més del DNA nuclear procedent de l'ovella de la que es va obtenir el nucli, el DNA mitocondrial procedent de l'ovella de la qual es va obtenir l'òvul.

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

Exercici 3a

1a) Al text es diu que l'alteració de la molècula és un canvi de Glu per Val. A la taula de codons podem veure que els codons corresponents a Glu son: GAA i GAG, i els corresponents a Val son: GUA i GUG. Per tant, l'origen del canvi ha de ser una mutació en el DNA que suposi un canvi de **Adenina** per **Uracil** en la segona posició del triplet.

1b) Probablement l'origen del canvi d'aminoàcids és aquest canvi de nucleòtids en el DNA que hem esmentat. S'anomena **mutació**.

2) Si que és hereditària, ja que està produïda per una modificació en el material genètic dels individus que la pateixen. Per tant, en duplicar-se en DNA durant el procés de meiosi, que donarà lloc a les cèl·lules germinals, també es copiarà aquesta modificació.

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

Exercici 4b

1a) A l'esquema es valorarà que les cadenes siguin **antiparal·leles**, la indicació **dels ponts d'hidrogen** i la **complementarietat** de bases nitrogenades, així com la adequada col·locació de les **pentoses** i els **grups fosfat**.

1b) En un cabell o en una mostra de saliva s'hi troben **cèl·lules**. Del nucli de les cèl·lules es pot extreure el **DNA**, el material genètic del qual es pot obtenir **l'empremta genètica**.

2a) La hipòtesi **endosimbiont** sosté que alguns orgànuls com els mitocondris (i cloroplasts) provenen d'organismes procariotes que s'associaren amb altres cèl·lules. El fet que els mitocondris presentin DNA propi fa pensar que provinguin de bacteris que van establir relacions simbiòtiques amb altres cèl·lules (fa milers de milions d'anys).

2b) Perquè al zigot només poden trobar-se mitocondris de l'òvul de la mare, ja que de l'espermatozoide només penetra el **nucli** (els mitocondris queden fora de l'òvul durant la fecundació). El pare o l'avi patern, tot i que compartiran DNA entre ells i amb el fill o net desaparegut, no compartiran **DNA mitocondrial**, ja aquest només prové de la línia materna.

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

Pregunta 2 B (3 punts)

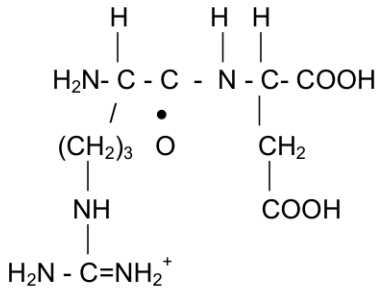
1. a) 5'-AGA-GGA-GAT-3' **3'-TCT-CCT-CTA-5'** b) 5'-CGG-GGT-GAC-3' **3'-GCC-CCA-CTG-5'**

(en negreta la que es transcriu)

NOTA: No cal que l'alumne/a especifiqui els extrems 5' i 3' de la doble cadena de DNA. Sí, com a mínim, que la doni en el ordre que s'especifica.

2. En ambdós casos s'obté el tripèptid **arginina-glicina-aspartat (Arg-Gly-Asp**). Com podem veure, és el mateix tripèptid, encara que les seqüències de DNA (i, conseqüentment, de mRNA) eren diferents: el fet que hagin diferents codons (fins a 6 diferents per alguns casos) que codifiquin el mateix aminoàcid fa que la presència de canvis al DNA per mutació, sobretot pel que fa a la 3ª base del codó, no necessàriament alterin la seqüència polipeptídica. Per tant, es veu minimitzat l'efecte de les mutacions puntuals al DNA, pel que fa a la seva expressió posterior.

3.



NOTA: S'ha construït el dipèptid N-Arg-Asp-C, però també s'acceptarà que l'alumne faci el N-Asp-Arg-C, o bé C-Arg-Asp-N, C-Asp-Arg-N (enllaçant l'amino del 1r aa). No hem tingut en compte que la càrrega dels grups amino i carboxil dels aa i del dipèptid a pH neutre no serà aquesta, doncs no cal que l'alumne ho hagi especificat.