

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1991



J. L. Ménsua

C. Gil

C.O.U.

J. Martínez

F. Carrión

ANAYA

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1991

J. L. Ménsua
C. Gil
J. Martínez
E. Carrión



Diseño didáctico: Departamento de Proyectos
Grupo Anaya S.A.

Edición: Mariano Santamaría

Corrección: Carlos Mínguez

Maquetación e Ilustración: Román García

Diseño de cubierta: Alberto Corazón

Diseño de interiores: Estudio EGE

CONSEJOS ANTE EL EXAMEN DE BIOLOGÍA EN LA PRUEBA DE SELECTIVIDAD

— CONSEJOS ANTE EL EXAMEN DE BIOLOGÍA —

Ante la preparación del examen

- El estudio de los contenidos de la asignatura es el trabajo que debes desarrollar a lo largo de todo el curso. Confecciona esquemas y resúmenes de cada tema. No dejes para los meses finales el estudio profundo de los temas, aprovéchalos para repasar.
- Prepara bien el método de la prueba. Para ello analiza previamente: las normas de la universidad correspondiente y el tipo de ejercicios propuestos en dicha universidad: las opciones que se plantean, la materia que contienen, etc.
- Realiza ensayos con exámenes de años anteriores, en condiciones similares de tiempo y circunstancias a la del examen real.
- Analiza con tu profesor qué parte de la asignatura y qué tipo de preguntas son más usuales en tu universidad.
- Piensa que es un examen fácil de superar si vas preparado. Ten confianza, no estés nervioso, descansa bien la víspera del examen.

Ante el examen de selectividad

- Analiza bien las opciones propuestas en cada prueba, pero sin perder excesivo tiempo.
- Una vez elegida la opción no la cambies si no es absolutamente necesario.
- Haz una distribución aproximada del tiempo que tienes para cada pregunta, te servirá de referencia. Seguro que tienes suficiente, pero no debes perderlo inútilmente por ello:
 - Empieza por contestar a las preguntas que mejor domines.
 - Cifñete a lo que se te pregunta. No te puntuarán mejor, puede que al contrario, si escribes lo que no corresponde.
- Antes de contestar cada pregunta piensa y escribe en un folio auxiliar el esquema de conceptos que vas a desarrollar. Si se trata de un tema indica en la hoja de examen el guión de contenidos que piensas desarrollar, numera los apartados y los subapartados. En el desarrollo del tema indica con rótulos los diferentes apartados.
- Cuida la presentación del examen:
 - Escribe con letra clara.
 - Deja márgenes: lateral, superior e inferior.
 - Si quieres rectificar, utiliza una sola raya para tachar.
- Cuida la redacción. No escribas frases excesivamente largas o complicadas, utiliza puntos y comas. Diferencia claramente las distintas ideas, no escatimes el punto y aparte. Si tienes una duda ortográfica utiliza una palabra sinónima.
- Antes de entregar el examen vuelve a leerlo.

Si al final de tu examen de selectividad consigues el éxito, nos alegraremos de haberte sido útiles.

LOS AUTORES

CLASIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS POR EL CONTENIDO

NIVEL MOLECULAR	Compuestos inorgánicos	Barcelona A1 B1 Málaga 1	Madrid B1
	Glúcidos	Alicante b Extremadura B1 Oviedo 1	Santiago 2.2 Sevilla 1 Valladolid 3Tema
	Lípidos	Alicante 2 País Vasco A1 Santiago 1.3	Valencia A1 Valladolid 2.1
	Proteínas	La Laguna 1.1 Cantabria A8	Valladolid 2.2
	Enzimas	Cádiz 1Tema Extremadura A4 Granada 1.2 Navarra 1	País Vasco C 2 Santiago 2.3 Valladolid 1Tema
	Ácidos nucleicos	Barcelona A2 Cantabria A7 Castilla-La Mancha B1	Extremadura A1 La Laguna 2.1 Las Palmas 1
NIVEL CELULAR	Organización acelular y celular	Madrid A1 Navarra 3 País Vasco D2	
	Estructura celular	Barcelona A3 B2 Cádiz 2Tema Cantabria A10 Castilla-La Mancha A1 Córdoba 1 Extremadura A3 Granada 1.4 La Laguna 1.2 2.2	León 2 Madrid B2 B4 Salamanca 2 Santiago 2.6 2.1 Sevilla 2a Valencia B4 Valladolid 2Tema Valladolid 3.2
	Fisiología celular	Castilla-La Mancha B2 La Laguna 1.3 Las Palmas 2	País Vasco A3 Salamanca 1 Santiago 1.7
	Metabolismo celular	Alicante a Cantabria A1 A2 Extremadura B2 La Laguna 1.4 2.4 Las Palmas 4 León 1 Madrid A2 Málaga 2	Oviedo 2 País Vasco C1 C3 Salamanca 3 Santiago 1.4 2.5 Valencia B2 Valladolid 1.1 Valladolid 4Tema Zaragoza 1
NIVEL ORGÁNICO	Nutrición	País Vasco B1	

NIVEL ORGÁNICO	Coordinación	Alicante 1 Santiago 2.4	Valencia B1 Valladolid 4.2
	Etología	Madrid B5	
	Reproducción y desarrollo	Castilla-La Mancha B3 Granada 1.1 La Laguna 2.6 León 4 Madrid A.4	Murcia 1 Oviedo 3 Valencia B3 A3 Zaragoza 2
GENÉTICA	Molecular	Cádiz 3Tema Cantabria A5 A9 Castilla-La Mancha A2 Córdoba 2 Extremadura A2 A5 B3 Granada 1.3 2.1	Málaga 3 Navarra 2 País Vasco B3 D1 Santiago 1.1 Valencia ATema Zaragoza 4
	Mendeliana y teoría cromosómica	Barcelona B5 Cádiz 3, 4 Cantabria A4 B1 B2 B3 B4 B5 Castilla-La Mancha A4 Córdoba 4 Granada 2.2 2.3 2.4 La Laguna 1.6 1.7 2.7	Madrid A3 B3 Murcia 4 País Vasco D3 Salamanca 4 Santiago 2.7 Sevilla 3 Valladolid 1.2 4.1
	Poblaciones	Cádiz 1 Cantabria A6	Valencia A4
EVOLUCIÓN		Barcelona A5 Castilla-La Mancha B4 Extremadura B5 La Laguna 2.3 Oviedo 4	País Vasco A2 Santiago 1.2 Valencia BTema Valencia A2 Zaragoza 3
NIVEL DE POBLACIONES	Ecología	Barcelona B3 Cádiz 2 Cantabria A3 Las Palmas 3 Madrid A5	Navarra 4 País Vasco B2 Santiago 1.6 Sevilla 4
	Inmunidad	Córdoba 3 La Laguna 1.5 2.5 Málaga 4	Santiago 1.5 Sevilla 2b) Valladolid 3.2
GENERALES		Barcelona A4 B4 Castilla-La Mancha A3 Extremadura B4 León 3	Murcia 2.3 Palma de Mallorca 1-48

1

ALICANTE

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá responder, en el plazo de una hora quince minutos, uno de los dos temas generales (a ó b) y una de las cuestiones concretas (1 ó 2) (combinaciones posibles: a-1, a-2, b-1, b-2).

Temas generales

- a Cloroplastos. Fotosíntesis. Fotosíntesis oxigénica. Fotofosforilación
- b Monosacáridos. Terminología. Estereoisómeros. Formas abierta y cerrada. Ejemplos.

Cuestiones concretas

- 1 Potencial de membrana. Potencial de acción. Conducción del impulso nervioso. Sinapsis.
- 2 Concepto de lípido. Clasificación de los lípidos. Funciones de los lípidos.

Universidad de Alicante. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Cloroplastos.
2. Fotosíntesis.
 - 2.1 Fase luminosa. Fotofosforilación.
 - 2.2 Fase oscura. Ciclo de Calvin-Benson.
3. Importancia biológica de la fotosíntesis.



Desarrollo del tema

1. Cloroplastos.

Los cloroplastos pertenecen a un grupo de orgánulos característicos de las células vegetales que reciben el nombre de "plastidios". Los plastidios se caracterizan por poseer información genética propia y una envoltura de doble membrana. Los cloroplastos se localizan en células vegetales fotosintéticas y, en los vegetales superiores, tiene forma lenticular con un diámetro entre 3 y 10 micrometros y un espesor entre 1 y 2. Son de color verde debido a su elevado contenido en clorofila.

Cada cloroplasto está rodeado de una doble membrana (externa e interna) que deja un espacio interior (espacio intermembrana). El interior del cloroplasto recibe el nombre de estroma y por él se extienden prolongaciones de la membrana interna formando estructuras laminares denominadas tilacoides. Estos se disponen orientados según el eje mayor del cloroplasto y en ocasiones forman pequeños grupos de discos apilados llamados grana (plural de grano en latín) por el aspecto que presentan al microscopio óptico. En las membranas tilacoidales se encuentran los pigmentos fotosintéticos, fundamentalmente clorofilas y carotenoides.

Inmersos en el estroma se encuentran también ribosomas (plastroribosomas) y moléculas de ADN, de doble cadena y forma circular, con la información para sintetizar algunas proteínas del cloroplasto.

2. Fotosíntesis.

La fotosíntesis es un proceso de nutrición autótrofa en el que, utilizando la energía luminosa, se sintetiza materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos tales como: dióxido de carbono, agua y sales minerales (fosfatos, nitratos, sulfatos, etc.).

La fotosíntesis la realizan las algas unicelulares y todos los vegetales, pero también algunos organismos procarióticos como las cianobacterias y ciertas bacterias. En las células eucarióticas, tiene lugar en los cloroplastos.

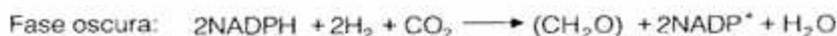
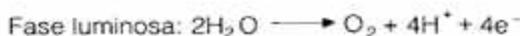
El proceso puede dividirse en dos fases, fase luminosa (que depende de la luz para su realización) y fase oscura (que no depende directamente de la luz).

La fase luminosa tiene por objeto capturar la energía luminosa y transformarla en energía química utilizable (ATP), asimismo, se consiguen coenzimas reducidas (NADPH) que se utilizan posteriormente en la fase oscura. Tiene lugar en las membranas tilacoidales del cloroplasto.

La fase oscura tiene por objeto fijar al dióxido de carbono y formar diversos compuestos orgánicos reducidos (monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos, etc.). Tiene lugar en el estroma del cloroplasto.

Todos los organismos fotosintéticos utilizan el dióxido de carbono como fuente de procedencia de carbono para la síntesis de compuestos orgánicos. La gran mayoría obtiene del agua el hidrógeno y los electrones necesarios para reducir el NADP⁺, por ello se libera oxígeno como subproducto (fotosíntesis oxigénica). Sin embargo, las bacterias del azufre verdes y purpúreas descomponen sulfuro de hidrógeno para obtener el hidrógeno, por ello no liberan oxígeno, sino azufre.

A continuación se resumen las reacciones de la fotosíntesis:



2.1 Fase luminosa.

Tiene lugar en las membranas del cloroplasto en las que se encuentran los pigmentos fotosintéticos incluida la clorofila (tilacoides). En este proceso tiene lugar:

- 1) La captura de la energía luminosa por la clorofila: Esta energía es utilizada para elevar la energía de uno de sus electrones hasta que le es arrancado y cedido a un aceptor. Al conjunto formado por: la clorofila y demás pigmentos que forman el denominado complejo antena, y el aceptor de electrones se le llama "fotosistema".
- 2) Transporte de electrones: Los electrones arrancados serán transportados por un conjunto de proteínas transportadoras situadas en la membrana tilacoidal hasta una coenzima, el NADP⁺, que se reduce a NADPH⁺. En la cadena de transporte de electrones funcionan intercalados dos fotosistemas: uno (el PS II) cuya clorofila "a" capta luz de 680 nm y otro (PS I) cuya clorofila diana capta luz de 700 nm. La existencia de estos fotosistemas permite elevar el nivel energético de los electrones para poder ser transportados desde el agua (primer dador de electrones), en la que se encuentran a un nivel energético bajo, hasta el NADPH⁺ (último aceptor de los electrones) a un nivel energético superior.
- 3) Fosforilaciones fotosintéticas: En el transporte de electrones desde el agua hasta el NADP⁺, gracias a la energía captada por la clorofila, se libera energía que será utilizada para sintetizar ATP (fotofosforilación).

Para explicar esta síntesis de ATP, el premio Nobel de Química P. Mitchell, propone la llamada hipótesis "quimiosmótica". Según ésta, la energía liberada en el transporte de electrones se utiliza para bombear protones, en contra de un gradiente, desde el estroma ha-

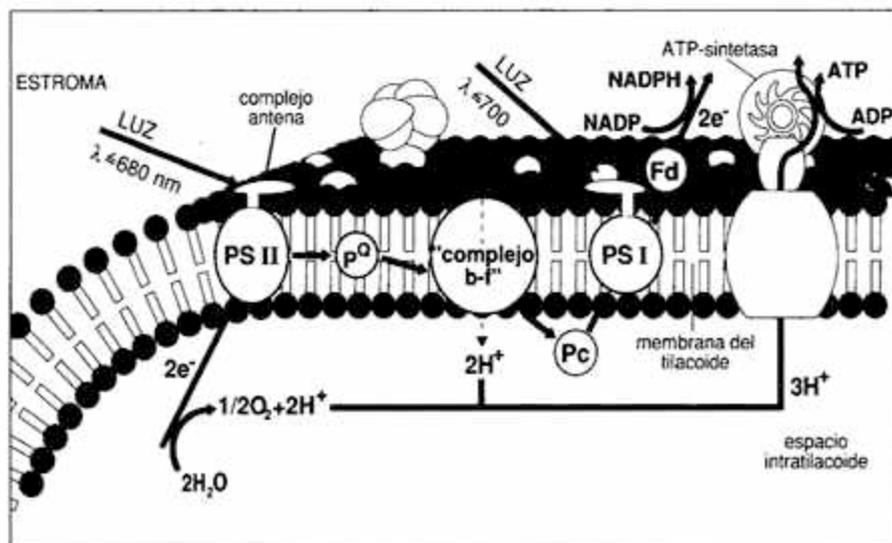


cia el espacio intratilacoide. Estos protones, dada la impermeabilidad de la membrana tilacoide, sólo pueden regresar, en este caso a favor de un gradiente, a través del complejo enzimático de la membrana tilacoide que constituye la ATP-sintetasa, quien utiliza la energía liberada en la salida de los H^+ para sintetizar ATP.

- 4) Fotólisis del agua: La descomposición del agua en la fotosíntesis recibe también el nombre de fotólisis (de *foto*: luz y *lisis*: rotura) debido a que la energía necesaria para su rotura procede de la luz. Tiene lugar en las membranas tilacoidales de los cloroplastos, cuando la clorofila "a" del PS II (fotosistema II) capta un fotón de luz. Entonces, un electrón es arrancado de su molécula y cedido a un transportador inicial de la cadena de transporte de electrones. La clorofila oxidada tiende a recuperar el electrón perdido y lo hace a expensas de los que se desprenden al romperse las moléculas de agua. La consecuencia inmediata es la liberación de oxígeno molecular. El oxígeno producido por las plantas permite la renovación de este gas que es utilizado por todos los organismos aerobios en su respiración.



Desde el punto de vista evolutivo, la aparición de los organismos fotosintéticos fotolíticos trajo en consecuencia la acumulación de oxígeno libre en la atmósfera. Esto permitió, a su vez, la aparición de organismos que pudieron utilizar el oxígeno como oxidante en sus procesos respiratorios, es decir, surgió la respiración aerobia, energéticamente más eficaz que la primitiva respiración anaerobia.



Disposición de los fotosistemas y complejos transportadores de electrones en la membrana tilacoide. El transporte de electrones libera energía para bombear H^+ al interior del tilacoide. El gradiente creado permite a la ATP-sintetasa formar ATP.

2.2 Fase oscura. Ciclo de Calvin-Benson.

Este proceso se lleva a cabo en el estroma del cloroplasto y en él se produce la incorporación de la materia inorgánica (CO_2) a materia orgánica (hexosas y otros hidratos de carbono). Como en todo proceso anabólico se requiere energía (ATP) y un potente reductor (coenzimas reducidas), requerimientos que, precisamente, se consiguen en la fase luminosa de la fotosíntesis.

Podemos considerar tres fases en la fase oscura de la fotosíntesis:

- 1) Fijación del CO_2 : El CO_2 se fija a una molécula de 5C (ribulosa 1,5-difosfato) gracias a la enzima ribulosa 1,5-difosfatocarboxilasa. El compuesto de 6C formado se descompone inmediatamente en dos compuestos de 3C (3-fosfoglicerato). El 3-fosfoglicerato es fosforilado a 1,3-difosfoglicerato con consumo de ATP y reducido a aldehído gracias a los electrones cedidos por el NADPH^+ . Tras la fijación de 3 moléculas de CO_2 a 3 moléculas de ribulosa se habrán formado, finalmente, 6 moléculas de 3C. Estas moléculas cumplirán un doble destino: regenerar el compuesto aceptor y sintetizar otros compuestos orgánicos.
 - 2) Regeneración del compuesto aceptor: De las 6 moléculas de 3C, 5 de ellas penetran en el ciclo de Calvin del cual salen convertidas en 3 moléculas de ribulosa 5-fosfato, fosforilado posteriormente a ribulosa 1-5 difosfato. Observa que son las mismas tres moléculas que se gastaron para fijar las tres de CO_2 .
 - 3) Síntesis de compuestos orgánicos: La sexta molécula de 3C, obtenida por la fijación de los tres CO_2 , da origen a una molécula de gliceraldehído (de 3C). Estas moléculas de 3C, que se van acumulando, pueden ser utilizadas para la síntesis de otros compuestos: monosacáridos (glucosa) principalmente, pero también, aminoácidos, ácidos grasos, etc.
- ### 3. Importancia biológica de la fotosíntesis.

Dos aspectos hacen de la fotosíntesis el proceso bioquímico más importante para la biosfera en su conjunto:

- 1º La propia síntesis de materia orgánica a partir de materia inorgánica. Si desestimamos la quimiosíntesis por su poco volumen, la fotosíntesis es la única fuente primaria de materia orgánica para unos seres vivos en continuo crecimiento y renovación. A través de las cadenas tróficas, los seres vivos transformarán esa materia orgánica, que inicialmente fue fotosintetizada, en materia propia.
- 2º La transformación de energía luminosa no utilizable por los seres vivos en energía química aprovechable. Tan sólo una pequeña fracción (el 0,1%) de la energía solar que alcanza la biosfera, es transformada en energía química por fotosíntesis y almacenada en la materia orgánica. Esta cifra supone 10^{14} vatios transformados anualmente por las plantas y es la energía potencialmente utilizable puesta a disposición de la biosfera.

- 3º Un tercer aspecto, particularmente importante para los organismos aerobios (los animales por ejemplo), es la liberación de oxígeno. Es gas, que en la fotosíntesis es un subproducto y como tal es expulsado, es utilizado como oxidante por todos los organismos de respiración aerobia (incluidas las plantas). La fotosíntesis permitió la aparición de este tipo de respiración, energéticamente muy eficaz, y mantiene constante en la actualidad la cantidad de oxígeno en la atmósfera.

Tema B

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Los monosacáridos.
 - 1.1 Concepto.
 - 1.2 Terminología: nomenclatura y clasificación.
 - 1.3 La isomería de los monosacáridos: estereoisómeros.
 - 1.4 Formas abierta y cerrada.
 - 1.5 Ejemplos.

Desarrollo del tema

1. Los monosacáridos

1.1 Concepto.

Son los azúcares más simples y, por lo tanto, no hidrolizables. Se caracterizan por ser compuestos cristalizables, de color blanco y solubles en agua. Químicamente son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas y responden a la fórmula general $C_n H_{2n} O_n$.

Pueden tener entre tres y siete átomos de carbono en la molécula. La presencia del grupo aldehído (o cetona) les confiere carácter reductor.

1.2 Terminología: nomenclatura y clasificación.

Según posean la función aldehído o cetona, se clasifican en dos familias: aldosas (cuando poseen la función aldehído en el primer carbono) y cetosas (con la función cetona en el segundo).

Dentro de cada familia se clasifican en distintos grupos dependiendo del número de átomos de carbono que posean. Se nombran anteponiendo el prefijo *aldo-* o *ceto-*, al prefijo que indica el número de átomos de carbono (*tri-*, *tetra-*, *penta-*, *hexa-*, *hepta-*...) y añadiendo el sufijo *-osa*.

Dentro de cada grupo los distintos monosacáridos reciben, en algunos casos, nombres específicos que han sido usados tradicionalmente. Así, la glucosa, un monosacárido de seis átomos de carbono que posee la

función aldehído, será una aldohexosa (aldo-hex-osa). De la misma manera, un monosacárido con cinco átomos de carbono y con la función cetona (como la ribosa) se denominará cetopentosa (ceto-pent-osa).

1.3 La isomería de los monosacáridos: estereoisómeros.

Entre las propiedades de los monosacáridos destaca la isomería. Decimos que dos o más compuestos son isómeros cuando presentan la misma fórmula molecular, pero distintas fórmulas estructurales. Los compuestos isómeros se diferencian por presentar distintas propiedades, ya sean físicas o químicas.

La isomería espacial o estereoisomería es debida a la presencia de átomos de carbono asimétricos, es decir, que están unidos a cuatro radicales distintos. En este caso se forman dos isómeros espaciales o estereoisómeros por cada átomo de carbono asimétrico presente en una molécula; o lo que es lo mismo, los cuatro radicales distintos se pueden disponer alrededor del átomo de carbono según dos configuraciones no superponibles distintas.

Todos los monosacáridos, excepto la dihidroxicetona, poseen átomos de carbono asimétricos y, por lo tanto, presentan estereoisómeros. El número de estereoisómeros de un monosacárido es 2^n , siendo "n" el número de carbonos asimétricos que posee.

El gliceraldehído, por ejemplo, presenta dos estereoisómeros que sólo difieren en la disposición espacial de un radical —OH. Por convenio, se considera que pertenece a la forma D el gliceraldehído cuyo radical —OH está situado a la derecha del carbono asimétrico. En el caso de que el grupo hidroxilo esté situado a la izquierda, tendrá configuración L. La mayoría de los monosacáridos presentes en la naturaleza presentan configuración D.



La presencia del carbono asimétrico les confiere actividad óptica, es decir, la capacidad de girar (rotación óptica) un cierto ángulo el plano de luz polarizada cuando atraviesa una disolución de azúcar. Cada estereoisómero se caracteriza, precisamente, por su ángulo de rotación.

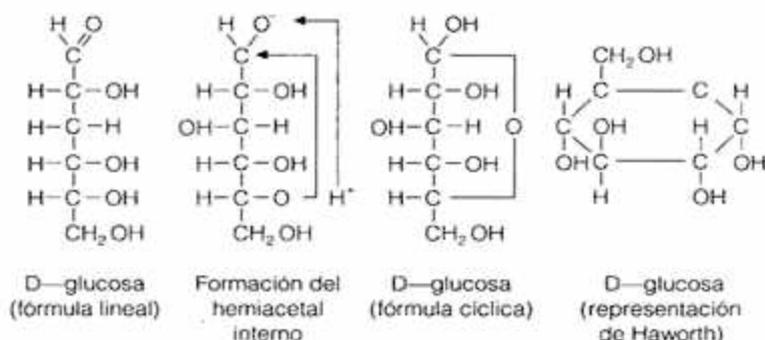
1.4 Formas abierta y cerrada.

Normalmente representamos a los monosacáridos según fórmulas abiertas (proyecciones de Fischer). Sin embargo, las reacciones químicas y propiedades de estos compuestos no pueden explicarse con dicha configuración: aparece una reactividad anormalmente baja de

los grupos aldehído y cetona (como si no estuvieran presentes) y también tienen lugar cambios en el poder rotatorio de estas moléculas cuando se disuelven.

Esto es debido a que, en disolución, los monosacáridos no forman estructuras lineales abiertas, sino que se disponen en estructuras cíclicas cerradas. Por ejemplo, en la glucosa se forma un enlace hemiacetal interno al reaccionar el grupo aldehído con el grupo hidroxilo del quinto carbono. Este cambio da lugar a la aparición de un nuevo carbono asimétrico, lo que origina dos nuevos estereoisómeros.

Haworth diseñó unas nuevas representaciones cerradas y planas en las que las estructuras cíclicas de los monosacáridos aparecen en perspectiva. En la proyección de Haworth se dibuja el anillo (pentagonal o hexagonal, según el azúcar) en el plano horizontal. Los carbonos y el oxígeno que forman el anillo se sitúan en los vértices. Los distintos grupos hidroxilos e hidrógenos se sitúan perpendicularmente al plano del anillo: hacia abajo todos los grupos que aparecen a la derecha en la fórmula lineal, y hacia arriba los de la izquierda.



1.5 Ejemplos.

Entre los monosacáridos de mayor interés biológico destacan:

- a) La glucosa: es el azúcar más utilizado como fuente de energía por las células. Se encuentra en forma libre en la sangre o bien almacenada formando un polisacárido de reserva, el glucógeno, en el hígado y músculos. Su oxidación libera energía que es utilizada por los seres vivos para realizar sus funciones vitales.
- b) La fructosa: es una cetohehexosa que se encuentra en estado libre en las frutas y que forma parte del disacárido sacarosa.
- c) La galactosa: es otra aldohexosa, forma parte del azúcar de la leche (disacárido lactosa).
- d) La ribosa: es una aldopentosa que forma parte de la estructura de los ácidos nucleicos (β -D-ribosa en el ARN y desoxirribosa en el ADN).
- e) La ribulosa: una cetopentosa que desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis como molécula aceptora del dióxido de carbono.

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la diferencia de potencial eléctrico que se registra entre la cara exterior e interior de la membrana celular; la variación de este potencial provocará la propagación del impulso nervioso a lo largo de la neurona. Asimismo, el salto del impulso nervioso de una neurona a otra tiene lugar a través de una estructura peculiar denominada sinapsis.

Conceptos que debes recordar

— Fisiología de la neurona: propagación del impulso nervioso.

Resolviendo la cuestión

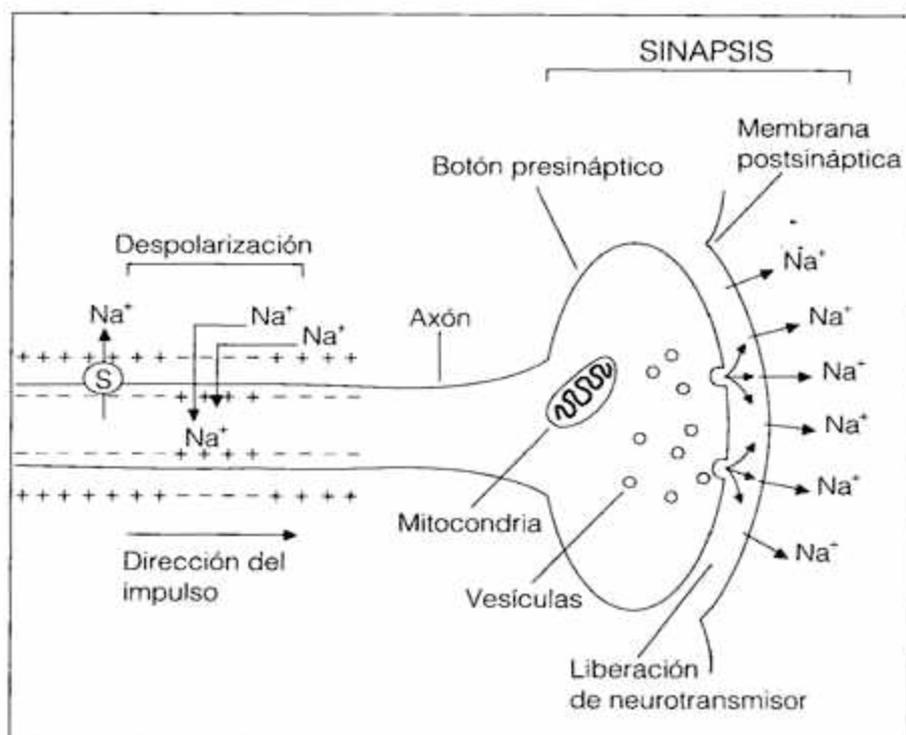
En estado de reposo, es decir, cuando la fibra nerviosa no está transmitiendo impulsos nerviosos, existe una diferencia de potencial (70 mV) entre la cara externa e interna de la membrana, a esa d.d.p. se le denomina *potencial de membrana* o también, *potencial de reposo*. Esta diferencia de potencial es debida a la distinta distribución de iones dentro y fuera del axón originada por el continuo bombeo de iones efectuado por la bomba de sodio-potasio de la membrana. El resultado de todo ello es que el interior de la membrana está cargado negativamente respecto del exterior, se dice que la membrana está "polarizada".

Cuando se estimula el axón se produce, en el punto excitado, un aumento de la permeabilidad de la membrana. Inicialmente, iones sodio penetran masivamente dentro del axón por lo que momentáneamente se invierte la polaridad de la membrana, decimos que se "despolariza". Durante 1,5 ms (hasta que la bomba de Na/K restablece de nuevo el potencial de reposo) el interior de la membrana se hace positivo respecto al exterior. El potencial pasa de -70 mV a +50 mV, es decir, el potencial total varía 120 mV; a esta variación de potencial la denominamos *potencial de acción*.

La sección despolarizada de la membrana induce la despolarización de los segmentos adyacentes. Esta despolarización que se propaga a lo largo de la fibra nerviosa es lo que constituye, en esencia, el *impulso nervioso*.

La sinapsis es la estructura de conjunción formada por el extremo de un axón y la neurona adyacente a través de la cual se produce el salto del impulso nervioso de una neurona a otra. Las sinapsis están constituidas por: a) el botón presináptico del axón de la primera neurona; b) el espacio o hendidura sináptica, y c) la dendrita de la neurona siguiente.

Cuando el impulso nervioso llega al botón presináptico se libera, al espacio sináptico, el neurotransmisor contenido de las vesículas sinápticas. Éste se fija a un receptor de la membrana de la neurona postsináptica, produciendo la despolarización que se propagará, en forma de impulso, a lo largo de toda la neurona. (Ver dibujo esquemático de la página siguiente.)



Propagación del impulso nervioso y esquema de sinapsis excitadora.

Cuestión 2

Esta cuestión puedes resolverla consultando la solución de la prueba 17 (Universidad del País Vasco), tema A, cuestión 1.

2



ACLARACIONES PREVIAS

Responda las cinco cuestiones de la opción elegida A o B.

Opción A

- 1 Explica las funciones de las sales minerales.
- 2 ¿Qué diferencias hay en cuanto a composición y estructura entre el ADN y el ARN?
- 3 Haz un esquema de una célula hipotética con todos sus orgánulos y estructuras.
- 4 Define: fosfolípido, coenzima, heterogamia y biotopo.
- 5 A muchos animales excavadores les faltan los ojos o los tienen muy atrofiados. ¿Cómo explicaría este hecho Lamarck? ¿Cómo lo explicaría la teoría neodarvinista?

Opción B

- 1 Explica las funciones principales del agua y relaciónalas con su estructura.
- 2 ¿Qué relación hay entre los diferentes orgánulos membranosos?
- 3 Haz un esquema del ciclo del nitrógeno y explícalo.
- 4 Define: polisacárido, organismo anaeróbico, anticuerpo y deriva genética.
- 5 Mendel cruzó líneas puras de guisantes de semilla lisa y amarilla con guisantes de semilla rugosa y verde. Se sabe que los caracteres liso y amarillo son dominantes sobre rugoso y verde. ¿Qué resultados obtuvo (fenotipos y proporciones) en la primera y en la segunda generación filial?

Universidad de Barcelona. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

La función de las sales minerales, como componentes inorgánicos de los seres vivos, puedes localizarla en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Elementos biogénicos o bioelementos.
- Osmosis.
- pH y soluciones tampón.

Resolviendo la cuestión

Entre los compuestos inorgánicos que pueden encontrarse en los seres vivos figura el agua, gases, como el dióxido de carbono y el oxígeno, y las sales minerales. Estas últimas son moléculas inorgánicas, que se disocian fácilmente en iones al disolverse en agua y que en los seres vivos pueden estar precipitadas (formando estructuras rígidas) o disueltas (tanto en el medio intracelular como extracelular).

Sales minerales disueltas:

En medio acuoso se encuentran disociadas en sus correspondientes cationes o aniones. Los principales son:

Aniones: sodio (Na^+), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}), amonio (NH_4^+), hierro ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$), cinc (Zn^{2+}), ...

Cationes: cloruro (Cl^-), fosfato/bifosfato ($\text{PO}_4^{3-}/\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$), carbonato/bicarbonato ($\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), ...

Las funciones que realizan estas sales son:

1. Mantienen el grado correcto de salinidad. Esto es muy importante para las células, ya que si éste varía pueden producirse fenómenos osmóticos desfavorables. Es por ello por lo que las células de nuestro cuerpo requieren que el medio extra e intracelular sean isotónicos; igualmente, los sueros fisiológicos intravenosos que nos inyectamos deben poseer esa característica.

2. Mantienen el pH del medio intra y extracelular dentro de un intervalo óptimo. Los iones fosfato/bifosfato y carbonato/bicarbonato, gracias a su acción amortiguadora o tampón, contribuyen al mantenimiento del pH.
3. Crean gradientes electroquímicos, dando lugar a los potenciales de membrana imprescindibles para la transmisión del impulso nervioso. A este respecto, recuerda que los iones sodio y cloro son eminentemente extracelulares, mientras que el ion potasio es intracelular.
4. Funciones específicas de algunos iones:
 - Calcio. Es un componente esencial de materiales esqueléticos. Desempeña un papel fundamental en la coagulación de la sangre, en la contracción muscular y en la liberación de neurotransmisores durante la sinapsis.
 - Magnesio. Componente de la molécula de clorofila. Actúa como cofactor de muchos enzimas que intervienen en la respiración celular y en la duplicación del ADN. Contribuye a la estabilización de la doble hélice de ADN.
 - Hierro. Forma parte del grupo hemo de la hemoglobina y mioglobina, encargadas del transporte de oxígeno por la sangre y músculos respectivamente. Forma parte de los citocromos, que son unas enzimas responsables del transporte de electrones durante la respiración celular.
 - Yodo. Es esencial en la formación de la hormona tiroidea.
 - Cobalto. Necesario en la síntesis de vitamina B12.

Sales minerales precipitadas.

Forman estructuras sólidas esqueléticas con funciones de sostén y protección. Algunos ejemplos de esta actuación que puedes indicar son:

- El carbonato y el fosfato cálcico, que depositados principalmente sobre el colágeno lo transforman en una matriz dura que conduce a la formación de los huesos. El carbonato cálcico forma los caparazones de las conchas de crustáceos y moluscos.
- El fluoruro de calcio confiere su dureza característica al esmalte de los dientes.
- Los otolitos que se encuentran en el oído interno y que favorecen el mantenimiento del equilibrio, están formados por cristales de carbonato cálcico.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Localizarás a los ácidos nucleicos (ADN y ARN) dentro del nivel molecular.



Resolviendo la cuestión

Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos unidos, mediante enlaces fosfodiéster, por el carbono 3' de la pentosa de un nucleósido con el carbono 5' de la pentosa de otro nucleósido. Los ácidos nucleicos forman largas cadenas no ramificadas, con un sector idéntico en todos ellos (fosfato-pentosa-fosfato-pentosa...) y otro variable: la secuencia de bases unidas a las pentosas.

a) Tipos de ácidos nucleicos:

Dependiendo del tipo de pentosa que poseen y de las bases implicadas, conocemos dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico o ADN y el ácido ribonucleico o ARN. Por su localización celular y la función que desempeñan se distinguen a su vez tres tipos fundamentales de ARN: ARNm (mensajero), ARNr (ribosómico) y ARNt (transferente).

b) Diferencias entre ADN y ARN:

	ARN	ADN
Pentosa	Posee β -D-ribosa.	Lleva β -D-desoxirribosa.
Bases	Adenina, guanina, uracilo y citosina. Todas ellas en distinta proporción. (Además de las indicadas, el ARNt es portador de otras bases atípicas.)	Adenina, guanina, timina y citosina. La proporción de adenina es idéntica a la timina; lo mismo ocurre con guanina y citosina. (En el ADN de doble cadena.)
Cadena	Los ARN son monocatenarios, están constituidos por una sola cadena polinucleótida. (Excepto en algún virus.)	El ADN es bicatenario, está constituido por una doble cadena polinucleótida. (Excepto en algunos virus.)
Estructura	Salvo el ARNt (con estructura en «hoja de trébol»), no presentan una estructura espacial determinada.	Estructura en doble hélice, con las dos cadenas unidas mediante el emparejamiento de las bases (A-T, G-C).

Dentro de cada tipo, los ácidos nucleicos tienen una composición muy semejante entre sí, se diferencian tan sólo en el porcentaje presente de cada base y sobre todo, en la secuencia de las bases en la cadena polinucleótida. Todos los ARN poseen un porcentaje diferente para cada tipo de bases. En cambio, en el ADN el porcentaje de adenina es el mismo que el de timina, mientras que el de guanina es idéntico al de citosina; ello es consecuencia del emparejamiento de estas bases para formar la doble hélice del ADN.

Cuestión 3



Situando la cuestión

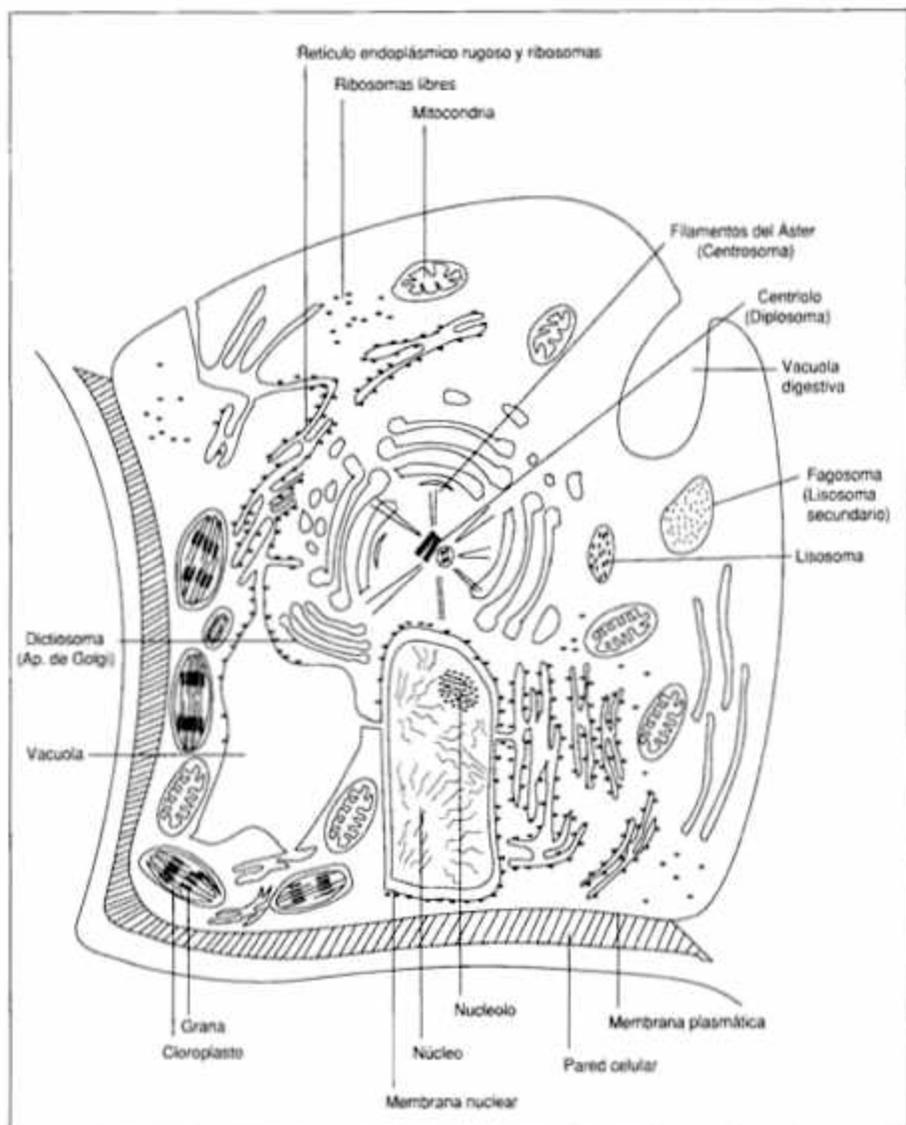
La cuestión se refiere a la estructura celular.

Conceptos que debes recordar

— Órganulos y estructuras típicas de las células.

Resolviendo la cuestión

Puesto que se pide una célula hipotética con todos los orgánulos y estructuras, incluiremos, además de los comunes, los propios de las células vegetales (cloroplastos, vacuolas y pared celular) y los de las células animales (centriolos, vacuolas digestivas y lisosomas secundarios).



Esquema de célula.

Cuestión 4



Situando la cuestión

Las definiciones se refieren a: cierto tipo de moléculas estructurales (fosfolípidos) y catalizadoras (coenzimas); tipo de reproducción sexual (heterogamia); y componente del ecosistema (biotopo).



Conceptos que debes recordar

- Clasificación, estructura y función de los lípidos.
- Holoenzimas: cofactores enzimáticos.
- Reproducción sexual.
- Componentes del ecosistema.



Resolviendo la cuestión

Fosfolípido: Son un tipo de lípidos que destacan por su participación en las membranas de las células. Por su naturaleza bipolar (interaccionan con el agua por su región hidrófila, alejándose de la misma su región hidrófoba) se disponen formando bicapas en medios acuosos. Su estructura está formada por glicerina esterificada por dos moléculas de ácidos grasos y ácido ortofosfórico.

Coenzima: Moléculas de naturaleza no proteica que se unen mediante enlaces no covalentes o débiles a la enzima a la que aportan radicales o funciones químicas que no posee y que le son necesarias para poder actuar.

Heterogamia (sinónimo de anisogamia): Tipo de reproducción sexual en la que los gametos masculinos y femeninos son morfológicamente desiguales.

Biotopo: Área geográfica caracterizada por su ambiente físico en el que vive una biocenosis (siendo la biocenosis el conjunto de animales y plantas que habitan en un área natural y se influyen mutuamente).

Cuestión 5



Situando la cuestión

Se trata de aplicar la teoría de los caracteres adquiridos de Lamarck y la teoría de la selección natural de Darwin con los aportes posteriores (neodarwinismo) para explicar la atrofia de órganos.



Conceptos que debes recordar

- Teoría lamarquista de la evolución.
- Teoría neodarwinista de la evolución.



Resolviendo la cuestión

El enunciado más conocido del lamarquismo nos dice que “la necesidad crea el órgano”, es decir, el uso continuado de un órgano provoca su desarrollo, mientras que su desuso lo atrofia; estas variaciones, adquiridas a lo largo de la vida del organismo por la influencia del ambiente, serían transmitidas a la descendencia. Para el caso que nos ocupa, la atrofia o desaparición de los órganos de la visión en organismos excavadores se explicaría por el hecho de que, al no tener que utilizarlos por estar en un ambiente sin luz, se atrofiarían. Esa atrofia, provocada por el no uso, se transmitiría a los descendientes, dando lugar finalmente a la desaparición de los ojos.

Según el neodarvinismo, las poblaciones presentan variabilidad heredable. Esta variabilidad aparece de manera espontánea por mutación. Aquella variabilidad que confiera mayor eficacia al organismo, se mantendrá y aumentará en frecuencia en la población gracias a la acción de la selección natural, mientras que la variabilidad “perjudicial” será eliminada. Vamos a explicar la desaparición o reducción de los órganos de la visión de dos modos diferentes, pero de acuerdo con el neodarvinismo:

1. Espontáneamente aparecerían mutaciones que afectarían, normalmente de manera negativa, a los órganos de la visión. Si el organismo vive en un ambiente en donde la visión es necesaria, la selección natural eliminará a los individuos “mutantes”. Sin embargo, si el organismo vive en la oscuridad, en donde la visión no es necesaria, no habrá presión de selección que elimine dichas mutaciones, pudiendo mantener y acumularse en la población y transmitirse a los descendientes.
2. En el transcurso de la evolución, aparte de mutaciones puntuales que puedan surgir en los genes que controlan el desarrollo de los órganos de la visión, pueden darse deleciones de material genético. Si en estos organismos se da una deleción que abarque al gen o genes de los órganos de la visión, la selección natural no sólo no actuará en contra, sino a favor, ya que la no formación de los órganos de la visión supondrá un ahorro energético para estos individuos durante el proceso de desarrollo. Asimismo, pudiera ocurrir que la pérdida de esos delicados e inútiles órganos en ese ambiente subterráneo pudiera suponer una ventaja selectiva para los individuos: se evitan lesiones y se potencia la selección de individuos con otros sentidos más apropiados.

Opción B

Cuestión 1



Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a las funciones que desempeña el componente de los seres vivos cuantitativamente más importante: el agua.



Conceptos que debes recordar

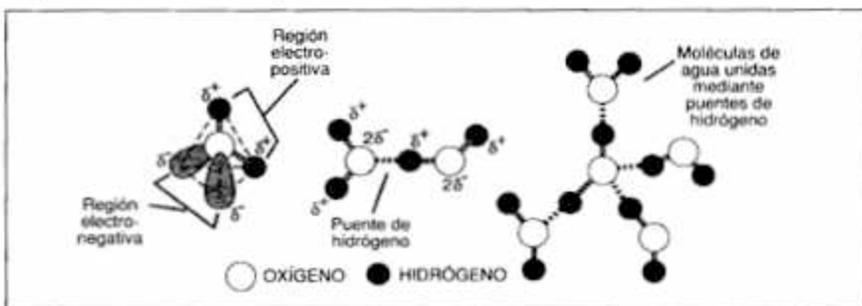
- Naturaleza química del agua.
- Funciones biológicas que desempeña el agua.



Resolviendo la cuestión

Debido a la distribución asimétrica de los electrones, la molécula de agua posee una naturaleza dipolar (una región presenta carga negativa y otra positiva), lo que hace posible la formación de enlaces de hidrógeno intermoleculares. Esta atracción molecular es responsable de que, a temperatura ambiente, el agua se encuentre en estado líquido, a diferencia de lo que ocurre con otras sustancias de peso molecular similar como el dióxido de carbono, gaseoso a temperatura ambiental.

Dipolo molecular de agua:



Esta notable propiedad explica a su vez otras propiedades en las que se basan las importantes funciones que desempeña el agua en los seres vivos, entre ellas puedes citar:

1. Misión termorreguladora. Por su elevado calor específico (el agua es uno de los compuestos que más calor absorbe por unidad de masa para elevar su temperatura), sirve como amortiguador en los cambios de temperatura. Ayuda, por ejemplo, a mantener constante la temperatura del cuerpo de los animales homeotermos. Y además, dado el alto calor de vaporización del agua, la evaporación superficial hace disminuir la temperatura.
2. Misión estructural. La elevada fuerza de adhesión y cohesión entre sus moléculas permite que se mantenga la forma y el volumen de las células, los cambios y deformaciones del citoplasma, y explica el ascenso de la savia por los vasos conductores.
3. Misión disolvente. Su naturaleza dipolar hace que sea un buen disolvente frente a gran cantidad de sustancias tales como iones, sustancias polares y no polares. También puedes resaltar la importancia de esta misión al considerar que las reacciones químicas de las células se dan en medios acuosos y que lo mismo ocurre con el aporte de nutrientes y la eliminación de productos de desecho. Asimismo, en disolución o dispersiones acuosas se transportan por el medio interno de un organismo, todo lo que precisan sus células y todos los productos de desecho de su actividad.
4. Misiones mecánicas. Actuando como lubricante no sólo en las articulaciones, músculos, tendones o ligamentos, sino también en los contactos entre órganos como los del hígado con el diafragma.
5. Misiones químicas. El agua interviene como reaccionante en reacciones de hidrólisis. Y también es la fuente de átomos de hidrógeno en la fotosíntesis vegetal.

Atención: También puedes citar la importancia del medio acuoso en la aparición y mantenimiento de la vida sobre nuestro planeta. El agua permanece líquida dentro de un amplio intervalo de temperaturas, entre 0° y 100° C, dentro del cual se dan los procesos químicos vitales. En estado sólido es menos densa que líquida, por ello flota el hielo en el agua. Puedes indicar que este hecho permite la vida en zonas muy frías, ya que los lagos, ríos o mares comienzan a congelarse desde la superficie hacia abajo, y la capa de hielo formada sirve de protección térmica a las zonas inferiores.

Cuestión 2



Situación de la cuestión

La cuestión se refiere al sistema de membranas de la célula eucariótica.



Conceptos que debes recordar

- Orgánulos membranosos.
- Membrana unitaria.



Resolviendo la cuestión

La célula eucariótica posee un sistema interno de membranas y orgánulos con membranas que permite la compartimentación celular y posibilita que se lleven a cabo, de manera simultánea pero independiente, multitud de reacciones químicas.

Los principales compartimentos membranosos con relación estructural o fisiológica son: la envoltura nuclear, el retículo endoplasmático liso y rugoso, el aparato de Golgi, los lisosomas, peroxisomas y las vacuolas. Mitocondrias y cloroplastos también poseen membrana aunque su relación con los demás orgánulos no es tan estrecha.

Tanto la composición química como la estructura de la membrana de todos estos orgánulos es semejante y similar a la de la membrana plasmática. Además, es frecuente la interconexión entre algunos de estos compartimentos por ejemplo:

- Las membranas del R.E. se continúan con la membrana plasmática y con la doble membrana nuclear, asimismo, el espacio intermembrana de ésta se continúa con la cavidad del retículo.
- La cara "cis" o de formación del aparato de Golgi está en estrecha relación con el R.E. y la membrana nuclear.
- Los lisosomas, peroxisomas y otras vesículas membranosas se desprenden de las cavidades del R.E. o del aparato de Golgi.
- Las vacuolas de reserva en las células vegetales se forman a partir de vesículas del retículo.

Esta interconexión está claramente relacionada con la función desempeñada por cada uno de estos orgánulos.

En el R.E. se sintetizan las proteínas y lípidos (fosfolípidos y colesterol) que constituyen la base de todas las membranas celulares. Estas membranas, modificadas, pasan a formar parte del aparato de Golgi y desde aquí, como vesículas de secreción se incorporan a la membrana plasmática o pasan a formar vesículas en el interior de la célula formando lisosomas, peroxisomas...

Mitocondrias y cloroplastos presentan una doble membrana. Aunque la estructura y composición de ambas (sobre todo la externa) es similar a la de las demás no guardan una relación estructural o fisiológica directa con el sistema de membranas.

Cuestión 3

Situación de la cuestión

Esta cuestión se refiere al flujo de materia en el ecosistema, concretamente al ciclo que describe el nitrógeno.

Conceptos que debes recordar

— El ciclo de la materia: los ciclos biogeoquímicos.

Resolviendo la cuestión



- (1) El nitrógeno se encuentra en la atmósfera en forma de nitrógeno molecular gaseoso, constituyendo aproximadamente un 78 % de la misma.
- (2) El nitrógeno atmosférico no puede ser utilizado directamente por los seres vivos, sólo ciertas bacterias (géneros *Azotobacter* y *Rhizobium*

en simbiosis con leguminosas) y cianofíceas son capaces de fijar N_2 atmosférico y, tras reducirlo a amoníaco, formar compuestos nitrogenados que pueden utilizar las plantas.

- (3) También los restos y excreciones de seres vivos contienen nitrógeno orgánico que es transformado en amoníaco por la acción de bacterias y hongos descomponedores. Este proceso se denomina amonificación.
- (4) El amoníaco del suelo es transformado en nitratos mediante el proceso de nitrificación efectuado por las bacterias nitrificantes. Este tiene lugar en dos fases: la oxidación a nitritos o nitrosación (realizado por bacterias del género *Nitrosomonas*) y la oxidación de éstos a nitratos o nitratación (realizado por el género *Nitrobacter*).
- (5) Las raíces de las plantas absorben los nitratos, incorporando el nitrógeno a sus compuestos orgánicos (aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos). A través de las cadenas tróficas pasa a los consumidores.
- (6) Bacterias del género *Pseudomonas* transforman nitritos y nitratos en nitrógeno molecular que es devuelto a la atmósfera. Este proceso se denomina desnitrificación y con él se cierra el ciclo del nitrógeno.

Cuestión 4

Situación de la cuestión

Las definiciones se refieren a: cierto tipo de moléculas (polisacáridos); tipo de organismo (organismo anaeróbico); molécula de defensa inmunitaria (anticuerpo); y proceso evolutivo de las poblaciones (deriva génica).

Conceptos que debes recordar

- Clasificación, estructura y función de los azúcares.
- Respiración celular.
- La respuesta inmunizante
- Ley de Hardy-Weinberg: excepciones.

Resolviendo la cuestión

Polisacárido: Son azúcares que están formados por la unión, mediante enlaces O-glicosídicos, de muchos monosacáridos. Desempeñan principalmente funciones estructurales (celulosa, quitina, etc.) o de reserva (almidón y glucógeno).

Organismo anaerobio (de *an*: sin; *aero*: aire, y *bios*: vida): Reciben este nombre los organismos que viven sin "aire", es decir sin oxígeno. Concretamente, estos organismos no utilizan oxígeno como aceptor externo de electrones en la respiración celular. Los organismos anaerobios pueden

ser: anaerobios estrictos (no utilizan nunca el oxígeno e incluso les resulta tóxico), y anaerobios facultativos (en presencia de oxígeno lo utilizan, pero en su ausencia utilizan vías alternativas como las fermentaciones).

Anticuerpo: Tipo de proteínas (inmunoglobulinas) elaboradas por los linfocitos ante la presencia de un antígeno (sustancia extraña al organismo) y con el cual reacciona específicamente anulando su posible efecto patógeno.

Deriva genética: Véase la respuesta a la cuestión 3 de la prueba 11 (Universidad de León).

Cuestión 5

Situación de la cuestión

Esta cuestión se refiere a las experiencias que realizó Mendel, de las que dedujo su tercera Ley.

Conceptos que debes recordar

- Línea o cepa pura.
- Dominancia y recesividad.

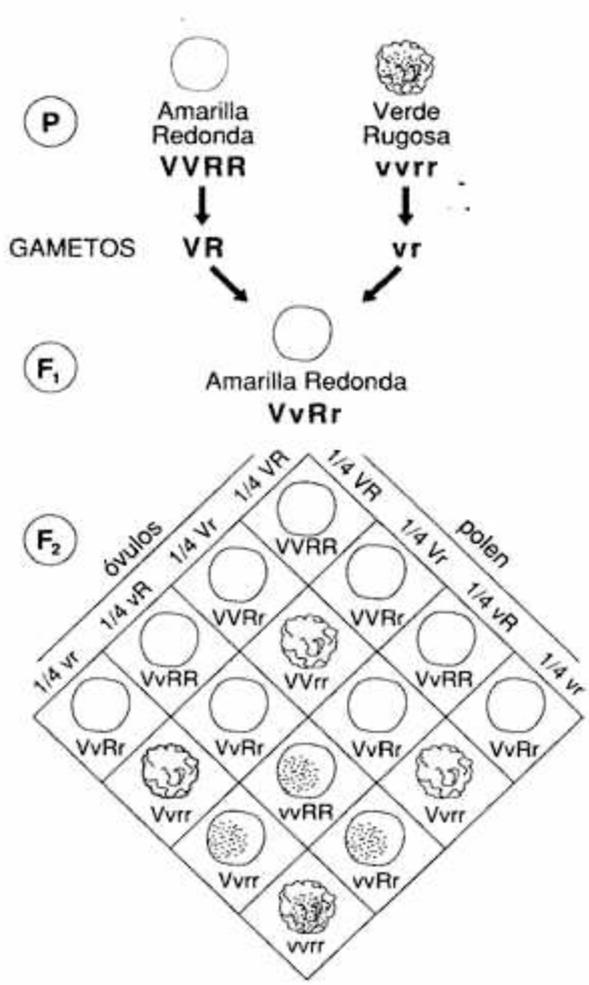
Resolviendo la cuestión

Una de las experiencias que realizó Mendel fue el cruzamiento de dos razas puras de guisante para dos caracteres (generación P), una de semillas lisas (o redondas) y amarillas (RRVV), y otra de semillas rugosas y verdes (rrvv). Previamente comprobó la dominancia de la alternativa lisa sobre la rugosa y de la amarilla sobre la verde. Los resultados que obtuvo, tanto en la 1ª como en la 2ª generación filial, están reflejados en el esquema de la página siguiente.

Los híbridos de la 1ª generación filial (F_1) resultaron todos iguales, presentando el fenotipo de uno de los padres, amarillo y redondo (caracteres dominantes), con lo que demostró que también se cumplía su primera ley cuando se consideraba la transmisión de dos caracteres al mismo tiempo (dihibridismo).

En la 2ª generación filial (F_2) aparecen los siguientes fenotipos: amarillo-redondo, amarillo-rugoso, verde-redondo y verde-rugoso, en la proporción 9:3:3:1, respectivamente.

El hecho de aparecer combinaciones fenotípicas nuevas (amarillo-rugoso y verde-redondo) en las proporciones indicadas, que no existían en la generación paterna, demuestra la herencia independiente de los dos caracteres. De hecho, si se considera cada carácter por separado, se cumple la primera y segunda ley de Mendel, uniformidad de la primera generación filial y segregación aleatoria de los alelos.



Resultados obtenidos del cruce entre dos razas puras, una de semillas amarillas y redondas (VVRR) y la otra de semillas verdes y rugosas (vvrr).

3



ACLARACIONES PREVIAS

De los tres temas propuestos elegir uno. De las cuatro cuestiones realizar sólo dos. Los problemas de genética se consideran cuestiones.

El alumno tiene que realizar por lo tanto un tema y dos cuestiones.

Temas generales

- 1 Enzimas: concepto. Mecanismo de acción: catálisis enzimática. Especificidad. Modificación de la acción enzimática: inhibición y activación. Sus tipos.
- 2 Núcleo interfásico: envoltura nuclear, nucleoplasma, cromatina y nucléolo.
- 3 Concepto y mecanismo molecular del gen. Regulación de la expresión génica: teoría del operón. Mutaciones.

Cuestiones concretas

- 1 ¿Cuáles son las condiciones que tienen que cumplir una población para que se verifique la ley de Hardy-Weinberg?
- 2 Explique el papel de los productores primarios en las pirámides tróficas.
- 3 En la especie vegetal *Mirabilis jalapa*, el color rojo y el color blanco de las flores no dominan el uno sobre el otro, sino que las plantas híbridas para los alelos que determinan estos dos colores son de flores de un color intermedio, rosado. Se cruza una planta de color rosado por una blanca y otra por una roja. Dese las segregaciones genotípica y fenotípica en cada caso.
- 4 Un hombre de visión normal, que no era calvo, se casó con una mujer de iguales características que era hija de un padre ciego para los colores y de una madre calva. ¿Qué clase de descendencia pueden tener y en qué proporciones? (La ceguera para los colores es un carácter monogénico recesivo ligado al sexo).

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Enzimas: concepto.
2. Mecanismo de acción: catálisis enzimática.
3. Modificación de la acción enzimática: inhibición y activación. Sus tipos.

Desarrollo del tema

1. Enzimas: concepto.

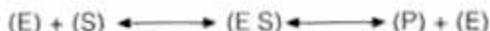
Las enzimas son un tipo de proteínas de función catalítica, es decir, regulan las reacciones químicas en los seres vivos. Hacen posible que reacciones que no transcurren o lo harían a velocidades muy bajas puedan desarrollarse a mayor velocidad a las temperaturas habituales de los organismos. Intervienen en estas reacciones en muy pequeñas concentraciones, ya que no se consumen ni se alteran durante la reacción, pudiendo, por lo tanto, actuar sucesivas veces.

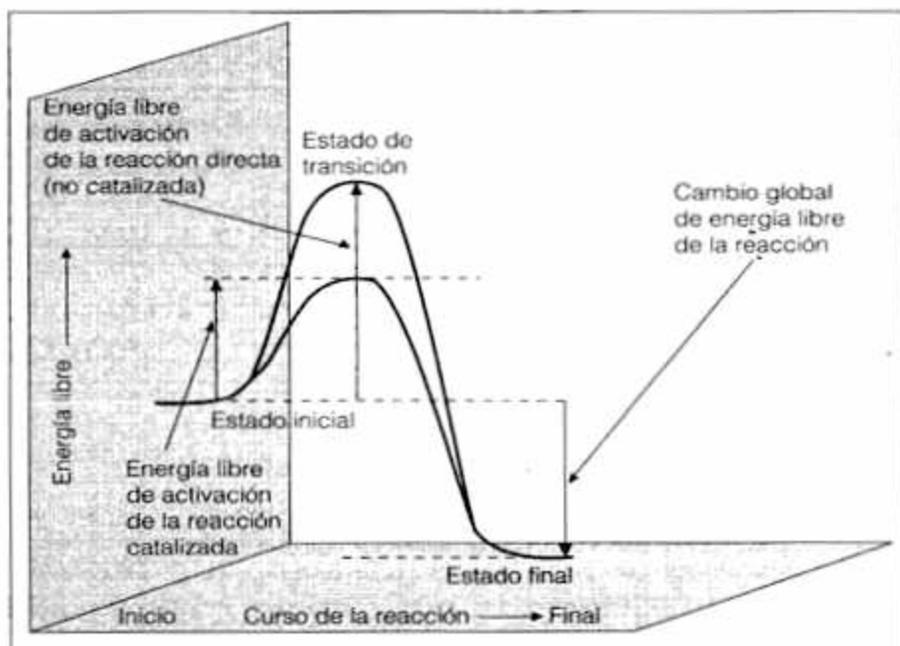
Atendiendo a los elementos que las forman, podemos distinguir:

- a) Enzimas formadas exclusivamente por proteínas, ya sean una o más las cadenas polipeptídicas.
 - b) Enzimas que contienen, además de proteína, algún otro elemento de naturaleza no proteica, denominado cofactor. En este caso reciben el nombre de holoenzimas. El cofactor puede ser un catión metálico como el cobre, zinc, hierro, etc., o una molécula compleja. En este caso, si el cofactor se halla unido covalentemente a la proteína, se le denomina grupo prostético; si está unido mediante interacciones no covalentes, recibe el nombre de coenzima. En cualquier caso, a la parte proteica se le denomina apoenzima.
2. Mecanismo de acción: catálisis enzimática.

Debes explicar, en primer lugar, que las reacciones químicas (incluso las termodinámicamente posibles) no suceden espontáneamente si las moléculas reaccionantes carecen de la energía de activación suficiente. Puedes ver la diferencia cuantitativa entre las energías de activación necesaria para que transcurra una reacción catalizada y sin catalizar mediante el esquema de la página siguiente.

Las enzimas, como catalizadores que son, actúan disminuyendo esa energía de activación. El mecanismo de actuación es el siguiente:





Variaciones producidas en la energía libre de una reacción catalizada y de otra no catalizada.

Las moléculas enzimáticas (E) se unen de manera específica a las reaccionantes, que denominaremos sustratos (S). En un primer paso se forma un complejo enzima-sustrato (ES). Aquí la enzima induce cambios en la molécula de sustrato (ruptura o redistribución de enlaces, cambios en los grupos funcionales, etc.), que hacen disminuir su energía de activación y conducen a la formación del producto final (P) y la liberación de la enzima (E) inalterada, que puede actuar de nuevo.

Este mecanismo de acción explica dos características de la acción enzimática, su especificidad y la eficacia:

- Por especificidad se entiende el hecho de que una determinada enzima tan sólo cataliza un tipo de transformación (especificidad de acción) de un determinado tipo de sustratos (especificidad de sustrato). Por ejemplo, la sacarasa, solamente cataliza la hidrólisis de la sacarosa. Esto se debe a que la unión entre enzima y sustrato es específica, es decir, la enzima sólo reconoce y se une a su sustrato según el modelo de Fischer llave-cerradura. Más reciente, el modelo del ajuste inducido de Koshland, compara esta unión a la existente entre una mano y un guante: la enzima, gracias a su naturaleza proteica, puede adaptarse a la forma del sustrato.

Este último modelo, te facilitará hablar de los diferentes tipos de aminoácidos existentes en la enzima: los de unión, que facilitan la formación del complejo enzima-sustrato; los que mantienen la estructura tridimensional de la enzima; y los catalíticos, que constituyen el lugar de unión o centro activo de la enzima.

- La gran eficacia de la acción enzimática se manifiesta en la elevada velocidad de reacción que se consigue incluso a concentraciones enzimáticas bajas. Este hecho es debido a que, tras la fijación enzima-sustrato, las cadenas laterales de los aminoácidos del centro activo crean las condiciones físico-químicas necesarias para la transformación del sustrato en producto. Éstas son: a) la correcta posición en que la enzima coloca al sustrato; b) el aumento de concentración de las moléculas de sustrato en el centro catalítico, y c) la inducción de cambios energéticos que ayudan al sustrato a alcanzar el estado de transición.

Tras la catálisis de una molécula de sustrato, la enzima se desprende inalterada pudiendo actuar de nuevo; de este modo, una pequeña cantidad de enzima puede catalizar la transformación de una gran cantidad de sustrato.

3. Modificación de la acción enzimática: inhibición y activación. Sus tipos.

a) Activación enzimática:

Todas las enzimas actúan dentro de un intervalo óptimo de temperaturas y de pH, fuera del cual su actividad disminuye. A pH extremos o a elevada temperatura, la proteína enzimática se desnaturaliza, es decir, pierde su conformación no pudiendo actuar. A baja temperatura no hay energía cinética suficiente para formar el complejo enzima-sustrato.

Algunas enzimas se sintetizan en forma inactiva (proenzimas o zimógenos) y se activan por la acción de otras enzimas o iones. Éstos inducen un cambio en la estructura de las proenzimas haciéndolas adquirir la conformación necesaria para poder actuar. Un ejemplo lo constituye el tripsinógeno, forma inactiva de la tripsina.

Otras enzimas requieren para realizar su función la presencia de sustancias no proteicas que colaboran en su actividad como cofactores metálicos o coenzimas. Estas últimas proporcionan energía (como el ATP) permitiendo reacciones de síntesis, o sirven de sustrato en reacciones de óxido-reducción (como el NAD⁺ y FAD) aceptando o cediendo electrones.

b) Inhibición de la actividad enzimática:

Este proceso es muy importante, ya que en muchos casos constituye el mecanismo de control de reacciones metabólicas en los seres vivos. Es llevada a cabo por ciertos compuestos, denominados inhibidores, que en muchas ocasiones son los propios productos de la reacción.

Puede ser:

- Irreversible. La enzima se une covalentemente al inhibidor, de forma casi permanente, ya que presenta una disociación muy lenta. Por ello también se le conoce como envenenamiento de la enzima, ya que anula su capacidad catalítica. Por ejemplo, el ion $-CN$ bloquea una importantísima enzima respiratoria, la citocromo oxidasa.

- Reversible. La unión de la enzima con el inhibidor es temporal, impidiendo el normal funcionamiento de la enzima mientras dura la misma. Estos inhibidores pueden ser:
- Competitivos, cuando el inhibidor se une a la enzima en su centro activo compitiendo con el sustrato. Su presencia disminuye la velocidad de la reacción al reducir las moléculas de enzimas que pueden unirse al sustrato.
 - No competitivos, cuando el inhibidor se une a la enzima por un lugar distinto al centro activo, pero provocando cambios que impiden la acción de la enzima sobre el sustrato.

Tema 2

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Envoltura nuclear.
2. Nucleoplasma.
3. Nucléolo.
4. Cromatina.

Desarrollo del tema

La interfase es el periodo comprendido entre dos divisiones celulares consecutivas, es decir, el periodo de reposo en la reproducción celular. Durante la interfase aparece el núcleo como una estructura celular, más o menos esférica, situado en el centro de la célula animal o desplazado a la periferia en algunas células vegetales.

1. Envoltura nuclear.

El núcleo está separado del citoplasma por una doble membrana, la envoltura nuclear, que es una porción del retículo endoplasmático. La composición de estas membranas es muy semejante a la plasmática, y entre ambas queda un espacio (espacio perinuclear) de 20 a 40 nm de espesor. La envoltura nuclear tiene abundantes poros nucleares de unos 50 nm de diámetro, comunican el interior del núcleo con el citoplasma.

2. Nucleoplasma.

En el interior del núcleo se encuentra el nucleoplasma o jugo nuclear. Al microscopio óptico se observa una maraña de fibrillas y grumos, que se tiñen con facilidad con colorantes básicos constituida por un material que denominamos cromatina (asociación de ADN con histonas).

Aunque poco puede observarse al microscopio, durante la interfase tiene lugar una intensa actividad metabólica. Allí tiene lugar la transcripción del ADN para la síntesis de los ARN (mensajero, transferente y ribosómico) esenciales para la producción de enzimas y demás proteínas en el citoplasma. También en la interfase tiene lugar la réplica del ADN celular previa a la mitosis.

3. Nucléolos.

En el núcleo teñido pueden verse uno o más nucléolos: zonas esféricas constituidas por el ADN especializado en la producción del ARNr. Los cromosomas a los que pertenece este ADN se denominan cromosomas nucleolares y al ADN que codifica este ARNr se le conoce como organizador nucleolar. En el nucléolo tiene lugar el ensamblaje del ARN con proteínas procedentes del citoplasma para formar las subunidades ribosómicas. Éstas serán exportadas posteriormente, a través de los poros nucleares, al citoplasma.

4. Cromatina.

En el momento de la división celular, la cromatina nuclear, dispersa durante la interfase, se condensa para dar lugar a unas estructuras visibles al microscopio óptico denominadas cromosomas. El número de cromosomas de cada especie es constante, y el conjunto de cromosomas de un individuo constituye su cariotipo. Aunque los cromosomas no son estructuras características visibles en el núcleo interfásico debes mencionarlos señalando esta particularidad.

Tema 3

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto, estructura y localización del gen a nivel molecular.
2. Mecanismo de la expresión génica: transcripción, procesado y traducción.
3. Regulación de la expresión génica.
4. Mutación a nivel molecular.

Desarrollo del tema

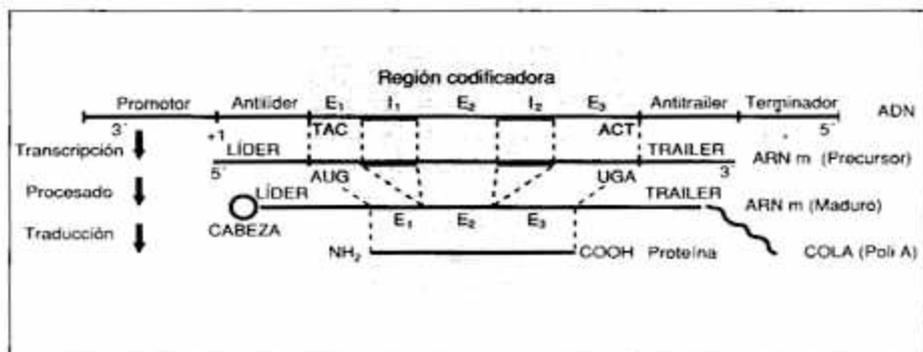
1. Concepto, estructura y localización del gen a nivel molecular.

El gen es la unidad hereditaria de los seres vivos. Molecularmente, un gen es una secuencia de desoxiribonucleótidos (ADN), que contiene la información para la síntesis de una cadena polipeptídica.

Durante la interfase, el ADN se encuentra disperso en el núcleo. Cuando la célula entra en división (mitosis o meiosis) el ADN se condensa en unas estructuras llamadas cromosomas, visibles al microscopio, en cuya composición entran también proteínas.

Un gen es, en esencia, una unidad de transcripción formada básicamente por: una *región codificadora* con los exones que contienen información, interrumpida, en los organismos eucariotas, por secuencias que serán eliminadas en el ARNm (intrones); una *región promotora* en donde se unirá la ARN polimerasa (enzima encargada de la síntesis del ARNm); y una *región terminadora* con señales para terminar el proceso de síntesis del ARNm.

En el esquema siguiente se representa un gen con tres exones (E_1 , E_2 y E_3) y dos intrones (I_1 y I_2). La región codificadora se inicia con el triplete TAC y termina con el triplete mudo ACT.



2. Mecanismo de la expresión génica: transcripción, procesado y traducción.

La información contenida en el gen se expresa, en primer lugar, mediante la síntesis de una molécula de ARN mensajero (ARNm). Este proceso recibe el nombre de *transcripción*. Para ello, la enzima ADN polimerasa se encarga de sintetizar una cadena de ARNm complementaria de una de las cadenas del ADN tomada como molde.

En los eucariotas, este ARNm sufre un *procesado* consistente básicamente en la eliminación de secuencias llamadas intrones (sin información para la síntesis de la proteína). Tanto la transcripción como el procesado tienen lugar en el núcleo celular.

Una vez procesado, el ARNm pasa al citoplasma donde los ribosomas se encargan, mediante los ARN de transferencia (ARNt), de realizar la *traducción* de la secuencia de bases del ARNm en una proteína.

Esto es posible gracias a la existencia de un *código genético*, de tal manera que una secuencia de tres bases del ARNm o *codón* codifica un aminoácido. Cada ARNt, portador de un determinado aminoácido, tiene el triplete complementario (*anticodón*) del correspondiente codón.

El mecanismo de la traducción es el siguiente: con la ayuda de una enzima, los ARNt se unen específicamente a sus respectivos aminoácidos; luego, el ribosoma acoplará el anticodón de aquéllos a los codones complementarios de la secuencia de nucleótidos del ARNm. Esto permite dejar a cada aminoácido en el lugar señalado por la secuencia de nucleótidos del ARNm. Este proceso de *síntesis proteica* tiene lugar en el citoplasma celular donde se encuentran los ribosomas.

3. Regulación de la expresión génica.

La célula tan sólo sintetiza una determinada proteína cuando la necesita, para ello utiliza señales tanto externas del medio como internas del ADN. Jacob y Monod propusieron la teoría del operón para expli-

car cómo se regula dicha síntesis. Esta regulación puede ser inducible o represible según sea el tipo de proceso para el que es necesaria la proteína: catabólico o anabólico.

Un ejemplo de *sistema inducible* es el del operón lactosa, que está constituido por un fragmento de ADN formado por:

- *Genes estructurales* (con información para la síntesis de enzimas para catabolizar la lactosa) precedidos por una *región promotora* (promotor) y una *región operadora* (operador).
- *Gen regulador*, que a ritmo lento pero continuo, se transcribe para formar una proteína represora.

La proteína represora reconoce y se une al operador. En tal situación, la ARN polimerasa no puede unirse a la región promotora contigua, por lo que no puede iniciarse la transcripción de los genes estructurales. Si en el medio aparece lactosa (inductor), ésta se une a la proteína represora inactivándola, así, el complejo inductor-represor se separa del operador permitiendo el funcionamiento del operón.

Un ejemplo de *sistema represible* sería el del operón histidina, en donde los genes estructurales sintetizan enzimas necesarias para fabricar el aminoácido histidina. Aquí la proteína represora no se une al operador, por lo que el sistema está funcionando normalmente, sintetizando histidina. Cuando la histidina está en exceso se une a la proteína represora y la activa, uniéndose este complejo a la región operadora e interrumpiendo el funcionamiento del sistema.

El operón también puede presentar un control positivo que activa la transcripción, es decir, que no sólo la permite o la interrumpe. Básicamente se basa en la existencia de una proteína activadora (CAP) que, uniéndose al AMP cíclico y posteriormente a la región promotora, activa la síntesis facilitando la unión de la ARN polimerasa al promotor.

4. Mutaciones a nivel molecular.

Una mutación es un cambio en el material genético y por tanto heredable. A nivel molecular una mutación es la sustitución de un nucleótido por otro, lo que dará lugar al cambio en un triplete de bases.

Este cambio puede ser silencioso, es decir, puede que no se traduzca en un cambio de un aminoácido por otro en la cadena polipeptídica. Esto es debido a la degeneración del código, ya que muchos aminoácidos vienen codificados por varios tripletes distintos en los que la tercera letra (nucleótido) puede ser, indistintamente, uno u otro nucleótido.

Sin embargo, en las dos terceras partes de los casos la sustitución de un nucleótido dará lugar a la sustitución de un aminoácido por otro. Si esta sustitución afecta a la actividad de la enzima, se producirá una mutación detectable.

Atención. En la actualidad se conocen cuatro tipos de secuencias de nucleótidos: a) las que tienen información para dirigir la síntesis de una enzima o proteína; b) las que dirigen la síntesis de ARNr o ARNt, que colaboran en la síntesis de proteínas; c) las que constituyen señales para el funcionamiento del gen, como región promotora, operador, etc.; y d) las que no tienen información (ADN altamente repetitivo).

Cuestión 1

Esta cuestión puedes resolverla consultando la solución de la prueba 4 (Universidad de Cantabria), opción A, cuestión 6.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión dentro del nivel poblacional (ecología: flujo de energía en un ecosistema).



Conceptos que debes recordar

- Los ecosistemas y su dinámica.
- Flujo de energía en un ecosistema.



Resolviendo la cuestión

Los productores constituyen el primer nivel trófico de los ecosistemas que incluye a los organismos autótrofos fotosintéticos (vegetales, fitoplancton y bacterias fotosintetizadoras) y quimiosintéticos.

Los productores transforman la energía del medio (solar o química) no utilizable directamente por los seres vivos, en energía química contenida en su materia orgánica que sintetizan a partir de materia inorgánica (CO_2). A través de las cadenas tróficas, esta energía contenida en la materia orgánica de los autótrofos (hojas, frutos, ramas, etc.) es utilizada y transformada por los siguientes niveles tróficos: los consumidores.

Los productores, pues, desempeñan un papel imprescindible en los ecosistemas: son la única fuente primaria de materia orgánica rica en energía del ecosistema y todos los consumidores dependen en última instancia de ellos para poder subsistir.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de aplicación de la 1ª y 2ª leyes de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- 1ª y 2ª leyes de Mendel.
- Dominancia, recesividad.

Resolviendo la cuestión

El enunciado del problema advierte claramente que el color rosa es el resultado de la relación entre alelos de un mismo gen, uno que condiciona color rojo y el otro que no condiciona color (color blanco); de aquí que podamos deducir que se trata de un caso de herencia intermedia, en donde el híbrido (heterocigoto) presenta un color intermedio rosado. Para este carácter, color de la flor, la planta podrá presentar los siguientes genotipos y fenotipos:

	Genotipo	Fenotipo
RR	(homocigoto)	Rojo
Rr	(heterocigoto)	Rosado
rr	(homocigoto)	Blanco

Si realizamos los cruces indicados, de acuerdo con la ley de la segregación obtendremos:

Fenotipo: Rosado x Blanco
Genotipo: Rr rr
Gametos: R, r r, r

Genotipo: \underbrace{Rr} \underbrace{Rr} \underbrace{rr} \underbrace{rr}
Fenotipo: 50 % Rosado 50 % Blanco

Fenotipo: Rosado x Rojo
Genotipo: Rr RR
Gametos: R, r R, R

Genotipo: \underbrace{RR} \underbrace{RR} \underbrace{Rr} \underbrace{Rr}
Fenotipo: 50 % Rojo 50 % Rosado

que es el resultado típico de un retrocruzamiento.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Problema de genética de herencia ligada al sexo.

Conceptos que debes recordar

- Genes ligados al sexo.
- Herencia ligada al cromosoma X en la especie humana.

Resolviendo la cuestión

En el enunciado se mencionan dos caracteres, con sus dos alternativas.

- a) Por un lado, la visión normal, con la alternativa ciega para los colores que se indica, depende de un solo gen (monogénico), con dominancia del alelo que condiciona la alternativa normal. Se encuentra en el cromosoma X (ligado al sexo).

- b) Por otro lado, se menciona el carácter presencia de pelo en la cabeza o no (calvicie), aunque no se dice nada respecto de su tipo de herencia.

Veamos primeramente qué ocurre con el carácter visión de los colores: denominemos al cromosoma que lleva el alelo normal X^A y al que lleva el alelo mutante de ceguera para los colores X^a .

	MADRE	—	PADRE
Genotipo	$X^A X^?$		$X^a Y$
Fenotipo	Normal		Ciego para colores
	HOMBRE		MUJER
Fenotipo	Normal		Normal
Genotipo	$X^A Y$		$X^A X^a$

La mujer, al tener a su padre ciego para los colores y ser ella normal, es necesariamente heterocigótica. La descendencia de dicho matrimonio será, de acuerdo con la segregación de la madre: todas las hijas normales, mitad homocigóticas ($X^A X^A$), mitad heterocigóticas ($X^A X^a$) portadoras. En cuanto a los hijos: la mitad serán normales ($X^A Y$) y la otra mitad ciegos para los colores ($X^a Y$).

Vamos a ver ahora qué ocurre respecto al carácter calvicie:

El tipo más frecuente en la especie humana depende de un gen autosómico influenciado por el sexo, de tal manera que el alelo que condiciona la calvicie es dominante en el varón y recesivo en la mujer, es decir, un individuo heterocigoto (Cc) será calvo si es varón y normal si es mujer.

De acuerdo con esto, el hombre, al no ser calvo, tiene que ser homocigótico normal (CC). La mujer, al tener a su madre calva y ser ella normal, es necesariamente heterocigótica (Cc):

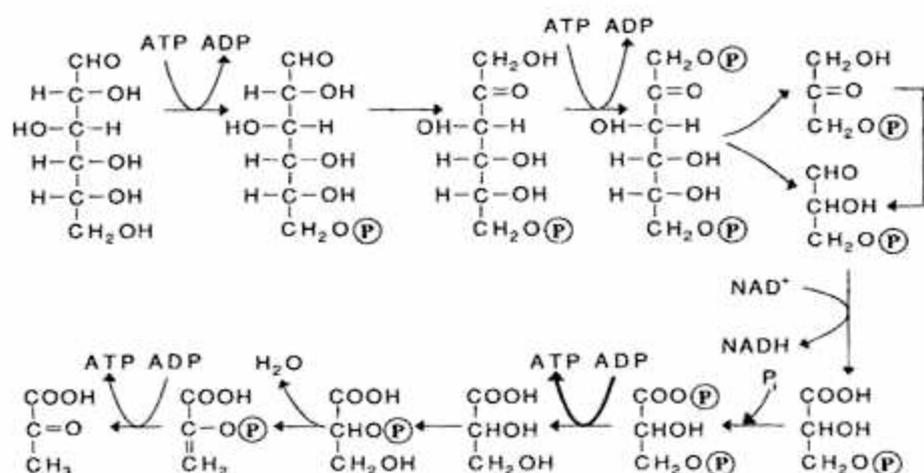
	MADRE	—	PADRE
Genotipo	cc		$C ?$
Fenotipo	Calva		?
	HOMBRE		MUJER
Fenotipo	Normal		Normal
Genotipo	CC		Cc

La descendencia de dicho matrimonio para el carácter calvicie ($CC \times Cc$) será la misma que para el carácter ceguera para los colores; todas las hijas normales, mitad homocigóticas (CC), mitad heterocigóticas (Cc) portadoras, y en cuanto a los hijos, la mitad normales homocigóticos (CC) y la otra mitad calvos heterocigotos (Cc).

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno responderá a cuatro cuestiones de la opción A y todas las de la opción B.

Opción A

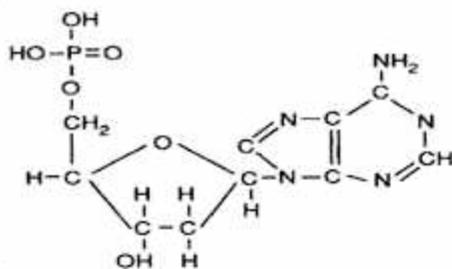


- 1 ¿Qué nombre recibe este conjunto de reacciones? ¿En qué parte de la célula se llevan a cabo estas reacciones? ¿Qué finalidad tiene? ¿Qué podrá suceder, en condiciones aerobias, con el NADH formado?
- 2 ¿Qué relación existe entre el ciclo de Krebs y la glicólisis?
- 3 ¿Qué conclusiones se pueden deducir si una población ecológica presenta un crecimiento exponencial?
- 4 Se cruzan dos plantas de flores de color rosa. Se obtiene la siguiente descendencia: plantas blancas 111 ejemplares, plantas rojas 110 ejemplares, plantas rosas 223. Deducir:
 - 1) el tipo de herencia de que se trata;
 - 2) genotipo de los padres y de los hijos.

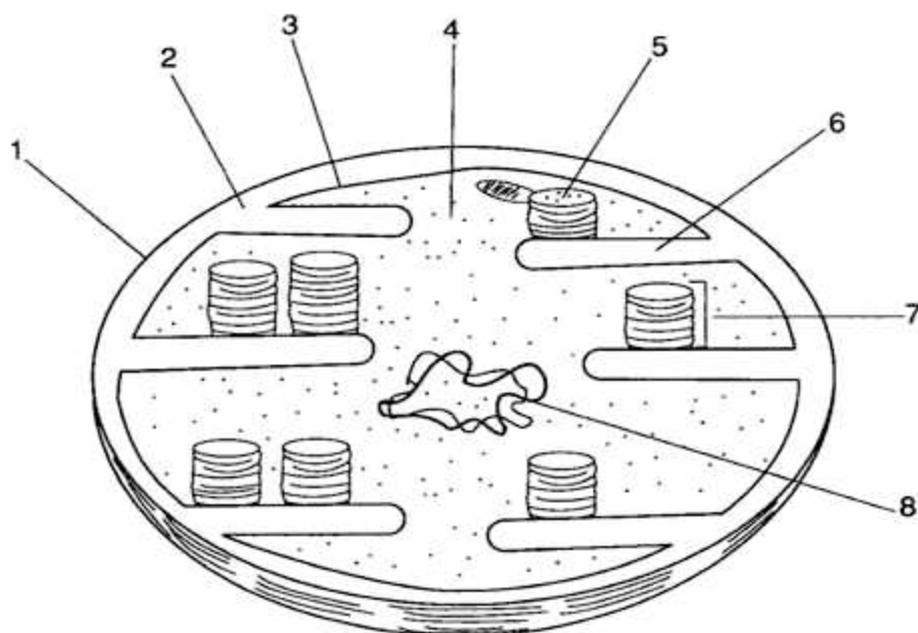
- 5 Redacta un breve texto que relacione los siguientes conceptos entre sí: mutación, gen, enzima, alteración bioquímica.
- 6 La ley o equilibrio de Hardy-Weinberg dice que la proporción de individuos homocigóticos dominantes, heterocigóticos y homocigóticos recesivos en una población se mantiene constante de generación en generación:
- ¿Siempre se cumple esta ley?
 - En caso contrario, ¿qué puede hacer cambiar este equilibrio y qué trascendencia tiene?

7 Dada la fórmula adjunta:

- Escribe las fórmulas de los componentes unitarios.
- ¿Qué tipo de molécula es?
- ¿Qué proporciona la polimerización de moléculas de esta naturaleza?



- 8 ¿De qué dependen concretamente la actividad biológica y la especificidad de las proteínas?
- 9 ¿Por qué se acepta el modelo de Watson y Crick? ¿Qué principios, requisitos y propiedades cumple este modelo?
- 10 ¿Qué representa este esquema? Ponga el nombre adecuado a cada número.



Opción B

Gatos barcinos, corpúsculos de Barr y la hipótesis de Lyon.

Una oscura mota de cromatina, llamada corpúsculo de Barr, aparece en el borde externo del núcleo en interfase de las células de las hembras de los mamíferos. Según la hipótesis de la investigadora Mary Lyon, esta mota oscura es un cromosoma X inactivado. Según Lyon, al comienzo de la vida embrionaria esta inactivación ocurre en cualquiera de los dos cromosomas X de cada célula del mamífero hembra (excepto en las células que habrán de formar óvulos), de modo que todas las células somáticas de las hembras de mamífero no son idénticas, sino que pertenecen a uno de los dos tipos, según el cromosoma X que se halle en actividad.

En los gatos, los individuos barcinos tienen el pelaje a manchas negras y amarillas y casi siempre son hembras. En esta especie los alelos para el pelaje negro o amarillo están en el segmento diferencial del cromosoma X, de modo que las gatas barcinas concuerdan con exactitud con la hipótesis de Lyon, pero a veces también se ve algún macho barcino, del que se sospecha que tiene un cromosoma X de más, suposición ésta que se corrobora con la observación de que casi siempre son estériles.

Lee atentamente el texto y contesta las siguientes cuestiones:

- 1 Explica por qué los individuos barcinos tienen el pelaje a manchas negras y amarillas y casi siempre son hembras.
- 2 Una gata negra tiene una camada de siete gatitos, cuatro negros y tres barcinos. ¿Cuál es el sexo de los gatitos? Suponiendo que la camada es de un solo padre, ¿de qué color debe ser éste?
- 3 El número diploide de cromosomas en los gatos es 38:
 - a) ¿Cuántos autosomas tiene una célula epitelial?
 - b) ¿Cuántos cromosomas sexuales tiene una célula epitelial?
 - c) ¿Cuántos autosomas tiene un óvulo?
 - d) ¿Cuántos cromosomas sexuales tiene un espermatozoide?
 - e) ¿Cuántos tipos de gametos diferentes pueden formar un gato, teniendo en cuenta sólo la distribución independiente de los cromosomas de origen materno y paterno?
 - f) ¿Cuántos cromosomas tiene un gato macho barcino? ¿Cómo eran, respecto al número de cromosomas, los gametos que dieron origen a este gato? ¿Qué ha ocurrido para que se formen estos gametos?
- 4 Explica qué ocurriría si las células formadoras de óvulos tuvieran también corpúsculo de Barr.
- 5 En el texto aparecen los términos cromatina y cromosomas. Explica si existe alguna relación entre ambos términos. Explica qué entiendes por célula en interfase. ¿Se modifica en algún momento este estado de interfase?

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al catabolismo de los glúcidos.

Conceptos que debes recordar

- Catabolismo.
- Hialoplasma.
- Fermentación.
- Ciclo de Krebs.

Resolviendo la cuestión

La secuencia de reacciones se inicia con una molécula de 6 carbonos, se trata de la glucosa en fórmula lineal, que se fragmenta en moléculas de 3 C. Al final se obtiene ácido pirúvico. Se trata, pues, de la "glicolisis", una ruta metabólica cuya finalidad es la obtención de energía para la célula mediante la degradación de la glucosa y su transformación en moléculas más sencillas y oxidadas. Si te fijas verás que la cantidad de energía obtenida es baja, tan sólo dos moléculas de ATP por molécula de glucosa transformada.

Esta ruta catabólica se lleva a cabo en el hialoplasma celular y no requiere la presencia de oxígeno.

En la glicolisis además de obtenerse ATP se obtiene una coenzima reducida, el NADH, cuya oxidación podrá realizarse por dos vías diferentes:

1. En condiciones anaeróbicas mediante los procesos de "fermentación". Por ejemplo, ante una insuficiencia de oxígeno la célula muscular oxida el NADH a NAD al tiempo que el pirúvico se reduce a láctico (fermentación láctica).
2. En condiciones aeróbicas, el NADH cederá sus electrones al oxígeno, a través de una cadena de transportadores de electrones en la llamada "respiración mitocondrial".

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión está relacionada con la anterior y, en cierto modo, es su continuación.

Conceptos que debes recordar

- Glicolisis.
- Ciclo de Krebs.
- Catabolismo.

Resolviendo la cuestión

Ya hemos visto cómo la “glicolisis” constituye una primera fase en la degradación de la glucosa. Su balance es 2 moléculas de pirúvico, 2 ATP y 2 NADH por molécula de glucosa. Ahora bien, el pirúvico sigue siendo materia orgánica que puede ser oxidada y transformada en materia inorgánica (CO_2). Esta transformación ocurre en la ruta metabólica llamada ciclo de Krebs (también denominado ciclo del ácido cítrico o de los ácidos tricarbóxicos) que tiene lugar en la matriz mitocondrial.

El ciclo de Krebs se inicia con la incorporación del “acetil-CoA” (de 2 C) a una molécula de ácido cítrico. A lo largo del ciclo se produce su oxidación total generando dos moléculas de CO_2 , una de FADH_2 , 3 de NADH y una de GTP (equivalente a un ATP), recuperándose finalmente el ácido cítrico. El acetil-CoA procede, en gran medida, de la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico, producto final de la glicolisis, aunque también puede proceder de la degradación de los ácidos grasos (β -oxidación), glicerina o desaminación de aminoácidos.

Así, la glicolisis es una vía anaeróbica en la que se inicia la degradación de los azúcares, mientras que en el ciclo de Krebs se completa la destrucción no sólo de los azúcares, sino también de otros principios inmediatos. El objeto de todo ello es conseguir el máximo posible de coenzimas reducidas, lo que finalmente se traducirá en una gran cantidad de ATP en la cadena de transporte de electrones de la mitocondria.

Cuestión 3

Situando la cuestión

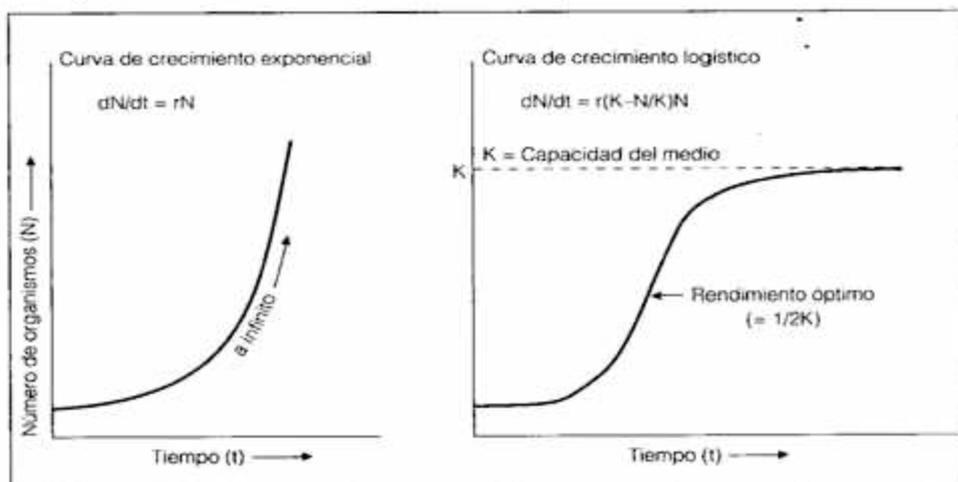
La cuestión hace referencia a la dinámica de poblaciones dentro de la Ecología.

Conceptos que debes recordar

- Crecimiento exponencial y logístico
- Potencial biótico.
- Resistencia ambiental.

Resolviendo la cuestión

Si observamos una gráfica de una población en crecimiento exponencial veremos que el número de individuos tiende a aumentar al infinito con el tiempo. Este tipo de crecimiento sólo depende del potencial biótico ($r = \text{natalidad} - \text{mortalidad}$) de esa especie.



El crecimiento exponencial sólo aparece en aquellos casos, más bien ideales, en que la población no ve limitado su crecimiento por las condiciones ambientales (resistencia ambiental), es decir, dispone de espacio y alimento ilimitado.

Lo normal en las poblaciones naturales es que, por encima de un determinado número de individuos, se ponga de manifiesto la presión del ambiente: disminución del alimento, aumento de depredadores, aparición de epidemias, etc. Así, llegado a un límite, el crecimiento de la población se detiene dándose las llamadas curvas "logísticas" de crecimiento.

El crecimiento exponencial, por tanto, sólo se da durante el periodo de crecimiento óptimo de una población juvenil cuando la resistencia ambiental todavía no se manifiesta. Suele darse en especies oportunistas (denominadas estrategias de r) adaptadas a ecosistemas que se crean y destruyen con facilidad (por ejemplo una charca), y que presentan una capacidad de multiplicación y desarrollo muy elevadas a fin de aprovechar rápida y exhaustivamente el medio.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Esta cuestión plantea un problema de genética de aplicación de la 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

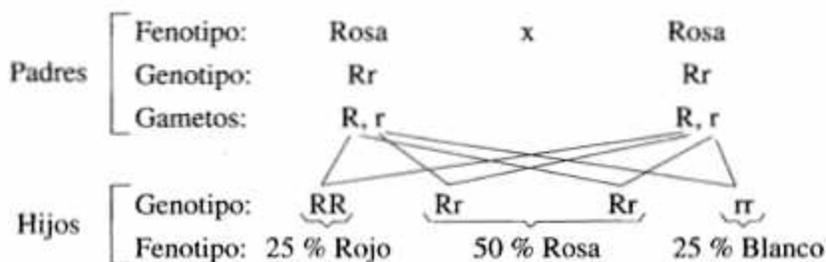
- 1ª y 2ª Ley de Mendel
- Herencia intermedia

Resolviendo la cuestión

En primer lugar, si al cruzar dos plantas de flores color rosa la descendencia no es uniforme, está claro que las plantas no eran de raza pura (homocigóticas) para el carácter en cuestión.

En segundo lugar, la descendencia presenta para el carácter color de la flor tres alternativas, blanco, rojo y rosa, en unas proporciones aproximadas de 1:1:2. Por tanto:

- 1) Este tipo de segregación es típica de una F_2 de herencia intermedia.
- 2) En efecto, supongamos que las plantas con flores rosas sean heterocigóticas, llamaremos R el alelo que condiciona el "color rojo", y r el alelo que determina la "ausencia de color" (blanco) de tal manera que la relación entre estos alelos es aditiva (o de herencia intermedia). Así, el genotipo de los padres rosas será Rr, mientras que el de los hijos serán:



Cuestión 5

Situando la cuestión

La relación de tales conceptos es, precisamente, la base de la genética molecular.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de "un gen una enzima".
- Naturaleza y función de las enzimas.
- Mutaciones génicas.

Resolviendo la cuestión

En primer lugar recordemos brevemente los cuatro conceptos a relacionar:

Gen: Unidad hereditaria que controla un carácter. Molecularmente se define como un fragmento de ADN que contiene la información para la síntesis de una cadena polipeptídica.

Mutación: Cambio en un gen, que da lugar a la aparición de una alternativa o alelo.

Enzima: Proteína específica con capacidad catalítica, que se sintetiza por la acción de un gen y regula un determinado paso en una vía metabólica.

Alteración bioquímica: Cualquier modificación que altere una función bioquímica normal.

Un ejemplo de posible texto podría ser:

El albinismo (ausencia de melanina en la piel) se produce como consecuencia de una alteración bioquímica, debido a que el gen que contiene la información para producir la enzima responsable de la síntesis de melanina ha sufrido una mutación.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Se trata de la cuestión básica de la genética de poblaciones.

Conceptos que debes recordar

- Equilibrio de Hardy-Weinberg.
- Condiciones para que se mantenga el equilibrio.

Resolviendo la cuestión

La Ley de Hardy-Weinberg dice que en una población ideal, las frecuencias génicas y genotípicas se mantienen constantes generación tras generación solamente si:

- 1) El apareamiento de los individuos de la población se debe sólo al azar (panmixia).
- 2) No hay migración (ni entrada ni salida de individuos de la población).
- 3) Si no hay mutación.
- 4) Si los distintos alelos de un gen confieren la misma eficacia biológica, es decir, no hay selección.
- 5) Si el tamaño de la población es lo suficientemente grande como para que no haya deriva genética.

Evidentemente, en las poblaciones naturales no se cumplen todas o algunas de estas condiciones, ya que:

- Difícilmente las poblaciones son panmíticas. Un individuo de la población no tiene igual probabilidad de aparearse con cualquier otro individuo de la misma.
- No hay poblaciones cerradas. Cualquier población sufre un proceso de migración más o menos constante.
- La mutación génica es un fenómeno sistemático, con una frecuencia por gen pequeña pero constante, generación tras generación.
- Aunque hay muchos genes que pueden considerarse neutros frente a la selección natural, el individuo como un todo y por lo tanto los genes que este individuo porta, siempre está sujeto a un proceso de selección natural.
- Las poblaciones son finitas y por ello siempre hay variación de las frecuencias génicas por deriva genética.

Por ello se puede afirmar que, en teoría, la Ley de Hardy-Weinberg no se cumple nunca.

Las situaciones que modifican el equilibrio son las indicadas anteriormente y la trascendencia que tienen estos cambios se refieren, a corto plazo, a la adaptación de las poblaciones al medio que les rodea, y a largo plazo, a la evolución de las poblaciones y a la aparición de nuevas especies.

Sin embargo, en la práctica, se comprueba que muchas poblaciones están en equilibrio de Hardy-Weinberg, ya que el tamaño de las poblaciones es lo suficientemente grande para que la deriva genética no sea importante; el efecto de la mutación sobre el cambio de las frecuencias génicas es despreciable a pequeña escala.

En general, el que no se cumplan las condiciones indicadas tiene efectos a largo plazo, pero no suele tenerlos a corto plazo.

Cuestión 7

Situando la cuestión

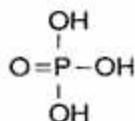
Esta cuestión se refiere a la estructura de los ácidos nucleicos, concretamente a la del ácido desoxirribonucleico o ADN.

Conceptos que debes recordar

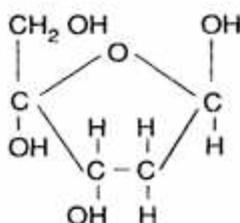
- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.

Resolviendo la cuestión

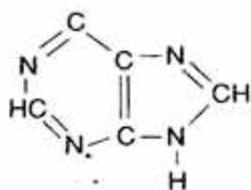
a)



Ácido ortofosfórico



β -D-Desoxirribosa



Adenina

- b) Es un nucleótido, resultado de la esterificación del OH del carbono 5' de la pentosa de un nucleósido de adenina (adenosina) con ácido ortofosfórico. Concretamente está representado el ácido desoxiadenilico o desoxiadenosina 5' fosfato (dAMP).
- c) La polimerización de moléculas de esta naturaleza da lugar a ácido desoxirribonucleico o ADN.

Cuestión 8

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a una de las propiedades básicas de las proteínas: su especificidad y papel biológico.

Conceptos que debes recordar

- Propiedades de las proteínas.
- Conformación de las proteínas y su papel biológico

Resolviendo la cuestión

La función biológica y la especificidad de las proteínas depende casi exclusivamente de su configuración espacial (forma geométrica que adoptan). Una determinada configuración está caracterizada por la situación en su superficie de los grupos funcionales de las cadenas laterales de los aminoácidos que, a su vez, son los que pueden formar interacciones no covalentes con otras moléculas complementarias para dar lugar a uniones específicas (llave-cerradura).

La configuración tridimensional está determinada por el plegamiento de las cadenas polipeptídicas y, por lo tanto, depende de la secuencia inicial de aminoácidos y de su plegamiento espontáneo en el medio acuoso celular.

Por lo tanto, la actividad biológica y la especificidad de las proteínas depende de su configuración, que a su vez está determinada por la secuencia de aminoácidos de la cadena polipeptídica.

Cuestión 9

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referente a la estructura del ácido desoxirribonucleico o ADN.

Conceptos que debes recordar

- La doble hélice del ADN: el modelo de Watson y Crick.
- Función biológica del ADN.

Resolviendo la cuestión

A principios de la década de los 50 ya se aceptaba plenamente al ADN como molécula portadora de la herencia. Sin embargo, faltaba por precisar un modelo estructural del ADN que explicara satisfactoriamente dos requisitos fundamentales exigibles a la molécula hereditaria:

1. Ser capaz de contener información específica susceptible de ser traducida.
2. Permitir un mecanismo de replicación exacto para su correcta transmisión hereditaria.

Asimismo, tal estructura debía estar de acuerdo con las conclusiones experimentales a las que Chargaff y colaboradores habían llegado:

- La proporción relativa de las cuatro bases en el ADN presenta una gran variabilidad entre las distintas especies. Sin embargo, estas proporciones son similares entre individuos de la misma especie.
- En casi todos los ADN examinados, la cantidad de adenina es igual a la de timina ($A = T$), y la de guanina es igual a la de citosina ($G = C$). A esta relación cuantitativa de bases se la denominó principio de equivalencia de las bases.

En 1953 Watson y Crick propusieron el modelo de la doble hélice para explicar la estructura del ADN. Tal modelo se ajusta perfectamente a las conclusiones de Chargaff y satisface plenamente los requisitos anteriores. Los propios Watson y Crick llegaron a sugerir algunas hipótesis sobre cómo puede desempeñar su papel el ADN y que han sido confirmadas y ampliadas posteriormente:

1. La información está contenida en la secuencia de bases nitrogenadas (secuencia de nucleótidos) del ADN. Esta información es específica de cada individuo, de ahí las diferencias y similitudes halladas por Chargaff.
2. Una determinada secuencia de nucleótidos del ADN puede traducirse en una secuencia determinada de aminoácidos de acuerdo con la hi-

pótesis “un gen-una enzima”. Por medio del proceso de transcripción se transfiere la información (secuencia de bases) a otra molécula, el ARN mensajero, que traslada sus órdenes al lugar de la célula donde se precisan.

3. El emparejamiento de bases A-T y G-C del modelo justifica el principio de equivalencia de Chargaff y sugiere un mecanismo de autorreplicación del ADN: dada la complementariedad de las bases, al separarse las dos cadenas, cada una puede servir como molde para la síntesis de una nueva cadena complementaria. De este modo, la información genética codificada en la secuencia de bases puede transmitirse fielmente.
4. Un cambio en la secuencia (mutación) puede modificar la información y ser transmitida a la descendencia, lo que explica el hecho evolutivo.

El modelo de doble hélice también explica las propiedades, tanto físicas (difracción de rayos X) como químicas (desnaturalización, renaturalización e hibridación), observadas en el ADN.

Asimismo, este modelo satisface los principios de unidad y diversidad requeridos por el material hereditario. A pesar de estar integrado solamente por cuatro tipos de bases, A-T y G-C, según un modelo unitario para todos los seres vivos, el número de secuencias posibles y, por lo tanto, la diversidad de la información almacenada es prácticamente infinita.

Cuestión 10



Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la estructura de orgánulos celulares.



Conceptos que debes recordar

— Estructura de un cloroplasto.



Resolviendo la cuestión

El esquema representa un cloroplasto de una célula vegetal, en el se señalan las siguientes partes:

- 1) Membrana externa.
- 2) Espacio intermembranas.
- 3) Membrana interna.
- 4) Estroma con plastorribosomas.

- 5) Fotosistemas y pigmentos fotosintéticos.
- 6) Membranas tilacoidales y tilacoides del estroma.
- 7) Pilas de discos tilacoides: "granas".
- 8) ADN cloroplástico, doble y circular.

Opción B

Situando la cuestión

La mayor parte de estas cuestiones hacen referencia al texto sobre los gatos barcinos y tratan aspectos de herencia ligada al sexo y dotaciones cromosómicas en células somáticas y gaméticas.

Conceptos que debes recordar

- Autosomas y cromosomas sexuales.
- Determinación cromosómica del sexo en Mamíferos.

Resolviendo las cuestiones

Cuestión 1

Según indica el texto, "las gatas barcinas concuerdan con exactitud con la hipótesis de Lyon". Según la hipótesis de esta investigadora, en todas las células (excepto en las formadoras de óvulos) de las hembras adultas de mamífero uno de los dos cromosomas X está inactivado.

Esta inactivación tiene lugar en una fase temprana del desarrollo, y aunque en todas las células se inactiva uno de los dos cromosomas X, el cromosoma que se inactiva puede ser cualquiera de los dos al azar, el de origen paterno o el materno. (Esta inactivación se interpreta como una manera de compensar la dotación doble de las hembras respecto de los machos para los genes que se encuentran en el cromosoma X.) Por tanto, las hembras poseen dos tipos de células según el cromosoma X que se halle en actividad.

Las gatas barcino deben ser heterocigóticas para el color del pelaje, es decir poseen ambos alelos, negro y amarillo, localizados en sus respectivos cromosomas X. Al inactivarse al azar uno de los dos cromosomas X, se inactivará también uno de los dos alelos que determina el pelaje. Es decir, tales hembras poseerán dos tipos de células epiteliales: unas con el alelo amarillo en el único cromosoma X activo y otras con el alelo negro en el cromosoma activo. Todo ello se traducirá en un pelaje manchado.

El sexo de los gatos barcinos es casi siempre femenino. Como los alelos para el color del pelaje se encuentran en el cromosoma X, los machos nunca podrán ser heterocigóticos como lo son las hembras, sino homocigóticos para uno u otro alelo.

Por ello, la única posibilidad de que un macho presente el fenotipo barcino es que tenga una constitución XXY (como los individuos Klinefelter en la especie humana). Estos gatos serían fenotípicamente machos por la presencia del cromosoma Y. Si dicho macho XXY fuera además hetero-

cigótico para los alelos en cuestión, al inactivarse uno de los dos cromosomas X daría fenotipo barcino como en las hembras.

Como la frecuencia de los individuos XXY es baja, ya que depende de una anomalía en la segregación de los cromosomas en la meiosis, casi siempre los individuos barcino son hembras.

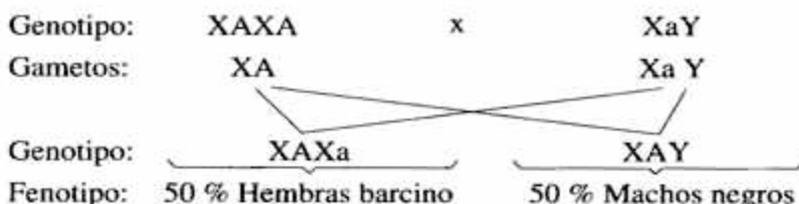
Cuestión 2

Vamos a determinar el genotipo de los individuos que se cruzan. Llamemos XA al cromosoma con el alelo para pelaje negro, y Xa para pelaje amarillo.

La gata negra será XAXA.

Los gatitos barcino tienen que ser de genotipo XAXa.

El alelo Xa de los gatitos tiene que haber venido del padre, por lo tanto éste tendrá genotipo XaY y pelaje amarillo. De acuerdo con esto, el cruce y su descendencia será:



Por tanto, de la camada de siete gatitos, cuatro negros y tres barcino, los cuatro gatos negros serán machos y los tres barcino hembras.

Cuestión 3

- Si el número diploide de cromosomas de los gatos es 38, 36 son autosomas y 2 son cromosomas sexuales (o heterocromosomas). Por ello una célula epitelial, que es una célula somática, tendrá 36 autosomas.
- Una célula epitelial, como cualquier célula somática, tiene dos cromosomas sexuales, bien iguales XX si se trata de una hembra, o distintos XY si se trata de un macho.
- Un óvulo es un gameto femenino, producido por meiosis, por lo que tendrá la mitad del número de cromosomas de la especie, es decir, 18 autosomas y 1 cromosoma sexual, el cromosoma X.
- Un espermatozoide es un gameto masculino producido por meiosis, por lo que tendrá la mitad del número de cromosomas de la especie, 18 autosomas y 1 cromosoma sexual (bien el cromosoma X o el Y).
- Un gato tiene 19 cromosomas de origen paterno y 19 cromosomas de origen materno, que son homólogos y que constituyen la dotación diploide (2n) del individuo. En la meiosis se forman, para cada par de cromosomas homólogos, 2 tipos de gametos distintos, el que recibe el cromosoma paterno y el que recibe el cromosoma materno. Como hay 19 pares de cromosomas homólogos, y cada par se reparte independientemente de cualquier otro, el número de combinaciones posibles será $2 \times 2 \times \dots$ (19 veces) o, lo que es lo mismo, 2^{19} , que es una cifra considerablemente grande, 524.288 tipos distintos de gametos.

- Como comentamos en la cuestión 1, la única posibilidad de que un gato macho sea barcino es que tenga la constitución XXY, por lo que un macho barcino tendrá 39 cromosomas. Los gametos que dieron origen a ese macho deberían ser óvulos XX y espermatozoides Y, o bien óvulos X y espermatozoides XY. Por datos que se tienen en la especie humana, lo más probable es que se diera el primer caso (óvulos XX y espermatozoides Y). Estos gametos especiales se pueden producir por un fenómeno de no disyunción en la meiosis. En lugar de que los dos cromosomas homólogos pasen cada uno a un polo, pasan los dos al mismo polo, formándose un gameto aneuploide ($n+1$).

Cuestión 4

Si las células formadoras de óvulos (o tejido germinal femenino) tuvieran también corpúsculo de Barr, indicaría que uno de los dos cromosomas X de dichas células estaría inactivado. En la oogénesis, si la segregación de los dos cromosomas X en la meiosis se diera al azar, y no dependiera de su estado, se formarían dos tipos de óvulos, unos con el cromosoma X inactivo y otros con el cromosoma X activo. Veamos las diferentes posibilidades de fecundación:

- Los óvulos con el cromosoma X inactivo fecundados por espermatozoides con el cromosoma Y darían lugar a cigotos inviables, ya que dicho cigoto no tendría activo ninguno de los genes del cromosoma X.
- Los óvulos anteriores fecundados por espermatozoides X, o bien no sufrirían la inactivación por tener uno de los dos cromosomas X ya inactivo, o la sufrirían, con la consiguiente inactivación de los dos cromosomas X en muchas células, lo cual probablemente también sería inviable.
- Los óvulos formados con el cromosoma X activo serían normales en todos los aspectos.

Es decir, probablemente las consecuencias de que también las células germinales tuvieran corpúsculo de Barr sería que la mitad de los óvulos darían lugar a cigotos inviables. La fertilidad se reduciría al 50%.

Cuestión 5

Sí que existe una relación entre los términos: cromatina y cromosoma. Recibe el nombre de cromatina el conjunto del ADN, de proteínas histónicas y no histónicas y de una pequeña porción de ARN que constituyen los cromosomas.

Una célula en interfase es una célula que no se encuentra en fase de mitosis o de meiosis. Es una célula aparentemente en reposo, ya que el aspecto de la célula, su núcleo y citoplasma, no cambia, a diferencia de lo que ocurre durante la mitosis y meiosis. No obstante es un estado muy activo metabólicamente.

En la interfase la cromatina se halla dispersa en el núcleo celular. El estado de interfase se modifica cuando la célula entra en división mitótica o meiótica, entonces la cromatina se condensa haciéndose visibles los cromosomas.

5



ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá contestar las cuatro preguntas de la opción elegida.

Opción A

- 1 Estructura del centriolo. Su relación con cilios y flagelos.
- 2 Autoduplicación del ADN.
- 3 Concepto de taxonomía y de nomenclatura binomial.
- 4 Un individuo cuyo grupo sanguíneo es el A (hijo, a su vez, de un hombre del grupo O) se casa con una mujer del grupo B (hija de padres ambos AB).

Razone cómo son los genotipos y fenotipos probables o seguros de hijos, padres y abuelos.

Opción B

- 1 Formule un nucleótido cualquiera indicando su nombre y el tipo de enlaces que unen sus elementos componentes.
- 2 Procesos de permeabilidad celular.
- 3 Significado biológico de la meiosis.
- 4 Explique cuál es la diferencia fundamental que separa el lamarquismo del darvinismo.

Universidad de Castilla-La Mancha. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión se refiere, dentro de la estructura celular, a las estructuras responsables de los movimientos celulares.

Conceptos que debes recordar

- El citoesqueleto: microfilamentos y microtúbulos.
- Estructura y función del centriolo.
- Cilios y flagelos.

Resolviendo la cuestión

Los centriolos forman parte de una estructura típica de las células eucarióticas denominada centrosoma o centro celular. El centrosoma está constituido por un par de centriolos (diplosoma) inmersos en un material de aspecto amorfo (material pericentriolar) y rodeado de un haz de microfilamentos (áster) que parten del centrosoma a modo de rayos. En los vegetales superiores (angiospermas) no aparecen centriolos.

Un centriolo es un cilindro de 0,2 a 0,5 μm de longitud cuyas paredes están formadas por 9 tripletes de microtúbulos. Cada triplete está unido al vecino mediante puentes que aseguran el mantenimiento de la estructura del centriolo.

La función de los centriolos está relacionada con la formación y organización de los microtúbulos que forman el citoesqueleto celular y en concreto con la formación del huso acromático en la división del núcleo celular. (Sin embargo, en las células vegetales carentes de centriolos parece que basta con el material pericentriolar para la formación del huso.)

Los cilios y flagelos son prolongaciones móviles de la superficie de muchas células que les permiten desplazarse en el medio acuoso que les rodea. Estas estructuras difieren en su tamaño y número, pero no en su organización interna. Los cilios miden unos 0,2 μm de diámetro y de 2 μm a 10 μm de longitud y aparecen en número abundante en cada célula y los flagelos alcanzan hasta 200 μm y sólo aparecen uno o a lo sumo unos pocos.

La organización interna de cilios y flagelos es muy similar y guardan una estrecha relación con los centriolos. Cada cilio o flagelo presenta:

- Corpúsculo basal: estructura idéntica a un centriolo que se encuentra en la base de cilios y flagelos anclada en el hialoplasma.

- Tallo o axonema: prolongación del corpúsculo basal que se continúa por el interior del cilio o flagelo y que a diferencia del centriolo posee nueve grupos de dos microtúbulos (en vez de tripletes) y en el centro del cilindro que forman éstos aparece una pareja de microtúbulos centrales.

Esta relación estructural y funcional entre centriolos y cilios y flagelos no es casual, ya que en ambos casos se trata de estructuras que intervienen en el movimiento. Los centriolos parecen ser centros de organización de movimiento, mientras que los cilios y flagelos, estructuras al parecer derivadas de centriolos, aprovechan aquella cualidad para producir desplazamiento celular.

Cuestión 2

Esta cuestión está resuelta en la solución de la prueba 7 (Universidad de Extremadura), opción B, cuestión 3.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Taxonomía y nomenclatura binomial son términos referentes a la clasificación de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación y criterios de clasificación de los seres vivos.
- Categorías taxonómicas y nomenclatura de los seres vivos.

Resolviendo la cuestión

La taxonomía o sistemática es la subciencia biológica que trata la clasificación ordenada y jerarquizada de los seres vivos.

Para realizar esta clasificación se utilizan criterios de semejanza morfológicos, embriológicos, bioquímicos, genéticos, etc., derivados del parentesco o proximidad evolutiva entre los organismos.

Por taxón se entiende un grupo de organismos que poseen una serie de características comunes. Según sea el criterio de clasificación (más o menos general) utilizado para establecer el taxón se distinguen diferentes categorías taxonómicas: reino, tipo (o filum), clase, orden familia, género y especie. El taxón superior, más extenso, es el reino el cual comprende a varios tipos, cada uno de los cuales comprende varias clases y así sucesivamente.

La nomenclatura binomial, establecida por Linneo, es el sistema de nomenclatura aceptado y adoptado internacionalmente para la denominación de los seres vivos. Según ésta, cada especie se identifica con dos nombres técnicos en latín o latinizados; el primero (con la primera letra en mayúsculas) identifica al género al que pertenece la especie; el segundo (en minúsculas) es el nombre específico. Así, los humanos pertenecemos a la especie *Homo sapiens*.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética sobre alelos múltiples.

Conceptos que debes recordar

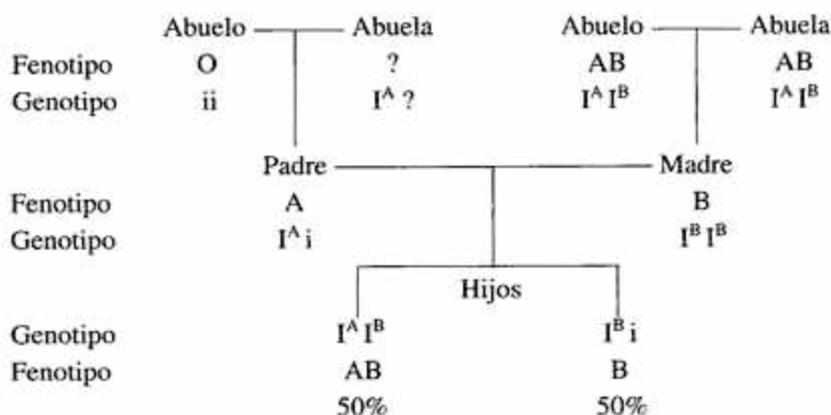
— 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

El grupo sanguíneo ABO en la especie humana depende de un gen con tres alelos, I^A , I^B , i , siendo el alelo i recesivo y los alelos I^A e I^B codominantes. Así, las diferentes combinaciones genotípicas posibles y sus respectivos fenotipos son los siguientes:

Genotipo	Fenotipo
$I^A I^A, I^A i$	A
$I^B I^B, I^B i$	B
$I^A I^B$	AB
ii	O

De acuerdo con esto, los individuos del problema presentan los siguientes fenotipo y genotipo:



El abuelo paterno tiene que ser necesariamente homocigoto recesivo. No sabemos nada de la abuela paterna, pero al tener su hijo fenotipo A, el alelo I^A le tiene que venir de ella, por lo tanto la abuela paterna puede tener los siguientes fenotipo y genotipo: A ($I^A I^A$), A ($I^A i$) o AB ($I^A I^B$).

Respecto de los abuelos maternos están perfectamente definidos en el problema, por lo que su hija, al tener el fenotipo B, tiene que ser necesariamente homocigótica $I^B I^B$.

Los hijos serán mitad AB y mitad B, ya que reciben siempre el alelo I^B de su madre; de su padre pueden recibir el alelo I^A o el alelo i con igual probabilidad.

Opción B

Cuestión 1

Esta cuestión puedes resolverla consultando la cuestión 1 de la prueba 10 (Universidad de Las Palmas).

Cuestión 2

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba 9 (Universidad de La Laguna), bloque 1, cuestión 2.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia al objeto e importancia de este peculiar tipo de división celular.

Conceptos que debes recordar

- Objeto de la meiosis.
- Meiosis y ciclos biológicos.

Resolviendo la cuestión

La meiosis es un proceso de división particular del núcleo de células diploides cuyo objeto es formar núcleos hijos haploides, es decir, con la mitad de cromosomas de la célula madre.

La función de la meiosis es precisamente reducir a la mitad el número de cromosomas de las células hijas y su significado biológico es el de mantener constante el número de cromosomas en las especies de reproducción sexual. En éstas, la meiosis debe tener lugar necesariamente en algún momento de su ciclo biológico para evitar la duplicación cromosómica que se produciría como consecuencia de la fecundación de los gametos y su cariogamia (unión de núcleos):

- En los ciclos de especies diplontes (animales superiores), la meiosis tiene lugar durante la formación de los gametos.
- En las especies haplodiplontes (musgos, helechos y espermatofitas), la meiosis tiene lugar durante la formación de esporas (meiosporas haploides) que darán lugar a los gametofitos (haploides).

- En las especies haploides (algunas algas), la meiosis sucede tras la formación del cigoto.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Ver las diferencias fundamentales entre las dos teorías más importantes que se han emitido sobre la evolución de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

- Lamarquismo.
- Darwinismo.

Resolviendo la cuestión

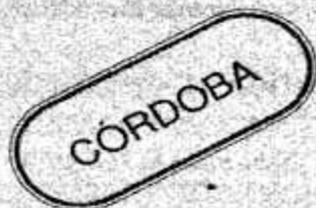
Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), propuso un mecanismo para explicar la diversidad de los seres vivos. Estudiando especies fósiles muy parecidas a las actuales, llegó a la conclusión de que éstas podían derivar por sucesivas transformaciones de las primitivas. Esta forma de pensamiento se denominó "transformismo". Según Lamarck, los organismos se transforman por exigencia del medio ("la necesidad hace al órgano"), y estas características adquiridas a lo largo de la vida del individuo se transmitirían a la descendencia. Quizás el error más importante sostenido por Lamarck y criticado por Darwin fue el mantener que en los seres vivos había una tendencia innata a evolucionar.

Charles Darwin (1809-1882) formuló una teoría completa para explicar el origen y diversidad de las especies. De la idea de Malthus relativa a que la población crece más rápidamente que la producción de alimentos, Darwin extrae la idea de la "lucha por la supervivencia": de una población de individuos diversos, la "selección natural" escoge a los mejor adaptados. Según Darwin, esta selección de individuos de una población daría lugar a la formación de una nueva especie.

Darwin no supo explicar cómo podrían aparecer nuevas y diferentes características entre los individuos en la misma población y ello le llevó a admitir en parte la tesis de Lamarck sobre la herencia de los caracteres adquiridos.

La diferencia fundamental del darwinismo frente al lamarquismo, es la propuesta de un mecanismo, la selección natural, que elimina aquella variabilidad perjudicial para la adaptación de los individuos al medio y favorece la variabilidad que confiere mayor eficacia o mayor adaptación al medio. Es decir, Darwin propone un mecanismo lógico, contrastable, mientras que Lamarck invoca una tendencia o un deseo de los organismos por evolucionar.

6



ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos cuestiones de las cuatro propuestas.

- 1 El núcleo interfásico: describa sus componentes.
- 2 Concepto de gen. Localización y organización de los genes. Regulación de la expresión génica.
- 3 Conceptos de anticuerpo y de antígeno. Propiedades de los antígenos.
- 4 Concepto de alelo. Alelos dominantes, recesivos y equipotentes.

Resuelva la siguiente cuestión: cobayos heterocigóticos negros (Nn) son apareados con homocigóticos recesivos blancos (nn). Prediga las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas del cruzamiento retrógrado de la progenie F_1 negra con: a) el progenitor negro; b) el progenitor blanco.

Universidad de Córdoba. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestiones 1 y 2

Estas preguntas están desarrolladas en la prueba 3 (Universidad de Cádiz), temas 2 y 3 respectivamente.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a uno de los elementos que integran el sistema defensivo inmunitario.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de antígeno y anticuerpo.
- Reacción antígeno-anticuerpo.

Resolviendo la cuestión

Los anticuerpos son proteínas plasmáticas globulares denominadas genéricamente inmunoglobulinas (Ig). Son producidas por los linfocitos B ante la presencia de determinadas sustancias extrañas al organismo, los antígenos, y con los cuales reaccionan específicamente anulando su posible efecto patógeno.

Los antígenos son sustancias extrañas a un organismo, normalmente de naturaleza proteica, que introducidas en él tienen la propiedad de desencadenar la respuesta inmunitaria. Los antígenos se caracterizan por poseer configuraciones superficiales (determinantes antigénicos) distintas a las de las moléculas semejantes del receptor, por ello no son reconocidos como propios por las células inmunitarias induciendo la elaboración de anticuerpos.

Los anticuerpos reaccionan específicamente con sus antígenos, es decir, un tipo de anticuerpos sólo reconoce y reacciona con un determinado tipo de antígenos. Ello es debido a que la unión antígeno-anticuerpo es específica, esta unión es comparable a la que se establece entre enzima y sustrato, sólo es posible si el anticuerpo posee la estructura adecuada para "acoplarse" al antígeno, de ahí la importancia de la estructura del anticuerpo en su reacción con el antígeno.

Atención. La molécula de las inmunoglobulinas tiene forma de Y. Está constituida por cadenas polipeptídicas, dos ligeras (L) y dos pesadas (H), unidas por puentes disulfuro. Tanto las cadenas H como las L poseen un sector invariable característico de cada tipo de inmunoglobulina (Ig G, Ig A, Ig M, Ig E e Ig D), y un sector variable en sus extremos característico de cada anticuerpo específico. Es por este sector variable (zona anticuerpo) por donde se realiza la unión con el antígeno.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La primera parte trata de una cuestión teórica, en la que hay que definir lo que es un alelo y dar una breve explicación de algunas de sus relaciones. La segunda trata un problema práctico sobre la primera y segunda Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Gen.
- 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

1. Conceptos:

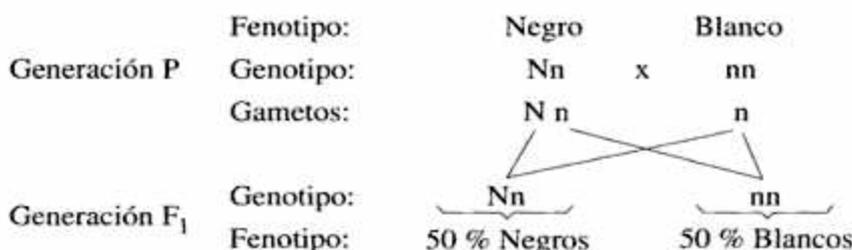
Se denomina alelo de un gen a cada una de las alternativas que puede tener dicho gen. Por ejemplo, el gen que regula el color de la flor en el dondiego de noche presenta dos alelos, uno determina el color blanco, otro determina el color rojo.

En los organismos diploides cada carácter está regido por un par de genes (o par de alelos) localizados en la misma región del respectivo cromosoma homólogo. En ellos puede ocurrir que los dos alelos del par sean el mismo; se dice que ese individuo es homocigótico respecto ese carácter. Si los dos alelos son diferentes entonces el individuo será heterocigótico o híbrido.

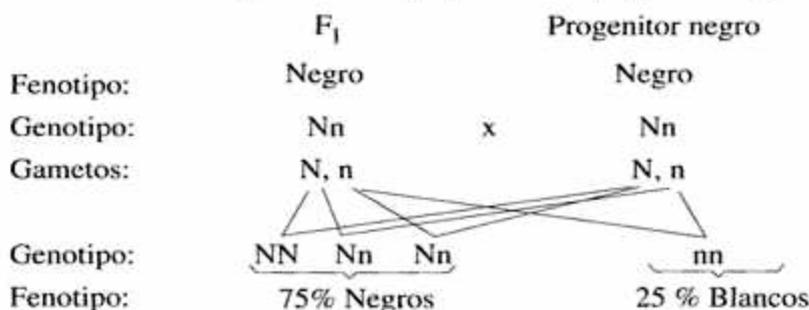
Si un individuo heterocigoto manifiesta el carácter de uno solo de los alelos se dice que el alelo es dominante sobre el que no lo expresa, que llamaremos recesivo. Dos alelos son equipotentes o codominantes, si se manifiesta con igual fuerza su carácter en el híbrido, entonces el fenotipo producido es intermedio. En el ejemplo anterior, los dondiegos híbridos con ambos alelos, rojo y blanco, tienen fenotipo de color rosa, pues los alelos son codominantes.

2. Cuestión:

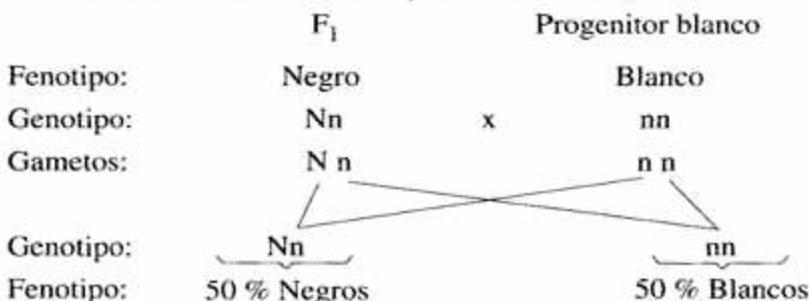
El cruzamiento que plantea el problema es el siguiente:



A) Cruzamiento retrógrado de la F₁ negra con el progenitor negro:



B) Cruzamiento retrógrado de la F₁ negra con el progenitor blanco:



7

EXTREMADURA

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno elegirá uno de los dos repertorios siguientes.

Repertorio A

- 1 Tipos de ARN y funciones que realizan.
- 2 Responde verdadero o falso a las siguientes afirmaciones, razonando las respuestas:
 - a) Los virus poseen todas las características de un ser vivo.
 - b) La información genética se transmite siempre en el sentido ADN \longrightarrow ARN \longrightarrow Proteína.
 - c) Una molécula de proteína puede ser codificada por segmentos discontinuos de ADN.
- 3 Estructura y composición de los cloroplastos. Citar los procesos metabólicos que se realizan en ellos y su localización.
- 4 Influencia de la concentración de sustrato sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas.
- 5 Mutaciones moleculares: concepto y tipos. Agentes mutagénicos.

Repertorio B

- 1 Algunos polisacáridos tienen función energética y otros función estructural. Poner ejemplos de los dos tipos señalando sus características más importantes.
- 2 Señala la importancia de los siguientes procesos, indicando la localización de cada uno en la estructura celular: glucólisis, ciclo de Krebs, fosforilación oxidativa, ciclo de Calvin (o de las pentosas) y biosíntesis de proteínas.
- 3 Autoduplicación o replicación del ADN.
- 4 Define escuetamente: cápsida, péptido-glucano, bacterias F+, peroxisomas y pilis.
- 5 ¿Sería posible la síntesis abiótica de moléculas orgánicas complejas en las actuales condiciones de la Tierra? Razónalo.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Repertorio A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a la clasificación y estudio de las funciones de los distintos tipos de ARN.

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- El ácido ribonucleico: tipos y funciones que desempeñan.

Resolviendo la cuestión

Por su localización celular, estructura y función que desempeñan se distinguen varios tipos de ARN: ARNm (mensajero), ARNr (ribosómico), ARNt (transferente) y ARNhn (heterogéneo nuclear).

1. ARN mensajero (ARNm):

Representa aproximadamente entre el 3 y el 5 % del total del ARN de las células. Forma cadenas cortas y lineales que poseen únicamente estructura primaria y que pueden llegar a estar formadas hasta por 5 000 nucleótidos.

Función: El ARNm lleva la información desde el núcleo al hialoplasma. Se forma en el núcleo por transcripción del ADN; cada gen da lugar a un ARNm distinto y contiene la información necesaria para la síntesis de una cadena polipeptídica determinada. El orden en que se encuentren colocados los tripletes (codones) de bases en el ARNm determinará el orden en que se encuentren colocados los aminoácidos en la proteína que se sintetice.

2. ARN de transferencia (ARNt):

Está formado por moléculas relativamente pequeñas que contienen entre 73 y 93 nucleótidos y constituyen una única hebra o cadena. Esta cadena se repliega sobre sí misma presentando zonas con doble hélice y regiones de bases desapareadas que originan tres bucles o brazos. Esta estructura secundaria particular recibe el nombre de "hoja de trébol".

Además de las bases principales, contiene en proporción cercana al 10% otras bases secundarias. En uno de sus brazos (brazo anticodón) cada ARNt lleva una tripleta de bases característica denominada anticodón.

Función: Los diferentes ARNt se hallan dispersos en el hialoplasma, donde se encargan de recoger los diferentes aminoácidos (formando un complejo aminoacil-ARNt) y transportarlos hasta los ribosomas. Cada aminoácido es transportado por un ARNt específico.

3. ARN ribosómico (ARNr):

Es el más abundante, constituyendo entre el 90 y 95 % de todo el ARN citoplasmático. Posee las cuatro bases nitrogenadas principales, estando alguna de ellas metilada. Al igual que el ARNt presenta zonas con estructura de doble hélice.

Función: Asociado a proteínas forma parte de los ribosomas donde supone un 60-70 % en peso de éstos. Los ribosomas son los orgánulos encargados de la biosíntesis de proteínas, concretamente, "traducen" la secuencia de bases del ARNm en la secuencia correspondiente de aminoácidos. Para ello, a cada codón del ARNm acoplan el anticodón correspondiente del ARNt portador del aminoácido específico.

4. ARN heterogéneo nuclear (ARNhn):

Está localizado en el núcleo. Presenta gran variedad de tamaños, de ahí su nombre.

Función: Es el precursor de los ARNm en los que se transforma tras un proceso de maduración. En este proceso se eliminan las secuencias transcritas de nucleótidos no codificantes (intrones).

Cuestión 2



Situando la cuestión

Se trata de afirmaciones referentes al material genético y su significado biológico.



Conceptos que debes recordar

- Concepto de código genético.
- Mecanismo de la expresión génica.



Resolviendo la cuestión

a) Falso.

Los virus tienen ARN ó ADN como molécula hereditaria, con información para replicarse y dar lugar a moléculas idénticas. Esta información puede variar por mutación. Así pues, los virus cumplen el requisito mínimo para ser considerados seres vivos. Sin embargo, los virus carecen de organización celular, no desarrollan un metabolismo propio y deben parasitar a organismos celulares para reproducirse, ya que son incapaces de hacerlo por sí mismos. Si consideramos éstas características como propias de los seres vivos, entonces, los virus no poseen "todas" ellas.

b) Falso.

Normalmente la transmisión de información se da en el sentido indicado. Sin embargo, la información genética en los virus de ARN (el de la gripe, por ejemplo) no procede del ADN, sino que utilizan ARN directamente como molde para sintetizar ARN. También, ciertos virus de ARN productores de tumores, llamados retrovirus, integran su ARN en el ADN de células superiores provocando el proceso canceroso. Esta integración es posible gracias al concurso de la transcriptasa inversa, enzima que tomando como molde el ARN vírico sintetiza ADN.

c) Verdadero.

En los organismos eucariotas, la estructura del gen a nivel molecular presenta secuencias intercaladas que, aunque se transcriben en ARNm, son eliminadas durante el procesado de éste. Estas secuencias se denominan intrones. Las secuencias que quedan después de eliminados los intrones, se denominan exones.

Cuestión 3

Esta cuestión puedes resolverla revisando el tema a de la prueba 1 (Universidad de Alicante).

Cuestión 4

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión dentro del mecanismo de actuación de las enzimas.

Conceptos que debes recordar

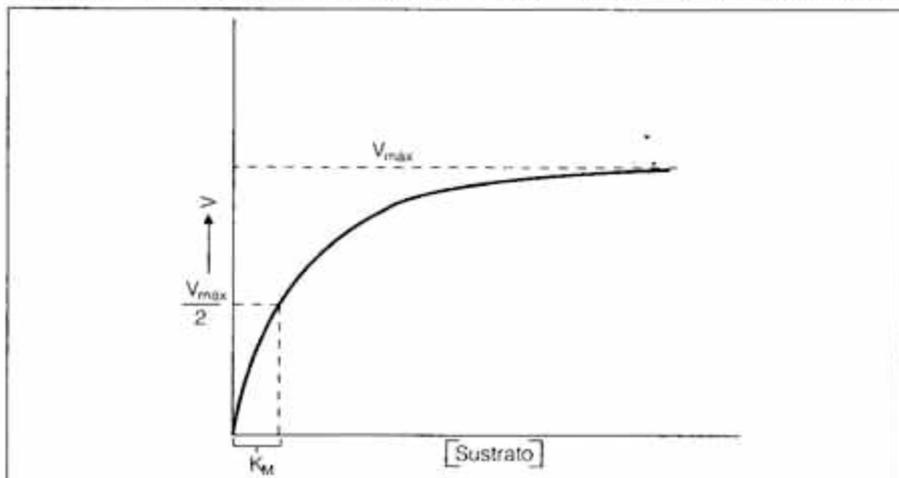
- Mecanismo de actuación enzimática.
- Introducción a la cinética de las reacciones catalizadas por enzimas.

Resolviendo la cuestión

La velocidad de una reacción enzimática se mide por el número de moléculas de sustrato transformadas por unidad de tiempo. Esta velocidad depende de varios factores, entre ellos: la concentración de moléculas de enzima, de sustrato y la eficacia de la enzima.

Manteniendo constante la concentración de la enzima en una reacción catalizada, se observa que la velocidad de la reacción aumenta conforme incrementamos la concentración del sustrato. Este aumento de la velocidad, rápido a concentraciones bajas de sustrato, va haciéndose más lento hasta que finalmente, grandes aumentos en la concentración del sustrato no aumentan significativamente la velocidad de la reacción. En este punto decimos que se ha alcanzado la velocidad máxima para esa determinada con-

centración de enzima. Esta $V_{m\acute{a}x}$ se alcanza cuando la totalidad de las moléculas enzimáticas están saturadas por el sustrato y por ello, no puede aumentarse la transformación de sustrato más de lo que ya se está haciendo.



Variación de la velocidad de reacción en función de la concentración de sustrato a una concentración enzimática constante.

Michaelis y Menten propusieron la ecuación que permite hallar la velocidad de reacción para una determinada concentración de sustrato (a concentración enzimática constante). Esta ecuación es válida para una concentración del sustrato no saturante.

$$V = V_{m\acute{a}x} \frac{[S]}{K_M + [S]}$$

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a los cambios que tienen lugar en la molécula que contiene la información hereditaria y a los agentes físicos y químicos que provocan dichos cambios.

Conceptos que debes recordar

- Modelo de Watson y Crick para el ADN.
- Concepto molecular de gen.

Resolviendo la cuestión

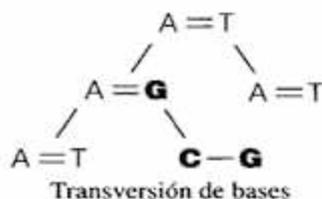
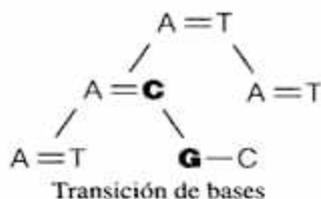
Concepto de mutación molecular:

Una vez establecido el hecho de que la información genética está contenida en la secuencia de nucleótidos del ADN, puede definirse la mutación a nivel molecular como un cambio en dicha información debido a la sustitución de un nucleótido por otro.

Tipos de mutaciones:

Transiciones de bases: Cuando de una pareja A-T pasamos a una pareja G-C y a la inversa. Se deben a que la configuración molecular de los nucleótidos puede presentar formas tautoméricas, es decir, un tipo de isomerización, que permite que la adenina y citosina puedan emparejar entre sí; y lo mismo puede suceder con la guanina y timina.

Transversiones de bases: Cuando de una pareja A-T pasamos a una pareja C-G. Esto requeriría un emparejamiento de la adenina con la guanina, o de la timina con la citosina. Las transversiones, aunque se dan con frecuencia parecida a las transiciones, aún no se comprenden bien.



Si estas sustituciones afectan a la primera o segunda base de un codón, se producirá un cambio en la información genética que se traducirá en la sustitución de un aminoácido por otro.

Otros tipos de mutación a nivel molecular son las deleciones o inserciones de una o unas pocas bases, las inversiones y transposiciones de pequeñas secuencias de nucleótidos.

Las mutaciones pueden ser espontáneas, producidas por "errores" de la ADN polimerasa durante la replicación del material hereditario, o bien inducidas por agentes mutagénicos físicos o químicos.

Atención. Gracias a que la ADN polimerasa tiene un mecanismo de "prueba de lectura" la replicación se produce prácticamente sin errores. Sin embargo, alguno se escapa produciéndose la mutación.

Agentes mutagénicos:

Los principales agentes mutágenos físicos son las radiaciones ionizantes de onda corta (rayos X y rayos ultravioleta) y la emisión de partículas radiactivas (α , β y neutrones). Si estas radiaciones poseen suficiente energía provocan la mutación mediante la rotura de la molécula de ADN, dando lugar con ello a la rotura de cromosomas. También se pueden dar cambios en los radicales de los nucleótidos, lo que ocasiona la aparición de nucleótidos con distinta capacidad de emparejamiento provocando básicamente, transiciones y transversiones de bases.

Los principales agentes mutagénicos químicos son el ácido nitroso, el gas mostaza y las bases análogas (5-bromo-uracilo, 2-aminopurina) que principalmente provocan transiciones de bases. Ciertos colorantes, como la proflavina, se intercalan entre bases del ADN y provocan la incorporación o la pérdida de una o unas pocas bases (deleciones).

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes localizar a los polisacáridos como uno de los tipos moleculares en que se clasifican los azúcares o glúcidos.

Conceptos que debes recordar

— Los polisacáridos: estructura, propiedades y funciones biológicas.

Resolviendo la cuestión

a) Función energética: destacan por su importancia biológica el almidón y el glucógeno.

— El almidón: Es el principal elemento de reserva en los vegetales y, por ello, una de las más importantes fuentes primarias de azúcares en la dieta de los seres humanos. Se sintetiza en las plantas, a partir de los azúcares formados durante la fotosíntesis. La ventaja para la célula de utilizar estas macromoléculas, insolubles, en lugar de una elevada concentración de glucosa libre soluble es evitar el aumento de la presión osmótica en el citoplasma. Químicamente es un polímero de moléculas de α -D-glucosa unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4) y ramificaciones α (1 \rightarrow 6). Según estos tipos de enlace se distinguen dos tipos de polímeros que constituyen el almidón: la amilosa y la amilopectina.

• La amilosa es un polímero de la maltosa, que forma una cadena sin ramificaciones. Su estructura es helicoidal con 6 moléculas de glucosa por vuelta, unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4).

• La amilopectina adopta una disposición helicoidal similar a la amilosa, pero con una ramificación lateral originada por un enlace α (1 \rightarrow 6) cada 12 moléculas de glucosa.

— El glucógeno: Es el polisacárido de reserva en los animales, principalmente en las células hepáticas y musculares. Como la amilopectina, está formado por una cadena muy larga y ramificada de moléculas de glucosa de hasta 30 000 unidades. Se diferencia de aquella en que las ramificaciones laterales se sitúan cada 8 ó 10 vueltas por lo que se encuentra más ramificado y presenta cadenas más cortas y numerosas.

b) Funciones estructurales: destaca principalmente la celulosa.

— La celulosa: Es el principal componente de las paredes celulares de las células vegetales, constituyendo alrededor del 50 % en peso de la madera de los árboles. Está formada por la unión de 300 a

15 000 unidades de glucosa, dando lugar a cadenas lineales no ramificadas. Estas cadenas se unen entre sí por medio de enlaces de hidrógeno para formar microfibrillas; la unión de éstas da origen a las fibrillas y éstas, a su vez, forman las fibras. La celulosa se forma por la unión β (1 \rightarrow 4) de moléculas de β -D-glucosa, por lo que se considera como polímero del disacárido celobiosa. El enlace β (1 \rightarrow 4) no es atacable por las enzimas digestivas humanas, pero su inclusión en la dieta alimenticia es importante, ya que, a pesar de su bajo valor alimenticio, da lugar a una gran cantidad de residuos que facilitan el movimiento del aparato digestivo.

- También podemos citar dentro de este apartado la quitina (polímero no ramificado del N-acetil-D-glucosamina), que posee características similares a la celulosa y, por ello, presenta enlaces del tipo β (1 \rightarrow 4). Es la base del exoesqueleto de los artrópodos.
- Otros homopolisacáridos con función estructural son la hemicelulosa y la pectina que forman parte de la pared celular de los vegetales.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a diferentes aspectos del metabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

- Metabolismo.
- Catabolismo y anabolismo

Resolviendo la cuestión

Glucolisis: Esta ruta pertenece al catabolismo anaerobio de los glúcidos y su importancia reside en la energía que de ella obtienen las células al degradar los azúcares. En el caso de las anaerobias es el único mecanismo del que disponen para obtener energía a partir de la glucosa. Tiene lugar en el hialoplasma.

Ciclo de Krebs: Es la ruta, perteneciente al catabolismo aerobio, que permite la oxidación total del acetyl-CoA procedente de la degradación de azúcares (vía glucolisis) y ácidos grasos (vía β -oxidación). Al ciclo se incorporan también, para su degradación, cetoácidos procedentes de la desaminación o transaminación de aminoácidos. Su importancia reside, más que en la cantidad de ATP que se obtiene, en las coenzimas reducidas que aporta y que podrán ser oxidadas en la cadena de transporte electrónico con la consiguiente síntesis de ATP. Asimismo, el ciclo de Krebs es una encrucijada metabólica al que se incorporan los metabolitos indicados, pero del que también pueden partir hacia otras rutas metabólicas. Localización: matriz mitocondrial.

Fosforilación oxidativa: Las coenzimas reducidas obtenidas en las diferentes rutas catabólicas serán oxidadas cediendo sus electrones hasta el aceptor final, el oxígeno, a través de la cadena de transporte de la membrana mitocondrial interna. La energía liberada en este transporte servirá para fosforilar ADP a ATP (fosforilación oxidativa). La importancia del proceso reside en la gran cantidad de ATP que se produce y que la célula utilizará para sus procesos vitales. Localización: membrana interna mitocondrial.

Ciclo de Calvin: Esta ruta anabólica, llamada también fase oscura de la fotosíntesis del carbono, permite, utilizando el ATP y NADPH obtenidos en la fase luminosa, fijar CO_2 a la ribulosa 1-5 difosfato y regenerar este compuesto aceptor. El resultado neto es la síntesis de materia orgánica a partir del CO_2 . Localización: el estroma del cloroplasto.

Biosíntesis de proteínas: Se llama también anabolismo de las proteínas y permite que, utilizando la información aportada por los ARNm, se unan los aminoácidos (llevados por los ARNt a los ribosomas) en el orden adecuado para fabricar las proteínas necesarias en cada momento por la célula. La importancia de esta biosíntesis radica en la propia importancia de las proteínas, moléculas, algunas muy específicas, que desempeñan multitud de funciones. Localización: los ribosomas se hallan libres en el hialoplasma o adheridos al retículo endoplásmico rugoso (también cloroplastos y mitocondrias poseen ribosomas).

Cuestión 3

Situando la cuestión

La duplicación del ADN es un proceso previo a la reproducción celular. Mediante esta replicación se consiguen dos copias exactas del material genético para ser enviadas a las dos células hijas.

Conceptos que debes recordar

— Modelo de Watson y Crick del ADN.

Resolviendo la cuestión

La duplicación del ADN tiene lugar en la interfase celular. Su objeto es formar dos réplicas exactas del ADN materno que serán enviadas a las dos células hijas durante la mitosis.

Mecanismo de la replicación del ADN: El emparejamiento de las bases nitrogenadas en la peculiar estructura de doble hélice del ADN propuesta en 1953 por Watson y Crick permite comprender cómo puede replicarse éste. En esencia, cada cadena serviría de molde para el acoplamiento de nuevos nucleótidos y sintetizar así nuevo ADN con idéntica secuencia de bases.

Se plantearon tres hipótesis para explicar esta replicación:

- Conservativa: De las dos moléculas de ADN dúplex obtenidas, una sería la original y la otra sería enteramente neosintetizada.
- Semiconservativa: Las dos moléculas de ADN dúplex hijas estarían constituidas cada una por una cadena original y la otra neosintetizada.
- Dispersiva: Las dos cadenas de ambos ADN dúplex obtenidos llevarían fragmentos originales y fragmentos neosintetizados.

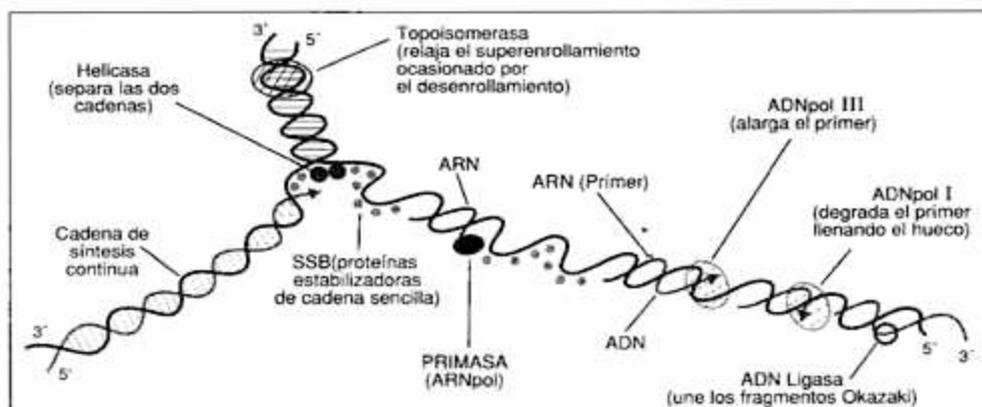
Meselson y Stahl en 1958 demostraron experimentalmente mediante marcaje radiactivo del ADN que la hipótesis correcta era la semiconservativa.

Kornberg en 1956 aisló en *E. coli* una enzima denominada ADN polimerasa I (ADN pol I), capaz de replicar el ADN "in vitro". Posteriormente se han encontrado otros dos tipos de ADN polimerasas: la ADN pol II, cuyo papel es desconocido, y la ADN pol III que interviene activamente en la replicación del ADN "in vivo".

Las dos cadenas de ADN son antiparalelas, sin embargo, la ADN pol incorpora siempre los nucleótidos en dirección 5' → 3'. Esto implica que mientras una de las dos cadenas del ADN se replica de forma continua la otra lo hace de forma discontinua. Esto concuerda con lo observado por Okasaki, quien en 1968 aisló fragmentos de ADN de 1000 a 2000 nucleótidos, en los que también se detectaban unas decenas de nucleótidos de ARN.

El esquema general de la replicación quedaría como sigue:

- Una serie de enzimas posibilitan el proceso: la helicasa que, rompiendo los puentes de hidrógeno, abre la doble hélice y las topoisomerasas que giran las moléculas de ADN a medida que se van replicando evitando los problemas de superenrollamiento.
- Una ARN pol, denominada primasa, sintetiza una pequeña molécula de ARN necesaria como "primer" para que la ADN polimerasa pueda empezar a alargar la cadena.
- La ADN pol III alarga ahora la cadena. La cadena que se sintetiza en el sentido en que se abre la horquilla lo hace de forma continua. En la cadena complementaria se sintetizarán fragmentos de Okazaki.
- Interviene ahora la ADN pol I degradando el fragmento de ARN y rellenando los huecos que quedan.
- Finalmente, una ADN ligasa une los fragmentos para dar lugar a la molécula completa.



Esquema de la replicación del ADN en *E. coli*.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se refiere a una serie de conceptos referentes a virus bacterias y orgánulos celulares.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de los virus.
- Pared bacteriana.
- Episoma o plasmidio.
- Lisosomas y peroxisomas

Resolviendo la cuestión

Cápsida: Envoltura, de naturaleza proteica, que contiene el ácido nucleico de los virus. Formada por subunidades que se repiten llamadas capsómeros. Su forma, según el virus, puede ser poliédrica (icosaédrica) o cilíndrica-helicoidal.

Péptido-glucano o peptidoglicano: Heterósido formado por largas cadenas de azúcar (en las que se repiten la N-acetilglucosamina y el N-acetil murámico unidos por enlaces beta 1-4) unidas entre sí por cortas cadenas peptídicas que le dan el aspecto de una red. Constituye la base fundamental de la pared bacteriana.

Bacterias F+: Son bacterias que poseen un episoma libre (pequeño fragmento de ADN circular independiente) llamado factor F que les confiere la capacidad de formar puentes de comunicación (pili) a través de los cuales este factor puede pasar a otras bacterias que no lo poseen (bacterias F-).

Si el factor F se integra en el cromosoma bacteriano, la bacteria F+ se transforma en Hfr (de alta frecuencia de recombinación), en estos casos al pasar el factor F a través de los "pili" arrastra parte del cromosoma

bacteriano, lo que permite el intercambio de material genético entre bacterias en un mecanismo parasexual llamado "conjugación".

Pilis: Llamados también pelos sexuales. Su función queda reflejada en el punto anterior.

Peroxisomas: Orgánulos celulares con forma de vesícula que contienen peroxidasa (catalasa) y otras enzimas oxidativas. Se supone son los primitivos orgánulos oxidativos de las células eucarióticas.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Esta cuestión hay que situarla en el proceso del origen y primeros pasos de la evolución de la vida sobre la Tierra.

Conceptos que debes recordar

— Teorías sobre el origen de la vida.

Resolviendo la cuestión

No sería posible que en las condiciones actuales de nuestro planeta se diera síntesis abiótica de moléculas orgánicas, a no ser en condiciones muy controladas de laboratorio.

Antes de la aparición de la vida en nuestro planeta debió de darse una evolución química con síntesis abiótica de moléculas orgánicas cada vez más complejas, que hicieran posible la aparición de los ácidos nucleicos y de las proteínas en los inicios de la vida sobre la Tierra.

Se supone que las condiciones de la Tierra eran reductoras, no existía oxígeno libre, puesto que éste es producido por los organismos fotosintéticos y por entonces todavía no existían. Asimismo el aporte de energía para la síntesis procedía de radiación solar, descargas eléctricas, etc. En dichas condiciones se pudieron formar, como demuestra la experiencia de Miller, sustancias orgánicas cada vez más complejas hasta llegar a la aparición de la primera célula viva.

En la actualidad las condiciones son oxidantes, han desaparecido, oxidados, los compuestos reducidos que formaban la primitiva atmósfera (H_2 , CH_4 , NH_3), básicos para la síntesis abiótica. Asimismo, cualquier compuesto orgánico que pudiera formarse ahora fuera de los seres vivos se oxidaría inmediatamente. Además, la presencia de oxígeno originó también la capa de ozono de la atmósfera que filtra la radiación solar ultravioleta, una de las fuentes energéticas contribuyente para la síntesis abiótica.

Por otro lado, ahora existen multitud de microorganismos que aprovechan cualquier tipo de molécula orgánica para suministrarse energía química, impidiendo así cualquier posibilidad de síntesis abiótica.

ACLARACIONES PREVIAS

Escoger una opción de entre las dos propuestas sin mezclar las preguntas de ambas opciones. Cada pregunta tendrá un valor máximo de 2,5 puntos.

Opción A

- 1 La meiosis: concepto y significado biológico del proceso.
- 2 Modulación enzimática: activadores e inhibidores.
- 3 Mutaciones: tipos e importancia biológica.
- 4 Diferencias entre la célula animal y la vegetal.

Opción B

- 1 Base molecular de la herencia: herencia y cromosomas.
- 2 Concepto de gen. Genes dominantes y genes recesivos.
- 3 Herencia dominante y herencia intermedia.
- 4 El color rojo de la pulpa del tomate depende de un factor dominante sobre un alelo amarillo. El tamaño normal de la planta se debe a un gen dominante sobre su alelo para el tamaño pequeño. Al cruzar una planta roja-normal con una amarilla-normal se obtuvieron 30 rojo-normales, 31 amarillo-normales, 10 rojo-enanas y 9 amarillo-enanas. Utilizando los genotipos precisos, realizar los cruces que permitan obtener una descendencia con los fenotipos descritos.

Universidad de Granada. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Esta pregunta está resuelta en la solución de la prueba 5 (Universidad de Castilla-La Mancha), opción B, cuestión 3.

Cuestión 2

Esta cuestión la encontrarás resuelta en la prueba número 3 (Universidad de Cádiz), tema 1, apartado 3.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Las mutaciones son cambios que afectan al material hereditario.



Conceptos que debes recordar

- Estructura del ADN.
- Cromosomas: concepto, número y dotación.



Resolviendo la cuestión

Las mutaciones son cambios que se producen en el material hereditario. Según el criterio tenido en cuenta podemos considerar varios tipos de mutaciones:

1. En cuanto al origen, la mutación puede ser:
 - Espontánea. Se producen como consecuencia de la inestabilidad química de las bases nitrogenadas que entran a formar parte en el ADN, o por los errores que se producen al replicar el ADN la enzima ADN polimerasa.
 - Inducida. Se producen como consecuencia de la acción de agentes mutágenos físicos, como rayos X, radiación ultravioleta o partículas radiactivas alfa, o de la acción de agentes mutágenos químicos, como análogos de las bases normales, ácido nitroso, proflavina, etc. Para más detalles, consultar la contestación a la prueba 7 (Universidad de Extremadura), opción A, cuestión 5.
2. En cuanto al tejido que afecta, la mutación puede ser:
 - Somática. Se produce en el material hereditario de células somáticas de un individuo, por lo que sólo afectará a las células hijas de la que

ha sufrido la mutación, sin transmitirse a los descendientes de dicho individuo.

- Germinal. Se produce en las células del tejido germinal, productor de gametos, o en los mismos gametos, transmitiéndose a los descendientes del individuo que ha sufrido la mutación.

3. En cuanto al material hereditario que afecta, la mutación puede ser:

- Génica. También llamada mutación puntual, afecta a un gen, dando lugar a la producción de un nuevo alelo.
- Cromosómica. Afecta bien a la estructura del cromosoma, dando lugar a deficiencias, duplicaciones, translocaciones e inversiones de fragmentos del cromosoma, bien al número de cromosomas, dando lugar a aneuploidías, individuos con algún cromosoma de más o de menos respecto de su constitución normal, y euploidías, cuando el individuo tiene más dotaciones haploides de lo normal.

4. En cuanto al cambio que produce en el gen, la mutación puede ser:

- Directa. Si se transforma un alelo normal en mutante.
- Retrógrada. Si lo que se transforma es el alelo mutante en normal.

La importancia biológica de la mutación reside en que, al modificar la información hereditaria de un gen que estaba adaptado a unas determinadas condiciones ecológicas, afectará al funcionamiento del organismo, y por tanto, al conjunto de genes del individuo. Normalmente las mutaciones dan lugar a un efecto fenotípico perjudicial para el individuo. Entre los humanos, la tercera parte de las enfermedades son de tipo hereditario, muchos tipos de cáncer aparecen como consecuencia de mutaciones en genes normales. Por otro lado, desde el punto de vista evolutivo y según la teoría neodarvinista de la evolución, la mutación es la fuente primaria de la variabilidad genética en una población; esto se traduce, en última instancia, en la diversidad genotípica necesaria para que se produzca la adaptación de las especies a nuevas situaciones.

Cuestión 4



Situando la cuestión

Se trata de indicar las diferencias estructurales y fisiológicas entre las células animales y vegetales.



Conceptos que debes recordar

— Estructura de la célula eucariótica.



Resolviendo la cuestión

Tanto las células vegetales como las animales pertenecen al tipo de células llamadas eucarióticas, con núcleo bien definido y una gran variedad de orgánulos. Sin embargo, entre ambas existen claras diferencias, veamos:

1. Forma y tamaño.

La forma de la célula, tanto animal como vegetal, se adapta a la función que desempeña. Sin embargo, cuando se trata de células no especializadas, las vegetales suelen ser de forma poliédrica, mientras que las animales suelen ser más o menos esféricas. El tamaño es generalmente mayor en las células vegetales.

2. Membrana plasmática y pared celular.

La membrana plasmática es similar en ambos tipos de células, pero en las vegetales aparece una membrana de secreción llamada pared celular, exterior a la membrana plasmática. Esta pared está formada básicamente por láminas de celulosa impregnadas de otros azúcares (hemicelulosa y pectina) y proteínas, y constituye el exoesqueleto celular. Para permitir el intercambio con el exterior, esta pared se encuentra atravesada por las punteaduras y plasmodesmos.

Debido a la rigidez proporcionada por la pared, la célula vegetal carece de capacidad para desplazarse (excepto casos particulares como algunos gametos). En cambio, algunas células animales pueden ser móviles mediante pseudópodos y poseer estructuras que ayuden a su desplazamiento como son los cilios y flagelos.

3. Orgánulos celulares.

En cuanto a los orgánulos celulares, muchos de ellos son comunes a ambos tipos celulares, por ejemplo: mitocondrias, retículo endoplasmático, ribosomas, aparato de Golgi... Otros, sin embargo, son exclusivos de uno u otro tipo celular.

Orgánulos exclusivos de las células vegetales son:

- Los cloroplastos, por lo que las células vegetales pueden realizar la fotosíntesis (son autótrofas), mientras que las animales no (son heterótrofas).
- Las vacuolas, aunque también aparecen en las células animales (denominadas, en éstas, vacuolas digestivas o lisosomas secundarios) en las vegetales adquieren gran tamaño (pueden llegar a ocupar el 95% del volumen del citoplasma). En ellas se acumulan gran variedad de sustancias: de reserva, de desecho, pigmentos, agua, etc.

Orgánulos exclusivos de las células animales son:

- Los centriolos. Estos orgánulos, relacionados con el movimiento, se encuentran, o bien en la base de cilios y flagelos o en parejas, formando el diplosoma en el interior del centrosoma (organizador de los microtúbulos en el citoplasma celular).

4. Posición del núcleo.

La posición del núcleo, que en las células animales suele ser central, en las vegetales es desplazado contra la membrana plasmática por las grandes vacuolas y ocupa una posición excéntrica.

Opción B

Situando las cuestiones

Todas las cuestiones de esta opción hacen referencia a diversos aspectos de la genética, su base molecular, concepto de gen y de herencia y un problema de genética de aplicación de la 3ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Estructura del ADN.
- Estructura de los cromosomas.
- Teoría cromosómica de la herencia.
- Experiencias y leyes de Mendel.

Cuestión 1

Resolviendo la cuestión

Trabajando con la mosca de la fruta, Morgan, a principios de siglo, demostró que las unidades hereditarias o genes se encuentran en los cromosomas. A partir de moscas con ojos blancos, observó que la transmisión de dicho carácter no seguía las leyes de Mendel. Tratando de explicar este hecho llegó a la conclusión de que esta transmisión estaba relacionada con la de unos cromosomas especiales, los heterocromosomas o cromosomas sexuales, responsables del sexo del individuo. Las experiencias de Morgan sirvieron para situar los genes en los cromosomas.

Por otro lado, los cromosomas están compuestos básicamente de dos tipos de moléculas: proteínas (histonas) y ácido desoxirribonucleico o ADN. ¿Cuál de estas dos sería la molécula responsable de la herencia?

En los años 30, Griffith, un médico norteamericano, observó que inyectando a ratones bacterias de *Streptococcus pneumoniae* no virulentas (sin cápsula) junto con bacterias virulentas (con cápsula) muertas por calor, el ratón moría y se recuperaban bacterias virulentas, es decir, con cápsula. Este fenómeno lo denominó transformación. Avery, a mediados de los 40, observó que el fenómeno de la transformación de Griffith tenía lugar añadiendo tan sólo ADN purificado de bacterias virulentas a un cultivo de bacterias no virulentas. Con ello demostró que la transformación dependía tan sólo del ADN y no de las proteínas.

Cuestión 2

Podrás contestar a esta pregunta consultando la respuesta al tema 3 de la prueba 3 (Universidad de Cádiz) y la cuestión 4 de la prueba 6 (Universidad de Córdoba).

Cuestión 3

Resolviendo la cuestión

Decimos que se trata de herencia dominante cuando al cruzar dos razas puras, que manifiestan cada una de ellas una de las alternativas de un carácter, los descendientes manifiestan tan sólo una de las alternativas de los progenitores.

Por ejemplo, para el color de la semilla verde y amarillo del guisante, decimos que el carácter amarillo sigue una herencia dominante porque las semillas de la primera generación filial presentan todas el carácter amarillo (1ª Ley de Mendel, o de la uniformidad de los híbridos). La segregación fenotípica en la 2ª generación filial será de 3/4 con el carácter dominante y 1/4 con el recesivo. En el ejemplo anterior 3/4 del total de las semillas de la F_2 serán amarillas y 1/4 verdes.

Decimos que se trata de herencia intermedia cuando al cruzar dos razas puras, que manifiestan cada una de ellas una de las alternativas de un carácter, los descendientes no manifiestan el carácter de ninguno de los progenitores, sino uno intermedio.

Por ejemplo, al cruzar plantas de dondiego de flores rojas con plantas de dondiego de flores blancas, las flores de la primera generación son uniformes en cuanto al color (1ª Ley de Mendel), pero el color es rosa, intermedio entre los dos padres. En las flores de la 2ª generación filial aparece una proporción fenotípica de 1/4 de flores rojas, 2/4 de flores rosa y 1/4 de flores blancas, que coincide con las proporciones genotípicas.

Cuestión 4

Resolviendo la cuestión

Se trata de un caso de herencia simultánea de dos caracteres distintos, es decir, de dos pares de alelos (dihibridismo).

Llamemos **A** al alelo dominante que da color rojo y **a** al alelo recesivo que da color amarillo. Asimismo, llamaremos **B** al alelo dominante que da tamaño normal y **b** al alelo recesivo que da planta enana. De acuerdo con esto y con la información de los fenotipos que nos da el problema, el genotipo de las plantas que se cruzan y de su descendencia será:

Fenotipos:	roja-normal	x	amarilla-normal
Genotipos:	A— B—	x	aa B—

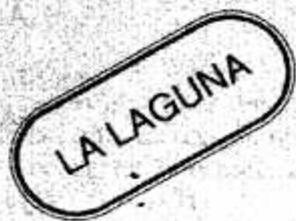
De acuerdo con las relaciones de dominancia de los alelos, la planta roja puede tener un genotipo AA o Aa. Sin conocer la descendencia, no podemos saber cuál de los dos genotipos corresponde al fenotipo paterno, así que lo señalaremos como A—, indicando con “—” cualquiera de los dos alelos. Lo mismo ocurre para el carácter planta normal.

F_1 :	30	rojo–normales Aa B—	Debido a que uno de los padres es aa, estas plantas rojas tienen que ser Aa.
	31	amarillo–normales aa B—	Debido a que aparecen estas plantas amarillas, el padre rojo tiene que ser heterocigoto Aa.
	10	rojo–enanas Aa bb	Debido a que aparecen estas plantas enanas, los dos padres tienen que ser heterocigotos Bb.
	9	amarillo–enanas aa bb	

Luego el cruce que nos permite obtener dicha descendencia es:

P	Aa Bb	x	aa Bb	
gametos	1/4 AB		1/2 aB	
	1/4 Ab		1/2 ab	
	1/4 aB			
	1/4 ab			
F_1	1/8 AaBB		3/8 AaB—	(rojo–normales)
	1/8 AaBb			
	1/8 AaBb			
	1/8 Aabb		1/8 Aabb	(rojo–enanas)
	1/8 aaBB		3/8 aaB—	(amarillo–normales)
	1/8 aaBb			
	1/8 aaBb			
	1/8 aabb		1/8 aabb	(amarillo–enanas)

9



ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá desarrollar seis preguntas de uno solo de los dos bloques propuestos.

Bloque 1

- 1 Clasificación general de las proteínas.
- 2 Estructura y función de las membranas celulares.
- 3 ¿Qué componentes celulares o moleculares tendrían que predominar en los siguientes tipos celulares: células musculares, células de las hojas verdes, glóbulos rojos sanguíneos, macrófagos, células secretoras?
- 4 ¿Cómo, cuánto y dónde se produce la descomposición del agua en el proceso de la fotosíntesis? ¿Cuáles son sus consecuencias?
- 5 Los anticuerpos: importancia de su estructura en relación con el antígeno.
- 6 Define: cromosoma, cromátida, cromátida hermana, cromosoma homólogo, cariotipo.
- 7 Una mujer enana, cuya madre era normal, se casa con un hombre normal. En el supuesto de que este matrimonio tuviera cinco hijos y sabiendo que el enanismo es dominante, indica y razona cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:
 - a) Si ninguno de los hermanos mayores es enano, es casi seguro que el último que nazca lo será.
 - b) Toda la descendencia será enana.
 - c) Toda la descendencia será normal.
 - d) Cada niño que nazca tiene un 50 % de probabilidad de ser enano.

Bloque 2

- 1 ¿Cuántas clases de RNA conoces y en qué procesos intervienen?
- 2 El citoesqueleto: microtúbulos y microfilamentos.

- 3 Describe los acontecimientos y las consecuencias de la revolución del oxígeno en el proceso evolutivo.
- 4 Fermentación y respiración celular. Significado biológico y diferencias.
- 5 ¿Cuál es la causa del rechazo en las operaciones de trasplante?
- 6 ¿Cuál es la función básica de la meiosis y qué determina la necesidad de este proceso celular?
- 7 Un hombre calvo cuyo padre no lo era se casó con una mujer normal, cuya madre era calva. Dense los genotipos de marido y mujer y los tipos de hijos que pueden tener. La calvicie es dominante en los hombres y recesiva en las mujeres.

Universidad de La Laguna. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Bloque 1

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes encontrar diversas clasificaciones de proteínas en los temas específicos del nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Proteínas: características generales y funciones.
- Clasificación de proteínas.

Resolviendo la cuestión

En una clasificación es importante, en primer lugar, que comentes el criterio que has utilizado para realizar la misma. A continuación, enumera los distintos tipos incluyendo algunos ejemplos. Te facilitará tu trabajo y la corrección el disponer tu respuesta mediante un esquema comentado.

Por ejemplo, los criterios que se pueden utilizar son:

1. Composición: simples (si al hidrolizarse sólo producen aminoácidos), o conjugadas si poseen una parte proteica y otra no proteica (grupo prostético).
2. Estructura: filamentosa o globular.
3. Naturaleza del grupo prostético.
4. Tipo de función que desempeñan.

Un modelo de clasificación podría ser el de la página siguiente.

Atención. Esta no es la única clasificación de proteínas posible. Actualmente se utiliza como primer criterio de clasificación el tipo de función biológica que desempeñan. Así, se clasifican como proteínas de reserva, de transporte, enzimáticas, contráctiles, de defensa, estructurales, etc. Cualquiera de los dos planteamientos lo consideramos correcto, ya que en ambos queda demostrada la gran variedad de proteínas existentes, su diversidad de funciones e importancia biológica de las mismas. (Ver cuadro de la página siguiente.)

Cuestión 2



Situando la cuestión

La membrana plasmática es una estructura molecular que rodea y delimita a la célula. Puedes situar esta cuestión, dentro del nivel celular, en la citología descriptiva.



Conceptos que debes recordar

- Composición química y arquitectura molecular.
- Funciones de la membrana plasmática.



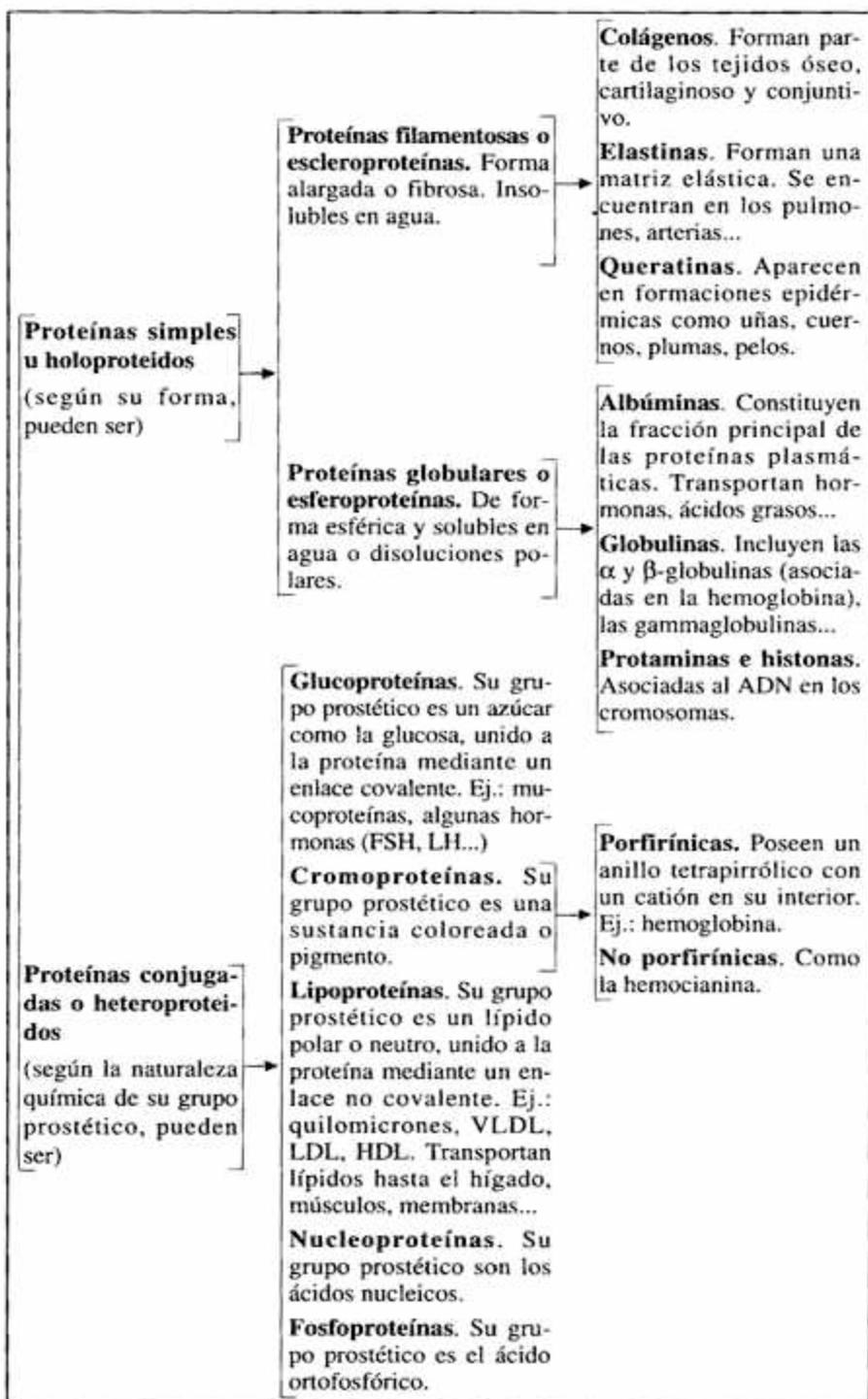
Resolviendo la cuestión

La membrana plasmática de las células eucarióticas forma parte de un sistema de membranas de composición, estructura y características básicas comunes, en el que están incluidas además: la membrana nuclear, el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi y demás orgánulos con membrana. Por otra parte, la membrana de las células procarióticas posee una estructura y composición, en gran medida, similar.

De una manera esquemática, revisaremos aquellos aspectos que deberás desarrollar.

1. Composición química de la membrana.

La membrana plasmática está constituida por lípidos en un 40% y proteínas el 60% restante. Asimismo posee azúcares unidos a estos lípidos (glicolípidos) y proteínas (glicoproteínas).



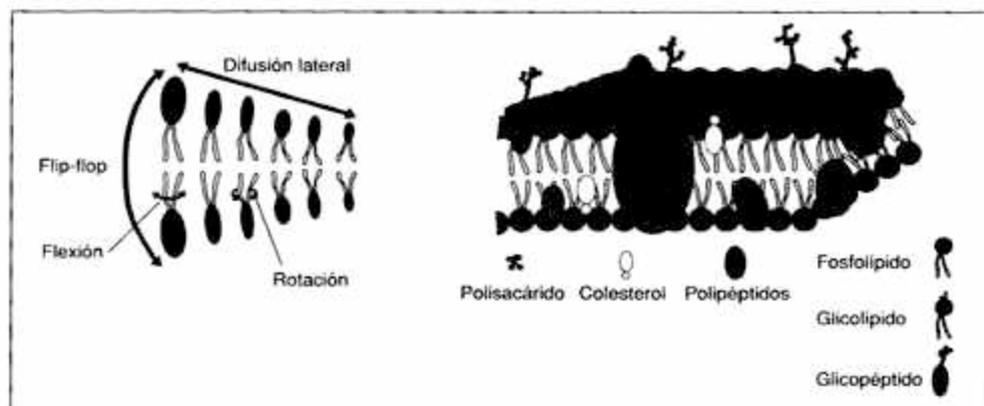
Clasificación de las proteínas.

- a) **Lípidos:** Los tipos principales que aparecen son: fosfolípidos, colesterol, glicolípidos así como ácidos grasos libres. El carácter bipolar de estas moléculas les permite organizarse en forma de bicapa lipídica: sus colas apolares hidrófobas enfrentadas y sus cabezas polares, hidrófilas, hacia el exterior en contacto con el medio acuoso, intra y extracelular. Los lípidos y proteínas componentes pueden desplazarse por el plano de la bicapa, por lo que se dice que la membrana es "fluida".
 - b) **Proteínas:** Se disponen en la membrana en función a su afinidad o repulsión por el agua. Las proteínas integrales (70% del total) son insolubles y están íntimamente asociadas a los lípidos. Las proteínas periféricas, solubles, se aíslan con facilidad. Por la función que desempeñan en la membrana se distinguen: proteínas transportadoras, contráctiles, enzimáticas y receptoras, fundamentalmente.
 - c) **Azúcares:** Se trata normalmente de oligosacáridos que se encuentran unidos a proteínas o a lípidos (glicoproteínas y glicolípidos) y que sólo aparecen en la parte exterior de la membrana formando el llamado "glicocáliz". Esta disposición hace que la membrana sea asimétrica.
2. Estructura molecular.

El modelo estructural de membrana más aceptado en la actualidad es el propuesto por Singer y Nicholson y que recibe el nombre de "modelo del mosaico fluido". Según éste, todas las membranas celulares responden a un esquema arquitectónico común constituido, básicamente, por una "bicapa lipídica" a la que se unen los otros componentes de las membranas, es decir: proteínas y azúcares.

Según lo expuesto, el modelo de mosaico fluido de membrana sostiene:

- 1.º Los lípidos y proteínas integrales que forman la membrana constituyen un mosaico molecular.
- 2.º Los lípidos y proteínas pueden desplazarse en el plano de la bicapa lipídica: las membranas son fluidas.
- 3.º Las membranas son asimétricas en cuanto a la disposición de sus componentes moleculares.



Izda. Movimientos de las moléculas de la bicapa. Dcha. Modelo de membrana en mosaico fluido.

La "fluidez" de la membrana depende de varios factores: a) temperatura, ya que a menor temperatura la membrana es más viscosa; b) tipo de ácidos grasos, la abundancia de insaturados hace que se mantenga la fluidez a menor temperatura; c) el colesterol, ya que sus moléculas, más cortas que las de los fosfolípidos, se intercalan e inmovilizan las cabezas polares de éstos dejando libres las colas hidrocarbonadas.

3. Función de la membrana:

La membrana delimita a la célula y actúa como frontera de separación entre dos medios. Esta misión la desempeña de manera muy adecuada la bicapa lipídica que, por sus características, impedirá el paso de moléculas afines al agua.

El hecho observable de la diferente composición química de los medios extra e intracelular hace pensar en que las sustancias no se mueven libremente a través de la membrana. Así, aunque la membrana debe permitir el intercambio con el exterior, su permeabilidad es selectiva. Esta permeabilidad selectiva varía según el tipo celular e incluso según el estado funcional de la célula, ya que sus necesidades, de nutrientes y desechos, difieren.

En líneas generales podremos decir que la permeabilidad de la membrana dependerá de la naturaleza (polar o apolar) y del peso molecular de la sustancia que la atraviese, así como de su concentración a ambos lados de la membrana:

- El agua atraviesa la membrana por simple ósmosis desde el lado de menor concentración salina (menor presión osmótica) al de mayor (mayor presión). Si los solutos son muy pequeños pueden ser arrastrados por el agua en su transporte.
- Por difusión simple a favor de gradiente (de concentración, de presión, eléctrico o electroquímico) se transportan moléculas de tamaño pequeño o aquellas mayores de naturaleza grasa, pues su penetración se hace a través de la bicapa lipídica de las membranas (transporte pasivo).
- Las sustancias de naturaleza polar (azúcares, aminoácidos, etc.) tienen dificultad en atravesar las membranas, aun cuando se transporten a favor de un gradiente, y requieren la colaboración de proteínas transportadoras denominadas permeasas (transporte pasivo facilitado).
- En los casos en que el transporte se realiza en contra de un gradiente se requiere la participación activa de la propia membrana, esto supone gasto de energía para la célula (transporte activo). Un ejemplo de transporte activo es la "bomba de sodio/potasio" (nombre que recibe una proteína transportadora localizada en la membrana plasmática). Esta "bombea", en contra de un gradiente, iones Na (al exterior) y K (al interior). La energía necesaria para el transporte es aportada por el ATP.

- Si el tamaño de la sustancia transportada no permite su paso a través de los componentes moleculares de la membrana se utilizan mecanismos especiales de endocitosis para su incorporación (fagocitosis, si se incorporan sólidos, o pinocitosis, si se incorporan solutos) o expulsión (exocitosis).

Apuntamos brevemente otras funciones que desempeña, de manera particular la membrana plasmática:

- Recibe la información que llega del medio mediante:
 - a) Receptores específicos de neurotransmisores y hormonas.
 - b) Los fenómenos de polarización y despolarización responsables de la sensibilidad celular y transmisión de impulsos nerviosos.
- Las proteínas específicas de la membrana celular de cada individuo conforman su "identidad antigénica" que permite ser reconocida por las defensas inmunitarias.
- Puede presentar diferenciaciones con funciones especiales: invaginaciones y microvellosidades (aumento de la superficie de intercambio), desmosomas (zonas de unión con otras células), etc.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a aspectos del metabolismo y la estructura de diversos tipos celulares.

Conceptos que debes recordar

- Sarcómero.
- Hemoglobina y clorofilas.
- Citoesqueleto.
- Función de los diferentes orgánulos celulares.

Resolviendo la cuestión

La estructura y composición particular de cada tipo de células depende, en gran manera, de la función que realiza. Así, deberás tener en cuenta la función que desempeñan los tipos celulares que nos proponen para poder deducir los orgánulos, estructuras y moléculas que predominan en cada uno de ellos.

- a) Células musculares: Se trata de células especializadas en la contracción y por tanto cabe esperar una gran abundancia de microfilamentos en su citoesqueleto. Estos microfilamentos (filamentos proteicos de

actina y miosina) se encuentran ordenados formando unidades, llamadas "sarcómeros", que se repiten a lo largo de la célula muscular. Por otra parte, su elevada actividad necesita de un gran aporte energético (ATP) procedente, fundamentalmente, de la actividad de un gran número de mitocondrias.

- b) Células de las hojas verdes: Se trata de células vegetales fotosintéticas. Su color verde depende de la acumulación de gran cantidad de pigmentos, sobre todo clorofilas. Son, pues, células con gran cantidad de cloroplastos en los que se realiza la transformación de la materia inorgánica (CO_2 y sales minerales) en materia orgánica.
- c) Glóbulos rojos sanguíneos: Puesto que estas células se han especializado en el transporte de oxígeno por la sangre han perdido el núcleo (al menos en los mamíferos). Por la misma razón, acumulan gran cantidad de hemoglobina (cromoproteína cuyo grupo prostético posee hierro) que se une de manera reversible al O_2 , lo que permite su transporte desde las superficies respiratorias (p.e. los alvéolos pulmonares) a todas las células del organismo.
- d) Macrófagos: Son células fagocitarias cuya función es la captura y destrucción de sustancias u organismos extraños. Es, pues, lógico pensar que en su interior abundan los lisosomas, tanto primarios como secundarios (vacuolas digestivas), cargados de enzimas hidrolíticas capaces de digerir las sustancias fagocitadas.
- e) Células secretoras: Son células especializadas en la fabricación y expulsión a su exterior de determinados productos. Los productos de secreción son con mucha frecuencia "glicoproteínas". En estos casos abundarán ribosomas (para la síntesis proteica) y fundamentalmente, poseerán un aparato de Golgi muy desarrollado. El aparato de Golgi es el orgánulo encargado de empaquetar y expulsar los productos de secreción de la célula.

Cuestión 4

Hallarás la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a, apartado 2.1: fotólisis.

Cuestión 5

Esta cuestión puedes resolverla consultando la solución de la prueba 6 (Universidad de Córdoba), cuestión 3.

Cuestión 6

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a ciertas estructuras que se hacen patente en el momento de la división del núcleo celular.

Conceptos que debes recordar

- El núcleo celular.
- Mitosis.

Resolviendo la cuestión

Cromosoma: Orgánulo celular, en forma de pequeño bastón, que se observa con el microscopio óptico durante la división celular. Está constituido por la cromatina (ADN, proteínas histónicas y no histónicas y algo de ARN). Se tiñe fuertemente con colorantes básicos. Es portador de la información hereditaria (genes).

Cromátida (ó cromatidio): Cada una de las dos subunidades longitudinales que se hacen visibles en los cromosomas durante la profase y la metafase temprana en la mitosis y entre el diploteno y la segunda metafase en la meiosis, y que permanecen unidas por el centrómero. Cuando las cromátidas se separen una de otra en la anafase constituirán los cromosomas hijos.

Cromátida hermana: Cada una de las cromátidas derivadas de un cromosoma concreto por su replicación (o duplicación) en interfase, que poseen la misma información genética, en contraposición a cromátidas homólogas (no hermanas).

Cromosoma homólogo: En especies diploides se puede observar que, al principio de la meiosis, los $2n$ cromosomas de las células germinales se emparejan dos a dos, dando lugar a n pares de cromosomas. Cada uno de los miembros del par es homólogo del otro y procede de cada uno de los gametos, masculino y femenino, que han formado a dicho individuo.

Cariotipo: Conjunto de cromosomas de un individuo, o grupo de individuos relacionados (especie), definido por el número y morfología de los mismos, normalmente tal como se observa en la metafase mitótica.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de aplicación de la 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Dominancia y recesividad.

Resolviendo la cuestión

Denominemos **A** al alelo dominante que condiciona enanismo y **a** al alelo recesivo normal.

La mujer enana tiene que haber recibido de su madre, que es normal, y por tanto **aa**, el alelo normal, por lo que será heterocigótica **Aa**.

Si el marido es normal será homocigoto **aa**. Con esta información, vamos a ver si las afirmaciones son o no correctas.

- Afirmación incorrecta: El hecho de que ninguno de los hermanos mayores sea enano, no influye para que el último lo sea. Cada uno de los hijos del matrimonio **Aa** x **aa** tiene la misma probabilidad de ser enano **Aa** o normal **aa**. Para cada uno de los hijos se va a dar la formación de los gametos como sucesos independientes, por ello, la probabilidad de que el último que nazca sea enano es $1/2$, como para cualquier otro hermano, sin que condicione el genotipo de sus hermanos mayores.
- Afirmación incorrecta: En el cruzamiento **Aa** x **aa**, la madre dará lugar a gametos (óvulos) **A** o **a** con igual probabilidad ($1/2$ ó 50%) y el padre dará siempre gametos **a**, por lo que los cigotos **Aa** (enano) y **aa** (normal) se formarán con igual probabilidad ($1/2$ ó 50% de cada tipo).
- Afirmación incorrecta: Por el mismo razonamiento que en b).
- Afirmación correcta: Por el mismo razonamiento que en b).

Bloque 2

Cuestión 1

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba 7 (Universidad de Extremadura), repertorio A, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se localiza dentro del estudio de la estructura celular.

Conceptos que debes recordar

- Citoesqueleto.
- Microtúbulos.
- Microfilamentos.

Resolviendo la cuestión

El citoesqueleto o esqueleto celular está formado por proteínas no solubles que se organizan para formar los microfilamentos y microtúbulos. La compleja red de filamentos proteicos que lo forman son responsables de la forma de la célula, su organización interna y los movimientos celulares.

- a) **Microfilamentos:** Están formados por una proteína, la actina, que forma filamentos de dos hebras enrolladas en hélice. Son los componentes principales del citoesqueleto de las células musculares e intervienen en la contracción muscular. Realizan también otras funciones: intervienen en el movimiento de las células, en las corrientes citoplasmáticas y en el estrangulamiento del citoplasma en la división celular.
- b) **Microtúbulos:** Los microtúbulos están formados también por una proteína globular, la tubulina, que se dispone formando las paredes de un cilindro, de ahí el nombre de estos filamentos. Aparecen, como los microfilamentos, dispersos por el hialoplasma y cumplen funciones similares: esqueléticas y de movimiento. Los microtúbulos pueden aparecer organizados formando estructuras celulares muy complejas como: los centriolos (componentes del centrosoma), el huso acromático o la estructura interna de los cilios o los flagelos. El desplazamiento de los microtúbulos es el causante del movimiento del cilio o del flagelo.

Más información sobre la organización de microtúbulos de cilios y flagelos puedes obtenerla en la prueba 5 (Universidad de Castilla-La Mancha), opción A, cuestión 1.

Cuestión 3



Situando la cuestión

La cuestión se refiere a los hechos que presumiblemente tuvieron lugar en los primeros estadios de la evolución celular.



Conceptos que debes recordar

— El origen de la vida sobre la Tierra: Evolución celular.



Resolviendo la cuestión

Hace más de 3500 millones de años no existía oxígeno libre en la atmósfera. La hipótesis de Oparin sugiere, y la experiencia de Miller parece demostrar, que los compuestos que formaban la primitiva atmósfera, amoníaco, metano, vapor de agua e hidrógeno, pudieron reaccionar espontáneamente para dar lugar a compuestos orgánicos en un proceso de "síntesis abiótica".

En este ambiente reductor estos compuestos pudieron persistir y evolucionar dando lugar a moléculas con capacidad de replicación. Tales moléculas pudieron encontrar albergue en el interior de micelas lipídicas donde también podía almacenarse sustancias para su uso posterior. De este modo pudo iniciarse el incipiente metabolismo de los primeros seres vivos: los progenotas.

Los primeros organismos (los progenotas) debieron ser heterótrofos anaerobios y se alimentaban de la materia orgánica que se había acumulado en los océanos primitivos. La disminución de la materia orgánica en el medio

favoreció selectivamente la aparición de organismos capaces de utilizar materia inorgánica como fuente de carbono y energía del medio para fabricar materia orgánica; surgieron así los primeros organismos fotosintéticos.

El proceso fotosintético, con el consiguiente desprendimiento de oxígeno como producto residual, inició una serie de cambios que condujeron a la atmósfera actual. Este fenómeno ha sido calificado como la "revolución del oxígeno". Veamos lo que pudo pasar a continuación:

- El oxígeno liberado permitió el desarrollo de la respiración aerobia mucho más energética que la primitiva fermentación anaerobia, es decir surgieron los organismos aerobios. Al mismo tiempo, el oxígeno libre constituía un veneno para los primitivos organismos anaerobios.
- Por otra parte, el oxígeno que se iba formando modificó la composición de la atmósfera (que pasó de tener carácter reductor a oxidante) permitiendo la formación de una capa de ozono. Ésta, al filtrar las radiaciones ultravioleta dañinas, hizo posible que los primitivos organismos abandonasen el medio acuático e iniciaran la colonización del medio terrestre y aéreo.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el metabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de catabolismo.
- Tipos de catabolismo. Necesidad o no de oxígeno.

Resolviendo la cuestión

Tanto la respiración celular como las fermentaciones son mecanismos que utilizan las células para oxidar compuestos orgánicos y obtener de ese modo la energía que necesitan para llevar a cabo sus funciones vitales. Se trata, pues, de procesos catabólicos.

Así, hablamos de fermentación cuando la oxidación se realiza en ausencia de cualquier aceptor externo de electrones, y hablamos de respiración, cuando interviene un aceptor externo. La respiración puede ser aerobia, cuando es el oxígeno molecular el aceptor de electrones, o anaerobia cuando interviene un aceptor distinto del O_2 . En la primitiva atmósfera, carente de oxígeno libre, las primeras células utilizaron la fermentación como proceso para obtener energía. Con la aparición de los organismos fotosintéticos, productores de oxígeno, la atmósfera primitiva se enriqueció en oxígeno molecular. Pudieron surgir entonces los organismos

de respiración aerobia. La respiración posee un rendimiento energético mucho más alto que la fermentación; aun así, además de las bacterias, muchas células eucarióticas mantienen la capacidad de fermentar como mecanismo alternativo (cuando no hay oxígeno) y complementario de la respiración.

Vamos a analizar brevemente las diferencias entre estos dos procesos:

- a) La respiración se da en la mayoría de las células. En las células eucarióticas (animales y vegetales) ocurre parte en el citoplasma y parte en las mitocondrias. En las células procarióticas tiene lugar en el citoplasma celular y en los mesosomas (invaginaciones de la membrana bacteriana).

La fermentación puede darse tanto en ciertas bacterias (anaerobias estrictas o facultativas), como en algunas células eucarióticas (células musculares, por ejemplo) que lo utilizan como proceso complementario de la respiración. En ambos casos ocurre en el citoplasma celular.

- b) En la respiración la materia orgánica es degradada por completo a materia inorgánica y por lo tanto el rendimiento energético del proceso es alto.

En la fermentación la degradación no es completa y el producto final sigue siendo materia orgánica aunque más oxidada. El rendimiento energético es mucho menor.

- c) En la respiración los electrones liberados en la oxidación de la materia orgánica son recogidos por coenzimas que lo ceden a través de la cadena de transporte electrónico a un aceptor final que, en la mayoría de las células, es el oxígeno. Este oxígeno, al reducirse, origina agua. En algunas bacterias se da un tipo de respiración celular que podemos llamar anoxidativa o anaerobia en la que el último aceptor de los electrones en la cadena mitocondrial no es el oxígeno, sino otro compuesto (por ejemplo el S que se reduce a SH_2).

En la fermentación, los coenzimas reducidos ceden sus electrones a un compuesto orgánico que se reduce y es el producto característico de cada fermentación (alcohol etílico, ácido láctico...). La mayoría de las fermentaciones son anaerobias, pues no necesitan oxígeno, pero hay fermentaciones, como la acética, que sí precisa del oxígeno, pero ni hay cadena de transporte mitocondrial ni degradación completa de la materia orgánica. El producto final sigue siendo un compuesto orgánico capaz de ser oxidado (ácido acético).

Cuestión 5



Situando la cuestión

El rechazo en los trasplantes es consecuencia del proceso inmunitario que se desencadena en el receptor.

Conceptos que debes recordar

- Antígeno y anticuerpo.
- La respuesta inmunizante celular.

Resolviendo la cuestión

En casi todas las células de un organismo existen factores que actúan como antígenos cuando son transplantadas a otro organismo: son los antígenos HLA (*Human Leucocyte Antigen*). El sistema HLA está constituido por diferentes moléculas estructurales (proteínas de membrana fundamentalmente), de modo que sus múltiples combinaciones dan lugar al "mosaico antigénico" característico de cada individuo.

Cuando se realiza un homotransplante (es decir, entre congéneres genéticamente distintos), los antígenos de los tejidos transplantados desencadenan en el receptor la respuesta inmunizante celular: formación de linfocitos T citotóxicos y linfocitos B elaboradores de anticuerpos. Los anticuerpos formados y los linfocitos T citotóxicos atacan y destruyen las células antigénicas transplantadas, se dice entonces que el órgano es rechazado.

Para disminuir el riesgo de rechazo, se busca siempre que donante y receptor sean lo más histocompatible posible. Para ello, previo al transplante, se determinan las fórmulas HLA en donante y receptor analizando las proteínas de membrana de los leucocitos. Tras el transplante se reprime en lo posible, mediante inmunodepresores, la respuesta de los linfocitos T. Ello supone un inconveniente, pues el paciente, disminuidas sus defensas inmunitarias, puede sufrir graves infecciones.

Cuestión 6

Esta pregunta está resuelta en la solución de la prueba 5 (Universidad de Castilla-La Mancha), opción B, cuestión 3.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de herencia influenciada por el sexo.

Conceptos que debes recordar

- 2ª Ley de Mendel.
- Tipos de herencia en relación con el sexo.

Conceptos que debes recordar

- Antígeno y anticuerpo.
- La respuesta inmunizante celular.

Resolviendo la cuestión

En casi todas las células de un organismo existen factores que actúan como antígenos cuando son transplantadas a otro organismo: son los antígenos HLA (*Human Leucocyte Antigen*). El sistema HLA está constituido por diferentes moléculas estructurales (proteínas de membrana fundamentalmente), de modo que sus múltiples combinaciones dan lugar al "mosaico antigénico" característico de cada individuo.

Cuando se realiza un homotransplante (es decir, entre congéneres genéticamente distintos), los antígenos de los tejidos transplantados desencadenan en el receptor la respuesta inmunizante celular: formación de linfocitos T citotóxicos y linfocitos B elaboradores de anticuerpos. Los anticuerpos formados y los linfocitos T citotóxicos atacan y destruyen las células antigénicas transplantadas, se dice entonces que el órgano es rechazado.

Para disminuir el riesgo de rechazo, se busca siempre que donante y receptor sean lo más histocompatible posible. Para ello, previo al transplante, se determinan las fórmulas HLA en donante y receptor analizando las proteínas de membrana de los leucocitos. Tras el transplante se reprime en lo posible, mediante inmunodepresores, la respuesta de los linfocitos T. Ello supone un inconveniente, pues el paciente, disminuidas sus defensas inmunitarias, puede sufrir graves infecciones.

Cuestión 6

Esta pregunta está resuelta en la solución de la prueba 5 (Universidad de Castilla-La Mancha), opción B, cuestión 3.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de herencia influenciada por el sexo.

Conceptos que debes recordar

- 2ª Ley de Mendel.
- Tipos de herencia en relación con el sexo.

Resolviendo la cuestión

Llamemos **A** al alelo que condiciona calvicie y **a** al alelo normal. De acuerdo con las relaciones de dominancia entre estos alelos, tendremos los siguientes genotipo y fenotipo:

Genotipo	Fenotipo	
	VARÓN	MUJER
AA	Calvo	Calva
Aa	Calvo	Normal
aa	Normal	Normal

El hombre calvo tiene que haber recibido de su padre, que era normal **aa**, el alelo normal, luego su genotipo es **Aa**.

La mujer normal tiene que haber recibido de su madre, que era calva **AA**, el alelo para calvicie, luego su genotipo es **Aa**, como el de su marido.

P		Marido		Mujer
		Aa	x	Aa
		(Calvo)		(Normal)
F ₁	Hijos	1/4 AA	2/4 Aa	1/4 aa
	Hijas	Calvos	Calvos	Normales
		Calvas	Normales	Normales

La respuesta para los tipos de hijos puede ofrecerse de dos modos según consideremos el sexo o no:

- El 50% de los hijos calvos y el 50% normales (sin mencionar el sexo de los hijos).
- El 75% de hijos y el 25% de las hijas calvos y el 25% de los hijos y el 75% de las hijas normales.

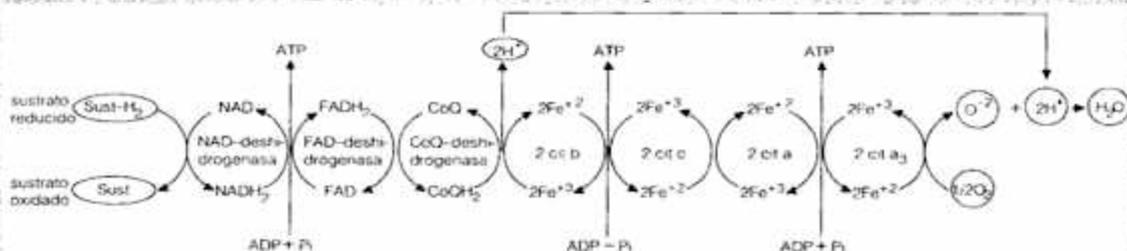
10

LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Ácidos nucleicos: composición química. Nucleósidos y nucleótidos.
- 2 Virus: composición química y ultraestructura; ciclo de infección del bacteriófago.
- 3 Niveles tróficos; cadena y red trófica.
- 4 ¿A qué proceso corresponde este esquema? Haga una interpretación del mismo indicando balance energético y orgánulo en el que tiene lugar el proceso.



Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
2. Los nucleósidos y nucleótidos.

Desarrollo del tema

1. Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.

Por hidrólisis completa de ácidos nucleicos se obtiene una mezcla equimolecular de bases nitrogenadas, aldopentosas y ácido ortofosfórico:

— Las bases nitrogenadas reciben este nombre por poseer en su molécula zonas capaces de atraer protones (lo que les confiere su carácter básico), ya que en las mismas aparecen pares de electrones no compartidos. Son de dos tipos:

- Bases pirimidínicas, derivadas de la pirimidina. Son tres: la citosina que se encuentra tanto en el ADN como en el ARN; la timina, localizada en el ADN, y el uracilo, en el ARN. También pueden aparecer otras bases como la 5-metil citosina.
- Bases púricas, derivadas de la purina. Las más importantes que se encuentran en ambos tipos de ácidos nucleicos son la adenina y la guanina.

— Las pentosas que aparecen son la β -D-ribofuranosa (ribosa) en el ARN y la β -D-desoxirribofuranosa (desoxirribosa) en el ADN.

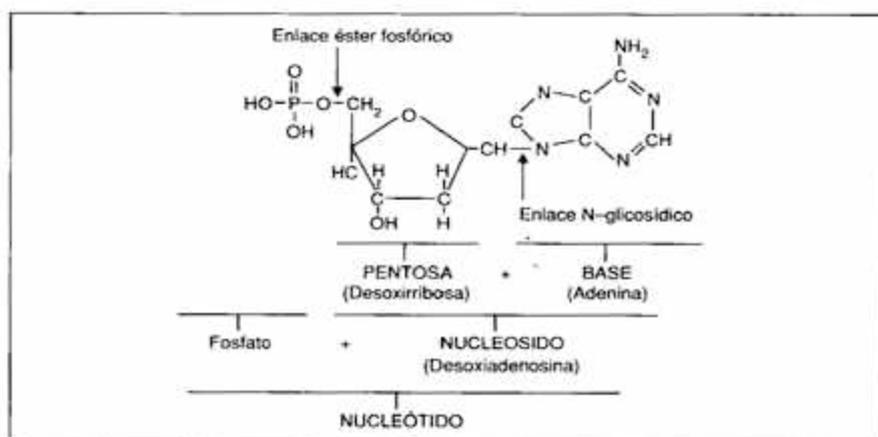
2. Nucleósidos y nucleótidos.

A) Los nucleósidos están formados por la unión de una pentosa y una base nitrogenada mediante un enlace N-glicosídico. Según la pentosa que posean, ribosa o desoxirribosa, pueden ser ribonucleótidos o desoxirribonucleótidos. Su nombre específico se construye añadiendo al nombre de la base que lo forma la terminación -osina o -idina (según se trate de una base púrica o pirimidínica). Por ejemplo: desoxitimidina, guanosina, citidina...

B) Los nucleótidos son el resultado de la esterificación de la pentosa de un nucleósido con el ácido ortofosfórico. Se trata, pues, de un éster fosfórico del nucleósido. El enlace se produce entre el grupo hidroxilo del carbono que ocupa la posición 5' de la pentosa y un grupo hidroxilo del ácido ortofosfórico.

Se nombran anteponiendo la palabra ácido y añadiendo la terminación -ílico, al nombre de la base nitrogenada implicada. También se pueden escribir de forma abreviada. Así por ejemplo tenemos el ácido desoxiadenílico o desoxiadenosina 5'fosfato (dAMP). (Ver figura de la página siguiente.)

Al grupo fosfato de los nucleótidos 5' monofosfato puede unirse un segundo fosfato, y a éste un tercero, mediante enlaces fosfodiéster para formar los nucleótidos mono y trifosfatos (por ejemplo, AMP, ADP y ATP), importantes como coenzimas que transfieren grupos fosfato y energía. Otras coenzimas como el NAD y el FAD (trasferidoras de hidrógeno) son dinucleótidos (dos nucleótidos unidos por su grupo fosfato).



Ácido desoxiadenílico o desoxiadenosina 5'fosfato (dAMP).

La unión de varios nucleótidos mediante enlaces fosfodiéster (desde el carbono 5' de un nucleótido al 3' del siguiente) da lugar a cadenas polinucleótidas. Los ácidos nucleicos son precisamente largas cadenas polinucleótidas.

Cuestión 2

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de virus.
 - 1.1 Estructura y composición.
 - 1.2 Tipos de virus.
2. Biología de los virus.
 - 2.1 Ciclo de infección lítica por el bacteriófago.
 - 2.2 Lisogenia.

Desarrollo del tema

Los virus son seres acelulares portadores de información genética.

1.1 Estructura y composición.

Un virus está formado básicamente por:

- Un ácido nucleico ADN o ARN, nunca los dos juntos.
- La cápside o cubierta de naturaleza proteica que rodea al ácido nucleico y que está formada por muchas subunidades llamadas capsómeros.
- En algunos virus, por fuera de la cápside, aparece una envoltura similar a la membrana plasmática de las células.

1.2 Tipos de virus.

Los diferentes tipos de virus se caracterizan, en principio, por la forma en que se disponen los capsómeros en la cápside. En este sentido se habla de:

- Virus poliédricos: cápside poliédrica con frecuencia en forma de icosaedro. Por ejemplo, los virus de la poliomielitis o de las verrugas.
- Virus helicoidales: capsómeros dispuestos en hélice como el virus del mosaico del tabaco.
- Virus complejos o mixtos: con una cabeza poliédrica y una cola con una vaina helicoidal. Así son los bacteriófagos.

Además de estos tres tipos de virus, se pueden distinguir otros considerando otros aspectos. Por ejemplo, cualquiera de estos virus puede contener como ácido nucleico, ARN o bien ADN (ARN-virus o ADN-virus, respectivamente). Por otra parte, los virus poliédricos y helicoidales pueden poseer envoltura (virus con envoltura) o carecer de ella. Por ejemplo, el virus de la gripe es helicoidal con envoltura y el de la varicela o el herpes son virus poliédricos que también poseen envoltura.

2. Biología de los virus.

Aunque poseen información genética (ADN o ARN), carecen de la maquinaria necesaria para llevar a cabo las funciones programadas en su ácido nucleico. Por ello, son incapaces de realizar las funciones típicas de todo ser vivo, es decir: nutrirse, relacionarse y reproducirse, careciendo, como es lógico, de metabolismo. Sólo podrán poner de manifiesto la información que poseen si utilizan la maquinaria de una célula, por eso son parásitos celulares obligados.

2.1 Ciclo de infección lítica por el bacteriófago.

Inicialmente el bacteriófago fija su cola a receptores específicos de la pared bacteriana, la cual es atacada en ese punto por enzimas de la cola. La vaina helicoidal de la cola se contrae inyectándose, en la bacteria, el ADN contenido en la cabeza del virus.

La entrada del ácido nucleico del bacteriófago interrumpe el normal funcionamiento de la bacteria y el ADN bacteriano se degrada. A partir de ese momento es el ADN del virus quien dicta las órdenes y se empiezan a fabricar, con esa información, componentes víricos (proteínas de la cabeza y cola, ácidos nucleicos, etc.).

Los componentes fabricados se ensamblan para dar lugar a nuevos virus (unos cien por célula infectada). La enzima lisozima, también fabricada bajo instrucciones víricas, produce rotura de la pared y muerte de la bacteria. Los virus así liberados pueden iniciar la infección de otras bacterias.

2.2 Lisogenia.

No siempre se produce la lisis inmediata de bacteria infectada, en estos casos se habla de "lisogenia". Existen virus que tras inyectar su ácido nucleico lo integran en el ADN bacteriano. A estos fagos integrados se les llama profagos y se replican conjuntamente con el ADN bacteriano. El profago puede liberarse espontáneamente y proseguir su ciclo reproduciéndose en el interior de la bacteria y lisándola.

Cuestión 3

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Niveles tróficos en el ecosistema.
2. Cadenas y redes tróficas.

Desarrollo del tema

Mediante la fotosíntesis, los vegetales transforman la energía luminosa en energía química contenida en la materia orgánica que sintetizan a partir de materia inorgánica. Por la constante función de "comer y ser comidos", esta materia y energía circula por los distintos componentes vivos de los ecosistemas sufriendo sucesivas transformaciones.

1. Niveles tróficos.

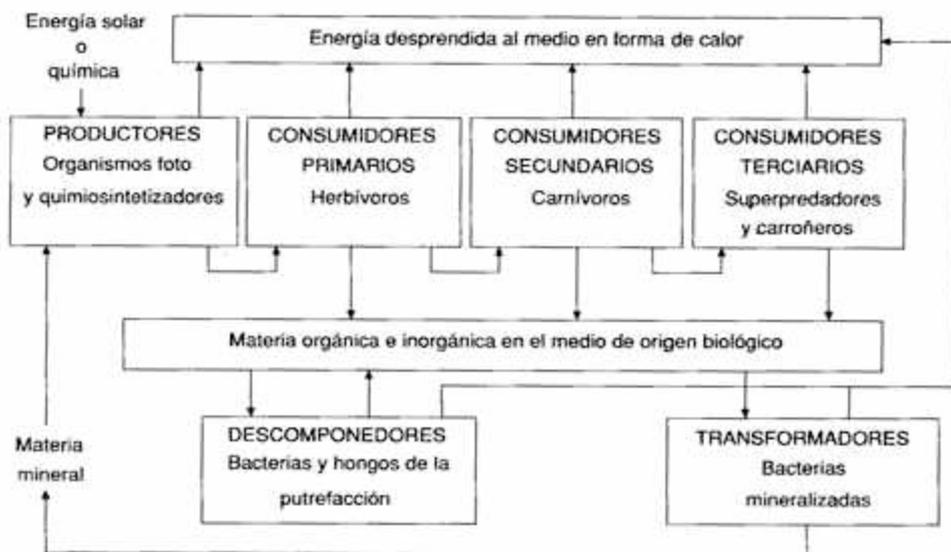
Así pues, se entiende por niveles tróficos de un ecosistema a los grupos de poblaciones cuyo método de obtención de materia y energía es semejante y que presentan un mismo grado de interacciones nutritivas.

En todo ecosistema pueden distinguirse los siguientes niveles:

- **Productores.** Constituyen el primer nivel trófico e incluye a los organismos autótrofos que transforman la energía del medio en energía química. Son los organismos fotosintéticos, plantas, fitoplancton y las bacterias quimiosintéticas.
- **Consumidores primarios.** Se alimentan de la materia orgánica producida en el nivel anterior, siendo, por lo tanto, heterótrofos. Los animales herbívoros y el zooplancton se sitúan en este nivel.
- **Consumidores secundarios.** Son los animales carnívoros y el zooplancton depredador. Son heterótrofos y se alimentan de consumidores. Si lo hacen de otros consumidores secundarios se denominan terciarios.
- **Descomponedores.** Su fuente de energía es la materia orgánica que aparece al morir los seres vivos del resto de los niveles o sus deposiciones. Transforman esta materia orgánica en inorgánica y, en parte, en nueva materia orgánica: el humus. Los hongos y las bacterias se sitúan en este nivel.
- **Transformadores.** Transforman la materia orgánica e inorgánica producida por los otros niveles en compuestos inorgánicos reutilizables por los productores, contribuyendo a su reciclaje. Este nivel lo integran ciertas bacterias.

El siguiente esquema representa cómo tiene lugar el flujo de materia y energía entre los distintos niveles tróficos en el ecosistema.

Observa que mientras el flujo de materia es cíclico (la materia puede reciclarse), el de energía no lo es (se pierde en forma de calor).



2. Cadenas y redes tróficas.

Como hemos visto, las relaciones que se establecen entre los distintos niveles tróficos son de índole alimentaria, dependiendo los superiores de los inferiores. Las diversas conexiones lineales que pueden establecerse entre los distintos niveles constituyen las cadenas tróficas.

Un ejemplo de cadena alimentaria sencilla podría ser:

plantas → conejos → zorros → bacterias descomponedoras.

La importancia de los productores es evidente, ya que son los únicos capaces en esta cadena de transformar la energía solar en materia orgánica utilizable por los demás niveles. Por otra parte, los conejos se alimentan de las plantas y hacen posible la existencia de los consumidores secundarios, los zorros que, a su vez, ejercen un control biológico del tamaño de la población de conejos.

Los descomponedores, junto con los transformadores, convierten la materia orgánica de los otros niveles en materia inorgánica y mineral que los productores pueden reutilizar para sintetizar más materia orgánica. Si no existiesen transformadores, la materia no se podría reciclar a la velocidad que exigen los ciclos biológicos y elementos esenciales de éstos llegarían a agotarse.

Sin embargo, las relaciones tróficas que normalmente se establecen en cualquier ecosistema no son tan lineales como se representa en las cadenas tróficas; con frecuencia muchos animales utilizan más de una fuente de alimentación y, asimismo, sirven de alimento a varios organismos diferentes. Estas conexiones entre cadenas alimentarias constituyen la red trófica del ecosistema.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se refiere al transporte de electrones en la respiración mitocondrial.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de la mitocondria.
- Fosforilación oxidativa. Hipótesis quimiosmótica.

Resolviendo la cuestión

El esquema representa la cadena de transporte de electrones, tiene lugar en la membrana mitocondrial interna. Se denomina así porque se van transfiriendo electrones desde las coenzimas reducidas (fundamentalmente NADH y FADH₂ que se reoxidan a NAD⁺ y FAD), hasta el oxígeno molecular que se reduce a H₂O.

Interpretación:

- La cadena se inicia con un sustrato reducido que se oxida cediendo sus hidrógenos al NAD⁺ que se reduce a NADH. El resto de la cadena lo forman transportadores de H y de electrones que acaban cediéndolos al O₂ que se reduce a agua.
- El hecho de que aparezcan transportadores capaces de recoger electrones y H₂ y otros que sólo aceptan electrones provoca que en un punto determinado de la cadena los H⁺ queden libres.
- Se puede observar también que existen tres pasos en los que en el transporte se libera energía, esta energía se utiliza para bombear los protones (H⁺) libres desde la matriz mitocondrial al espacio intermembranas donde se acumulan.
- Estos protones vuelven de nuevo a la matriz, esta vez a favor de gradiente, a través de unos complejos enzimáticos llamados ATP-sintasas de la membrana mitocondrial interna. Estos complejos utilizan la energía liberada en el paso de H⁺ para sintetizar ATP a partir de ADP+P.

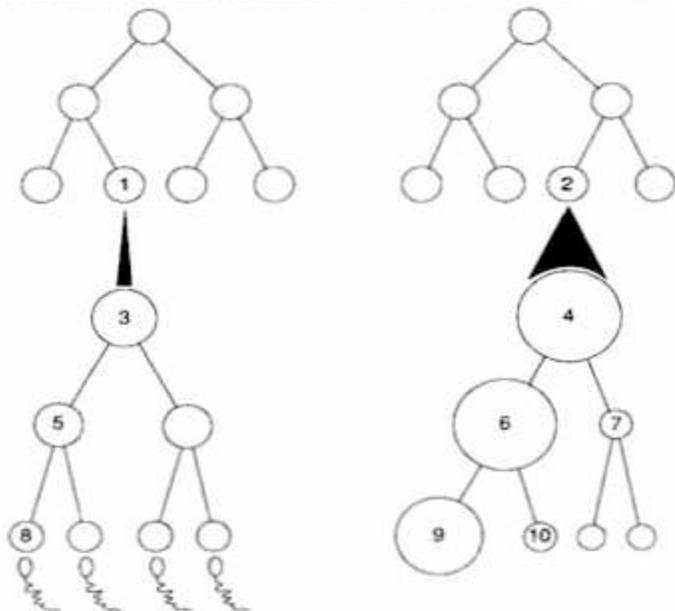
Balance energético:

- Por cada pareja de electrones cedida por el NADH y transportada hasta el O₂ se logra fabricar 3 moléculas de ATP.
- Ahora bien, hay sustratos, que al oxidarse utilizan como coenzima el FAD y no el NAD⁺ (observa que se forma un ATP precisamente en la transferencia de NADH a FADH₂). En estos casos, si los electrones son aportados a la cadena por el FADH₂ tan sólo se formarán 2 ATP.

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Explique, de forma razonada, el balance energético del catabolismo del siguiente compuesto: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$.
- 2 Estructura y función de: a) mitocondrias, b) ribosomas y c) plastos.
- 3 Definir los siguientes conceptos: 1) holoenzima, 2) ligamiento, 3) cianofceas, 4) ciclo haplodiplonte, 5) cromatina, 6) sinapsis, 7) deriva génica, 8) blastocele, 9) ecotono, 10) dictiosomas.
- 4 El esquema abajo indicado expresa dos procesos biológicos diferentes.
 - a) ¿A qué corresponde cada uno de ellos?
 - b) Explique las diferencias entre ambos.
 - c) Señale cada una de las etapas.
 - d) Indique los nombres de las células numeradas del 1 al 10 y su dotación cromosómica.



SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se refiere al catabolismo de los ácidos grasos.

Conceptos que debes recordar

— β -oxidación de los ácidos grasos (hélice de Lypen).

Resolviendo la cuestión

Se trata de un ácido graso saturado de número par de carbonos (16), en concreto es el ácido palmítico. Estos ácidos grasos, una vez activados mediante su unión con el Co-A, inician su degradación en la matriz mitocondrial en la ruta llamada β -oxidación o hélice de Lypen.

Recuerda que en cada vuelta de la hélice de Lypen se desprende una molécula de acetil-CoA (con 2 C) y se forma un NADH y un FADH₂.

Para degradar una molécula de ácido graso de 16 C hace falta dar 7 vueltas a la hélice de Lypen, y así se obtienen: 8 moléculas de acetil-CoA, 7 de NADH y 7 de FADH₂.

Las 8 moléculas de acetil-CoA se incorporan al ciclo de Krebs para su total transformación en CO₂. Por 8 vueltas al ciclo de Krebs se obtiene:

$$8 \times 2 = 16 \text{ CO}_2$$

$$8 \times 3 = 24 \text{ NADH}$$

$$8 \times 1 = 8 \text{ FADH}_2$$

$$8 \times 1 = 8 \text{ GTP (=ATP)}$$

Los NADH y FADH₂ se reoxidan en la cadena de transporte electrónico, por cada NADH se obtiene 3 ATP y por cada FADH₂, 2 ATP. En total:

$$(7 + 24) = 31 \text{ NADH} \times 3 = 93 \text{ ATP}$$

$$(7 + 8) = 15 \text{ FADH}_2 \times 2 = 30 \text{ ATP}$$

$$\text{Total: } 93 + 8 = 101 \text{ ATP}$$

Si quieres revisar el ciclo de Krebs y la cadena de transporte, repasa: la alternativa 2 de la prueba 16 (Universidad de Oviedo) y la cuestión 4 de la prueba 10 (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Cuestión 2



Situando la cuestión

Se trata de tres orgánulos celulares.



Conceptos que debes recordar

— Coeficiente de sedimentación. Svedbergs.



Resolviendo la cuestión

- a) **Mitocondrias:** Son orgánulos provistos de una doble membrana de composición y estructura semejante a la plasmática. La membrana interna presenta repliegues hacia el interior denominados crestas y en su espesor se localizan los citocromos y demás elementos que integran la cadena de transporte de electrones. El significado biológico de este transporte lo hallarás en la solución de la prueba 10 (Las Palmas de Gran Canaria), cuestión 4.

En el interior de la mitocondria, denominado matriz, se hallan ADN, ribosomas y las enzimas responsables del ciclo de Krebs. El papel que desempeña este ciclo en el metabolismo celular lo encontrarás en la solución de la prueba 16 (Universidad de Oviedo), alternativa 2.

En la prueba 24 (Universidad de Zaragoza), cuestión 1, puedes encontrar la relación de ambos procesos mitocondriales, ciclo de Krebs y cadena de transporte de electrones, con la respiración aerobia.

- b) **Plastos:** Este apartado puedes resolverlo consultando la solución de la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a. En la prueba 4 (Universidad de Cantabria), opción A, cuestión 10 encontrarás un esquema de la estructura del cloroplasto.
- c) **Ribosomas:** Son partículas compactas que aparecen tanto en las células eucarióticas como en las procarióticas. En las eucarióticas pueden hallarse adheridas a las membranas del R.E. o libres en el hialoplasma. Poseen un coeficiente de sedimentación de 80 S y constan de dos subunidades: grande (60 S) y pequeña (40 S). En las procariotas son más pequeños (70 S).

Están compuestos de ARN y proteínas aproximadamente en proporciones iguales. Intervienen en la síntesis de proteínas y en ellos se produce el ensamblaje de los aminoácidos en el orden indicado por el ARNm.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Podrás encontrar las definiciones en los capítulos referidos a: enzimas (holoenzimas); 3ª ley de Mendel: transmisión genética no independiente

(ligamiento); organismos procarióticos (cianofíceas); meiosis y ciclos biológicos (ciclo haplodiplonte); núcleo interfásico (cromatina); transmisión del impulso nervioso (sinapsis); cambios genéticos en las poblaciones; excepciones de la ley de Hardy-Weinberg (deriva génica); desarrollo embrionario: segmentación (blastocela); fronteras entre comunidades de los ecosistemas (ecotono); estructura celular: aparato de Golgi (dictiosomas).

Conceptos que debes recordar

- Naturaleza de las enzimas.
- Excepciones a la 3ª ley de Mendel: transmisión de genes no independiente.
- Organización celular procariótica.
- Meiosis y ciclos biológicos.
- Núcleo interfásico.
- Unión entre neuronas.
- Cambios genéticos en las poblaciones.
- Desarrollo embrionario: segmentación.
- Fronteras entre comunidades de los ecosistemas.
- Aparato de Golgi.

Resolviendo la cuestión

Holoenzima: Son enzimas que contienen además de una parte proteica algún otro compuesto de naturaleza no proteica que se denomina cofactor que le complementa en su acción catalítica. Si éste va unido a la parte proteica (apoenzima) mediante enlaces covalentes se denomina grupo prostético; si lo hace mediante enlaces débiles recibe el nombre de coenzima.

Ligamiento: Transmisión no independiente de ciertos genes (y por tanto, de los caracteres que controlan) por estar localizados en el mismo cromosoma. El fenómeno del ligamiento, cuando existe, se opone a la 3ª Ley de Mendel, es decir, a la transmisión independiente de los caracteres.

Cianofíceas (denominadas también algas azules y cianobacterias): Son organismos procariotas (como las bacterias y micoplasmas) y, como tales, sin núcleo verdadero. Son autótrofos fotosintéticos y, además de clorofila y carotenos, poseen pigmentos especiales, como la ficocianina y la ficoeritrina, a los que deben su color. Son unicelulares aunque pueden formar colonias filamentosas.

Ciclo haplodiplonte: Ciclo biológico de los vegetales (musgos, helechos y espermatofitas) que se caracteriza por la sucesión de dos fases de

reproducción alternante y de distinta dotación cromosómica: fase sexual gametofítica (haploide) y fase asexual esporifítica (diploide).

Cromatina: Nucleoproteína componente del núcleo celular, denominada originalmente así por su fácil tinción. En la división celular la cromatina se condensa dando lugar a los cromosomas.

Sinapsis: Estructura de conjunción entre el axón de una neurona y la dendrita (sinapsis axo-dendrítica), el cuerpo neuronal (sinapsis axo-somática) o el axón (sinapsis axo-axónica), de la neurona adyacente.

Deriva genética: Es cualquier cambio o fluctuación aleatoria de las frecuencias génicas en una población debido al tamaño finito de ésta. Por ejemplo, en una población pequeña la frecuencia de un gen puede disminuir e incluso llegar a desaparecer porque, casualmente, entre los individuos que se aparean o en los gametos que fecunden no esté dicho gen.

Blastocole: Cavidad del interior de la blástula (forma embrionaria resultante de la segmentación del huevo).

Ecotono: Puedes encontrar esta definición en la prueba 12 (Universidad de Madrid), opción A, cuestión 5.

Dictiosoma: Pila de sacos aplanados que forman parte del aparato de Golgi, éste está integrado por varios dictiosomas unidos por túbulos. Asociadas al dictiosoma aparecen dos tipos de vesículas: las de transición, situadas entre el retículo y la cara de los sáculos próxima a éste, y las de secreción, situadas en la proximidad de la cara cóncava del dictiosoma (más alejada del retículo).

Cuestión 4

Situando la cuestión

En el esquema se representa el proceso meiótico de la espermatogénesis y ovogénesis.

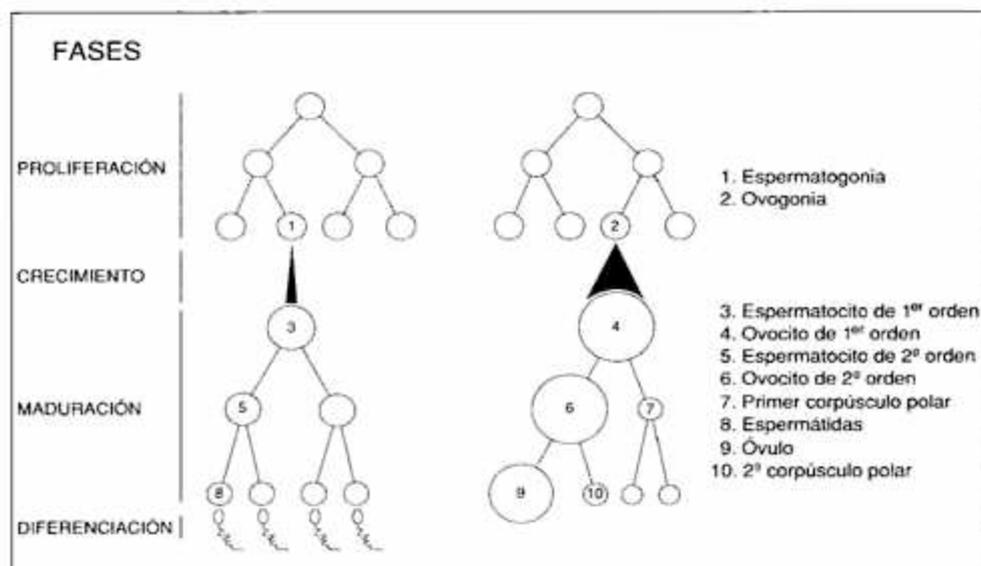
Conceptos que debes recordar

- Meiosis.
- Gametogénesis.

Resolviendo la cuestión

- a) En el esquema se representa el proceso de gametogénesis: a la izquierda la espermatogénesis y a la derecha la ovogénesis.
- b) Diferencias. (Ver cuadro de la página siguiente.)
- c) y d) Ver dibujo esquemático de la página siguiente.

ESPERMATOGÉNESIS	OVOGÉNESIS
FASES DE PROLIFERACIÓN Y CRECIMIENTO	
Tienen lugar durante toda la vida fértil del hombre, continuamente se forman nuevas espermatogonias.	Tienen lugar durante el desarrollo embrionario de la mujer, al nacer éstas poseen unos 70 000 folículos con los ovocitos de 1 ^{er} orden.
FASE MEIÓTICA O DE MADURACIÓN	
En ambas divisiones meióticas se reparte equitativamente el citoplasma materno entre las dos células hijas.	En ambas divisiones una de las dos células hijas recibe la mayor parte del citoplasma, la otra apenas recibe y dará lugar a un corpúsculo polar.
Se forman 4 espermatozoides por cada célula (espermatocono de 1 ^{er} orden) que entra en meiosis.	Se forma tan sólo un óvulo por cada célula (ovocito de 1 ^{er} orden) que entra en meiosis, más tres células degenerativas (corpúsculos polares).
En el hombre continuamente espermatoconos de 1 ^{er} orden entran en meiosis por lo que ininterrumpidamente se producen espermátidas.	En la mujer un sólo ovocito de 1 ^{er} orden (raramente más) entra en meiosis para producir un solo óvulo periódicamente.
FASE DE DIFERENCIACIÓN	
Las espermátidas sufren un profundo proceso de diferenciación hasta transformarse en espermatozoides.	El óvulo apenas sufre modificaciones.



ACLARACIONES PREVIAS

Contestar una de las dos opciones completas. Tiempo: una hora y treinta minutos.

Opción A

- 1 Características biológicas de los virus.
- 2 Enumerar y describir las etapas que pueden distinguirse en la denominada fase lumínica de la fotosíntesis.
- 3 Significado biológico del sobrecruzamiento. ¿En qué momento tiene lugar?
- 4 Modalidades de la formación del mesodermo. Citar un ejemplo de cada una de ellas.
- 5 Definir los siguientes conceptos:
 - a) Ecosistema.
 - b) Biotopo.
 - c) Nicho ecológico.
 - d) Ecotono.

Opción B

- 1 Propiedades físico-químicas del agua que explican su importancia en los seres vivos.
- 2 Lisosomas: tipos e importancia biológica de cada uno de ellos.
- 3 ¿Cuántos tipos de gametos genéticamente diferentes pueden producirse en un individuo heterocigoto para cuatro pares de alelos? Razonar la respuesta.
- 4 Núcleo interfásico: procesos bioquímicos que tienen lugar en este estadio del ciclo celular en el periodo de maduración de la gametogénesis.
- 5 Comportamiento colectivo y sus formas.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Esta pregunta está desarrollada en la solución de la prueba 10 (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria), cuestión 2.

Cuestión 2

Puedes encontrar la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a, apartado 3.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata del intercambio que tiene lugar entre cromosomas homólogos durante la meiosis.

Conceptos que debes recordar

— Meiosis y sus fases.

Resolviendo la cuestión

El sobrecruzamiento, o entrecruzamiento, tiene lugar en la meiosis, concretamente en la profase de la primera división meiótica, durante la subfase llamada paquiteno. Los filamentos cromosómicos, emparejados en la subfase anterior, se están acortando y engrosando, uniéndose íntimamente en algunos puntos llamados quiasmas. En esos puntos se produce en las dos cromátidas homólogas la rotura y reunión cruzada de la molécula de ADN, dándose lugar, finalmente, a cromosomas homólogos con segmentos intercambiados.

Las consecuencias de este intercambio de genes entre dos cromosomas homólogos es la formación de nuevas combinaciones de genes que contribuyen a la diversidad genotípica y fenotípica de la población. Así, la selección natural puede escoger aquellas combinaciones que son más eficaces para los individuos en su adaptación al medio.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de la formación de la tercera hoja embrionaria en los animales triblásticos.

Conceptos que debes recordar

- Fases del desarrollo embrionario en los animales.
- Formación del mesodermo y celoma.

Resolviendo la cuestión

En los animales triblásticos, es decir aquellos que presentan tres paredes en su organización, se forma una tercera hoja embrionaria entre ectodermo y endodermo: el mesodermo. Éste, a su vez, presenta dos hojas, una parietal que se adhiere al ectodermo, y otra visceral que se adhiere al endodermo. Entre ambas hojas queda la cavidad general del organismo, el celoma, donde se alojan una serie de órganos.

El proceso de formación del mesodermo es diferente según el tipo de animal, pero pueden distinguirse tres tipos fundamentales: esquizocelia, enterocelia e inmigración.

Esquizocelia: Se da en anélidos, moluscos y artrópodos. El mesodermo se forma por proliferación de células procedentes de una región próxima al blastóporo. Estas células van rellenando el antiguo blastocele y posteriormente se excava el celoma entre esa masa de células.

Enterocelia: Se da en equinodermos y cordados inferiores (*Amphioxus*). El mesodermo se forma por evaginación a partir del endodermo, de éste se destacan bolsas laterales a ambos lados del arquenterón que acaban por independizarse.

Inmigración: Se da en las gástrulas formadas por delaminación (reptiles y aves) y en el embrión de mamíferos. En la superficie dorsal de estos embriones existe una hendidura llamada línea primitiva equivalente al blastóporo. Por ella penetran blastómeros que migran desde la cara superficial hacia el interior para expandirse luego entre ecto y endodermo.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Las definiciones que se piden hacen referencia a conceptos de ecología.

Resolviendo la cuestión

- a) **Ecosistema:** Sistema formado por el conjunto de poblaciones (biocenosis) que habitan un área natural de características ambientales definidas (biotopo). Sus componentes están implicados en un proceso dinámico y constante de interacción, ajuste y regulación que se expresa como intercambios de materia y energía y como una secuencia de nacimientos y muertes.

- b) Biotopo: Área natural caracterizada por sus condiciones ambientales y que determinan la biocenosis que puede habitarla.
- c) Nicho ecológico: Función que desempeña y lugar que ocupa una especie determinada en un ecosistema concreto. En términos humanos, el nicho ecológico podría definirse como la dirección y profesión de un organismo en el ecosistema.
- d) Ecotono: Zona de transición, claramente diferenciada, entre dos comunidades vecinas. Por ejemplo, zona entre el bosque de alta montaña y la zona de pasto de alta montaña. Suelen coexistir individuos pertenecientes a las comunidades vecinas e individuos propios del ecotono.

Opción B

Cuestión 1

La respuesta a esta cuestión la encontrarás en la solución de la prueba 2 (Universidad de Barcelona), opción B, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Los lisosomas son un tipo de orgánulos celulares.

Conceptos que debes recordar

— Relación entre R.E., aparato de Golgi, y lisosomas: complejo GERL.

Resolviendo la cuestión

Los lisosomas son orgánulos celulares, rodeados de membrana y con forma de vesícula. En su interior poseen una variedad de enzimas hidrolíticas, que actúan en medio ácido, entre las que destaca la fosfatasa ácida. La función que realizan consiste en la digestión intracelular de macromoléculas de forma controlada.

Según su origen se pueden distinguir dos tipos de lisosomas:

- a) Lisosomas primarios, recién formados a partir del aparato de Golgi (o más concretamente del GERL), de forma ovalada o redondeada, que no han intervenido en ningún proceso de digestión y sólo contienen enzimas hidrolíticos.
- b) Lisosomas secundarios, de forma variable y que están implicados en algún proceso de digestión. Se forman a partir de la unión de los lisosomas primarios con sustratos procedentes del medio externo o interno. Así podemos distinguir:

- Vacuolas heterofágicas o digestivas (heterofagia) con sustratos procedentes del medio externo, cuya finalidad es alimenticia y defensiva.
- Vacuolas autofágicas (autofagia) si el sustrato lo constituyen componentes de la propia célula. Este mecanismo interviene en los procesos de desarrollo y asegura la nutrición celular en condiciones desfavorables.

En algunas ocasiones, los lisosomas vierten su contenido al exterior de la célula, donde tiene lugar la digestión (digestión extracelular).

Cuestión 3 Resolución de la prueba 3

Situando la cuestión

Se trata de un caso de segregación de alelos de varios genes al mismo tiempo, es decir, aplicación de la 2ª y 3ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Si se trata de un individuo heterocigoto para cuatro pares de alelos (o cuatro genes), lo podemos denominar AaBbCcDd.

Para cada gen, y de acuerdo con la ley de la segregación, se formarán dos tipos de gametos distintos, **A** o **a**, **B** o **b**, etc. Como el individuo tiene cuatro genes, se formarán $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^4 = 16$ tipos de gametos genéticamente diferentes.

Cuestión 4 Resolución de la prueba 24 (Universidad de Zaragoza), cuestión 2

El núcleo interfásico está descrito en la solución de la prueba 3 (Universidad de Cádiz), tema 2. En la prueba 24 (Universidad de Zaragoza), cuestión 2, puedes encontrar los procesos bioquímicos que tienen lugar durante esta fase del ciclo celular. Asimismo, puedes consultar la solución de la prueba 11 (Universidad de León), cuestión 4, para localizar el período de maduración de la gametogénesis.

Cuestión 5 Resolución de la prueba 11 (Universidad de León), cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referente a la etología o conducta de animales en grupo.



Conceptos que debes recordar

— Comportamiento social.



Resolviendo la cuestión

La sociedad es un conjunto de individuos de la misma especie organizados cooperativamente. Los distintos tipos de comportamiento social han ido adaptándose evolutivamente a las exigencias de la vida en común y varían dentro de un amplio espectro desde las sociedades más simples a las más complejas y evolucionadas. Veamos algunos de ellos:

En las sociedades simples como los bancos de peces, bandadas de aves o rebaños de mamíferos, cuya finalidad eminente es la defensa ante predadores, la comunicación se limita a una serie de señales que permiten la cohesión del grupo y desencadenan el reflejo de seguimiento.

En sociedades más complejas, como en los grupos de primates, se establece una jerarquización entre sus miembros. Así, existe un orden establecido para acceder al alimento o al apareamiento para evitar enfrentamientos continuos entre los miembros del grupo. La adquisición del rango social se realiza frecuentemente mediante procesos de lucha ritualizada que impiden los enfrentamientos fatales.

En sociedades avanzadas, como los insectos sociales, se da una compleja división del trabajo, los individuos se especializan en el desempeño de determinados papeles, llegando a producirse un polimorfismo de castas entre los miembros de la sociedad.

13

MÁLAGA

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Las sales minerales. Funciones biológicas.
- 2 Fotosíntesis y su importancia biológica.
- 3 Variabilidad genética: recombinación y mutaciones.
- 4 Grupos sanguíneos y factor RH.

Universidad de Málaga. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Esta cuestión está resuelta en la prueba 2 (Universidad de Barcelona), opción A, cuestión 1.

Cuestión 2

Puedes hallar la respuesta a esta cuestión en la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de explicar la aparición de variabilidad fenotípica, tanto por mutación de los genes como por formación de nuevas combinaciones génicas.

Conceptos que debes recordar

- Entrecruzamiento.
- Mutación.



Resolviendo la cuestión

La variabilidad genética es la cualidad de una especie (o de una población) por la cual puede darse el polimorfismo, es decir, diferencias genéticas entre los individuos. Según la teoría neodarvinista, para que se produzca la evolución debe existir variabilidad entre los individuos que permita seleccionar aquellos organismos mejor adaptados a las cambiantes situaciones ambientales.

La fuente primaria de variabilidad en una población son las mutaciones. Las mutaciones son cambios en la información genética y, por tanto, heredables, que se producen en los seres vivos. En la solución de la prueba 8 (Universidad de Granada), opción 1, cuestión 3, encontrarás los tipos e importancia biológica de las mutaciones.

Otra fuente de variabilidad es la recombinación genética que tiene lugar como consecuencia de los procesos sexuales. Por recombinación se entiende la aparición, en la descendencia, de combinaciones genéticas diferentes a la de los progenitores.

La recombinación se produce en la formación de gametos mediante el proceso de entrecruzamiento de los cromosomas. Éste tiene lugar durante la profase de la primera división meiótica, concretamente en el paquiteno, cuando las cromátides de los cromosomas homólogos emparejados intercambian fragmentos. Así, genes que se encontraban en cromosomas distintos (aunque homólogos) pasan a situarse en el mismo cromosoma.

La consecuencia básica de la recombinación es la formación de multitud de gametos diferentes, con distintas combinaciones de genes que podrán dar lugar a una gran variabilidad. A esto se suma la variabilidad que produce la segregación de los cromosomas como un todo durante la meiosis. Tanto las nuevas combinaciones como las mutaciones que se producen en el tejido germinal se prueban en los descendientes. Si son más eficaces la selección natural las seleccionará, y si no serán eliminadas.

Cuestión 4



Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a la clasificación, en diferentes grupos, de los tipos de sangre en función de los antígenos presentes en los eritrocitos.



Conceptos que debes recordar

- Componentes de la membrana plasmática, en particular de los eritrocitos.
- Concepto de antígeno y anticuerpo.



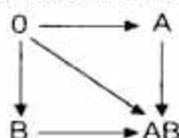
Resolviendo la cuestión

En la membrana de los glóbulos rojos existen diversos tipos de estructuras moleculares, determinadas genéticamente, que tienen carácter antigénico, es decir, desencadenan la respuesta inmunitaria en los individuos que no los posean. La presencia o ausencia de estos antígenos en la

membrana de los eritrocitos humanos es lo que distingue los diferentes grupos sanguíneos. Hoy se conocen más de treinta sistemas de agrupamiento sanguíneo de los cuales los más conocidos son el sistema AB0 y el sistema Rhesus o factor RH.

Sistema AB0: Los antígenos del sistema AB0 son glicoesfingolípidos especiales de la membrana eritrocitaria. Estos antígenos a los que se denomina aglutinógenos pueden ser de dos tipos, A y B, y según estén presentes uno de ellos, los dos juntos o ninguno, dan lugar a los cuatro tipos de grupos sanguíneos: A, B, AB y O.

Un individuo de grupo sanguíneo A posee en su plasma aglutininas (anticuerpos) b (anti-B); los de grupo B poseen aglutininas a (anti-A); los del grupo O poseen aglutininas a y b; los AB no poseen aglutininas de ningún tipo. De este modo, las únicas transfusiones posibles entre grupos sin que se produzca reacción de aglutinación son:



Tres alelos determinan genéticamente la presencia o ausencia de los antígenos: los alelos A y B, codominantes, determinan la presencia de los antígenos respectivos, mientras que el alelo O, recesivo, determina la ausencia. Por tanto, los individuos de los grupos O y AB son genéticamente homocigóticos (genotipos: OO y AB, respectivamente), mientras que los individuos A y B pueden ser homocigóticos (AA y BB, respectivamente) o heterocigóticos (AO y BO).

Factor RH: además de los citados, otro factor, descubierto inicialmente en los monos Rhesus, está presente en la membrana eritrocitaria del 85% de los europeos: el factor RH. El sistema RH lo integran varios antígenos de los cuales el más importante es el antígeno D, los individuos que lo poseen se denominan RH+, mientras que aquellos que no lo presentan son rh-. La presencia del antígeno D la determina un gen dominante sobre su alelo recesivo que determina la ausencia.

A diferencia del sistema AB0 (en el que los anticuerpos se encuentran ya desde los primeros meses de vida) los anticuerpos anti-RH no se forman hasta que no existe contacto con el antígeno (contacto de sensibilización), por tanto, las reacciones antígeno-anticuerpo tan sólo se darán tras un segundo contacto.

Un caso particular de incompatibilidad de factor RH puede darse en parejas en las que la mujer sea rh- y el varón RH+. Tras el primer parto de un hijo RH+ la madre quedará sensibilizada de modo que, en un segundo embarazo de embrión también RH+, las aglutininas maternas pasarán a través de la placenta a la circulación fetal, pudiendo producir graves trastornos al feto e incluso la muerte. La formación de anticuerpos en una madre rh- puede evitarse mediante la denominada vacuna anti-D. Consiste en inyectar a la madre, inmediatamente después del nacimiento de un hijo RH+, anticuerpos anti-D, estos anticuerpos enmascaran la cualidad antigénica de los eritrocitos del hijo que pudieran haber entrado en contacto con la sangre materna impidiendo, con ello, la formación de anticuerpos anti-D a la madre.

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones que figuran a continuación.

- 1 A) Tipos de huevos en metazoos atendiendo a la cantidad de vitelo.
B) Tipos de segmentación de los huevos de metazoos.
Si lo desea puede incluir algunos dibujos de ambos apartados.
- 2 Defina brevemente los siguientes términos: ADN, tasa de natalidad, vacuna, potencial de acción y pared bacteriana.
- 3 Señale la naturaleza química de las siguientes moléculas e indique su función: triglicéridos, vitamina A, gamma-globulina y hemoglobina.
- 4 En el guisante la altura del tallo está determinada por un gen con dos alelos, T (tallo alto) y t (tallo corto). La textura de la semilla está controlada por otro gen cuyo alelo L produce semillas lisas, mientras que el alelo l produce semillas rugosas. Estas dos parejas de genes se transmiten independientemente.
Se cruza una variedad pura lisa de tallo alto con otra variedad pura de semillas rugosas y tallo corto. Indique:
 - a) El genotipo y fenotipo de la F_1 .
 - b) Los fenotipos de la F_2 y la proporción de cada uno de ellos que resultan de la autofecundación de las plantas de la F_1 .
 - c) Si en la generación parental P, una de las variedades fuera lisa y corta y la otra rugosa y alta, ¿variarán las proporciones fenotípicas en la F? Razone la respuesta.

Universidad de Murcia. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referente a la reproducción animal y primera fase del desarrollo embrionario de éstos.

Conceptos que debes recordar

- Fecundación: concepto de célula huevo o cigoto.
- Tipos de huevos.
- Segmentación.

Resolviendo la cuestión

Tras la fecundación del óvulo por el espermatozoide y fusión de sus núcleos (cariogamia), se forma la célula huevo o cigoto.

En las distintas especies animales, los huevos pueden ser de muy diferente tamaño; pueden poseer o no envueltas, cáscaras de calcio u otro material, o tan sólo la membrana plasmática. En cuanto a la cantidad de reservas almacenadas (vitelo) y su distribución podemos distinguir varios tipos:

Isolecitos: Son huevos pequeños, sin vitelo (alecitos) o con muy poco vitelo, el cual está distribuido uniformemente por todo el huevo. Son así los huevos de los mamíferos, celentéreos y equinodermos.

Heterolecitos: De mayor tamaño que los anteriores. El vitelo, distribuido desigualmente, se concentra en un polo del huevo denominado polo vegetativo; el polo opuesto donde se localiza el núcleo es el polo animal. Por la cantidad de vitelo en éstos se suelen distinguir los tipos de huevos heterolecitos.

Mesolecitos: Cuando la cantidad de vitelo es alrededor del 50 % de la masa total del huevo, como sucede en la rana.

Telolecitos: El vitelo supera el 50 %, como sucede en las aves (90 %); en éstas el huevo está rodeado de materiales alimenticios adicionales en forma de albúmina.

Centrolecitos: En éstos, el vitelo se localiza en el centro, estando rodeado por una fina capa de citoplasma. El núcleo se sitúa en el centro del vitelo. Este tipo de huevo es característico de los insectos.

Tipos de huevo.

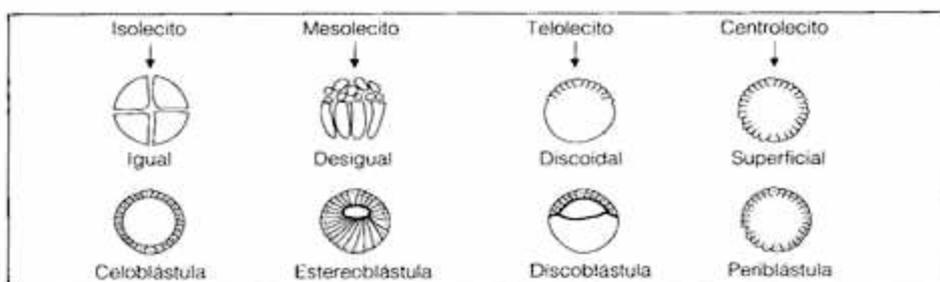
Segmentación del huevo. A partir de la célula huevo comienza en desarrollo embrionario mediante una serie de divisiones mitóticas muy rápidas que constituyen la fase de segmentación. La célula huevo se divide en dos células hijas denominadas ahora blastómeros; éstos vuelven a dividirse formando 4 blastómeros, luego 8, 16, 32, etc.

Estas divisiones dan como resultado una forma embrionaria constituida por una masa de células esférica y compacta denominada mórula. Luego aparece una cavidad en el interior, mayor o menor según el tipo de huevo, denominada blastocele. Este estado embrionario recibe el nombre de blástula y con él concluye la fase de segmentación.

Según la cantidad y distribución del vitelo, la segmentación se realiza de diferentes maneras, dando como resultado distintos tipos de blástulas.

<p>Holoblástica o total</p> <p>Cuando la segmentación afecta a todo el huevo.</p>	<p>Igual: Cuando los blastómeros resultantes son todos de igual tamaño, así ocurre en los huevos isolecitos. La blástula a que da lugar se denomina celoblástula.</p>
	<p>Desigual: Como ocurre en los huevos mesolecitos. La irregular distribución del vitelo hace que las divisiones en el polo vegetativo sean más lentas, esto da lugar a blastómeros de diferente tamaño. La blástula resultante se denomina estereoblástula.</p>
<p>Meroblástica o parcial</p> <p>Cuando la segmentación afecta sólo a una parte del huevo.</p>	<p>Discoidal: Es el caso de los huevos telolecitos extremos. La segmentación afecta tan sólo al disco del huevo donde se encuentra el polo animal. La blástula así formada se denomina discoblástula.</p>
	<p>Superficial: En el caso de los huevos centrolecitos, el núcleo se divide repetidamente sin que tenga lugar la división del citoplasma. Posteriormente los núcleos hijos emigran a la periferia, donde, alrededor de cada uno de ellos, se forman surcos de división que no penetran en el material vitelino subyacente. La blástula resultante se denomina periblástula.</p>

Tipos de segmentación.



Huevos: Segmentación y blástulas.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Se trata de localizarlos en el nivel molecular (ADN), nivel poblacional (tasa de natalidad), inmunidad (vacunas), nivel orgánico (potencial de acción) y nivel celular (pared bacteriana).



Conceptos que debes recordar

- Tipos de ácidos nucleicos.
- Dinámica de la población.
- Tipos de inmunidad.
- Transmisión del impulso nervioso.
- Estructura de la célula procariótica.



Resolviendo la cuestión

ADN: Ácido desoxirribonucleico. Químicamente es una doble cadena polinucleótida con las bases emparejadas (A-T y G-C). Se localiza en el núcleo de las células eucariotas y libre en el citoplasma de las bacterias formando el cromosoma bacteriano. Mitocondrias y cloroplastos también poseen ADN. Contiene la información genética de un organismo.

Tasa de natalidad: Es el número de individuos de una población que nacen por unidad de tiempo en relación al total de individuos de esa población. Se representa como "b".

$$b = \frac{dN}{N dt}$$

Vacuna: Preparado artificial con los gérmenes (o sus toxinas) muertos o atenuados de una enfermedad contra la que se desea adquirir inmunidad. Los componentes de la vacuna no resultan patógenos, pero sí conservan la capacidad antigénica, es decir, introducidos en el receptor le inducen a producir anticuerpos contra dicha enfermedad.

Potencial de acción: Hallarás esta definición en la prueba 1 (Universidad de Alicante), cuestión 1.

Pared bacteriana: Cubierta que aparece sobre la superficie externa de la membrana plasmática en las bacterias. Está formada por cadenas polisacáridas paralelas unidas mediante cadenas peptídicas transversales (se trata de heterósidos, en particular de peptidoglicanos). Esta estructura en forma de red le confiere una gran resistencia mecánica frente a los cambios osmóticos.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Puedes localizar la naturaleza y función de estas moléculas entre los lípidos (triglicéridos y vitamina A) y prótidos (gamma-globulina y hemoglobina).

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de lípidos.
- Clasificación de proteínas.

Resolviendo la cuestión

Triglicéridos: Tipo de lípidos. Químicamente son ésteres de la glicerina en los que los tres grupos alcohol han sido sustituidos por ácidos grasos. También se conocen con el nombre de grasas neutras al no poseer carga eléctrica. Son componentes fundamentales de las células adiposas de los vertebrados, constituyendo el principal material de reserva.

Vitamina A: Es una molécula de naturaleza lipídica, por tanto, liposoluble, formada por la unión de fragmentos isoprenoides. Interviene en la estabilidad de las membranas celulares siendo, además, necesaria en el proceso de percepción de la luz. Como todas las vitaminas, no puede ser elaborada por el organismo, por lo que debe ingerirse con los alimentos de la dieta. Existe en muchos vegetales como provitamina, el caroteno.

Gamma-globulina: Tipo de proteínas del suero sanguíneo a las que pertenecen los anticuerpos. Son fabricadas por linfocitos ante la presencia de sustancias extrañas (antígenos) al organismo a los que aglutinan o precipitan.

Hemoglobina: Es una proteína compleja formada por la unión de 4 subunidades (2α y 2β), poseyendo cada una de ellas un grupo prostético hemo. Es la encargada de transportar el oxígeno en la sangre de los vertebrados, a la que da su color rojo característico. Es el principal componente de los glóbulos rojos.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, aplicación de la 3ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Aunque el enunciado del problema no lo indica, el alelo **t** (tallo corto) es recesivo respecto del alelo **T** (tallo alto), y el alelo **I** (semillas rugosas) es

recesivo respecto del alelo **L** (semillas lisas). Esto lo puedes deducir por la notación que se utiliza, mayúscula para dominante y minúscula para recesivo, o recordando las experiencias de Mendel, en las que utilizó dichos caracteres del guisante.

Las variedades puras (homocigóticas) que se utilizan son la **LLTT** y la **lltt**. Del cruce de estas variedades tendremos:

- a) Cada variedad dará lugar a gametos **LT** y **lt**, que uniéndose formarán los cigotos de la F_1 con genotipo **LlTt**. Debido a las relaciones de dominancia de los alelos de cada gen, el fenotipo será tallo alto y semilla lisa.
- b) Al autofecundarse los individuos **LlTt** de la F_1 , se producirán cuatro tipos de gametos, en igual proporción, **LT**, **Lt**, **tT** y **lt**. Combinando gametos masculinos y femeninos se formarán 16 combinaciones posibles, que se pueden reunir en 9 genotipos y 4 fenotipos distintos, tal como puedes comprobar en la respuesta a la cuestión 5, opción B, de la prueba 2 (Universidad de Barcelona).
- c) Si en la generación parental, P, una de las variedades fuera lisa y corta, su genotipo sería **LLtt**, y la otra rugosa y alta, su genotipo sería **llTT**, las proporciones de los fenotipos de la F_2 no variarían, ya que los individuos de la generación parental producirían dos tipos de gametos, **Lt** y **tT**, que darían una F_1 con genotipo **LlTt**, que es un genotipo idéntico al de la F_1 del cruce anterior. Esto es así porque los caracteres se transmiten independientemente. Si los caracteres estuvieran ligados, el resultado sería diferente.

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

1 Los enzimas:

- a) Concepto.
- b) Factores que regulan la actividad enzimática.
- c) Clasificación y ejemplos.

2 Genética molecular:

- a) La expresión del mensaje genético.
- b) Idea y ejemplos de ingeniería genética.

3 Estudio morfológico comparado de:

- Un ser vivo de estructura acelular.
- Un procariota.
- Una célula eucariota.

4 El ecosistema:

- a) Productividad.
- b) Cadenas alimentarias.
- c) Pirámides tróficas.

Universidad de Navarra. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Puedes encontrar el concepto y los factores que regulan la actividad enzimática en el tema 1 de la prueba 3 (Universidad de Cádiz). La clasificación y ejemplos de enzimas puedes hallarla en el tema del bloque I de la prueba 23 (Universidad de Valladolid).

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al mecanismo para la síntesis proteica, es decir, la transcripción y traducción de la información. El segundo apartado hace referencia a los procesos de manipulación de esta información para obtener los productos deseados.

Conceptos que debes recordar

- Estructura del ADN.
- Papeles de los ácidos nucleicos.
- Concepto molecular de gen.

Resolviendo la cuestión

- La respuesta a este apartado la encontrarás en la solución de la prueba 3 (Universidad de Cádiz), tema 3.
- La ingeniería genética consiste, básicamente, en la utilización en el laboratorio de procesos naturales, mediante la manipulación y modificación de los genes, que permiten obtener biológicamente productos de interés, tales como hormonas y anticuerpos específicos.

El material biológico usado, fundamentalmente, son bacterias, y la técnica seguida es la siguiente:

Existen unas enzimas denominadas enzimas de restricción (*) o restrictasas que son capaces de reconocer determinadas secuencias (del orden de 4 ó 6 bases) del ADN y cortar en fragmentos dicho ADN por lugares específicos. Utilizando dichas restrictasas en el laboratorio, se pueden obtener los fragmentos definidos de ADN que nos interesan (por ejemplo, aquellos que contienen la información para la síntesis de determinada proteína).

Dichos fragmentos se pueden clonar. La clonación consiste en introducir el fragmento de ADN que nos interesa en el ADN de una bacteria para que se replique con éste cuando la bacteria se reproduzca. De esa manera se pueden obtener millones de copias del fragmento de ADN elegido para su posterior estudio (normalmente para su secuenciación) o utilización en la obtención de proteínas específicas.

En la actualidad ya se están llevando a cabo numerosas experiencias de ingeniería genética en organismos superiores. Consisten en introducir genes en organismos y su integración en el ADN de éstos. Un caso conocido es la integración del gen que fabrica la hormona del crecimiento en el ratón. El resultado es que estos ratones transgénicos al llevar dos o más genes de la hormona de crecimiento crecen más que los ratones normales.

También se ha logrado transformar células, sacadas de un organismo, para que produzcan defensas inmunitarias. Luego, se reintroducen dichas células, dando al organismo mayor capacidad para producir defensas. Esta es una de las vías más prometedoras en la lucha contra el cáncer.

* **Atención.** Las enzimas de restricción o restrictasas son fabricadas por las bacterias. Estas enzimas defienden a la bacteria de la infección de ADN extraño, esencialmente virus. A su vez, las bacterias se defienden de sus propias restrictasas fabricando otras enzimas que protegen las mismas secuencias que reconocen las restrictasas.

La clonación se lleva a cabo mediante los plásmidos. Estos son moléculas de ADN circular de pequeño tamaño que se encuentran en el citoplasma de las bacterias. Rompiendo el plásmido con la misma restrictasa que se ha utilizado para obtener el fragmento de ADN, es posible intercalar éste en el plásmido y así unir ambas moléculas. El plásmido híbrido resultante es el que se introduce en una bacteria.

Las bacterias también pueden integrar en sus cromosomas fragmentos de ADN procedente de otras bacterias. El ADN "extraño" se integra en la bacteria receptora sustituyendo al fragmento homólogo, fenómeno conocido como transformación bacteriana. Asimismo, las bacterias pueden también integrar en su ADN virus y plásmidos.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Se sitúa, en el nivel celular, dentro de los tipos de organización celular.



Conceptos que debes recordar

- Características generales de la organización celular procariótica y eucariótica.
- Características biológicas de los virus.



Resolviendo la cuestión

Según la teoría celular todos los seres vivos están formados por células, pudiéndose distinguir dos tipos básicos de organización celular: procariótica (la de bacterias y cianobacterias) y eucariótica (a la que pertenecen las células del resto de los seres vivos). Existen otros seres incapaces de desarrollar por sí mismos actividades vitales, son los virus, organismos sin las estructuras celulares típicas y considerados, por tanto, de estructura acelular.

Vamos a indicar, comparativamente, aquello que poseen en común, un virus, un procarionte y una célula eucariota y todo aquello que los diferencia:

1. Todos poseen información genética contenida en un ácido nucleico, generalmente ADN, aunque algunos virus la portan en ARN. (Si puede considerarse seres vivos a los virus es, precisamente, por poseer esta información genética.)
2. Ambos tipos celulares (procariotas y eucariotas) poseen membrana plasmática de naturaleza y estructura semejante. Algunos virus, como el de la gripe, poseen una envoltura similar a la membrana plasmática de las células eucarióticas (en realidad se forma a expensas de la de las células a las que parasitan).
3. Los organismos celulares desarrollan un metabolismo en su citoplasma, son capaces de fabricarse sus propias proteínas y para ello poseen ribosomas (un poco diferentes en cada caso). Los virus carecen de la maquinaria necesaria para tener un metabolismo propio; por esta razón estos seres necesitan ser parásitos de células. (Puedes revisar las características de los virus revisando el tema 2 de la prueba 10, Universidad de Las Palmas.)
4. Las células procarióticas carecen de sistema de membranas interno y en consecuencia de orgánulos recubiertos de membrana (retículo, aparato de Golgi, lisosomas, vacuolas, mitocondrias, cloroplastos, etc.), exclusivos de las células eucarióticas. Los virus carecen de todo tipo de orgánulos.
5. La carencia de orgánulos con membrana en las bacterias es sustituida en parte por unos pliegues de su membrana plasmática llamados mesosomas, donde se localizan enzimas respiratorias. Algunas bacterias fotosintéticas poseen repliegues de membranas que contienen la maquinaria fotosintética (como los tilacoides de las cianobacterias).
6. Las células procarióticas (de *pro*, antes y *karyon*, núcleo) carecen de membrana nuclear y por tanto, de núcleo definido, mientras que las eucarióticas (de *eu*, verdadero y *karyon*, núcleo) poseen un núcleo provisto de membrana nuclear. El ácido nucleico de los virus está contenido en el interior de una cápsida de naturaleza proteica.
7. Muchas células procarióticas poseen pared celular y/o flagelos, pero su estructura y composición es diferente a los de las eucarióticas.
8. Las células procarióticas son más sencillas, aparecieron antes en la evolución celular y siempre constituyen organismos unicelulares llamados procariontes (moneras) que incluyen a las bacterias y cianobacterias. Su tamaño es menor que el de las células eucarióticas.

Las células eucarióticas, más complejas, de mayor tamaño, con su núcleo bien definido y su gran variedad de orgánulos, se supone que aparecieron, según la teoría más aceptada, a consecuencia de la unión simbiótica de primitivas células nucleadas con células procarióticas. Las células eucarióticas pueden formar organismos tanto unicelulares (protistas) como pluricelulares. Se suelen distinguir dos tipos de células eucarióticas: animal y vegetal.

Cuestión 4

Esquema de conceptos a desarrollar

- Productividad.
- Cadenas alimentarias.
- Pirámides tróficas.

Desarrollo del tema

- Productividad. Por biomasa se entiende la cantidad de masa que constituye un organismo, por extensión, podemos considerar también la biomasa total de una población, nivel trófico o la del ecosistema entero.

Con la reproducción y el crecimiento los organismos van incrementando su biomasa. El incremento de biomasa por unidad de tiempo se denomina producción y se mide, por ejemplo, en $\text{kg}/\text{cm}^3 \cdot \text{día}$. Según el nivel trófico considerado distinguimos:

- Producción primaria es el aumento de biomasa de los productores, es decir de los autótrofos (fotosintéticos en abrumadora mayoría). En esta producción primaria denominamos producción primaria bruta (PPB) al producto total del sistema fotosintético. Si a esta PPB descontamos la biomasa perdida por la respiración vegetal (R_p) queda la denominada producción primaria neta (PPN).

$$\text{PPN} = \text{PPB} - R_p$$

- Producción secundaria (PS) representa la cantidad de biomasa que se almacena en los niveles tróficos superiores (consumidores, descomponedores y transformadores). En el primer nivel de consumidores por ejemplo, el aumento de la biomasa de los herbívoros sería:

$$\text{PS}_1 = C - (R_{c1} + U_1)$$

Siendo C la energía (biomasa) utilizable del nivel inferior; R_{c1} la materia respirada por los consumidores primarios; y U_1 los productos de desecho (heces y orina).

- Producción neta del ecosistema (PNE): significa el aumento de biomasa final que se acumula en el ecosistema. Es igual a la energía fijada por los productores (PPB) menos la utilizada en la respiración tanto de productores como de consumidores.

$$\text{PNE} = \text{PPB} - (R_p + R_c)$$

En un ecosistema en equilibrio la PNE es igual o próxima a 0 ($\text{PNE} = 0$), es decir, la biomasa producida es igual a la destruida. En los ecosistemas inmaduros o jóvenes la PNE es positiva ($\text{PNE} > 0$), es decir, se produce un incremento de biomasa en el ecosistema. En los ecosistemas degrada-

dos la PNE puede ser negativa ($PNE < 0$), es decir, se destruye más biomasa de la producida.

La productividad es la relación entre producción y biomasa:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Biomasa}}$$

En los ecosistemas planctónicos, por ejemplo, la productividad es muy elevada, ya que sus poblaciones se renuevan con mucha rapidez. Una población de algas que se divide en 24 horas presentará una productividad diaria del 100%. La productividad de los vegetales terrestres está comprendida entre el 0,006 y el 0,3%.

La productividad es una de las características más significativas del ecosistema, ya que permite conocer los límites de explotación del mismo, es decir, la biomasa exportable, para evitar daños irreparables. En los ecosistemas en equilibrio la productividad tiende a 0, mientras que en los ecosistemas jóvenes esta productividad es elevada. En los cultivos, comparables en este sentido a ecosistemas inmaduros, la elevada productividad se mantiene mediante el suministro externo de energía por el agricultor para la irrigación, fertilización, control de plagas, etc.

- b) Cadenas alimentarias. Representan, de forma lineal, las relaciones que existen entre los seres vivos de los distintos niveles tróficos de un ecosistema. En la respuesta a la prueba número 10 (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria), cuestión 3, está ampliado este apartado.
- c) Pirámides tróficas. Son representaciones, mediante rectángulos superpuestos, de los diferentes niveles tróficos existentes en un ecosistema. Se realizan en función del número de individuos, de la biomasa o de la energía existente en cada nivel trófico. Proporcionan una mejor idea sobre el funcionamiento de ese ecosistema. Así, los diferentes tipos de pirámides pueden ser:
 1. Pirámide de los números. Cada nivel trófico está representado por medio de un rectángulo que es proporcional al número de individuos que lo componen. Son poco significativas, ya que, aunque lo normal es que el número de individuos disminuya al pasar de uno a otro nivel, en muchos casos están invertidas como ocurre con un árbol que sustenta a muchos insectos, o un organismo y sus parásitos.
 2. Pirámide de la biomasa. Cada rectángulo representa la cantidad de biomasa existente en cada nivel trófico. Es importante disponer de este dato en un ecosistema a lo largo del tiempo, ya que en algunos casos la biomasa de herbívoros puede ser superior a la de los productores, lo que puede originar falsas interpretaciones.
 3. Pirámide de la energía. Cada rectángulo representa la producción o cantidad de energía disponible en cada nivel trófico. Esta pirámide no puede estar invertida en ningún caso.

16

OVIEDO

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá elegir y responder a dos de las cuatro alternativas propuestas.

- 1 El enlace glicosídico.
- 2 El papel del ciclo de Krebs en el metabolismo celular.
- 3 La mitosis: fases y significado.
- 4 Fundamentos de la teoría sintética de la evolución.

Universidad de Oviedo. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión se refiere al tipo de enlace mediante el cual se unen los monosacáridos.

Conceptos que debes recordar

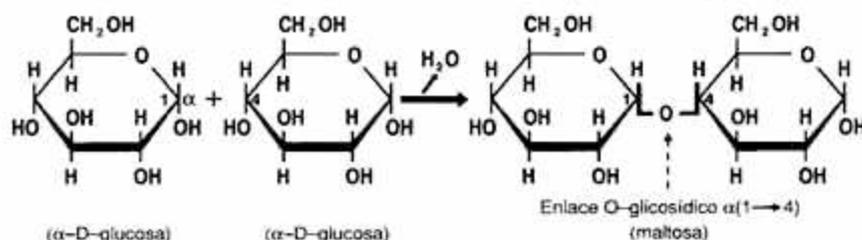
- Azúcares: formación de oligosacáridos y polisacáridos.
- Ácidos nucleicos: constitución de nucleósidos.

Resolviendo la cuestión

Los monosacáridos son azúcares sencillos no hidrolizables que pueden unirse para formar otros azúcares más complejos. Así, cuando se unen dos monosacáridos se forma un disacárido; si lo hacen tres, un trisacárido, etc. La unión de numerosos monosacáridos da lugar a los polisacáridos.

La unión entre dos monosacáridos se realiza mediante la formación de enlaces O-glicosídicos. Este enlace se establece entre el radical $-OH$ del carbono hemiacetalítico (el que portaba el grupo aldehído o cetona en la fórmula lineal) de un monosacárido y un grupo alcohol del otro monosacárido. Al formarse este enlace se libera una molécula de agua. Cuando el enlace glicosídico se establece entre los $-OH$ hemiacetalíticos de los dos monosacáridos (enlace dicarbonílico), el disacárido resultante pierde el poder reductor.

El enlace glicosídico puede ser α o β según el radical $-OH$ del primer carbono hemiacetalítico implicado en el enlace esté situado hacia abajo o hacia arriba, respectivamente. Este enlace se nombra con la indicación α o β seguido de un paréntesis en el que figuran los números de los carbonos entre los que se establece el enlace, separados por una flecha. Así, la maltosa se forma mediante un enlace α (1 \rightarrow 4) entre dos moléculas de α -D-glucopiranososa.



Los polisacáridos se forman por la unión mediante enlaces glicosídicos de monosacáridos. Por ello, de la unión de "n" monosacáridos se liberan (n-1) moléculas de agua. Los homopolisacáridos (formados por un mismo tipo de monosacáridos) que desempeñan funciones de reserva (como el almidón y glucógeno) presentan enlaces α -glicosídicos; mientras que aquellos que desempeñan funciones estructurales (como la celulosa o la quitina) lo presentan β -glicosídico. En el caso de la celulosa, la estructura helicoidal que se forma protege a los enlaces O-glicosídicos de los ataques de numerosos reactivos, siendo únicamente hidrolizada por acción de las enzimas de ciertos protozoos.

Otro tipo de enlace glicosídico de interés biológico es el que aparece en la formación de los nucleósidos y, por lo tanto, de los ácidos nucleicos. Este enlace se denomina N-glicosídico y se establece entre el radical H del nitrógeno que ocupa la posición 1 (en las bases pirimidínicas) o 9 (en las bases púricas) y el grupo $-OH$ hemiacetalítico del carbono 1' de la pentosa. En la formación de este enlace también se libera una molécula de agua. Puedes observar este tipo de enlace en la fórmula de la cuestión 1 de la prueba 10 (Universidad de Las Palmas).

Cuestión 2



Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a una de las fases de la respiración mitocondrial.



Conceptos que debes recordar

- Estructura de la mitocondria.
- Cadena de transporte y fosforilación oxidativa.



Resolviendo la cuestión

El ciclo de Krebs constituye una etapa de la respiración oxidativa y tiene lugar en la matriz de las mitocondrias. Consiste en la oxidación completa a CO_2 de moléculas de acetil-CoA que se incorporan a un ciclo de reacciones.

Si observas un esquema del ciclo de Krebs verás que, en cada vuelta al ciclo, se incorpora una molécula de acetil-coenzima A y salen de él:

- Dos moléculas de dióxido de carbono.
- Cuatro moléculas de coenzimas reducidas (3 NADH y 1 FADH_2).
- Una molécula de GTP (equivalente a un ATP).

El acetil-CoA que se incorpora al ciclo y es oxidado a CO_2 procede de la degradación de los principios inmediatos, principalmente de ácidos grasos (vía β -oxidación), y de azúcares (vía glicolisis).

De todo esto, podemos concluir que el ciclo de Krebs es la vía metabólica (catabólica) en la que termina la degradación total de la materia orgánica y se transforma en inorgánica. Además, estas oxidaciones proporcionan energía (ATP) que se obtiene, bien directamente en este ciclo (sólo 1 ATP) o bien reoxidando las coenzimas reducidas en la cadena de transporte de electrones localizada en la membrana mitocondrial interna.

Pero, aunque el objeto del ciclo de Krebs es eminentemente catabólico, de él parten también importantes rutas anabólicas. Algunos de los compuestos intermedios de este ciclo pueden servir como precursores para diferentes procesos biosintéticos (anabólicos) que ocurren en el hialoplasma. Por ejemplo: el ácido alfa-cetoglutarico puede servir, previa transformación en glutámico (un aminoácido), para sintetizar los llamados aminoácidos no esenciales. Por otra parte, el ácido cítrico, una vez transformado en acetil Co-A, será utilizado para fabricar ácidos grasos y el ácido oxalacético puede transformarse en glucosa si se incorpora a la vía de la neoglucogénesis.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere al proceso de división del núcleo celular.



Conceptos que debes recordar

- Reproducción celular. Mitosis.

Resolviendo la cuestión

La reproducción celular tiene por objeto formar células idénticas a la progenitora, por ello, las células hijas deben recibir la misma información genética, es decir, el mismo ADN y por tanto, el mismo número y los mismos cromosomas que posea la célula materna. Esto se consigue mediante un mecanismo muy preciso de división nuclear denominado mitosis.

Como recordarás, en la mitosis se suceden cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. A continuación se resume el proceso mitótico:

Interfase: Es el periodo comprendido entre dos divisiones mitóticas. Durante este periodo tiene lugar la replicación del material cromosómico, es decir del ADN.

Profase: La envoltura nuclear comienza a fragmentarse. La cromatina, antes dispersa, se empieza a condensar; los cromosomas empiezan a ser patentes. En las células animales se divide el centriolo emigrando cada centriolo hijo a un polo celular. Entre ambos centriolos se organiza un sistema de microtúbulos que darán lugar al huso acromático y los ásteres.

Al final de la profase la envoltura nuclear ha desaparecido. Los cromosomas, ya formados, se hallan replicados en dos cromátidas. Del cinetócoro cromosómico se destacan los microtúbulos cinetocóricos. Los cromosomas quedan anclados a los microtúbulos del huso al imbricarse con éstos mediante los microtúbulos cinetocóricos.

Metafase: Los cromosomas han emigrado al plano ecuatorial de la célula. Allí, orientados en el plano perpendicular al eje del huso por su punto medio, constituyen la denominada placa metafásica.

Anafase: Las cromátidas comienzan a separarse aparentemente arrastradas por los microtúbulos del huso. Cada cromátida hermana emigra hacia su respectivo polo celular.

Telofase: Las cromátidas, situadas ya en las proximidades de los polos y convertidas en cromosomas hijos, comienzan a descondensarse. Las nuevas envolturas nucleares se organizan a su alrededor. Desaparecen los microtúbulos del huso y los ásteres.

La mitosis en la célula vegetal es semejante a la que tiene lugar en la célula animal. Al carecer de centriolos, los microtúbulos del huso se organizan a partir de una zona del citoplasma próxima al núcleo y desprovista de orgánulos: la zona clara.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La teoría sintética de la evolución (o síntesis moderna), propuesta por Th. Dobzhansky, es la síntesis de la teoría de la evolución de los seres vivos basada en la selección natural darvinista y las aportaciones posteriores de la genética.

Conceptos que debes recordar

- Teoría de la selección natural.
- Mutación.

Resolviendo la cuestión

La teoría de la selección natural de Darwin (teoría darvinista de la evolución) y las pruebas que la apoyan la encontrarás contestada en la prueba 24 (Universidad de Zaragoza), cuestión 3.

La teoría sintética de la evolución, propuesta por Dobzhansky, no es más que el examen de las ideas de Darwin a la luz de los descubrimientos que se han ido produciendo en la genética en los primeros decenios de este siglo, veamos:

Tiene en cuenta que la evolución se da en poblaciones y que la variabilidad genética de éstas, sobre la que actúa la selección natural, es heredable y depende de los genes, que siguen un modo de transmisión de acuerdo con las leyes de Mendel.

La mutación es el mecanismo mediante el cual aparece toda nueva variabilidad. Las mutaciones pueden ser: génicas (denominadas también puntuales), producen un cambio en la información de un gen y por lo tanto, dan lugar a la aparición de alelos; o cromosómicas, por reordenación, duplicaciones o deleciones de los genes de los cromosomas, o duplicación o supresión de cromosomas completos.

Si las nuevas mutaciones confieren al individuo mayor eficacia biológica se producirá un proceso de sustitución génica por selección natural, siendo eliminado el gen o la combinación de genes menos eficaces. La selección natural simplemente elimina aquella variabilidad genética menos eficaz para el individuo. Esta sustitución, llevada a cabo generación tras generación por la selección natural, tiene lugar mediante la reproducción: si una variante alélica es más eficaz para un individuo, éste producirá mayor número de descendientes por lo que aumentará la proporción de dicha variante en la población.

La deriva genética, que actúa en poblaciones pequeñas, puede producir cambios en la frecuencia de los genes de una manera aleatoria.

La migración de individuos entre poblaciones y el flujo de genes que acompaña a esta migración también contribuye a la variabilidad genética de una población.

Desde el punto de vista de la teoría sintética de la evolución la formación de nuevas especies a partir de subespecies (variantes poblacionales de una misma especie), proceso denominado especiación, se inicia por la formación de barreras que impiden el intercambio de genes entre poblaciones, es decir, se inicia con un aislamiento reproductivo. Este aislamiento puede producirse como consecuencia de diferencias genéticas entre las poblaciones, o puede originarse como consecuencia del aislamien-

to geográfico, ecológico, etológico, etc., de unas poblaciones de otras. La selección natural actúa diferenciando a las poblaciones respecto de su constitución genética. Finalmente, el aislamiento reproductivo da lugar a la aparición (por separación y diferenciación) de nuevas especies.

La teoría sintética de la evolución, tal como fue propuesta, tiene sus limitaciones. Recientemente han sido planteadas otras teorías para explicar el hecho evolutivo, como la teoría neutralista o la teoría del saltacionismo.

La teoría neutralista de la evolución propone que la gran mayoría de las mutaciones a nivel molecular (sustitución de unos nucleótidos por otros en el ADN) son "neutras" frente a la selección natural. El proceso de sustitución génica dependería no de la selección natural, sino del tamaño de las poblaciones y de la tasa de migración entre poblaciones. Esta teoría también se ha denominado teoría no darwiniana de la evolución.

La teoría del saltacionismo sostiene que los mecanismos propuestos por la teoría sintética de la evolución implican una acumulación "gradual" y lenta de cambios que afectan a la variabilidad. Tales mecanismos y ritmo no son suficientes para explicar la evolución. Según aducen los "saltacionistas", la evolución se da en periodos muy cortos, que coinciden con extinciones masivas y rápida aparición de nuevos grupos, seguido de largos periodos de aparente reposo.

ACLARACIONES PREVIAS

Elegir y contestar dos de los cuatro repertorios completos: A, B, C o D.

La puntuación máxima de cada uno va entre paréntesis.

El tribunal, en todos los casos, valorará lo que expone el alumno y cómo lo expone, más que lo que se omite a juicio del examinador.

Tema A

- 1 Los lípidos y sus funciones biológicas. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de: evolución de las especies. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: Las células de los seres terrestres viven mejor rodeadas de aire que de agua. (1 p.)

Tema B

- 1 Digestión química de los alimentos. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de simbiosis. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: Un protozoo microscópico, tipo paramecio, se parece genéticamente más a las ballenas que a las bacterias. (1 p.)

Tema C

- 1 Fotosíntesis. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de enzima. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: En las fermentaciones del vino y del pan se produce alcohol y anhídrido carbónico. (1 p.)

Tema D

- 1 Mutaciones génicas y agentes mutagénicos. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de célula procariótica. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: El albinismo está regulado por un gen autosómico recesivo. Una mujer albina, casada con un hombre normal, tendrá todos los hijos varones albinos. (1 p.)

Universidad del País Vasco. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Los lípidos: concepto.
2. Clasificación.
3. Funciones.

Desarrollo del tema

1. Los lípidos. Concepto.

Los lípidos comprenden un conjunto muy heterogéneo de compuestos orgánicos formados principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno, en los que se incluyen en ocasiones otros elementos como nitrógeno y fósforo. En este grupo se engloba una gran variedad de sustancias con características químicas diversas, pero que presentan propiedades físicas comunes: son poco o nada solubles en agua, pero se disuelven en disolventes orgánicos como cloroformo, éter, alcohol, benceno o acetona.

2. Clasificación.

Su clasificación presenta dificultades dada la heterogeneidad química que poseen. La clasificación más frecuente se hace atendiendo a la composición y funciones que desempeñan. Así, se clasifican en:

- Ácidos grasos.
- Los acilglicérols o acilglicéridos.

- Lípidos de membrana.
 - Fosfolípidos.
 - Glicolípidos.
- Esteroides.
- Terpenos o isoprenoides.
- a) Ácidos grasos: Están formados por una larga cadena alifática o hidrocarbonada, con un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) en uno de sus extremos. Presentan una clara bipolaridad: la cadena alifática es hidrófoba; por el contrario, el grupo carboxilo es hidrófilo y puede unirse a otros grupos similares por medio de enlaces de hidrógeno. Los ácidos grasos son constituyentes de las membranas celulares, participan en la síntesis de otros lípidos y son una fuente de energía.
- b) Los acilgliceroles o acilglicéridos: Son ésteres de la glicerina, en los que uno, dos o los tres grupos alcohol, han sido sustituidos por ácidos grasos. Son los lípidos más abundantes de la naturaleza y constituyen elementos de reserva y protección en animales y vegetales. Destacan por su importancia los triglicéridos o grasas neutras, no poseen carga eléctrica, de ahí su denominación. Son los componentes fundamentales de las células adiposas de los vertebrados.
- c) Céridos o ceras: Son ésteres de monoalcoholes con ácidos grasos de cadena larga, como el palmítico. Los alcoholes que intervienen son de cadena larga, por ello, los dos extremos de la molécula son de naturaleza hidrófoba. Son insolubles en agua, lo que explica sus funciones protectoras y de revestimiento. Se localizan en la piel, pelo, plumas, epidermis de las hojas, etc.
- d) Lípidos de membrana: Incluimos aquí los principales lípidos (si exceptuamos a los ácidos grasos y al colesterol) que forman las membranas celulares:
 - Fosfolípidos: Son lípidos polares, que a su vez se pueden dividir en glicerofosfátidos y esfingofosfátidos. Están formados por glicerol o esfingosina, ácidos grasos, ácido fosfórico y en ocasiones otros compuestos polares.
 - Glicerofosfolípidos o glicerofosfátidos: Constituyen la mayor parte de los lípidos que podemos encontrar en las membranas celulares. Poseen dos cadenas hidrofóbicas (apolares) y una hidrofílica (polar), de ahí su naturaleza anfipática responsable de la formación de bicapas lipídicas en las membranas celulares.
 - Esfingofosfátidos o esfingolípidos: Forman parte de las membranas celulares animales y vegetales. Al igual que en los anteriores, cabe resaltar su carácter polar. La esfingomielina forma parte de las vainas de mielina de las células de Schwann.
 - Glicolípidos: Estos compuestos abundan en el tejido nervioso y se forman a partir de cerámidos (esfingosina más ácido graso), que se

unen con azúcares. Los más importantes son los cerebrósidos y los gangliósidos. Ambos abundan en las membranas de las células del cerebro.

- e) **Esteroides:** Son lípidos complejos, derivados del anillo tetracíclico ciclopentanoperhidrofenantreno. Destacan entre ellos los esteroides. Incluyen al colesterol, que es un componente muy importante de las membranas celulares a las que confiere fluidez, siendo esencial para el crecimiento en los organismos superiores. Además, es el precursor de gran número de moléculas como: hormonas sexuales (testosterona y estradiol), hormonas adrenocorticales (aldosterona y cortisol), ácidos biliares y la vitamina D.
- f) **Terpenos o isoprenoides:** Son derivados del isopreno (2 metil 1,3 butadieno), formados por la unión de muchas unidades del mismo. Son los precursores de la vitamina A y el colesterol. Destacan: el fitol, aceites esenciales aromáticos (mentol, geraniol, etc.), pigmentos vegetales (xantofilas y carotenos), caucho, etc.

3. Funciones de los lípidos.

Ya se ha indicado anteriormente para cada tipo de lípido la función que desempeña. Resumimos ahora las funciones generales que desempeñan los lípidos:

- A. **Energéticas:** Almacenan gran cantidad de energía por unidad de masa (recuerda que al oxidarse las grasas neutras desprenden 9,4 Kcal/g), por lo que constituyen un excelente material de reserva energética que además resulta relativamente ligero.
- B. **Estructurales:** La naturaleza anfipática (bipolar) de algunos lípidos (ácidos grasos, fosfolípidos y glicolípidos) les permite organizarse en bicapas en medios acuosos, por ello, constituyen el material ideal para formar los sistemas de membranas de las células animales y vegetales. La particular estructura del colesterol es utilizada para conferir "fluidez" a estas membranas (puedes consultar la prueba 9, opción 1, cuestión 2).
- C. **Protectoras:** La insolubilidad en agua de grasas y ceras les permite desempeñar funciones de aislante de la humedad. Asimismo, la escasa conductividad térmica de las grasas del pánículo adiposo (capa de grasa bajo la piel) de aves y mamíferos posibilita su uso como aislante térmico. También, el tejido adiposo que rodea algunas vísceras actúa como protección y amortiguador de golpes.
- D. **Reguladoras:** Ciertas hormonas como las sexuales (andrógenos, estrógenos y progesterona) y las hormonas de la corteza suprarrenal son derivadas del colesterol. Ello les permite atravesar la membrana celular con facilidad, ya que ejercen su acción desde el interior de la célula (a diferencia de otras hormonas como la adrenalina que lo hacen sin atravesarla). Asimismo, ciertas vitaminas como la A, E, K y D tienen naturaleza lipídica.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión en la parte correspondiente a la evolución biológica.

Conceptos que debes recordar

— Teoría neodarvinista de la evolución.

Resolviendo la cuestión

Proceso de adaptación por selección natural de poblaciones de una especie que da lugar a su diversificación y aparición de nuevas especies por aislamiento reproductivo.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al medio que rodea a las células.

Conceptos que debes recordar

— Medio interno.

Resolviendo la cuestión

La proposición es falsa.

Todas las células necesitan estar rodeadas de un medio acuoso con el cual intercambiar sustancias (gases respiratorios, alimento, sustancias de desecho, etc.). Este intercambio se efectúa a través de la membrana plasmática y para ello es preciso que los productos estén en disolución.

Los organismos unicelulares viven en medios acuosos y mueren o se enquistan cuando el agua desaparece. Los seres pluricelulares poseen un "medio interno" acuoso que rodea a las células y les permite realizar sus intercambios. Los seres terrestres tienen graves problemas con la pérdida de agua y precisamente para colonizar el medio aéreo han desarrollado mecanismos protectores contra la desecación.

Tema B

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

Digestión química de los alimentos.

1. Digestión en la boca.

2. Digestión en el estómago.
3. Digestión en el intestino.

Desarrollo del tema

1. Digestión en la boca.

La transformación química de los alimentos comienza ya en la boca, donde la ptialina (una amilasa componente de la secreción salivar) hidroliza el almidón. La mucina, una secreción mucosa de glicoproteínas, facilita el deslizamiento del bolo a través del esófago hasta alcanzar el estómago.

2. Digestión en el estómago.

Los movimientos peristálticos del estómago favorecen la mezcla del alimento con el jugo gástrico segregado por las glándulas de la pared y lo empujan hacia el píloro

El jugo gástrico contiene ácido clorhídrico que, además de contribuir a disgregar el alimento y eliminar bacterias ingeridas, activa el pepsinógeno (otro componente de la secreción gástrica) a pepsina (pH óptimo entre 1,5 y 3,5) una endopeptidasa que hidroliza proteínas a polipéptidos menores.

El fluido ácido resultante de la digestión gástrica, denominado quimo, pasa al intestino a través del píloro (la válvula que comunica el estómago con el duodeno).

3. Digestión en el intestino.

Al intestino vierten su secreción el hígado, el páncreas y las células glandulares de la mucosa intestinal.

El jugo intestinal segregado por estas últimas contiene las siguientes enzimas: aminopeptidasa, lipasa, maltasa, sacarasa, lactasa (que hidrolizan péptidos, grasas, maltosa, sacarosa y lactosa respectivamente) y enteroquinasa (que activa el tripsinógeno y quimotripsinógeno pancreático a tripsina y quimotripsina). Asimismo, la elevada concentración de bicarbonato en el jugo intestinal (pH 8-9) neutraliza la acidez del quimo.

La hormona secretina, producida por la mucosa duodenal, estimula las secreciones del hígado y páncreas.

El jugo pancreático contiene: tripsinógeno, quimotripsinógeno (endopeptidasas de pH óptimo 7,5-8,5), procarbopeptidasas (exopeptidasas), que una vez activadas hidrolizan distintos tipos de péptidos a aminoácidos; lipasa, fosfolipasa, amilasa, ribonucleasa, desoxirribonucleasa (que hidrolizan grasas, fosfolípidos, almidón, ARN y ADN respectivamente); colagenasa y elastina (que digieren las fibras de colágeno y elastina).

La bilis producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar contiene ácidos y pigmentos biliares (productos de la degradación de hemoproteínas) que facilitan la emulsión de las grasas.

Los productos resultantes de la digestión del alimento, una mezcla de aminoácidos, monosacáridos, glicerol, ácidos grasos y otros productos,

constituyen un líquido viscoso de color blanquecino denominado quilo. Los componentes útiles son absorbidos por las células de la mucosa intestinal y vertidos a la sangre.

En el intestino grueso tiene lugar la absorción de gran parte del agua residual. En él se encuentran también una gran cantidad de bacterias saprofitas que realizan fermentaciones sobre los restos no digeridos como fibras, etc., y producen ciertas sustancias útiles al huésped como vitamina K.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se refiere a un concepto de ecología relativo a asociaciones interespecíficas.

Conceptos que debes recordar

— Mutualismo.

Resolviendo la cuestión

Simbiosis: Tipo de relación interespecífica en la que los organismos asociados se benefician mutuamente. En este tipo de mutualismo las especies asociadas llegan a ser interdependientes.

Cuestión 3

Situando la cuestión

En esta cuestión se plantea la comparación del genoma de eucariotas y procariotas.

Conceptos que debes recordar

— Procariotas y eucariotas.

Resolviendo la cuestión

La proposición es verdadera:

Una bacteria es un organismo procariota, mientras que un protozoo tipo paramecio, al igual que una ballena, es eucariota. Hay muchos aspectos diferentes, desde el punto de vista genético, entre un eucariota y un procariota, citemos algunos:

PROCARIOTAS

- Carencia de membrana nuclear.
- No hay mitosis ni meiosis.
- Ausencia de mitocondrias.
- Genes sin intrones.

EUCARIOTAS

- Presencia de membrana nuclear.
- Hay mitosis y meiosis.
- Presencia de mitocondrias.
- Genes con intrones.

Tema C

Cuestión 1

Esta cuestión está resuelta en la solución de la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizarla en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

— Tipos de proteínas

Resolviendo la cuestión

Enzimas: Tipo de proteínas que catalizan las reacciones metabólicas uniéndose específicamente al sustrato de reacción. Actúan a baja concentración y quedan inalteradas tras la reacción.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Puedes localizar la fermentación en el catabolismo anaerobio del nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Glicolisis.
- Fermentación alcohólica.

Resolviendo la cuestión

La proposición es verdadera:

En ambos casos tiene lugar el proceso de fermentación alcohólica a partir de un material rico en azúcares. Recuerda que en la fermentación alcohólica, el piruvato obtenido en la glicolisis, es descarboxilado (liberándose CO_2) a acetaldehído que se reduce a etanol gracias al NADH. Esto no quiere decir que el pan contenga etanol, pues éste desaparece volatilizado en la cocción.

Tema D

Cuestión 1

Encontrarás contestada esta cuestión en la pregunta 5, repertorio A, de la prueba 7 (Universidad de Extremadura).

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se refiere a un tipo de organización celular.

Conceptos que debes recordar

- Sistema de membranas.
- Ribosomas.

Resolviendo la cuestión

Célula procariótica: Tipo celular que se caracteriza por poseer pared, membrana plasmática, ribosomas y ADN y carecer de membrana nuclear y orgánulos citoplasmáticos con membrana.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Problema de genética de aplicación de la 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Dominancia y recesividad.
- Segregación de alelos.

Resolviendo la cuestión

La proposición es falsa:

Llamemos al alelo normal **A** y al alelo albino **a**. Si, como dice el enunciado, el albinismo es recesivo y autosómico, la mujer tiene que ser homocigótica **aa**. Si el hombre con quien se casa es normal, podrá tener los genotipos **AA** o **Aa**. En cualquier caso, al menos la mitad de los hijos, independientemente de su sexo, recibirán el alelo **A** de su padre, por lo que serán normales.

ACLARACIONES PREVIAS

Responder a las 48 preguntas propuestas.

Entre todas se tratan todos los temas del programa, sin que existan más de cuatro preguntas de un mismo tema.

*Cada pregunta tiene **una sola respuesta**. Lea detenidamente la pregunta y las posibles respuestas para elegir la más adecuada.*

La respuesta seleccionada se marca con una X en su correspondiente casilla de respuestas. Si una vez marcada desea rectificarla, puede anularla tachando todo el recuadro (■).

Si necesita hacer algún cálculo o anotación puede utilizar cualquiera de las hojas de preguntas; pero si desea hacer alguna observación para que sea leída, escríbala en esta hoja de respuestas.

- 1 El número de elementos químicos siempre presentes en toda materia viva es de: a) 5. b) 10. c) 20. d) 30. e) 40.
- 2 Una célula viva en un medio isotónico experimentará el siguiente proceso de intercambio: a) Difusión. b) Fenómeno osmótico. c) Exósmosis. d) Endósmosis. e) Ninguno de los anteriores.
- 3 La máxima concentración de ácidos nucleicos extranucleares se localiza en: a) Los plastos. b) El hialoplasma. c) Las mitocondrias. d) Los ribosomas. e) Las vacuolas.
- 4 Los enzimas se caracterizan por: a) Funcionar sólo en las células que los fabrican. b) Ser poco sensibles a la temperatura. c) Destruirse durante el proceso de catálisis, por lo que deben sintetizarse periódicamente. d) Tener una composición química variable. e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

- 5 La radiación ultravioleta rompe el anillo de los esteroides y forma vitamina D, por eso los esteroides son: a) Provitaminas. b) Previtaminas. c) Factores vitamínicos. d) Complejos vitamínicos. e) La radiación ultravioleta provoca mutaciones, pero no origina vitamina D.
- 6 Las mitocondrias se caracterizan por: a) Estar presentes en todas las células eucariotas. b) Contener ADN y ARN distinto al nuclear. c) Poseer una morfología externa e interna variables. d) Todas las respuestas anteriores son correctas. e) Todas las respuestas anteriores son falsas.
- 7 Las vacuolas excretoras pueden considerarse el resultado final de la actuación de: a) Las mitocondrias. b) El retículo endoplásmico. c) Los lisosomas. d) El Golgi. e) Los ribosomas.
- 8 Las reacciones que se producen en la fase oscura de la fotosíntesis son: a) Independientes de la luz. b) Termoquímicas. c) Enzimáticas. d) Todas las respuestas anteriores son correctas. e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 9 Todas las cianofíceas (algas verdeazuladas) se caracterizan por ser organismos: a) Eucariotas. b) Fotosintéticos con clorofila a. c) Unicelulares. d) Fijadores de nitrógeno. e) Exclusivamente acuáticos.
- 10 Los pigmentos respiratorios sanguíneos están ausentes en el siguiente grupo de animales: a) Vertebrados terrestres. b) Artrópodos acuáticos. c) Vertebrados acuáticos. d) Artrópodos terrestres. e) Todos los grupos anteriores poseen pigmentos respiratorios sanguíneos.
- 11 Los propioceptores son receptores que responden frente a estímulos: a) Mecánicos. b) Químicos. c) Internos. d) Térmicos. e) Luminosos.
- 12 ¿Qué proceso de reproducción vegetativa se presenta tanto en animales como en vegetales?: a) Bipartición. b) Gemación. c) Esporulación. d) Todos los anteriores. e) Ninguno.
- 13 Un matrimonio ha tenido dos hijos, el primero pertenece al grupo sanguíneo O y el segundo al grupo sanguíneo AB, ¿a qué grupo sanguíneo es más probable que pertenezca el siguiente hijo?: a) A. b) B. c) AB. d) O. e) A cualquiera de ellos.
- 14 Si la producción neta de un ecosistema es negativa podemos deducir que dicho ecosistema es: a) Joven. b) Equilibrado. c) Explotado. d) Estable. e) Maduro.
- 15 Un ejemplo de inmunización activa es aquel en el que las defensas proceden de: a) La madre. b) Vacunación. c) Secreciones. d) Herencia. e) Un suero.
- 16 La conducta animal adquirida se caracteriza por ser: a) Innata. b) Propia de los individuos. c) Heredable. d) Constante durante la vida del individuo. e) Todas las respuestas anteriores son falsas.
- 17 El máximo nivel de complicación estructural de las proteínas fibrilares corresponde a la estructura: a) Primaria. b) Secundaria. c) Terciaria. d) Cuaternaria. e) c y d son verdaderas.

- 18 Los glúcidos se caracterizan por tener poder reductor. El único grupo de glúcidos en el que puede perderse esta propiedad característica es el de los: a) Monosacáridos. b) Disacáridos. c) Oligosacáridos. d) Polisacáridos. e) Los glúcidos no tienen poder reductor.
- 19 El modelo de Watson y Crik para la estructura del ADN presupone la existencia de: a) Dos cadenas polinucleótidas. b) Un enrollamiento en espiral. c) Dos cadenas complementarias. d) Un máximo número de enlaces puente de hidrógeno. e) Todas las anteriores son correctas.
- 20 El ARNm se diferencia de otros ácidos ribonucleicos por poseer: a) Un peso molecular muy variable. b) Bajas proporciones de desoxirribosa. c) Bases nitrogenadas no habituales. d) Una estructura muy compleja. e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 21 ¿Cuál de los siguientes coenzimas no está relacionado con los nucleótidos?: a) NAD. b) FMN. c) ATP. d) FAD. e) Los cuatro anteriores son derivados de nucleótidos.
- 22 En relación a la membrana plasmática se puede afirmar que: a) Es permeable. b) Se halla en todas las células de todos los seres vivos. c) Está formada mayoritariamente por lípidos apolares y proteínas. d) Su grosor es prácticamente constante y siempre superior a 100 Å. e) Todas las respuestas anteriores son correctas.
- 23 Los ribosomas de las células procariotas y eucariotas se diferencian por su: a) Composición química. b) Localización celular. c) Morfología y estructura. d) Coeficiente de sedimentación. e) No existen diferencias esenciales entre unos y otros.
- 24 Si el núcleo de una célula eucariota posee $2n$ cromosomas podemos afirmar que dicha célula es: a) Somática. b) Zigoto. c) Germinal. d) Gameto. e) Haploide.
- 25 Todos los organismos respiratorios tienen en común el poseer: a) Una cadena de transporte de electrones. b) Capacidad de utilizar O_2 . c) Mitocondrias. d) Todas las respuestas anteriores son correctas. e) Ninguna de las anteriores es correcta.
- 26 Los productos finales de las fermentaciones que siguen la vía glucolítica son siempre compuestos orgánicos: a) De cadena más corta que el pirúvico. b) De igual número de carbonos que el pirúvico. c) Más oxidados que el pirúvico. d) Más reducidos que el pirúvico. e) Las fermentaciones nunca siguen la vía glucolítica.
- 27 La pared celular se halla presente en la mayoría de los organismos pertenecientes al grupo de los: a) Eucariotas. b) Protistas. c) Procariotas. d) Celulares. e) Móviles.
- 28 De los sistemas implicados en la función de nutrición de los pluricelulares, ¿cuál es común a animales y vegetales?: a) Digestivo. b) Circulatorio. c) Respiratorio. d) Excretor. e) Ninguno.

- 29 La evolución biológica presupone que: a) Los seres vivos proceden de especies preexistentes. b) Los microorganismos pueden tener un origen diferente a los pluricelulares. c) La vida no es una característica exclusiva del planeta Tierra. d) La vida se originó de forma espontánea. e) La mutación es el factor que da origen a las nuevas especies.
- 30 La velocidad de propagación del impulso nervioso es mayor en las neuronas: a) Miélicas. b) Cortas. c) Amiélicas. d) Largas. e) Es la misma en todas las neuronas.
- 31 Al cruzar cobayas de pelaje amarillo con cobayas de pelaje blanco toda la descendencia exhibe siempre pelaje crema. Si se cruzan dos cobayas con pelaje crema, ¿qué proporción de la descendencia exhibirá este mismo color de pelaje?: a) 0 %. b) 25 %. c) 50 %. d) 75 %. e) 100 %.
- 32 Las comunidades ecológicas más complejas tienden a incrementar su: a) Altura. b) Estratificación. c) Superficie. d) Densidad. e) Distribución.
- 33 En un animal con una infección aguda la función de defensa celular es desempeñada fundamentalmente por: a) Linfocitos T. b) Eritrocitos. c) Granulocitos. d) Amebocitos. e) Macrófagos.
- 34 Las esponjas, de conformidad con su desarrollo embrionario, son animales: a) Triblasticos. b) Gastrulados. c) Mesodérmicos. d) Celomados. e) Blastulados.
- 35 Si una población biológica se encuentra adaptada a un ambiente no variable podemos afirmar que: a) No se producirán mutaciones. b) No se producirán mutaciones heredables. c) Es muy difícil que se produzca una mutación beneficiosa. d) No se producirán mutaciones letales. e) Es prácticamente imposible que se produzca una mutación perjudicial.
- 36 La principal función de los sistemas excretores es: a) Regular el medio interno. b) Eliminar agua. c) Retener agua. d) Eliminar los productos no digeribles. e) Eliminar los productos celulares de desecho.
- 37 Un organismo con ciclo biológico haplonte presenta la siguiente característica diferencial: a) Sus células germinales tienen n cromosomas. b) El cigoto es la única célula diploide. c) No requiere de la meiosis. d) Sus células somáticas tienen $2n$ cromosomas. e) El gameto es una célula haploide.
- 38 El proceso de muda que aparece en crustáceos e insectos está directamente controlado por mecanismos: a) Nerviosos. b) Hormonales. c) Enzimáticos. d) Genéticos. e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 39 En la mayoría de los ecosistemas poco alterados por la acción humana la densidad de las poblaciones de los organismos presentes tiende a: a) Mantenerse constante. b) Aumentar. c) Disminuir. d) Fluctuar. e) Todas las anteriores son incorrectas.
- 40 El ATP desde el punto de vista químico es un derivado de: a) Ribonucleótidos. b) Vitaminas hidrosolubles. c) Vitaminas liposolubles. d) Hormonas. e) Desoxirribonucleótidos.

- 41 ¿Cuál de las siguientes vitaminas es liposoluble?: a) A. b) B₁. c) C. d) Riboflavina. e) Ácido pantoténico.
- 42 El citocentro es un orgánulo celular: a) De aspecto muy variable, incluso en una misma célula. b) Carente de estructuras membranosas. c) Generador de flagelos, tanto en células animales como en células vegetales. d) Permanente en las células animales, pero ausente en muchas células vegetales. e) Todas las respuestas anteriores son correctas.
- 43 La incorporación de pequeñas fracciones del medio externo al interior de la célula se conoce con el nombre genérico de: a) Pinocitosis. b) Ósmosis. c) Difusión. d) Transporte activo. e) Endocitosis.
- 44 En la fotosíntesis, el dador externo de electrones es siempre: a) H₂O. b) H₂S. c) Materia orgánica. d) Un compuesto inorgánico. e) Un compuesto reducido.
- 45 Las inmunodefensas se caracterizan por ser: a) Heterogéneas. b) Específicas. c) Persistentes. d) Universales. e) Innatas.
- 46 Un ejemplo de formación mesodérmica es: a) El sistema nervioso. b) Las glándulas sebáceas. c) El reproductor. d) El digestivo. e) El respiratorio.
- 47 Si sabemos que la hemofilia en el hombre es un ejemplo de herencia ligada al sexo, podemos afirmar que: a) No se dan mujeres hemofílicas. b) Existirá una mayor proporción de hemofilia en los varones. c) El gen para la hemofilia es transmitido por el padre. d) Se elaborarán más óvulos que espermatozoides con el gen para hemofilia. e) En todos los gametos se hallará el gen para hemofilia o su alelo correspondiente.
- 48 Los cambios que acontecen a lo largo del tiempo en un ecosistema y tienden a una comunidad en equilibrio con el biotopo, reciben el nombre de: a) Series. b) Fluctuación. c) Varianza. d) Sucesión. e) Sustitución ecológica.

Universidad de Palma de Mallorca. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
a	x*	x*			x															x				
b												x			x		x*							x*
c							x		x*	x			x											
d			x			x		x											x*					
e				x*						x*		x*			x				x		x	x	x	

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
a	x*				x	x			x							x	x							
b								x					x	x							x*			x*
c			x				x				x*												x	
d		x																						x
e				x*						x*		x			x*			x	x*	x*				

Observaciones

- Los únicos elementos siempre presentes en toda materia viva (azúcares, lípidos, prótidos y ácidos nucleicos) son los elementos biogénicos primarios: C, O, H y N. El fósforo también forma parte de algunos lípidos y de todos los ácidos nucleicos, mientras que el azufre se encuentra en las proteínas como componente de algunos aminoácidos. Si incluimos a los elementos secundarios que forman parte de algún compuesto vivo siempre presente en todos los organismos, la lista puede ser de unos 20 elementos en total.
- La difusión es un proceso pasivo por el cual atraviesan la membrana pequeñas moléculas o moléculas apolares a favor de un gradiente: de concentración, de presión o electroquímico. Puede existir un gradiente, de concentración por ejemplo, para una determinada sustancia, aunque en conjunto, los medios extra e intracelulares sean isotónicos.
- Todas las enzimas son proteínas, por tanto, aunque la secuencia de aminoácidos sea distinta en cada tipo de proteína, no puede decirse que tengan una composición química variable.
- Las cianofíceas o cianobacterias son organismos procarióticos que se desarrollan en ambientes húmedos, pero también pueden encontrarse en la superficie de rocas o del suelo incluso del desierto. Algunas fijan N_2 . Son fotosintéticos y pueden tener clorofila además de otros

pigmentos. Aunque algunas especies formen cadenas filamentosas pluricelulares, se las considera organismos unicelulares y se incluyen en el reino de las moneras.

10. Los pigmentos respiratorios sanguíneos son los responsables del transporte de los gases respiratorios por la sangre o hemolinfa de los animales, por tanto, están presentes en todos aquellos animales en los que dichos fluidos realizan esa función. Estos pigmentos son hemoglobinas (en todos los vertebrados, crustáceos inferiores y larvas de algunos insectos acuáticos) o hemocianinas (en crustáceos superiores y escorpiones). Aunque los pigmentos están ausentes en los artrópodos terrestres con un aparato respiratorio traqueal desarrollado (como es el caso de los insectos), otros artrópodos terrestres sí los poseen (como los escorpiones). Por tanto, puede decirse que todos los grupos indicados en la pregunta poseen pigmentos (o al menos tienen representantes con pigmentos).
13. Para tener hijos de grupos O y AB, un progenitor tiene que ser de genotipo A0 y el otro B0. Por tanto, pueden tener hijos de cualquier grupo con igual probabilidad en cualquier embarazo.
17. Las proteínas fibrilares tienen estructura secundaria β -hoja plegada y no presentan plegamiento terciario como las proteínas globulares. La triple hélice de colágeno, formada por asociación de tres cadenas polipeptídicas distintas, se considera también estructura secundaria.
18. El poder reductor de los azúcares reside en el OH hemiacetálico (es decir, el OH del carbono donde va el grupo aldehído (o cetona), en la fórmula lineal). El poder reductor se pierde cuando se forman enlaces O-glicosídicos de modo que no quedan libres OH hemiacetálicos. Esto ocurre en la sacarosa (disacárido no reductor) y en todos los polisacáridos.
24. Los cigotos de todas las especies, tanto haplontes, diplontes y diplohaplontes, son siempre diploides, mientras que los demás son, o pueden ser, haploides (según el ciclo biológico).
25. Todos los seres vivos precisan liberar la energía de la materia orgánica mediante la respiración o la fermentación. Organismos respiratorios parece que denominan en la pregunta a aquellos que poseen cadena respiratoria diferenciándolos, con este nombre, de los fermentativos estrictos que carecen de ella.
28. Ningún aparato es homologable entre animales (heterótrofos) y vegetales (autótrofos). Podría considerarse como análogos funcionalmente el aparato circulatorio de los animales y el sistema vascular de las plantas, sin embargo, no puede decirse que el aparato circulatorio sea común en ambos tipos de organismos.
34. Las esponjas poseen una forma embrionaria equivalente a la blástula. Esta larva ciliada se fija y se transforma en adulto mediante un giro de dentro hacia fuera de su capa celular, sin embargo, este proceso no es homologable a la gastrulación.

35. En cualquier población siempre pueden producirse mutaciones y como tales heredables. La mayoría de las mutaciones no son beneficiosas, incluso pueden ser letales y, cuando son viables, normalmente suponen cambios triviales (mutaciones neutras). Por tanto, es muy difícil que se produzcan mutaciones beneficiosas.
39. La densidad de una población suele fluctuar por encima y por debajo de la capacidad del ecosistema incluso en un medio constante. Tales fluctuaciones pueden ser debidas a causas extrínsecas a la población (cambios estacionales o anuales) que producen fluctuaciones irregulares, o factores intrínsecos (propios de la población) que dan lugar a oscilaciones normalmente cíclicas.
43. El nombre genérico es endocitosis. La pinocitosis es un caso particular de endocitosis cuando los productos incorporados son líquidos.
44. El dador externo de electrones en la fotosíntesis vegetal es el H_2O , no obstante en las bacterias fotosintéticas verdes y purpúreas el dador es el H_2S ; ambos compuestos, H_2O y H_2S , son inorgánicos, pero se conocen casos de fotosíntesis cuyo dador es un compuesto orgánico. Teniendo en cuenta que todo compuesto que cede electrones debe estar reducido, la respuesta correcta es la e).
45. La respuesta inmunizante es llevada a cabo por los anticuerpos y los linfocitos T. Ambos tipos de inmunodefensas se caracterizan por ser específicas, es decir, cada tipo de anticuerpo o linfocito T actúa contra un determinado agente antigénico.
47. Dado que el gen de la hemofilia es muy poco frecuente, es muy difícil que se encuentren un óvulo y un espermatozoide portadores del gen para producir una mujer hemofílica (apenas se han descrito casos), por ello, existe una mayor proporción de hemofilia en los varones. Por otra parte, un varón hemofílico produce un 50% de espermatozoides con el gen de la hemofilia. Una mujer portadora producirá, asimismo, un 50% de óvulos con el gen, mientras que una mujer hemofílica debe producir un 100% de óvulos con dicho gen. Por tanto, proporcionalmente, se elaboran más óvulos que espermatozoides con el gen para la hemofilia.

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno debe contestar a dos de los cuatro temas propuestos.

- 1 ¿Todas las células eucariotas contienen agua, lípidos, proteínas y enzimas? Razone la respuesta. Mencione las principales funciones biológicas de los lípidos.
- 2 ¿Qué es un cromosoma? ¿Qué células contienen cromosomas? ¿Todas las células humanas poseen el mismo número de cromosomas? ¿Mediante qué mecanismo la célula se divide y mantiene constante el número de cromosomas? Razone las respuestas. Descripción del cromosoma metafásico.
- 3 Concepto de metabolismo, respiración celular y fotosíntesis. Definición de fermentación. Diga lo que recuerde de la fermentación alcohólica.
- 4 De las siguientes propuestas, ¿cuál es verdadera?, ¿cuál es falsa? Razone las respuestas.
 - a) Cuando un ser vivo tiene reproducción sexual, los hijos heredan todos los genes del padre y las hijas los de la madre.
 - b) Los humanos contienen pocos genes en el cromosoma Y, por lo cual se le considera como inerte o vacío desde el punto de vista genético.
 - c) La hemofilia es una enfermedad congénita, va unida al cromosoma X y los únicos que la padecen son algunas mujeres.
 - d) Al cruzar guisantes de semillas lisas con guisantes de semillas rugosas se obtienen guisantes de semillas rugosas.

Universidad de Salamanca. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se refiere a los principios inmediatos y su función.

Conceptos que debes recordar

- Célula eucariota.
- Catalizador.
- Metabolismo.

Resolviendo la cuestión

Todos los compuestos citados están presentes, en mayor o menor proporción, en todas las células, bien como componentes o como elementos indispensables para el metabolismo celular.

Todas las células eucariotas que mantienen una cierta actividad vital contienen agua. El agua es el seno de las reacciones metabólicas celulares y si su proporción disminuye se detienen las funciones celulares. Por ejemplo, los paramecios se enquistan cuando pierden agua pasando a un estado de vida "latente". Del mismo modo, las semillas sólo ponen de manifiesto su actividad vital germinando cuando recuperan el agua.

Todas las células eucariotas poseen lípidos y proteínas, puesto que, entre otras funciones también esenciales, son los constituyentes de sus membranas (tanto la plasmática como el sistema de membranas interno).

Las proteínas, además de formar parte estructural de las membranas, desempeñan variadas funciones que dependerán del tipo celular: proteínas contráctiles (actina), reguladoras (hormonas como la insulina), de reserva (albúmina), transportadoras (hemoglobina), de defensa (anticuerpos), etc., y sobre todo catalíticas (enzimas). En particular, las enzimas son proteínas encargadas de regular el metabolismo celular y sin ellas no podrían desarrollarse las reacciones bioquímicas. Por tanto, todas las células poseen enzimas y la capacidad e información para sintetizarlas. Es precisamente esta información la que está contenida en el ADN celular y que se transmite hereditariamente.

Las principales funciones que desempeñan los lípidos son las siguientes:

- Energéticas: las grasas son el principal material de reserva energética en algunas células.
- Protectoras: grasas y ceras se utilizan como revestimiento impermeable o como aislante térmico.

- Estructurales: los fosfolípidos, ácidos grasos y el colesterol forman la bicapa lipídica de todas las membranas celulares.
- Regulatoras: como las hormonas esteroideas (progesterona, p. ej.), o algunas vitaminas (como la D).
- Pigmentos y esencias: como los carotenoides, el mentol, etc.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una serie de cuestiones referidas a los cromosomas y dotación cromosómica del núcleo celular.

Conceptos que debes recordar

- Cromosomas.
- Dotación cromosómica.
- Objeto de la mitosis.

Resolviendo la cuestión

Los cromosomas son unas estructuras que se hacen patentes en el núcleo celular cuando éste entra en división (mitosis o meiosis). Es entonces cuando la cromatina, antes dispersa, se condensa para dar lugar a los cromosomas. Químicamente están constituidos por ADN asociado a proteínas. Son los portadores de la información genética (los genes) responsables de su transmisión hereditaria en la división celular.

Todas las células eucarióticas, tanto las vegetales como las animales, poseen cromosomas patentes en el momento de su división. Las células procarióticas (bacterias y cianobacterias) no presentan cromosomas estructurales como las eucarióticas; el denominado "cromosoma bacteriano" es el propio ADN de la bacteria cuya molécula, de doble cadena, presenta normalmente sus extremos unidos adoptando una forma circular.

Todas las células que constituyen el organismo humano poseen igual dotación cromosómica: 46 cromosomas. Todas ellas son descendientes de una única primitiva célula huevo, quien, mediante sucesivas divisiones mitóticas, ha dado lugar a todas las demás. La mitosis es, por tanto, el mecanismo que mantiene constante el número de cromosomas en la división celular.

Si consideramos también a las células gaméticas (óvulos y espermatozoides), éstas sólo poseen la mitad de la dotación cromosómica, es decir son haploides, ya que se forman por meiosis a partir de células maternas diploides (recuerda que en la meiosis se reduce a la mitad el número de cromosomas en los núcleos hijos).

Al microscopio óptico el cromosoma metafásico tiene forma de bastoncito formado por dos filamentos unidos por un punto denominado centrómero y que delimita los brazos del cromosoma. Estos dos filamentos reciben el nombre de cromátidas hermanas, son exactamente iguales y son el resultado de la replicación del ADN durante la interfase. Además del centrómero (constricción primaria) los cromosomas pueden presentar otras constricciones. El tamaño del cromosoma, posición y número de constricciones sirven para caracterizar los cromosomas de un individuo.

En ciertos momentos puede apreciarse que cada cromátida está constituida por un filamento enrollado en espiral, el cromonema. A su vez, el cromonema puede sufrir enrollamientos localizados que dan lugar a los cromómeros. La disposición de éstos a lo largo del cromonema es constante para cada especie.

Al microscopio electrónico se observa una complicada maraña de fibras de 10 nm de grosor o más. El esqueleto del cromosoma estaría constituido por la molécula de ADN rodeando octámeros de histonas formando estructuras denominadas nucleosomas, a su vez unidas por ADN ligador a modo de un "collar de perlas". Otra histona (la H₁) se asocia por fuera formando la fibra de cromatina unidad. La hipótesis del solenoide propone que esta fibra unidad sufre a su vez espiralizaciones sucesivas hasta hacerse de un grosor visible al microscopio óptico. Según una nueva hipótesis, la fibra de cromatina unidad podría adherirse, formando bucles, a un eje proteico no histónico.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a diferentes aspectos relacionados con el metabolismo.

Conceptos que debes recordar

- Anabolismo.
- Autótrofo.
- Catabolismo.

Resolviendo la cuestión

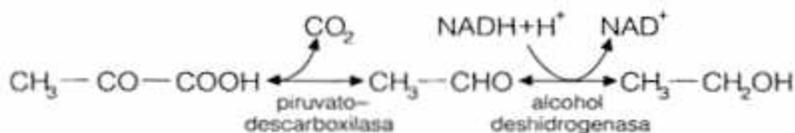
Metabolismo: Conjunto de intercambios y transformaciones químicas que tienen lugar en las células. Se trata de procesos químicos, catalizados por enzimas, que posibilitan el intercambio de materia y energía con el entorno y su transformación en el interior celular. Así se crean y mantienen las estructuras celulares y se obtiene la energía que la célula necesita para sus actividades vitales.

Fotosíntesis: Proceso de nutrición (anabolismo autótrofo) exclusivo de las plantas y algunos procariontes que consiste en la transformación de materia inorgánica en materia orgánica, rica en energía, gracias a la energía solar captada por la clorofila. En las plantas el proceso viene acompañado de la liberación de oxígeno. Puedes ampliar la respuesta consultando el tema A de la prueba 1 (Universidad de Alicante).

Respiración celular y fermentación: Mecanismos que utilizan las células para, oxidando compuestos orgánicos, obtener la energía necesaria para los procesos vitales. Son, pues, procesos catabólicos.

En el caso de la respiración oxidativa, la oxidación es completa a CO_2 y el aceptor final de los electrones es el oxígeno molecular. En la fermentación, la materia orgánica es parcialmente oxidada y no hay un aceptor externo para los electrones, éstos son recogidos por la propia materia orgánica, producto final de la fermentación. Puedes consultar la cuestión 1 de la prueba 24 (Universidad de Zaragoza) y la cuestión 4, bloque 2 de la prueba 9 (Universidad de La Laguna).

Fermentación alcohólica: Las fermentaciones se desarrollan en el hialoplasma celular. En el caso de la fermentación alcohólica, el sustrato que se oxida es un azúcar que, transformado en glucosa, entra en la ruta denominada "glicolisis". En esta ruta catabólica la molécula de glucosa se rompe y, tras una serie de reacciones en las que se obtiene NADH y ATP, se forma piruvato. El piruvato, después de una descarboxilación (con lo que se desprende CO_2) y una reducción (en la que se reoxida el NADH a NAD), se transforma en etanol.



Este tipo de fermentación anaerobia la realizan ciertas levaduras (*Sacharomyces*) que son utilizadas en la industria para fabricar gran variedad de bebidas alcohólicas (vino, cerveza, ron...) y en la fermentación del pan.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de razonar si son ciertas o falsas, afirmaciones que hacen referencia a aspectos básicos de la genética.

Conceptos que debes recordar

- 1ª y 2ª Ley de Mendel.
- Herencia ligada al sexo.



Resolviendo la cuestión

Propuesta a). La propuesta es falsa.

En la reproducción sexual se forman células sexuales o gametos, que tienen la mitad de la información genética que las células somáticas por el proceso de reducción en la meiosis. La unión de una célula sexual masculina y otra femenina da lugar al cigoto, cuyo desarrollo dará lugar al adulto. Por ello, tanto los hijos como las hijas recibirán, aproximadamente, la mitad de los genes de su padre y la mitad de su madre.

Precisando la cuestión, en especies como la humana, mientras que los gametos femeninos son todos iguales en cuanto al número de genes, los gametos masculinos son de dos tipos, unos con cromosoma X y otros con cromosoma Y. Como el cromosoma Y tiene muy pocos genes (prácticamente los que determinan el sexo masculino) en comparación con el cromosoma X, las hijas recibirán el mismo número de genes de su padre y de su madre, mientras que los hijos recibirán unos pocos más genes de su madre que de su padre.

Propuesta b). La propuesta es falsa.

Aunque es cierto que en el cromosoma Y de la especie humana hay pocos genes, no es cierto que se le considere inerte o vacío desde el punto de vista genético, ya que la presencia o ausencia del cromosoma Y, y por lo tanto de los genes que en él se encuentran, determina el sexo masculino o femenino en la especie humana.

Propuesta c). La propuesta es falsa.

En primer lugar, la hemofilia es más que una enfermedad congénita, es una enfermedad hereditaria. Se dice que una enfermedad es congénita cuando el individuo nace con ella, lo cual no implica que sea hereditaria.

En segundo lugar, aunque realmente los genes de la hemofilia A y B se encuentran en el cromosoma X, precisamente por encontrarse en la zona del X, no homóloga con el Y, la padecen fundamentalmente los varones XY, mientras que las mujeres XX son a lo sumo, portadoras.

Propuesta d). La propuesta es falsa.

Mendel demostró en sus experiencias que el carácter liso (o redondo) es dominante sobre rugoso. Si las dos plantas que se cruzan son razas puras, todas las semillas serán lisas. Si el padre de semilla lisa es heterocigoto, al cruzarlo con semilla rugosa la mitad de las semillas serán lisas y la otra mitad rugosas, pero nunca se obtendrán sólo guisantes de semilla rugosa.

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrollar las siete cuestiones de una de las dos opciones.

Opción A

- 1 Biosíntesis de proteínas. El ADN como portador de la información genética. Codificación de la información: el código genético. Procesamiento de la información: transcripción y traducción.
- 2 ¿Cómo explica la teoría de la selección natural el proceso de la evolución?
- 3 ¿Cómo se orientan las moléculas de fosfolípidos al ser introducidas en el medio acuoso? Razona la respuesta.
- 4 ¿Qué importante ruta metabólica se inicia con la condensación del acetato y el oxalacetato? ¿De dónde proviene fundamentalmente el acetato? ¿Dónde tiene lugar esta ruta metabólica?
- 5 El sistema del complemento: concepto y mecanismo de acción.
- 6 ¿Cuáles son los organismos productores de un ecosistema? ¿Qué tipo de nutrición presentan?
- 7 ¿Qué utilidad tiene la autofagia para la célula?

Opción B

- 1 Cloroplastos. Esquema de la estructura interna. Concepto e importancia de la fotosíntesis. El proceso fotosintético: describe los aspectos más significativos de la fase luminosa e indique su relación con la fase de fijación del carbono.
- 2 Indica las principales diferencias entre los polisacáridos comunes glucógeno, almidón y celulosa.
- 3 Explica en qué consiste la especificidad de un enzima por el sustrato y a qué es debida.
- 4 Dibuja una sinapsis indicando cada uno de sus componentes. Describe el funcionamiento de una sinapsis.

- 5 ¿El ácido pirúvico ingresa directamente en el ciclo de Krebs? Razona la respuesta.
- 6 Explica qué son y en qué se diferencian los lisosomas, peroxisomas y glioxisomas.
- 7 Una pareja, en la que la visión de ambos es normal, tiene cuatro hijos. En ellos y en sus descendientes se aprecian las siguientes características:
- Una hija con visión normal, que tiene un hijo normal y un hijo y una hija daltónicos.
 - Una hija con visión normal, con tres hijos y dos hijas normales.
 - Un hijo daltónico, con dos hijas normales.
 - Un hijo normal, con dos hijas y dos hijos normales.

Constituye la geneología de esta familia e indica en cada caso los genotipos probables.

Universidad de Santiago de Compostela. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Esta cuestión la encontrarás contestada en el tema 3 de la prueba 3 (Universidad de Cádiz).

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de la idea básica de Darwin de cómo pudo ocurrir la evolución.

Conceptos que debes recordar

— Teoría darvinista de la evolución.

Resolviendo la cuestión

La selección natural es la teoría propuesta por Darwin, para explicar la evolución biológica de los seres vivos. Para que tenga lugar esta selec-

ción se precisa la existencia de variabilidad heredable entre los individuos de una población. Así, cualquier variación que surja en el tejido germinal de un ser vivo, puede dar lugar a un cambio en el fenotipo de sus descendientes que puede ser beneficioso (o perjudicial) para la adaptación del organismo al medio. Los organismos mejor adaptados presentan ventajas para la supervivencia por lo que serán seleccionados dejando más descendientes que aquellos que no posean dicha variación.

Hoy sabemos que la fuente primaria de variabilidad genética de una población son las mutaciones que dan lugar a la aparición de distintos alelos de un gen. La combinación de los distintos alelos en los individuos de una población es la razón de la diversidad genotípica y fenotípica de dicha población.

La selección natural propicia una reproducción diferencial, no al azar, de los distintos genotipos. La acción continuada de la selección natural provoca un cambio en las frecuencias génicas y una acumulación de aquellos genes que confieran una mayor adaptación de los organismos al medio.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Puedes localizar a los fosfolípidos como uno de los tipos moleculares en que se clasifican los lípidos.



Conceptos que debes recordar

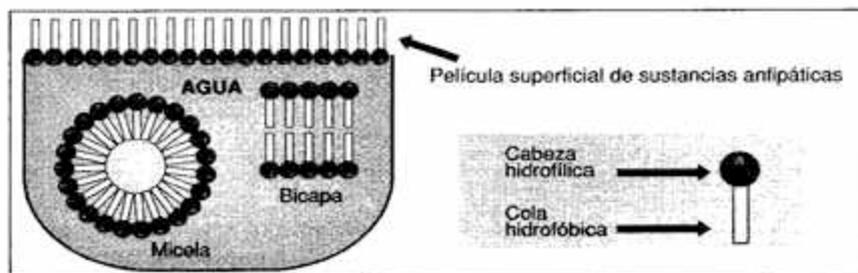
— Los lípidos: estructura, propiedades y funciones biológicas.



Resolviendo la cuestión

Los fosfolípidos se caracterizan por su naturaleza anfipática, es decir, bipolar (su composición química puedes revisarla en la prueba 17, tema A, cuestión 1). Su estructura molecular presenta una zona polar de carácter hidrófilo y otra apolar de carácter hidrófobo.

En un medio acuoso, los grupos hidrófilos de los fosfolípidos interaccionan con los dipolos de las moléculas de agua, mientras que la región hidrófoba, que no puede hacerlo, tiende a ser rechazada. Este efecto motiva que los fosfolípidos se orienten espontáneamente en medios acuosos formando micelas y bicapas. En ambos casos se presentan regiones polares hacia el medio acuoso y las regiones apolares dispuestas en el interior, alejadas del agua.



Película superficial, bicapa y micela.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a distintos aspectos del ciclo de Krebs.

Conceptos que debes recordar

- Glicolisis.
- β -oxidación de los ácidos grasos.

Resolviendo la cuestión

La ruta a la que se hace referencia es el ciclo de Krebs (llamado también del ácido cítrico o de los ácidos tricarbónicos) en la que la condensación de estos dos compuestos origina el ácido cítrico. Al final del ciclo se recupera el oxalacetato que puede incorporar una nueva molécula de acetato.

El acetato proviene de:

- La degradación de los ácidos grasos en la β -oxidación o hélice de Lynen.
- La descarboxilación oxidativa del piruvato obtenido, fundamentalmente, en la glicolisis.

El ciclo de Krebs tiene lugar en la matriz mitocondrial.

Más información sobre el ciclo de Krebs la puedes conseguir consultando la solución de la prueba 16 (Universidad de Oviedo), alternativa 2.

Cuestión 5

Situando la cuestión

El sistema complemento es un componente del sistema inmunitario.

Conceptos que debes recordar

- Respuesta inmunizante humoral: factores inespecíficos.

Resolviendo la cuestión

Además de los factores humorales específicos (anticuerpos), el organismo también dispone de un sistema de defensa humoral que actúa inespecíficamente, es decir, actúa sobre diferentes agentes patógenos, es el sistema complemento.

El sistema complemento está constituido por once proteínas presentes en el plasma sanguíneo de forma inactiva. El sistema se activa ante la presencia de complejos antígeno-anticuerpo, y actúa concertadamente con el anticuerpo específico para inducir algunas reacciones que de otro modo no se producirían.

El complemento se necesita para la acción lítica y bactericida de los anticuerpos sobre muchas bacterias. En el probable mecanismo de acción, primeramente, se fija el anticuerpo sobre el antígeno de la superficie bacteriana, esto induce un cambio en la configuración y fijación de una de las proteínas del complemento y su activación; tras ello se desencadenan una serie de reacciones en cadena de las diversas proteínas que conllevan la lisis de la pared bacteriana en ese punto. La muerte de la bacteria puede producirse ahora por fenómenos osmóticos (lisis o plasmolisis) o por la acción directa de los anticuerpos.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Puedes localizar a los organismos productores al estudiar la estructura trófica de un ecosistema.

Conceptos que debes recordar

- Niveles tróficos en los ecosistemas.
- Cadenas y redes alimentarias.

Resolviendo la cuestión

Los organismos productores del ecosistema son los vegetales y las bacterias químic y fotosintéticas, incluidas las cianobacterias. Los productores constituyen el primer nivel trófico de un ecosistema, ya que utilizan y transforman la energía procedente del sol (fotosíntesis) o de reacciones químicas exergónicas (quimiosíntesis) en energía química contenida en la materia orgánica que sintetizan. Así, esta energía puede ser utilizada por los siguientes niveles tróficos.

Todos los organismos productores son capaces de producir materia orgánica a partir de materia inorgánica del medio, son, por tanto, autótrofos.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Se refiere a una de las funciones de los lisosomas.

Conceptos que debes recordar

- Lisosomas y sus tipos.

Resolviendo la cuestión

Se llama autofagia (de *auto*: uno mismo, y *fagia*: comer) a un proceso que realizan las células consistente en la digestión de los propios componentes celulares. Literalmente quiere decir que la célula se come a sí misma.

Esto sólo se da en circunstancias especiales, por ejemplo:

- Para asegurar la supervivencia celular en condiciones adversas, los lisosomas engloban estructuras celulares no esenciales y las digieren.
- Cuando hay que renovar estructuras viejas o inservibles, como los procesos que se dan en el desarrollo con metamorfosis, por ejemplo, la reabsorción por autofagia celular de la cola en el renacuajo.

La utilidad de la autofagia es doble: permite la "reutilización" de los componentes moleculares de los orgánulos inútiles y permite, asimismo, obtener energía de orgánulos y compuestos que no son necesarios.

Más información sobre los lisosomas encontrarás en la prueba 12 (Universidad de Madrid), opción B, cuestión 2.

Opción B

Cuestión 1

Esta cuestión está desarrollada en el tema a de la prueba 1 (Universidad de Alicante).

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizar a los polisacáridos como uno de los tipos moleculares en que se clasifican los azúcares o glúcidos.

Conceptos que debes recordar

- Los polisacáridos: estructura, propiedades y funciones biológicas.

Resolviendo la cuestión

1. El almidón y el glucógeno desempeñan principalmente funciones de reserva: el primero en vegetales y el segundo en animales. La celulosa, por el contrario, realiza funciones estructurales (forma parte de la pared celular en las células vegetales).
2. El almidón y el glucógeno son polímeros de moléculas de α -D-glucosa unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4). La celulosa se suele definir como un polímero formado por la unión β (1 \rightarrow 4) de moléculas de β -D-glucosa (en realidad es polímero del disacárido celobiosa).
3. El almidón (en su variedad amilopectina) y el glucógeno presentan ramificaciones α (1 \rightarrow 6) (en el glucógeno existen ramificaciones laterales cada 8 a 10 vueltas, mientras que en el almidón se producen cada 12 vueltas). La celulosa está formada por la unión de 300 a 15 000 unidades de glucosa, dando lugar a cadenas lineales no ramificadas.

Cuestión 3

Esta cuestión está contestada en la solución a la prueba número 3 (Universidad de Cádiz), tema 1.

Cuestión 4

Esta pregunta fue contestada en la prueba 1 (Universidad de Alicante), cuestión 1.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se refiere a aspectos concretos del ciclo de Krebs.

Conceptos que debes recordar

— El ciclo de Krebs.

Resolviendo la cuestión

Al ciclo de Krebs no se incorpora ácido pirúvico, sino acético. El pirúvico, que procede del hialoplasma, penetra en la mitocondria, donde es transformado en acético por la acción de un complejo enzimático llamado piruvato deshidrogenasa. El acetato, activado por la coenzima A, se une al oxalacetato formando ácido cítrico. En este ciclo el acetato es degradado y transformado en CO_2 .

Cuestión 6

Situando la cuestión

Se trata de comparar orgánulos celulares de aspecto similar.

Conceptos que debes recordar

— Hidrolasas y oxidasas.

Resolviendo la cuestión

Los tres son orgánulos rodeados de membrana de aspecto más o menos globular. Se originan a partir de vesículas que proceden del aparato de Golgi y/o del R.E. Se diferencian básicamente en su contenido enzimático y por lo tanto en su función.

Los lisosomas contienen enzimas hidrolíticas y su misión es la digestión controlada de macromoléculas. Intervienen fundamentalmente en la nutrición y defensa de las células.

Los peroxisomas contienen enzimas oxidasas y catalasa, utilizan el oxígeno al que transfieren los electrones procedentes de un sustrato. Así se forma agua oxigenada que es rápidamente destruida por la enzima catalasa.

Los glioxisomas se consideran un tipo de peroxisomas. Aparecen en las semillas en germinación y contienen las enzimas necesarias para transformar los ácidos grasos, almacenados en ellas, en azúcares necesarios para el metabolismo.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, de herencia ligada al sexo.

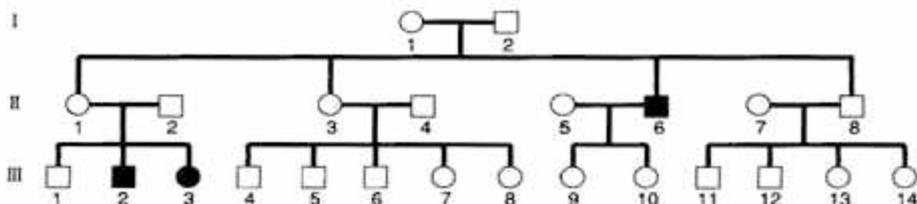
Conceptos que debes recordar

— El daltonismo como carácter ligado al sexo.

Resolviendo la cuestión

Lo que el problema pide en primer lugar es la construcción de la genealogía de la familia, normalmente se utiliza el siguiente código:

- Un círculo representa a una mujer y un cuadrado a un varón.
- Un matrimonio se representa por la unión de un cuadrado y un círculo con una línea horizontal.
- Los hijos de este matrimonio se representan colgando de la línea horizontal.
- Si el individuo está afectado (daltónico en este caso) el círculo o el cuadrado se señalan con una cruz o aspa u oscurecidos.
- Las distintas generaciones se señalan con números romanos y los individuos de una generación dada con números arábigos.



Veamos ahora cómo son los fenotipos y genotipos de la familia:

- I. 1) Mujer de visión normal, heterocigota X^dX^+ , ya que tiene un hijo daltónico (II.6)
- I. 2) Varón de visión normal X^+Y
- II. 1) Hijo de visión normal, heterocigótico X^dX^+ , ya que tiene un hijo y una hija daltónicos. El cromosoma X^d lo recibe de su madre (I.1).

- II. 2) Varón no emparentado con la familia, necesariamente daltónico XdY , ya que tiene una hija daltónica $XdXd$, que habrá recibido un cromosoma Xd de su padre y otro de su madre.
- II. 3) Mujer de visión normal, probablemente $X+X+$, ya que tiene tres hijos varones normales $X+Y$. No obstante, si la madre fuera $XdX+$, la probabilidad de tener tres hijos normales es $1/8$, no demasiado baja.
- II. 4) Varón no emparentado con la familia, probablemente normal fenotípica y genotípicamente.
- II. 5) Mujer no emparentada con la familia, probablemente normal fenotípica y genotípicamente.
- II. 6) Varón daltónico XdY .
- II. 7) Mujer no emparentada con la familia, probablemente normal fenotípica y genotípicamente.
- II. 8) Varón normal $X+Y$.
- III. 1) Varón normal $X+Y$.
- III. 2) Varón daltónico XdY .
- III. 3) Mujer daltónica $XdXd$.
- III. 4) | Individuos normales, probablemente con genotipo $X+X+$ o $X+Y$.
- III. 8) |
- III. 9) | Mujeres normales, pero portadoras $XdX+$, ya que han recibido
- III. 10) | un cromosoma Xd de su padre.
- III. 11) | Individuos normales, probablemente con genotipo $X+X+$ o $X+Y$.
- III. 14) |

ACLARACIONES PREVIAS

Contesta dos de las cuatro cuestiones propuestas.

1 Azúcares: reacciones de identificación.

La reacción del lugol da positivo exclusivamente con el almidón. La reacción de Fehling da positivo con los azúcares reductores.

Suponga que se hidroliza al almidón mediante la ptialina (una amilasa salivar), ¿el producto de la reacción de hidrólisis cómo reaccionará ante el lugol y ante el licor de Fehling? Responda razonadamente a la pregunta anterior en los tres casos siguientes:

- La reacción de hidrólisis se verifica a 37° C.
- La saliva se calienta a 75° C previamente a la reacción; además la reacción de hidrólisis se realiza también a 75° C.
- La saliva se calienta a 75° C previamente a la reacción; pero la reacción de hidrólisis se realiza a 37° C, tras dejar que la saliva alcance dicha temperatura.

2 La membrana plasmática:

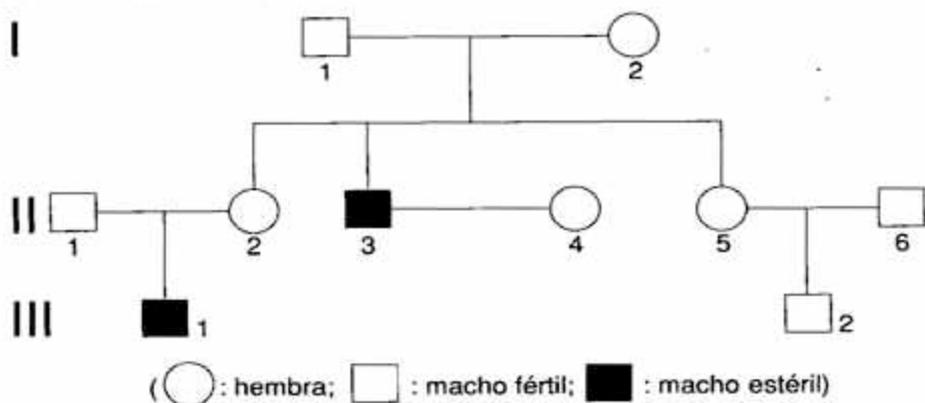
- Explique la estructura en "mosaico fluido" de la membrana plasmática, y comente las propiedades derivadas de dicha estructura.
- El sistema inmunitario humano se sirve de ciertas proteínas (que conforman parte del llamado "sistema de complemento") para abrir poros en la membrana plasmática de las bacterias invasoras. Esto provoca la destrucción de las bacterias. Explique cuál es el mecanismo por el que son destruidas las bacterias.

3 Genética: problema de aplicación.

Un gen recesivo ligado al sexo (e) causa esterilidad en los machos. Las hembras son siempre fértiles por lo que respecta a dicho gen. A la vista del pedigrí, responda a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la probabilidad de que II1 X II2 tengan otro hijo macho normal?

- b) ¿Cuál es la probabilidad de que II3 x II4 tengan una hija normal?
 c) ¿Cuál es la probabilidad de que II5 x II6 tengan una hija portadora?



4 **Ecología: concepto de nicho ecológico.**

- a) Establezca las diferencias entre hábitat y nicho ecológico.
 b) El "principio de exclusión competitiva de Gause" dice que si dos especies compiten por el mismo recurso limitado, una de las dos eliminará eventualmente a la otra. Comente el principio de Gause en relación con el concepto de nicho ecológico y con el concepto de evolución.

Universidad de Sevilla. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a características físico-químicas de azúcares (capacidad reductora) y enzimas (desnaturalización).

Conceptos que debes recordar

- Propiedades físico-químicas de los azúcares.
- Desnaturalización de las proteínas.



Resolviendo la cuestión

Atención: Recuerda que el carácter reductor de los azúcares con fórmula cíclica reside en los -OH hemiacetálicos, es decir, en el grupo hidroxilo que sustituye a la función aldehído (o cetona) de la fórmula lineal. El almidón es un polisacárido de reserva que no posee poder reductor, ya que los grupos hemiacetálicos de sus constituyentes están implicados en los enlaces O-glicosídicos. Por ello, el almidón no da positivo con el reactivo de Fehling.

Por otra parte, la amilasa es una enzima y como tal un tipo de proteína. Recuerda que a temperaturas elevadas las proteínas se desnaturalizan, es decir, pierden su estructura al romperse los enlaces débiles que la mantienen. Si el calentamiento es suave, la proteína puede “renaturalizarse” y recuperar su función al disminuir la temperatura; pero si el calentamiento es importante la desnaturalización se hace irreversible y la enzima queda inactivada de forma permanente.

Caso a) Resolución de la cuestión 1 de la prueba 9 de la Universidad de La Laguna

A 37° C el almidón se hidroliza por la acción de la amilasa y se forman moléculas de maltosa. La maltosa es un disacárido que sí tiene poder reductor, ya que posee al menos un -OH hemiacetálico libre. Por lo tanto, el producto resultante dará reacción negativa con el lugol (ya que desaparece el almidón) y positiva con el reactivo de Fehling.

Caso b) Resolución de la cuestión 1 de la prueba 20 de la Universidad de Compostela

Al calentar la saliva a 75° C se desnaturaliza la enzima amilasa, por lo que no puede actuar sobre el almidón. Por ello, el almidón presente reaccionará de manera positiva con el lugol y negativa respecto al licor de Fehling.

Caso c) Resolución de la cuestión 1 de la prueba 20 de la Universidad de Compostela

Si la desnaturalización de la enzima hubiera sido irreversible el resultado sería como en el caso b), es decir, no se producirá hidrólisis del almidón aún disminuyendo la temperatura.

Pero si a esa temperatura se produjese una desnaturalización reversible, la amilasa se habría renaturalizado al enfriarse y se produciría hidrólisis, entonces, el resultado sería como el caso a).

Cuestión 2 Resolución de la cuestión 2 de la prueba 9 de la Universidad de La Laguna

El apartado a) lo hallarás resuelto en la solución de la prueba 9 (Universidad de La Laguna), bloque 1, cuestión 2.

El apartado b) está contestado en la prueba 20 (Universidad de Santiago de Compostela), opción A, cuestión 5.



Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, con cálculo de probabilidad en una familia.

Conceptos que debes recordar

- Probabilidad independiente.
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

De acuerdo con los datos que nos da el problema, estableceremos primero el genotipo, seguro o probable, de los individuos de la genealogía.

Llamemos XA al cromosoma X con el alelo normal y Xa al cromosoma X con el alelo mutante, que da lugar a esterilidad en los machos.

Todos los machos normales de la genealogía (II1; III1; II6 y III2) tendrán el genotipo XAY , y todos los machos mutantes (II3 y III1) XaY .

Las hembras, en teoría, pueden presentar los tres genotipos $XAXA$, $XAXa$ y $XaXa$, que tendremos que deducir de sus hijos, no de sus fenotipos, ya que como dice el enunciado del problema, este gen de la esterilidad no afecta a las hembras. (No obstante, es muy poco probable que haya hembras de genotipo $XaXa$; una hembra con tal genotipo nunca puede producirse en un cruzamiento, ya que tendría que darse el cruzamiento $XaY \times XAXa$, lo que es imposible, pues un macho XaY es estéril; la única posibilidad para darse una hembra $XaXa$ es que una hembra $XAXa$ sufra una mutación del alelo normal al mutante y se convierta en $XaXa$.)

La hembra I2 tiene un hijo estéril. Este hijo ha recibido de su madre el cromosoma X y de su padre el cromosoma Y , luego la hembra I2 debe de ser $XAXa$.

La hembra II2 tiene que ser también $XAXa$, ya que tiene un hijo estéril.

La hembra II4 debe de ser normal $XAXA$, o al menos, debe tener una gran probabilidad de ser normal, ya que procede de la población general, y la frecuencia de genes recesivos en las poblaciones humanas es muy baja.

Por último, la hembra II5 puede ser $XAXA$ ó $XAXa$ con igual probabilidad, ya que ha transmitido a su hijo normal un cromosoma XA , y ha podido recibir de su madre tanto un cromosoma XA como un cromosoma Xa .

Una vez resueltos los genotipos de los individuos de la genealogía, podemos pasar a responder las preguntas concretas.

- a) La probabilidad de que en el cruce III1 (XAY) \times II2 ($XAXa$) aparezca un macho normal es $1/2$ (50%), ya que es esa la probabilidad de que

el gameto femenino lleve el cromosoma XA ó el cromosoma Xa (Ley de la segregación).

- b) La probabilidad de que en el cruce II3 (XaY) x II4 (XAXA) aparezca una hija normal es cero, ya que el macho II3 es estéril.
- c) La probabilidad de que en el cruce II5 (XAXA ó XAXa) x II6 (XAY) aparezca una hija portadora (XAXa) será igual a la probabilidad de que II5 sea heterocigótica (que es 1/2) por la probabilidad de que se transmita el cromosoma Xa (que es 1/2), es decir 1/4 (25%).

Cuestión 4



Situando la cuestión

Se refiere a aspectos relacionados con el concepto de “nicho ecológico”.



Conceptos que debes recordar

— Componentes del ecosistema.



Resolviendo la cuestión

Apartado a)

El hábitat de una especie es aquella zona geográfica que, por sus condiciones ambientales, puede ser habitada por dicha especie. Para Odum, el hábitat es el lugar donde vive un organismo o donde uno lo buscaría, es decir, su “dirección”. Hace referencia fundamentalmente a las características del lugar habitado por una determinada especie.

El nicho ecológico de un organismo incluye, además del lugar físico que ocupa, la función más sobresaliente que desempeña ese organismo (especie) en el ecosistema, es decir, su “profesión”. Hace referencia, fundamentalmente, a su posición trófica. Por ejemplo, el nicho ecológico de las orugas de la procesionaria será: “Comedores de hojas de pinos en el bosque mediterráneo”.

Así, el término de nicho ecológico, más concreto que el de hábitat, designa a la vez la localización de un organismo y la función que desempeña en el ecosistema.

Apartado b)

Del apartado anterior se deduce que dos especies que comparten el mismo nicho ecológico compiten por los mismos recursos. Por tanto, según el concepto de exclusión de Gause, dos especies no podrán ocupar simul-

táneamente y de forma permanente un mismo nicho ecológico en el mismo ecosistema, puesto que una de las dos eliminará eventualmente a la otra. Fue el científico soviético Gause quien en 1934 confirmó experimentalmente este fenómeno.

Precisamente la adaptación de las especies a sus nichos ecológicos es consecuencia de la presión selectiva y es uno de los factores que interviene en el fenómeno de "especiación" (formación de una nueva especie). Veamos:

Si dos especies ocupan un mismo nicho, se establecerá una competencia por los recursos del medio, aquella que esté mejor adaptada irá desplazando a la especie menos capacitada pudiendo llegar a eliminarla. Pero también pudiera ocurrir que la competencia seleccionase individuos de la población menos capacitada capaces de explotar nuevos nichos, con el tiempo, esta nueva población adaptada a un nuevo nicho y aislada de la población primitiva constituirá una nueva especie.

22



ACLARACIONES PREVIAS

Elige una de las opciones.

Tema: 4 puntos, hazlo desarrollando el guión.

Cuestiones: 1,5 puntos cada una; extensión máxima por cuestión: media cara de una hoja.

Opción A

Tema: biosíntesis de proteínas.

- Localización intracelular. Estructura del ribosoma.
- Papel del ARN.
- Etapas en la síntesis y destino de las proteínas.

Cuestiones

- 1 Importancia de las grasas como reserva energética.
- 2 Convergencia y divergencia adaptativa.
- 3 Citocinesis en animales y vegetales.
- 4 Si una planta homocigótica de tallo alto se cruza con una homocigótica de tallo enano, ¿cómo será la F_1 , la F_2 , y la descendencia del cruceamiento del F_1 con la homocigótica de tallo alto? (*Nota: el tallo alto es dominante frente al enano.*)

Opción B

Tema: la teoría de la evolución: el neodarvinismo.

- Creación de diversidad.
- Selección natural.
- Especiación.
- Limitaciones del neodarvinismo.

Cuestiones

- 1 Mecanismo de acción hormonal: concepto de receptores y segundo mensajero.
- 2 Concepto de quimiosíntesis y fotosíntesis.
- 3 Concepto de animales diblásticos y triblásticos.
- 4 Ultraestructura de la membrana plasmática. ¿De qué componentes depende su fluidez?

Universidad de Valencia. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Tema: biosíntesis de proteínas

Este tema lo encontrarás desarrollado en la prueba 3 (Universidad de Cádiz), tema 3.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Las grasas son lípidos de reserva.

Conceptos que debes recordar

— Propiedades y funciones de las grasas.

Resolviendo la cuestión

Las grasas neutras o triglicéridos son los compuestos que mayor cantidad de energía proporcionan por unidad de masa (9,4 Kcal/g frente a 4,1 Kcal/g de los azúcares). Ello es particularmente importante para los animales móviles, pues, utilizando las grasas como principal material de reserva energética, consiguen almacenar más energía en menor peso. Los vegetales, al no precisar desplazarse, almacenan azúcares en mayor medida.

Los vertebrados almacenan la grasa en el tejido adiposo formando el pánículo debajo de la piel. En la temporada de abundancia alimenticia, el exceso de alimento ingerido es transformado en grasas que se almacenan en este

panículo. En tiempos de escasez, el organismo recurre a estas reservas metabolizando las grasas. En los vertebrados homeotermos (aves y mamíferos) el panículo adiposo constituye, además, un eficaz aislante térmico.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Esta cuestión podrás explicarla como consecuencias adaptativas de la evolución.



Conceptos que debes recordar

- Órganos análogos y homólogos.
- Convergencia y divergencia adaptativa.



Resolviendo la cuestión

Al comparar la constitución anatómica y la función de los órganos en diferentes especies se pueden observar ciertas semejanzas entre ellos. Así por ejemplo, las extremidades de todos los mamíferos, ya sean aletas, patas, alas o brazos, presentan una constitución anatómica semejante aunque desempeñen diferente función. Por el contrario, las alas de los insectos y las de aves o mamíferos, aunque desempeñen la misma función, no se parecen estructuralmente.

Así definimos como órganos homólogos aquellos órganos que son de constitución semejante aunque desempeñen diferentes funciones, mientras que conocemos como análogos aquellos órganos de distinta constitución, pero que realizan la misma función.

Los órganos análogos son consecuencia de convergencias adaptativas entre diferentes especies. Es éste un fenómeno que hace que especies sin un parentesco filogenético cercano, pero habitantes de medios y nichos ecológicos semejantes, presenten las mismas adaptaciones.

Los órganos homólogos, por el contrario, son consecuencia de divergencias adaptativas. Especies emparentadas filogenéticamente, pero habitantes de medios y nichos distintos, sufrirán adaptaciones diferentes en sus órganos. Estas divergencias se producen en el proceso de irradiación adaptativa por el cual distintas poblaciones de una especie primitiva se adaptan a distintos ambientes según el proceso evolutivo (mutación, aislamiento genético y selección), dando lugar a diferentes especies emparentadas que poseen órganos homólogos.

Cuestión 3



Situando la cuestión

La citocinesis es la división del citoplasma celular.

Conceptos que debes recordar

— Reproducción celular.

Resolviendo la cuestión

En la reproducción celular la citocinesis o división del citoplasma tiene lugar tras la mitosis (división del núcleo) o en sus fases postreras.

En las células animales se forma un surco de segmentación en la zona superficial a la altura del plano ecuatorial del uso acromático. En la zona subcortical adyacente se organiza un haz de microtúbulos concéntrico al surco, el anillo contráctil, responsable del estrechamiento del surco. Finalmente, el surco termina por estrangularse separándose las dos células hijas.

En las células vegetales, la rígida pared celular impide la formación del surco de segmentación; en su lugar se forma un tabique de separación entre las células hijas. Su origen está en una serie de vesículas derivadas del Golgi (dictiosomas) dispuestas en el plano perpendicular al uso. Las vesículas van fusionándose para constituir en primera instancia el fragmoplasto, que finalmente se fusionará por sus extremos con la membrana plasmática. En el espacio vacío del fragmoplasto que queda entre las dos células se deposita pectina para construir la lámina media. A ambos lados de ésta cada célula hija fabricará su propia pared celular.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de aplicación de la 1ª y 2ª Ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

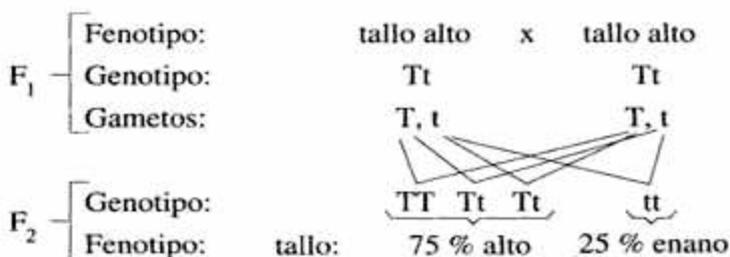
— Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

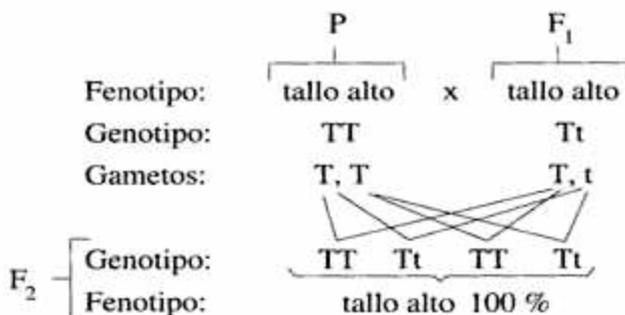
Llamaremos **T** al alelo que determina el tallo alto, y **t** al alelo recesivo de tallo corto.

Los genotipos de la generación P (homocigóticos) que se utilizan serán **TT** (tallo alto) y **tt** (tallo enano). Del cruce de estas variedades obtendremos, en la primera generación filial F_1 , siempre heterocigóticos iguales (1ª ley) de genotipo **Tt**.

El cruzamiento entre sí de estos híbridos de la F_1 producirá un 75% de individuos de tallo alto y un 25% de tallo enano en la F_2 (2ª ley para genes con dominancia). Veamos:



El cruzamiento de la F₁ con la variedad homocigótica de tallo alto producirá siempre individuos de tallo alto, 50% homocigóticos (TT) y el 50% heterocigóticos (Tt):



Opción B

Tema: la teoría de la evolución: el neodarvinismo.

La teoría neodarvinista de la evolución, denominada también teoría sintética de la evolución, es la síntesis realizada por Dobzhansky, para interpretar la evolución por selección natural propuesta por Darwin a la luz de los conocimientos genéticos actuales. Podrás encontrar la respuesta desarrollada en la prueba 16 (Universidad de Oviedo), cuestión 4.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el nivel orgánico, y hace referencia a un tipo de coordinación funcional: la coordinación hormonal.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de hormona.
- Acción de las hormonas.
- Mecanismo de acción hormonal.

Resolviendo la cuestión

Las hormonas son mensajeros químicos, producidos por células especializadas agrupadas o no en glándulas y que, transportadas por el medio interno, ejercen su acción sobre otras células controlando y coordinando el funcionamiento de órganos y aparatos de un organismo.

Se conocen dos mecanismos mediante los cuales ejercen las hormonas su influencia sobre el metabolismo celular: la activación del sistema adenilato-ciclasa y la inducción de la síntesis enzimática:

1. La activación del sistema adenilato ciclasa la efectúan ciertas hormonas (como la adrenalina, el glucagón y la mayoría de las hipofisarias) caracterizadas por su composición proteica o aminoácida. Por su naturaleza química estas hormonas no atraviesan la membrana plasmática, por lo que actúan a nivel de la superficie celular sin penetrar en el interior de la célula. Estas hormonas se fijan a un receptor específico de la membrana y desde allí activan la enzima adenilato-ciclasa responsable de la transformación del ATP en AMPc (adenosín monofosfato cíclico). El AMPc (denominado "segundo mensajero") produce diferentes y variados efectos en las distintas células del organismo.

Los receptores pues, son componentes de la membrana (proteínas estructurales) a los que se unen específicamente las distintas hormonas. El segundo mensajero es el AMP cíclico, llamado así porque tras la hormona ("primer mensajero") es el responsable del transporte del mensaje por el interior de la célula.

2. La inducción de la síntesis enzimática la realizan otras hormonas (como las esteroideas) que, por su naturaleza lipófila, pueden fácilmente atravesar la membrana y penetrar en el interior de la célula. Una vez allí la hormona, unida a un receptor específico, es transportada al núcleo celular donde se fija al correspondiente "represor", quien estando unido al ADN, impide la transcripción de éste. La unión del complejo hormona-receptor al represor libera al ADN del represor permitiendo su transcripción y por tanto la síntesis de las enzimas correspondientes responsables de la acción específica.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a los dos tipos diferentes de anabolismo autótrofo.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de anabolismo autótrofo.
- Tipos de anabolismo autótrofo. Diferencias.

Resolviendo la cuestión

Tanto la fotosíntesis como la quimiosíntesis son tipos de nutrición autótrofa, es decir, en ambos casos los nutrientes de los que se parte son inorgánicos

(como fuente de C utilizan el CO_2). La biosíntesis de los compuestos orgánicos a partir de estos inorgánicos (anabolismo autótrofo) requiere aporte de energía en forma de ATP y electrones, aportados por coenzimas reducidas.

Para lograr el ATP y las coenzimas reducidas los organismos fotosintéticos utilizan la energía de la luz solar captada por la clorofila en la fase luminosa de la fotosíntesis. Con esta energía se logra: a) transportar los electrones desde un dador (normalmente el agua) hasta una coenzima para reducirla (de NADP^+ a NADPH), y b) utilizar la energía que se desprende en este transporte de electrones para fabricar ATP (fosforilación fotosintética).

Los organismos quimiosintéticos (quimiolitótrofos) obtienen el ATP y las coenzimas reducidas de la energía y electrones liberados en reacciones químicas de oxidación (exotérmicas) en las que se utilizan una gran variedad de sustratos (por ejemplo los nitritos que oxidan a nitratos).

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a una característica de la organización de los metazoos.

Conceptos que debes recordar

— Desarrollo embrionario en los animales: gastrulación y formación del mesodermo y celoma.

Resolviendo la cuestión

Los metazoos se clasifican en dos grupos según presenten dos o tres paredes en su organización:

Animales diblásticos: son aquellos que presentan dos hojas blastodérmicas en su organismo: el ectodermo (capa externa) y el endodermo (capa interna). Es el tipo de organización que presentan los celentéreos, éstos detienen su desarrollo embrionario en la fase de gástrula.

Animales triblásticos: son aquellos que presentan tres hojas blastodérmicas. En el desarrollo embrionario de estos animales se forma una tercera capa, el mesodermo, entre ecto y endodermo. El mesodermo presenta, a su vez, dos hojas, la hoja parietal, que se adhiere al ectodermo, y la hoja visceral, que se adhiere al endodermo. Entre ambas hojas queda la cavidad general del organismo, el celoma. Por el modo en que se forma el celoma durante el desarrollo embrionario se distinguen dos grupos dentro de los triblásticos: los protóstomos (anélidos, moluscos y artrópodos) forman el celoma por esquizocelia, y los deuteróstomos (equinodermos y cordados) lo hacen por enterocelia.

Cuestión 4

Esta cuestión está contestada en la cuestión 2, bloque 1 de la prueba 9 (Universidad de La Laguna).

23



ACLARACIONES PREVIAS

Desarrollar dos bloques de cuestiones de los cuatro propuestos.

Bloque 1

Tema: enzimas, naturaleza, catálisis enzimática, clasificación.

Cuestiones:

1. Concepto de transaminación y desaminación oxidativa.
2. Concepto de par de alelos.

Bloque 2

Tema: la membrana plasmática.

Cuestiones:

1. ¿En qué consiste la saponificación de una grasa?
2. ¿Qué significa que los aminoácidos son anfóteros?

Bloque 3

Tema: monosacáridos; poder reductor y actividad óptica. Monosacáridos de interés biológico.

Cuestiones:

1. Estructura de cilios y flagelos.
2. Concepto de anafilaxia y alergia.

Bloque 4

Tema: fase oscura de la fotosíntesis (ciclo de Calvin).

Cuestiones:

1. ¿Qué son individuos homocigóticos y heterocigóticos?
2. ¿Qué se entiende por integración neuroendocrina?

Universidad de Valladolid. Selectividad, 1991

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Bloque 1

Tema: encimas, naturaleza, catálisis enzimática, clasificación.

Desarrollo del tema

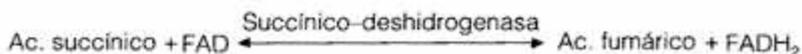
La respuesta a este tema la encontrarás en la solución a la prueba 3 (Universidad de Cádiz), tema 1, excepto el último apartado que desarrollamos a continuación:

Clasificación de enzimas:

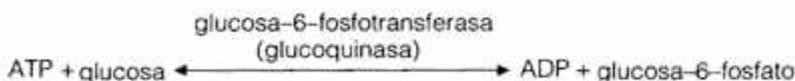
La nomenclatura utilizada para la denominación de las distintas enzimas sigue la siguiente regla: primero se indica el sustrato preferente y a continuación el nombre de la acción típica acabado con el subfijo -asa. Así, la enzima que interviene en el paso de ácido 3-fosfoglicérico a ácido 2-fosfoglicérico se denomina fosfoglicero-mutasa.

Según la acción que catalizan distinguimos seis clases de enzimas diferentes:

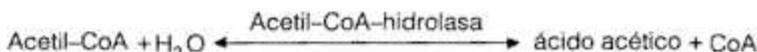
Clase I. Óxido-reductasas: Intervienen en reacciones de transferencia de electrones en las que un compuesto los gana (se reduce), a costa de otro compuesto que los pierde (se oxida). Las más características son las deshidrogenasas, que normalmente utilizan coenzimas (NAD, FAD y NADP) como aceptores de electrones, y las oxidasas.



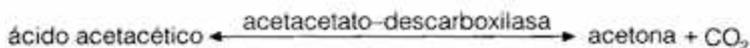
Clase II. Transferasas: Catalizan la transferencia de grupos funcionales (distintos del hidrógeno) o fosfato de un sustrato a otro, como por ejemplo las transaminasas, transmetilasas, fosfotransferasas, etc.



Clase III. Hidrolasas: Catalizan reacciones de hidrólisis introduciendo grupos H y OH⁻. Los enlaces hidrolizados pueden ser de tipo éster (lipasas y esterasas), glicosídico (glicosidasas), peptídicos (enzimas proteolíticas), etc.



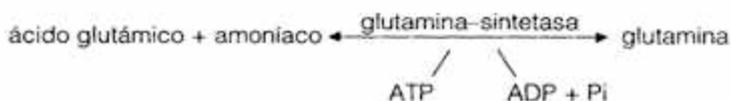
Clase IV. Liasas: Catalizan reacciones de rotura o soldadura de sustratos, sin que intervenga el agua. Actúan sobre los siguientes enlaces: C=O, C=C y C=N. Como ejemplo puedes citar a las desaminasas y descarboxilasas.



Clase V. Isomerasas. Catalizan reacciones de isomerización que producen reordenaciones dentro de la molécula.



Clase VI. Ligasas o sintetasas: Catalizan la síntesis de nuevas moléculas utilizando la energía desprendida por la hidrólisis del ATP.



Cuestión 1

Situando la cuestión

Hace referencia a aspectos concretos del metabolismo de los aminoácidos.

Conceptos que debes recordar

- Catabolismo.
- Aminoácido y cetoácido.
- Urea.

Resolviendo la cuestión

Cuando no se necesitan, los aminoácidos en exceso resultantes de la hidrólisis de proteínas deben ser degradados, ya que no pueden ser acumulados ni excretados por la célula.

La primera fase de la degradación de los aminoácidos supone la separación de los grupos α -amino del resto de la cadena hidrocarbonada. Este proceso se realiza mediante dos rutas enzimáticas:

- Transaminación: Consiste en transferir el grupo α -amino de un aminoácido cualquiera a un cetoácido, normalmente el α -cetoglutárico, que se transforma en glutámico. Así se logra llevar todos los grupos α -amino a un único aminoácido.
- Desaminación oxidativa: El ácido glutámico obtenido anteriormente pierde su grupo amino en un proceso oxidativo obteniéndose amoniaco. En la especie humana este amoniaco es transformado en urea y eliminado por la orina.

Cuestión 2

Esta cuestión la encontrarás contestada en la pregunta 4 de la prueba 6 (Universidad de Córdoba).

Tema: la membrana plasmática.*Desarrollo del tema*

La membrana plasmática ya fue tratada de manera general en la prueba 9 (Universidad de La Laguna), bloque 1, cuestión 2. Aquí sólo comentaremos lo relativo a los modelos de membrana que han sido propuestos para explicar su estructura.

Modelos de membrana:

En la actualidad, el modelo de membrana más admitido por la comunidad científica es el propuesto por Singer y Nicholson en 1972, denominado "mosaico fluido". Sin embargo, se han propuesto otros modelos que básicamente se pueden agrupar en dos tipos:

- Modelos lamelares: Entre los que destaca el propuesto por Danielli y Davson en 1935. Según este modelo las membranas biológicas están constituidas por una bicapa lipídica, cuyos grupos polares se disponen hacia fuera y están recubiertos por una fina lámina de proteínas.
- Modelos micelares: En estos modelos la membrana no es una lámina continua, sino que está formada por la yuxtaposición de subunidades (micelas). El modelo de Lucy y Glaubert (1964) propone que la membrana está formada por micelas lipídicas yuxtapuestas y envueltas por una capa glicoproteica. Entre las micelas se disponen proteínas globulares y poros por los que atraviesa el agua.

Los modelos lamelares se ajustan bien a la disposición laminar que se observa al microscopio electrónico, pero no explican ciertas propiedades de las membranas como por ejemplo el paso del agua.

Cuestión 1*Situando la cuestión*

Esta cuestión hace referencia a una reacción característica de las grasas.

Conceptos que debes recordar

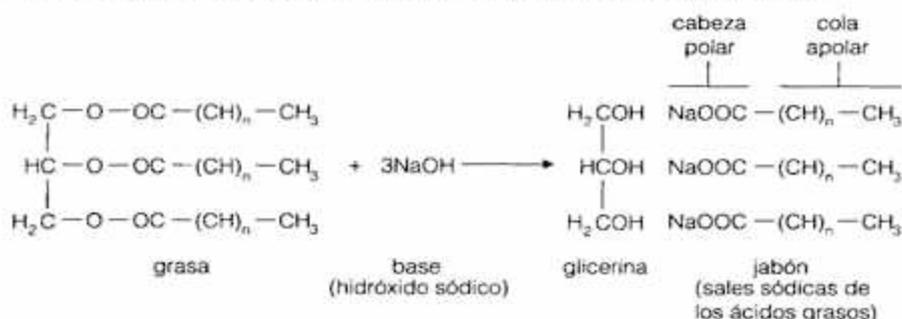
- Estructura de los triglicéridos o grasas.

Resolviendo la cuestión

La saponificación es una reacción característica de grasas por la cual se produce la hidrólisis alcalina, es decir, mediante bases de los enlaces éster. Los productos resultantes de la reacción son glicerina y sales de los ácidos grasos que reciben el nombre de jabones.

Estas sales jabonosas son moléculas anfipáticas (bipolares) con una cabeza fuertemente polar y una larga cadena apolar. Esta característica explica la cualidad limpiadora de los jabones como emulsionantes de las grasas.

Por su cola apolar la molécula de jabón tiende a disolverse en la grasa pero su cabeza polar queda en la superficie de modo que puede interaccionar con el agua permitiendo la emulsión de aquéllas en el medio acuoso.



Cuestión 2

Situando la cuestión

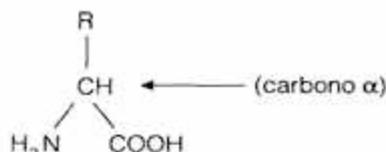
Esta cuestión se refiere a una de las propiedades principales de los constituyentes de las proteínas, los aminoácidos.

Conceptos que debes recordar

— Aminoácidos: características generales y propiedades.

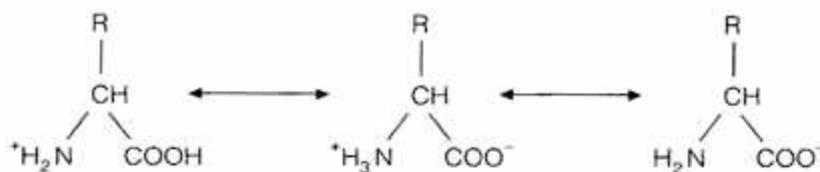
Resolviendo la cuestión

Los aminoácidos son las unidades básicas constituyentes de las cadenas polipeptídicas (proteínas). Se caracterizan por poseer un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un grupo amino ($-\text{NH}_2$) unido al carbono que ocupa la posición α , es decir, contiguo al grupo carboxilo. Unidos también a ese carbono está un átomo de hidrógeno y una cadena lateral de mayor o menor complejidad, llamada radical o cadena lateral (R).



En soluciones acuosas cuyo pH esté próximo a 7, los aminoácidos están ionizados. En este caso, el grupo amino capta un protón, mientras que el grupo carboxilo pierde un protón. Por lo tanto adoptan un estado dipolar, es decir, poseen igual número de cargas positivas y negativas (sin tener en cuenta las cargas de los grupos ionizables de la cadena lateral). Esta propiedad les permite actuar como ácidos o como bases según el pH del

medio donde se encuentran, diciéndose por ello que los aminoácidos son anfóteros.



En medio ácido el aminoácido tiende a captar protones y se carga positivamente actuando como una base.

A pH neutro tanto el grupo amino como el ácido están ionizados.

Si el medio es básico el aminoácido libera protones y queda cargado negativamente actuando como un ácido.

Todo aminoácido puede equilibrar sus cargas positivas o negativas, de modo que su carga neta sea cero. Ello ocurre a un pH dado, distinto y característico para cada aminoácido, que depende de los grupos ionizables presentes en la cadena lateral. El valor del pH para el cual ocurre esto se denomina punto isoeléctrico o pI del aminoácido.

Bloque 3

Tema: monosacáridos; poder reductor y actividad óptica. Monosacáridos de interés biológico.



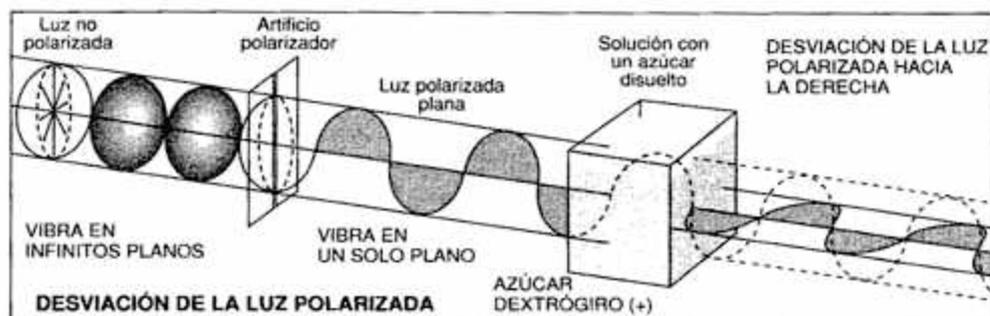
Desarrollo del tema

El concepto, clasificación y ejemplos de interés biológico de monosacáridos los hallarás en la solución de la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema b. Aquí ampliaremos las dos propiedades indicadas, poder reductor y actividad óptica:

Poder reductor. Los monosacáridos (y algunos disacáridos) se oxidan con solución de Fehling (complejo de tartrato de Cu^{2+}) a una mezcla de productos complejos. Esta reacción queda de manifiesto al producirse un precipitado rojo producto de la reducción a Cu_2O de la solución de Fehling.

Todos los azúcares que son hemiacetales cíclicos, es decir, aquellos que tienen latente la función aldehído o cetona reducen a dicha solución, por lo que se les denomina "azúcares reductores" o "con poder reductor".

Actividad óptica. La actividad óptica es la capacidad que presentan ciertos compuestos, entre ellos todos los monosacáridos, de girar un cierto ángulo el plano de la luz polarizada. Si el giro se produce hacia la derecha, el azúcar se denomina dextrógiro y se representa por (+); si es hacia la izquierda se denomina levógiro y se representa por (-). Cada isómero gira un ángulo característico este plano, por ejemplo, la forma habitual de la glucosa hallada en la naturaleza es dextrorrotatoria (+52,7°), mientras que la fructosa es levorrotatoria (-92,4°). (Ver figura de la página siguiente.)



Actividad óptica: giro del plano de la luz polarizada.

La actividad óptica es debida a la presencia de carbonos asimétricos (carbono unido a cuatro radicales químicos distintos) responsables también de la existencia de isómeros espaciales o estereoisómeros.

Cuestión 1

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba 5 (Universidad de Castilla-La Mancha), opción A, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Anafilaxia y alergia son dos fenómenos relacionados con el proceso inmunitario.

Conceptos que debes recordar

- La respuesta inmunizante.
- Reacciones de hipersensibilidad.

Resolviendo la cuestión

La anafilaxia es una reacción de hipersensibilidad inmediata aguda, consiguiente a la administración de un antígeno. La unión de éste, a través del anticuerpo, a las superficies celulares de los mastocitos, produce la liberación de sustancias vasoactivas, principalmente histamina.

La alergia es un estado de hipersensibilidad producido por la interacción del sistema inmune con ciertos antígenos ambientales (alérgenos), que generalmente no son nocivos, pero que provocan la reacción anafiláctica en los individuos alérgicos.

Bloque 4

Tema: fase oscura de la fotosíntesis (ciclo de Calvin).

Desarrollo del tema

Este tema está desarrollado en la prueba 1 (Universidad de Alicante), tema a.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Es una cuestión de genética referida al genotipo de individuos diploides.

Conceptos que debes recordar

- Genotipo.
- Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

La homocigosis y heterocigosis únicamente se puede dar en especies diploides, que tienen sus cromosomas formando parejas homólogos.

Un individuo homocigoto para un gen dado es aquel que tiene en cada cromosoma homólogo el mismo tipo de alelo, por ejemplo **AA** o **aa**, y por ello produce un solo tipo de gameto. También se le considera raza pura para el gen en cuestión. Un individuo heterocigoto para un gen dado es aquel que tiene en cada cromosoma homólogo un alelo distinto, por ejemplo **Aa**, dando lugar a dos tipos de gametos.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia al mecanismo general de coordinación e integración, funciones que ejercen el sistema nervioso y el hormonal.

Conceptos que debes recordar

- Mecanismos de coordinación funcional.
- Relación entre el sistema endocrino y el nervioso: la hipófisis.

Resolviendo la cuestión

Por integración neuroendocrina se entiende el papel que desempeñan el sistema nervioso y el endocrino (hormonal) para controlar y coordinar el funcionamiento de todos los componentes (células, órganos, aparatos y sistemas) que constituyen a un individuo. Mediante mecanismos distintos ambos sistemas desempeñan una parte de esta función general de coordinar e integrar las distintas partes en un todo. El sistema nervioso utiliza impulsos nerviosos de naturaleza quimioeléctrica para hacer llegar las órdenes a los órganos de destino, el sistema endocrino utiliza mensajeros químicos (hormonas) producidos en glándulas. Asimismo, ambos sistemas de coordinación están estrechamente relacionados y vinculados entre sí. La actividad de las diferentes glándulas está gobernada por el sistema nervioso, bien directamente por el sistema nervioso vegetativo, o bien a través de la hipófisis (glándula directora) que a su vez está sometida al control de los centros nerviosos superiores a través del hipotálamo (cerebro) al cual está unido.

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrolle dos de estas cuatro cuestiones.

- Respiración.** Concepto de respiración aerobia y anaerobia. Localización en la célula y descripción de los procesos de: glicolisis y cadena respiratoria (= cadena oxidativa = cadena transportadora de electrones).
- Ciclo celular.** Concepto y fases. Ciclo del cromosoma en relación con las fases del ciclo celular.
- Evolución.** Teoría darvinista de la evolución. La evolución como hecho biológico: pruebas de la evolución.
- Código genético.** Teniendo en cuenta la tabla adjunta, establezca todos los pasos que conducirán a la síntesis del péptido: leucina-alanina-prolina-serina-arginina-arginina-valina, indicando: a) Una secuencia, de entre todas las posibles, del ADN bicatenario correspondiente, teniendo en cuenta que el codón de iniciación es el AUG en el ARNm. b) La secuencia de codones del ARNm. c) El número de ARNt que intervendrán en el proceso y sus anticodones específicos.

UUU] Fenilalanina UUC] (Fen)	CUU] CUC] Leucina CUA] (Leu) CUG]	AUU] Isoleucina AUC] (Ileu) AUA]	GUU] Valina GUC] (Val) GUA] GUG]
UUA] Leucina UUG] (Leu)	CCU] CCC] Prolina CCA] (Pro) CCG]	AUG] Metionina (Met)	
UCU] UCC] Serina UCA] (Ser) UCG]	CAU] Histidina CAC] (His)	ACU] ACC] Treonina ACA] (Treo) ACG]	GCU] Alanina GCC] (Ala) GCA] GCG]
UAU] Tirosina UAC] (Tir)	CAA] Glutamina CAG] (Glu)	AAU] Asparagina AAC] (Asn)	GAU] Ácido aspártico GAC] (Asp)
UAA] Terminales de UAG] la cadena	CGU] CGC] Arginina CGA] (Arg) CGG]	AAA] Lisina AAG] (Lis)	GAA] Ácido glutámico GAG] (Glu)
UGU] Cisteína UGC] (Cis)	AGA] Serina AGC] (Ser)	AGU] AGC] Arginina AGA] (Arg) AGG]	GGU] Glicina GGC] (Gli) GGA] GGG]
UGA] Ter. de la cadena UGG] Triptófano (Tri)			

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión dentro del metabolismo, en el catabolismo aerobio.

Conceptos que debes recordar

- Catabolismo.
- Fermentación.

Resolviendo la cuestión

La respiración es un proceso catabólico que persigue la obtención de energía mediante la oxidación completa de compuestos orgánicos a CO_2 .

La oxidación de estos compuestos libera electrones que son llevados hasta un aceptor de electrones "externo" (al proceso y a la célula).

En la respiración aerobia este aceptor externo de electrones es el O_2 , el cual se reduce a agua. Sin embargo, en ciertas bacterias el aceptor externo que se reduce es una molécula diferente del O_2 (por ejemplo $\text{SO}_4^{=}$, NO_3^- o $\text{CO}_3^{=}$), en estos casos se habla de respiración anaerobia. En ambos tipos respiratorios se suceden glicolisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones, lo único que las distingue es el aceptor de electrones.

Los compuestos orgánicos utilizados preferentemente para obtener energía en las células son: los azúcares (glucosa) y los ácidos grasos procedentes de las grasas. La degradación de la glucosa se inicia en el hialoplasma celular con una ruta anaeróbica llamada glicolisis en la que a partir de una molécula de glucosa se forman dos moléculas de piruvato (con 3 C), obteniéndose 2 ATP y 2 NADH de ganancia.

El piruvato, una vez transformado en acetil-CoA, acaba de oxidarse hasta CO_2 en la matriz mitocondrial en una ruta metabólica llamada ciclo de Krebs. (Al ciclo de Krebs se incorpora también el acetil-CoA que procede de la degradación de los ácidos grasos, en la propia matriz mitocondrial, en la ruta llamada beta-oxidación).

En el ciclo de Krebs, se obtiene, además, ATP y coenzimas reducidas (NADH y FADH_2). Estas coenzimas, más las formadas en la glicolisis, ceden sus electrones a la cadena de transporte electrónico localizada en la membrana mitocondrial interna. En este transporte (serie de reacciones acopladas de óxido-reducción) hacia el oxígeno, se libera energía que se utiliza para formar la mayor parte del ATP celular, objetivo esencial de la respiración oxidativa.

En las bacterias, el proceso de la respiración ocurre en el hialoplasma celular, puesto que carecen de mitocondrias. Las enzimas implicadas en la cadena respiratoria se encuentran sobre los mesosomas (repliegues de la membrana).

Más información sobre la glicolisis la encontrarás en la cuestión 1, opción A, prueba 4 (Universidad de Cantabria) y sobre la cadena de transporte en la prueba 10 (Universidad de Las Palmas), cuestión 4.

Atención. En ocasiones se ha utilizado el término “fermentación” como sinónimo de respiración anaerobia. Sin embargo, en la actualidad se reserva el término de fermentación a una vía oxidativa en la que no se da un aceptor externo de electrones, tampoco se produce el ciclo de Krebs ni cadena de transporte de electrones. (Si tienes dudas sobre este punto, revisa la cuestión 4 del bloque 2 de la prueba 9, Universidad de La Laguna.)

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a los procesos que tienen lugar en la célula y que afectan al material nuclear en el periodo que se inicia tras el final de una división hasta que finaliza la siguiente división.

Conceptos que debes recordar

- Núcleo interfásico.
- Mitosis.
- Cromosoma metafásico.

Resolviendo la cuestión

Un ciclo celular es el conjunto de fenómenos que tienen lugar en el periodo que se inicia tras una división mitótica y finaliza tras la siguiente división. Por los acontecimientos que suceden en el núcleo se pueden distinguir dos fases: interfase y fase mitótica. Una célula media de mamífero permanece en interfase 17 horas, mientras que la mitosis dura una hora.

La interfase es el periodo comprendido entre dos mitosis consecutivas. En el núcleo puede observarse a la cromatina (nucleoproteína de ADN) dispersa y algunos nucléolos con ARN. Durante este periodo tiene lugar una intensa actividad metabólica: la replicación y transcripción del ADN.

La interfase suele dividirse en tres periodos G_1 , S y G_2 . Cada periodo G dura 4 horas, mientras que el S dura 9 horas. La transcripción, síntesis de ARNm y proteínas tiene lugar en los tres, mientras que la replicación del ADN acontece en el periodo S, es decir, tras el periodo postmitótico G_1 (de *gap*: hueco en inglés) y antes del G_2 .

La mitosis comienza al final del periodo G_2 y se suele subdividir en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. Respecto a los acontecimientos del ciclo cromosómico en la mitosis puede observarse:

- En la profase se condensa la cromatina haciéndose visibles los cromosomas. Al final de la profase pueden observarse los cromosomas ya formados libres en el citoplasma y replicados cada uno en dos cromátidas.
- En la metafase los cromosomas se orientan en el plano ecuatorial del huso acromático.
- En la anafase se separan las cromátidas hermanas dirigiéndose a sus respectivos polos celulares aparentemente arrastradas por los filamentos del huso.
- En la telofase las cromátidas (o cromosomas hijos), ya en los polos y rodeadas de una nueva membrana nuclear, inician la descondensación.

Más información acerca de la mitosis puedes hallarla en la solución de la prueba 16 (Universidad de Oviedo), cuestión 3.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a la teoría propuesta por Darwin y las pruebas que la apoyan.

Conceptos que debes recordar

- Selección natural.
- Mutación.

Resolviendo la cuestión

Darwin fue el primero en proponer una explicación coherente a la evolución de los seres vivos. El razonamiento de Darwin se puede resumir en tres puntos:

- a) Cualquier población animal o vegetal tiene un poder reproductivo enorme, no obstante el número de individuos de las poblaciones naturales permanece constante. Debido a que la disponibilidad de espacio y alimento son limitados se produce una competencia entre los individuos y entre las especies.
- b) Los individuos de cualquier población presentan variabilidad hereditaria. Estas variaciones pueden ser ventajosas o no para los individuos en su competencia por los recursos limitados.

- c) El resultado de la competencia y de la existencia de variabilidad debe conducir a la selección natural, la cual eliminará o reducirá el número de individuos portadores de variantes hereditarias menos eficaces, aumentando proporcionalmente los individuos con variantes más eficaces. La acumulación gradual de estas variantes ventajosas, adaptadas a distintos ambientes, dará lugar finalmente a la aparición de nuevas especies.

La teoría de la evolución es una explicación científica, basada en datos obtenidos por observación, que lleva a concluir que la aparición y diversificación de especies es un proceso natural. Hay muchos tipos de datos que apoyan el que la evolución biológica sea un hecho.

- 1) Pruebas taxonómicas. El sistema de clasificación binomial, propuesto por Linneo, tuvo para Darwin un sentido evolutivo. Las categorías taxonómicas representarían grados de parentesco. Por ejemplo, las especies agrupadas en un "género" tendrían antecesores comunes más recientes que los diversos "órdenes" agrupados en una "clase", que también los tendrían, pero más remotos. La clasificación de los seres vivos se puede disponer, pues, como un árbol genealógico enormemente diversificado, en donde los extremos de las ramas serían las especies actuales.
- 2) Pruebas anatómicas. La anatomía comparada permite establecer homologías y analogías entre órganos, dependiendo de que su origen embriológico sea común o no, respectivamente. Por ejemplo, el esqueleto de la extremidad anterior de los vertebrados terrestres se puede reconocer como homólogo, a pesar de las modificaciones surgidas como adaptación a nichos ecológicos distintos. Por el contrario, las alas de aves, murciélagos e insectos son órganos claramente análogos, con distinto origen embriológico, aunque con la misma función.
- 3) Pruebas embriológicas. Las distintas etapas en las ontogenias de organismos como los vertebrados se parecen entre sí tanto más cuanto más próximas estén a la etapa inicial de cigoto, diferenciándose cada vez más cuanto más próximas estén a la fase adulta.
- 4) Pruebas paleontológicas. El estudio de los restos fósiles ofrece los argumentos más sólidos, no sólo a favor del cambio y modificación sufrida por los antecesores de las especies actuales, sino también de que el proceso ha sido extraordinariamente lento.

El estudio de los fósiles permite establecer un registro fósil con el que reconstruir filogenias, es decir, historias evolutivas de muchos grupos vegetales y animales. Mediante series fósiles (como la de los équidos), fósiles intermedios (como el *Archeopteryx*) o fósiles vivientes (como el *Celacanto*).

- 5) Pruebas bioquímicas. Surgen al comparar los procesos metabólicos y bioquímicos de organismos diferentes, observándose la universalidad de las soluciones adoptadas. No sólo los procesos son comparables, sino también las moléculas que intervienen en dichos procesos, especialmente las proteínas. El citocromo C, que interviene en las cadenas respiratorias, o distintas enzimas, cuando se las compara respecto de

la secuencia de aminoácidos, son extraordinariamente parecidas. Las diferencias y semejanzas entre ellas ha permitido establecer filogenias que coinciden con las obtenidas por otros métodos.

- 6) Pruebas genéticas. Se pueden encontrar multitud de pruebas. Por ejemplo, la comparación de los cromosomas del hombre y de los primates (chimpancé, gorila, orangután), permite comprender mecanismos de fusión de cromosomas que explicarían el paso de 24 pares en los primates a 23 de la especie humana. El estudio de la secuencia de nucleótidos del ADN permite establecer, al igual que el estudio de las proteínas, filogenias basadas en el número de sustituciones nucleotídicas, provocados por mutación, necesarias para explicar las diferencias encontradas. También ha permitido explicar la variabilidad actual mediante duplicación y diversificación de genes en formas ancestrales.

Cuestión 4



Situando la cuestión

Se trata de establecer la correspondencia entre tripletes del ADN, codones del ARNm, anticodones del ARNt y aminoácidos.



Conceptos que debes recordar

- Transcripción.
- Síntesis de proteínas.



Resolviendo la cuestión

Para establecer la secuencia de nucleótidos en el ADN bicatenario, a partir de la secuencia de aminoácidos presentada en la cuestión, hemos de tener en cuenta varias cuestiones:

- 1) Que a partir de una de las cadenas del ADN bicatenario se sintetiza una cadena complementaria de ARN mensajero.
- 2) Que este ARN mensajero, con ayuda de los ARN de transferencia, da lugar a la síntesis de las proteínas.
- 3) Que el código genético se refiere a tripletes del ARN mensajero (codones), complementarios de tripletes de los ARN de transferencia (anticodones) que llevan los aminoácidos.

Existen 64 combinaciones posibles de las cuatro bases para formar tripletes que codificarán los 21 aminoácidos. Por tanto, varias tripletas distintas pueden codificar el mismo aminoácido y algunas de ellas son mudas (terminales de cadena). Debido a esta "degeneración del código", el problema tiene muchísimas respuestas correctas.

Elegiremos una de ellas al azar y estableceremos la correspondencia entre aminoácidos → ARNt (anticodones) → tripletes (codones) en el ARNm → tripletes de las dos cadenas del ADN:

PROTEÍNA		leucina	alanina	prolina	serina	arginina	arginina	valina	
ARNt anticodón	UAC	AAU	CGA	GGA	AGA	GCA	GCA	CAA	
codón ARNm	AUG	UUA	GCU	CCU	UCU	CGU	CGU	GUU	UAA
ADN	TAC	AAT	CGA	GCA	AGA	GCA	GCA	CAA	ATT
	ATG	TTA	GCT	CGT	TCT	CGT	CGT	GTT	TAA

En el ADN hemos tenido en cuenta tanto las dos cadenas, una de las cuales (la superior en el esquema) sirve de molde para sintetizar el ARNm, como el triplete de iniciación, y uno de los tripletes mudos de terminación.

La secuencia de codones en el ARNm tiene en cuenta la secuencia de la cadena superior del ADN.

El número de ARNt que intervendrán será, como mínimo, de 7.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Qué es y cómo usar este libro.....	3
Consejos ante el examen de biología en la prueba de selectividad.....	4
Clasificación de las pruebas por el contenido.....	5
Prueba 1: <i>Alicante</i>	7
Prueba 2: <i>Barcelona</i>	17
Prueba 3: <i>Cádiz</i>	30
Prueba 4: <i>Cantabria</i>	41
Prueba 5: <i>Castilla-La Mancha</i>	56
Prueba 6: <i>Córdoba</i>	62
Prueba 7: <i>Extremadura</i>	65
Prueba 8: <i>Granada</i>	77
Prueba 9: <i>La Laguna</i>	84
Prueba 10: <i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	99
Prueba 11: <i>León</i>	106
Prueba 12: <i>Madrid</i>	112
Prueba 13: <i>Málaga</i>	118
Prueba 14: <i>Murcia</i>	121
Prueba 15: <i>Navarra</i>	127
Prueba 16: <i>Oviedo</i>	133
Prueba 17: <i>País Vasco</i>	139
Prueba 18: <i>Palma de Mallorca</i>	148
Prueba 19: <i>Salamanca</i>	156
Prueba 20: <i>Santiago de Compostela</i>	162
Prueba 21: <i>Sevilla</i>	171
Prueba 22: <i>Valencia</i>	177
Prueba 23: <i>Valladolid</i>	184
Prueba 24: <i>Zaragoza</i>	192

© Del texto: J. L. Ménsua, C. Gil, J. Martínez y F. Carrión, 1992.

© De gráficas e ilustraciones: Grupo Anaya, S. A., 1992.

© De esta edición: GRUPO ANAYA, S. A., 1992 - Telémaco, 43 - 28027 Madrid - Depósito Legal: M. 2.140 - 1992 - ISBN: 84-207-4507-3 - Printed in Spain - Imprime: Grafiris, S. A. - Codorniz, s/n - 28940 Fuenlabrada (Madrid).

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el Art. 534-bis del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, fijada en cualquier tipo de soporte, sin la preceptiva autorización.



PRUEBAS DE 1991

ISBN 84-207-4507-3



9 788420 745077

6766

ANAYA