PRINCIPADO DE ASTURIAS

Índice

PAU junio 2008	420
Resolución PAU junio 2008	422
PAU septiembre 2007	426
Resolución PAU septiembre 2007	428
PAU junio 2007	433
Resolución PAU junio 2007	435
Criterios específicos de corrección, junio 2007	439

Información extraída de la página web de la Universidsad de Oviedo:
http://www.uniove.es

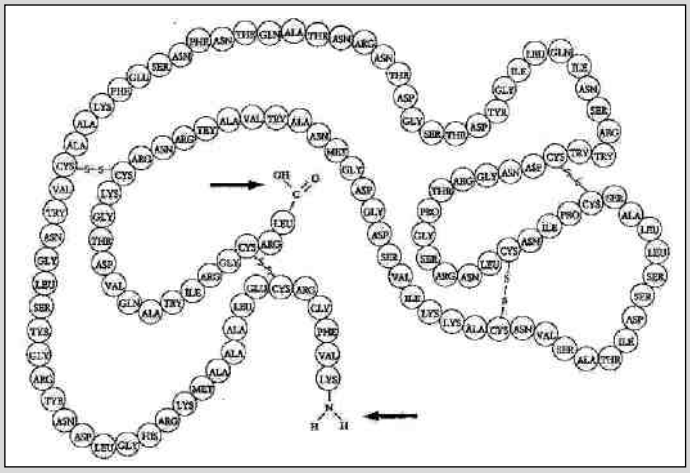
Criterios generales:

- El alumno deberá contestar a cuatro bloques elegidos entre los seis que se proponen.
- En cada bloque, la valoración máxima de los apartados a y b será 1 punto, y la del apartado c, 0,5 puntos.

Enunciado de la prueba (Junio de 2008)

Bloque ❶

El esquema adjunto representa la estructura de una molécula denominada lisozima.



a) ¿Qué tipo de molécula es? ¿Cómo se denominan las unidades representadas por círculos?

b) Describa el tipo de enlace que une dichas unidades. Dé el nombre completo de tres de estas unidades.

c) ¿Cómo se denominan los grupos químicos terminales señalados por una flecha?

Bloque ❷

La reacción adjunta indica la transformación del ácido isocítrico en α-cetoglutárico en el ciclo de Krebs:

$$HOOC\text{-}\overset{OH}{\overset{|}{C}}H\text{-}\overset{COOH}{\overset{|}{C}}H\text{-}CH_2\text{-}COOH \longrightarrow HOOC\text{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + X + Y$$

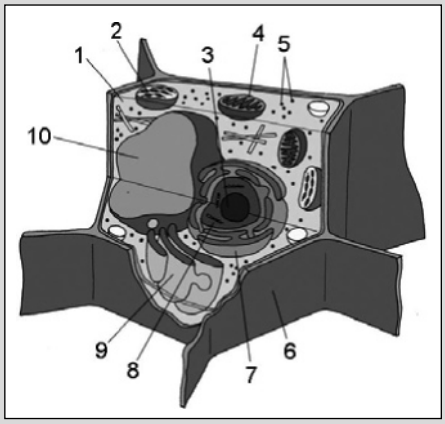
a) ¿En qué compartimento celular tienen lugar la glucólisis, el ciclo de Krebs y el transporte de electrones para la fosforilación oxidativa?

b) ¿Qué componente de la glucólisis se transforma en acetil-CoA para incorporarse al ciclo de Krebs? ¿Qué compuesto rico en energía de enlace se produce en dicho ciclo?

c) ¿Qué componentes del ciclo de Krebs se relacionan con la cadena transportadora de electrones? ¿Cuáles son los compuestos X e Y?

Bloque ❸

La figura representa de forma muy esquemática una célula en la que se observan algunas estructuras y orgánulos:



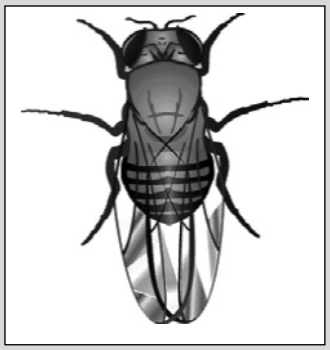
a) Indique el nombre de cada una de las estructuras numeradas del 1 al 10.

b) Explique si las células vegetales pueden presentar centriolos en su interior, razonando su porqué.

c) Nombre cinco orgánulos comunes a las células animales y a las células vegetales, citando su función.

Bloque 4

Con los datos adjuntos, que reflejan la herencia de dos caracteres que no cumplen la tercera ley de Mendel:



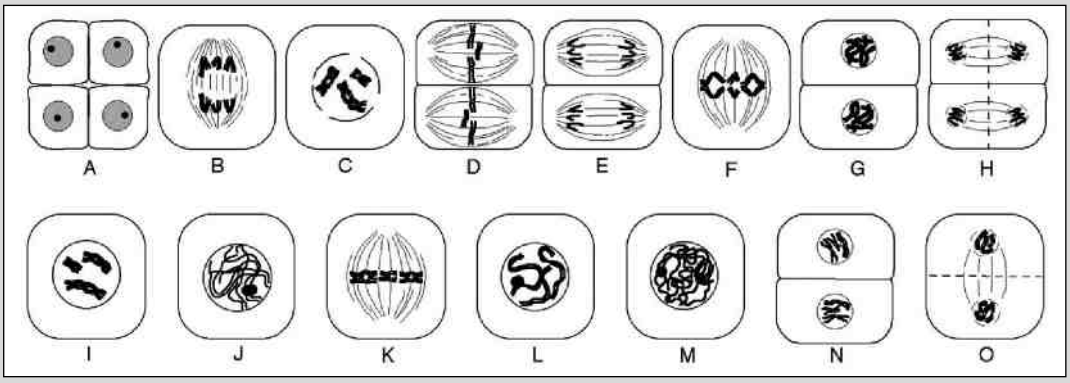
- *Progenitores: moscas de color negro y alas vestigiales se cruzan con moscas de color gris y alas largas (tipo salvaje).*
- *Individuos F1: todos de color gris y alas largas.*
- *Nuevo cruzamiento de individuos F1 con moscas de color negro y alas vestigiales (se cruza una hembra F1 con un macho de las anteriores características), resultando la siguiente descendencia: 822 moscas grises y de alas largas, 130 moscas grises y de alas vestigiales, 161 moscas negras y de alas largas y 652 moscas negras y de alas vestigiales.*

a) Calcule las proporciones fenotípicas de la F1 y la F2 y compare los resultados con los esperados si se cumpliese la tercera ley de Mendel.

b) Haga un análisis tratando de explicar las posibles causas de estas proporciones.

c) Defina y explique entrecruzamiento cromosómico y recombinación genética, indicando su papel.

Bloque 5



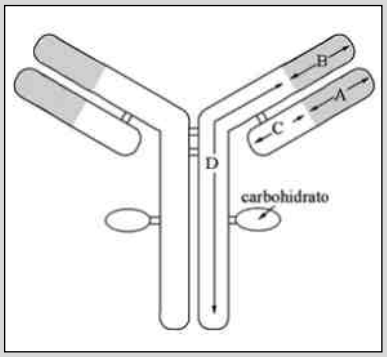
a) Las figuras (A-O) representan diferentes etapas de la meiosis masculina en una planta con 2n = 6 cromosomas. Establezca el orden correcto en que se suceden.

b) Indique una diferencia entre machos y hembras de vertebrados en la primera división meiótica.

c) ¿Qué dos procesos meióticos conducen a la formación de gametos con nuevas combinaciones entre los materiales hereditarios de origen materno y paterno?

Bloque 6

La figura representa, de forma muy simplificada, la unidad estructural básica de un anticuerpo.



a) ¿Qué denominación reciben los segmentos polipeptídicos A, B, C y D? ¿Qué tipo de unión existe entre los distintos polipéptidos?

¿Qué regiones del anticuerpo intervienen en el reconocimiento del antígeno?

b) Indique qué tipos de linfocitos conoce y describa sus funciones.

c) Describa las características de una reacción inflamatoria.

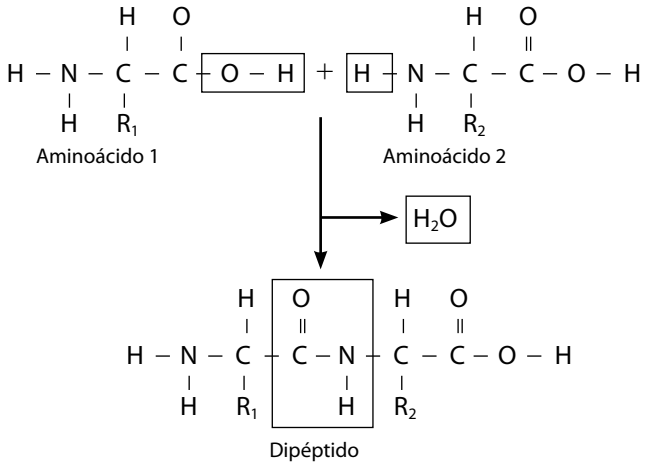
Resolución de la prueba (Junio de 2008)

Bloque ❶

a) Se trata de una proteína, concretamente de una enzima. Las unidades representadas por círculos son aminoácidos, los monómeros de las proteínas.

b) Los aminoácidos se unen mediante enlace peptídico. El enlace peptídico es un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino de otro, dando lugar a la pérdida de una molécula de agua.

Reacción de formación del enlace peptídico



Se distinguen 20 tipos de aminoácidos constituyendo las proteínas:

- **Aminoácidos alifáticos**: que pueden ser:
  - **Neutros**: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, cisteína, metionina.
  - **Básicos**: lisina, arginina, asparagina, glutamina.
  - **Ácidos**: ácido aspártico y ácido glutámico.
- **Aminoácidos aromáticos**: fenilalanina y tirosina.
- **Aminoácidos heterocíclicos**: prolina, triptófano, histidina.

c) Se denominan extremo N-terminal y extremo C-terminal. En el extremo N-terminal se encuentra el primer aminoácido con un grupo amino libre, y en el extremo C-terminal, se sitúa el último aminoácido con su grupo carboxilo libre.

Bloque ❷

a) La glucólisis tiene lugar en el citoplasma, el ciclo de Krebs en la matriz mitocondrial y el transporte de electrones en la membrana interna de la mitocondria.

b) Se transforma en acetil-CoA el ácido pirúvico, mediante la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico. En el ciclo de Krebs se produce GTP.

c) Se relacionan con la cadena transportadora de electrones los coenzimas reducidos ($NADH + H^+$ y $FADH_2$). Los compuestos X e Y representan al CO_2 y el $NADH + H^+$.

Bloque ❸

a) 1: citoplasma; 2: cloroplasto; 3: núcleo; 4: mitocondria; 5: ribosomas; 6: pared celular; 7: retículo endoplasmático rugoso; 8: cromatina (ribosomas) 9: aparato de Golgi.

b) Los centriolos están presentes solo en células animales. Los centriolos se originan del centrosoma, que actúa como centro organizador de microtúbulos. En las células vegetales, que carecen de centrosoma, no se forman centriolos, sin embargo, sí se forman otros microtúbulos a partir de una zona difusa que actúa como centro organizador de microtúbulos.

c) Los orgánulos comunes a las células animales y vegetales son:

Ribosomas: síntesis de proteínas.

Aparato de Golgi: acumulación de sustancias procedentes del retículo endoplasmático y secreción al exterior mediante pequeñas vesículas que se forman en su periferia. También participa en la glucosidación de lípidos y proteínas, mediante la unión a estos de cadenas de oligosacáridos, dando lugar a glucolípidos y glicoproteínas de membrana o de secreción.

Retículo endoplasmático rugoso: síntesis, modificación y almacenamiento de proteínas, glucosidación y transporte de proteínas hacia los diferentes orgánulos.

Retículo endoplasmático liso: síntesis de lípidos constituyentes de membranas: colesterol, fosfolípidos, glucolípidos, etc. También participa en procesos de detoxificación de sustancias, siendo capaz de metabolizar sustancias tóxicas y convertirlas en productos eliminables por la célula.

Membrana plasmática: regular el paso de sustancias a su través, controlando el transporte a través de la membrana, interviene en el control y desarrollo de la división celular o citocinesis y participa en los procesos de captación de partículas (endocitosis) y la secreción de sustancias al exterior (exocitosis).

Vacuolas: acumular en su interior agua y otras sustancias.

Mitocondrias: respiración celular, proceso a partir del cual se obtiene energía.

Bloque ❹

a) Al observar el resultado de la F1 se comprueba que toda la descendencia (100 %) estaba formada por moscas de genotipo híbrido y de fenotipo cuerpo gris y alas largas. Se cumple así la primera ley de Mendel, lo que indica que el color gris es dominante sobre el color negro y las alas normales sobre las alas vestigiales.

Llamemos b^+ al gen que determina el alelo cuerpo gris y b al alelo que determina cuerpo negro.

Llamemos vg^+ al alelo que determina alas largas y vg al que determina alas reducidas (vestigiales).

Con estos datos podemos señalar el genotipo de los individuos parentales y de la F1:

Progenitores:

Moscas de color negro y alas vestigiales: bbvgvg

Moscas de color gris y alas largas: $b^+b^+vg^+vg^+$

Individuos de la F1: cuerpo gris y alas largas: b^+bvg^+vg

Nuevo cruce: b^+bvg^+vg (cuerpo gris y alas largas) × bbvgvg (cuerpo negro y alas vestigiales)

b^+bvg^+vg	b^+bvgvg	$bbvg^+vg$	bbvgvg
(gris, alas largas)	(gris, vestigiales)	(negro, largas)	(negro, vestigiales)
(46,6 %)	(7,3 %)	(9,1 %)	(36,9 %)

Resultado: los fenotipos parentales (cuerpo gris y alas largas y con cuerpo negro y alas vestigiales) aparecen en una proporción mayor de la esperada, mientras que los fenotipos recombinantes lo hacen en menor proporción. Si se cumpliesen las leyes de Mendel, al cruzar individuos dihíbridos con el homocigótico recesivo (bbvgvg) cabría esperar unas proporciones fenotípicas 1:1:1:1; sin embargo, los resultados obtenidos (6:1:1:5) difieren de dichas proporciones.

b) Los genes implicados en la transmisión de estos caracteres no se encuentran en un mismo cromosoma, es decir, están ligados, pero el ligamiento no es total. El resultado es que aparecen proporciones diferentes a las esperadas por las leyes de Mendel. En el 82,5 % (46,6 + 36,9) de los descendientes no ha existido recombinación, por lo que aparecen las características de los progenitores. Tan solo en el 16,4 % (7,3 + 9,1) de los descendientes existe recombinación y aparecen combinaciones nuevas.

c) **Entrecruzamiento cromosómico**: mediante el entrecruzamiento o *crossing-over* se produce el intercambio de fragmentos cromatídicos entre las cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos. Este proceso tiene lugar en la subfase paquitena en la profase I de la meiosis.

Recombinación génica: proceso por el cual las cromátidas no hermanas de cada par de cromosomas homólogos (materno y paterno) intercambian genes. Las cromátidas recombinadas resultantes son, pues, diferentes entre sí, es decir, estarán formadas por segmentos paternos y maternos. El proceso lleva a la obtención de un nuevo genotipo, lo que desde el punto de vista evolutivo aporta un incremento de la variabilidad genética de la descendencia. Este incremento de variabilidad puede contribuir a que en un individuo se produzca una mezcla de caracteres más favorables que los que tenían sus progenitores.

Bloque ❺

a) El orden correcto sería: J-M-L-I-C-K-F-B-O- G- N- D-E-H-A

J – Profase I
M – Profase I
L – Profase I
I – Profase I
C – Profase I
K – Metafase I
F – Anafase I
B – Anafase I
O – Telofase I
G – Citocinesis I
N – Profase II
D – Metafase II
E – Anafase II
H – Telofase II
A – Citocinesis II

b) En los machos la meiosis es un proceso continuo que se completa en unos 24 días y la profase I dura 13 - 14 días. Dicho proceso se inicia con la pubertad y continúa hasta la edad avanzada. Por el contrario, en las hembras el proceso de meiosis se inicia en el desarrollo embrionario. Al final del tercer mes de vida intrauterina las células (denominadas ovogonias) entran en meiosis y se convierten en ovocitos de primer orden (ovocitos I), quedando detenidos todos en el periodo de diplotena hasta la pubertad (en el caso de la especie humana hasta aproximadamente los 12 años de vida).

c) Los dos procesos meióticos que conducen a la formación de gametos con nuevas combinaciones son:

- La recombinación al azar de genes que se produce en la primera división meiótica, entre una de las dos cromátidas de un cromosoma y otra del cromosoma homólogo.
- Posibilidades de reparto en la segregación de los cromosomas parentales en la primera división meiótica. Así, cada gameto solo recibe un ejemplar, al azar, de cada tipo de cromosoma, el paterno o el materno. Por este motivo, los gametos también son diferentes entre sí.

Bloque ❻

a) A: región variable de la cadena ligera (L).

B: región variable de la cadena pesada (H).

C: región constante de la cadena ligera.

D: región constante de la cadena pesada.

Las cadenas polipeptídicas se mantienen unidas por uniones no covalentes y covalentes (puentes disulfuro).

Las regiones que intervienen en el reconocimiento con el antígeno son las regiones variables. La zona del anticuerpo que se une al antígeno se denomina paratopo.

b) Existen dos tipos de linfocitos: los linfocitos B y los linfocitos T.

- Los **linfocitos B** en los mamíferos se forman en la médula ósea, y en las aves en la bolsa de Fabricio. Son los responsables de la inmunidad humoral. Poseen receptores de membrana específicos

(anticuerpos), capaces de reconocer a los antígenos. Cuando se activan ante el contacto de un antígeno, se convierten en células plasmáticas, que se encargan de producir anticuerpos libres específicos contra ese antígeno.

- Los **linfocitos T** maduran en el timo. Son los responsables de la inmunidad celular, pues no producen anticuerpos, sino que provocan la muerte de determinadas células alteradas. En su membrana disponen de receptores capaces de reconocer antígenos de la superficie externa de otras células, llamados complejo CD3. Las proteínas del complejo CD3 son las que transmiten al interior del linfocito T la información de la interacción de los antígenos a los receptores T. Los linfocitos T pueden producir diferentes tipos de respuesta inmunitaria, lo que se debe a la existencia de varios tipos de linfocitos T:
  - **Linfocitos citotóxicos**: destruyen a las células infectadas por virus antes de que estos proliferen en su interior, así como células cancerosas. Presentan en su membrana la glucoproteína CD8.
  - **Linfocitos T colaboradores**: se encargan de activar a los linfocitos B y de iniciar la proliferación de los linfocitos T mediante la secreción de interleucinas. También son capaces de activar a los macrófagos sanguíneos aumentando su capacidad de fagocitosis. Presentan en su membrana la glucoproteína CD4.
  - **Linfocitos T supresores**: inhiben la actividad de las células colaboradoras e indirectamente provocan que cese la producción de anticuerpos.

  Existe un tipo de linfocitos, llamados **células asesinas** (*natural killer* o células NK), que se encuentran normalmente en la sangre de vertebrados y que se encargan de destruir algunos tipos de células cancerosas o bien células infectadas por virus, pero, al contrario que los linfocitos B y T, lo hacen de manera inespecífica.

c) La reacción inflamatoria se pone en marcha cuando una estructura extraña atraviesa las barreras mecánicas que delimitan el medio interno, o tiene lugar un traumatismo. A su vez, la reacción inflamatoria coordina y activa otras defensas inespecíficas (fagocitosis, complemento e interferón).

Los acontecimientos más importantes que tienen lugar durante la reacción inflamatoria son:

1. Las células lesionadas liberan los llamados mediadores de la inflamación, que son, entre otros: leucotrienos (atraen a los fagocitos y aumentan la permeabilidad de los capilares sanguíneos), histamina (aumenta la permeabilidad de los capilares y los dilatan, además, estimula las transmisiones nerviosas, provocando sensación de calor), prostaglandinas (producen vasodilatación prolongada, atraen y activan los fagocitos. Activan las terminaciones nerviosas, provocando dolor), factores de estimulación de leucocitos (hacen aumentar el número de leucocitos en sangre), componentes del complemento (provocan vasodilatación y atraen a fagocitos), etc.
2. Los mediadores de la inflamación actúan sobre los capilares de la zona afectada. Se produce así un aumento en el número de leucocitos, una vasodilatación capilar, que provoca un aumento del flujo sanguíneo en la zona dañada, que se pone de manifiesto con calor y enrojecimiento de la zona. Así mismo, se produce un aumento de la permeabilidad capilar, que facilita la salida de anticuerpos, moléculas del complemento, y la salida de plasma hacia los tejidos, lo que provoca edema y dolor.
3. El aumento de permeabilidad favorece la salida de fagocitos (macrófagos y neutrófilos) hacia los tejidos infectados (mediante diapédesis). Una vez fuera de los vasos, los leucocitos se mueven hacia la zona dañada atraídos quimiotácticamente. También atraviesan las paredes de los vasos los anticuerpos, el complemento y el fibrinógeno. Esto último provoca en la zona afectada un coágulo que impide la diseminación del antígeno.
4. La acción de los fagocitos (neutrófilos y macrófagos) es facilitada por la activación del sistema de complemento, al opsonizar (recubrimiento del agente patógeno mediante moléculas inespecíficas, como el factor de complemento C3b, o específicas, como determinados anticuerpos) a los patógenos. Los macrófagos y neutrófilos muertos llenos de bacterias fagocitadas, junto con el suero y las partículas grasas en el foco de infección, constituyen el pus.
5. Los macrófagos a su vez activan a los linfocitos para producir una respuesta inmune específica.

Enunciado de la prueba

(Septiembre de 2007)

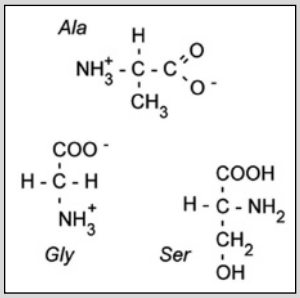
Bloque ❶

A la vista de las fórmulas de los aminoácidos:

a) Dibuje la fórmula estructural del hexapéptido Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala y señale con claridad los enlaces peptídicos.

b) Explique las propiedades del enlace peptídico.

c) Indique muy brevemente (utilice un esquema) qué es el centro activo de una enzima.

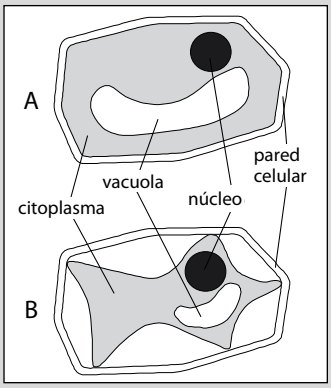


Bloque ❷

a) La figura representa esquemáticamente la modificación que tiene lugar en las células vegetales en función de la concentración salina del medio externo. Indique cuál de las dos figuras (A o B) se corresponde con un medio externo de mayor concentración salina. Indique muy brevemente por qué se produce la modificación que aparece en la figura.

b) Dibuje esquemáticamente un corte transversal de membrana plasmática en el que figuren al menos tres elementos con diferentes características moleculares.

c) Indique brevemente en qué consiste el transporte activo.

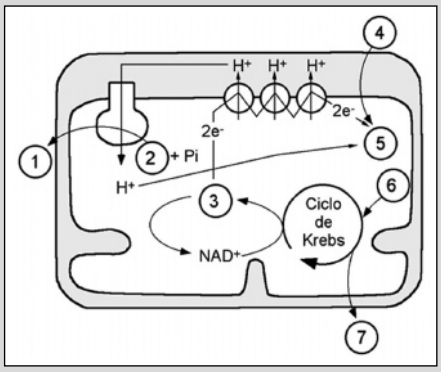


Bloque ❸

a) La figura es un esquema simplificado de algunas actividades de la mitocondria. Identifique los elementos de la figura representados por los números 1 a 7.

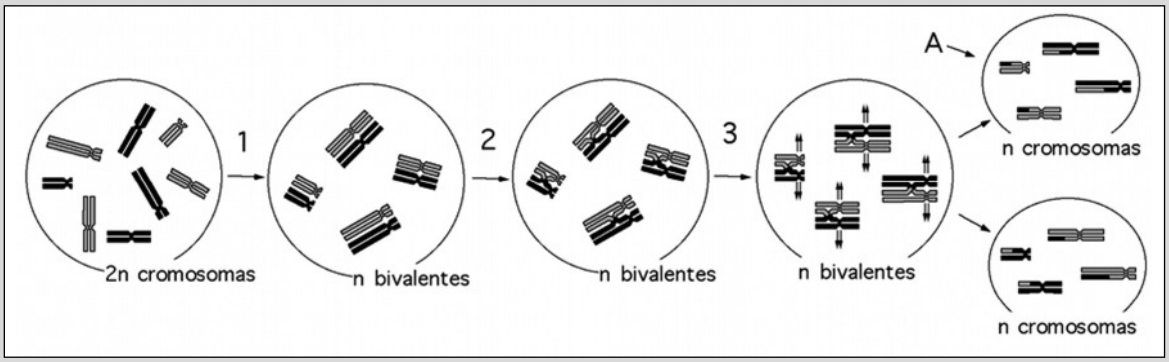
b) Dibuje un esquema de una mitocondria en el que aparezcan señalados al menos 5 componentes o estructuras.

c) Explique muy brevemente (no es necesario que utilice fórmulas químicas) en qué consiste la fermentación láctica y en qué condiciones se produce.



Bloque 4

El esquema representa, de forma muy simplificada, varios aspectos importantes del comportamiento cromosómico en la primera división meiótica en un organismo con 2n = 8 cromosomas.



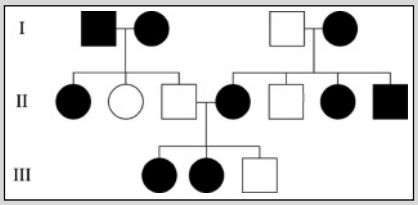
a) Identifique y describa brevemente (unas 10 palabras) los tres procesos numerados 1, 2 y 3.

b) Suponga que los dos juegos cromosómicos que aparecen en la figura son muy diferentes genéticamente (contienen diferentes alelos para muchos genes). ¿Cuántos gametos diferentes podrían formarse a partir de células resultado de la primera división meiótica como la que se indica en el esquema (A)?

c) Indique una diferencia entre machos y hembras de vertebrados en la primera división meiótica.

Bloque 5

En la figura se indica la transmisión de un carácter en una familia (los hombres se representan con un cuadrado y las mujeres con un círculo). El carácter presenta las dos alternativas que se indican en blanco y en negro y está determinado por un solo gen.



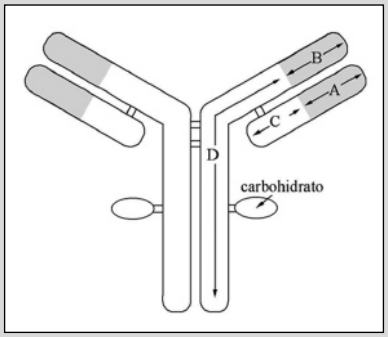
a) Indique si el alelo que determina la alternativa representada en negro es dominante o recesivo. Razone la respuesta.

b) Indique si el gen que determina ese carácter es autosómico o está ligado al sexo. Razone la respuesta.

c) Indique los posibles genotipos de todos los individuos. Utilice la letra A (mayúscula) para el alelo dominante y la letra a (minúscula) para el recesivo.

Bloque 6

La figura representa, de forma muy simplificada, la unidad estructural básica de un anticuerpo.

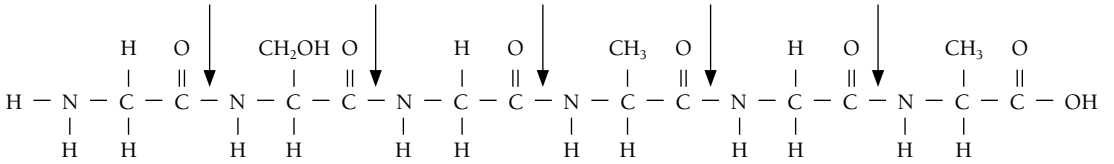


a) ¿Qué denominación reciben los segmentos polipeptídicos A, B, C y D? ¿Qué tipo de unión existe entre los distintos polipéptidos? ¿Qué regiones del anticuerpo intervienen en el reconocimiento del antígeno?

b) ¿Qué células del organismo producen estos anticuerpos? ¿Cuántos anticuerpos diferentes produce cada una de estas células?

c) Describa brevemente qué se entiende por respuesta primaria y secundaria.

a)

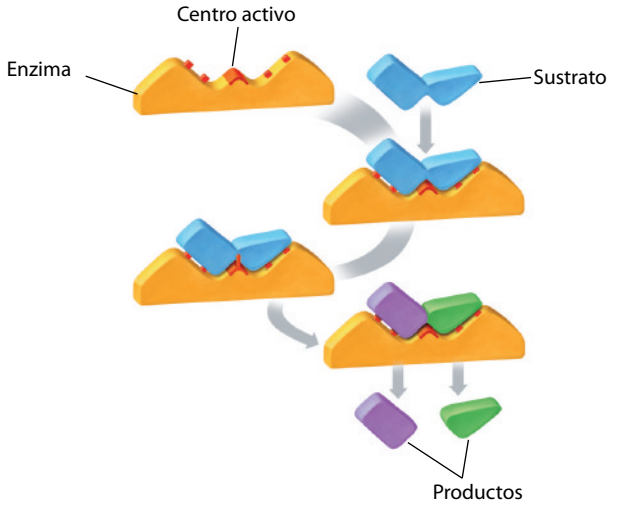


Las flechas señalan los enlaces peptídicos.

b) El enlace peptídico es un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino de otro, dando lugar a la pérdida de una molécula de agua. La disposición en el espacio de un enlace peptídico es tal que los átomos del grupo carboxilo y del grupo amino se sitúan en un mismo plano, con distancias y ángulos fijos. Los únicos enlaces que pueden girar, y no del todo libremente, son los formados por C-C y N-C.

El enlace peptídico es un enlace mucho más corto que el resto de los enlaces C-N, lo que hace que posea un cierto carácter de doble enlace. Como consecuencia, el enlace peptídico tiene una cierta rigidez e inmoviliza en un plano los átomos que lo forman, lo que le impide girar libremente.

c) El centro activo de una enzima es la región del mismo que se une al sustrato. Los centros activos de una enzima están formados por aminoácidos, constituyen una parte muy pequeña del volumen total de la enzima y tienen una estructura tridimensional en forma de huevo que facilita encajar al sustrato.



Bloque ❷

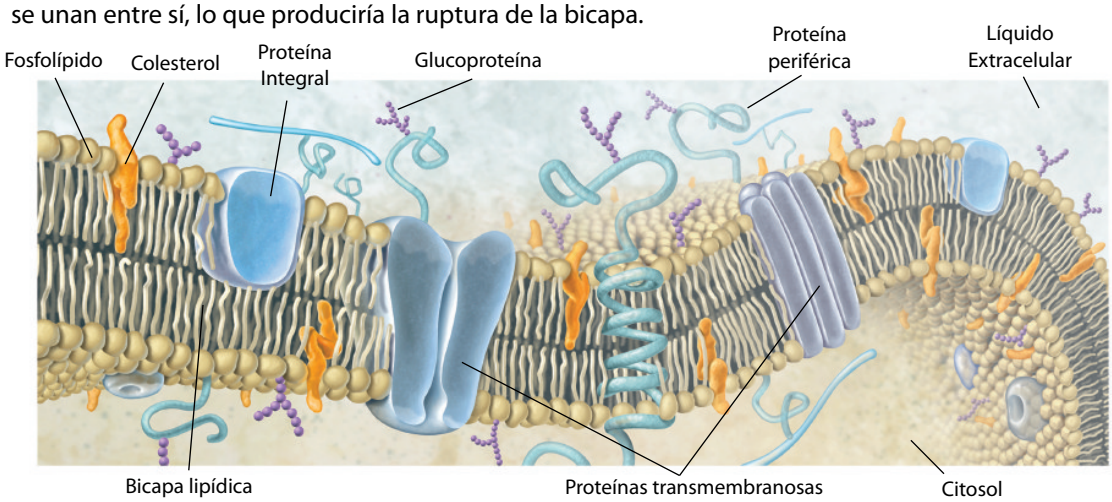
a) La figura B es la que se corresponde con un medio de mayor concentración salina o hipertónico. Cuando el medio externo celular es hipertónico, respecto al medio interno, hipotónico, sale de la célula agua por ósmosis (fenómeno por el que se produce el paso de disolvente a través de una membrana semipermeable, desde el medio más diluido hacia el más concentrado). Como consecuencia, en las células vegetales se produce la rotura de la célula (plasmólisis), al desprenderse la membrana plasmática de la pared celular.

b) La membrana plasmática es una delgada lámina que envuelve completamente a la célula y la separa del medio externo. En la actualidad, el modelo que explica la estructura de la membrana plasmática es el modelo del mosaico fluido, propuesto por Singer y Nicholson en 1972, dada la facilidad de todas las moléculas que la constituyen de moverse lateralmente. Según este modelo, la membrana se constituye de una doble capa de lípidos (fosfolípidos) a la que están adosadas proteínas, que pueden situarse a ambas caras de la superficie de dicha membrana o incrustadas en la misma (proteínas transmembrana). Los fosfolípidos se disponen en la bicapa con las zonas hidrófilas hacia fuera, mientras que las zonas hidrófobas quedan enfrentadas hacia el interior.

En la cara externa de la membrana aparece el glucocálix, constituido por el conjunto de cadenas de oligosacáridos pertenecientes a los glucolípidos y a las glicoproteínas de la membrana celular.

La membrana plasmática es una estructura asimétrica en la que los glucolípidos y las glucoproteínas solo aparecen en la cara externa. Asimismo, las proteínas de la membrana se distribuyen de forma heterogénea, ya que algunas solo se disponen en la superficie externa, mientras que otras son específicas de la cara interna.

Otro lípido que aparece en las membranas es el colesterol, que se fija al resto de los componentes lipídicos, disminuyendo la fluidez de las membranas. También impide que los lípidos de la membrana se unan entre sí, lo que produciría la ruptura de la bicapa.



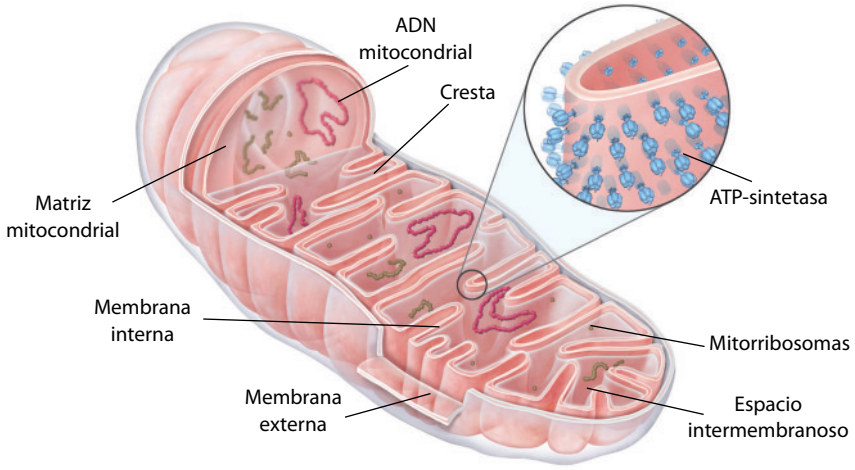
c) El transporte activo es un tipo de transporte en el que actúan proteínas de membrana, pero requieren energía en forma de ATP. Dicho mecanismo de transporte se realiza en contra de gradiente (ya sea de carga o eléctrico). Un ejemplo es la bomba Na^+/K^+.

La bomba Na^+/K^+ requiere una proteína transmembranosa que bombea Na^+ hacia el exterior de la membrana y K^+ hacia el interior. Esta proteína actúa contra el gradiente gracias a su actividad como ATP-asa, ya que rompe ATP para obtener la energía necesaria para el transporte.

Bloque ❸

a) 1: ATP; 2: ADP; 3: NADH + H^+; 4: O_2; 5: H_2O; 6: acetil-CoA; 7: CO_2

b)



c) En la fermentación láctica se forma ácido láctico a partir de la degradación de la glucosa. Generalmente este tipo de fermentación se produce cuando determinados microorganismos (bacterias lácticas, como *Lactobacillus* y *Lactococcus*) inician la fermentación de la lactosa de la leche, lo que produce el agriamiento de esta y la coagulación de la proteína caseína. También tiene

lugar en las células musculares de los animales cuando no tienen suficiente oxígeno para efectuar un sobreesfuerzo físico, y el ácido pirúvico procedente de la glucólisis, no puede oxidarse por la vía aerobia. Los pequeños cristales de ácido láctico «pinchan» el músculo y producen los dolores conocidos como agujetas.

En la primera fase, la lactosa se hidroliza, mediante la enzima lactasa, en glucosa y galactosa. A su vez, la galactosa se isomeriza y se convierte en glucosa.

En la segunda fase, la glucosa se transforma primero en ácido pirúvico, mediante la glucólisis, y a continuación el ácido pirúvico se reduce a ácido láctico (producto final de este tipo de fermentación). Para ello el ácido pirúvico actúa como último aceptor de electrones del NADH.

El balance final de la fermentación láctica es:

$$1 \text{ glucosa } (C_6H_{12}O_6) \rightarrow 2 \text{ ácido láctico } (CHOH–COOH) + 2 \text{ ATP}$$

El queso, el yogur, el kéfir y otras leches acidificadas son productos que se obtienen a partir de este tipo de fermentación. También es empleada como método de conservación de ciertos productos, como embutidos, ya que el ácido láctico tiene excelentes propiedades como conservante de alimentos.

Bloque ❹

a) El proceso 1 corresponde a la subfase cigotena, dentro de la profase I. Los dos cromosomas homólogos se aparean longitudinalmente, proceso denominado sinapsis. El apareamiento es total, gen a gen homólogo. Se forma una estructura constituida por cuatro cromátidas, tétrada o cromosoma bivalente. En total se forman cuatro bivalentes.

El proceso 2 corresponde a la subfase paquitena, dentro de la profase I. Las cromátidas no hermanas se entrecruzan, permitiéndose el intercambio de segmentos entre ellas, proceso denominado sobrecruzamiento o *crossing over*. Los lugares donde se realiza se denominan quiasmas. Gracias a dicho proceso se produce la recombinación génica.

El proceso 3 representa el inicio de la anafase I. Los pares de cromosomas homólogos comienzan a separarse al ser arrastrados por las fibras del huso mitótico hacia los polos opuestos de la célula.

b) A partir de cada célula originada en la primera división meiótica se forman otras dos células hijas haploides (n), llamadas gametos en los organismos que se reproducen sexualmente. El proceso que tiene lugar es la segunda división meiótica. Se desarrolla del mismo modo que la mitosis y tiene lugar de forma simultánea en las dos células resultado de la primera división meiótica. Se trata de una división ecuacional, pues las células hijas resultantes (gametos) tienen el mismo número de cromosomas que la célula madre. Así, de una célula diploide (2n) se obtienen al final de la segunda división meiótica cuatro células haploides o gametos.

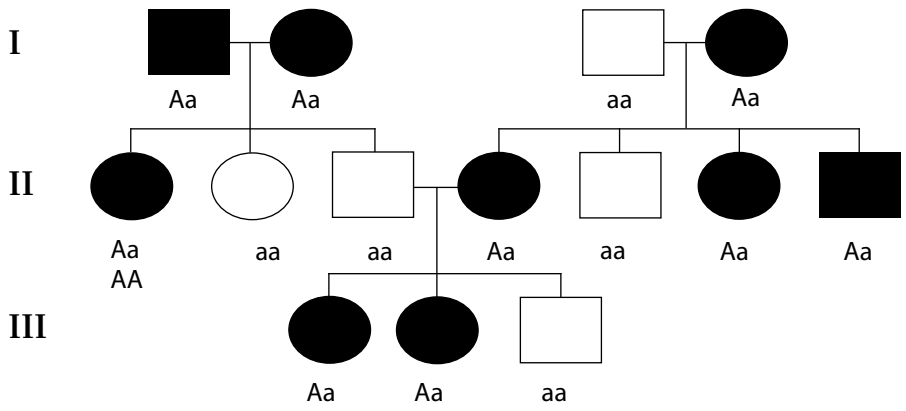
c) En los machos la meiosis es un proceso continuo que se completa en unos 24 días y la profase I dura 13-14 días. Dicho proceso se inicia con la pubertad y se continúa hasta la edad avanzada. Por el contrario, en las hembras el proceso de meiosis se inicia en el desarrollo embrionario. Al final del tercer mes de vida intrauterina las células (denominadas ovogonias) entran en meiosis y se convierten en ovocitos de primer orden (ovocitos I), quedando detenidos todos en el periodo de diplotena hasta la pubertad (en el caso de la especie humana, hasta aproximadamente los 12 años de vida).

Bloque ❺

a) Se trata de un gen dominante, puesto que los hijos resultantes del cruce entre los individuos I3 y I4 deben haber recibido un gen con dicho carácter de la madre (alelo dominante) y un gen recesivo del padre.

b) Se trata de un tipo de herencia autosómica dominante no ligada al sexo. No se trata de un gen ligado al cromosoma Y, ya que varones normales tienen hijos afectados. Tampoco se trata de un gen ligado al cromosoma X, ya que hembras afectadas tienen hijos varones normales. Por tanto, se trata de un carácter autosómico.

c)



Bloque ❻

a) A: región variable de la cadena ligera (L).

B: región variable de la cadena pesada (H).

C: región constante de la cadena ligera.

D: región constante de la cadena pesada.

Las cadenas polipeptídicas se mantienen unidas por uniones no covalentes y covalentes (puentes disulfuro).

Las regiones que intervienen en el reconocimiento con el antígeno son las regiones variables.

La zona del anticuerpo que se une al antígeno se denomina paratopo.

b) Los anticuerpos son producidos por los linfocitos B. Cada linfocito B produce un anticuerpo específico para combatir un determinado antígeno.

Según la composición de las cadenas polipeptídicas se distinguen cinco clases de anticuerpos:

- **IgG o gammaglobulinas**: son los anticuerpos más abundantes de la sangre (80% del total de inmunoglobulinas). Se unen rápidamente con macrófagos y neutrófilos, provocando la destrucción del microorganismo. Además de unirse a anticuerpos, las IgG son capaces de activar tanto al complemento como a los fagocitos sanguíneos (macrófagos y micrófagos). Puede atravesar la barrera placentaria y se secreta en la leche materna. Por ello, es responsable de la inmunidad fetal y la del recién nacido.
- **IgM (macroglobulina):** son los primeros anticuerpos que se producen ante la exposición inicial a un antígeno. Representa el 6 % del total de inmunoglobulina. Aparece en los linfocitos B unidos a su membrana plasmática. Se manifiesta en la respuesta primaria activando el sistema del complemento y a los macrófagos. Son cruciales en los primeros estadios de la respuesta específica.
- **IgA**: corresponde al 13 % del total de inmunoglobulinas. Se origina en estructuras linfoides subepiteliales y se encuentra en la sangre y en diversas secreciones, como la leche o las lágrimas. Actúa protegiendo la superficie corporal y los conductos secretores. Genera, junto con la inmunoglobulina G, la inmunidad al recién nacido, al encontrarse en la leche.
- **IgE**: se encuentra en concentraciones muy bajas en el suero y secreciones al exterior. Está presente principalmente en los tejidos y es la causante principal de los fenómenos de alergia. Una de sus principales funciones es la protección frente a metazoos parásitos.
- **IgD**: aparece en muy baja concentración (1 %). Son anticuerpos de la superficie de linfocitos B, sirviendo como receptores de antígenos específicos.

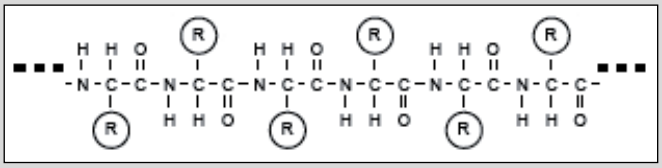
c) Se conocen dos tipos de respuesta inmune: la primaria y la secundaria.

- **Respuesta inmune primaria**. Es la que se produce ante el primer contacto con un determinado antígeno. Al cabo de varios días de este contacto empiezan a aparecer anticuerpos en la sangre del animal infectado cuya producción varía en aumento exponencial hasta una fase estacionaria en la que empiezan a declinar. Los anticuerpos que se forman en esta respuesta son del tipo de las IgM. Al cabo de varias semanas estas IgM son casi imperceptibles en la sangre.

- **Respuesta inmune secundaria**. Cuando el aparato inmunológico detecta por segunda vez la presencia del mismo antígeno, origina una respuesta bastante distinta de la anterior: hay menos retraso entre la entrada del antígeno y la aparición de anticuerpos, que son del tipo de las IgG; que tienen una mayor afinidad por el antígeno, siendo su producción mucho más rápida, los valores de concentración de estas Ig en la sangre son mayores y su persistencia en la sangre es muy superior (hasta varios años). La respuesta inmune secundaria es tan rápida y eficaz que en numerosas ocasiones el antígeno es eliminado antes de que el individuo padezca algún síntoma apreciable. Las características de esta respuesta secundaria (mucho más rápida, intensa y de larga duración) se deben a la memoria inmunológica. Ello es debido a los linfocitos, algunos de los cuales, tras el primer contacto con el antígeno, se transforman en células de memoria (B o T) de larga duración, que permanecen en el individuo largo tiempo, incluso después de eliminar el antígeno por completo. Los linfocitos de memoria están circulando continuamente en la sangre y en los órganos linfoides secundarios, por lo que rápidamente detectan una nueva entrada del antígeno, gracias a la mayor avidez de sus receptores de superficie por el antígeno, desencadenando una rápida producción de IgG.

Bloque ❶

a) La figura adjunta es un esquema de un segmento de una molécula orgánica de gran tamaño. Identifique el grupo de sustancias al que pertenece.

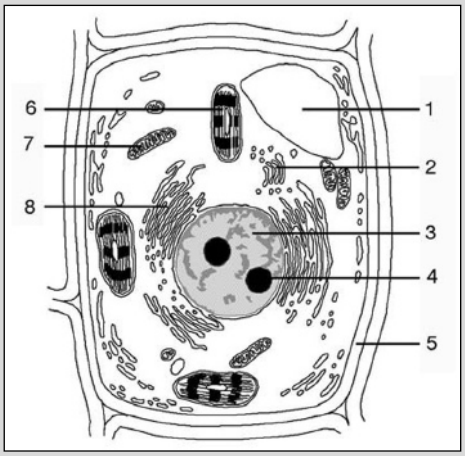


b) Indique, mediante un esquema, en qué consiste el enlace peptídico.

c) Indique muy brevemente (utilice un esquema) qué es el centro activo de una enzima.

Bloque ❷

a) La figura representa, de forma muy esquemática, una célula eucariota en la que se observan algunas estructuras y orgánulos. Indique el nombre y un máximo de diez palabras sobre una de las funciones de cada una de las estructuras numeradas del 1 al 8.



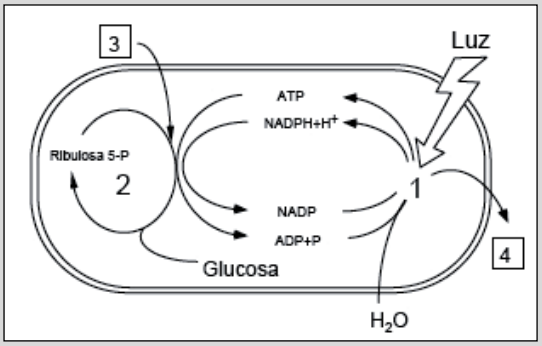
b) Origen y función de los lisosomas.

c) Describa brevemente (máx. 25 palabras) una de las teorías, citando su autor, que expliquen la formación de moléculas orgánicas sencillas constituyentes de las primeras células en la Tierra primitiva.

Bloque ❸

a) Dibuje un esquema de un cloroplasto, en el que aparezcan señalados al menos cinco componentes o estructuras.

b) La figura adjunta es un esquema simplificado de la fotosíntesis.

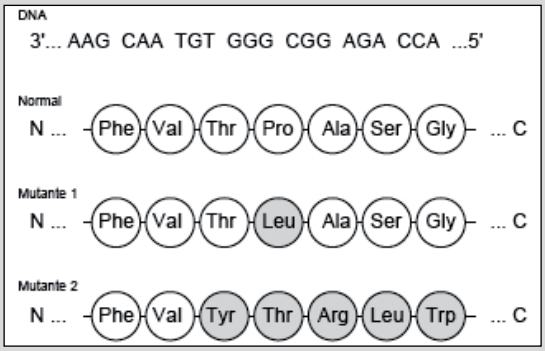


Identifique los procesos o elementos de la figura representados por los números 1 a 4.

c) Describa, mediante un esquema, la reacción de incorporación del CO_2 en la fase oscura de la fotosíntesis.

Bloque 4

En la figura se indica la secuencia de bases de parte de un gen (hebra codificante), así como la correspondiente secuencia de aminoácidos del polipéptido que codifica. Además, se indican los segmentos correspondientes de los polipéptidos codificados por dos mutaciones diferentes de ese gen. El mutante 1 tiene una sustitución de un aminoácido; en el mutante 2 cambian todos los aminoácidos a partir de un punto.



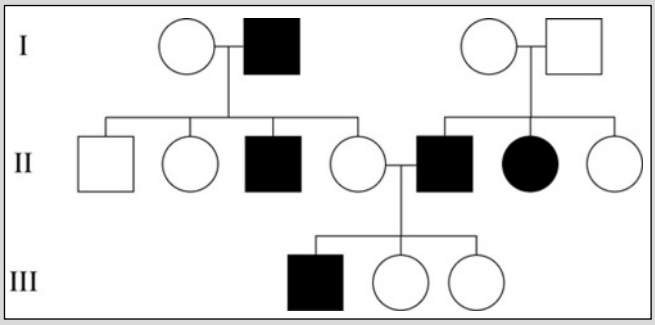
a) Determine la secuencia de ARNm correspondiente al fragmento de ADN de la figura, indicando la polaridad.

b) Para los dos mutantes de la figura, razone brevemente qué tipo de mutación puntual en el ADN podría explicar el correspondiente cambio en la secuencia de aminoácidos.

c) Las palabras del código genético (codones) están formadas por tres letras (bases). ¿Por qué razón no pueden estar formadas por dos letras?

Bloque 5

En la figura se indica la transmisión de un carácter en una familia (los hombres se representan con un cuadrado y las mujeres con un círculo). El carácter presenta las dos alternativas que se indican en blanco y en negro y está determinado por un solo gen.



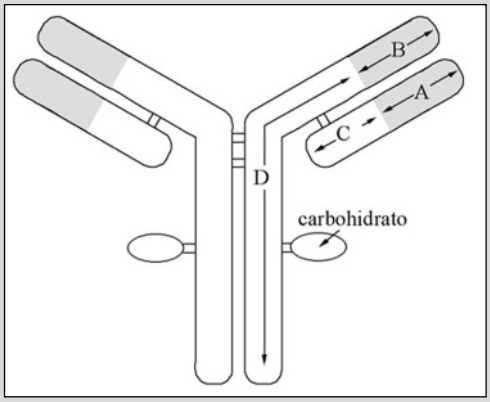
a) Indique si el alelo que determina la alternativa representada en negro es dominante o recesivo. Razone la respuesta.

b) Indique si el gen que determina ese carácter es autosómico o está ligado al sexo. Razone la respuesta.

c) Indique los posibles genotipos de todos los individuos. Utilice la letra A (mayúscula) para el alelo dominante y la letra a (minúscula) para el recesivo.

Bloque 6

La figura representa, de forma muy simplificada, la unidad estructural básica de un anticuerpo.



a) ¿Qué denominación reciben los segmentos polipeptídicos A, B, C y D? ¿Qué tipo de unión existe entre los distintos polipéptidos? ¿Qué regiones del anticuerpo intervienen en el reconocimiento del antígeno?

b) ¿Concepto de autoinmunidad. Explique el papel que tienen en la respuesta inmunitaria los linfocitos B y los linfocitos T.

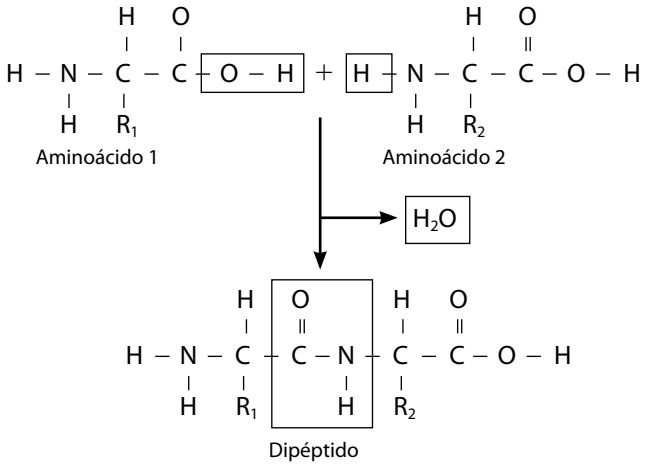
c) Explique qué son los anticuerpos monoclonales y los anticuerpos policlonales.

Bloque ❶

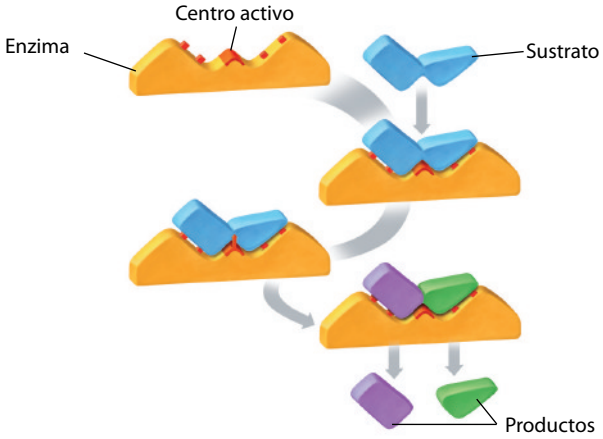
a) Se trata de una proteína, una molécula formada por la unión, mediante enlaces peptídicos, de aminoácidos.

b) El enlace peptídico es un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino de otro, dando lugar a la pérdida de una molécula de agua.

Reacción de formación del enlace peptídico



c) El centro activo de una enzima es la región de la misma que se une al sustrato. Los centros activos de una enzima están formados por aminoácidos, constituyen una parte muy pequeña del volumen total de la enzima y tienen una estructura tridimensional en forma de huevo que facilita encajar al sustrato.



Bloque ❷

a) 1: **Vacuola**: acumular en su interior agua y almacén de sustancias.

2: **Aparato de Golgi**: transporte, maduración, acumulación y secreción de proteínas.

3: **Núcleo**: contiene el material genético o ADN.

4: **Nucleolo**: síntesis de ARNr, y procesado y empaquetamiento de las subunidades de los ribosomas.

5: **Pared celular**: da forma y rigidez a la célula vegetal e impide su ruptura.

6: **Cloroplasto**: fotosíntesis, biosíntesis de ácidos grasos y reducción de nitratos a nitritos.

7: **Mitocondria**: respiración mitocondrial.

8: **Retículo endoplasmático rugoso**: síntesis y transporte de proteínas, glucosidación de las proteínas.

b) Los lisosomas son vesículas procedentes del aparato de Golgi que contienen enzimas digestivas (hidrolasas ácidas). La función de los lisosomas es la digestión de materia orgánica.

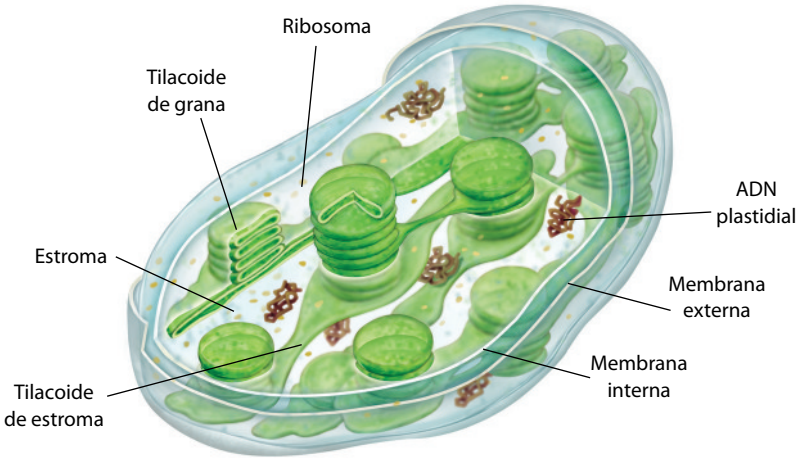
c) En 1920 Alexander I. **Oparin** y JBS. **Haldane** propusieron, de forma independiente, la hipótesis de que las primeras moléculas orgánicas se formaron a partir de los gases de la atmósfera primitiva debido a la acción de las descargas eléctricas de las tormentas y de la luz ultravioleta del sol.

A principios de los años cincuenta, S. **Miller** y H. **Urey** diseñaron un aparato que simulaba en el laboratorio las características de la atmósfera primitiva. Para ello introdujeron en el aparato una mezcla de metano, amoniaco, hidrógeno y vapor de agua. Estos gases, que se suponía existían en la atmósfera primitiva, eran sometidos a una serie de descargas eléctricas, que intentaban reproducir los aportes de energía que recibía la atmósfera reductora primitiva. Al cabo de varios días, comprobaron que se habían formado moléculas orgánicas sencillas, como aminoácidos, aldehídos, ácidos carboxílicos, etc.

De acuerdo con los resultados del experimento, dedujeron que en condiciones semejantes a la atmósfera primitiva se sintetizaron los primeros monómeros, que se irían depositando sobre la superficie terrestre y serían arrastrados hacia el mar, formando la sopa o caldo primitivo.

Bloque ❸

a)



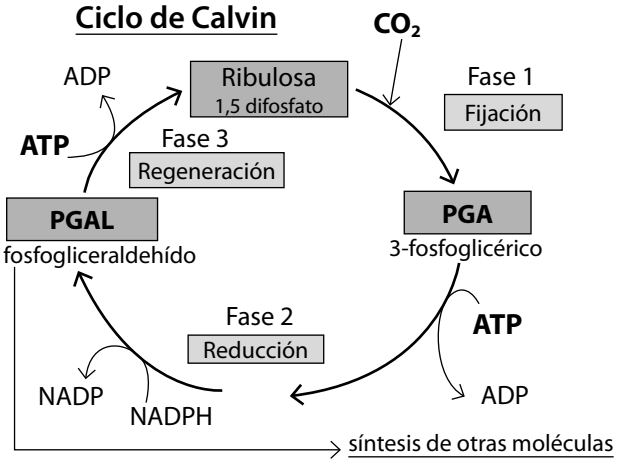
b) 1: Fase luminosa o dependiente de la luz.

2: Fase oscura: ciclo de Calvin.

3: CO_2.

4: O_2.

c) En el estroma del cloroplasto, el CO_2 atmosférico se une a la ribulosa 1,5-difosfato, gracias a la enzima rubisco (ribulosa bifosfato carboxilasa oxidasa), y da lugar a un compuesto inestable de seis átomos de carbono, que se disocia en dos moléculas de ácido-3-fosfoglicérico.



Bloque ❹

a) ARNm: 5´ … UUC GUU ACA CCC GCC UCU GGU … 3´

b) El mutante 1 se debe a la sustitución de bases, concretamente a una transición, en la que se ha sustituido una base pirimidínica (citosina) por otra pirimidínica (uracilo). Dicha mutación ha afectado solo a un nucleótido y solo un triplete de bases se ve modificado. El nuevo triplete codifica así otro aminoácido diferente.

El mutante 2 se debe a una mutación por corrimiento de la pauta de lectura, bien podría ser por una delección (pérdida de un nucleótido) o una adición. A partir del punto en el que ocurre la delección o adición varían todos los tripletes de bases y el gen afectado se traducirá en una proteína completamente distinta.

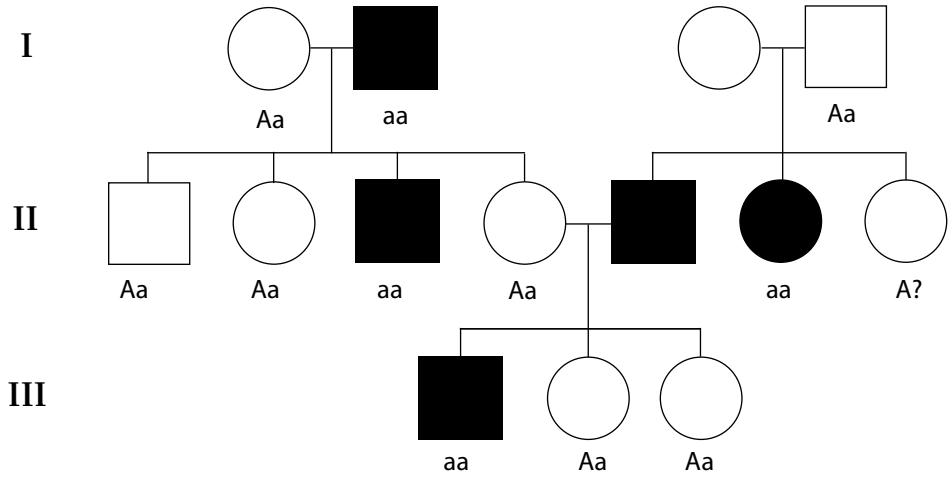
c) Si solo dos bases codificaran un aminoácido las combinaciones posibles serían $4^2 = 16$, por lo que habría aminoácidos que no estarían codificados por ningún doblete de bases. Sin embargo, al ser tres bases las que codifican para un aminoácido, las combinaciones posibles son $4^3 = 64$; que indica que más de un triplete codifica para un mismo aminoácido.

Bloque ❺

a) Se trata de un gen recesivo, ya que en uno de los cruces de la primera generación los dos individuos son normales y sin embargo tienen hijos afectados.

b) Al observar la genealogía podemos ver que los individuos afectados son tanto varones como hembras, por lo que debe tratarse de un gen autosómico. Es autosómica, puesto que, si fuera ligada al sexo, la hija del cruce de los individuos I3 y I4 debería haber recibido un cromosoma X con el gen de dicho carácter de la madre, que sería portadora y un cromosoma X con el gen de dicho carácter del padre, en cuyo caso este debería presentar también dicho carácter.

c)



Bloque ❻

a) A: región variable de la cadena ligera (L).

B: región variable de la cadena pesada (H).

C: región constante de la cadena ligera.

D: región constante de la cadena pesada.

Las cadenas polipeptídicas se mantienen unidas por uniones no covalentes y covalentes (puentes disulfuro).

Las regiones que intervienen en el reconocimiento con el antígeno son las regiones variables.

La zona del anticuerpo que se une al antígeno se denomina parátopo.

b) La autoinmunidad es un fallo del sistema inmunitario que es incapaz de reconocer como propias determinadas moléculas y, a consecuencia de ello, actúa contra componentes del propio organismo, con lo que se originan enfermedades graves que pueden llevar incluso a la muerte del individuo.

Las moléculas del propio organismo que origina autoinmunidad se denominan autoantígenos, y provocan la formación de autoanticuerpos y células autorreactivas.

Los linfocitos B son los responsables de la inmunidad humoral. Dichos linfocitos poseen anticuerpos de superficie en su membrana plasmática capaces de reaccionar con determinados antígenos. Cuando los linfocitos B se activan ante el contacto con un antígeno se convierten en células plasmáticas, que producen anticuerpos libres.

Los linfocitos T no son capaces de producir anticuerpos libres. Son los responsables de la inmunidad celular específica. Presentan en su membrana receptores (complejo CD3) que transmiten al interior del linfocito T la información de la interacción de los antígenos a los linfocitos T.

c) Un anticuerpo monoclonal es un anticuerpo producido en laboratorio por una célula híbrida producto de la fusión de un clon de linfocitos B descendiente de una sola y única célula madre y una célula plasmática tumoral. Los anticuerpos monoclonales (MAb, del inglés *monoclonal antibody*), son anticuerpos idénticos porque son producidos por un solo tipo de célula del sistema inmune; es decir, todos los clones proceden de una sola célula madre. Los anticuerpos monoclonales reconocen y se unen a células blancos específicas (tal como una proteína) existentes en la superficie de una célula cancerígena. Cada anticuerpo monoclonal, solo reconoce una proteína o antígeno, como objetivo y blanco. Pueden utilizarse solos, o en combinación con quimioterapia o como portadoras de sustancias tales como toxinas o radiación.

Los anticuerpos policlonales son anticuerpos derivados de diferentes líneas de linfocitos B. Por tanto, son una mezcla de inmunoglobulinas, secretadas en contra de un antígeno específico, cada una reconociendo diferentes epitopos.

Criterios específicos de corrección (Junio de 2007)

De forma general, y para todas las preguntas, basta con que el alumno responda estrictamente a lo que se pregunta. Se valorará positivamente la brevedad y precisión de las respuestas así como, en su caso, la realización de esquemas explicativos. Para todos los bloques, la valoración máxima de las preguntas a y b será de 1 punto y la de la pregunta c será de 0,5 puntos:

Bloque ❶

Las preguntas de este bloque se refieren al reconocimiento de compuestos orgánicos y a aspectos básicos sobre la estructura y función de los aminoácidos. En la pregunta a) El alumno deberá representar el enlace peptídico entre los 3 aminoácidos adjuntados; explicar los grupos químicos que une (pregunta b) e indicar la estructura y función del centro activo de una enzima y su influencia a la hora de unirse con el sustrato (pregunta c).

Bloque ❷

Las preguntas de este bloque se refieren al reconocimiento de algunas estructuras celulares y su funcionamiento. En la pregunta a) el alumno deberá identificar el tipo de célula eucariota y los 8 partes de la célula vegetal numerados en el dibujo. En el apartado b) se hará referencia a cómo se originan los lisosomas, a partir de qué otros orgánulos y con una función siempre relacionada con la digestión enzimática de materia orgánica. En la pregunta c) se valorará positivamente la brevedad y precisión de la respuesta, citando procesos de evolución bioquímica en los que aparezcan referencias a aminoácidos, monosacáridos, nucleótidos. El apartado c) fue anulado por no ajustarse completamente al *curriculum* de la materia; los apartados a) y b) pasaron a valorarse sobre 1,25 puntos cada uno.

Bloque ❸

Las preguntas de este bloque se refieren a aspectos básicos del funcionamiento de los cloroplastos. En la pregunta a) se tendrá en cuenta la claridad del esquema en el que deberán figurar cinco componentes o estructuras cualesquiera. En la pregunta b) basta con citar los nombres de los procesos o elementos. La pregunta c) se refiere al primer paso en la incorporación de CO_2.

Bloque ❹

Las preguntas de este bloque se refieren a la replicación, transcripción y traducción. En el apartado a) el alumno deberá determinar la secuencia de ARNm a partir del ADN aportado. En el apartado b) basta con indicar qué tipo de mutación se representa a la vista de las modificaciones en la secuencia. En el apartado c) basta con analizar las posibles combinaciones de 2 elementos, brevemente comentado.

Bloque ❺

Las preguntas de este bloque se refieren a aspectos muy básicos de genética. En las preguntas a) y b) sólo se considerarán correctas las respuestas debidamente razonadas. En la pregunta c) sólo deberán indicarse los genotipos posibles de cada individuo.

Bloque ❻

Las preguntas de este bloque se refieren a aspectos muy básicos relacionados con la estructura (pregunta a) y la función de anticuerpos (preguntas b y c). En las preguntas a) y b) solo se requiere una contestación escueta.