

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1992



J. L. Ménsua

C. Gil

J. Martínez

F. Carrión

C.O.U.

ANAYA

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1992

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



Diseño de cubierta: Alberto Corazón

Diseño de interiores: Estudio EGE

© Del texto: J. L. Ménsua, C. Gil, J. Martínez y F. Carrión, 1993.

© De gráficas e ilustraciones: Grupo Anaya, S. A., 1993.

© De esta edición: GRUPO ANAYA, S. A., 1993 - Telémaco, 43 - 28027 Madrid - Depósito Legal: M. 2.652 - 1993 - ISBN: 84-207-4888-9 - Printed in Spain - Imprime: Lavel, S. A. - Polígono "Los Llanos", nave 6 - Humanes (Madrid).

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el Art. 534-bis a) y siguientes 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.

QUÉ ES Y CÓMO USAR ESTE LIBRO

En este libro se ha reunido y resuelto una muestra de los ejercicios de biología correspondiente a las pruebas de selectividad realizadas el pasado curso en todos los distritos universitarios españoles. Se trata, pues, de un pequeño solucionario que pretende, modestamente, cumplir dos objetivos:

- 1.º Darte una idea del tipo de ejercicios que se proponen en los distintos distritos universitarios: tipo de cuestiones, contenido, etc.
- 2.º Ayudarte en la resolución de tales ejercicios, no sólo en lo que se refiere a contenidos, sino también en el modo de realizarlos.

Así pues, se han numerado por orden alfabético, según el distrito universitario, 24 pruebas de selectividad (en el índice final encontrarás la correspondencia numérica). En cada prueba se incluye la relación de cuestiones y las aclaraciones previas que figuran en el cuestionario de examen.

En la solución de la prueba se desarrolla el ejercicio atendiendo al tipo de pregunta: temas o cuestiones.

— Los temas son preguntas generales y extensas que hacen referencia a distintos aspectos de una misma cuestión. Con ellos se pretende, además de demostrar tu conocimiento en la materia, que construyas un conjunto de ideas lógico, coherente y ordenado. En el cuestionario de examen de algunas pruebas ya se señalan qué apartados deben desarrollarse; en otras tan sólo se formula la pregunta general. Así, en la resolución de este tipo de preguntas encontrarás dos apartados:

- *Esquema de conceptos a desarrollar*, donde se enumera el guión de los contenidos que debes abordar.
- *Desarrollo del tema*.

— Las cuestiones son preguntas breves referidas a aspectos concretos de conocimiento, comprensión o aplicación de algún tema. Con ellas se pretende medir, además del conocimiento de la materia, la capacidad de razonamiento. En la resolución de este tipo de preguntas hallarás tres apartados:

- *Situando la cuestión*, aquí se indica a qué se refiere y en qué parte del programa de la asignatura puedes localizar la cuestión.
- *Conceptos que debes recordar*, donde se señalan qué conceptos son necesarios conocer o tienen alguna relación con la cuestión planteada.
- *Resolviendo la cuestión*.

El método que te recomendamos para utilizar este libro sería el siguiente:

- 1.º Lee el enunciado de la prueba con atención, realiza un esquema conceptual de cada pregunta e intenta resolverla tú mismo. Compara después tu respuesta con la que te proponemos.
- 2.º Si no eres capaz de contestar alguna pregunta, lee primeramente bien el *esquema de contenido a desarrollar* o *situando la cuestión* e intenta resolver la pregunta.
- 3.º Si todavía no puedes contestar la pregunta, estudia el *desarrollo del tema* o *resolviendo la cuestión*.

Las respuestas que aquí te ofrecemos no pretenden ser las únicas ni tan siquiera las mejores; son las respuestas que, desde nuestra experiencia como profesores de COU, consideramos más oportunas.

CONSEJOS ANTE EL EXAMEN DE BIOLOGÍA EN LA PRUEBA DE SELECTIVIDAD

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 partes de la asignatura se prestan mejor al tipo de examen usual en tu universidad. Dedícales especial atención.
- Piensa que es un examen fácil de superar si vas preparado. Ten confianza, no estés nervioso, descansa bien la víspera y rendirás mejor en el examen.

Ante el examen de selectividad

- Analiza bien las opciones propuestas, 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 guiñón 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. Piensa que un examen aseado predispone a favor del corrector:
 - 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	Castilla-La Mancha A.1 Santiago A.2	Valladolid 3.1 Zaragoza 1
	Glúcidos	Barcelona A.4a) Castilla-La Mancha B.1 País Vasco B.2	Santiago A.3, B.3 Sevilla 1
	Lípidos	Barcelona B.2 Cádiz Tema 1	Córdoba 1
	Proteínas	Cantabria 1.2 La Laguna 1.1 Las Palmas 1 Madrid A.1 Málaga 1	Oviedo 1 Palma de Mallorca A.1 Santiago A.1 Valencia A.1 Valladolid 2.1
	Enzimas y Coenzimas	Barcelona A.1 Extremadura A.3 La Laguna 2.2 País Vasco A.2	Palma de Mallorca B.2 Santiago B.4 Valencia B.2
	Ácidos nucleicos	Cantabria 1.3, 2.1 Extremadura B.1 Madrid B.1 Málaga 2 Oviedo 3	País Vasco C.1 Santiago B.5 Valencia B.1 Valladolid 1.1
	Generales	Extremadura A.1 Granada A.1	La Laguna 2.1 Navarra 1
	NIVEL CELULAR	Organización y teoría celular	Alicante 2 Barcelona A.5 Murcia 1
Estructura celular		Barcelona A.2, B.2, B.3, B.4a) Cantabria 1.1, 1.5, 2.5 Castilla-La Mancha A.2 Extremadura B.2 La Laguna 1.2, 1.3, 2.3	Oviedo 2 País Vasco C.2 Palma de Mallorca A.2 Santiago B.2 Valencia B. Tema
Fisiología celular		Cantabria 2.4 Castilla-La Mancha B.2 Extremadura B.4	La Laguna 1.4 Valencia A.4 Zaragoza 2
Metabolismo celular		Barcelona B.5, A.4b) Cádiz Tema 2 Castilla-La Mancha A.3, B.3 Córdoba 2 Granada A.2 Las Palmas 4 León 1	Madrid B.2 Navarra 1 Palma de Mallorca B.1 Salamanca 1 Santiago A.5, B.6 Sevilla 2 Valladolid. Temas 1 y 3 Murcia 2

NIVEL ORGÁNICO	Nutrición y transporte	La Laguna 2.4, 2.5 Málaga 3 País Vasco A.1	Palma de Mallorca B.3 Zaragoza 3
	Coordinación y etología	Cádiz 2, 3 Granada A.3 León 2	Madrid A.5, B.4 Murcia 3a)
	Ciclos biológicos	Cantabria 1.4 Barcelona A.3	Salamanca 2
	Mitosis y meiosis	Cantabria 1.8, 2.2 Madrid A.2	Palma de Mallorca C.3 Valladolid 2. Tema
	Reproducción y desarrollo	Barcelona B.4c) Granada A.4 La Laguna 1.5 León 3	Madrid A.4 Oviedo 4 Valladolid 3.2
GENÉTICA	Genética molecular	Alicante Tema A Barcelona B.4b Cádiz. Tema 3 Cantabria 2.3, 2.6	Extremadura A.4 Madrid B.3 País Vasco B.1 Valencia A.3
	Genética mendeliana y teoría cromosómica	Cádiz 4 Cantabria 1.6, 1.7 Castilla-La Mancha B.4 Córdoba 4 Extremadura A.2, B.3 Granada opción B La Laguna 1.7, 2.6 Las Palmas 2 León 4	Madrid A.3 Murcia 4 Navarra 3 País Vasco A.3, C.3 Santiago A.6 Sevilla 3 Valencia B.4 Valladolid 1.2 Zaragoza 4
	Evolución	Alicante Tema B Cantabria 1.10, 2.7 Extremadura B.5 La Laguna 1.6 Murcia 3b)	Palma de Mallorca C.1, C.2 Salamanca 3 Valencia B.3
NIVEL DE POBLACIONES	Ecología	Barcelona A.4d), B.1, B.4d) Cádiz 1 Cantabria 1.9 Castilla-La Mancha A.4 Las Palmas 3 Madrid B.5	Málaga 4 Navarra 4 Santiago B.7 Sevilla 4 Valencia A.Tema Valladolid 2.2
	Inmunidad	Alicante 1 Barcelona A.4c) Córdoba 3 Extremadura A.5	La Laguna 2.7 País Vasco B.3 Palma de Mallorca A.3 Santiago A.7, B.1

1



ACLARACIONES PREVIAS

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

Temas generales

- A Expresión de la información genética. Etapas. Características del código genético.
- B Evolución. Origen de la vida. Evolución a nivel molecular.

Cuestiones concretas

- 1 ¿Qué es un antígeno? ¿Qué es un anticuerpo? ¿Qué es una interleucina? Funciones de los linfocitos B y T.
- 2 Señale diferencias entre células procarióticas y eucarióticas. Diferencias en estructura. Diferencias en función.

Universidad de Alicante. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Transcripción: síntesis del ARNm.
2. Procesado del ARNm.
3. Código genético: características.
4. Traducción: síntesis de proteínas.



1. Transcripción: síntesis del ARNm.

Las principales etapas en el proceso de expresión de la información genética son la transcripción y la 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 sintetiza una cadena de ARNm complementaria de una de las cadenas del ADN tomada como molde.

2. Procesado del ARNm.

En los eucariotas, este ARNm sufre un procesado que consiste básicamente en la eliminación de secuencias llamadas intrones (sin información para la síntesis de la proteína). En el extremo 5' se le añade un aminoácido especial, la 7-metil-guanina trifosfato (cabeza), y en el extremo 3' una cola poli (A). Tanto la transcripción como el procesado tienen lugar en el núcleo celular.

Una vez procesado, el ARNm pasa al citoplasma, en donde los ribosomas se encargan, mediante los ARN de transferencia (ARNt), de realizar la traducción de la secuencia de bases del ARNm en una secuencia de aminoácidos (proteína). Esto es posible gracias a la existencia de un código genético.

3. Código genético: características.

Las características básicas del código genético son las siguientes:

- a) Está constituido por tripletes (codones) de bases, cada uno de los cuales codifica un aminoácido.
- b) Estos tripletes se encuentran en la secuencia de bases en el ARNm (transcrito de ADN) y no están solapados, sino uno a continuación del otro, contiguos, sin nada que los separe.
- c) Es un código degenerado, es decir, un aminoácido está codificado por más de un triplete (a excepción de la metionina y del triptófano).
- d) Hay tripletes de inicio de lectura del mensaje y tripletes de parada, o mudos, para terminar su lectura.

4. Traducción: síntesis de proteínas.

Este aspecto lo encontrarás en la respuesta a la cuestión 4, repertorio A de la Universidad de Extremadura.

Tema B

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de evolución.
2. Origen de la vida.
3. Evolución molecular.

Desarrollo del tema

1. Concepto de evolución.

El origen de la diversidad de los seres vivos, como el origen de la vida misma, es un hecho que ha preocupado a la humanidad desde la antigüedad. Será a partir de los siglos XVII y XVIII, con la sistematización de los conocimientos naturales y la aplicación de un nuevo método para abordar el estudio de los fenómenos naturales, cuando se empiece a plantear la posibilidad de un proceso evolucionista de los seres vivos.

En la actualidad, la "evolución" se considera como un "hecho" comúnmente admitido por el pensamiento científico; únicamente se cuestiona el modo y mecanismo propuesto para explicarla. En este apartado tan sólo presentaremos algunos aspectos acerca del hecho evolutivo, tal como los plantea la teoría neodarvinista, una de las más ampliamente aceptadas. Veamos:

1. La población crece más rápidamente que los recursos del medio. Los individuos tienen, pues, que competir por éstos (comida, espacio, etc.), estableciéndose una "lucha por la supervivencia".
2. En cualquier población existe gran variabilidad entre los individuos, producida por las mutaciones, la recombinación y la segregación genética en la reproducción sexual.
3. Aquellos individuos que se adaptan mejor que los demás serán favorecidos por la "selección natural", básicamente dejando un mayor número de descendientes.
4. Las poblaciones, aisladas reproductivamente de otras poblaciones de su misma especie, se diferenciarán, dando lugar a nuevas especies, fenómeno conocido como "especiación".

2. El origen de la vida sobre la Tierra.

Hace más de 3.500 millones de años la atmósfera estaba formada principalmente por amoníaco, vapor de agua, metano e hidrógeno. No había oxígeno libre, puesto que de existir éste se habría unido rápidamente con el abundante hidrógeno formando agua. La atmósfera era, por tanto, reductora, a diferencia de la atmósfera actual, que es oxidante. (El oxígeno libre atmosférico se formó, posteriormente, por la acción fotosintética de las cianobacterias. Por entonces el hidrógeno atmosférico residual, dado su poco peso, habría escapado de la atracción gravitatoria terrestre perdiéndose en el espacio.)

La energía procedente de la radiación UV, descargas eléctricas, el calor de un vulcanismo muy activo, etc., produjo la rotura de los enlaces del metano, amoníaco, etc., para dar lugar a compuestos más complejos. En estas condiciones pudo formarse espontáneamente, como sugiere el experimento de Miller (1953), gran cantidad de compuestos orgánicos que fueron acumulándose en los mares y lagos primitivos, formando un rico "caldo de cultivo".

El carácter reductor de la atmósfera primitiva favoreció la formación de polímeros a partir de sus monómeros correspondientes. Asimismo, este carácter reductor, sumado a la ausencia de oxígeno, impidió la

oxidación de estos compuestos que pudieron acumularse y persistir largo tiempo permitiendo la evolución química prebiológica.

Así hicieron su aparición un tipo particular de polímeros capaces de hacer copias de sí mismos utilizando los compuestos del medio. Estas primitivas "moléculas reproductoras" debieron ser los precursores de los ácidos nucleicos actuales. Aquellas moléculas que mejor y más rápidamente se reprodujeran serían seleccionadas.

Algunas de estas moléculas pudieron hallar albergue en las micelas que espontáneamente formaban los compuestos bipolares del medio (fosfolípidos por ejemplo), dando lugar a lo que Oparin denominó "coacervados" y ahora conocemos como "progenota". Estos seres podrían acumular compuestos del medio en su interior para ser utilizados en su momento, a modo de primitivo metabolismo. Así surgirían los primeros organismos dotados de las cualidades esenciales que definen a los seres vivos: capacidad de reproducción, desarrollo de un metabolismo y relación con el medio.

3. Evolución a nivel molecular

En el apartado anterior hemos visto que existió una evolución prebiológica a nivel molecular: en la competencia establecida entre los compuestos de la "sopa primitiva" por reaccionar y unirse con otras moléculas fueron seleccionados los compuestos construidos con carbono, entre ellos, los biopolímeros precursores de los ácidos nucleicos.

Se desconoce la naturaleza exacta de estos primeros biopolímeros con capacidad de réplica; podía tratarse de ARN o bien ADN, o, incluso, simplemente proteínas. No obstante, diversas hipótesis basadas en la existencia de la inversotranscriptasa (que cataliza la retrotranscripción de ARN en ADN) y el descubrimiento de actividad catalítica en moléculas de ARN, apuntan a éste como primer biopolímero. En cualquier caso, una presión selectiva muy intensa forzó el desarrollo de un mecanismo para la formación de proteínas enzimáticas mucho más eficaces como catalizadores. El cómo pudo el ARN, o el primer biopolímero, adquirir la capacidad de almacenar la información para la síntesis proteica, es decir, la adquisición del código genético, sigue siendo un misterio.

Una vez establecido el código genético para almacenar la información, una alteración en la secuencia de bases en la molécula hereditaria se traducirá en la modificación de la secuencia de aminoácidos en la proteína codificada y, con ella, la modificación de su función. Esto es lo que se entiende por mutación a nivel molecular y que se traducirá en la aparición de caracteres heredables nuevos en los seres vivos.

Toda cambio evolutivo se inicia, pues, con un cambio a nivel molecular, es decir, en la molécula hereditaria. Para contemplar, a nivel molecular, el proceso de la evolución, básicamente hemos de comparar los ácidos nucleicos, o las proteínas que se derivan de aquéllos, de diferentes especies.

La comparación de proteínas que tengan la misma función, como la cadena b de la hemoglobina, nos permite establecer genealogías "moleculares" en donde podremos relacionar los cambios ocurridos a nivel

de los nucleótidos (mutaciones necesarias para explicar la divergencia en los aminoácidos), con el tiempo transcurrido (datado paleontológicamente) para la separación de dos grupos taxonómicos dados.

Cuestión 1

Puedes encontrar la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba de la Universidad de Santiago de Compostela opción A, cuestión 7, y opción B, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa dentro del nivel celular y compara los dos tipos básicos de organización celular.

Conceptos que debes recordar

- Principales orgánulos celulares.
- Conceptos básicos de funcionamiento celular.

Resolviendo la cuestión

Según la teoría celular todos los seres vivos están formados por células que poseen unas características comunes. Sin embargo, se pueden distinguir dos tipos básicos de organización celular: procariótica y eucariótica.

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.

Ambos tipos celulares poseen membrana plasmática, material nuclear (ADN) y citoplasma. Por tratarse en ambos casos de células deben ser capaces de fabricarse sus propias proteínas y para ello poseen ribosomas (un poco diferentes en cada caso).

Diferencias en cuanto a su estructura:

- Las células procarióticas son más sencillas, aparecieron antes en la evolución celular y siempre constituyen organismos unicelulares llamados procariontes o moneras que incluyen a las bacterias y cianobacterias. Su tamaño es menor que el de las células eucarióticas.

Su ADN se encuentra libre en el citoplasma, pues carece de sistema de membranas interno y en consecuencia de orgánulos recubiertos de membrana (retículo, mitocondrias, aparato de Golgi, lisosomas...).

Esta carencia es sustituida en parte por unos pliegues de su membrana llamados mesosomas donde se localizan, por ejemplo, las enzimas respiratorias. Algunas poseen repliegues de membranas que contienen la maquinaria fotosintética (como los tilacoides de las cianobacterias). Muchas células procarióticas poseen pared celular y/o flagelos, pero su estructura y composición son diferentes a los de las eucarióticas.

- Las células eucarióticas, más evolucionadas y complejas, de mayor tamaño, con su núcleo bien definido y su gran variedad de orgánulos, se supone que aparecieron, según la teoría más aceptada, por asociación simbiótica de primitivas células nucleadas con células procarióticas.

Se suelen distinguir dos tipos de células eucarióticas: animal y vegetal, que pueden formar organismos tanto unicelulares (protistas) como pluricelulares.

Diferencias en cuanto a su función:

- Nutrición. En ambos tipos celulares aparecen tanto casos de nutrición autótrofa como heterótrofa. Como diferencias cabría señalar la posibilidad de algunos procariotas de fijar el N_2 atmosférico y la presencia de pigmentos especiales que les permiten utilizar en la fotosíntesis luz cercana al infrarrojo. La fotosíntesis bacteriana no utiliza el agua como dador de electrones y por lo tanto no se libera O_2 al medio.
- Reproducción. En los procariotas la multiplicación celular se hace por "fisión binaria" (bipartición), simple división en dos, previa duplicación del cromosoma. Carecen de reproducción sexual, pero el aumento de variabilidad genética que ésta proporciona está sustituido por los llamados "mecanismos parasexuales" como la conjugación.
- Relación. En ambos tipos celulares existen representantes con capacidad de realizar movimientos como respuesta a estímulos. Por ejemplo, hay bacterias que poseen flagelos. También existen, en ambos tipos celulares, organismos con la capacidad de enquistarse ante situaciones adversas; en el caso de los procariotas es típica la formación de endosporas o esporas internas.

2



ACLARACIONES PREVIAS

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

Opción A

- 1 Explica qué son las enzimas: estructura y mecanismo de funcionamiento.
- 2 Enumera las diferencias entre una célula animal y una célula vegetal.
- 3 Haz un esquema de un ciclo diplohaplonte.
- 4 Define: polisacárido, organismo quimiótrofo, hipersensibilidad, sucesión ecológica.
- 5 ¿Consideráis que la presencia en un tubo de ensayo de todas las moléculas que componen una célula, nos daría como resultado una célula? Explicar las razones en que se fundamenta vuestra opinión.

Opción B

- 1 Explica cómo evolucionan las poblaciones.
- 2 ¿Qué relación hay entre los ácidos grasos y los fosfolípidos? ¿Qué tienen que ver en el primer tramo del ciclo de Krebs?
- 3 Haz un esquema de una bacteria e indica todas sus estructuras y funciones.
- 4 Define: mitocondria, código genético, ovogénesis, ciclo biogeoquímico.
- 5 ¿Por qué un microorganismo no utiliza las vías fermentativas mientras hay oxígeno en el medio? Razonad la respuesta.

Universidad de Barcelona. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1



Situando la cuestión

Las enzimas son un tipo particular de proteínas que desempeñan funciones catalíticas. Podrás localizar a las enzimas en los temas correspondientes a las proteínas dentro del nivel orgánico.



Conceptos que debes recordar

- Proteínas: estructura y funciones.
- Biocatalizadores.



Resolviendo la cuestión

1. Enzimas: concepto y estructura:

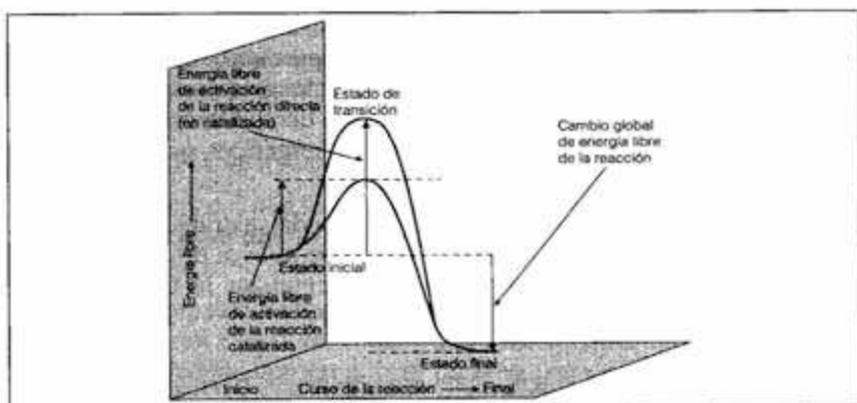
Las enzimas son un tipo de proteínas de función catalítica, es decir, regulan las reacciones químicas en los seres vivos. Hacen posible que reacciones que no transcurren o lo harían a velocidades muy bajas puedan desarrollarse a mayor velocidad a las temperaturas habituales de los organismos. Intervienen 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 funcionamiento:

Las reacciones químicas (incluso las termodinámicamente posibles) no suceden espontáneamente si las moléculas reaccionantes carecen de la energía de activación suficiente. Podemos ver la diferencia cuantitativa entre las energías de activación necesarias para que transcurra una reacción catalizada y sin catalizar mediante el esquema de la página siguiente.



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

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



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 su 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 sólo 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, nos permite introducir 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 cen-

tro activo crean las condiciones físico-químicas necesarias para la transformación del sustrato en producto. Éstas son: a) la correcta posición en la que la enzima coloca el 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.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de indicar las diferencias estructurales y fisiológicas entre estos dos tipos de células eucarióticas.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de las células eucarióticas.
- Membrana plasmática y pared celular.
- Orgánulos celulares.

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:

- Forma y tamaño: La forma de las células, tanto animales como vegetales, 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.
- 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 esqueleto 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 pueden poseer estructuras que ayuden a su desplazamiento como son los cilios y los flagelos.

- **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.

Los 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.

Los 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). En la mitosis de las células animales, el centriolo, duplicado en dos, es el responsable de organizar el huso acromático. En las células vegetales, carentes de centriolo, el huso se organiza en una zona próxima al núcleo denominada zona clara.
- **Posición del núcleo:** La posición del núcleo, que en las células animales suele ser central, en las vegetales es desplazado hacia la membrana plasmática por las grandes vacuolas y ocupa una posición excéntrica.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión en la parte referida a meiosis y ciclos biológicos.

Conceptos que debes recordar

- Objeto y significado de la meiosis.
- Ciclos biológicos.

Resolviendo la cuestión

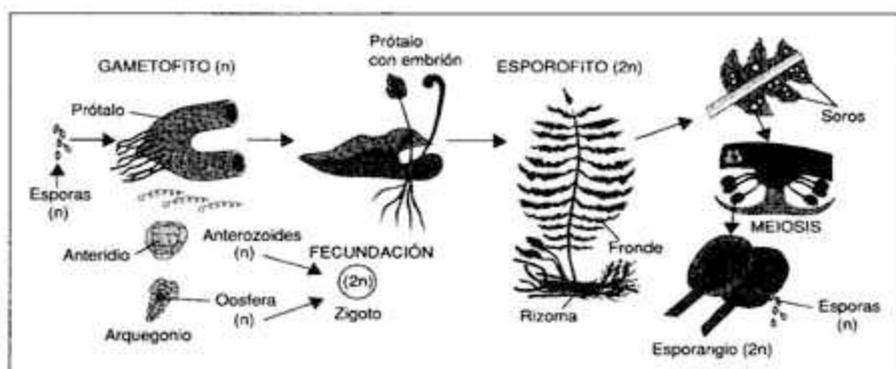
Las meiosis debe tener lugar, siempre, en algún momento del ciclo biológico de todas las especies de reproducción sexual para evitar la duplicación del número de cromosomas consecuencia de la fecundación y fusión de los núcleos de los gametos.

En los vegetales superiores la meiosis tiene lugar al formarse las esporas (meiosporas): una forma adulta de la planta diploide, denominada esporofito, desarrolla estructuras esporógenas, donde células diploides producen por meiosis esporas haploides (meiosporas). Estas esporas dan lugar

a una forma adulta haploide, denominada gametofito, en la que se forman los gametos haploides. Tras la fecundación, el cigoto diploide da lugar a una nueva fase esporofítica diploide.

Este ciclo, en el que la meiosis tiene lugar durante la formación de esporas y que se caracteriza por una alternancia entre generaciones haploides y diploides, se denomina ciclo biológico haplodiplonte o diplohaplonte.

Un ejemplo de ciclo haplodiplonte es el de los helechos, cuyo esquema se representa a continuación:



Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de una serie de definiciones referentes a azúcares (polisacáridos), nutrición (organismo quimiótrofo), inmunidad (hipersensibilidad) y dinámica poblacional (sucesión ecológica).

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de los azúcares.
- Tipos de nutrición.
- Anafilaxia y alergia.
- Dinámica de la población: sucesión ecológica.

Resolviendo la cuestión

- a) **Polisacáridos:** Puedes encontrar el concepto de polisacárido en la prueba de la Universidad de Sevilla, cuestión 1.
- b) **Organismo quimiótrofo:** Es aquel que en el proceso de la nutrición utiliza como fuente de energía la procedente de reacciones químicas redox. Pueden ser quimiorganótrofos, si utilizan como fuente de carbono materia orgánica, o quimiolitótrofos o quimiosintéticos, si utilizan una fuente de carbono inorgánica.

- c) **Hipersensibilidad:** Estado de inmunidad (tras un primer contacto con un antígeno) que da lugar a respuestas inmunes exageradas ante un segundo contacto con el antígeno (reacciones de hipersensibilidad o anafilácticas). Las reacciones de hipersensibilidad pueden ser inmediatas, como la alergia al polen, o retardadas, como el rechazo agudo en los trasplantes de órganos.
- d) **Sucesión ecológica:** Encontrarás la respuesta en la prueba de la Universidad de Navarra, cuestión 4.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Puedes consultar en los temas de evolución el origen de la vida sobre la Tierra y los mecanismos evolutivos que propone el neodarwinismo aplicables a la evolución molecular prebiológica.

Conceptos que debes recordar

- Origen de la vida sobre la Tierra: condiciones ambientales.
- Evolución prebiológica.

Resolviendo la cuestión

Si en un tubo de ensayo pusiéramos todas las moléculas que componen la célula, no se formaría una célula tal como la conocemos. Por ejemplo, si aisláramos las moléculas que componen los ribosomas, éstas sí que podrían autoensamblarse de manera espontánea y dar lugar a las subunidades ribosómicas completas.

No obstante, en el caso considerado, la presencia de enzimas proteolíticas, que en la célula se encuentran en el interior de vesículas especiales, impediría el ensamblaje espontáneo, ya que degradarían las proteínas de manera indiscriminada.

Por otro lado los seres vivos heredan no solamente el ADN, sino también las estructuras celulares que lo acompañan. Estas estructuras se han conseguido por un proceso evolutivo complejo y larguísimo. Puedes consultar, en el tema b de la Universidad de Alicante, la evolución a nivel molecular para ampliar este punto.

Opción B

Cuestión 1



Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a aspectos relacionados con la dinámica de poblaciones y/o con la genética de poblaciones.

Conceptos que debes recordar

- Dinámica de poblaciones. Crecimiento de una población; tamaño de una población y su regulación.
- Concepto de evolución. Origen de los cambios genéticos en las poblaciones. Selección natural y especiación.

Resolviendo la cuestión

La solución a esta cuestión puede tener una doble interpretación. Por una parte, la evolución de una población se puede interpretar como los cambios que experimenta a lo largo del tiempo en cuanto al número de individuos que la componen. Un segundo enfoque podría ser el de la población como sujeto de la evolución que nos haría entrar en aspectos de genética de poblaciones. En la respuesta que proponemos se indican los conceptos básicos que se deberían desarrollar desde ambos planteamientos.

A nuestro juicio, tal y como está formulada la cuestión, ambos planteamientos son correctos y, por ello, debería precisarse más en el enunciado de la pregunta.

Desde el punto de vista numérico, el crecimiento de una población está determinado por su *natalidad* (**b**) o incremento de individuos nacidos por unidad de tiempo respecto del total de la población (dN/Ndt), y la *mortalidad* (**m**) o descenso de individuos por muerte por unidad de tiempo respecto del total de la población (dN/Ndt). Así, la *tasa específica de aumento* (**r**) será la diferencia entre natalidad y mortalidad: $r = b - m$. El valor máximo de **r** se denomina *potencial biótico* y sólo se alcanzaría cuando la natalidad fuera máxima y mortalidad mínima. Por tanto, el incremento de una población compuesta por **N** individuos respecto al tiempo será:

$$\frac{dN}{dt} = r \times N, \text{ que integrando queda } N_t = N_0 \times e^{rt}$$

donde N_0 es en número de individuos en el instante inicial, **r** es el potencial biótico ($b - m$) y N_t es el número de individuos al cabo de un tiempo **t**. Como puede deducirse de la ecuación, el crecimiento sería exponencial y la población crecería ilimitadamente si no fuera porque, debido a la denominada *resistencia ambiental*, el medio limita la capacidad de crecimiento. Por ello, llegado a un cierto número de individuos **K** (*capacidad del medio*), el crecimiento se detiene. De ahí que el incremento real de una población sea:

$$\frac{dN}{dt} = r \times N \frac{(K-N)}{K}$$

Las poblaciones de ecosistemas estables, adaptadas a una explotación uniforme y controlada del medio, se denominan *estrategas de K*, ya que se adaptan a la capacidad del ambiente. En cambio, las poblaciones de ecosistemas variables, adaptadas a un rápido aprovechamiento de un medio variable, se denominan *estrategas de r*, pues presentan un potencial biótico muy elevado.

Incluso en poblaciones estabilizadas, es decir, cuando r es próximo a cero, el número de individuos de una población fluctúa ante cambios ambientales cíclicos o por interacción con otras poblaciones (presas, depredadores, parásitos). Así, se establecen mecanismos naturales de regulación de la densidad de la población como pueden ser las *emigraciones* masivas y periódicas, como la de los lemmings (autorregulación), o los sistemas de regulación depredador/presa.

Estos cambios y fluctuaciones en las poblaciones llevan en los ecosistemas inmaduros a una sucesión en las poblaciones por aparición de nuevas poblaciones y extinción de las anteriores. Finalmente se llega a la estabilidad del ecosistema cuando se alcanza el equilibrio entre los componentes de la comunidad y el medio físico que habitan. A esta comunidad en equilibrio ideal se la denomina *clímax*. Puedes ampliar este concepto de sucesiones ecológicas en la prueba de la Universidad de Navarra, cuestión 4.

En el aspecto evolutivo de una población desde el punto de vista genético deberíamos considerar cuáles son las causas que producen la *variabilidad* en las poblaciones: la mutación como causa primaria, y la reproducción sexual, la migración, la deriva genética y el apareamiento no al azar, como causas secundarias. En la prueba de la Universidad de Murcia, cuestión 3, subapartado b, se desarrollan estos conceptos. Así, en una población donde exista variabilidad, la naturaleza actúa *seleccionando* a los más aptos dando lugar a la *adaptación* de la población. Una población adaptada y en la que se ha producido un aislamiento reproductor dará lugar a una nueva especie. Puedes ampliar este aspecto evolutivo consultando el tema B de la prueba de la Universidad de Alicante.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la estructura y funciones de los ácidos grasos y de los fosfolípidos y el papel de los primeros en el metabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y función de los ácidos grasos y los fosfolípidos.
- Metabolismo intermediario: β -oxidación y ciclo de Krebs.

Resolviendo la cuestión

- a) Puedes citar dos tipos de relaciones entre ácidos grasos y fosfolípidos: química y estructural.

En cuanto a la relación química, los ácidos grasos entran en la composición de los fosfolípidos. Todos los fosfolípidos están formados por la esterificación de dos grupos alcohol de la glicerina por dos moléculas de ácidos grasos, mientras que el tercer grupo alcohol está esterificado por una molécula de ácido ortofosfórico.

Por otra parte, ambos tipos de moléculas, ácidos grasos y fosfolípidos, tienen una característica común: son anfipáticos.

Las largas cadenas que forman los ácidos grasos son hidrofóbicas frente a la zona opuesta, el radical carboxilo, que es hidrofílico. Asimismo, los fosfolípidos presentan un extremo hidrofóbico, con las dos cadenas de los ácidos grasos, y otro hidrofílico. Este hecho confiere a estas moléculas un papel trascendental en la formación de las membranas biológicas. Aunque en la bicapa lipídica de las membranas celulares la proporción de fosfolípidos y glicolípidos es muy superior, los ácidos grasos libres también entran en su composición.

- b) Los ácidos grasos presentes en las células provienen principalmente de los alimentos ingeridos. Estos ácidos grasos pueden servir como precursores de los fosfolípidos y, si abundan excesivamente, se pueden almacenar en el tejido adiposo formando grasas.

Los ácidos grasos pueden servir como fuente de energía. Este proceso se puede resumir de la siguiente forma: Las reservas de grasa del tejido adiposo se convierten en ácidos grasos libres (lipólisis) que, a través de la sangre, llegan a las distintas células. En éstas, por medio del proceso de la β -oxidación, se convierten en moléculas de acetil-CoA, que se oxidará en el ciclo de Krebs a CO_2 liberando energía para producir ATP.

Cuestión 3

Situando la cuestión

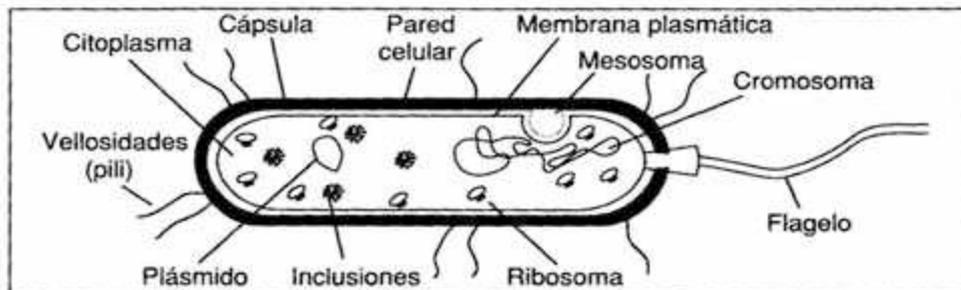
La cuestión se refiere al nivel celular y en particular a la organización celular procariótica.

Conceptos que debes recordar

— Estructura y función de una célula procariota.

Resolviendo la cuestión

Como ejemplo te proponemos una bacteria tipo "bacilo" en la que aparecen las estructuras más típicas. Esto no significa que tales estructuras estén presentes siempre en cualquier bacteria, ya que algunas de ellas pueden faltar según el tipo de bacteria de que se trate. Por ejemplo, no todas las bacterias tienen flagelos o cápsula o plásmidos.



1. *Cromosoma*. Formado por una molécula de DNA circular y doble no asociado a histonas. Contiene la información genética.
2. *Plásmido o episoma*. Cromosoma accesorio de pequeño tamaño que replica de manera independiente al DNA bacteriano. Su número es variable, desde ninguno hasta 20. Lleva información para la formación de pili, la resistencia a antibióticos, la degradación de sustancias naturales, etc.
3. *Membrana plasmática*. Su estructura y composición es similar a la membrana de eucariotas.
4. *Mesosomas*. Prolongaciones internas de la membrana plasmática que contienen enzimas respiratorias y colaboran en el proceso de la división celular.
5. *Pared*. Compuesta básicamente de peptidoglicanos que forman una red protectora. Evita los posibles daños que producen cambios de presión osmótica.
6. *Cápsula*. De naturaleza glucídica y aspecto viscoso, rodea por la parte externa a algunas bacterias. Es una protección contra la acción de los anticuerpos y la fagocitosis. Evita la pérdida de humedad. Las bacterias con cápsula son más virulentas.
7. *Ribosomas 70S*. Intervienen en la síntesis proteica y son similares a los que encontramos en cloroplastos y mitocondrias.
8. *Inclusiones*. Deben funcionar como reserva y están formadas de polisacáridos o gotitas de grasa.
9. *Flagelos*. Intervienen en el desplazamiento y su estructura no es homóloga a la de los flagelos en eucariotas.
10. *Pili*. Filamentos proteínicos derivados de la pared que funcionan como estructuras de fijación. Algunos están huecos y permiten el intercambio de material genético en el mecanismo parasexual de la conjugación.

Las bacterias fotosintéticas poseen además membranas de tipo tilacoidal donde contienen las enzimas necesarias para el proceso.

Cuestión 4



Situando la cuestión

La cuestión se refiere a ciertos conceptos, estructuras o procesos referentes al nivel celular (mitocondrias), genético-molecular (código genético), orgánico (ovogénesis) y poblacional (ciclo biogeoquímico).



Conceptos que debes recordar

- Estructura de la célula eucariota.
- Función de los ácidos nucleicos.
- Gametogénesis.
- Flujo de materia en el ecosistema.



Resolviendo la cuestión

- a) Mitocondria. Encontrarás la respuesta en la prueba de la Universidad de Cádiz, tema 2.

- b) Código genético. Es el código que utilizan los seres vivos para sintetizar las proteínas. Puedes ampliar la definición consultando el tema A de la Universidad de Alicante.
- c) Ovogénesis. Proceso de formación de los óvulos. Tiene lugar en las gónadas femeninas (ovarios), donde células madres diploides (ovogonias) se dividen mediante meiosis para formar los óvulos haploides. En los animales superiores tan sólo una de las cuatro células haploides que se forman (por cada ovogonia diploide) hereda citoplasma, las otras tres son células degenerativas denominadas polocitos. El citoplasma del óvulo se enriquece de sustancias nutritivas (vitelo) destinadas a nutrir al embrión durante su desarrollo.
- d) Ciclo biogeoquímico. La materia que existe en el planeta es siempre la misma. Los elementos químicos que la forman circulan por la litosfera, hidrosfera y atmósfera, siguiendo caminos específicos: muchos de ellos se incorporan a los seres vivos y vuelven al medio a la muerte de éstos. Los ciclos biogeoquímicos representan los diferentes cambios que sufren los elementos químicos en su recorrido cíclico por la biosfera.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión se refiere al catabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

— Rendimiento energético de la fermentación y la respiración.

Resolviendo la cuestión

Si el microorganismo en cuestión es anaerobio facultativo utilizará la respiración oxidativa en lugar de la fermentación en el caso de que exista oxígeno en el medio.

Tanto la respiración celular como las fermentaciones son mecanismos que utilizan las células para oxidar compuestos orgánicos y obtener, con ello, la energía que necesitan para llevar a cabo sus funciones vitales. Así, se habla 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 .

La razón de preferir, si ello es posible, la vía respiratoria a la fermentativa, se debe a la mayor eficacia energética del proceso respiratorio. En la respiración la materia orgánica es degradada por completo a materia inorgánica y por lo tanto el rendimiento energético del proceso es alto, del orden de 38 ATPs por molécula de glucosa totalmente oxidada. 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, sólo 2 ATPs por molécula de glucosa fermentada.

3



ACLARACIONES PREVIAS

De los tres temas propuestos elegir uno. De las cuatro cuestiones realizar sólo dos. El problema de genética se considera una cuestión.

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

Temas generales

- 1 Lípidos complejos: fosfolípidos, terpenos, esteroides. Su importancia biológica.
- 2 Mitocondrias: estructura y ultraestructura. Composición química. Funciones: ciclo de Krebs, transporte activo de electrones y utilización del ATP.
- 3 Concepto y mecanismo molecular del gen. Regulación de la expresión génica. Teoría del operón. Mutaciones.

Cuestiones concretas

- 1 Explique las diferencias entre hábitat y nicho ecológico. Ejemplos.
- 2 Cite algunas glándulas endocrinas y sus hormonas, describiendo sus acciones principales.
- 3 ¿Por qué algunos animales superiores necesitan sistemas de coordinación?
- 4 La señora Hojaldre y la señora Pipirín dieron a luz en el mismo hospital y en forma simultánea. La señora Hojaldre se llevó a casa a una niña, a la que puso el nombre de Aldonza; la señora Pipirín regresó a casa con un niño, al que llamó Fidencio. No obstante, ella estaba segura de que había dado a luz a una niña, por lo que decidió poner una demanda al hospital. Las pruebas sanguíneas demostraron que el señor Pipirín tenía el tipo 0, mientras que la señora Pipirín era tipo AB; por su parte, los señores Hojaldre eran tipo B. Aldonza era tipo A y Fidencio, tipo 0. ¿Tenía razón la señora Pipirín?

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema 1

En la resolución de la prueba 6 (Córdoba), cuestión 1, aparecen las estructuras, propiedades, clasificación y funciones biológicas más importantes de los lípidos complejos citados.

Tema 2

Esquema de conceptos a desarrollar

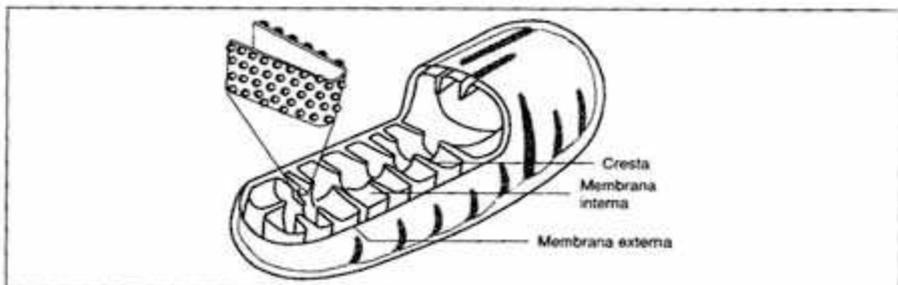
1. Estructura, ultraestructura y composición química de las mitocondrias.
2. Función. Oxidaciones respiratorias.
 - 2.1 Ciclo de Krebs.
 - 2.2 Cadena de transporte electrónico.
 - 2.3 Fosforilación oxidativa y utilización del ATP.

Desarrollo del tema

1. Estructura, ultraestructura y composición química.

Las mitocondrias son orgánulos que aparecen en todas las células eucariotas. Su forma se asemeja a un cilindro alargado de un diámetro entre 0,5 y 1 micrómetros. Su número por célula es variable, pero siempre abundante (de 1 000 a 2 000 en una célula hepática). A continuación vamos a ver las partes más importantes de su estructura.

Matriz: Espacio interno que contiene una gran variedad de enzimas para llevar a cabo las rutas metabólicas que tienen lugar en su interior. Además contiene varias copias de ADN mitocondrial, ribosomas (mito-ribosomas), ARNt y enzimas necesarias para la expresión de este ADN.



Membrana mitocondrial interna: Está plegada formando crestas que aumentan su superficie. Contiene tres tipos de proteínas:

- a) Enzimas que catalizan las reacciones de oxidación de la cadena respiratoria.
- b) Un complejo enzimático, la ATP-sintetasa, que cataliza la producción de ATP en la matriz.

- c) Proteínas transportadoras que regulan el paso de metabolitos a través de la membrana interna. (Dado que para producir ATP es necesario crear un gradiente electroquímico entre la matriz mitocondrial y el espacio intermembrana, es preciso que la membrana mitocondrial interna sea impermeable al paso de la mayoría de iones.)

Membrana mitocondrial externa: A diferencia de la interna, es muy permeable debido a que posee un gran número de proteínas que forman "canales" a través de los que pasan gran cantidad de moléculas. Además contiene las enzimas necesarias para activar los ácidos grasos que, así, penetran en la matriz donde son oxidados.

Espacio intermembrana: De composición similar al hialoplasma por la permeabilidad de la membrana externa. Contiene enzimas que permiten fosforilar, utilizando el ATP fabricado en la matriz, a otros nucleótidos, p.e. el AMP que se transforma en ADP.

2. Funciones.

Las funciones que se realizan en las mitocondrias son de tres tipos:

- a) Oxidaciones respiratorias: Utilizan como combustibles mayoritarios los ácidos grasos y el pirúvico procedente de la glicolisis. Estos compuestos son transportados hasta la matriz mitocondrial, donde son transformados a moléculas de 2 átomos de carbono (acetilos), a las que se activa mediante su unión con el coenzima A para formar acetil CoA. Este acetilo es introducido en el ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico donde completa su degradación a CO_2 .

El proceso termina con la incorporación de los electrones de alta energía, procedentes de las oxidaciones anteriores cedidos y portados por coenzimas ($\text{NADH}+\text{H}$ y FADH_2), a la cadena de transporte electrónico de la membrana mitocondrial interna, que los llevará hasta el O_2 , formándose, finalmente, H_2O .

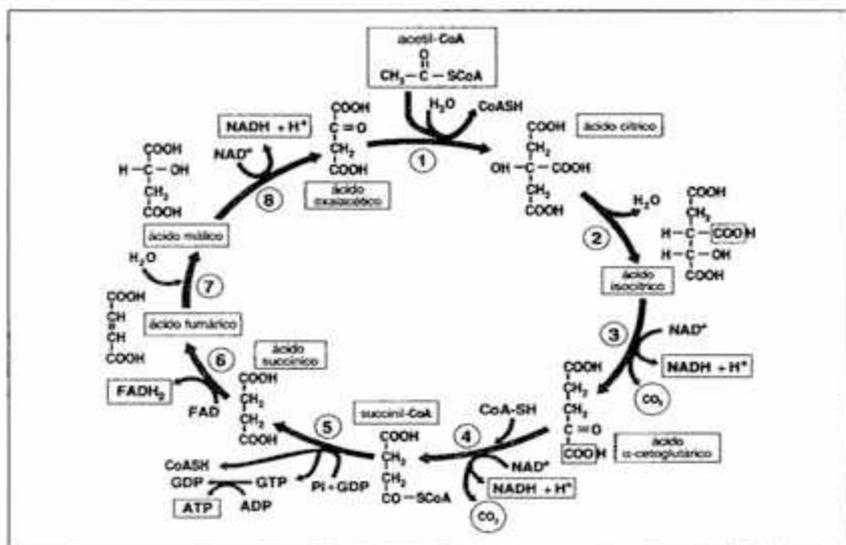
La mayor parte de la energía liberada por el transporte de electrones es utilizada para fosforilar el ADP y transformarlo en ATP, aunque otra parte sirve para permitir el transporte activo de metabolitos a través de las membranas.

- b) Producción de metabolitos que sirvan como precursores para la biosíntesis de macromoléculas en el hialoplasma.
- c) Síntesis de proteínas mitocondriales, ya que hemos visto que posee la maquinaria necesaria.

Como se pide en el guión del cuestionario, vamos a centrarnos en la descripción de las oxidaciones mitocondriales y de manera particular en el ciclo de Krebs, la cadena de transporte y las fosforilaciones oxidatidas.

2.1 Ciclo de Krebs.

El ciclo de Krebs, del ácido cítrico o del ácido tricarbóxico, tiene como objetivo la oxidación del grupo acetilo del acetil CoA y la obtención de coenzimas reducidos (FADH_2 y NADH) para la cadena respiratoria.



El ciclo empieza con la condensación del acetil CoA (de citada procedencia) con una molécula de 4 C, el oxalacético, para formar una de 6 C, el ácido cítrico, que da nombre al ciclo. Después, a través de una secuencia de 7 reacciones, se eliminan 2 C en forma de CO_2 y se regenera el oxalacético. Las reacciones más destacables que tienen lugar en este ciclo podemos resumirlas en:

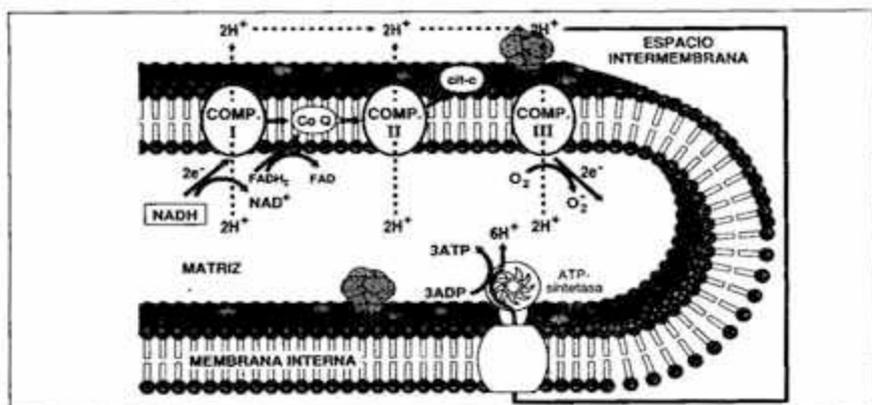
- Una reacción de fosforilación (de las llamadas "a nivel de sustrato"), similar a las que se dan en la glicolisis, que produce un GTP transformable en ATP.
- Una serie de oxidaciones, que transforman el acetilo en 2CO_2 , en las que se liberan electrones de alta energía que son recogidos por 3NADH y 1FADH_2 , y que pasan a la cadena de transporte electrónico.

2.2 Cadena de transporte electrónico.

En esta última fase de las oxidaciones respiratorias los electrones que han sido captados por el FADH_2 y el NADH son transportados hasta el O_2 que se reduce a H_2O . La energía liberada por este transporte es utilizada para convertir el $\text{ADP} + \text{Pi}$ en ATP, de ahí que recibe el nombre de fosforilación oxidativa.

En el esquema de la página siguiente se representa la cadena de transporte de electrones que tiene lugar en la membrana mitocondrial interna.

La cadena se inicia cuando el NADH libera H^+ y e^- para reducirse y regenerar el NAD^+ . Los protones quedan en la matriz y los electrones son transferidos al primero de los transportadores que forman la cadena respiratoria. En esta fase los e^- tienen una energía muy alta, que va disminuyendo conforme van pasando a través de los más de 15 transportadores para acabar por llegar al O_2 , último aceptor de los e^- , que se reduce a H_2O .



2.3 Fosforilación oxidativa y utilización del ATP.

Según la hipótesis quimiosmótica, hay pasos en este transporte en los que se libera suficiente energía para bombear los protones (H^+) desde la matriz mitocondrial al espacio intermembranas, donde se acumulan. De este modo se produce un gradiente electroquímico que hace que los protones tiendan a volver de nuevo a la matriz a favor de gradiente. Sin embargo, dada la impermeabilidad de la membrana interna, los H^+ sólo pueden atravesarla a través de los complejos enzimáticos que forman las ATP sintetasas insertos en ella. Estos complejos utilizan la energía liberada en el paso de H^+ para, a partir de $ADP+P_i$ obtener ATP.

Balance energético:

- Por cada pareja de electrones cedida por el NADH y transportada hasta el O_2 se logran 3 moléculas de ATP.
- Ahora bien, hay sustratos que al oxidarse utilizan como coenzima el FAD y no el NAD^+ . (Observa que no se produce el primer bombeo de protones en la transferencia de $FADH_2$ a la cadena.) En estos casos, si los electrones son aportados a la cadena por el $FADH_2$ tan sólo se formarán 2 ATP.

Como se ha comentado, la energía acumulada en el gradiente electroquímico de H^+ puede ser utilizada para transportar moléculas o iones hacia el interior de la mitocondria, pero la mayor parte es utilizada para obtener ATP. Este ATP es energía utilizable por la célula para impulsar aquellas reacciones vitales que la requieran.

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

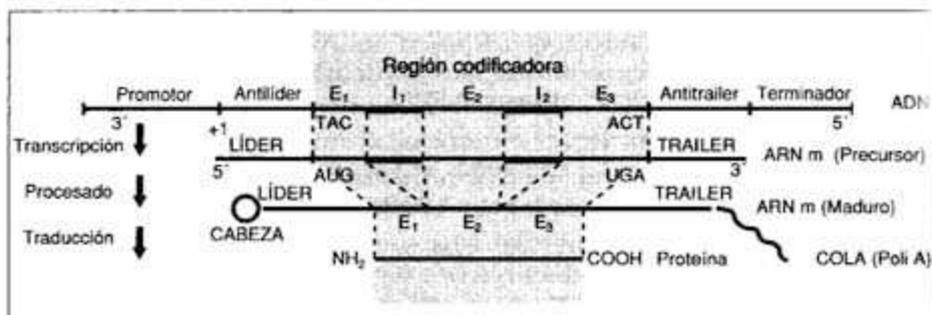
1. Concepto, estructura y localización del gen a nivel molecular.

El gen es la unidad hereditaria de los seres vivos. Molecularmente, un gen es una secuencia de desoxirribonucleótidos (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, formado 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 ARNpolimerasa (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 (E1, E2 y E3) y tres intrones (I1 y I2). 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.

Puedes desarrollar este apartado consultando el tema A de la Universidad de Alicante.

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 explicar cómo se regula dicha síntesis en bacterias. 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; 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, básicamente, 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 varias tripletas distintas en las 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.

No obstante, a nivel molecular se dan también mutaciones por pequeñas duplicaciones, o deficiencias, de uno o más nucleótidos, inversiones de pequeños segmentos o traslocaciones a zonas distintas de su posición habitual.

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a dos conceptos relacionados con la posible localización de un organismo en la biosfera y en el ecosistema.



Conceptos que debes recordar

— Componentes del ecosistema.



Resolviendo la cuestión

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 en el entorno físico que ocupa, sus relaciones con su alimento y con los organismos que se alimentan de él, es decir, la función o "profesión" que desempeña ese organismo (o población) en un ecosistema dado. 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.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referente al nivel orgánico, concretamente a los sistemas de coordinación.



Conceptos que debes recordar

- Coordinación hormonal.
- Glándulas y hormonas endocrinas.



Resolviendo la cuestión

El sistema endocrino de los vertebrados está constituido por una serie de glándulas que vierten sus productos de secreción a la sangre. Algunas de estas glándulas son mixtas y vierten al exterior ciertos productos de secreción, como ocurre con el jugo pancreático producido por el páncreas, mientras que otros productos producidos por él, como la insulina y el glucagón, se vierten en la sangre. Asimismo, hay que señalar que ciertos órganos digestivos, como el estómago y el duodeno, secretan hormonas que regulan las secreciones digestivas.

La producción excesiva de hormonas por hiperfunción de la glándula correspondiente o su déficit (hipofunción), ocasionan trastornos que dan lugar a enfermedades características.

En el cuadro de las páginas siguientes se ha resumido la función que desempeñan las principales hormonas en los vertebrados y los trastornos que ocasiona su deficiencia o exceso. Puesto que en el cuestionario de la prueba tan sólo se pide citar algunas de las glándulas y sus hormonas, no es necesario que las cites todas, elige las que consideres oportunas.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión podrás resolverla consultando la solución de la prueba 8 (Universidad de Granada), opción A, cuestión 3.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de alelos múltiples, con aplicación de la primera Ley de Mendel, para la exclusión de la paternidad.

Conceptos que debes recordar

- Alelos múltiples.
- 1ª Ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

El grupo sanguíneo AB0 está determinado por un gen con tres alelos, A, B y 0. A y B son codominantes, manifestándose ambos en el heterocigoto AB. 0 es recesivo, presentando fenotipo A los individuos A0 y fenotipo B los individuos B0. De acuerdo con esto las dos familias presentarán los siguientes fenotipos y genotipos:

	Familia Hojaldre		Familia Pipirín	
	Padre	Madre	Padre	Madre
Fenotipo	B	B	0	AB
Genotipo	BB ó B0	BB ó B0	00	AB
Hijos	Aldonza		Fidencio	
Fenotipos	A		0	

El matrimonio Hojaldre, por tener fenotipo B, pueden presentar ambos genotipo BB ó B0, debido a la dominancia de B sobre 0, por lo que nunca podrán tener un hijo de tipo sanguíneo A (a no ser por un raro y poco frecuente suceso mutacional).

El matrimonio Pipirín podría tener hijos de fenotipo A o de fenotipo B de acuerdo con el genotipo de la madre. Por ello la señora Pipirín tenía, muy probablemente, razón.

H I P O F I S I S	Lóbulo anterior	TSH (Tirotropina)	Estimula la secreción tiroidea	
		ACTH (Adreno-corticotropina)	Estimula la secreción de la corteza adrenal	
		FSH (Folículo-estimulante)	En la mujer estimula la maduración del folículo y la secreción de estrógenos	
			En el hombre estimula el desarrollo de los espermatozoides	
		LH (Luteinizante)	En la mujer estimula la ovulación y la secreción de estrógenos y progesterona	
			En el hombre estimula la secreción de testosterona	
		LTH (Lactotropina o prolactina)	Estimula la secreción láctea	
		STH (Somatotropina o del crecimiento)	Estimula el crecimiento óseo y la síntesis proteica	Enanismo ----- Gigantismo, acromegalia
	Lóbulo intermedio	MSH (Melanotropina)	Estimula la síntesis de melanina en las células pigmentarias	
	Lóbulo posterior	ADH (Adiuretina o vasopresina)	Estimula la reabsorción de agua por el riñón	
Oxitocina		Estimula la contracción uterina y la eyección láctea		
Tiroides	Tiroxina	Estimula el metabolismo celular y el crecimiento	Mixedema, cretinismo	
	Calcitonina	Estimula el depósito de calcio en los huesos	Delgadez, bocio	

Paratiroides	Paratohomona	Estimula la liberación de calcio a la sangre	
Corteza adrenal	Cortisona Aldosterona	Estimula los procesos de gluconeogénesis, proteólisis y lipólisis	Debilidad, hipotensión, apatía
		Regula el metabolismo de los electrolitos y del agua	Hiperglucemia, hipertensión, trastornos psíquicos
Médula adrenal	Adrenalina	Estimula el ritmo cardiaco y respiratorio y la glucogenólisis	Incapacidad para superar el estrés
	Noradrenalina	Eleva la presión arterial	Hipertensión, ansiedad, mareos
Páncreas	Insulina	Estimula la glucólisis y glucogenogénesis, disminuye el nivel de glucosa en sangre	Hiperglucemia, diabetes
	Glucagón	Contrarias a la insulina	Hipoglucemia
Testículos	Andrógenos (testosterona)	Mantienen los caracteres sexuales primarios y secundarios	Regresión de algunos caracteres sexuales
Folículo ovárico	Estrógenos (estradiol)		
Cuerpo lúteo	Progesterona	Transforma la mucosa uterina en mucosa secretora	

4



ACLARACIONES PREVIAS

Cada cuestión de la opción 1 puntúa sobre 1. Las cinco primeras cuestiones de la opción 2 se califican sobre 1, mientras que en las dos últimas se hace sobre 2,5.

A efectos de valoración se recuerda que es de suma importancia el desarrollo de conceptos claros, en el caso de que la contestación incluya un esquema o dibujo, éstos han de estar bien estructurados y legibles.

Opción 1

- 1 ¿En qué partes de la célula eucariótica esperarías encontrar átomos de P? ¿Y los átomos de Fe? Cita en cada caso de qué biomoléculas formarían parte.
- 2 ¿Qué se entiende por estructura terciaria de una proteína? ¿Cómo contribuye ésta a la funcionalidad de la misma?
- 3 ¿En qué consiste la desnaturalización del ADN? ¿Qué tipo de enlaces se ven implicados en la misma?
- 4 Ciclo celular de una célula eucariótica: etapas de que consta y características de cada una de ellas.
- 5 La fotografía que aparece en la fig. 1, tomada al microscopio electrónico de transmisión, pertenece al corte transversal de una estructura celular. ¿De qué estructura se trata? ¿Qué representa el esquema de la fig. 2? Pon los correspondientes nombres a las 5 estructuras señaladas con las flechas.
- 6 Describe mediante un esquema la estructura de la cromatina. ¿Cuáles consideras que son las principales diferencias entre la cromatina interfásica y el cromosoma metafásico?
- 7 Un determinado carácter no letal se presenta en una familia cuyo pedigrí se muestra en la fig. 3, donde los individuos afectados aparecen en negro. ¿Qué tipo de transmisión sigue dicho fenotipo? ¿Cuáles serían los genotipos de A y B respectivamente? Razona la respuesta.
- 8 Describe la primera división meiótica (meiosis I), indicando en cada etapa (profase I, prometafase I, metafase I, etc.) el carácter n , $2n$, $4n$ del cariotipo celular. Acompáñalo de un esquema.

- 1) Dibuja un esquema del ciclo biológico del nitrógeno que incluya el medio terrestre y marino. Señala en ambos por separado los tipos de seres vivos que integrarían una hipotética red trófica de, al menos, tres niveles. Razona la respuesta. ¿Qué fenómenos permitirían la entrada del N_2 atmosférico en dicho ciclo?
- 0) ¿Qué cambio en la primitiva atmósfera permitió la evolución de seres aerobios? ¿Cómo se cree que tuvo lugar dicho cambio?

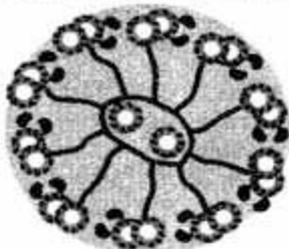


Figura 1

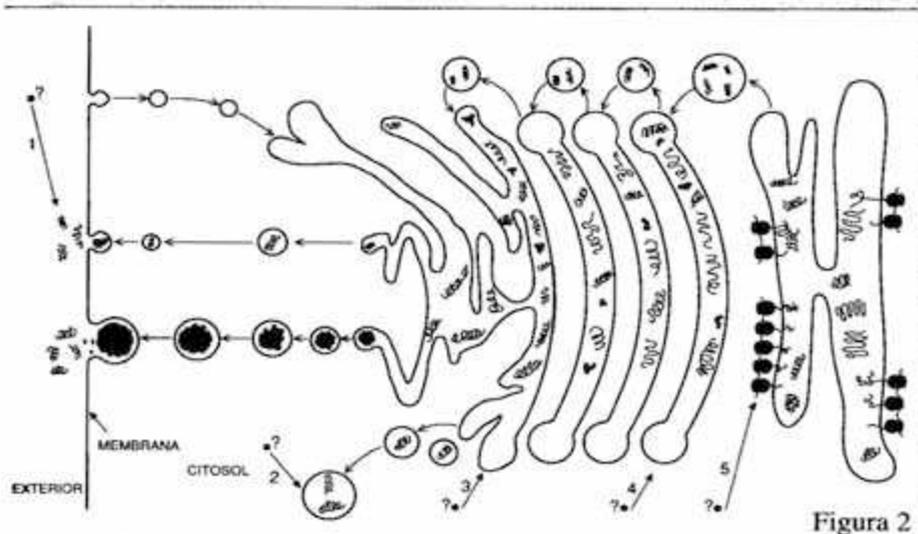


Figura 2

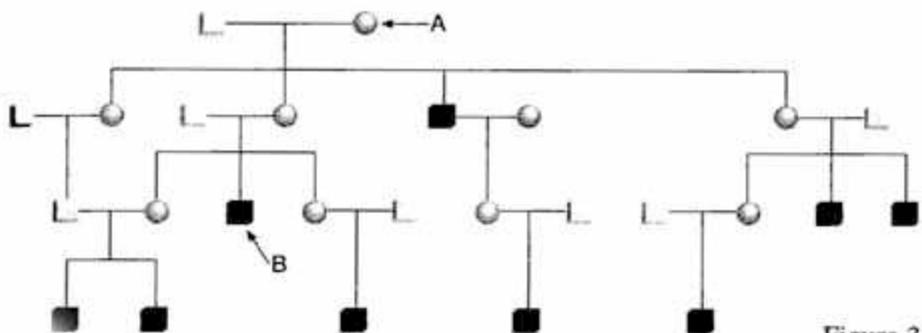


Figura 3

Opción 2

Una de las etapas fundamentales en la formación de los seres vivos fue la adquisición de un mecanismo de autoduplicación que les permitió perpetuarse; este mecanismo alcanza en las células eucarióticas actuales su máxima complejidad, como es el caso de la mitosis. Los ácidos nucleicos han jugado un papel fundamental en dicho proceso, siendo con toda probabilidad el ARN el primer material genético, y tomando el ADN un papel más relevante en este sentido en etapas posteriores de la evolución. El hecho de que el ARN puede comportarse como material genético se manifiesta de forma clara en los retrovirus.

Las células que forman los seres vivos actuales se clasifican en dos grandes grupos, que denominamos procariotas y eucariotas respectivamente. Las primeras, aunque relativamente simples en estructura, son bioquímicamente complejas y disponen de las rutas metabólicas más importantes, incluidas aquellas que resultan de importancia bajo el punto de vista energético. Las células eucarióticas son de mayor tamaño y más complejas que las anteriores, tienen también mayor cantidad de material genético con distinta organización y localización, poseen además otras estructuras que las diferencian de la célula procariótica.

En general, la evolución de seres complejos a partir de otros más sencillos supone, entre otros, la aparición de nuevos genes por mutación de los preexistentes.

El efecto más significativo de las mutaciones consiste en aumentar la variabilidad genética y, en última instancia, aportar la materia prima de la evolución, aunque las mutaciones por sí solas tienen pocas probabilidades de determinar la naturaleza o dirección del cambio evolutivo. Además, en los seres superiores con reproducción sexual, y gracias al mecanismo intrínseco de la meiosis, se incrementa de forma considerable la variabilidad genética entre generaciones.

- 1 ¿Cuáles son las principales diferencias químicas, estructurales y funcionales entre el ADN y los distintos tipos de ARN?
- 2 Dibuja un esquema claro de la mitosis y la meiosis, resaltando las principales diferencias entre ambos procesos biológicos. Durante la meiosis tienen lugar fenómenos que incrementan de forma considerable la variabilidad genética de los gametos resultantes respecto a sus células progenitoras; no obstante, este proceso no ocurre en la mitosis. ¿A qué proceso nos estamos refiriendo?
- 3 ¿Qué mecanismo utiliza la célula para duplicar su material genético? ¿Qué tipo de biomoléculas intervienen en el proceso y qué papel juega en el mismo cada una de ellas?
- 4 Describe mediante un esquema claro el ciclo biológico de un retrovirus. ¿Cuál es la razón por la cual los virus se comportan como parásitos?
- 5 Dibuja el esquema de una célula bacteriana señalando sus estructuras más relevantes.

Explica las razones por las cuales una mutación puntual en un determinado gen puede conducir a la producción de un enzima no funcional como producto de dicho gen mutado. Teniendo en cuenta la degeneración del código genético, explica por qué muchas de las mutaciones puntuales tienen un efecto fenotípico nulo.

Comenta la porción del texto que se encuentra subrayada. ¿Qué se quiere dar a entender con el término "materia prima de la evolución"? ¿Cuál es la razón por la cual las mutaciones por sí solas no bastan para explicar el proceso evolutivo?

Universidad de Cantabria. Selectividad, 1992.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción 1

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se refiere a la localización de diversos elementos químicos en los componentes celulares.

Conceptos que debes recordar

- Principales biomoléculas.
- Localización celular de estas biomoléculas.

Resolviendo la cuestión

Los átomos de P se encuentran formando parte de grupos fosfato. Como fosfato inorgánico puede encontrarse disuelto en el hialoplasma, donde realiza funciones de tampón para el mantenimiento del pH, pudiendo incorporarse a biomoléculas para formar nucleótidos. Estos constituyen moléculas tan importantes como: el ATP, ADP y AMP cíclico; coenzimas como el NAD⁺, NADP⁺, FAD, CoA, etc.; y ácidos nucleicos. Así que, prácticamente, encontraremos P en cualquier parte de la célula eucariota:

- Formando parte de ácidos nucleicos: en el núcleo, ribosomas, hialoplasma (p. ej. ARNm), en el interior de mitocondrias y cloroplastos, etc.
- En forma de coenzimas transportadores de electrones, lo encontraremos asociado a todos los procesos metabólicos, tanto en el hialoplasma como en diferentes orgánulos, y lo mismo podemos decir del ATP o del ADP.

Los grupos fosfato, además de formar parte de nucleótidos, se encuentran en las células unidos a una gran variedad de metabolitos, p.ej. la glucosa, el gliceraldehído, la ribulosa, etc., que aparecen como intermediarios en las rutas de obtención de energía. También se encuentra fosfato inorgánico en disolución en el hialoplasma.

El hierro forma parte del grupo hemo que constituye parte esencial de proteínas transportadoras de electrones (como los citocromos) y de oxígeno, como la mioglobina y la hemoglobina. Así lo encontraremos en las cadenas de transporte electrónico de la mitocondria y el cloroplasto y en el transporte de oxígeno, formando parte de la molécula de hemoglobina (glóbulos rojos) o de mioglobina (células musculares).

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes encontrar esta cuestión dentro del nivel molecular, al estudiar las proteínas.

Conceptos que debes recordar

— Estructura de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

La estructura terciaria representa la configuración espacial definitiva, es decir, la estructura tridimensional que adopta una proteína. Es consecuencia de la secuencia de aminoácidos de la cadena polipeptídica (estructura primaria) que determinará la estructura secundaria (α -hélice o β -hoja plegada) y su plegamiento tridimensional. Este plegamiento (estructura terciaria) se mantiene gracias a interacciones débiles que se establecen entre distintos puntos de la cadena:

- el alejamiento de los restos hidrófobos del medio acuoso,
- puentes disulfuro,
- la atracción o repulsión entre restos con distinta o similar carga,
- la participación de aminoácidos que rompen la estructura de la α -hélice.

La estructura terciaria es responsable de la funcionalidad de la proteína, ya que la actuación de la misma depende de la "forma" (configuración espacial) que adquiere. Esto es debido a que su reactividad química depende de la localización y tipo de restos que quedan en su superficie. Estos, para poder actuar, deben formar uniones no covalentes específicas con otras moléculas. Por ello, si cambia la estructura terciaria cambian las propiedades de la proteína.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Puedes encontrar esta cuestión dentro del nivel molecular, al estudiar los ácidos nucleicos.

Conceptos que debes recordar

— Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos.

Resolviendo la cuestión

Cuando a un ADN en disolución se somete a pH extremos, temperaturas elevadas o a la acción de ciertos agentes químicos, se observa un cambio en sus propiedades: la viscosidad de la disolución disminuye y se produce un cambio en la absorción de luz (efecto hipercrómico). A este cambio en las propiedades del ADN se le denomina desnaturalización.

La desnaturalización del ADN consiste en la separación de las dos cadenas que forman la doble hélice. Ello se debe a que, bajo la acción de los agentes citados, se rompen los puentes de hidrógeno que unen la bases complementarias de las dos cadenas. Sin embargo, no se alteran las uniones fosfato-pentosa-base y el ADN así obtenido adopta una estructura monofilar denominada ADN desnaturalizado.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a los procesos que tienen lugar en la célula y que afectan al material nuclear en el período que se inicia tras el final de una división hasta que finaliza la siguiente división.

Conceptos que debes recordar

- Núcleo interfásico.
- Mitosis.

Resolviendo la cuestión

Un ciclo celular es el conjunto de fenómenos que tienen lugar en el período 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 período comprendido entre dos mitosis consecutivas. En el núcleo puede observarse a la cromatina (nucleoproteína de ADN) dispersa y algunos nucléolos con ARN. Durante este período tiene lugar una intensa actividad metabólica: la replicación y transcripción del ADN.

La interfase suele dividirse en tres períodos G1, S y G2. Cada período G dura 4 horas, mientras que el S dura 9 horas. La transcripción y la síntesis de ARNm y proteínas tiene lugar en los tres períodos, mientras que la replicación del ADN acontece en el período S, es decir, tras el período postmitótico G1 (de *gap*: hueco en inglés) y antes del G2.

La mitosis comienza al final del período G2 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.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la estructura microscópica y al funcionamiento de diversas estructuras celulares.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de cilios y flagelos.
- Orgánulos implicados en la secreción celular.

Resolviendo la cuestión

La figura 1 representa la estructura interna de un cilio o un flagelo de una célula eucariótica. El corte se ha realizado a nivel del axonema, es decir, el eje ciliar, ya que se observan el par de microtúbulos centrales y alrededor nueve dobletes de los que parten las fibras de dineína (estructura "9+2").

La figura 2 representa el proceso de la síntesis de proteínas en el retículo endoplasmático rugoso, el paso de estas proteínas a través del aparato de Golgi, su empaquetamiento en el interior de vesículas y su posterior expulsión (secreción). Se puede observar también cómo algunas vesículas quedan incorporadas al hialoplasma dando lugar a lisosomas.

Las estructuras señaladas en la figura corresponden a:

1. Productos de secreción (puede tratarse de glicoproteínas).
2. Lisosomas.
3. Sacos del aparato de Golgi correspondientes a la cara trans o de maduración (GERL: Golgi Endoplasmic Reticulum Lysosomes).
4. Sacos del aparato de Golgi correspondientes a la cara cis o de formación.
5. Polisomas (grupos de ribosomas) adosados a las paredes del retículo endoplasmático rugoso que se encuentran sintetizando proteínas que se incorporan al interior de las cavidades.

Cuestión 6

Situando la cuestión

La cromatina es la sustancia de que están compuestos los cromosomas.

Conceptos que debes recordar

- Núcleo interfásico.
- Cromosoma.

Resolviendo la cuestión

El cromosoma metafásico es, en esencia, cromatina condensada que forma una estructura visible al microscopio óptico. Esta condensación tiene lugar por espiralización de la fibra de cromatina unidad. Ésta, básicamente, consta de una molécula de ADN y proteínas histónicas asociadas que forman los nucleosomas. (Ver figura de la página 47.) En forma de cromosoma la cromatina no es activa (no hay transcripción) desde el punto de vista genético.

Por el contrario, la cromatina interfásica es, básicamente, el cromosoma metafásico desespiralizado, no observándose estructuras visibles al microscopio óptico, y es activa genéticamente, expresando la información mediante los procesos de transcripción y traducción.

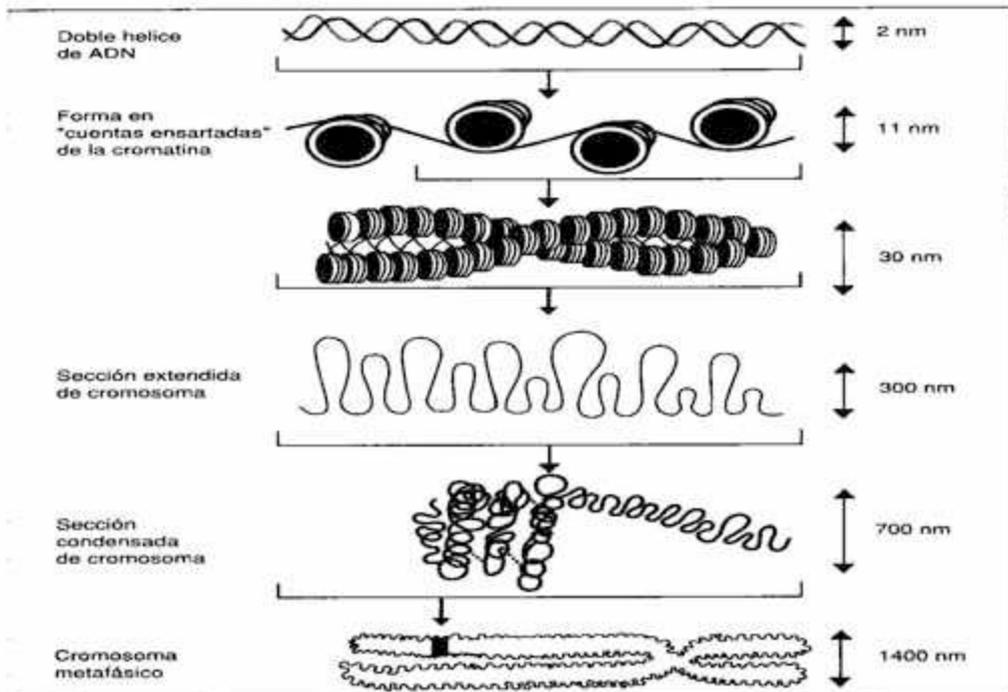
Cuestión 7

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, con determinación de los genotipos en una familia en función de los fenotipos.

Conceptos que debes recordar

- 1ª y 2ª Ley de Mendel.
- Herencia ligada al sexo.



Resolviendo la cuestión

Para determinar el tipo de transmisión de dicho fenotipo basta con considerar que el matrimonio origen de la genealogía tiene fenotipo normal y, no obstante, uno de los cuatro hijos es afectado. Lo mismo ocurre en dos de los cuatro matrimonios de la segunda generación, que siendo los dos normales tienen hijos afectados, y en los cuatro matrimonios de la tercera generación. La única posibilidad para que esto ocurra es que el carácter dependa de un alelo recesivo, en donde padres heterocigotos normales pueden tener tanto hijos normales como afectados (homocigotos recesivos).

Por otro lado, todos los individuos afectados son varones, lo que nos hace sospechar que el carácter está ligado al sexo.

En efecto, llamemos **Xa** al cromosoma X que lleva el alelo recesivo y **X+** al cromosoma X que lleva el alelo normal. La madre **A** de la primera generación sería heterocigota para un gen ligado al cromosoma X, con genotipo **XaX+**, y el padre normal **X+Y**, por lo que podrían tener hijos varones tanto normales (**X+Y**) como afectados (**XaY**), e hijas normales, tanto homocigotas (**X+X+**) como heterocigotas (**XaX+**). El individuo **B** tiene un padre normal, de genotipo **X+Y**, y una madre, hija de **A**, que es heterocigota **XaX+**, por lo que su genotipo será **XaY**, que está de acuerdo con su fenotipo y con el posible genotipo de sus padres.

El carácter también podría ser autosómico, pero en este caso, dado que el carácter es recesivo, haría falta que muchos individuos no relacionados con la familia, al menos seis, fueran heterocigotos; concretamente el varón del segundo y del cuarto matrimonio de la segunda generación, la mujer del tercer matrimonio de la segunda generación, y los tres varones del segundo, tercer y cuarto matrimonio de la tercera generación, lo cual es muy improbable.

No podría tratarse de herencia ligada al cromosoma Y, ya que individuos varones afectados tienen padres normales.

Cuestión 8

Situando la cuestión

La división meiótica es un proceso de división celular por el cual se obtienen 4 células haploides (n) por cada célula madre diploide ($2n$). En este proceso se suceden dos divisiones celulares: I y II división meiótica.

Conceptos que debes recordar

— Meiosis.

Resolviendo la cuestión

La meiosis consiste en dos divisiones consecutivas denominadas, respectivamente, primera y segunda división meiótica. Ambas divisiones son similares a la mitosis y, como en ésta, se suceden las mismas fases: profase, metafase, anafase y telofase.

Antes de iniciarse la primera división meiótica, la célula materna es diploide, es decir, presenta dos series de cromosomas ($2n$).

En la profase de la primera división meiótica (profase I) los cromosomas están replicados cada uno en dos cromátidas (cromátidas hermanas) por lo que puede decirse que la dotación cromosómica es $2(2n)$. Los cromosomas homólogos se emparejan formando tétradas e intercambian material hereditario por sobrecruzamiento entre cromátidas homólogas.

Suelen distinguirse cinco subfases en esta profase I: leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis:

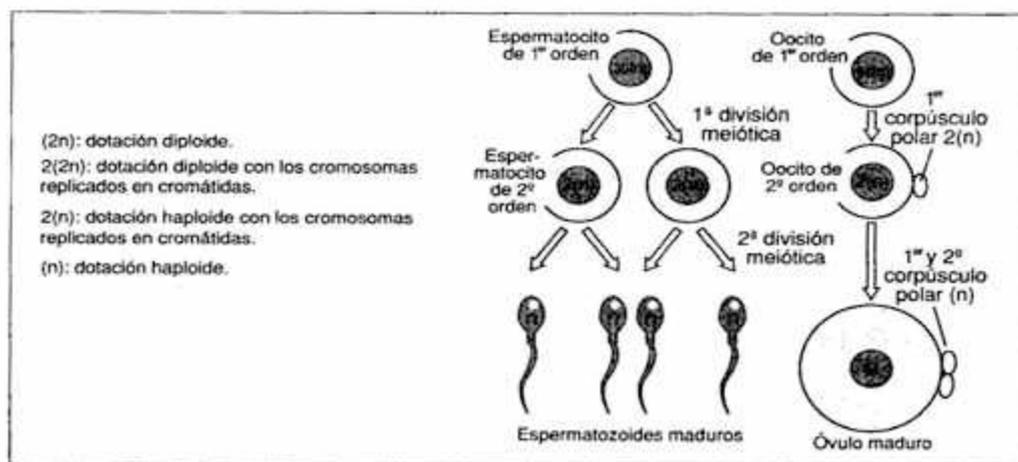
- En el estadio de leptoteno, los cromosomas inician su visualización. Los largos filamentos de ADN ya duplicados comienzan a condensarse dando lugar a cromosomas. Cada cromosoma se ha replicado y está formado por 2 cromátidas hermanas estrechamente unidas, por lo que cada cromosoma parece ser simple (las cromátidas no serán visibles hasta el final de la profase).
- La fase de zigoteno se inicia con el emparejamiento de los cromosomas homólogos. Cada cromosoma se aparea longitudinalmente, gen a gen, con su homólogo correspondiente. Este proceso se denomina sinapsis.
- En el estadio de paquiteno, los filamentos cromosómicos se acortan longitudinalmente haciéndose más gruesos. Puede distinguirse que cada pareja cromosómica está constituida por una tétrada de cromátidas. Las cromátidas homólogas se unen íntimamente en algunos puntos formando quiasmas. En ese momento, tienen lugar roturas en los filamentos de las cromátidas homólogas e intercambio de segmentos de ADN entre ellos. Este fenómeno recibe el nombre de entrecruzamiento y, como consecuencia de él, se produce la recombinación genética del material hereditario.
- En la fase de diploteno, los cromosomas homólogos inician su separación, pero permanecen todavía unidos en los puntos de intercambio o quiasmas.
- Durante la diacinesis, se produce una contracción acentuada de los cromosomas, mientras se culminan los procesos del entrecruzamiento mediante el desplazamiento de los quiasmas a lo largo del cromosoma hacia su extremo. Las cromátidas permanecen unidas por los quiasmas terminales hasta la metafase.

En la metafase I los pares de cromosomas homólogos emigran al plano ecuatorial del huso para formar la placa metafásica. El movimiento de los cromosomas parecen resultar de las interacciones al imbricarse las fibras cinetocóricas (microtúbulos que se destacan del cinetócoro) con las del huso acromático. Este proceso de orientación dura, en las células de mamífero, entre 10 y 20 minutos y recibe el nombre de prometafase. Al final de la metafase, las parejas de cromosomas se hallan alineadas en un plano perpendicular al huso acromático en su punto medio. Así, la placa metafásica estará constituida por parejas de cromosomas homólogos superpuestos y replicados en 2 cromátidas, por lo que la dotación cromosómica seguirá siendo $2(2n)$.

En la anafase I, se separan los cromosomas homólogos, yendo cada uno a un polo de la célula. Una dotación completa de cromosomas (replicados cada uno en dos cromátidas), es decir, $2(n)$ cromosomas, se dirige hacia un polo celular y la otra dotación hacia el polo contrario.

De esta manera, en la telofase I se forman los núcleos de las dos células hijas ya haploides, habiendo recibido cada una una dotación completa de cromosomas, aunque replicados cada uno en dos cromátidas. Por tanto, la dotación cromosómica de estas células será $2(n)$.

A continuación se indica la dotación cromosómica de las células resultantes de la I y II división meiótica en la gametogénesis (espermatogénesis y ovogénesis):



Cuestión 9

Situando la cuestión

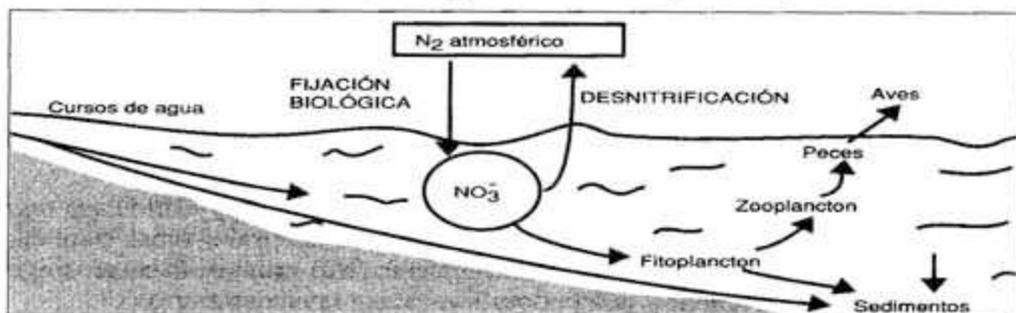
Se trata de una cuestión referente a los ciclos biogeoquímicos.

Conceptos que debes recordar

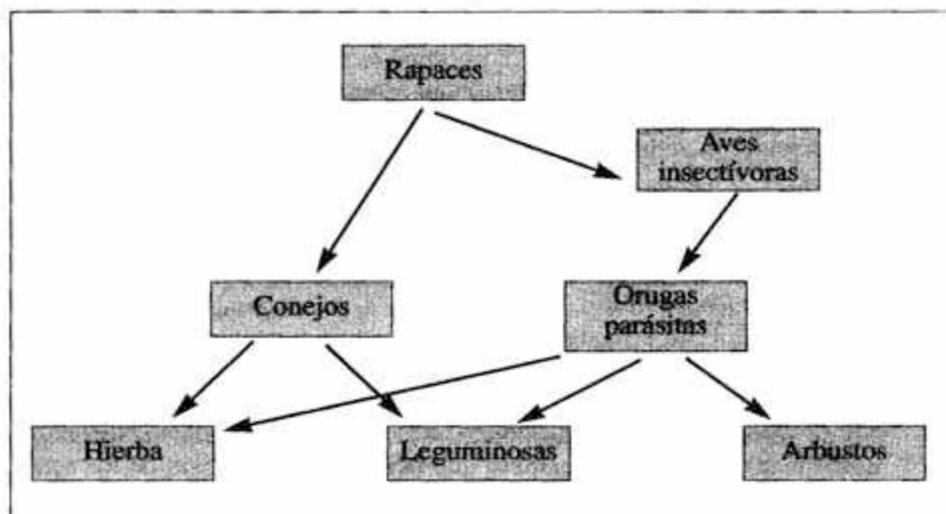
— Ciclos biogeoquímicos: el ciclo del nitrógeno.

Resolviendo la cuestión

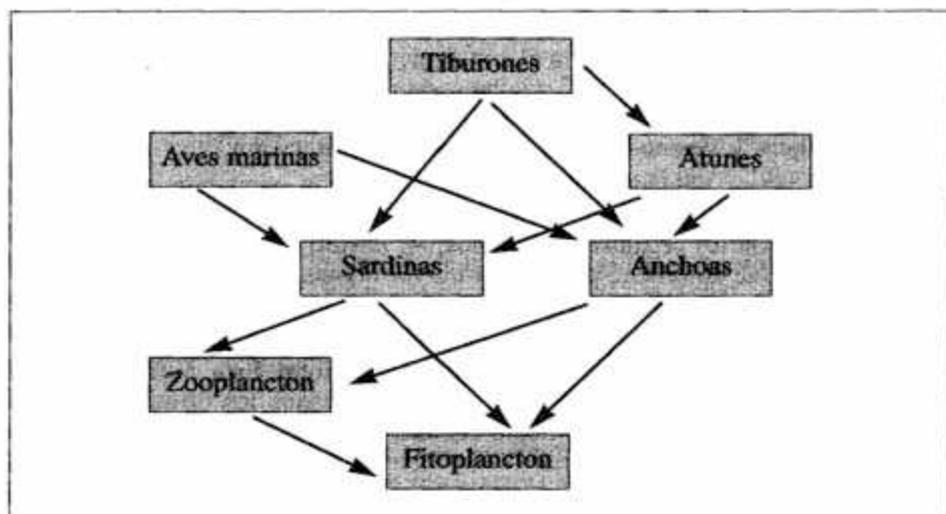
En la solución a la prueba de la Universidad de Valladolid, opción 2, cuestión 2, aparece reflejado el ciclo del nitrógeno. Dado que ahora se pide que se incluya por separado el medio terrestre y el marino, ampliamos este último apartado que no figura explícitamente en aquella respuesta.



Una hipotética red trófica terrestre podría incluir los siguientes componentes:



Una hipotética red trófica acuática podría incluir:



Las plantas sólo pueden absorber nitrógeno en forma de nitratos para, una vez reducido fotosintéticamente, ser incorporado a las proteínas vegetales. Los únicos organismos capaces de incorporar directamente nitrógeno atmosférico son ciertas bacterias como las del género *Azotobacter* y *Rhizobium* (éstas en asociación simbiótica con leguminosas).

La mayor parte del N atmosférico entra, pues, en el ciclo biogeológico por fijación a cargo de las bacterias fijadoras de N. Sin embargo, las descargas eléctricas que se producen en las tormentas pueden producir óxidos de nitrógeno que, arrastrados por la lluvia hasta el suelo, pueden formar nitratos y ser incorporados por los vegetales.

Cuestión 10

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a los hechos que presumiblemente tuvieron lugar en los primeros estadios de la vida en nuestro planeta.

Conceptos que debes recordar

— Origen de la vida: evolución celular.

Resolviendo la cuestión

Las primitivas células no podían utilizar oxígeno como oxidante, puesto que éste lo producen los organismos fotosintéticos y por entonces éstos no existían. La respiración de las células primitivas se realizaría por medio de fermentaciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno (respiración anaeróbica). Por tanto, el cambio que permitió la evolución de los seres aerobios fue la aparición del oxígeno.

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 procedente del Sol para fabricar materia orgánica, surgiendo 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.

Opción 2

Cuestión 1

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

— Estructura y función de los ácidos nucleicos.

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.

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).

		ARN	ADN
Composición química	Pentosa	Posee b-D-ribosa	Posee b-D-desoxirribosa
	Bases	Adeína, guanina, uracilo y citosina. Todas ellas en distinta proporción. (Además de las indicadas, el ARNt es portador de otras bases atípicas.)	Adeína, 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)
Estructura	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.)
	Configuración	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 y G=C.
Funciones		<p>En el proceso de transcripción se traslada información (secuencia de bases) del ADN a otra molécula: el ARNm (mensajero) actúa como intermediario para llevar la información contenida en el ADN al citoplasma.</p> <p>La traducción de la secuencia de bases del ARNm se realiza en los ribosomas (constituidos por el ARNr y proteínas) del citoplasma.</p> <p>Los ARNt específicos transportan a los aminoácidos colocándolos en el orden exacto para formar la proteína.</p>	La información sobre qué aminoácidos y en qué orden deben unirse para producir todas las proteínas celulares está codificada en la secuencia de bases del ADN. Un "gen" se define como un fragmento de ADN que contiene la información para la síntesis de una cadena polipeptídica.

En el cuadro de la página anterior se resumen las principales diferencias en cuanto a composición química, estructura y función entre el ADN y los distintos tipos de ARN.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al objeto y resultado de estos dos mecanismos de división nuclear.

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

La mitosis es un proceso de división del núcleo celular cuyo objeto es formar núcleos hijos con el mismo número y los mismos cromosomas que la célula madre. La meiosis, en cambio, 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 mitosis tiene lugar en el proceso de reproducción celular y tiene por finalidad formar células hijas con la misma información (y el mismo número de cromosomas) que la célula materna. La meiosis tiene lugar en las especies que se reproducen sexualmente (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). La finalidad de la meiosis es, pues, mantener constante el número de cromosomas en las especies de reproducción sexual.

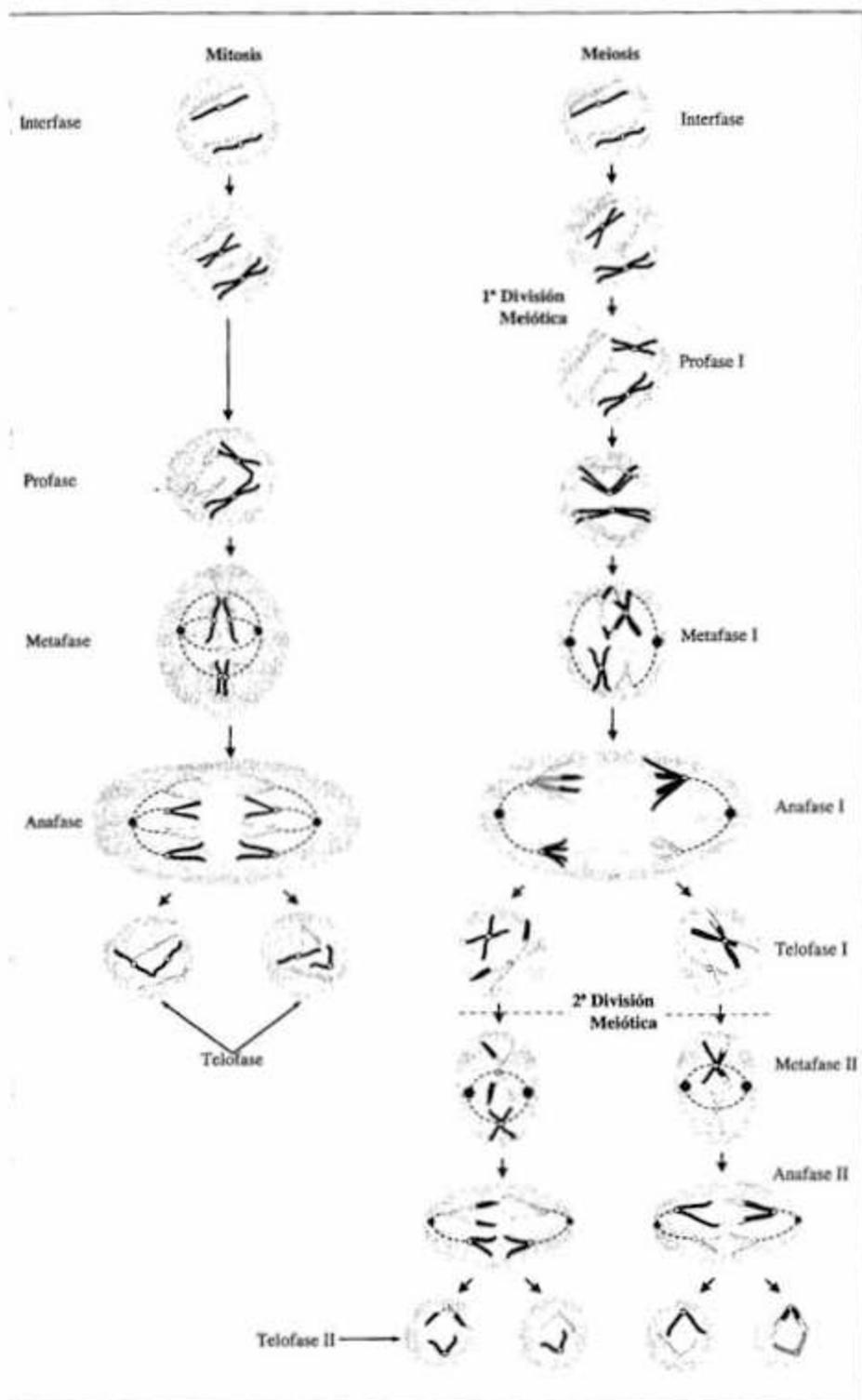
Respecto al proceso en sí, las diferencias más destacables entre mitosis y meiosis son:

1ª En la división mitótica tan sólo tiene lugar una división celular, por lo que se forman dos células hijas por cada célula materna. En la meiosis tienen lugar dos divisiones consecutivas (primera y segunda división meiótica), por lo que se forman cuatro células hijas haploides por cada célula materna diploide.

2ª En la profase de la primera división meiótica se emparejan los cromosomas homólogos, produciéndose quiasmas; de esta manera tienen lugar entrecruzamientos entre las cromátidas adyacentes de los cromosomas homólogos, cosa que no ocurre en la mitosis.

3ª En la metafase de la primera división meiótica se forma una placa metafásica doble al estar emparejados y superpuestos los cromosomas homólogos; en la mitosis se forma una placa metafásica sencilla.

4ª En la anafase de la primera división meiótica se separan los cromosomas homólogos, yendo uno de cada par a un polo celular; en la mitosis se separan las cromátidas, yendo una cromátida de cada cromosoma a un polo celular.



Cuestión 3

Situando la cuestión

La duplicación del ADN es un proceso molecular.

Conceptos que debes recordar

- Modelo de Watson y Crick del ADN.
- Replicación.

Resolviendo la cuestión

La duplicación del ADN tiene lugar en la interfase celular. Su objeto es formar dos réplicas exactas de la molécula de ADN materna que se transmitirán a las dos células hijas durante la mitosis. 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 sirve de molde para el acoplamiento de nuevos nucleótidos y sintetizándose así un nuevo ADN con idéntica secuencia de bases.

Messelson y Stahl demostraron experimentalmente en 1958, mediante marcaje radiactivo del ADN, que el ADN se replica de forma semiconservativa, es decir, las dos moléculas hijas de ADN dúplex están constituidas cada una por una cadena original (vieja) y otra neosintetizada (nueva).

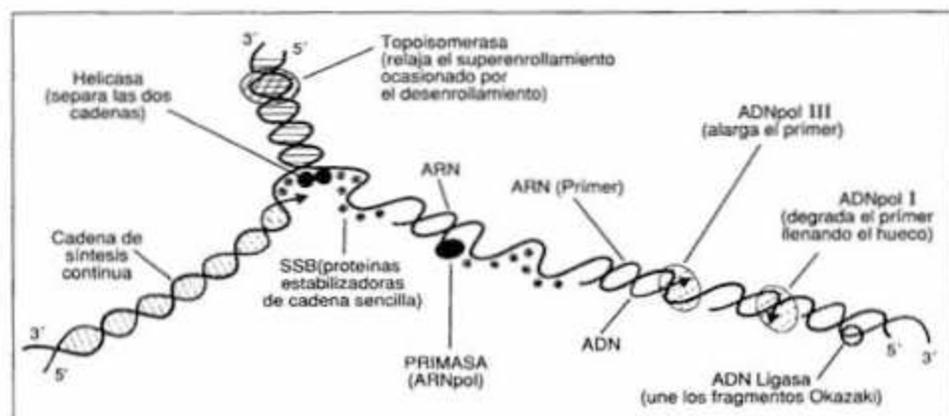
Kornberg en 1956 aisló en *E. coli* un enzima, denominada ADN polimerasa I (ADN pol I), capaz de replicar el ADN *in vitro*. Posteriormente se han encontrado otros dos tipos de ADN polimerasas: la ADN pol II, cuyo papel aún no está claro, y la ADN pol III, que es la que interviene activamente en la replicación 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 1 000 a 2 000 nucleótidos, en los que también se detectaban unas decenas de nucleótidos de ARN.

Las biomoléculas que intervienen en el proceso y su papel es el siguiente:

- Helicasa, que rompe los puentes de hidrógeno y separa las dos cadenas de la doble hélice.
- Topoisomerasas, que giran las moléculas de ADN a medida que se van replicando, evitando los problemas de superenrollamiento.
- Una ARN pol, denominada primasa, que sintetiza una pequeña molécula de ARN necesaria como "primer" para que la ADN polimerasa III pueda empezar a alargar la cadena.
- La ADN pol I, que degrada el fragmento de ARN y rellena los huecos que quedan.

- La ADN ligasa, que une los fragmentos de Okasaki para dar lugar a la molécula completa.
- Los cuatro desoxirribonucleótidos trifosforilados, que se incorporan como mononucleótidos, con desprendimiento de pirofosfato, gracias a lo cual se suministra la energía necesaria para su polimerización.



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

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a los virus, parásitos celulares

Conceptos que debes recordar

- Estructura de los virus.
- Ciclo de infección vírica.

Resolviendo la cuestión

Los retrovirus son virus que contienen su información genética en forma de ARN, pero se replican en el interior de la célula hospedadora a través de formas intermedias de DNA. En ellos, pues, se da lo contrario de lo que sería el flujo normal de la información (de ADN a ARN), de ahí el prefijo retro. Ejemplos de retrovirus son los virus del SIDA y de la hepatitis B.

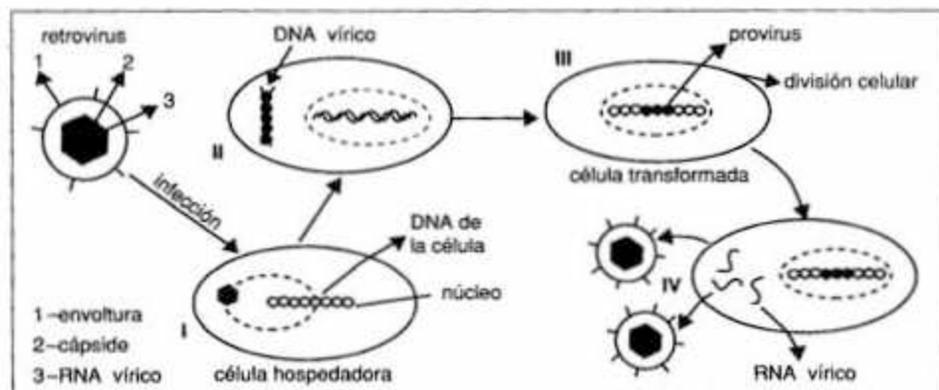
Puesto que un virus carece de maquinaria celular para expresar la información genética que contiene, es lógico que para poder reproducirse deba utilizar la maquinaria de una célula y, por lo tanto, parasitarla.

En el esquema de la página 58 se ha representado el ciclo de infección de un retrovirus. Describimos brevemente las fases:

- I. El retrovirus infecta la célula, penetra en su interior.
- II. Una vez en el interior de la célula hospedadora, y utilizando la enzima transcriptasa inversa, transcribe (a la inversa) la información contenida en su ARN a una doble cadena helicoidal de ADN.

III. El ADN vírico se integra en un punto cualquiera del ADN cromosómico del hospedador.

IV. Este provirus puede replicarse junto con el ADN de la célula y, normalmente, no mata al hospedador. En algún momento, el DNA vírico puede expresarse para dar lugar a múltiples copias de RNA vírico, produciendo la multiplicación del virus. Con la salida de los virus de la célula se iniciará un nuevo proceso de infección.



Cuestión 5

Situando la cuestión

- Esta cuestión la encontrarás resuelta en la prueba de la Universidad de Barcelona, opción B, cuestión 3.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida a genética molecular.

Conceptos que debes recordar

- Concepto molecular de gen.
- Mutaciones génicas.

Resolviendo la cuestión

Se dice que una mutación es puntual cuando afecta a un nucleótido de la secuencia del ADN sustituyéndolo por otro. Esto puede dar lugar a la producción de una enzima no funcional de dos maneras:

- Si la sustitución del nucleótido da lugar a la sustitución del aminoácido correspondiente por otro en la proteína sintetizada. Si este nuevo

aminoácido afecta al locus activo de la enzima, puede cambiar la configuración y por tanto, ser inactiva.

- b) Si la sustitución del nucleótido da lugar a la aparición de un triplete mudo. De este modo, la síntesis de la proteína se interrumpirá al alcanzarse el triplete mudo, lo que dará lugar a una cadena incompleta que, normalmente, no será activa.

Existen 64 combinaciones (variaciones con repetición) posibles de las cuatro bases nitrogenadas tomadas de tres en tres, es decir, 64 tripletas de bases, para codificar los 20 aminoácidos.

Esto significa que un aminoácido dado puede estar codificado por más de un triplete y por ello se dice que el código está degenerado. En ese sentido, una mutación puntual puede dar lugar a un cambio en un nucleótido que no modifique el significado de la tripleta, es decir, la nueva tripleta seguirá codificando el mismo aminoácido. Así, los cambios en la tercera base de un codón suelen no producir cambios en el significado del mismo. Por ello muchas mutaciones puntuales pueden no tener efecto fenotípico.

Cuestión 7

Situando la cuestión

En esta cuestión hay que relacionar a mutación como el agente responsable de los cambios hereditarios, la diversidad genotípica y fenotípica que va a dar lugar en una población y la teoría de la evolución por selección natural.

Conceptos que debes recordar

- Variabilidad genética.
- Causas de la variabilidad: mutación y recombinación genética.
- Teoría neodarvinista de la evolución.

Resolviendo la cuestión

La única fuente primaria de variabilidad es la mutación, bien génica o puntual, bien cromosómica.

Las mutaciones puntuales dan lugar a la aparición de nuevos alelos, es decir, genes que referidos al mismo carácter producen distintas manifestaciones (p. ej. carácter: color de ojos, genes alelos: azules, verdes, marrones). La mutación cromosómica puede proporcionar nuevas combinaciones de genes, y por lo tanto aumentar la variabilidad.

5



ACLARACIONES PREVIAS

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

Opción A

- 1 Explique razonadamente las cinco misiones más importantes que le parece efectúa el agua en los seres vivos.
- 2 Estructura y funciones del retículo endoplásmico.
- 3 Explique muy resumidamente las fases de la fotosíntesis y su localización en el cloroplasto.
- 4 Flujo de energía en el ecosistema.

Opción B

- 1 Transforma en cíclica la fórmula lineal de una hexosa aldosa cualquiera. Deben indicarse los pasos intermedios de la transformación. Escriba los isómeros α y β .
- 2 Características generales de los virus.
- 3 Concepto de glucólisis. Productos finales de este proceso. Razone su conexión con otras rutas metabólicas.
- 4 Un dondiego de flores rojas y hojas grandes se cruza con otro de flores blancas y hojas pequeñas. Calcúlense los fenotipos de la F_2 y sus porcentajes teniendo en cuenta que estos dos caracteres se rigen por el mecanismo de la equipotencia o herencia intermedia.

Universidad de Castilla-La Mancha. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

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

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 explica que se mantenga la forma y el volumen de las células, permitiendo los cambios y deformaciones del citoplasma. Esta fuerza de adhesión, responsable de la elevada tensión superficial del agua, explica el ascenso de la savia por los vasos conductores por capilaridad en los vegetales superiores.
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. La importancia de esta misión se comprende 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 mediante dispersiones acuosas se transportan por el medio interno de un organismo todo lo que precisan sus células y todos los residuos producidos por 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.

Cuestión 2

Situando la cuestión

El retículo endoplasmático es un orgánulo citoplásmico de las células eucarióticas.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de la célula eucariótica.
- Retículo endoplasmático y sus tipos.

Resolviendo la cuestión

El retículo endoplasmático lo constituyen un conjunto de cavidades cerradas de aspecto muy variable: sáculos aplanados, vesículas globulares o tubos de aspecto sinuoso, que forman parte del sistema de membranas internas características de las células eucarióticas. Todas estas cavidades se comunican entre sí y forman un espacio cerrado que queda separado del resto del hialoplasma por la membrana propia del retículo endoplasmático.

Las membranas del retículo tienen una composición y estructura similar a la de la membrana plasmática (aunque algo más delgada, entre 5 y 6 nm) y a las del aparato de Golgi. Puede observarse que existen conexiones, permanentes o intermitentes, entre estas membranas.

Recuerda también que la membrana que rodea el núcleo en las células eucarióticas es una parte más del retículo endoplasmático. Son dobles membranas que separan el material nuclear del resto del citoplasma. Esta doble membrana está atravesada por una serie de poros que permiten el paso de grandes moléculas (ARN, subunidades ribosómicas, etc.).

Podemos distinguir dos tipos de retículo:

- Retículo endoplasmático rugoso, que posee ribosomas adheridos a la cara de la membrana que da al hialoplasma. Estos ribosomas sintetizan proteínas que son vertidas al interior del retículo y transportadas hacia otros orgánulos. Algunas proteínas quedan formando parte de la estructura propia de la membrana del retículo, de este modo podrán pasar a formar parte de otra membrana, bien sea la plasmática o la de cualquier orgánulo celular.
- Retículo endoplasmático liso, que carece de ribosomas adosados. En estas membranas se sintetizan lípidos de membrana (fosfolípidos, colesterol, etc.) con los que completan los componentes básicos de toda membrana celular: proteínas y lípidos.

Las funciones que desempeña el retículo son, pues:

- Síntesis de componentes moleculares entre los que destacan los de las membranas celulares: proteínas glicosiladas, fosfolípidos y colesterol.

- Transporte y exportación de estos componentes mediante vesículas que se desprenden de él dirigiéndose hacia la membrana plasmática u otros orgánulos.
- Asimismo, en el retículo tiene lugar la detoxificación de aquellas sustancias perjudiciales para la célula producidas por su actividad vital o procedentes del exterior (insecticidas, herbicidas, medicamentos, etc.).

Cuestión 3

Puedes resolver esta cuestión consultando el tema de la opción B de la Universidad de Valencia, apartado 2.1.

Cuestión 4

La respuesta a esta cuestión la hallarás en el tema de la opción A de la Universidad de Valencia, apartado 1.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a las dos formas con que se suelen representar las fórmulas de los monosacáridos: abierta (lineal) y cerrada (cíclica).

Conceptos que debes recordar

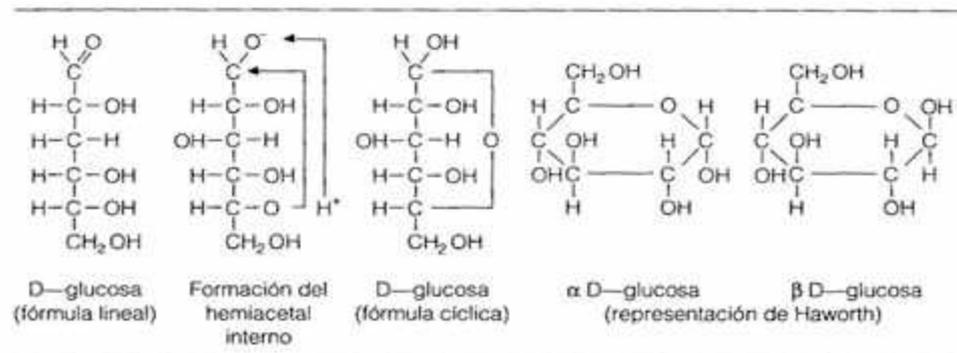
- Estructura de los monosacáridos.
- Enlaces hemiacetálicos internos en monosacáridos.

Resolviendo la cuestión

La representación abierta (proyección de Fischer) de la fórmula de los monosacáridos no explica satisfactoriamente las propiedades de éstos en disolución: cuando se disuelven, los azúcares presentan una reactividad anormalmente baja en los grupos aldehído y cetona (como si no estuvieran presentes).

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.



Cuestión 2

Situando la cuestión

Los virus son seres acelulares que necesitan parasitar células vivas para ser reproducidos.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y tipos de virus.
- Ciclo biológico de los virus.

Resolviendo la cuestión

Los virus son seres acelulares portadores de información genética.

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. Se habla entonces de virus "con envoltura".

Los virus carecen de metabolismo propio, no pueden realizar ningún tipo de síntesis, por lo que, fuera de una célula, un virus no puede autorreproducirse. Para hacerlo, un virus debe parasitar una célula y utilizar su ma-

quinaria, es decir, sus orgánulos y enzimas, para fabricar los componentes proteicos de su cápside y su ácido nucleico.

Los pasos que se siguen en la infección de un virus son comunes a la mayoría de ellos.

En la cuestión 4, opción 2, de la Universidad de Cantabria puedes encontrar un esquema del ciclo biológico de un retrovirus.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a distintos aspectos del catabolismo anaerobio.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de catabolismo anaerobio.
- Balance de la glicolisis.
- Fermentación y respiración.

Resolviendo la cuestión

La "glicolisis" es una ruta metabólica cuya finalidad es obtener energía utilizable por la célula (ATP) mediante la degradación de la glucosa y su transformación en moléculas más sencillas y oxidadas. Esta ruta catabólica se lleva a cabo en el hialoplasma celular y no requiere la presencia de oxígeno.

Como productos finales del proceso se obtienen, por cada molécula de glucosa degradada:

- 2 moléculas de tres átomos de carbono (ácido pirúvico).
- 2 ATP.
- 2 NADH (coenzima reducido).

Estos productos pueden incorporarse a otras rutas metabólicas.

El NADH será oxidado de nuevo a NAD^+ . La oxidación puede realizarse por dos vías diferentes:

1. En condiciones anaeróbicas mediante los procesos de fermentación.
2. En condiciones aeróbicas, el NADH cederá sus electrones al oxígeno, a través de una cadena de transportadores de electrones situada en la membrana mitocondrial interna en la llamada respiración mitocondrial.

El ácido pirúvico obtenido podrá completar su degradación, una vez transformado en acetil-CoA, incorporándose al ciclo de Krebs en la matriz mitocondrial, o bien puede utilizarse para la síntesis de aminoácidos y ácidos grasos.

El ATP es energía utilizable en todos aquellos procesos celulares que la requieran.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, aplicación de las Leyes de Mendel.

Conceptos que debes recordar

— Herencia intermedia.

— Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Si, como se indica en el enunciado, los caracteres color de la flor y tamaño de las hojas dependen cada uno de un gen con alelos que presentan herencia intermedia, podríamos utilizar la siguiente notación:

Fenotipo	Genotipo
Flor roja	RR
Flor blanca	rr
Hoja grande	GG
Hoja pequeña	gg

Los heterocigotos Rr, debido a la herencia intermedia de los alelos, presentarán una flor de fenotipo rosa y, del mismo modo, los heterocigotos Gg presentarán una hoja de fenotipo mediano.

Aunque el problema no lo menciona explícitamente, se sobrentiende que los dos genes están situados en cromosomas distintos y, por tanto, se transmiten independientemente de acuerdo con la 2ª ley. Los gametos producidos por los individuos se cruzan al azar para dar lugar a todas las combinaciones genotípicas posibles en la F₂ según la 3ª ley.

El cruzamiento y los resultados de la F₁ y la F₂ en cuanto a genotipos, fenotipos y proporciones serán, de acuerdo con la 2ª ley de Mendel:

Generación paterna	RRGG x rrgg
	Roja Grande x Blanca pequeña
Gametos	RG x gr
1ª Generación filial (F ₁)	RrGg
	Rosa Mediana

Como indica la 1ª ley, todos los individuos de la F₁ serán híbridos (genotipo: RrGg) e iguales (fenotipo: Rosa Mediana).

Al cruzar entre sí estos dihíbridos de la F₁ se obtendrán todas las combinaciones posibles en la F₂. Si consideramos un solo carácter (color p. ej.)

por separado, obtendríamos, según la 2ª ley, para un caso de herencia intermedia, un 25% (1/4) de los descendientes con uno de los caracteres dominante (Rojo), un 50% (1/2) con el carácter intermedio (Rosa) y un 25% (1/4) con el otro carácter dominante (Blanco). Teniendo en cuenta que la misma proporción se obtendrá para el otro carácter (tamaño de hoja), combinando ambos se obtendrá:

1ª Generación filial (F₁) RrGg x RrGg

Rosa Mediana x Rosa Mediana

Gametos RG, Rg, rG, rg x RG, Rg, rG, rg

2ª Generación filial (F₂):

1 ^{er} carácter	2. ^º carácter	Proporción	Genotipo	Fenotipo
1/4 RR	1/4 GG	1/16	RRGG	Roja Grande
	1/2 Gg	2/16 (1/8)	RRGg	Roja Mediana
	1/4 gg	1/16	RRgg	Roja Pequeña
1/2 Rr	1/4 GG	2/16 (1/8)	RrGG	Rosa Grande
	1/2 Gg	4/16 (1/4)	RrGg	Rosa Mediana
	1/4 gg	2/16 (1/8)	Rrgg	Rosa Pequeña
1/4 rr	1/4 GG	1/16	rrGG	Blanca Grande
	1/2 Gg	2/16 (1/8)	rrGg	Blanca Mediana
	1/4 gg	1/16	rrgg	Blanca Pequeña

6



ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos cuestiones de las cuatro propuestas.

- 1 Los lípidos como principios inmediatos orgánicos: estructura, propiedades y clasificación.
- 2 Fase oscura de la fotosíntesis.
- 3 La respuesta inmunológica. Inmunidad mediada por anticuerpos humorales y mediada por células.
- 4 Resuelva la siguiente cuestión: En *Drosophila*, el color ébano del cuerpo es producido por un gen recesivo e y el color del cuerpo gris (tipo común) por su alelo dominante e^+ . Las alas vestigiales son determinadas por el gen recesivo vg y las de tamaño normal (tipo común) por su alelo dominante vg^+ . Si se cruzan moscas dihíbridas de tipo común y producen 256 descendientes, ¿cuántos de éstos se espera que haya de cada clase fenotípica?

Universidad de Córdoba. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Los lípidos: clasificación.
2. Estructura y propiedades.

Desarrollo del tema

1. Los lípidos: clasificación

Los lípidos incluyen a un conjunto muy heterogéneo de compuestos orgánicos formados principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno.

no, en los que se incluyen en ocasiones otros elementos como nitrógeno, fósforo y azufre. 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.

Su clasificación presenta dificultades dada la heterogeneidad química que poseen. La clasificación más frecuente se hace atendiendo a la composición y funciones que desempeñan. Vamos a ver los tipos de lípidos al estudiar su estructura y sus propiedades.

2. Estructura y propiedades

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. Son los componentes fundamentales de las células adiposas de los vertebrados y, por lo tanto, sustancias de reserva energética.

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 cuya formación se debe al comportamiento de estas moléculas en el medio acuoso polar. Poseen dos cadenas hidrofóbicas (apolares) y una hidrofílica (polar), de ahí su naturaleza anfipática. La

zona apolar tiende a ser expulsada de la fase acuosa y da lugar a ensamblajes específicos en forma de bicapa lipídica, precursoras de 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 ceramidas (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 ciclopentano perhidrofenantreno. 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), que regulan la maduración sexual y la capacidad reproductora.
- Hormonas adrenocorticales como la aldosterona, que regula la excreción de agua y sales minerales por la orina y el cortisol, que controla el metabolismo de los azúcares.
- Los ácidos biliares, que emulsionan las grasas en el intestino y favorecen su absorción.
- La vitamina D, que regula el metabolismo del fósforo y el calcio. Su ausencia provoca el raquitismo, al impedir la correcta mineralización de los huesos.

f) Terpenos o isoprenoides:

Son derivados del isopreno (2 metil 1,3 butadieno), formados por la unión de muchas unidades del mismo. Algunos son precursores de las vitaminas A, K, E y del colesterol. Otros terpenos como el fitol, forman parte de las moléculas de clorofila, mientras que las xantofilas y carotenos son pigmentos que captan energía luminosa de longitudes de onda distinta a la que capta la clorofila y, por tanto, hacen la absorción más eficiente. La mayoría de los aceites esenciales aromáticos (mentol, geraniol, timol, etc.), pertenecen a este grupo.

Cuestión 2

Esta cuestión está resuelta en la prueba 22, tema de la opción B (Valencia).

Cuestión 3

Puedes encontrar la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 20 (Universidad de Santiago), opción B, cuestión 1.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, aplicación de la 2ª y 3ª leyes de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Herencia dominante.
- Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Las moscas dihíbridas de tipo común tendrán un fenotipo normal, cuerpo de color gris y alas de tamaño normal, y un genotipo e^+e , vg^+vg .

De acuerdo con la 2ª y 3ª leyes de Mendel, el resultado del cruzamiento de los dihíbridos de la generación F_1 , con dominancia para ambos caracteres, debe dar lugar a una F_2 con las siguientes proporciones fenotípicas: $9/16:3/16:3/16:1/16$.

Así pues, el número de individuos esperados de cada clase fenotípica se obtendrá multiplicando la proporción de cada clase por el número total de descendientes (por ejemplo, $9/16 \times 256 = 144$).

Genotipo	Fenotipo	Número esperado
$9/16 e^+ - vg^+ vg$	color gris, alas largas	144
$3/16 e^+ - vg vg$	color gris, alas cortas	48
$3/16 e e vg^+ -$	color ébano, alas largas	48
$1/16 e e vg vg$	color ébano, alas cortas	<u>16</u>
		256

(en donde - indica que puede estar presente uno cualquiera de los dos alelos del gen).

7

EXTREMADURA

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno elegirá uno de los dos repertorios siguientes.

Repertorio A

- 1 Composición química y funciones de las siguientes biomoléculas: glucógeno, quitina, queratina, aceite vegetal y celulosa.
- 2 Material genético bacteriano: cromosomas y plásmidos, estructura y características. ¿Son ambos imprescindibles para la vida de la célula? ¿Qué tipo de caracteres suelen ser codificados por los plásmidos?
- 3 La ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa es una enzima de gran importancia. Explica la reacción que cataliza, sus características, dónde tiene lugar dicha reacción y su importancia biológica.
- 4 Describir el proceso de traducción.
- 5 La respuesta inflamatoria ante la infección.

Repertorio B

- 1 Estructura, localización y función del ARNt en la síntesis de proteínas.
- 2 De las siguientes características, razone las que son propias de células animales, las que corresponden a células vegetales y las comunes a ambas: a) membrana plasmática, b) pared celular, c) cloroplastos, d) mitocondrias, e) centrosoma, f) vacuolas, g) inclusiones.
- 3 Definir qué son genes letales y dar algunos ejemplos. Supongamos que una mujer lleva en uno de sus cromosomas X un alelo letal recesivo: si se cruza con un hombre normal, ¿qué porcentaje de la descendencia, de cada sexo, sobrevivirá?
- 4 Ciclo de un fago lisogénico. Citar algún ejemplo y su importancia en la investigación biológica y en el intercambio de información genética.
- 5 Principales mecanismos evolutivos. Cite algunas pruebas que apoyen la evolución biológica.

Universidad de Extremadura. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Repertorio A

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a las características de algunas de las biomoléculas presentes en los seres vivos. Los compuestos citados pueden localizarse entre azúcares, lípidos y proteínas en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Polisacáridos: homopolisacáridos.
- Lípidos: triglicéridos.
- Proteínas fibrosas.

Resolviendo la cuestión

El glucógeno es un polisacárido formado por la unión, mediante enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$, de hasta 30 000 unidades de α -D-glucosa. Presenta ramificaciones laterales $\alpha(1 \rightarrow 6)$ cada 8 a 10 moléculas de glucosa por término medio. El glucógeno es el polisacárido de reserva energética en los animales, principalmente se encuentra en las células hepáticas y musculares.

La quitina es un polímero no ramificado del N-acetil-D-glucosamina, formada por medio de enlaces $\beta(1 \rightarrow 4)$, lo que le confiere características parecidas a la celulosa. Es la base del exoesqueleto de los artrópodos.

La queratina es una proteína filamentosa (escleroproteína) que desempeña funciones estructurales. Se encuentra en las células de la epidermis formando la capa córnea de la piel y también formando cabellos, uñas, cuernos, plumas, pezuñas, etc. En su composición figura una abundante proporción de aminoácidos azufrados, lo cual da lugar al típico olor cuando se quema.

El aceite vegetal es un triglicérido o grasa neutra que se encuentra en muchas células vegetales (especialmente en semillas y frutos). En su composición, además de glicerina, entran ácidos grasos insaturados (como el palmitoleico y el oleico). Por su relativo poco peso y gran capacidad de almacenamiento de energía (9,4 kcal/g) es el material ideal para constituir una reserva energética en organismos o elementos (como las semillas) que la precisan y deban ser desplazados.

La celulosa es un polisacárido formado por la unión de, entre 300 y 15 000, moléculas de β -D-glucosa mediante enlaces $\beta(1 \rightarrow 4)$, dando origen a cadenas lineales no ramificadas. Estas cadenas se unen entre sí, por medio de puentes de hidrógeno, para formar fibrillas las cuales, a su vez, se

unen para formar fibras de mayor grosor. La celulosa es el principal componente de las paredes celulares de las células vegetales y con ella se fabrica la pasta para hacer papel.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se pregunta las características de la molécula hereditaria de las bacterias y de los plásmidos.

Conceptos que debes recordar

- Biología de las bacterias.
- Plásmidos o episomas.

Resolviendo la cuestión

El material hereditario de las bacterias es ADN de doble cadena, con las mismas características que la de los organismos eucariotas. La molécula hereditaria, que puede ser circular o lineal, no está separada del citoplasma por ninguna membrana. Se encuentra en una zona de alta densidad: el nucleoide. El ADN bacteriano está asociado a proteínas no histónicas y normalmente hay una sola molécula por células.

Frecuentemente, en el interior de las bacterias se encuentran pequeñas moléculas de ADN de doble cadena circular, denominados plásmidos. Se pueden encontrar libres en el citoplasma, replicándose independientemente del cromosoma bacteriano, o integrarse en el cromosoma bacteriano por recombinación.

Los plásmidos son simbiontes que confieren a las bacterias ciertas características importantes gracias a los genes que llevan. Hay plásmidos que confieren sexualidad a las bacterias, como el llamado factor F, permitiendo que éstas transfieran una réplica de su cromosoma a otras bacterias mediante el fenómeno de la conjugación. Los plásmidos también pueden llevar genes que confieren a las bacterias resistencia frente a los antibióticos, o genes que producen sustancias tóxicas (colicinas) para otras bacterias.

Para que una bacteria se multiplique y realice sus funciones biológicas es imprescindible que tenga su cromosoma. Sin embargo, los plásmidos no son imprescindibles, y puede haber bacterias que no los posean.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencias a aspectos relacionados con la fase oscura de la fotosíntesis.

Conceptos que debes recordar

— Ciclo de Calvin-Benson.

Resolviendo la cuestión

La ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa es una enzima que cataliza la incorporación del CO_2 atmosférico a una molécula aceptora de 5C, la ribulosa 1,5 difosfato, en la primera reacción del ciclo de Calvin-Benson, en la fase oscura de la fotosíntesis del carbono.

El resultado de esta primera reacción es un compuesto de 6C muy inestable, que rápidamente se transforma en dos moléculas de 3C (ácido 3-fosfoglicérico). En las reacciones sucesivas, estas moléculas podrán ser utilizadas para iniciar la síntesis de compuestos orgánicos (azúcares, ácidos grasos, aminoácidos...) o serán utilizadas para regenerar la ribulosa que incorporará nuevas moléculas de CO_2 . Este ciclo tiene lugar en el estroma de los cloroplastos.

La ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa no es muy eficaz (sólo es capaz de transformar unas tres moléculas/seg, cuando se pueden encontrar enzimas que transforman 100 moléculas de sustrato/seg), por lo que es necesario un número muy elevado de moléculas de estas enzimas para poder realizar de manera adecuada su importante función. Así, se convierte en la proteína más abundante en la naturaleza.

La ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa tiene un comportamiento algo especial. Cuando la concentración de CO_2 en el interior de la hoja es baja (y, por contra, elevada la concentración de O_2), puede funcionar como oxidasa fijando O_2 (en lugar de CO_2) a la ribulosa para formar ácido fosfoglicólico y ácido 3-fosfoglicérico, quien, posteriormente, rinde glicolato. Este proceso que se conoce como fotorrespiración disminuye considerablemente el rendimiento de la fotosíntesis y su función es aún un enigma.

Un esquema del ciclo de Calvin-Benson y más información la puedes encontrar en la cuestión 4 de Las Palmas y en la opción B de Valencia.

Cuestión 4

Situando la cuestión

En esta cuestión se pregunta de qué manera la información concreta que porta el ADN se traduce en la síntesis de proteínas.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de traducción.
- Información y código genético.

Resolviendo la cuestión

Para la síntesis de una proteína se requiere que la información contenida en el ADN llegue a los ribosomas, que se encargarán de traducir esta información y unir los aminoácidos para formar la cadena polipeptídica.

Las moléculas de ADN, situadas en el interior del núcleo, no pueden, debido a su tamaño, salir al citoplasma y llevar la información a los ribosomas; por ello, es necesaria una etapa intermedia en la que la información del ADN sea copiada en moléculas más pequeñas que podrán salir al citoplasma y llevar el mensaje genético. Estas moléculas son ARNm (mensajero) y la copia del mensaje de los segmentos de ADN en forma de ARNm recibe el nombre de transcripción.

Posteriormente, el ARNm se unirá a los ribosomas que "traducirán", según el código genético, el mensaje (contenido en la secuencia de tripletes de bases nitrogenadas) en una secuencia de aminoácidos de la cadena polipeptídica:



Lo primero es la activación de los aminoácidos. Los aminoácidos son transportados hasta los ribosomas por un tipo especial de ARN llamado ARNt (de transferencia). Debe existir al menos un ARNt específico para cada uno de los 20 aminoácidos que forman parte de las proteínas. La característica especial que posee un ARNt para poder ser reconocido por su correspondiente aminoácido reside en un grupo de tres bases, llamado anticodón (por ejemplo, el ARNt que transporta al aminoácido metionina lleva en su anticodón el triplete UAC).

La unión específica entre el aminoácido y su correspondiente ARNt se hace en el extremo 3' del ARN gracias a la presencia de una enzima específica (aminoacil-ARNt-sintetasa) y requiere gasto de ATP.

El ARNt debe situarse, y con él el aminoácido transportado, en el lugar del ARNm donde localice un triplete de bases, llamado codón, complementario de su anticodón.

Las subunidades ribosómicas se encuentran separadas mientras no están interviniendo en la síntesis. Cuando una molécula de ARNm llega al citoplasma con su mensaje, una subunidad ribosómica pequeña reconoce el extremo 5' del ARNm (cabeza) y se une a la secuencia de bases que le sigue ("líder"). Recuerda que se llama "cabeza" a un nucleótido especial que se le añade al ARNm en el procesado (proceso que experimentan los ARN después de su transcripción y antes de pasar al citoplasma) y que la información contenida en la secuencia que le sigue, el líder, no debe ser traducida.

El primer triplete de bases después del líder es siempre el mismo en todos los ARNm (AUG) y se llama triplete de iniciación. Este triplete es reconocido por el ARNt (con el anticodón complementario UAC), específico del aminoácido metionina. Una vez unido este ARNt al mensajero se forma el complejo de iniciación. La metionina es siempre el primer aminoácido en cualquier cadena polipeptídica aunque posteriormente se elimina.

Sólo después de haberse formado el complejo de iniciación, se acopla la subunidad grande formando el ribosoma completo. Esta fase requiere aporte de energía (GTP) además de la presencia de los llamados factores de iniciación (FI).

El nuevo aminoácido se unirá a la metionina mediante un enlace peptídico. Esta unión es catalizada por una enzima situada en la subunidad grande del ribosoma, la peptidiltransferasa, expulsando al ARNt, ya libre de aminoácido, del ARNm. Esta fase supone también gasto energético (GTP) y requiere la presencia de un conjunto de moléculas llamadas factores de alargamiento (FA).

El proceso anterior se repite hasta que el ribosoma llega a un codón de los llamados "mudos", es decir, que no pueden ser traducidos por ningún aminoácido. Entonces se produce la terminación de la síntesis.

No existe un ARNt que posea anticodón complementario de un codón mudo, así que la terminación corre a cargo de los factores de terminación (FT) que ocupan el lugar del ribosoma donde deberá situarse el ARNt y desprenden la cadena polipeptídica. Entonces las subunidades ribosómicas se separan y la síntesis termina.

Atención: Recuerda que una característica de los ribosomas, cuando se encuentran fabricando proteínas, es que forman polisomas, es decir, aparecen en grupos de 5 a 20 dispuestos sobre un filamento de ARNm. Esto significa que un mismo ARNm es "traducido" a la vez por varios ribosomas. Cada uno de ellos lee el mensaje completo y fabrica una cadena polipeptídica completa.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La reacción inflamatoria es la primera respuesta del sistema defensivo inmunológico ante la infección.

Conceptos que debes recordar

- Células sanguíneas: leucocitos, micrófagos y macrófagos.
- Mediadores.

Resolviendo la cuestión

La reacción inflamatoria es la primera respuesta de los tejidos infectados frente a los microbios invasores causantes de la infección.

El diámetro de los vasos sanguíneos próximos a la zona infectada se hace mayor, aumentando, por tanto, el flujo sanguíneo. Ello se traduce en un enrojecimiento de la piel y un aumento de la temperatura en la zona. El aumento de flujo sanguíneo incrementa el número de células fagocitarias encargadas de destruir los gérmenes. En el núcleo de la infección puede formarse un acúmulo de restos celulares, bacterias y, sobre todo, leucocitos polinucleares que constituyen el pus.

La fiebre que acompaña en ocasiones al proceso infeccioso se debe a un aumento de la producción de calor por el organismo. Las células, en contacto con los microbios (macrófagos, leucocitos polinucleares y monocitos), liberan sustancias pirogénicas que, vía sanguínea, estimulan el centro regulador de la temperatura corporal, localizado en el hipotálamo. Éste eleva la temperatura del organismo a un nivel superior al normal, lo que favorece la movilidad de los leucocitos, al tiempo que dificulta el desarrollo de las bacterias, alejadas de su temperatura óptima de crecimiento.

Muchos de los cambios fisiológicos que tienen lugar en los órganos durante la infección, tales como la dilatación local de los vasos sanguíneos y el aumento de la permeabilidad de sus paredes, son debidos a la acción de ciertas hormonas tisulares denominadas "mediadores" como la histamina, la serotonina y las quininas.

Los mediadores son liberados por células o complejos celulares que actúan directamente sobre las células vecinas. Su rápida inactivación impide que ejerzan su acción sobre células efectoras alejadas.

Así, en respuesta a una herida o ante la presencia de microorganismos, los leucocitos basófilos y las células cebadas conjuntivas (mastocitos) secretan histamina, un derivado del aminoácido histidina, que ejerce las acciones descritas sobre los vasos sanguíneos próximos. La presencia de histamina en concentraciones elevadas estimula los receptores sensoriales del dolor, siendo responsable, junto a la serotonina y las quininas (otros mediadores), del dolor que se produce en una lesión tisular. La histamina también provoca la contracción de la musculatura lisa bronquial, lo que ocasiona dificultades respiratorias en algunos procesos alérgicos.

La serotonina, derivada del aminoácido triptófano, es liberada por destrucción de los trombocitos. Provoca la constricción vascular, lo que favorece la detención de la hemorragia al producirse una herida.

Las quininas son péptidos que se forman en el plasma a partir de una α -globulina. Colaboran en el proceso inflamatorio, aumentando la permeabilidad capilar.

Repertorio B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Los ARN transferentes son un tipo de ARN de estructura y función particular. Podrás localizar la cuestión en los temas del nivel molecular y genética molecular, referidos a los ácidos nucleicos y síntesis proteica.

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- Estructura del ácido ribonucleico. Tipos.
- La biosíntesis de proteínas.

Resolviendo la cuestión

Los distintos tipos de ARN participan en el proceso de expresión génica, es decir, la transcripción y traducción de la información genética en proteínas. En función de su estructura, localización y modo de actuación, los ARN pueden ser: ARN ribosómico, ARN mensajero y ARN de transferencia.

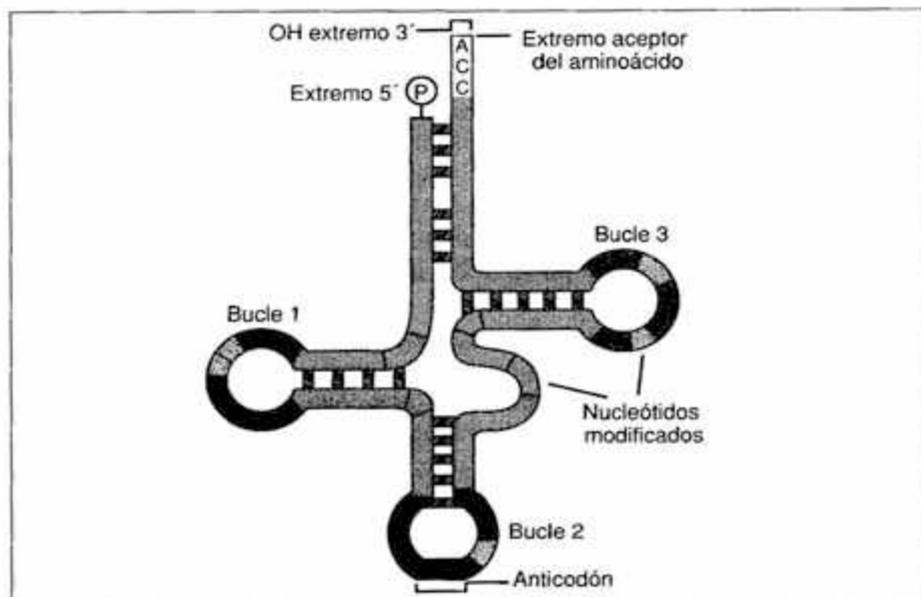
Composición y estructura de ARNt. Está formado por moléculas relativamente pequeñas que contienen entre 73 y 93 nucleótidos y que constituyen una única hebra o cadena. Esta cadena presenta zonas con doble hélice (estructura secundaria) producidas por el apareamiento de bases complementarias mediante enlaces de hidrógeno. Este hecho origina tres bucles o lazos y un brazo de longitud variable, lo que le confiere una forma bidimensional parecida a una hoja de trébol dispuesta tridimensionalmente, como una L invertida.

Además de las bases principales que forman parte de los ácidos ribonucleicos (adenina, guanina, citosina y uracilo), contienen en proporción cercana al 10 % otras bases secundarias.

Todos los ARNt tienen las siguientes particularidades:

- Presentar el extremo 5' fosforilado.
- Tener una tripleta de bases común a todos los ARNt (CCA) en el extremo 3', punto de unión con el aminoácido activado.
- Poseer, en uno de los bucles, una secuencia de bases que es reconocida por una de las enzimas que unen específicamente cada aminoácido con su ARNt.
- Tener, en otro bucle, una secuencia de tres bases, llamada anticodón, específica de cada ARNt.

Una representación esquemática de la estructura en "hoja de trébol" de un ARNt podría ser así:



Localización. Todos los ARN se forman en el núcleo a partir del ADN. Allí, los ARNt sufren procesos de maduración y seccionado, añadiéndoseles las bases CCA y adoptando su forma típica de L invertida. Finalizado este proceso pasan, a través de los poros nucleares, al citosol, donde desarrollarán su función.

Función. Participan de manera esencial en el proceso de síntesis de proteínas. Este proceso se denomina traducción y, para que tenga lugar, los aminoácidos se han de disponer en el orden exacto que define la secuencia de codones del ARNm, transcrita del ADN. Para ello se siguen los siguientes pasos:

- Cada aminoácido se une a un ARNt específico o a un grupo de ellos. Esta unión se realiza por medio de un enlace éster en el grupo hidroxilo del extremo terminal 3' del ARNt. Posteriormente, los aminoácidos son transportados al lugar de síntesis de proteínas en los ribosomas.
- Los ARNt, con su correspondiente aminoácido, se unen de manera específica, por medio del anticodón, con la correspondiente tripleta de bases del ARN mensajero que constituye el codón. Esto asegura su correcta colocación según la secuencia dictada por el ADN.
- Una vez se va formando la cadena polipeptídica, los ARNt quedan libres, alejándose de los ribosomas para, posteriormente, unirse en el citosol a sus aminoácidos específicos. De este modo pueden participar nuevamente en la síntesis de otras cadenas polipeptídicas.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el nivel celular y pide una comparación entre diferentes aspectos de la estructura de una célula animal y otra vegetal.

Conceptos que debes recordar

— Principales orgánulos y estructuras de la célula animal y vegetal.

Resolviendo la cuestión

- a) Membrana plasmática. Todas las células poseen una envoltura externa llamada membrana plasmática, cuya estructura, composición y función es similar en todas ellas.
- b) Pared celular. Sólo las células vegetales poseen pared celular cuyo componente esencial es la celulosa. Las células animales, aunque pueden poseer una matriz extracelular, ésta no se encuentra organizada formando una pared.
- c) Cloroplastos. Son exclusivos de las células vegetales, lo que les permite llevar a cabo la fotosíntesis.
- d) Mitocondrias. Son orgánulos encargados de la oxidación de los compuestos orgánicos y obtener la energía necesaria (ATP) para las funcio-

nes vitales, por lo tanto, se encuentran en todo tipo de células eucariotas, tanto animales como vegetales.

- e) Centrosoma. Es el centro organizador de microtúbulos más importante de la células animales en cuya parte central aparecen dos centriolos (diplosoma). Esta estructura no aparece en las células de los vegetales superiores.
- f) Vacuolas. En un sentido amplio podemos considerar que las vacuolas aparecen tanto en células vegetales como animales, aunque presentan aspecto y desarrollo diferentes. Las células vegetales suelen poseer grandes vacuolas cuya función principal es la de "almacén" y cuyo origen, estructura y función están estrechamente relacionados con el de los lisosomas de las células animales. De hecho a los lisosomas secundarios se les llama también vacuolas digestivas.
- g) Inclusiones. Reciben este nombre los acúmulos de sustancias que aparecen en el citoplasma celular y que no se presentan rodeados de membrana. Por ejemplo, hay inclusiones de glucógeno, grasas u otras sustancias no solubles en el citoplasma acuoso y pueden aparecer en cualquier tipo celular.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de definir el efecto de cierto tipo de genes y resolver una pequeña cuestión de herencia ligada al sexo.

Conceptos que debes recordar

- Alelo.
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

En primer lugar tienes que tener claro que un gen letal no es sino un gen normal que, como consecuencia de un suceso mutacional, ha dado lugar a un alelo letal. En segundo lugar, un alelo letal se podría definir, de manera restrictiva, como aquel que da lugar a la muerte del embrión, bien en heterocigosis con el alelo normal (alelo letal dominante), bien en homocigosis recesiva (alelo letal recesivo), por interrumpir una vía metabólica importante, o un proceso de desarrollo.

En la especie humana se conocen algunos ejemplos de genes letales, como la *Ichtyosis congenita*, un carácter recesivo que da lugar a piel agrietada y a la muerte del recién nacido; la *Idiocia amaurotica infantil*, carácter recesivo que provoca la degeneración del sistema nervioso, y la *Acondroplasia del ganado vacuno*, recesiva, que provoca el aborto a los pocos meses de gestación.

Si una mujer lleva en uno de sus cromosomas X un alelo letal recesivo, su genotipo se podría indicar por **XI X+**, siendo **XI** el cromosoma X por-

tador del alelo letal y X^+ el cromosoma X portador del alelo normal. El hombre normal tendría un genotipo X^+Y . El cruzamiento entre ambos individuos da lugar a:

		Hombre $X^+ Y$	
		X^+	Y
Mujer	Garretos	X^+	Y
	Xl	$X + Xl$	XlY
$Xl X^+$	X^+	$X+X^+$	$X+Y$

Es decir, todos los cigotos con genotipo femenino sobrevivirán, la mitad de los cuales serán homocigotos normales y la otra mitad heterocigotos. Asimismo, la mitad de los cigotos con genotipo masculino deberán morir debido a que en el cromosoma Y no hay alelo homólogo normal, y la otra mitad sobrevivir.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al ciclo de infección de un virus.

Conceptos que debes recordar

- Lisis y lisogenia.
- Mecanismos parasexuales.
- Ingeniería genética.

Resolviendo la cuestión

Se habla de lisogenia cuando, tras una infección vírica, no se produce la lisis inmediata de la bacteria infectada. Esto es debido a que existen virus que, tras inyectar su ácido nucleico en el interior de una célula bacteriana, lo integran en el ADN de ésta. A estos fagos integrados se les llama profagos y se replican conjuntamente con el ADN bacteriano. Tras un número más o menos grande de generaciones, en las que las bacterias hijas heredan junto con el ADN bacteriano el profago, éste puede liberarse espontáneamente, seguramente inducido por diversos factores y proseguir con su ciclo lítico reproduciéndose en el interior de la bacteria y lisándola.

La lisogenia tiene una importancia trascendental desde, al menos, dos puntos de vista:

- a) Importante para las propias bacterias, ya que permite que los virus actúen de transmisores de información genética entre dos bacterias. Si un virus se integra en el cromosoma de una bacteria (lisogenia) y posteriormente se libera e inicia un ciclo lítico, puede llevarse, con él, una pequeña porción de cromosoma bacteriano. Cuando infecte una nueva bacteria e inicie un nuevo ciclo lisogénico le habrá incorporado a ella y

a su descendencia nueva información genética. A este modo de transmisión horizontal de la información genética se le llama transducción y es un mecanismo parasexual, de gran importancia para aumentar la variabilidad genética en las bacterias.

b) Importante desde el punto de vista de la investigación en ingeniería genética. La posibilidad de incorporar al interior de la bacteria un fragmento de ADN de otra célula (en el caso que acabamos de comentar, el vector que hace el transporte de una célula a otra es un virus) y que éste se integre en el cromosoma del huésped y se replique e incluso se exprese, permite:

- Obtener muchas copias repetidas de un fragmento de ADN (clonar un gen), dado que las bacterias se reproducen a una gran velocidad.
- Si ese gen es capaz de expresarse estando integrado en el ADN del huésped, podremos "fabricar" una determinada proteína (la codificada por ese gen) en cantidades apreciables. En la actualidad ya se fabrican algunos productos humanos por este procedimiento. P.ej. la insulina o la hormona del crecimiento.

Cuestión 5

Situando la cuestión

En esta cuestión se pregunta cuáles son las pruebas que apoyan el hecho de la evolución y qué procesos biológicos son responsables de la evolución.

Conceptos que debes recordar

- Las ideas de Darwin sobre la evolución.

Resolviendo la cuestión

Charles Darwin (1809-1882) formuló una teoría completa para explicar el origen 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.

Sin embargo, hoy sabemos que los cambios adquiridos por un organismo a lo largo de su vida no se transmiten a la descendencia si no afectan al material genético, es decir, al ADN. Los cambios en el material genético se denominan mutaciones, suceden espontáneamente, al azar y con relativa frecuencia, dando lugar a modificaciones heredables en los individuos.

La mayoría de las mutaciones suponen modificaciones que afectan negativamente a sus poseedores y por tanto, son eliminadas por la selección natural. Sin embargo, otras suponen cambios triviales que no afectan al funcionamiento del organismo, siendo incorporadas al conjunto de genes de la especie. La recombinación genética (producida por los entrecruzamientos durante la gametogénesis) y el intercambio de genes producido mediante la reproducción sexual, dan lugar a la diversidad genética (variedad de individuos) de la especie, sobre los que podrá optar la selección natural.

Entre dos poblaciones aisladas reproductivamente, bien por barreras geográficas (mares, montañas, etc.), climáticas, etológicas (distinto comportamiento) o genéticas (mutaciones que afectan al número de cromosomas), no puede darse intercambio genético. Las mutaciones acumuladas y la consecuente selección natural, darán lugar a dos poblaciones distintas que, finalmente, darán origen a dos especies separadas.

La conclusión de que la aparición y diversificación de las especies es un proceso natural está basada científicamente en datos obtenidos por observación. Veamos cuáles son algunas de estas pruebas:

1. Pruebas anatómicas. La semejanza en la constitución de los órganos (órganos homólogos) en especies distintas son consecuencia de irradiaciones adaptativas: distintas poblaciones de una misma especie se adaptan a diferentes medios.
2. Pruebas taxonómicas. Podemos clasificar a los seres vivos por sus semejanzas anatómicas y agruparlos en distintas categorías taxonómicas (especie, género, familia, orden, clase y phylum) según sus características comunes. La representación gráfica de este sistema de clasificación tiene la forma del árbol evolutivo.
3. Pruebas embriológicas. La semejanza, en las primeras fases del desarrollo, entre los embriones de distintas especies y su diferenciación en las últimas fases es prueba de su ascendencia común.
4. Pruebas paleontológicas. Los fósiles intermedios (como el *Archaeopteryx*), que comparten características de dos grupos de organismos, aves y reptiles, y las series fósiles, como la del caballo, permiten reconstruir la historia evolutiva de una especie.
5. Pruebas bioquímicas. La semejanza en la composición química (como la secuencia de aminoácidos en proteínas semejantes) en distintos seres vivos es tanto mayor cuanto más próximos taxonómicamente se encuentren, lo que puede explicarse por su ascendencia común.
6. Pruebas genéticas. Las homologías entre los cromosomas (tamaño, posición del centrómero y bandas) en las especies próximas son consecuencia de su parentesco filogenético.

8



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 Función biológica de los glúcidos y de los lípidos.
- 2 Metabolismo celular: anabolismo y catabolismo.
- 3 Necesidad de coordinación funcional en los seres vivos: coordinación nerviosa y endocrina. Comparar ambos síntomas de coordinación.
- 4 Gametos. Función de los gametos en los animales.

Opción B

- 1 Mecanismos de la herencia. Base molecular de la herencia, herencia y cromosomas.
- 2 Herencia dominante e intermedia. Concepto de genotipo y fenotipo.
- 3 Genética mendeliana: leyes de Mendel.
- 4 Dos plantas de dondiego son homocigotas para el color de sus flores. Una de ellas es de flores de color blanco marfil y la otra de flores rojas. Se pide: genotipos y fenotipos de los dondiegos nacidos del cruce de ambas plantas, sabiendo que a) B es el gen del color blanco marfil, b) R es el gen del color rojo, y c) los genes B y R son equipotentes (herencia intermedia).

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes localizar las funciones de los glúcidos y de los lípidos en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

— Los azúcares y lípidos: concepto, propiedades y funciones biológicas.

Resolviendo la cuestión

1. Funciones de los glúcidos o azúcares. Las principales funciones que realizan los glúcidos o azúcares en las células son:
 - A. Energéticas. Constituyen el material energético de uso inmediato para los seres vivos, siendo la glucosa el azúcar más utilizado para este fin. Su oxidación libera energía que nos permite la realización de los procesos vitales.
 - B. De reserva. Actúan como material de reserva energética, como ocurre con el almidón (vegetales) y el glucógeno (animales). Cuando las células lo necesitan, movilizan estas reservas, liberando moléculas de glucosa.
 - C. Estructurales. Algunos azúcares forman parte esencial de las paredes celulares de los vegetales (celulosa, pectina, hemicelulosa); de las paredes bacterianas (peptidoglicanos); del exoesqueleto de artrópodos y caparazones de crustáceos (quitina); de los ácidos nucleicos (ribosa y desoxirribosa).
2. Funciones de los lípidos. Las funciones generales que desempeñan los lípidos son:
 - 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.

- 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 pániculo 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

Esta pregunta la encontrarás contestada en la prueba 23, opción 1, Tema (Valladolid).

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al objeto de las funciones de coordinación.

Conceptos que debes recordar

- Coordinación de funciones.
- Coordinación nerviosa y hormonal.
- Mecanismos de coordinación.

Resolviendo la cuestión

La vida de un organismo es un conjunto de procesos físico-químicos exquisitamente controlados por mecanismos que aseguran el funcionamiento coordinado de sus partes constituyentes.

Los organismos pluricelulares necesitan sistemas que coordinen las actividades vitales de sus células componentes. Al aumentar la complejidad del organismo y la especialización de sus órganos, debe aumentar la precisión y la eficacia requeridas a los sistemas de control y comunicación para asegurar el funcionamiento del organismo como un todo.

La regulación de las actividades que sirven de respuesta a los cambios del medio, tanto externo como interno, la realizan los sistemas de coordinación e integración de funciones: el hormonal y el nervioso.

Los organismos inferiores y las plantas tan sólo poseen un sistema de coordinación hormonal, que utiliza mensajeros químicos (hormonas) para transmitir las órdenes. Es éste un mecanismo de coordinación relativamente lento y poco específico.

Consecuencia de su nutrición heterótrofa, los animales necesitan realizar movimientos para hallar y/o capturar el escaso alimento orgánico del medio. En particular los animales superiores, están dotados de un sistema locomotor (esquelético y muscular) que les permite realizar movimientos rápidos que precisan la colaboración y sincronización de un gran número de músculos (y células musculares) simultáneamente. Por ello han desarrollado evolutivamente un sistema de coordinación altamente rápido y eficaz como es el sistema nervioso que utiliza impulsos nerviosos más rápidos y específicos que los mensajes químicos.

En el siguiente cuadro comparativo se indican las características y diferencias de ambos sistemas de coordinación:

Coordinación endocrina	Coordinación nerviosa
Utiliza mensajeros químicos, hormonas, elaboradas en células especializadas, aisladas o agrupadas en glándulas.	Utiliza impulsos nerviosos, de naturaleza electroquímica, elaborados en centros nerviosos.
El transporte de hormonas se realiza bien directamente de célula a célula o a través del sistema vascular (plantas) o circulatorio (animales).	Los impulsos nerviosos se propagan a través de las fibras nerviosas (prolongaciones de las neuronas).
Su acción se ejerce sobre células "diana" localizadas en diversos lugares del organismo y programadas para responder de diferente manera ante el estímulo hormonal.	Su acción se ejerce solamente sobre aquellos órganos a los que se dirige el impulso a través de las fibras nerviosas que lo inervan.
La acción hormonal es, pues, general sobre el conjunto del organismo provocando diversas respuestas en las diferentes células "diana".	Su acción es específica, provocando siempre la misma respuesta en los órganos que reciben el impulso nervioso.
Por lo general, la acción hormonal es lenta, pero se ejerce durante el período de tiempo más o menos largo.	La acción nerviosa, propagación y respuesta, es rápida, cesando la respuesta inmediatamente que desaparece el impulso.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a un tipo particular de células reproductoras que se forman en la reproducción sexual.

Conceptos que debes recordar

- Objeto de la reproducción sexual.
- Isogamia y anisogamia.

Resolviendo la cuestión

El objeto de la reproducción sexual es formar descendientes con mezcla de caracteres que procedan de dos progenitores. Ello supone una serie de procesos más o menos complicados, consistentes en:

1. Formación de unas células reproductoras denominadas gametos.
2. La unión (fecundación) de los gametos y la fusión de sus núcleos (cariogamia), para formar la célula huevo o cigoto.
3. Desarrollo del cigoto, de acuerdo con las nuevas instrucciones genéticas, dando lugar a un individuo adulto que poseerá, por tanto, caracteres de ambos progenitores.

En la reproducción isogámica o isogamia, que se da en muchos protistas, los dos gametos son estructuralmente iguales.

En la reproducción anisogámica o anisogamia, que presentan otros protistas y vegetales, se aprecian dos tipos de gametos de tamaño diferente.

Un tipo especial de anisogamia es la oogamia, que se da en muchos vegetales y en la mayor parte de animales. En este caso un gameto es inmóvil y de gran tamaño y se denomina óvulo en los animales y oosfera en los vegetales. El otro gameto es móvil y pequeño y se le denomina espermatozoide en los animales y anterozoide en los vegetales.

Los gametos son, pues, el vehículo de transporte de la información genética de los progenitores y cuyo destino será fusionarse para formar la célula huevo.

En los animales el espermatozoide se desplaza mediante un flagelo hacia el óvulo inmóvil. Este último está provisto de sustancias nutritivas (vitelo) que servirán de alimento al embrión durante su proceso de desarrollo.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Todas las cuestiones de esta opción hacen referencia a las principales teorías que constituyen el fundamento de la genética: genética molecular, teoría cromosómica y leyes de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Hipótesis de Watson y Crick.
- Experiencias de Morgan.
- Teoría cromosómica.

Resolviendo la cuestión

1. La base molecular de la herencia.

Aunque el descubrimiento de los mecanismos básicos de la herencia tuvo lugar en el siglo pasado con los trabajos de Mendel, la base molecular de la herencia no comenzó a vislumbrarse hasta el trabajo de

Avery, en 1944. Con sus experiencias demostró que la molécula química portadora de la información hereditaria era el ADN.

Para sus investigaciones utilizó dos cepas diferentes de la bacteria *Streptococcus pneumoniae*. Una de las cepas, virulenta (provoca la neumonía), se caracteriza por poseer una gruesa cápsula polisacárida que le da un aspecto liso (tipo S). La otra cepa, no virulenta, carece de cápsula y presenta un aspecto rugoso (tipo R).

Avery obtuvo ADN purificado de bacterias S y lo añadió al medio donde se cultivaban bacterias R. De este modo, consiguió la transformación bacteriana, es decir, las bacterias de tipo R (no virulentas) se transformaban en bacterias S (virulentas). Puesto que lo único perteneciente a las bacterias S que se había puesto en el medio era el ADN, estaba claro que éste era el portador de la información genética.

A partir de este momento se fueron acumulando conocimientos sobre la composición y estructura del ADN, que culminaron con el modelo de la doble hélice propuesto por Watson y Crick en 1953. En la cuestión 2 de la Universidad de Málaga puedes encontrar las características de este modelo.

2. Herencia y cromosomas.

La relación entre herencia y cromosomas se comenzó a vislumbrar a principios de siglo, antes de que se hubiera identificado a la molécula portadora de herencia.

Inmediatamente después del redescubrimiento de las leyes de Mendel, Sutton y Boveri propusieron que las unidades de la herencia, los genes, se encontraban en los cromosomas. Esta hipótesis se apoyaba en el paralelismo observado entre los mecanismos citológicos que afectan a los cromosomas (mitosis y meiosis) y los conceptos mendelianos de segregación de los alelos de un gen y transmisión independiente de los genes.

La demostración de esta hipótesis dio lugar a la teoría cromosómica de la herencia, propuesta por el zoólogo norteamericano T. H. Morgan y sus colaboradores. Entre éstos destacan: Bridges (sobre la herencia ligada al sexo) y Sturtevant (sobre la teoría del ligamiento genético y la construcción de mapas cromosómicos).

Más información sobre la teoría cromosómica puedes encontrarla en la cuestión 3 de la Universidad de Navarra.

Cuestión 2

Conceptos que debes recordar

- Dotación cromosómica de la célula.
- Relaciones entre alelos.
- Genotipo y fenotipo.

Resolviendo la cuestión

En las especies diploides, la dotación cromosómica de las células está constituida por dos guarniciones cromosómicas ($2n$ cromosomas), es de-

cir, dos series de cromosomas, una serie (n cromosomas) es de procedencia paterna y la otra materna. Cada cromosoma tiene un homólogo y ambos homólogos poseen los mismos genes. Esto quiere decir que, en las especies diploides, cada carácter viene determinado por una pareja de genes (par de alelos). Puede ocurrir que:

1. Ambos genes del par sean iguales (den la misma manifestación), se dice entonces que el individuo es homocigótico respecto a ese carácter.
2. Que los dos genes sean distintos (den diferente manifestación), se dice que el individuo es heterocigótico o híbrido respecto a ese carácter.

Los alelos de un gen pueden presentar, entre otras, las relaciones de dominancia, recesividad y herencia intermedia. En los híbridos, si la pareja está constituida por un alelo dominante y otro recesivo, sólo se manifiesta el dominante (herencia dominante); mientras que si los dos alelos presentan herencia intermedia, se manifestará un carácter intermedio entre el de los dos padres (herencia intermedia).

Un ejemplo lo encontrarás en el problema de la cuestión 4.

Cuestión 3

Esta cuestión está resuelta en la prueba de la Universidad de Navarra, cuestión 3.

Cuestión 4

Conceptos que debes recordar

- Herencia intermedia.
- 1ª ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Si, como se indica en el enunciado, el carácter color de la flor depende de un gen con alelos que presentan herencia intermedia, podríamos utilizar la siguiente notación:

Fenotipo		Genotipo	
Flor roja		RR	
Flor blanco marfil		BB	
Padres			
Fenotipo	Flor roja	×	Flor blanco marfil
Genotipo	RR		BB
Gametos	R		B
F_1			
Genotipo		RB	
Fenotipo		Flor rosa	

Los heterocigotos descendientes tendrán un genotipo RB y, debido a la codominancia de los alelos, presentarán un fenotipo intermedio con flores de color rosa.

9

LA LAGUNA

ACLARACIONES PREVIAS

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

Bloque 1

- 1 La información genética almacenada en el DNA incluye un código para la estructura primaria de cada proteína. ¿De qué dependen las importantes estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas?
- 2 Estructura y función de las membranas celulares.
- 3 Compare la estructura y el funcionamiento de un cloroplasto y una mitocondria. Puedes ayudarte de un esquema.
- 4 ¿Necesitan las células vegetales disponer de enzimas digestivas? Razone la respuesta.
- 5 Es falsa o verdadera esta afirmación: en general la reproducción sexual va encaminada a mantener un número similar de machos y hembras, así como controlar el número de individuos de cada especie. Razone la respuesta.
- 6 ¿Sería posible la síntesis abiótica de moléculas orgánicas complejas en las condiciones actuales de la Tierra?
- 7 Un conejo de piel manchada (S) es dominante sobre la piel de color uniforme (s), el negro (B) es dominante sobre el pardo (b). Un conejo manchado pardo se cruza con un ejemplar negro uniforme; todos los descendientes son negros manchados.
¿Cuáles son los genotipos de los padres? ¿Cuál sería el aspecto de la F2 si dos de estos animales se cruzan entre sí?

Bloque 2

- 1 Concepto de monosacárido, péptido y fosfolípido. Interés biológico de estas moléculas.
- 2 Definición de enzima. Cita 5 ejemplos de enzimas indicando el tipo de reacción que catalizan.

- 3 Es falsa o verdadera esta propuesta: la membrana plasmática es una estructura rígida que impide el movimiento celular gracias a las proteínas que la integran. Razona la respuesta.
- 4 Nutrición en procariontes.
- 5 Las plantas tienen cantidades de grasa muy inferiores a las de los animales, ¿a qué se debe este hecho?
- 6 Define: cromosoma, cromátida, cromosoma homólogo y cariotipo.
- 7 ¿Qué quiere decir que un individuo está inmunizado contra la polio? ¿Cómo pudo adquirir dicha inmunidad? Razone la respuesta.

Universidad de La Laguna. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Bloque 1

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

— Estructura de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

Las proteínas poseen una configuración espacial característica que les permite realizar sus funciones. A pesar de las, teóricamente, múltiples posibilidades de plegamiento de una proteína, la mayoría se pliegan adoptando una única estructura tridimensional. La misma responde a cuatro niveles posibles de plegamiento, cada uno de los cuales se construye a partir del nivel anterior.

A medida que se van uniendo aminoácidos para formar una proteína en los polisomas, las cadenas polipeptídicas se van plegando hasta lograr la configuración más estable (estructura secundaria). La configuración es-

pacial definitiva (estructura terciaria) que adoptan las diferentes regiones de las proteínas aparece como consecuencia de las interacciones entre distintos puntos de la proteína. Muchas proteínas de gran tamaño se forman por la asociación de varias cadenas polipeptídicas (estructura cuaternaria). Todos estos niveles de plegamiento dependen de la estructura primaria codificada por el ADN, es decir, del número, el tipo y la secuencia de sus aminoácidos.

La desnaturalización y posterior renaturalización de las proteínas es una prueba de que la estructura definitiva depende de la estructura primaria. Puedes encontrar el concepto de desnaturalización en la cuestión 1 de la Universidad de Las Palmas.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de "membrana unitaria".
- Componentes químicos que forman las membranas celulares.
- Hipótesis de Singer-Nicholson.

Resolviendo la cuestión

Estructura de la membrana:

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.

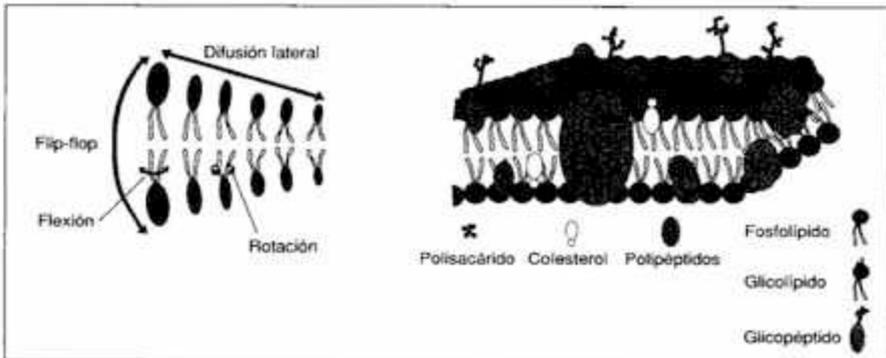
La disposición en bicapa de los lípidos se debe al carácter bipolar que poseen estos constituyentes de la membrana (fosfolípidos, colesterol, glicolípidos, etc.). En un medio acuoso, estos lípidos se disponen enfrentando sus partes apolares hidrófobas. En cambio, sus cabezas polares hidrófilas se disponen en contacto con el medio acuoso, intra y extracelular.

La situación de las proteínas (integrales o periféricas) en la membrana la determina su afinidad por el agua o los lípidos. Los azúcares (oligosacáridos), asociados a proteínas o lípidos, se sitúan en la cara extracelular de la membrana formando el glicocáliz.

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

1. Los lípidos y proteínas integrales que forman la membrana constituyen un mosaico molecular.
2. Los lípidos y proteínas pueden desplazarse en el plano de la bicapa lipídica. Las membranas son fluidas.

3. Las membranas son asimétricas en cuanto a la disposición de sus componentes moleculares.



Modelo de membrana en mosaico fluido.

El resto del sistema de membranas que aparecen en la célula eucariótica poseen una estructura similar aunque con variaciones en la proporción en que se encuentran los diferentes componentes, proteínas y lípidos. Esta similitud en composición, estructura y función de las membranas celulares, así como el hecho de que las membranas de algunas estructuras (membrana plasmática, retículo endoplásmico y aparato de Golgi) estén interconectadas, ha hecho surgir el concepto de membrana unitaria.

Función de la membrana:

La principal función es servir como frontera de separación entre dos medios. Esto permite no sólo la separación del interior de la célula con respecto al medio externo, sino la formación de compartimentos en el interior de la célula eucariótica, lo que facilita el que ocurran, de manera simultánea, pero sin mezclarse, una gran diversidad de reacciones químicas en sus diferentes orgánulos.

Esta separación que permiten las membranas no significa, ni mucho menos, aislamiento. Su propia naturaleza (bicapa lipídica) determina el tipo de sustancias que pueden atravesarla o no, pero además, las proteínas que la forman, pueden intervenir de manera activa facilitando o impidiendo el transporte de esas sustancias.

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

- Recibe la información que llega del medio, gracias a la existencia de: a) receptores específicos de neurotransmisores y de hormonas, y b) el potencial de membrana responsable de la sensibilidad celular.
- 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 (aumento de la superficie de intercambio), desmosomas (zonas de unión con otras células), etc.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el nivel celular.

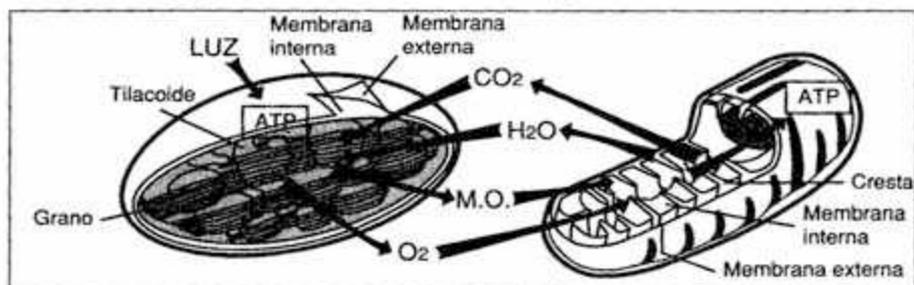
Conceptos que debes recordar

- Estructura y función de cloroplastos.
- Estructura y función de mitocondrias.

Resolviendo la cuestión

Una descripción detallada y esquemas de la estructura y función de los cloroplastos puedes encontrarla en la prueba de Valencia (tema de la opción B) y de las mitocondrias en la prueba de Cádiz (tema 2). Aquí nos limitaremos a resaltar aquellas semejanzas y diferencias que nos parecen más relevantes.

- Los cloroplastos son exclusivos de las células vegetales, mientras que las mitocondrias aparecen en todas las células eucariotas.
- En cuanto a su estructura, las mitocondrias poseen dos tipos de membranas, interna con crestas y externa, que delimitan dos espacios en su interior: la matriz y el espacio intermembranas. El cloroplasto posee tres tipos de membrana: interna, externa y membrana tilacoidal, que delimitan tres espacios: el espacio intermembrana, el estroma y el espacio intratilacoidal. Por otra parte, en ambos casos aparecen en su interior moléculas de ADN y ribosomas, lo que presupone un origen bacteriano (aunque diferente) de ambos orgánulos.
- En cuanto a su función, aunque en ambos casos se trata de "máquinas energéticas" que obtienen formas de energía utilizable por las células (ATP), la fuente que utiliza el cloroplasto (fotosíntesis) es la energía solar y las mitocondrias la energía de oxidación de sustratos orgánicos (respiración celular).
- El principal objeto y función del cloroplasto es la fotosíntesis de compuestos orgánicos (M.O.) a partir de compuestos inorgánicos utilizando el ATP obtenido en este proceso (fase luminosa). La fuente del poder reductor (H^+) es el agua, la cual se disocia y, en consecuencia, se desprende O_2 . Por el contrario, el objeto y función de la mitocondria es la respiración aerobia, es decir, la oxidación total de compuestos orgánicos para liberar energía y formar ATP. El último aceptor de H^+ en estas oxidaciones es el O_2 y, en consecuencia, se forma H_2O .



Atención. Es importante destacar que, a pesar de esta diferencia, mitocondrias y cloroplastos presentan un mismo modelo de organización y utilizan el mismo mecanismo para fabricar ATP. Nos estamos refiriendo a la quimiósmosis.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la fisiología celular.

Conceptos que debes recordar

- Enzimas digestivas.
- Lisosomas.
- Concepto de digestión intra y extracelular.

Resolviendo la cuestión

En primer lugar habría que definir lo que se entiende por enzimas digestivas: aquellas que degradan las moléculas orgánicas complejas para permitir su paso al hialoplasma a través de la membrana y, así, incorporarse al metabolismo celular. Las enzimas digestivas se encuentran en el interior de *lisosomas* (provistos de membrana para evitar la autólisis celular) y ejercen su acción fuera de la célula (digestión extracelular) o bien en el interior de ésta (digestión intracelular).

En este sentido, las células vegetales fotosintéticas no realizan digestión, puesto que ellas mismas fabrican moléculas orgánicas (alimento) a partir de moléculas inorgánicas sencillas que no precisan procesos digestivos para su incorporación. La digestión es un proceso más típico de las células animales que tienen que alimentarse de materia orgánica compleja ya elaborada a la que digieren, hidrolizándola en sus vacuolas digestivas o en el exterior, para poder incorporarla y ser utilizada.

Sin embargo, hay células vegetales, como las que se encuentran en las semillas, que en el momento de la germinación deben movilizar las reservas que tienen acumuladas y esto supone la hidrólisis enzimática (digestión) de esas reservas (esa es la función de los granos de aleurona).

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al objeto de la reproducción sexual.

Conceptos que debes recordar

- Significado biológico de la reproducción sexual.

Resolviendo la cuestión

La afirmación es falsa.

Si bien es cierto que en la reproducción sexual la probabilidad de que los nuevos individuos nacidos sean machos o hembras es la misma (50 %) y, por tanto, el número de machos y hembras en una población normal debe ser similar, no es ese el objeto de la reproducción sexual. Como tampoco lo es el controlar el número de individuos, este control lo ejerce el medio ambiente (la selección natural) a través de una serie de factores abióticos y bióticos: cantidad de agua y/o alimento, presencia de depredadores, etc.

El verdadero objeto de la reproducción sexual es formar descendientes con mezcla de caracteres de dos progenitores. La sexualidad es una fuente de *variabilidad genética*, ya que en los descendientes se producen diversas combinaciones genéticas, que dan como resultado una rica variedad de individuos sobre los que podrá optar la naturaleza; según las condiciones ambientales, la selección natural podrá escoger, de entre diversos individuos, aquellos que mejor se adapten al medio.

Cuestión 6

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

En las condiciones actuales de nuestro planeta no sería posible que 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.

De acuerdo con las relaciones de dominancia entre los alelos de cada gen, reunamos las clases que presentan igual fenotipo, y tendremos:

9/16	S- B-	manchado negro
3/16	S- bb	manchado pardo
3/16	ss B-	uniforme negro
1/16	ss bb	uniforme pardo

que es el resultado de 1 F₂ de un dihibridismo.

Bloque 2

Cuestión 1

Situando la cuestión

Estas biomoléculas forman parte de los constituyentes moleculares de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación y funciones de azúcares y lípidos.
- Composición y estructura de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

Monosacáridos. 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_nH_{2n}O_n.

Pueden tener entre 3 y 7 átomos de carbono por molécula. La presencia del grupo carbonílico (aldehído o cetona) les confiere carácter reductor. Los más importantes desde el punto de vista biológico son: la glucosa, que es la fuente de energía más utilizada por las células; la ribosa, componente de los ácidos nucleicos, el gliceraldehído, metabolito en importantes rutas metabólicas, etc.

Péptidos. Son polímeros de moléculas de α-aminoácidos, es decir, cadenas de aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo carboxilo del siguiente, liberándose una molécula de agua. Podemos distinguir entre oligopéptidos, formados por menos de 12 aminoácidos, y polipéptidos, con un número comprendido entre 12 y 100. Aunque la mayoría de los péptidos se encuentran integrados en proteínas, algunos se encuentran libres y realizan funciones importantes. Es el caso de las hormonas insulina y oxitocina.

Fosfolípidos. La definición de fosfolípidos y su importancia la hallarás en la solución a la prueba de la Universidad de Córdoba, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión dentro del nivel molecular al estudiar las proteínas y sus características.

Conceptos que debes recordar

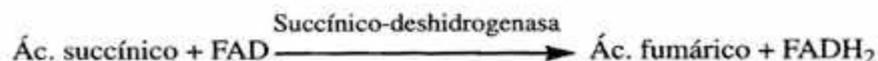
— Concepto de enzima. Mecanismo de acción. Clasificación.

Resolviendo la cuestión

Las enzimas son un tipo de proteínas que realizan funciones catalíticas, es decir, regulan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Posibilitan y aceleran las reacciones uniéndose de forma selectiva al sustrato sobre el que actúan induciéndole cambios que disminuyen su energía de activación. Intervienen en concentraciones muy bajas y no sufren alteraciones en el transcurso de la reacción. Pueden estar formadas por cadenas polipeptídicas exclusivamente o contener, además, otro compuesto no proteico, el cofactor.

Ejemplos:

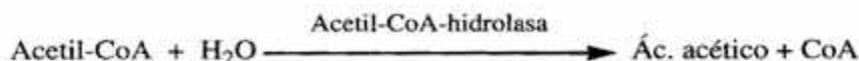
- 1) Enzimas que intervienen en reacciones de transferencia de electrones en las que un compuesto los gana (se reduce), a costa de otro compuesto que los pierde (se oxida); ej.: succínico-deshidrogenasa:



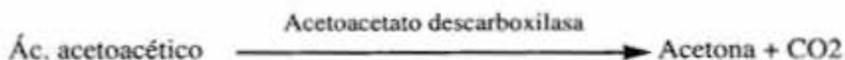
- 2) Enzimas que catalizan la transferencia de grupos funcionales (distintos del hidrógeno) o fosfato de un sustrato a otro; ej.: glucosa-6-fosfo-transferasa:



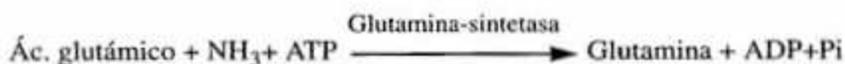
- 3) Enzimas que catalizan reacciones de hidrólisis introduciendo grupos H y OH⁻; ej.: acetil-CoA-hidrolasa.



- 4) Enzimas que catalizan reacciones de rotura o soldadura de sustratos, sin que intervenga el agua; ej.: acetocetato descarboxilasa.



- 5) Enzimas que catalizan la síntesis de nuevas moléculas utilizando la energía desprendida por la hidrólisis del ATP. ej.: glutamina-sintetasa.



Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Ultraestructura de la membrana plasmática.
- Concepto de membrana "fluida".

Resolviendo la cuestión

La propuesta es falsa.

La membrana no es una estructura rígida y por lo tanto permite el movimiento celular. Esto se puede comprobar en multitud de ejemplos como los glóbulos blancos, las amebas, las células musculares, etc. Además, la membrana no sólo permite el movimiento celular, sino que sus propios componentes, tanto lípidos como proteínas, pueden desplazarse dentro de la propia membrana, por lo que se dice que la membrana es fluida. Si necesitas más información sobre la estructura en mosaico fluido de la membrana, puedes revisar la cuestión 2 del bloque 1 de esta misma prueba.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La pregunta hace referencia a las modalidades de obtención del alimento en los organismos procarióticos.

Conceptos que debes recordar

- Organismos procarióticos.
- Nutrición autótrofa y heterótrofa.

Resolviendo la cuestión

Los distintos organismos procarióticos (bacterias y cianobacterias) obtienen su alimento de muy diferente manera. Así, existen procariotas de nutrición autótrofa y procariotas de nutrición heterótrofa, y en cualquiera de las modalidades, dentro de estos dos tipos de nutrición, se pueden encontrar representantes procarióticos. Veamos:

La mayor parte de las bacterias son heterótrofas y deben tomar el alimento orgánico sintetizado por otros organismos. La obtención del alimento la hacen por diversos caminos.

- Las bacterias de vida libre suelen ser saprobiontes; obtienen el alimento de la materia orgánica muerta y son responsables de su descomposición.
- Muchas viven en estrecha relación con otros organismos de los que obtienen el alimento. De ellas, la mayoría son comensales y no causan daños ni aportan beneficios a su huésped; algunas son parásitas (producen enfermedades) y otras son simbiotes.

Otros organismos procarióticos son autótrofos y utilizan compuestos inorgánicos para su nutrición:

- Las bacterias sulfurosas verdes y púrpuras y las cianobacterias son autótrofas fotosintéticas. Ambas, bacterias del azufre y cianobacterias, utilizan CO_2 como fuente de carbono y energía luminosa para sintetizar materia orgánica. Las cianobacterias utilizan el H_2O como fuente de H^+ , por lo que desprenden O_2 . Las bacterias sulfurosas verdes y púrpuras no utilizan agua para la fotosíntesis, sino otros compuestos, como el H_2S , y no producen oxígeno. Al poseer pigmentos que absorben luz casi infrarroja, pueden realizar la fotosíntesis prácticamente sin luz visible.
- Las bacterias autótrofas quimiosintéticas, a diferencia de las fotosintéticas, utilizan la energía que desprenden ciertos compuestos inorgánicos al oxidarse para fijar el CO_2 y producir materia orgánica.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión requiere relacionar el papel que desempeñan las grasas y las particularidades referidas a la nutrición, fisiología y biología que diferencian a los animales y vegetales.

Conceptos que debes recordar

- Función de las grasas.
- Nutrición autótrofa y heterótrofa.

Resolviendo la cuestión

El rasgo más significativo que diferencia a los animales de los vegetales es su tipo de nutrición. Los vegetales son autótrofos, es decir, elaboran fotosintéticamente su propio alimento a partir de compuestos inorgánicos (CO_2 , agua y sales minerales) muy abundantes en el medio. En cambio, los animales son heterótrofos, deben tomar materia orgánica ya elaborada mucho más escasa que la materia inorgánica de la que se nutren los vegetales.

Esta característica obliga a los animales a realizar movimientos o desplazarse para la búsqueda y captura de su alimento, y a almacenar en la mayor medida posible la materia orgánica capturada como reserva energética.

Las grasas pueden desempeñar mejor que cualquier otro tipo de moléculas esta función de reserva energética: almacenan más del doble de energía por unidad de masa, concretamente más del doble que los azúcares (9,4 kcal/mol frente a 4,1 kcal/mol) y no necesitan agua para su almacenamiento. Teniendo en cuenta que los animales deben desplazarse con su carga de reservas, almacenar energía en forma de grasa supone un ahorro energético considerable.

Los vegetales no presentan este inconveniente. Salvo en condiciones ambientales extremas, pueden encontrar sus nutrientes sin necesidad de desplazarse y por ello almacenan la energía, en mayor medida, en forma de azúcares (almidón), más fáciles de formar y utilizar que las grasas.

Cuestión 6

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Núcleo celular.
- Mitosis.

Resolviendo la cuestión

Cromosoma. Es una estructura filamentosa, que se tiñe fuertemente con colorantes básicos y se observa al microscopio óptico durante los procesos de división celular en el núcleo. Es el resultado de la espiralización de la fibra de cromatina unidad (consistente en una molécula de ADN unida a histonas que forman los nucleosomas). Suele tener un tamaño entre 2 y 30 micras, una constricción primaria, en la que se encuentra el centrómero, y constricciones secundarias. A lo largo del cromosoma se aprecia un filamento arrollado en espiral, el cromonema, y unos abultamientos denominados cromómeros. La tinción con colorantes básicos permite distinguir zonas eucromáticas, que se tiñen fuertemente, y zonas heterocromáticas, que se tiñen menos.

Cromosoma homólogo. En la reproducción sexual un individuo se forma a partir de un cigoto resultante de la fusión de dos gametos, un óvulo y un espermatozoide. Cada gameto lleva una dotación haploide de cromosomas, es decir, una serie de cromosomas formada con un representante de cada uno de los tipos de cromosomas que tiene la especie. Así pues, en las especies diploides, un individuo recibirá dos series de cromosomas, una de cada padre y, por tanto, cada cromosoma de una serie tiene un homólogo en la otra serie.

Cromátida. Cualquiera de los dos filamentos que constituyen un cromosoma antes de la anafase. Pueden ser hermanas, si nos referimos a las cromátidas de un mismo cromosoma, u homólogas, si nos referimos a cromátidas pertenecientes a dos cromosomas homólogos.

Cromátida hermana. Cada cromosoma está constituido por dos cromátidas, unidas por el centrómero. Estas son copias idénticas, resultantes de la replicación del ADN durante la interfase. En la anafase de la mitosis cada una de las cromátidas, al separarse, se constituyen en cromosomas hijos.

Cariotipo. Constitución cromosómica de un individuo. Es el conjunto de cromosomas que tiene una especie.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a un caso en particular del fenómeno inmunitario: la adquisición de inmunidad.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de inmunidad.
- La respuesta inmunizante celular.

Resolviendo la cuestión

Que un individuo esté inmunizado contra la polio quiere decir que es resistente a los antígenos de esa enfermedad y por lo tanto, no la sufrirá o volverá a padecerla.

La inmunidad pudo adquirirla de forma natural, al superar la infección, o bien artificialmente al vacunarse contra la polio.

En ambos casos, los antígenos, el virus de la polio, en el primero, o sus antígenos atenuados, en el segundo, desencadenaron la respuesta inmunizante celular del individuo. Se formaron linfocitos B (elaboradores de anticuerpos) y linfocitos T (citotóxicos) "con memoria", que al persistir en el organismo del individuo le han conferido la inmunidad permanente contra la polio.

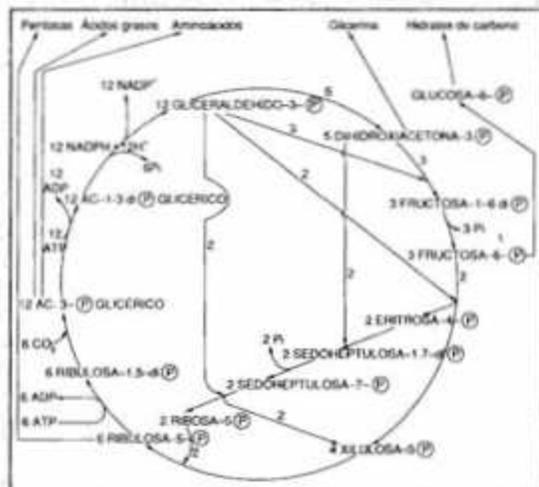
ACLARACIONES PREVIAS

De las cuatro preguntas el alumno debe contestar sólo dos.

- Propiedades de las proteínas. Funciones biológicas de las mismas, citando ejemplos.
- El gen *a* para el color amarillo del cuerpo en *Drosophila* es recesivo y ligado al sexo. Su alelo dominante *A* determina el color tipo común del cuerpo. ¿Qué proporciones fenotípicas se esperan de los siguientes cruzamientos?: a) macho amarillo x hembra amarilla; b) hembra amarilla x macho tipo común, y c) hembra tipo común (homocigótica) x macho amarillo.
- Construya con los siguientes datos las correspondientes pirámides de biomasa y energía:

• Productores	809 g/m ²	20810 kcal/m ² año
• Herbívoros	37 g/m ²	3368 kcal/m ² año
• Carnívoros primarios	11 g/m ²	383 kcal/m ² año
• Carnívoros secundarios	21 g/m ²	21 kcal/m ² año

- ¿A qué niveles tróficos pertenecen los organismos citados?
 - Construya la cadena trófica correspondiente.
- ¿A qué proceso corresponde este esquema? Haga una interpretación del mismo indicando balance energético y orgánulo en el que tiene lugar el proceso. ¿Se encuentra relacionado con algún otro proceso que conozcas? ¿Cuál?



SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Las propiedades y las funciones de las proteínas puedes localizarlas, dentro del nivel molecular, en la bioquímica descriptiva.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de proteína.
- Estructura de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

1. Propiedades de las proteínas

Las propiedades de las proteínas están estrechamente relacionadas con su estructura. Asimismo, la diferencia de propiedades entre las distintas proteínas pueden deberse a las diferencias en su estructura:

- Solubilidad.** Las proteínas fibrosas suelen ser insolubles en agua, mientras que las globulares generalmente son solubles en medios acuosos ya que las cargas positivas o negativas de sus restos interactúan con los dipolos de las moléculas de agua. La solubilidad depende del tamaño y forma de la molécula, de la disposición de los restos o cadenas laterales, del contenido en electrolitos y del pH del medio. En disolución, las proteínas forman soluciones coloidales muy viscosas que reciben el nombre de *sol*.
- Desnaturalización.** La mayor parte de las proteínas se pliegan espontáneamente, adquiriendo la conformación nativa más estable. No obstante, esta conformación puede alterarse por acción del calor o pH extremos, lo que provoca la rotura de los enlaces débiles (puentes de H) que mantienen las estructuras secundaria y terciaria originales. Se dice entonces que la proteína se desnaturaliza. Las proteínas inicialmente globulares adoptan una forma lineal y fibrosa.

Si la desnaturalización es breve y suave, la proteína puede recuperar de nuevo la conformación original al reinstaurar las condiciones iniciales (renaturalización). Por el contrario, si el cambio es drástico y persistente, la desnaturalización se hace irreversible, las largas moléculas fibrosas se entrecruzan y amontonan y la proteína se coagula haciéndose insoluble. Cuando esto sucede en una disolución coloidal de proteínas ésta pasa de estado de *sol* (líquido) al estado de *gel* (semisólido), como ocurre a la clara del huevo cuando se cuece.

- Especificidad.** No existen dos organismos que tengan exactamente las mismas proteínas, y las diferencias entre éstas es tanto mayor cuanto menor es el parentesco evolutivo.

Por otra parte, cada proteína desempeña una función específica. Debemos recordar que la función de una proteína depende de su es-

estructura tridimensional; una proteína no puede desempeñar su función si no tiene la forma adecuada para hacerlo o no puede unirse de forma complementaria a otras moléculas sobre las que debe actuar.

2. Funciones biológicas de las proteínas

- a) Funciones enzimáticas o catalíticas. Las enzimas son proteínas que regulan el metabolismo celular aumentando la velocidad de las reacciones y sin alterarse en el transcurso de la reacción. Un ejemplo de enzimas es la sacarasa, que actúa hidrolizando la sacarosa y descomponiéndola en glucosa más fructosa.
- b) Funciones reguladoras u hormonales. Las hormonas son también biocatalizadores, pero, a diferencia de las enzimas, las hormonas son fabricadas por células glandulares y transportadas por la sangre para actuar sobre otras células del organismo. Como la insulina y el glucagón, que regulan el metabolismo de la glucosa.
- c) Funciones defensivas e inmunológicas. Muchas proteínas desempeñan funciones protectoras en el organismo, como ocurre con las mucinas, que son proteínas mucosas de la pared del aparato digestivo y respiratorio. Sin embargo, las proteínas de defensa más importantes son las inmunoglobulinas de la sangre, que son anticuerpos. Éstos se forman como respuesta a la presencia de sustancias extrañas al organismo, los antígenos, a los que aglutinan o precipitan.
- d) Funciones de transporte. Entre muchos ejemplos posibles, destaca la hemoglobina, que transporta el oxígeno por la sangre de los vertebrados, y la mioglobina, que realiza la misma función en los músculos. La hemocianina es el pigmento respiratorio de crustáceos y moluscos.
- e) Funciones estructurales. Algunas glicoproteínas forman parte de las membranas celulares, desempeñando funciones muy importantes como transportar sustancias y actuar como receptoras de hormonas y de neurotransmisores.
- f) Funciones homeostáticas. Las proteínas intracelulares y del medio interno participan en el mantenimiento del equilibrio osmótico. Además, dado su carácter anfótero, pueden actuar como tampones y ayudan a mantener constante el pH.
- g) Funciones contráctiles. La actina y la miosina, que son filamentos proteicos, son constituyentes de las miofibrillas musculares y responsables de la contracción muscular.
- h) Funciones de reserva. Aunque no sea una función específica, también pueden realizarla proteínas, como la ovoalbúmina de la clara de huevo o la caseína de la leche.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, de herencia ligada al sexo.

Conceptos que debes recordar

- Dominancia, recesividad.
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

De acuerdo con la notación que se propone en el enunciado, los genotipos y fenotipos de los individuos que se mencionan en el enunciado son:

aY	AY	aa	AA o Aa
Macho amarillo	Macho tipo común	Hembra amarilla	Hembra tipo común

en donde A y a son los alelos dominante y recesivo, respectivamente, del gen situado en el cromosoma X, e Y es el cromosoma exclusivo del sexo masculino.

- a) En el cruzamiento entre aY x aa todos los descendientes presentarán genotipos como los padres, aY (machos) y aa (hembras), y fenotipo amarillo.
- b) En el cruzamiento entre aa x AY, la hembra producirá un solo tipo de gameto con el cromosoma X que lleva el alelo amarillo a, mientras que el macho producirá dos tipos de gametos, la mitad con el cromosoma X que lleva el alelo de tipo común A y la otra mitad con el cromosoma Y. La combinación al azar de estos gametos dará lugar a:

Hembras	Aa	color de tipo común
Machos	aY	color amarillo

- c) En el cruzamiento entre AA y aY, la hembra producirá un solo tipo de gameto con el cromosoma X que lleva el alelo de tipo común A, mientras que el macho producirá dos tipos de gametos, la mitad con el cromosoma X que lleva el alelo amarillo a y la otra mitad con el cromosoma Y. La combinación al azar de estos gametos dará lugar a:

Hembras	Aa	color de tipo común
Machos	AY	color de tipo común

Cuestión 3

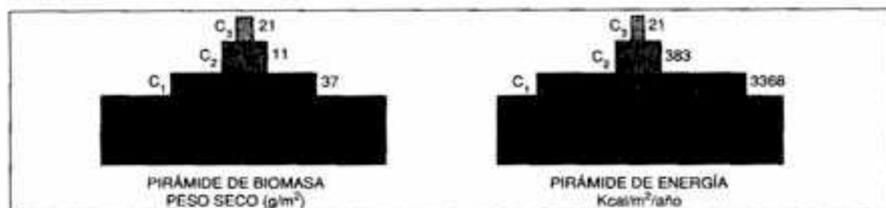
Situando la cuestión

Puedes localizar la cuestión en el apartado de dinámica de los ecosistemas.

Conceptos que debes recordar

- Flujo de materia y energía en un ecosistema.
- Niveles tróficos.

Resolviendo la cuestión



- a) En la relación indicada tan sólo se reseñan organismos pertenecientes a dos niveles tróficos: productores y consumidores, faltan, pues, representantes del resto de los niveles: descomponedores y transformadores.

Los productores sintetizan materia orgánica a partir de materia inorgánica (CO_2 , H_2O y sales minerales) utilizando energía del medio (luz o energía química). Productores son todos los organismos autótrofos: bacterias quimio y fotosintetizadoras, cianobacterias, y todos los vegetales. Si consideramos que el caso planteado se refiere a una laguna de agua dulce, los productores deben ser el fitoplancton y las plantas acuáticas.

Los consumidores son todos los organismos heterótrofos que obtienen su alimento a partir de otros organismos. Según su posición en la cadena trófica se clasifican en consumidores primarios, secundarios y terciarios.

Los consumidores primarios son todos los organismos herbívoros. En el supuesto caso de la laguna, consumidores primarios pueden ser el zooplancton, insectos acuáticos, caracoles, peces herbívoros, etc.

Los consumidores secundarios incluyen a los carnívoros primarios, es decir, a los organismos que se alimentan directamente de los herbívoros, son los depredadores. En este caso los consumidores secundarios de la laguna son fundamentalmente anfibios y peces carnívoros.

Los consumidores terciarios se corresponden con los carnívoros secundarios, es decir, organismos que pueden alimentarse de todo tipo de consumidores, primarios y/o secundarios e incluso terciarios, son los superdepredadores, los parásitos y los carroñeros. En el caso planteado los carnívoros secundarios (consumidores terciarios) pueden ser las aves lacustres.

- b) La cadena trófica correspondiente puede incluir:

algas \longrightarrow renacuajos \longrightarrow peces \longrightarrow garzas

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el anabolismo autótrofo (fotosíntesis).

Conceptos que debes recordar

- Fotosíntesis.
- Ciclo de Calvin-Benson.

Resolviendo la cuestión

El esquema corresponde al ciclo de Calvin-Benson en la fase oscura de la fotosíntesis. Puede que te parezca diferente de como aparece en algunos textos, pero es debido a que también se incluye la secuencia de reacciones que regeneran la ribulosa 1,5 difosfato (compuesto aceptor del CO_2 que inicia el ciclo).

El balance energético, descripción del proceso y del orgánulo donde tiene lugar lo puedes encontrar en el tema de la opción B de la prueba 22 (Valencia).

11



ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Síntesis y utilización del ATP en la fotosíntesis.
- 2 Fisiología de la neurona. Potencial de membrana y potencial de acción. El impulso nervioso y su transmisión.
- 3 Segmentación y sus tipos en metazoos.
- 4 Problema. El albinismo es un carácter autosómico recesivo y la hemofilia también es una enfermedad recesiva ligada al cromosoma X. Un hombre albino y no hemofílico se casa con una mujer morena cuyo padre era hemofílico y cuya madre era albina. Determinar los genotipos y fenotipos de los cónyuges, de los hijos y la frecuencia de los mismos.

Universidad de León. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el anabolismo autótrofo.

Conceptos que debes recordar

- Fosforilación fotosintética o fotofosforilación.
- Hipótesis quimiosmótica.

Resolviendo la cuestión

La síntesis de ATP en la fotosíntesis tiene lugar en la fase luminosa mediante un mecanismo llamado fotofosforilación. La energía necesaria para la fosforilación del ADP y su transformación en ATP procede, en último

término, de la energía luminosa captada por la clorofila. Esta energía se utiliza para: a) bombear electrones desde el H_2O hasta el coenzima NADP y, simultáneamente, b) bombear protones desde la matriz hasta el espacio intratilacoide.

Según la hipótesis quimiosmótica, los protones acumulados en el espacio intratilacoide pasan de nuevo a la matriz a través de un complejo proteínico, la ATP sintetasa, capaz de utilizar la energía liberada en el transporte en la unión del ADP a P_i y así obtener ATP.

El ATP producido en la fase luminosa se utiliza, junto a los coenzimas reducidos, en la fase oscura para transformar la materia inorgánica en orgánica. P. ej. en la incorporación del CO_2 atmosférico y su transformación en materia orgánica en el ciclo de Calvin-Benson.

Si quieres ampliar tu información puedes consultar el tema de la opción B de la Universidad de Valencia.

Cuestión 2



Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el nivel orgánico dentro de las funciones de coordinación y más concretamente en la coordinación nerviosa.



Conceptos que debes recordar

— Coordinación nerviosa: fisiología de la neurona.



Resolviendo la cuestión

Los impulsos nerviosos se transmiten por medio de una onda de naturaleza electroquímica que se propaga por las neuronas.

Potencial de membrana

En estado de reposo, cuando la fibra no transmite impulsos, existe una diferencia de potencial de 70 mV entre el interior y el exterior. A esa d.d.p. se le denomina potencial de reposo o potencial de membrana.

La diferencia de potencial la origina la desigual distribución de iones dentro y fuera del axón. La membrana bombea iones sodio hacia el exterior e iones potasio hacia el interior por un proceso de transporte activo. Por su parte, los aniones proteínicos (proteínatos⁻) no pueden difundirse al exterior y quedan retenidos en el interior de la fibra. Como consecuencia de todo ello, el interior de la membrana del axón está cargada negativamente respecto al exterior, es decir, la membrana está polarizada.

Potencial de acción

Cuando se estimula el axón se produce, en el punto excitado, un aumento en la permeabilidad de la membrana. Inicialmente, los iones sodio penetran masivamente en el axón, atravesando los canales formados al alterarse las proteínas de la membrana. Por su parte, los iones potasio salen del axón por difusión.

El aumento de iones positivos en el interior del axón invierte momentáneamente la polaridad de la membrana; se dice que está despolarizada. Durante 1,5 ms el interior de la membrana se hace positivo respecto al exterior. En ese intervalo de tiempo varía el potencial desde -70 mV a $+50$ mV, es decir, unos 120 mV. Este cambio de potencial total se denomina potencial de acción. Finalmente, la fibra recobra su impermeabilidad a los iones, en tanto que la bomba de sodio-potasio se encarga de restablecer el potencial de reposo.

El potencial de acción se origina siempre que se perturba el estado de reposo con un estímulo, lo que provoca la despolarización parcial de la membrana. La despolarización debe alcanzar un valor mínimo de, aproximadamente, $+15$ mV, lo que supone pasar de -70 mV a -55 mV. A este valor se le denomina umbral de excitación. Si se sobrepasa ese umbral se origina automáticamente el potencial de acción, siempre de la misma amplitud. Esta constancia en la aparición o ausencia del potencial de acción se conoce como ley "del todo o nada" de la excitación.

Propagación del impulso nervioso

La sección despolarizada de la membrana induce la despolarización de los segmentos adyacentes, de acuerdo con el siguiente proceso: los iones sodio más próximos son atraídos a la zona despolarizada, que se comporta como un sumidero de iones sodio; ello provoca la inversión de la polaridad de membrana en la zona contigua a aquella en que se ha producido la despolarización. Esta despolarización, que se propaga a lo largo de toda la neurona, es lo que constituye, en esencia, el impulso nervioso.

La transmisión del impulso de neurona a neurona

El impulso nervioso penetra en una neurona por alguna de sus dendritas o por el cuerpo celular y sale por el axón. El salto del impulso nervioso de una neurona a otra tiene lugar a través de una unión, denominada sinapsis.

El extremo del axón de la neurona presináptica presenta un ensanchamiento o botón sináptico, con abundantes mitocondrias y vesículas sinápticas, cargadas de una sustancia transmisora; la vaina de mielina desaparece en esta zona. El botón se halla revestido por la membrana presináptica y la porción de membrana de la neurona enfrentada a ella se denomina subsináptica. Entre ambas membranas existe un espacio de unos 20 nm, la hendidura sináptica.

Las sinapsis se clasifican en excitadoras e inhibitoras, según sea la actividad del neurotransmisor.

En las sinapsis excitadoras, cuando llega el estímulo nervioso al extremo de la terminación presináptica, las vesículas sinápticas liberan la sustancia transmisora. Dicha sustancia se difunde por la hendidura, hasta que alcanza la membrana de la neurona postsináptica, en la que induce un aumento en la permeabilidad de iones sodio. La entrada masiva de iones sodio provoca un potencial postsináptico excitador (PPSE), que da lugar a una breve despolarización.

Las sinapsis inhibitoras son estructural y morfológicamente similares a las sinapsis excitadoras. La diferencia entre ambas estriba en que en las sinapsis inhibitoras el transmisor provoca un aumento de la permeabili-

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

En el siguiente cuadro se resumen los tipos de segmentación que se dan en los metazoos.

Holoblástica o total Cuando la segmentación afecta a todo el huevo	Igual: Cuando los blastómeros resultantes son todos de igual tamaño, así ocurre en los huevos isolecitos. La blástula a que da lugar se denomina <i>celoblástula</i> .
	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 <i>estereoblástula</i> .
Meroblástica o parcial Cuando la segmentación afecta sólo a una parte del huevo	Igual: 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 <i>discoblástula</i> .
	Superficial: Es 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 <i>periblástula</i> .

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, en el que se combina la 2ª ley de Mendel con la herencia ligada al sexo.

Conceptos que debes recordar

- 2ª ley de Mendel.
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

La notación que podríamos utilizar para designar los genotipos que condicionan los distintos fenotipos es:

	Color de la piel		Coagulación de la sangre	
	Albino	Normal	Hemofílico	Normal
Hombre	aa	AA o Aa	XhY	XY
Mujer	aa	AA o Aa	XhXh	XX o XXh

De acuerdo con esta notación, los miembros de la familia serán:

1. Padre de la mujer:	Fenotipo	Hemofílico
	Genotipo	AA XhY

ya que por ser varón lleva el cromosoma Y, y por ser hemofílico el alelo recesivo de la hemofilia (Xh) en su cromosoma X. Como no se menciona

su color de la piel debemos suponer que es normal y tiene un genotipo AA (o Aa) para dicho carácter.

2. **Madre de la mujer:** Fenotipo Albina
Genotipo aa XX

ya que es albina, por lo que será homocigota recesiva para dicho carácter. Como no se menciona nada sobre la hemofilia, debemos suponer que es homocigota normal, con genotipo XX.

3. **Mujer:** Fenotipo Morena
Genotipo Aa XXh

ya que, siendo normal, ha recibido necesariamente de su padre un alelo A y de su madre un alelo a. Respecto de la hemofilia será también heterocigota (portadora), ya que recibirá de su padre un cromosoma X con el alelo hemofílico (Xh) y de su madre el otro cromosoma X con el alelo no hemofílico.

4. **Hombre:** Fenotipo Albino y no hemofílico
Genotipo aa XY

Por definición tendrá el genotipo indicado.

Los hijos de este matrimonio presentarán los genotipos y los correspondientes fenotipos de acuerdo con la segregación de los alelos de este hombre y esta mujer:

	Hombre	x	Mujer
Fenotipo:	Albino y no hemofílico		Morena y portadora
Genotipo:	aaXY		AaXXh
Gametos:	aX, aY		AX, AXh, aX, aXh
Frecuencia:	1/2 1/2		1/4 1/4 1/4 1/4

		a X	1/2	a Y	1/2
	A X	1/4	1/8 AaXX	1/8 AaXY	
	A Xh	1/4	1/8 AaXXh	1/8 AaXhY	
	a X	1/4	1/8 aaXX	1/8 aaXY	
	a Xh	1/4	1/8 aaXXh	1/8 aaXhY	

Reuniendo las clases con igual fenotipo tendremos:

— De las hijas: una cuarta parte serán normales; una cuarta parte normales, portadoras de la hemofilia; una cuarta parte albinas; una cuarta parte albinas, portadoras de la hemofilia.

— De los hijos: una cuarta parte serán normales, una cuarta parte normales y hemofílicos, una cuarta parte albinos, una cuarta parte albinos y hemofílicos.

12



ACLARACIONES PREVIAS

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

Opción A

- 1 Estructura general y clasificación de los aminoácidos proteicos. Citar algún ejemplo de cada grupo.
- 2 Mitosis: Diferencias en el proceso entre una célula vegetal y otra animal.
- 3 En las células somáticas de determinados ortópteros, las hembras poseen dos cromosomas X y los machos un solo cromosoma sexual X:
a) ¿De qué sexo será un individuo que posee en sus células somáticas 23 cromosomas? b) ¿Cuántos autosomas tendrá en sus células somáticas? c) ¿Y cuántos en las células sexuales? d) ¿Existirán individuos con células sexuales sin ningún cromosoma sexual? Razonar las respuestas.
- 4 Importancia evolutiva de la reproducción sexual.
- 5 Formas de comunicación social.

Opción B

- 1 Nucleótidos de interés biológico: Funciones que desempeñan en los seres vivos.
- 2 Definir anabolismo y catabolismo. Señalar las relaciones existentes entre ellos. Citar dos ejemplos de cada clase.
- 3 Características del código genético.
- 4 Sistema nervioso en invertebrados.
- 5 Diseñar una cadena alimentaria, indicando las relaciones existentes entre los diversos niveles tróficos.

Universidad de Madrid. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Localizarás los aminoácidos dentro del nivel molecular como constituyentes de las proteínas.

Conceptos que debes recordar

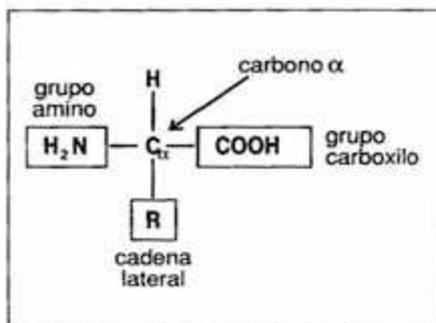
— Aminoácidos: clasificación y propiedades.

Resolviendo la cuestión

Los aminoácidos son las unidades básicas de las cadenas polipeptídicas. Se caracterizan por poseer un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un grupo amino ($-\text{NH}_2$) unidos al carbono que ocupa la posición α . Unidos también a ese carbono se encuentran un átomo de hidrógeno y una cadena lateral, de mayor o menor complejidad, cuyas características distinguen a unos aminoácidos de otros.

Se clasifican, según sean sus cadenas laterales (R), en:

- Aminoácidos con grupo R no polar: alanina (Ala), leucina (Leu), triptófano (Trp), fenilalanina (Phe), etc.
- Aminoácidos con grupo R polar, sin carga a pH 7.0: glicocola (Gly), serina (Ser), cisteína (Cys), etc.
- Aminoácidos ácidos, con carga negativa a pH 7.0: ácido aspártico (Asp) y ácido glutámico (Glu).
- Aminoácidos básicos, con carga positiva a pH 7.0: lisina (Lys), arginina (Arg) e histidina (His).



Estructura general de un aminoácido en forma no iónica.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se refiere a un 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 poseía la célula materna. Esto se consigue mediante un mecanismo muy preciso de división nuclear denominado mitosis.

Básicamente no existen diferencias en la mitosis de las células animales y las células vegetales. En ambos tipos de células eucariotas se dan los mismos procesos y pueden distinguirse las mismas fases: profase, metafase, anafase y telofase. Los principales acontecimientos en éstas son:

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.

En las células vegetales (recuerda que carecen 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*; al no existir centriolos, el huso que se forma carece de ásteres y se denomina *huso anastral* (sin áster), y a esta forma de mitosis se la denomina *mitosis anastral*.

Al final de la profase la envoltura nuclear ha desaparecido. Los cromosomas, ya formados, se hallan replicados en dos cromátidas. (Las cromátidas hermanas son dos copias exactas resultado de la replicación del material genético, es decir, del ADN, que tiene lugar previamente a la mitosis durante la interfase.) 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, en las células animales, los ásteres.

Atención: Tras la división del núcleo (mitosis) o en sus últimas fases puede comenzar la división del citoplasma (citocinesis). En la citocinesis sí existen diferencias entre las células animales y vegetales, puesto que la rígida pared celular de estas últimas impide la división por segmentación, como sucede en las células animales. En lugar de esto, se forma una pared transversal entre las dos células hijas que se inicia con los microtúbulos residuales del huso (fragmoplasto). Allí, vesículas golgianas con material precursor de la pared se fusionan entre sí para construir la pared primaria de hemicelulosa y pectina. Finalmente se depositan las microfibrillas de celulosa que completan la nueva pared.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Herencia del sexo.

Conceptos que debes recordar

— Determinación cromosómica del sexo.

Resolviendo la cuestión

En muchas especies, incluido el hombre, el sexo femenino es homogamético, con dos cromosomas iguales (XX), mientras que el sexo masculino es heterogamético, con un cromosoma igual al de las hembras y otro cromosoma diferente (XY). El cromosoma Y tiene, en general, pocos genes, y en los ortópteros incluso ha desaparecido, por lo que la determinación del sexo masculino depende de que uno de los gametos, bien el óvulo, bien el espermatozoide, no lleve cromosoma X, dando lugar a un cigoto X0.

- a) En la meiosis masculina de los ortópteros se producirán dos tipos de gametos: con cromosoma X (dotación cromosómica total: n) o sin cromosoma X (dotación cromosómica: $n-1$). En cambio, en la meiosis femenina se producirán gametos siempre con el cromosoma X (n). Así, un espermatozoide (n) al fecundar un óvulo (n) dará lugar a una hembra ($2n$), mientras que un espermatozoide ($n-1$) al fecundar un óvulo (n) dará lugar a un macho con un solo cromosoma X ($2n-1$).

En consecuencia, si el número haploide (n) es 12, tendremos que la hembra tendrá 24 cromosomas y el macho 23, lo que responde a la cuestión.

- b) De acuerdo con lo anterior, el macho tendrá 22 autosomas y un cromosoma sexual X en sus células somáticas.
- c) En las células sexuales producidas por el macho habrá 12 cromosomas (11 autosomas más 1 cromosoma sexual) u 11 cromosomas (autosomas) de acuerdo con la segregación del único cromosoma X.
- d) Los machos producen la mitad de sus células sexuales sin ningún cromosoma sexual, aunque no puede haber individuos sin cromosomas sexuales.

Cuestión 4

Situando la cuestión

En esta cuestión se tiene que aplicar la teoría de la evolución por selección natural para explicar el significado, objeto de los procesos sexuales y su importancia en el hecho evolutivo.

Conceptos que debes recordar

- Significado biológico de la sexualidad.
- Variabilidad genética.
- Selección natural.

Resolviendo la cuestión

La reproducción tiene por objeto formar descendientes semejantes a los progenitores.

Así, en la forma más primitiva de reproducción como es, sin duda, la reproducción asexual, se originan descendientes genéticamente idénticos a los progenitores. Los primeros procesos sexuales, como la conjugación bacteriana, aparecieron evolutivamente más tarde y, en principio, no estarían asociados al proceso reproductor en sí. La relación entre sexo y reproducción se establecería posteriormente.

La reproducción sexual es muy común en la naturaleza, dándose en gran cantidad de formas vivientes, desde las más simples a las más complejas. Gran parte de la actividad que realizan y de la energía que consumen los organismos está dedicada a los procesos sexuales, desde la formación de gametos a la búsqueda de pareja.

Si la reproducción está asegurada mediante procesos asexuales, mucho más sencillos y a veces más seguros, ¿qué ventajas evolutivas presenta la reproducción sexual sobre la asexual?

El objeto de la reproducción sexual es formar descendientes con mezcla de caracteres que procedan de dos progenitores. Los hijos son semejantes a sus progenitores aunque no exactamente iguales: la sexualidad es pues una fuente de variabilidad genética, que da lugar a una rica variedad de individuos sobre los que podrá optar la naturaleza. Así, ante las cambiantes condiciones ambientales y mediante la selección natural, habrá más probabilidad de hallar individuos que se adapten a las nuevas condiciones del medio.

La variabilidad genética, consecuencia de la reproducción sexual (y de la mutación en primera instancia), además de constituir un seguro para la supervivencia de la especie, es la condición necesaria para que poblaciones de una misma especie, aisladas reproductivamente en dos ambientes distintos, lleguen a separarse dando lugar a dos nuevas especies mediante la selección y adaptación de sus individuos.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión de etología (nivel orgánico) sobre un tipo de comportamiento animal.

Conceptos que debes recordar

— Comunicación química, acústica y visual en los animales.

Resolviendo la cuestión

Los organismos son capaces de producir estímulos que desencadenan el comportamiento en otros individuos. Esos desencadenantes, producidos activa o pasivamente por los organismos, constituyen señales con un de-

terminado significado, que inducen respuestas, estereotipadas o no. Según los casos, en otros organismos. Desde ese punto de vista, los desencadenantes representan una forma de comunicación.

De acuerdo con la naturaleza del desencadenante, podemos distinguir entre comunicación química, acústica y visual:

La comunicación química

Las sustancias químicas producidas por los organismos y captadas por los sentidos del gusto y del olfato, constituyen señales, mediante las cuales se inducen comportamientos de respuesta en otros organismos. Por ejemplo, el aroma producido por las flores atrae a los insectos polinizadores que buscan el néctar.

Especialmente importantes son las feromonas, señales químicas utilizadas por los animales para la comunicación intraespecífica. Con ellas, muchos animales reconocen a los miembros de su especie e incluso de su clan familiar. Las feromonas también actúan como atrayentes sexuales en los insectos. Las feromonas pueden inducir comportamientos específicos, como ocurre, por ejemplo, en las hormigas. Un tipo de feromona se utiliza para marcar el itinerario hacia el alimento. Otra feromona, secretada en situaciones de alarma, induce un comportamiento defensivo entre los miembros del hormiguero, mientras que las feromonas de otras hormigas desencadenan comportamientos agresivos.

La comunicación acústica

Los sonidos emitidos por los animales actúan como desencadenantes específicos de ciertas conductas, como es el caso del cortejo y del apareamiento. Así sucede con el canto de reclamo de las aves y de algunos insectos y con los sonidos emitidos por muchos mamíferos en la época de celo.

Los sonidos emitidos por los vertebrados superiores pueden tener un significado concreto y como tal desencadenar respuestas específicas: cada sonido contiene un mensaje determinado. Con los sonidos que emiten, los animales pueden comunicar estados como alarma, agresividad, satisfacción, etc. Un ejemplo de ello son los ladridos de los perros, los gritos de los monos, etc.

El lenguaje articulado, es decir, aquel en que los sonidos se asocian a ideas y no solamente a objetos o actitudes concretas, parece restringido únicamente a la especie humana.

La comunicación visual

Los estímulos visuales actúan en los animales como desencadenantes de su conducta. Por ejemplo, en algunos peces, el color y la forma abultada del vientre de las hembras, repleto de óvulos, induce la conducta de cortejo y apareamiento en los machos. Incluso modelos artificiales, en los que se han exagerado esas características, actúan como estímulos supernormales.

Los colores vistosos de muchos animales actúan a menudo como señales de comunicación. La exhibición del coloreado plumaje por los machos de las aves tiene por objeto intimidar a los rivales y atraer a las hembras.

Asimismo, en las asociaciones de animales (una manada de lobos, por ejemplo), el código de gestos, alerta, calma, amenaza, sumisión, etc.,

constituye un lenguaje intraespecífico, que contribuye a fijar las relaciones sociales en el grupo.

Mediante estímulos visuales, como el movimiento, una abeja que ha descubierto una fuente de alimentación transmite la información a sus compañeras cuando llega a la colmena. La obrera comunica no sólo la dirección, sino también la distancia que existe entre la colmena y el alimento. Se trata de una comunicación en la que se utiliza un lenguaje codificado mediante el cual las abejas transmiten una información que ha sido memorizada.

Atención: La abeja describe semicírculos (la danza de las abejas) en el plano vertical de un panal de miel. El ángulo que forma el diámetro del semicírculo con la vertical coincide con el formado por la dirección del Sol y la del alimento. El movimiento de agitación lateral del abdomen es tanto más rápido cuanto más cerca de la colmena se localiza el alimento. Asimismo, durante la danza, la abeja indica la naturaleza del alimento al espaciar el aroma de la flor que ha impregnado su cuerpo.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

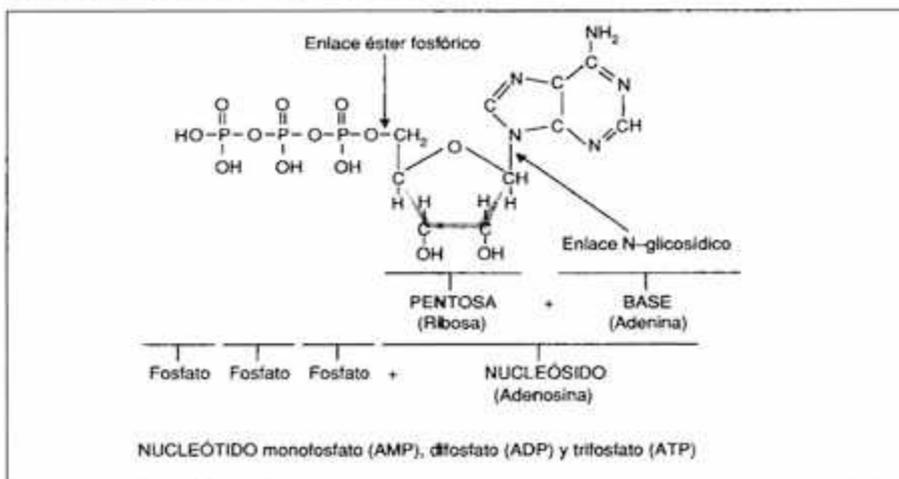
Puedes localizar esta cuestión dentro del nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- Derivados de los nucleótidos de interés biológico.

Resolviendo la cuestión

Los nucleótidos son el resultado de la esterificación de la pentosa de un nucleósido con ácido ortofosfórico.



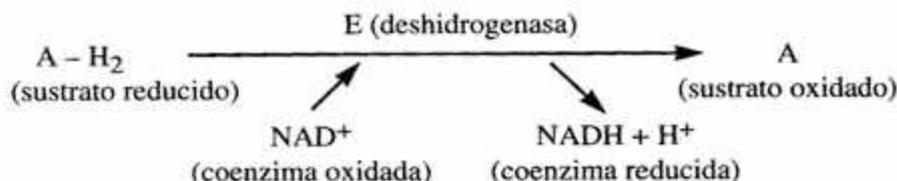
Al grupo fosfato de los nucleótidos 5' monofosfato puede unirse un segundo fosfato y a éste un tercero, mediante enlaces fosfodiéster de alto contenido energético para formar nucleótidos di y trifosfato.

— Los nucleótidos trifosfato (NTP) desempeñan importantes funciones metabólicas:

1. Son los precursores en la biosíntesis de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Son éstos largas cadenas de nucleótidos unidos mediante enlaces fosfodiéster entre el carbono 3' de la pentosa de un nucleótido y el 5' de la pentosa siguiente.
2. Actúan como coenzimas en diversas reacciones metabólicas implicadas en la transferencia de fosfato y energía. Entre los NTP destaca el adenosín trifosfato (ATP), que es el intermediario energético celular por excelencia. Al hidrolizarse a ADP + P, libera la energía contenida en el enlace fosfato que es utilizada para realizar diversas funciones.

— El adenosín monofosfato cíclico (AMPc) es un derivado del AMP que aparece al formarse un puente intramolecular en el AMP. Actúa como mediador en muchos procesos hormonales y controla la velocidad de numerosas reacciones intracelulares. Por ejemplo, las hormonas que actúan a nivel de la membrana plasmática se unen a un receptor específico de ésta que activa la formación de AMPc en el interior de la célula, quien, a su vez, induce la formación de enzimas que catalizan las reacciones responsables del efecto fisiológico.

— Otros nucleótidos actúan como coenzimas en procesos metabólicos de transferencia de electrones (reacciones de óxido-reducción) como el flavín-adenín-dinucleótido (FAD), el nicotín-adenín-dinucleótido (NAD) y el fosfato de nicotín-adenín-dinucleótido (NADP). Estas coenzimas actúan aceptando o cediendo electrones (reduciéndose u oxidándose) al tiempo que el sustrato se oxida o reduce; ej.:



Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a dos conceptos generales sobre el metabolismo.

Conceptos que debes recordar

- Anabolismo y catabolismo. Tipos.
- Significado de las principales rutas metabólicas.

Resolviendo la cuestión

Si quieres revisar los conceptos de anabolismo y catabolismo puedes encontrarlos en el tema de la opción 1 de la prueba de Valladolid. Por otra parte, como ejemplos de catabolismo puedes citar: la glicolisis o la respiración celular (la β -oxidación, el ciclo de Krebs...) y como ejemplos de anabolismo (o síntesis): la fotosíntesis, la biosíntesis de proteínas o la biosíntesis de ácidos nucleicos.

Cuestión 3

Las características del código genético puedes encontrarlas en la respuesta al tema A de la Universidad de Alicante.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el nivel orgánico, concretamente, dentro de los sistemas de coordinación, coordinación nerviosa.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación del reino animal.
- Sistema nervioso en los animales.

Resolviendo la cuestión

Desde un punto de vista estructural el sistema nervioso más simple que se conoce es el de los celentéreos. En los pólipos hidroideos está formado por una red de células nerviosas de origen epitelial que se ramifica por todo el organismo. El impulso producido por un estímulo en un punto del animal se propaga en todas direcciones a través del sistema.

Sin embargo, en los pólipos superiores esta red nerviosa presenta regiones especializadas: sensoriales, conductoras y efectoras. El máximo desarrollo del sistema nervioso de los celentéreos se da en las medusas. En ellas encontramos los primeros órganos sensoriales del reino animal: ocelos sensibles a la luz y estatocistos sensibles al equilibrio. Cerca de estos órganos existen células nerviosas agrupadas formando ganglios, que se comunican entre sí mediante un anillo subumbrelar de fibras nerviosas.

En los invertebrados, la tendencia evolutiva se dirige hacia la acumulación de las células nerviosas en ganglios. En algunos gusanos planos, como las planarias, además de la red nerviosa, encontramos un esbozo de sistema nervioso central, formado por cordones nerviosos longitudinales. La centralización es evidente en los anélidos, en los que existe una cadena ganglionar ventral. Con ellos se inicia la cefalización: se desarrollan más los ganglios cefálicos al concentrarse los centros sensitivos en la parte anterior de su organismo. En los anélidos poliquetos los ganglios cefálicos, además de funciones sensoriales y transmisoras, asumen funciones de control sobre diversas actividades llevadas a cabo por el animal.

En los moluscos se aprecia esa tendencia evolutiva de transformación progresiva de los ganglios desde simples centros de control de actividades, como en los gasterópodos, hasta centros superiores de coordinación, como en los cefalópodos, que presentan comportamientos complejos entre los que hay que incluir la capacidad de aprendizaje.

Los artrópodos poseen un sistema similar al de los anélidos, con una doble cadena ganglionar ventral. A diferencia de los moluscos, los ganglios cerebrales no llegan a dominar por completo a los demás. Los ganglios torácicos, que gobiernan el movimiento de las patas, conservan una gran autonomía funcional, pudiendo superar en tamaño a los cefálicos.

En los equinodermos el sistema nervioso no es ganglionar, está constituido por un collar nervioso periesofágico del que parten radialmente nervios hacia cada brazo. En el extremo de dichos nervios radiales poseen manchas oculares compuestas por varios ocelos fotosensibles.

En los procordados, precursores de los vertebrados, el sistema nervioso esta constituido por tubo nervioso dorsal (precursor de la médula espinal en los vertebrados) que se ensancha en la porción delantera (origen del encéfalo) como consecuencia de la cefalización de los sentidos.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Puedes encontrar esta cuestión dentro de la dinámica de los ecosistemas.

Conceptos que debes recordar

- Niveles tróficos en el ecosistema.
- Cadenas y redes tróficas.

Resolviendo la cuestión

Un ejemplo de cadena alimentaria sencilla podría ser:

hierbas → conejos → zorros → bacterias descomponedoras

Los seres productores (hierbas) son los únicos capaces de producir materia orgánica, es decir, alimento a partir de materia inorgánica utilizando energía solar para ello. Esta materia orgánica puede ser utilizable por los demás niveles. Así, los consumidores primarios (conejos) se alimentan de las hierbas y transforman la materia orgánica vegetal en materia orgánica propia y hacen posible la existencia de los consumidores secundarios, los zorros. Éstos, a su vez, transforman la materia orgánica de los herbívoros en materia orgánica propia que ejercen un control biológico del tamaño de la población de conejos. Las bacterias descomponedoras y transformadoras transforman la materia orgánica de los restos o cadáveres de los seres vivos citados en materia inorgánica que puede ser reutilizada por los seres productores.

ACLARACIONES PREVIAS

De las cuatro cuestiones propuestas (1, 2, 3, 4) debe realizar dos.

- 1 Relación entre estructura y función de las proteínas.
- 2 ADN: estructura y función.
- 3 El transporte en vegetales.
- 4 Flujo de energía en el ecosistema: pirámides alimentarias.

Universidad de Málaga. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1*Situando la cuestión*

Esta cuestión hace referencia a una de las propiedades básicas de las proteínas: la relación entre su estructura y función.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y propiedades de las proteínas.
- Papel biológico de las mismas.

Resolviendo la cuestión

La función biológica y la especificidad de las proteínas depende de su configuración espacial (forma geométrica que adoptan en medio acuoso). Una determinada configuración está condicionada por la localización, en la superficie de la proteína, de los radicales polares pertenecientes a las cadenas laterales de los aminoácidos. Estos radicales son los que pueden

formar interacciones no covalentes con otras moléculas complementarias para dar lugar a uniones específicas (modelo llave-cerradura).

Asimismo, la localización de los radicales polares que determina la configuración tridimensional está condicionada por el plegamiento de las cadenas polipeptídicas. Por tanto, la actividad biológica y la especificidad de las proteínas está determinada, en última instancia, por la secuencia inicial de aminoácidos y su plegamiento, natural y espontáneo, en el medio acuoso celular.

Así, cualquier modificación en la secuencia inicial de los aminoácidos que componen la estructura primaria de las proteínas puede alterar sus estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria. Este hecho puede llevar a un cambio en su configuración y a la pérdida de sus funciones.

Puedes estudiar las características de las distintas estructuras que pueden alcanzar las proteínas en el tema de la prueba de la Universidad de Valladolid, opción 2.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión en el nivel molecular, al estudiar los ácidos nucleicos.

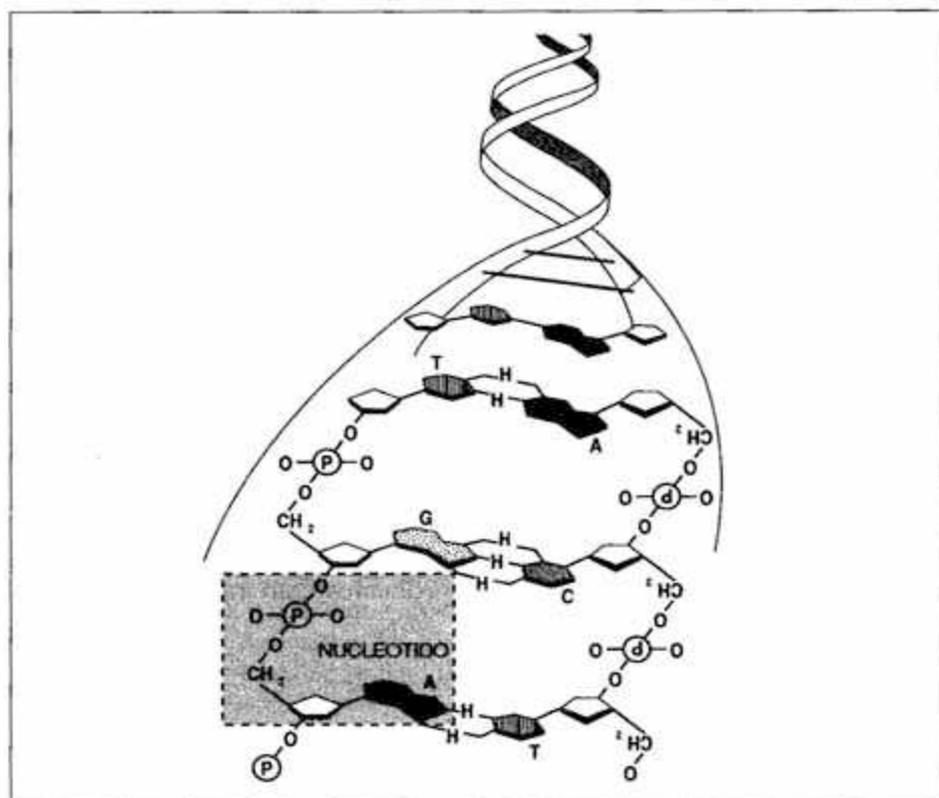
Conceptos que debes recordar

- La doble hélice del ADN: el modelo de Watson y Crick.
- Funciones biológicas del ADN.

Resolviendo la cuestión

En 1953 Watson y Crick publicaron su trabajo en el que postularon un modelo de doble hélice del ADN. Básicamente este modelo consiste en:

- Una doble hélice formada por dos cadenas helicoidales de polinucleótidos enrolladas plectonémicamente (la una alrededor de la otra) a lo largo de un eje imaginario común. Las cadenas se disponen en sentidos opuestos. Una va en sentido $3' \rightarrow 5'$ y la otra en sentido $5' \rightarrow 3'$. Son, por lo tanto, antiparalelas.
- Las bases nitrogenadas se sitúan en el interior de la doble hélice, mientras que la pentosa y el ácido fosfórico forman el esqueleto externo; los planos de las bases quedan perpendiculares al eje de la hélice.
- Las dos cadenas están unidas por puentes de hidrógeno formados entre los pares adenina-timina y guanina-citosina. Esta correspondencia entre las bases explica el hecho de que las dos cadenas de la doble hélice posean secuencias complementarias.



El modelo propuesto cumple los principios de unidad y diversidad requeridos al material hereditario: unidad en cuanto que el ADN de todos los seres vivos está constituido por cadenas de tan sólo cuatro tipos de nucleótidos; a pesar de ello, el número de secuencias posibles y, por tanto, la diversidad de la información almacenada es prácticamente infinita.

El ADN contiene la información celular heredable, es decir, la información genética. El modelo de la doble hélice permite comprender cómo puede desempeñar esta función atendiendo a las características que requiere esta misión: capacidad de replicación, capacidad de contener información y posibilidad de mutación:

- La replicación de la molécula original para formar dos moléculas hijas idénticas se explica mediante la complementariedad de las bases: si las dos cadenas se separan, cada una puede servir de molde para la síntesis de una nueva cadena complementaria. De esa manera, la información genética codificada en la secuencia de bases puede transmitirse fielmente.
- La información está contenida en la secuencia de bases. Una determinada secuencia de nucleótidos del ADN puede traducirse en una secuencia determinada de aminoácidos de acuerdo con la hipótesis "un gen-una enzima". Mediante el proceso de transcripción se transfiere la información (secuencia de bases) a otra molécula, el ARN mensajero, que traslada sus órdenes al citoplasma, donde los ribosomas traducen esta información fabricando una determinada cadena polipeptídica.

- La mutación (cambio en la información genética) que hace posible el hecho evolutivo se explica como un cambio en la secuencia de las bases; esto implica la sustitución de un aminoácido por otro en la proteína que, a su vez, puede significar un cambio en la función de ésta. Las mutaciones pueden producirse por "errores" en el proceso de replicación. Aunque este fenómeno se produce con mucha frecuencia, la mayoría de las mutaciones son inviables, es decir, el resultado es incompatible para la vida. Por ello, las células poseen mecanismos de reparación de errores sustituyendo el fragmento equivocado y colocando las bases complementarias correctas en la cadena inicial.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se refiere al transporte de agua y nutrientes minerales por el xilema (vasos leñosos) y de los productos elaborados por el floema (vasos liberianos).

Conceptos que debes recordar

- El transporte en el xilema.
- El transporte en el floema.

Resolviendo la cuestión

En los vegetales inferiores de organización talofítica no existen sistemas de transporte. Las células absorben o intercambian el agua, iones minerales y gases directamente con el medio externo o transportan estos productos, sencillamente, célula a célula.

Los vegetales superiores de organización cormofítica, con células, tejidos y órganos especializados, precisan de sistemas de transporte para trasladar los productos absorbidos o producidos a los órganos donde serán utilizados o almacenados. Así pues, en estos vegetales existen dos sistemas de transporte: el xilema para transportar el agua y los nutrientes minerales absorbidos, y el floema para trasladar los productos fabricados por fotosíntesis.

El transporte en el xilema. El xilema es el conjunto de vasos encargados de conducir el agua y las sustancias minerales desde la raíz hacia las otras partes de la planta.

Las células del xilema pueden ser traqueidas o componentes de los vasos leñosos. Se trata en ambos casos de células muertas, cuyas paredes se encuentran reforzadas con lignina. En muchas angiospermas podemos encontrar ambos tipos de células.

Las traqueidas son las únicas células del xilema de las coníferas. Se trata de células alargadas con los extremos adelgazados. El agua pasa de una célula a otra lateralmente, a través de unos poros de la pared celular.

Las células de los vasos leñosos se encuentran únicamente en las angiospermas. Son células alargadas y apiladas cuyos tabiques de separación se rompen en la madurez lo que da lugar a tubos continuos: las tráqueas.

Mecanismo de transporte por el xilema. El agua absorbida por la raíz asciende a través de los vasos del xilema recorriendo distancias que, como en el caso de las secuoyas, supera en ocasiones los 100 metros. A pesar de ello, no existe un sistema de bombeo ni un consumo de energía asociado a este transporte.

Por los pelos absorbentes de la raíz se produce la entrada de agua, hacia los vasos del xilema. Este fenómeno es debido a la diferencia de presión osmótica, consecuencia de la distinta concentración salina existente entre la raíz y la del suelo. Debido al aporte continuo de agua que tiene lugar en la parte inferior de los vasos leñosos, se origina una presión hidrostática, denominada presión radical, que puede alcanzar de 3 a 5 atmósferas y que explica que la columna de agua ascienda.

Por otra parte, al tratarse de una molécula polar, el agua, posee un alto grado de cohesión (las moléculas de agua tienden a unirse entre sí por puentes de hidrógeno). Así, a medida que se evaporan moléculas de agua en las hojas, ascienden nuevas moléculas. Es lo que se denomina atracción transpiratoria y genera tensiones que alcanzan 70 gramos por centímetro cuadrado y permite al agua ascender decenas de metros. Asimismo, la adherencia de las moléculas de agua a las paredes de los capilares leñosos contribuye decisivamente a su ascenso. A la teoría que explica el movimiento de ascenso del agua se la conoce como teoría de la cohesión-tensión.

El transporte en el floema. El floema es el conjunto de vasos encargados de conducir los productos de la fotosíntesis, que forman la savia elaborada, desde las hojas a los lugares en que éstos se consumen o almacenan. Este transporte, fundamentalmente de azúcares, desde los órganos fotosintetizadores a otros órganos de la planta, recibe el nombre de translocación.

Las células conductoras del floema componen los tubos cribosos. Son células vivas, que en la madurez pierden el núcleo y desplazan su citoplasma hacia la pared celular. Los tabiques de separación entre dos células consecutivas presentan una serie de orificios, lo que les confiere el aspecto de una criba. Las células de los tubos cribosos siempre están asociados a células anexas, que se encargan de mantener sus funciones.

A diferencia de los conductos del xilema, los tubos cribosos son vías de dos direcciones. Los productos elaborados en la fotosíntesis pueden ser trasladados desde las hojas a la raíz o hacia los puntos de crecimiento, pero también pueden moverse hacia arriba productos almacenados en órganos de reserva, como raíces carnosas, tubérculos, bulbos, etc. Se ha demostrado, utilizando isótopos radiactivos, que este transporte tiene lugar simultáneamente en ambas direcciones, aunque se desconoce si se realiza por el mismo o por distintos tubos cribosos.

Los componentes orgánicos cuantitativamente más importantes de la savia elaborada son los azúcares: más del 90 por 100 está constituido por sacarosa, glucosa y fructosa. Circulan además compuestos nitrogenados,

como aminoácidos y aminoras, que son retirados de hojas maduras y transportados a órganos jóvenes.

Mecanismo de transporte por el floema. El mecanismo de circulación de los nutrientes orgánicos por el floema todavía no está aclarado. No obstante, la hipótesis más aceptada se denomina flujo de masa.

Según esta hipótesis, el exceso de azúcares, producido en el parénquima de la hoja, es bombeado activamente en los extremos de los tubos cribosos de los nervios foliares. Ello produce un incremento en la presión osmótica en ese lugar y la entrada de agua por ósmosis. A lo largo de los tubos cribosos y en su extremo radicular sucede el fenómeno inverso; los nutrientes orgánicos son bombeados activamente fuera de éstos, por lo que la menor presión osmótica hace salir el agua de los tubos. De ese modo, la mayor turgencia de las células cribosas en los extremos próximos a los órganos fotosintéticos, genera un gradiente de presión hidrostática a lo largo del tubo, que hace circular a la savia elaborada.

Cuestión 4



Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión al estudiar la dinámica de los ecosistemas.



Conceptos que debes recordar

- Transferencias de energía entre niveles tróficos.
- Pirámides alimentarias.



Resolviendo la cuestión

El flujo de energía en un ecosistema puedes encontrarlo en la prueba de la Universidad de Valencia, tema, opción A.

Pirámides alimentarias. Son representaciones esquemáticas, 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. Según ello, pueden ser:

1. Pirámide de números. Cada nivel trófico está representado por medio de un rectángulo de área 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 conocer 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.

ACLARACIONES PREVIAS

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

- 1 Principios de la teoría celular.
- 2 Defina los siguientes términos: especie biológica, oosfera, nervio, protistas, fermentación.
- 3 Si elige esta cuestión tiene que contestar a los dos subapartados:
 - A) Cuando un mamífero se encuentra en un ambiente frío (bajas temperaturas), ¿en qué estado se encuentran las siguientes estructuras corporales?:
 - 1) Los músculos erectores de los pelos de la piel: ¿relajados o contraídos? Razone la respuesta.
 - 2) Los vasos sanguíneos de la piel: ¿dilatados o contraídos? Razone la respuesta.
 - B) Relacionados con la teoría sintética o neodarwinista sobre la evolución de los seres vivos existen los siguientes términos: mutación, selección natural, migración, reproducción sexual, deriva genética, ley del equilibrio de las poblaciones, población, especie biológica, aislamiento reproductivo.
Indicar cuál de ellos es:
 - 1) La fuente de variabilidad.
 - 2) Los agentes evolutivos que hacen posible que cambien las frecuencias relativas de los alelos de un gen.
 - 3) De qué manera contribuye la reproducción sexual a la evolución.
- 4 En un hospital se produjo un apagón de la luz durante media hora debido a una fuerte tormenta en un momento en que estaban dando a luz dos señoras (Pérez y Fernández), ambas del grupo sanguíneo AB. Las dos tuvieron un niño, siendo uno del grupo sanguíneo AB y el otro del grupo A. Debido al apagón de luz se produjeron unos instantes de confusión en la maternidad de manera que no se sabía cuál de los niños pertenecía a cuál de las madres. El problema afortunadamente se solucionó al conocer que el grupo sanguíneo del señor Pérez era O y el del señor Fernández A. Razone la respuesta.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Esta pregunta la encontrarás contestada en la prueba 15, cuestión 2.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una serie de conceptos referidos al nivel orgánico (especie biológica, oosfera, nervio, protistas) y celular (fermentación).

Conceptos que debes recordar

- Niveles taxonómicos de clasificación.
- Reproducción sexual en los vegetales: gametos.
- Coordinación nerviosa: estructura de la neurona.
- Los cinco reinos de seres vivos.
- Metabolismo celular: catabolismo anaerobio.

Resolviendo la cuestión

- a) La especie es el nivel taxonómico elemental en la clasificación de los seres vivos. Dentro de una especie se incluyen a todas las poblaciones de organismos que, real o potencialmente, pueden intercambiar entre sí su material genético. Es decir, pertenecen a una misma especie todos aquellos organismos que pueden aparearse entre sí, real o potencialmente, produciendo una descendencia fértil.
- b) La oosfera es el gameto femenino que se forma en el arquegonio de las briofitas (musgos) y pteridofitas (helechos) y en el saco embrionario de las fanerógamas.
- c) Un nervio es un conjunto de axones procedentes de varias neuronas. Pueden estar recubiertos por una vaina mielínica (fibras mielínicas), formada por las células de Schwann, o carecer de ella (fibras amielínicas). Los nervios parten de las neuronas cuyos cuerpos neuronales se localizan en los centros nerviosos (sensitivos, encéfalo, médula o ganglios) y se dirigen bien a otros centros nerviosos (nervios sensitivos) o a inervar otros órganos (nervios motores).
- d) Los protistas constituyen uno de los cinco reinos de los seres vivos. Se caracterizan por ser organismos unicelulares eucariotas entre los que aparecen tanto autótrofos, como por ejemplo la euglena, como heterótrofos, por ejemplo la ameba.
- e) Se llama fermentación a un conjunto de rutas metabólicas mediante las cuales los organismos obtienen energía por la oxidación incompleta de compuestos orgánicos. Los electrones liberados en esta oxidación no son llevados a un aceptor externo (como es el oxígeno molecular en el caso de la respiración oxidativa), sino que son aceptados por un compuesto orgánico sencillo que es el propio producto final de la fermentación.

Cuestión 3

Situando la cuestión

El subapartado a) se refiere a mecanismos que tienen lugar en los animales homeotermos para la regulación y mantenimiento constante de la temperatura.

Conceptos que debes recordar

- Termorregulación en animales homeotermos.
- Teoría sintética de la evolución (neodarwinismo)

Resolviendo la cuestión

Subapartado A) Los animales homeotermos (aves y mamíferos) poseen tegumentos termoaislantes (plumas o pelos y capa de grasa) y mecanismos termorreguladores para mantener constante la temperatura corporal. En particular los mamíferos poseen pelos cuya función es aislar la superficie corporal del frío exterior, ya que entre el pelo quedan cámaras que retienen aire (el cual es muy mal conductor del calor) e impiden que se pierda calor.

- 1) En un ambiente frío, los músculos erectores de los pelos de la piel de los mamíferos estarán contraídos y, por tanto, mantendrán el pelo erecto, produciendo el efecto que conocemos vulgarmente como "piel de gallina". El objeto es formar amplias cámaras de aire caliente que queda retenido entre la piel y el exterior, disminuyendo así la pérdida de calor por conducción.
- 2) La sangre, con alto contenido en agua, es el almacén de calor del organismo y, entre sus variadas funciones, se encuentra la termorregulación: es enviada allá donde se precisa calor o, en caso contrario, a la superficie corporal donde cede calor por radiación. Por tanto, en un ambiente frío los capilares sanguíneos superficiales estarán contraídos (vasoconstricción) para disminuir la circulación sanguínea en la piel y evitar la pérdida de calor procedente de la sangre por radiación.

Subapartado B) Para responder correctamente recordaremos el significado de cada uno de los términos:

Mutación: Cambio en la información genética. El fenómeno de la mutación, espontánea o provocada, da lugar a la aparición de nuevos alelos o formas alternativas de un gen.

Selección natural: Definida por Darwin, consiste en la disminución o eliminación de aquellos individuos peor adaptados al medio natural, y con ellos la eliminación de los genes que condicionan su fenotipo.

Migración: Consiste en la introducción de individuos en una población (inmigración) o la salida de individuos de una población (emigración), con la correspondiente ganancia o pérdida de los genes que llevan esos individuos.

Reproducción sexual: Consiste en la formación de nuevos individuos con mezcla de caracteres provenientes de dos progenitores de distinto sexo mediante la fusión de células especiales o gametos que han sufrido la meiosis.

Deriva genética: Es un fenómeno que afecta a las poblaciones pequeñas y consiste en que, dado el escaso número de cigotos que se forman, pueden perderse alelos (que no pasan a la siguiente generación) por error

aleatorio en el muestreo de los gametos que se fusionan. Las consecuencias básicas de la deriva genética en el conjunto de la población es aumentar la homocigosis y disminuir la heterocigosis.

Ley de equilibrio de las poblaciones (ley de Hardy Weinberg): En una población de tamaño infinito, en donde haya panmixia (apareamiento al azar), sin mutación, sin migración y sin selección natural, las frecuencias génicas y genotípicas no varían de generación en generación.

Población: Conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie, que viven en un área geográfica determinada.

Especie biológica: Conjunto de poblaciones que real o potencialmente puede intercambiar información genética.

Aislamiento reproductivo: Consiste en la imposibilidad de intercambiar información genética entre dos individuos (o poblaciones de individuos). El aislamiento reproductivo de dos poblaciones inicialmente de la misma especie conlleva su separación en dos especies distintas.

- 1) La fuente primaria de variabilidad, necesaria para la evolución de los seres vivos, es debida a la mutación, ya que da lugar a la aparición de nuevos alelos. La reproducción sexual también produce variabilidad, ya que un individuo recibe, gracias a los fenómenos de segregación y de recombinación en la meiosis de sus padres, nuevas combinaciones de genes. Ocasionalmente la migración, al introducirse nuevos individuos en una población, podrá dar lugar a aumento de variabilidad.
- 2) Los agentes evolutivos que hacen posible que cambien las frecuencias relativas de los alelos son la selección natural (ya que elimina los alelos mal adaptados) y la migración (si los individuos migrantes presentan frecuencias alélicas distintas de los que componen la población). También, en muy pequeña medida, la mutación, ya que cuando un alelo muta se pierde para la población y se gana el nuevo alelo mutado.
La deriva genética es un caso particular. En el conjunto de las poblaciones, la deriva genética no provoca cambio en las frecuencias de los alelos de un gen, sino aumento de homocigotos y disminución de heterocigotos. No obstante, en una población aislada y pequeña, el efecto de la deriva puede dar lugar a la disminución de la frecuencia de un determinado alelo y, consecuentemente, el aumento del otro por azar.
- 3) La reproducción sexual contribuye a la evolución aumentando la diversidad de individuos de una población mediante la formación de nuevas combinaciones genotípicas en la descendencia. Puedes ampliar la respuesta consultando la cuestión 5 del bloque 1 de la prueba 9.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema genético de aplicación de la 2ª ley.

Conceptos que debes recordar

— 2ª ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Vamos a determinar primero los genotipos y los fenotipos de cada uno de los componentes de las dos familias y de sus descendientes:

Padres:	Sr. Pérez	Sra. Pérez	Sr. Fernández	Sra. Fernández
Fenotipo	0	AB	A	AB
Genotipo	00	AB	AA o A0	AB
Gametos	0	× A, B	A, 0	× A, B
Posibles hijos:				
Genotipos posibles	A0, B0		AA, A0, AB, B0	
Fenotipos posibles	A, B		A, AB, B	

De acuerdo con la segregación de los alelos de cada padre, los Sres. Pérez pueden tener hijos con grupo sanguíneo A o B, pero nunca AB; mientras que los Sres. Fernández pueden tener hijos A, B (si el padre es de genotipo A0) y AB. Por ello se pudo solucionar el problema, asignando al niño de grupo sanguíneo AB a los Sres. Fernández y al niño con grupo sanguíneo A a los Sres. Pérez.

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

1 Los principios inmediatos orgánicos:

- a) Relaciona el catabolismo de glúcidos, lípidos y prótidos localizándolo en la célula.
- b) Principales pruebas de reconocimiento de estas sustancias en el laboratorio.

2 La teoría celular:

- a) Aproximación a los principales hechos históricos.
- b) Tipos de organización en los seres vivos.

3 Genética mendeliana:

- a) Las leyes de Mendel.
- b) Excepciones a la tercera ley.
- c) Teoría cromosómica de la herencia (Morgan, 1910).

4 Dinámica de los ecosistemas:

- a) Relaciones intraespecíficas.
- b) Relaciones interespecíficas.
- c) Concepto de sucesión ecológica.

Universidad de Navarra. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

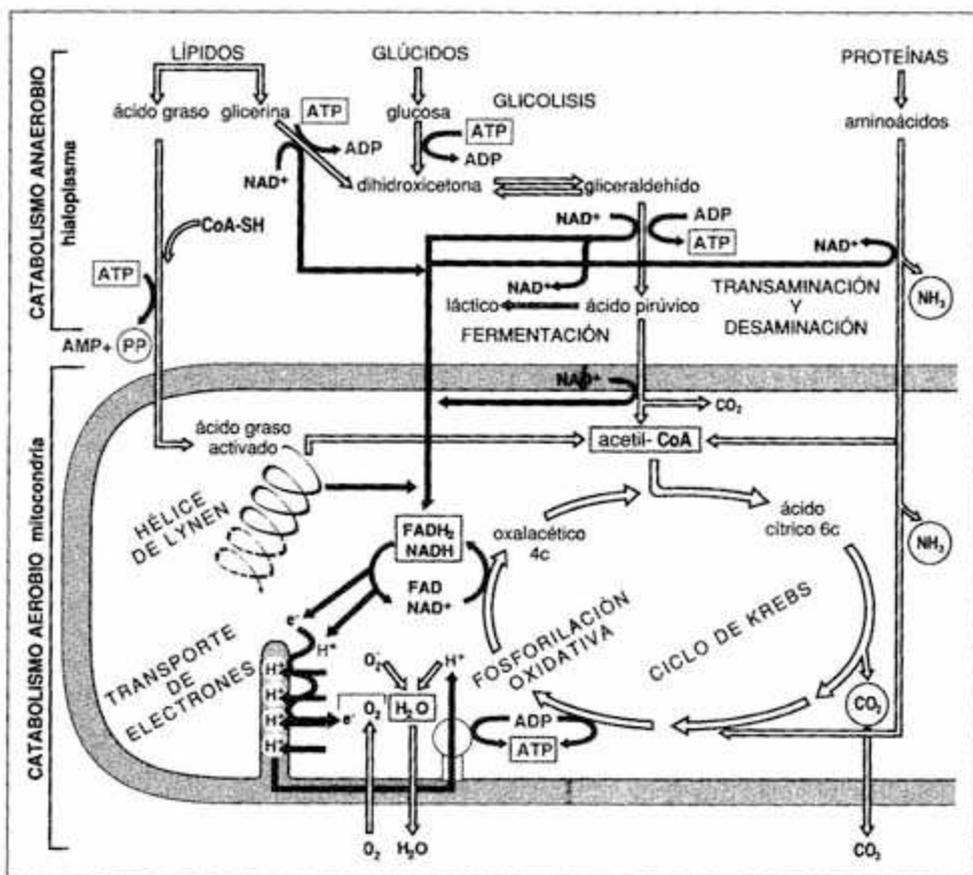
La cuestión se refiere a una visión global del catabolismo.

Conceptos que debes recordar

- Estructura celular.
- Líneas generales del catabolismo.
- Propiedades químicas de los principios inmediatos.

Resolviendo la cuestión

- a) En el esquema siguiente se puede observar la localización celular y las conexiones existentes entre las diferentes rutas metabólicas del catabolismo de glúcidos, lípidos y prótidos.



Si necesitas esclarecer los procesos del catabolismo anaerobio (glicolisis y fermentación) puedes consultar la cuestión 3 de la opción B de la Universidad de Castilla-La Mancha.

El catabolismo aerobio mitocondrial puedes encontrarlo en el tema 2 de la prueba de Cádiz.

b) Reconocimiento de principios inmediatos

Reconocimiento de glúcidos. Los monosacáridos y algunos disacáridos como la maltosa y la lactosa, que poseen poder reductor, pueden identificarse gracias a esta propiedad. En una disolución en medio alcalino pueden oxidarse a ácidos y reducir algunos iones metálicos como el cobre o la plata. Las reacciones más utilizadas son las de Fehling y Benedict. En ambas el ion cúprico (azul intenso en medio alcalino) se reduce, cuando existen azúcares reductores, a ion cuproso (rojo ladrillo e insoluble que precipita). Los azúcares no reductores no dan reacción positiva.

Algunos polisacáridos solubles como la amilosa son capaces de incorporar iones triyoduro en su estructura espacial tomando coloración azul. La amilopectina adquiere una coloración violeta. Al poner en contacto el almidón con unas gotas de lugol (solución de yodo) da una coloración azul-violeta intensa (mezcla de las dos coloraciones citadas).

Reconocimiento de lípidos. Se diferencian de los demás principios inmediatos por su escasa o nula solubilidad en agua. Sin embargo, el reconocimiento para su identificación en concreto es más complicado que en el caso de los glúcidos. Normalmente se utilizan técnicas cromatográficas (capa fina o en fase gaseosa) o métodos basados en la hidrólisis enzimática.

De una forma sencilla se pueden identificar aceites por su reacción con el Sudán III que los tiñe de color rojo. Distintos tipos de aceites (oliva, soja, girasol...) dan coloraciones diferentes al mezclarlos con ácido nítrico concentrado a partes iguales.

Reconocimiento de proteínas. Las proteínas en presencia de ion cúprico y en medio alcalino dan un color que puede ir del rosa al violeta. Esta reacción (denominada de Biuret) es debida a la existencia de los enlaces peptídicos. Se utilizan disoluciones proteicas (de albúmina, por ejemplo) a las que se añade hidróxido sódico y unas gotas de sulfato de cobre (II).

Si a una solución de albúmina se le añade ácido nítrico concentrado se forma un precipitado blanquecino que, al calentar, cambia a color amarillento (reacción xantoproteica). Al enfriar y alcalinizar el medio, aparece un color anaranjado.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a la organización celular de los seres vivos, en cuanto que todos ellos están constituidos por células pertenecientes a los dos tipos de organización celular.

Conceptos que debes recordar

- Teoría celular.
- Diferencias entre células procarióticas y eucarióticas.
- Tipos de células eucarióticas.
- Principios taxonómicos de clasificación: los cinco reinos.

Resolviendo la cuestión

a) Las primeras observaciones de células:

Las bases de la teoría celular hay que buscarlas a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII, época en la que vivieron el holandés Antony van Leeuwenhoek (1632-1723) y el inglés Robert Hooke (1635-1723).

- Leeuwenhoek realizó extraordinarias observaciones utilizando microscopios que él mismo construía. Sus descripciones se refieren a infusorios, glóbulos rojos, espermatozoides e incluso bacterias.
- A Hooke le debemos la utilización del término "célula" para designar a las cámaras que observó en una laminilla de corcho. Aunque actualmente sabemos que lo observado por Hooke eran paredes celulares sin contenido interno, el término se sigue manteniendo.

La importancia de las observaciones realizadas por estos investigadores y la precisión de sus dibujos es extraordinaria, sobre todo si tenemos en cuenta la precariedad de sus instrumentos de trabajo. El siglo XVIII supuso un estancamiento en el estudio de las células, los instrumentos mejoraron poco y las técnicas continuaron siendo rudimentarias.

La formulación de la teoría celular. Durante la primera mitad del siglo XIX el panorama de la investigación cambió y proliferaron, fundamentalmente en Alemania, los laboratorios en las universidades. Esto fomentó un rápido desarrollo de los aparatos, en particular de los microscopios. El interés por la utilización del microscopio se extendió y, hacia 1830, gracias a científicos como Dutrochet, Brown o Purkinje:

- Se generaliza la idea de que tanto animales como vegetales poseen células.
- Se desvía la atención desde las paredes de la célula a su contenido y se identifica el "núcleo" y el "protoplasma".

Sin embargo, fue el zoólogo alemán T. Schwann, tras una célebre reunión con su compatriota, el botánico M. J. Schleiden, quien hacia los años 40 desarrolló la teoría celular, concluyendo que cada célula es una "unidad constitucional y funcional de los seres vivos, capaz de mantener su propia existencia independiente".

Los trabajos posteriores. A raíz de la formulación de la teoría celular, se rectificaron algunos graves errores. Por ejemplo, en lo referente al origen de las células, las observaciones de la división celular en animales y vegetales permitió a Virchow en 1855 formular su famoso aforismo "toda célula procede de otra célula". A partir de esta época la aceptación de la teoría celular se hace general en la comunidad científica y el avance en

microscopia y otras técnicas de estudio de las células permite centrar los trabajos en el conocimiento de la organización y el desarrollo celular.

Sin embargo, aceptada la idea de la célula como componente elemental de los seres vivos, faltaba precisar si las células se comportaban como unidades independientes o mantenían entre sí algún vínculo físico. Este parecía ser el caso del tejido nervioso en el cual no se distinguían claramente la separación entre las células. Los trabajos de Ramón y Cajal entre 1888 y 1902, demostrando la individualidad de las neuronas, le valieron el Premio Nobel en 1906 conjuntamente con C. Golgi.

La construcción, en 1937, del primer microscopio electrónico por los físicos alemanes Ruska y Borries, colaboró de manera decisiva al asentamiento de la teoría celular al permitir observar las pequeñas estructuras, los orgánulos, que existen en el interior de las células.

- b) Según su constitución celular, podemos distinguir dos grandes tipos de organización dentro de los seres vivos: los de organización unicelular y los de organización pluricelular:

Organización unicelular. La presentan aquellos organismos constituidos por una sola célula. Según el tipo de organización al que pertenezca esta única célula, se clasifican a los organismos unicelulares en dos grandes reinos:

- **Moneras:** Se incluyen en este reino los organismos unicelulares procarionóticos. Son las bacterias y las cianobacterias. En ocasiones, pueden presentarse asociados formando colonias o cadenas filamentosas, pero en ningún caso existe especialización ni diferenciación celular. Dentro de los moneras hay representantes autótrofos fotosintetizadores (todas las cianobacterias y algunas bacterias) y quimiosintetizadores (algunas bacterias), siendo los demás heterótrofos. Asimismo, los hay que presentan respiración aerobia mientras otros son anaerobios (algunas bacterias) estrictos o facultativos.
- **Protistas:** Se incluyen en este reino los organismos unicelulares eucarióticos. Son los protozoos, las algas y los hongos unicelulares. También pueden asociarse formando colonias. Pueden ser autótrofos fotosintetizadores o heterótrofos, siendo la mayoría aerobios, aunque también existen protistas anaerobios facultativos (como las levaduras del género *Saccharomyces*).

Organización pluricelular. La presentan los organismos constituidos por muchas células. En ellos se presenta una especialización y diferenciación en sus células (al menos en dos tipos: somáticas y reproductoras) que desempeñan diferentes funciones. En los casos de mayor especialización y diferenciación celular presentan tejidos y órganos especializados. Todos los organismos pluricelulares están constituidos por células eucarióticas con mitocondrias y, por tanto, son de respiración aerobia. Según sus células posean o no determinados orgánulos se clasifican en tres reinos:

- **Plantas o vegetales:** Sus células presentan pared celular (de naturaleza celulósica) y cloroplastos, por lo que todos ellos son autótrofos fotosintetizadores. Son las algas pluricelulares, musgos, helechos y las plantas con semilla.

- Hongos pluricelulares: Sus células presentan pared celular (de naturaleza casi siempre quitinosa) y carecen de cloroplastos, por lo que son siempre heterótrofos. En su ciclo biológico presentan una fase de reproducción asexual por esporas.
- Animales: Sus células carecen de pared celular y de cloroplastos, por lo que son siempre heterótrofos. Son, entre otros, las esponjas, celentéreos, anélidos, moluscos, artrópodos, equinodermos y cordados (vertebrados).

Cuestión 3

Conceptos que debes recordar

- Leyes de Mendel.
- Teoría cromosómica.

Resolviendo la cuestión

a) Leyes de Mendel.

A finales del pasado siglo y durante siete años, Gregorio Mendel realizó sus célebres experiencias en las que utilizó plantas de guisante (*Pisum sativum*), eligiendo, para el estudio de su transmisión, tan sólo algunos caracteres con alternativas fáciles de distinguir como la forma de la semilla (redonda o rugosa), color (amarilla o verde), longitud del tallo (largo o corto), etc.

Los dos primeros años los dedicó para obtener "razas puras" u homocigóticas respecto a dichos caracteres, comprobando que sus descendientes presentaban todos el mismo carácter durante más de una generación. Del estudio de los resultados que obtuvo en los cruzamientos posteriores dedujo las siguientes leyes:

Primera ley de Mendel: "Uniformidad de los híbridos de la primera generación filial".

La primera experiencia consistió en cruzar dos variedades puras para un mismo carácter, por ejemplo el "color de las semillas", que puede ser verde o amarillo. Siempre que hacía este tipo de cruzamientos, la descendencia obtenida era uniforme y presentaba el carácter de uno de los progenitores.

Interpretación de los resultados:

Padres	Fenotipo (color semilla)
	Genotipo
	Gametos
	Genotipo
	Fenotipo

Amarillo x Verde	
AA	aa
A	a
Aa	
Amarillo	

Cada padre transmite un alelo distinto a sus descendientes, por lo que éstos serán híbridos. Como los padres son homocigóticos, siempre transmiten el mismo alelo, todos los descendientes tendrán el mismo

genotipo y por tanto, serán iguales. En este caso el color amarillo es dominante, por lo que todos los hijos presentarán este carácter.

Segunda ley de Mendel: "Segregación independiente en la segunda generación filial".

El siguiente paso fue dejar que se autofecundaran las plantas de la primera generación filial para obtener una segunda generación (F_2). Al observar los descendientes comprobó: que aparecían las dos alternativas para el color, una de las cuales no había aparecido en la F_1 ; además, aparecía alrededor de un 75% con el carácter presente en la F_1 y en uno de los padres y un 25% con el carácter del otro padre, el cual había permanecido oculto en la F_1 .

Interpretación de los resultados:

F_1	Fenotipo	Amarillo x Amarillo		
	Genotipo	Aa	Aa	
	Gametos	A, a	A, a	
F_2	Genotipo	AA	2Aa	aa
	Fenotipo	75% Amarillo,		25% Verde

Cuando se forman los gametos, éstos sólo reciben un alelo por cada carácter (recuerda que en la meiosis, los cromosomas homólogos se separan). Así, los alelos que estaban juntos en los híbridos se segregan, sin mezclarse ni contaminarse, apareciendo el carácter recesivo en la F_2 , aunque sus padres (de la F_1) no lo manifestaran.

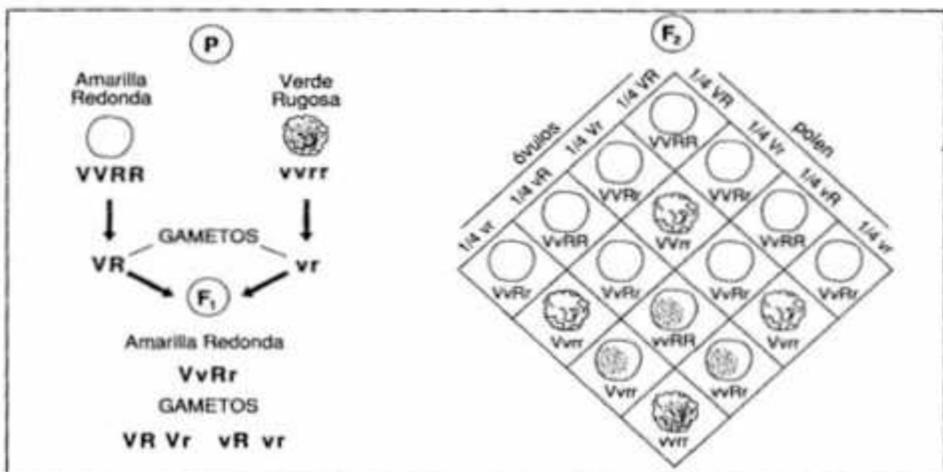
Tercera ley de Mendel: "La transmisión independiente de los caracteres".

Mendel dedujo su tercera ley al estudiar la transmisión conjunta de dos (dihibridismo) o más (polihibridismo) caracteres. El resultado de estas experiencias se conoce como ley de la transmisión independiente de los caracteres o tercera ley de Mendel, y se enuncia así: en la transmisión de dos o más caracteres, cada par de alelos que controla un carácter se transmite a la segunda generación filial independientemente de cualquier otro par de alelos que controle otro carácter, y siempre de acuerdo con la primera y segunda ley.

Una de las experiencias que realizó fue el cruzamiento de dos razas puras de guisante (generación P), una, de semillas amarillas y de forma redonda (VRRR), y la otra, de color verde y aspecto rugoso (vvrr). 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 (F_1) resultaron todos iguales y presentaban el fenotipo de uno de los padres, amarillo y redondo (caracteres dominantes), con lo cual demostró que también para los casos de dihibridismo se cumplía su primera ley.

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), que no existían en la generación P, demostraba la herencia independiente de los dos caracteres.



b) Excepciones a la tercera ley.

Ligamiento génico. La tercera ley de Mendel tiene excepciones; no siempre los caracteres se heredan con total independencia. Teóricamente, todos aquellos caracteres cuyos genes se localicen sobre el mismo cromosoma deben transmitirse conjuntamente. Ten en cuenta que el número de cromosomas que posee una célula es muy inferior al número de genes que portan. Es, pues, lógico que, frecuentemente, pares de caracteres se hereden juntos. Se habla entonces de genes "ligados".

En muchas ocasiones, al hacer cruces y observar la herencia de pares de caracteres localizados en el mismo cromosoma, es decir ligados, los resultados obtenidos no se corresponden ni con la herencia independiente ni con lo que cabe esperar para genes ligados. Son los casos en los que, entre las cromátidas de los cromosomas homólogos, se producen "entrecruzamientos". (Recordarás que éste es un mecanismo que ocurre en la profase de la primera división meiótica y que conlleva que parejas de cromátidas homólogas intercambien segmentos cromosómicos).

El resultado es que aparecen gametos con la pareja de genes tal como estaba en uno de los padres (funcionan como genes ligados), y otros gametos (en los que se ha producido entrecruzamiento) con los genes "recombinados". En este último caso, los caracteres se heredan como si fueran independientes. La proporción de uno u otro tipo de gametos depende de la frecuencia con que ocurra el entrecruzamiento (frecuencia de recombinación).

Interacción génica. Otra causa totalmente diferente que puede provocar descendencias diferentes a las esperadas según la tercera ley, es que exista "interacción" entre parejas de genes, es decir, que varios pares de alelos influyan sobre un único carácter.

Uno de los casos de interacción génica es el que se presenta en el siguiente ejemplo. Se trata de un carácter regido por dos pares de alelos. Uno de los genes, con dos alelos, es el que define el fenotipo y se le llama gen hipostático, y un segundo gen, también con dos alelos, y llamado gen epistático, permite o inhibe la manifestación del gen hipostático. Estos casos se denominan "epistasias".

c) Teoría cromosómica de la herencia.

A principios de siglo, antes de que se hubiera identificado a la molécula portadora de herencia, el botánico danés W. Johannsen acuña el término de "gen" para referirse a cada "factor hereditario" que controla un carácter.

El conocimiento de los cromosomas y de los mecanismos citológicos que les afectan (mitosis y meiosis), así como los procesos de la reproducción, habían sido comprendidos antes de que los trabajos de Mendel fueran redescubiertos. La teoría cromosómica de la herencia surge cuando se intenta armonizar los conocimientos sobre citología y embriología con los resultados propuestos por Mendel en sus leyes. Así, en 1902, Sutton propone que los factores hereditarios se localizan sobre los cromosomas.

La confirmación posterior de la teoría cromosómica de la herencia llegó de la mano del zoólogo norteamericano T. H. Morgan y sus colaboradores quienes trabajaron utilizando como material de laboratorio la mosca de la fruta o del vinagre: *Drosophila melanogaster*. Por su fácil manejo, abundante y rápida descendencia y gran número de mutantes, presenta las características adecuadas para realizar cruzamientos y observar la herencia de los caracteres.

Los trabajos de los colaboradores de Morgan determinaron la aceptación de esta teoría. Entre éstos destacan: Bridges (sobre la herencia ligada al sexo); Sturtevant (sobre la teoría del ligamiento genético y la construcción de mapas cromosómicos); y Muller (en los estudios sobre mutaciones).

Los experimentos que demuestran la teoría cromosómica de la herencia son los llevados a cabo por Bridges sobre la herencia ligada al sexo. Bridges encontró una mutación en *Drosophila*, ojos blancos, que daba resultados distintos en los dos cruzamientos recíprocos (de acuerdo con lo que ahora se denomina herencia ligada al sexo), de tal manera que pudo relacionar el fenotipo de los individuos con su cariotipo.

Atención. Fíjate que la herencia ligada al sexo, que es una excepción al modo de transmisión mendeliano, no es una excepción a la tercera ley, sino a la primera. En efecto, en uno de los dos cruces recíprocos, concretamente el cruce de hembras mutantes ($XaXa$) por machos normales ($X+Y$), la F_1 no es uniforme, sino que todas las hembras serán normales, mientras que los machos serán mutantes.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida al funcionamiento del ecosistema, concretamente, se plantea las relaciones que se pueden establecer entre los distintos organismos que componen la Comunidad y la evolución de las poblaciones de la Comunidad con el tiempo y de acuerdo con los factores ambientales, tanto bióticos como abióticos.

Conceptos que debes recordar

- Asociaciones y competencia intraespecífica.
- Asociaciones y competencia interespecífica.
- Sucesiones primarias y secundarias; comunidad clímax.

Al estudiar la dinámica de los ecosistemas, debemos tener en cuenta que están formados por un conjunto de poblaciones que habitan una determinada área. Así, los individuos de estas poblaciones establecen relaciones tanto con el resto de los individuos de su propia especie, que constituyen una población, como con individuos de otras poblaciones.

- a) **Relaciones intraespecíficas.** Se denominan relaciones intraespecíficas a las que se establecen entre individuos de la misma especie y, por tanto, entre individuos de la misma población.

Es frecuente que los individuos que pertenecen a la misma especie tiendan a formar grupos, al menos durante ciertas épocas, dado que obtienen beneficios de dicha asociación. La formación de familias (constituidas por progenitores y descendientes), colonias (individuos descendientes de uno primitivo), asociaciones gregarias (individuos sin parentesco entre sí) o sociedades estatales (individuos emparentados y jerarquizados), beneficia a los individuos que las forman. Piensa en ejemplos en los que estas asociaciones favorecen: protección de las crías, facilidad para conseguir pareja, defensa contra los depredadores, etc.

Ahora bien, si tenemos en cuenta que los individuos de la misma especie ocupan el mismo "nicho ecológico", es lógico pensar que una importante consecuencia de la formación de grupos es la aparición de la "competencia intraespecífica". La competencia dentro de una población aparece cuando un determinado recurso, demandado por esa población, es limitado. Este recurso puede referirse a aspectos de nutrición, reproducción, etc., incluidos en su nicho ecológico.

Los efectos de la competencia dependen de la densidad de la población y su consecuencia principal es disminuir su fecundidad y supervivencia, aunque también puede tener otros efectos como por ejemplo aumentar la eficacia de la población (efecto de la selección).

La competencia, al actuar sobre la tasa de natalidad y mortalidad, puede regular el tamaño de las poblaciones hasta una densidad estable que se representa por K (capacidad portadora) y que representa el tamaño de la población que, al menos teóricamente, puede ser mantenido por los recursos del ambiente.

Como hemos visto, las consecuencias de la competencia para las poblaciones son tan importantes que han dado lugar a la aparición de comportamientos muy particulares, como la territorialidad o la jerarquización.

- b) **Relaciones interespecíficas.** Se establecen entre los individuos de diferentes especies dentro de una comunidad. Los tipos de relaciones pueden ser positivas, negativas o indiferentes para una o ambas especies. Representaremos con un signo (+) cuando la especie salga beneficiada, con (-) cuando salga perjudicada y con (=) cuando le sea indiferente.

— Mutualismo o simbiosis (+,+): Los individuos se asocian para beneficio mutuo. Por ejemplo, el *Rhizobium*, que fija el N_2 atmosférico en forma de aminoácidos y vive en las raíces de plantas leguminosas que aportan la energía para el proceso. El término mutua-

lismo se considera similar a simbiosis, la única diferencia podría estar en que se habla de simbiosis cuando la relación que establecen las dos especies es muy íntima y permanente.

- Comensalismo e inquilinismo (+,=): Una de las especies obtiene beneficio, en cuanto a comida, protección o alojamiento, mientras que la otra especie no obtiene beneficio ni daño de la relación. Un ejemplo puede ser las aves y los árboles sobre los que anidan.
- Parasitismo (+,-): El parásito obtiene beneficio del hospedador, al cual perjudica. La finalidad de aquél es la "explotación", pero no la muerte del huésped u hospedador, aunque ésta puede producirse como consecuencia de la acción del parásito. Hay parásitos temporales y permanentes, externos e internos. Un ejemplo sería la "solitaria" y la especie humana.
- Depredación (+,-): Un individuo se alimenta de otro al cual le produce la muerte. Por ejemplo, un carnívoro y sus presas.
- Competencia (-,-): Entre individuos de diferente especie se establece competencia cuando los nichos de esas especies son coincidentes, es decir, cuando ambas especies utilizan un mismo recurso, que es limitado. Por ejemplo dos pájaros que se alimente de las larvas que viven en los troncos.

c) **Sucesión ecológica.** Se entiende por sucesión ecológica el esquema de cambio continuo, direccional y no estacional de colonización, extinción y sustitución de las poblaciones de especies en una localidad. La abundancia y tipos de poblaciones presentes en un ecosistema puede variar a lo largo del tiempo, incluso puede producirse la desaparición de algunas poblaciones y la incorporación de otras que inicialmente no estaban presentes. De hecho, una especie sólo aparecerá en aquellos lugares en los que se den las condiciones y recursos apropiados. La actividad propia de los seres vivos produce cambios en el ecosistema, creando nuevos nichos ecológicos susceptibles de ser ocupados por nuevas poblaciones; a su vez, estas nuevas poblaciones pueden entrar en competencia y eliminar a las anteriores.

Se habla de sucesión primaria cuando se establece en una localidad que no ha sufrido anteriormente la presencia de una comunidad, por ejemplo la duna de arena recién formada. Se habla de sucesión secundaria cuando se establece sobre una ya existente pero que ha sido parcial o totalmente eliminada, pero se conserva el suelo, semillas, esporas, etc., como ocurre, por ejemplo, tras una tala indiscriminada o un incendio forestal.

Las sucesiones con el tiempo tienden a llegar a una situación de equilibrio, llamada etapa final o clímax, en la que dejan de apreciarse cambios en la composición de la comunidad. Esta situación no es fácil de alcanzar, ya que cualquier cambio introducido en la comunidad (incendio, cambio climático, acción humana...) provoca la creación y/o pérdida de nichos ecológicos con la consiguiente ocupación o expulsión de algunas especies.

16

OVIEDO

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá elegir y responder a dos de los cuatro temas propuestos.

- 1 Relación entre estructura y función de la molécula proteica.
- 2 Morfología de la célula procariota.
- 3 Conformación de la molécula del ADN.
- 4 Mecanismos de creación de variabilidad genética en la reproducción sexual.

Universidad de Oviedo. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema 1

Hallarás la respuesta a este tema en la solución a la prueba de la Universidad de Málaga, cuestión 1.

Tema 2

Situando la cuestión

Las células procarióticas carecen de núcleo definido y a este tipo de organización celular pertenecen las bacterias y cianobacterias.

Conceptos que debes recordar

— Organización celular procariótica.

Resolviendo la cuestión

Las células de organización procariótica se caracterizan por no presentar el material genético (ADN) rodeado por una membrana, es decir, carecen de núcleo definido. Dentro de los organismos procariotas se incluyen a

las bacterias y a las cianobacterias. En la prueba de la Universidad de Barcelona, opción B, cuestión 3, encontrarás un esquema comentado de la estructura y morfología de una bacteria típica.

Aunque también existen bacterias fotosintetizadoras, la diferencia fundamental entre éstas y las cianobacterias es que estas últimas lo son siempre y presentan para ello membranas internas (tilacoides) con pigmentos fotosintetizadores, principalmente clorofila *a*.

Tema 3

Puedes encontrar la respuesta a este tema en la solución a la prueba de la Universidad de Málaga, cuestión 2.

Tema 4

Situando la cuestión

En esta cuestión se trata de relacionar los procesos a nivel citológico y genético que se dan en la reproducción sexual para alcanzar su objetivo genético.

Conceptos que debes recordar

- Objeto de la reproducción sexual.
- Variabilidad genética.

Resolviendo la cuestión

La fuente primaria de variabilidad genética es la mutación. La reproducción sexual también produce variabilidad, o mejor dicho, acelera el proceso de expresión de dicha variabilidad (puedes revisar este punto consultando la cuestión 3, subapartado b de la prueba de la Universidad de Murcia), mediante dos mecanismos: los procesos de segregación cromosómica en la meiosis y la recombinación genética que se produce en la profase de la primera división meiótica.

Segregación cromosómica: De acuerdo con la 2ª ley de Mendel, al formarse los gametos, los dos genes alelos deben separarse yendo a gametos diferentes. Esto sucede porque están situados en cromosomas homólogos y éstos se separan en la anafase de la primera división meiótica para formar los gametos haploides. De este modo, y como indica la 3ª ley para los genes no ligados, se producen todas las combinaciones cromosómicas posibles en los gametos que al fusionarse para formar los cigotos darán lugar a nuevas combinaciones genéticas en la descendencia.

Recombinación genética: Los genes que se encuentran en el mismo cromosoma (genes ligados) que deberían transmitirse conjuntamente, es decir, pasar juntos al mismo gameto, pueden también transmitirse con independencia. Esto se debe a que en la profase de la primera división meiótica tienen lugar "entrecruzamientos" entre cromátidas homólogas (rotura de fragmentos y posterior soldadura con los segmentos intercambiados). El resultado es la formación de gametos (recombinados y sin recombinar) con todas las combinaciones genéticas posibles que producirán la citada variabilidad genética.

17



ACLARACIONES PREVIAS

Elegir y contestar dos de los temas completos. La puntuación máxima de cada cuestión 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 Funciones del agua en los vegetales. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de ATP. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: Si un varón albino se casa con una mujer morena pero de padre albino, todos los hijos del matrimonio serán albinos. (1 p.)

Tema B

- 1 Mutaciones génicas y agentes mutagénicos. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de glucógeno. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: Los anticuerpos se llaman también inmunoglobulinas. (1 p.)

Tema C

- 1 Naturaleza y funciones del RNA. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de aparato de Golgi. (1 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: En el mongolismo o síndrome de Down hay un cromosoma de menos. (1 p.)

Universidad del País Vasco. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida a los niveles molecular (funciones del agua como componente de la materia viva) y orgánico (función del agua en los vegetales).

Conceptos que debes recordar

- Función del agua como componente de los seres vivos.
- Transporte del agua en los vegetales.
- Fotosíntesis. Transporte de electrones en el cloroplasto; fotólisis del agua.

Resolviendo la cuestión

El agua, como en los demás seres vivos, desempeña en los vegetales las funciones generales que puedes consultar en la prueba de la Universidad de Castilla-La Mancha, opción A, cuestión 1. Además, de forma particular, en los vegetales realiza las funciones siguientes:

1. Es el medio en el que se transportan, disueltos, los iones minerales absorbidos desde la raíz hasta las hojas. La savia bruta asciende por los vasos leñosos que constituyen el xilema sin necesidad de un sistema de bombeo y sin consumo energético. Ello es debido al carácter dipolar de la molécula de agua que hace que éstas posean una gran fuerza de cohesión entre sí y de adherencia a las paredes de los capilares leñosos. El agua asciende por los vasos leñosos simplemente por capilaridad y debido a la presión negativa (succión) que se ejerce desde la hoja como consecuencia de la transpiración.
2. El agua es un elemento indispensable en la fotosíntesis. El agua es la fuente del poder reductor, es decir, la fuente de electrones que circulan a través de la cadena de transporte de electrones en la membrana tilacoidal hasta el NADP^+ que se reduce a NADPH. El PS II cede electrones excitados por la luz a la cadena y los recupera rompiendo la molécula de agua (fotólisis), por lo que se desprende O_2 según la siguiente reacción:



Atención. La transpiración es un proceso por el cual los vegetales pierden una gran cantidad de agua por las hojas. Se ha intentado explicar el significado de la transpiración como un mecanismo necesario para el ascenso del agua desde la raíz. Sin embargo, se ha demostrado que para ello no es necesario la pérdida de tan gran cantidad de agua y que además este ascenso puede realizarse por fenómenos de capilaridad simplemente. La transpiración se explica como un "mal necesario" dado la finalidad y estructura de las hojas: primero deben presentar una gran superficie para

absorber luz y segundo el agua debe circular por los tejidos de la hoja, pues transporta los nutrientes minerales y es necesaria para la fotosíntesis. En consecuencia, las hojas se comportan como "sábanas húmedas tendidas al sol" y, por ello, pierden agua.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el metabolismo.

Conceptos que debes recordar

- Nucleótido.
- Metabolismo.

Resolviendo la cuestión

Es el nucleótido trifosfato de adenosina. Como coenzima interviene en reacciones de transferencia de energía y/o grupos fosfato aportando energía cuando se requiere.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Es un problema de genética referido a la 2ª ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Caracteres autosómicos recesivos: el albinismo.

Resolviendo la cuestión

El albinismo es un carácter recesivo y autosómico. Un varón albino tendrá un genotipo aa , mientras que una mujer morena (no albina) podrá tener los genotipos AA o Aa . Si el padre de la mujer es albino, ella será Aa necesariamente, ya que habrá recibido de su padre el alelo recesivo a y de su madre el alelo dominante A . Los hijos de dicho matrimonio serán mitad albinos y mitad morenos, de acuerdo con la segregación de los alelos en la meiosis femenina; luego la proposición es falsa.

Tema B

Cuestión 1

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

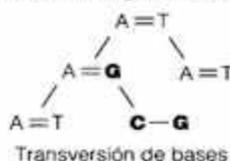
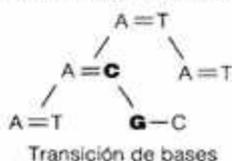
Mutaciones génicas

Establecido el hecho de que la información genética está contenida en la secuencia de nucleótidos del ADN, puede definirse la mutación génica como un cambio en la información de un gen 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 la citosina puedan emparejar entre sí; y lo mismo puede suceder con la guanina y la 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.



Estas sustituciones producirán frecuentemente cambios 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.

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).

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.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de un tipo de polisacárido.

Conceptos que debes recordar

— Tipos de polisacáridos.

Resolviendo la cuestión

Polisacárido de reserva energética en los animales formado por largas cadenas de moléculas de glucosa unidas por enlaces α (1 \rightarrow 4) y ramificaciones α (1 \rightarrow 6).

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida a defensa inmunitaria.

Conceptos que debes recordar

— Naturaleza de los anticuerpos.

Resolviendo la cuestión

La proposición es verdadera. Las inmunoglobulinas son proteínas que están presentes en la sangre y pertenecen al grupo de las γ -globulinas. Son fabricadas por las células plasmáticas procedentes de linfocitos B (por proliferación y diferenciación) tras un contacto con un antígeno (sustancias extrañas al organismo). La mayoría de las inmunoglobulinas reaccionan específicamente con sus antígenos anulando su posible efecto patógeno. Sin embargo, aunque todos los anticuerpos son inmunoglobulinas, en algunos tipos de éstas (como las Ig D) no se ha detectado actividad de anticuerpo.

Tema C

Cuestión 1

Situando la cuestión

La respuesta a esta cuestión la puedes localizar en el nivel molecular (bioquímica descriptiva), nivel celular (metabolismo celular) y genética (genética molecular).

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- ARN: estructura, tipos y características generales.

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).

a) **Naturaleza química del ARN**

Es un polinucleótido formado por la unión de ribonucleótidos de adenina, guanina, citosina y uracilo mediante enlaces fosfodiéster. En los ARNt aparecen otras bases secundarias distintas a las mencionadas como la metilguanina, el pseudouracilo, inosina, etc.

Las moléculas de ARN son más cortas que las del ADN, oscilando el número de nucleótidos que los forman entre unos 75, de algunos ARNt, y algunos miles en ARNm.

Los ribonucleótidos que lo forman poseen el azúcar ribosa en lugar de la desoxirribosa del ADN. Esto hace que los grupos -OH en posición 2' estén libres, lo que provoca tensiones al formar la estructura primaria y se hidroliza con mayor facilidad. Por ello, el ARN es menos estable químicamente que el ADN. Este hecho puede explicar el que el ADN fuera seleccionado para contener la información genética, en lugar del ARN, a pesar de que actualmente se piense que fueron estas últimas las primeras moléculas que poseyeron información genética y la capacidad de hacer copias de sí mismas.

b) **Estructura del ARN**

La mayoría de los ARN sólo poseen estructura primaria al estar formadas por una única cadena polinucleótida. Los ARNt tienen regiones en su cadena que poseen secuencias complementarias capaces de autoaparearse formando regiones con doble hélice. Como existen bases que no son complementarias, la unión es imperfecta y se forman lazos o bucles. Incluso se producen apareamientos anormales de bases como guanina-uracilo. Por ello, las proporciones específicas de bases complementarias no son constantes. Por su aspecto bidimensional la estructura secundaria de los ARNt recibe la denominación de "hoja de trébol", tridimensionalmente se asemeja a una L invertida.

Los ARN monocatenarios aparecen como material genético exclusivo en algunos virus como el del mosaico del tabaco, de la gripe y el de la polio. Únicamente se conoce un caso, el de los retrovirus, que poseen de ARN bicatenario.

c) **Tipos y funciones de ARNs**

1. ARN mensajero (ARNm)

Representa aproximadamente entre el 3 y el 5 por 100 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.

Cada gen da lugar a un ARNm distinto y contiene la información necesaria para la síntesis de una cadena polipeptídica determinada.

Sintetizado como copia complementaria de un segmento de ADN, lleva la información desde el núcleo al hialoplasma. El orden en que se encuentren colocados los tripletes (codones) de bases en el ARNm determinará el orden en que se coloquen los aminoácidos en la proteína sintetizada.

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 presenta zonas con doble hélice, dando lugar a la estructura secundaria descrita en la cuestión 1 de esta misma opción.

Más información sobre la estructura, características y función de los ARNt la encontrarás en la solución de la prueba de la Universidad de Extremadura, repertorio B, cuestión 1.

Los distintos ARNt dispersos en el hialoplasma 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 que se caracteriza por poseer un triplete de bases característico llamado anticodón en uno de sus brazos.

3. ARN ribosómico (ARNr)

Es el más abundante, constituyendo entre el 90 y 95 por 100 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. Se encuentra en los ribosomas (supone el 60-70 por 100 de su peso) asociado a proteínas formando parte de las subunidades que los integran.

La clasificación de los distintos tipos de ARNr se realiza en función de la velocidad con que sedimentan las distintas subunidades que componen un ribosoma. La unidad utilizada es el Svedberg (S), y depende del peso, forma y densidad de la subunidad estudiada. Los ribosomas eucarióticos presentan una velocidad de sedimentación de 80 S, y son algo más grandes que los de las células procariotas (70 S).

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, colocan en el orden adecuado los ARNt (con los aminoácidos transportados) acoplado el anticodón de éstos con su codón (tripleta de bases) complementario del ARNm. Los aminoácidos se irán uniendo entre sí mediante enlaces peptídicos en el orden preestablecido.

4. ARN heterogéneo nuclear (ARNhn)

Está localizado en el núcleo. Presenta gran variedad de tamaños, de ahí su nombre. Es el precursor de los ARNm, en los que se transforma tras un proceso de maduración que implica la eliminación de secuencias de nucleótidos no codificantes (intrones).

Cuestión 2



Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al nivel celular.



Conceptos que debes recordar

— Estructura y función del aparato de Golgi.



Resolviendo la cuestión

Orgánulo celular formado por pilas de sacos aplanados y vesículas alrededor, cuya principal función es completar la síntesis de los productos de secreción, empaquetar y expulsar los productos de secreción.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Es una cuestión de genética referida a la dotación cromosómica.



Conceptos que debes recordar

— Cambios en el número de cromosomas: aneuploidías.



Resolviendo la cuestión

La proposición es falsa. El mongolismo o síndrome de Down es una trisomía del cromosoma 21, es decir, hay un cromosoma 21 de más, teniendo el cariotipo de dicho individuo 47 cromosomas.

18

PALMA DE MALLORCA

ACLARACIONES PREVIAS

De las opciones que se proponen, elegir dos y responder de manera específica a las cuestiones formuladas.

Opción A

Proteínas

- 1 Concepto de proteína. Niveles estructurales de las proteínas.
- 2 Las proteínas como integrantes de la membrana. Estructuras celulares que presentan membrana unidad.
- 3 Las proteínas como compuestos defensivos. Características de los anticuerpos.

Opción B

La respiración celular: un proceso de obtención de energía

- 1 Etapas básicas del proceso de respiración a nivel celular, compuestos utilizados y productos resultantes.
- 2 La respiración celular como mecanismo enzimático. Tipos de enzimas que intervienen en la respiración celular y ejemplos.
- 3 El problema de la obtención de oxígeno para las células de los organismos pluricelulares con respiración aeróbica. Diferentes sistemas de captación de oxígeno.

Opción C

El mecanismo de la evolución

- 1 Diferencias esenciales entre el lamarquismo y el darwinismo como teorías para explicar el mecanismo de la evolución biológica.
- 2 Las mutaciones como mecanismo evolutivo. Origen de las mutaciones y tipos de mutaciones.
- 3 El proceso de la meiosis como generador de variabilidad. Etapas de la división meiótica.

Universidad de Palma de Mallorca. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Proteínas.
 - 1.1. Concepto de proteína.
 - 1.2. Niveles estructurales de las proteínas.
2. Función estructural de las proteínas.
 - 2.1. Las proteínas como integrantes de la membrana.
 - 2.2. Estructuras celulares que presentan membrana unidad.
3. Función defensiva de las proteínas.
 - 3.1. Las proteínas como compuestos defensivos.
 - 3.2. Características de los anticuerpos.

Desarrollo del tema

1. Concepto de proteína. Niveles estructurales de las proteínas.

Podrás encontrar el concepto de proteína y los niveles estructurales que presentan las proteínas en la solución de la prueba de la Universidad de Valladolid, opción 2, cuestión 1.
2. Función estructural de las proteínas.

Las proteínas desempeñan una multitud de variadas funciones; entre ellas destacan las funciones estructurales como pueden ser la constitución de fibras (p. ej. el colágeno), flagelos (dineína), microtúbulos (tubulina) o formar parte de las membranas celulares.

 - 2.1. Las proteínas como integrantes de la membrana.

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. Puedes repasar la estructura de la membrana en la solución de la prueba de la Universidad de La Laguna, bloque 1, cuestión 2.

La disposición de estas proteínas en la bicapa lipídica viene determinada por su solubilidad. Esto permite clasificarlas en:

 - a) Integrales o intrínsecas, fuertemente unidas a las cadenas hidrocarbonadas de los lípidos de la bicapa y que se disponen atravesando la membrana.
 - b) Periféricas, que se unen a la membrana por atracciones electrostáticas o puentes de hidrógeno. Esto les permite unirse a las cabezas polares de los lípidos y, más fácilmente, a la superficie tanto extracelular como intracelular de las proteínas integrales. (En la prueba 9 de La Laguna, cuestión 2 del bloque 1, tienes un esquema del modelo de Singer-Nicholson de la membrana, donde puedes observar la disposición de las proteínas.)

Las proteínas de la membrana pueden ser glicoproteínas y, en este caso, la parte glucídica siempre se dispone hacia el exterior celular. Al igual que los lípidos, aunque en menor medida, pueden desplazarse dentro de la membrana, lo que le proporciona fluidez.

Entre las principales funciones que desempeñan las proteínas de la membrana destacan:

- Transportadoras, que regulan y permiten el paso de sustancias incapaces de atravesar la bicapa lipídica. Un caso especial son aquellas que desempeñan el papel de "bombas" (como la bomba Na/K).
- Receptoras, que reconocen de manera específica determinadas moléculas. Por ejemplo, receptores hormonales que se unen de manera específica a determinada hormona y como resultado de esta interacción se produce un efecto biológico determinado.
- Actúan como enzimas, como las que intervienen en el transporte de electrones, en la membrana mitocondrial interna o en los tilacoides del cloroplasto.

2.2. Estructuras celulares que presentan membrana unidad.

Todas las membranas que aparecen en la célula eucariótica poseen una estructura similar, aunque con variaciones en la proporción en que se encuentran los diferentes componentes, proteínas y lípidos. Entre estos orgánulos celulares que presentan membranas de estructura y composición similar se encuentran: la membrana plasmática, el retículo endoplásmico, las vacuolas, el aparato de Golgi y los lisosomas. Asimismo, las membranas externas de las mitocondrias y cloroplastos presentan una estructura similar a todas ellas; sin embargo, la composición de la membrana mitocondrial interna y de las membranas tilacoidales de los cloroplastos difiere de las demás.

Esta similitud en composición, estructura y función de las membranas celulares, así como el hecho de que las membranas de algunas estructuras (membrana plasmática, retículo endoplásmico y aparato de Golgi), estén interconectadas, ha hecho surgir el concepto de membrana unitaria.

3. Función defensiva de las proteínas.

3.1. Las proteínas como compuestos defensivos.

Otro tipo de funciones desempeñadas por las proteínas son las de protección y defensa como son el fibrinógeno y la trombina, proteínas responsables de la coagulación sanguínea y las proteínas del sistema complemento y los anticuerpos responsables de la defensa inmunológica.

3.2. Características de los anticuerpos. Consultar opción B, cuestión 1, de la Universidad de Santiago.

Opción B

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Etapas de la respiración a nivel celular, compuestos utilizados y productos resultantes.

2. Tipos de enzimas que intervienen en la respiración celular.
3. Sistemas de captación de oxígeno en los organismos pluricelulares.

Desarrollo del tema

1. Etapas de la respiración a nivel celular, compuestos utilizados y productos resultantes.

La respiración es un proceso en el cual se oxidan compuestos orgánicos para producir energía (ATP). En el caso de la respiración aerobia (u oxigénica), el O_2 actúa como aceptor último de los electrones. En algunas bacterias, se da un tipo de respiración anaerobia en la que el aceptor de los electrones es un compuesto diferente del O_2 (por ejemplo el S_2).

En el caso de las fermentaciones que realizan otras bacterias, algunas levaduras y, en ocasiones, las células musculares, el aceptor último de los electrones no procede del exterior, sino que es un compuesto orgánico que se forma en el transcurso del proceso.

El principal sustrato respiratorio en todo tipo de células son los azúcares, aunque, como veremos, todos los compuestos orgánicos pueden degradarse y sus componentes utilizados como sustratos en la respiración. El proceso se inicia en el hialoplasma, donde se produce la degradación de los combustibles utilizados como dadores de electrones. En particular los azúcares complejos se degradan a monosacáridos y éstos se transforman en glucosa, la cual se degrada en una serie de fases que se indican a continuación:

Glicolisis. Tiene lugar en el hialoplasma y en esta ruta metabólica la glucosa se degrada a ácido pirúvico (de 3C), produciendo 2ATPs y 2NADH por cada molécula de glucosa. Puedes encontrar más información sobre la glicolisis en el tema de la opción 4 de la Universidad de Valladolid.

En la glicolisis se forman coenzimas reducidas (NADH) que es preciso oxidar para que dicha ruta metabólica no se detenga. Según el proceso y el lugar donde esto se lleva a cabo distinguimos entre fermentaciones y respiración mitocondrial.

Fermentaciones. En los procesos de fermentación, el NADH se oxida a NAD^+ al tiempo que el pirúvico (o un derivado de él) se reduce a otro compuesto como ácido láctico (fermentación homoláctica), alcohol etílico (fermentación alcohólica), etc. En la fermentación, la oxidación de la materia orgánica no es completa (no se transforma totalmente en materia inorgánica) y el rendimiento energético es bajo. Puedes encontrar más información sobre fermentaciones en el tema de la opción 4 de la Universidad de Valladolid.

Respiración mitocondrial. En las células que poseen las estructuras necesarias se oxida completamente la materia orgánica a CO_2 . En las células eucarióticas las dos últimas fases de la respiración celular tienen lugar en la mitocondria aunque, realmente, el proceso se inicia en el hialoplasma:

- **Ciclo de Krebs.** Transcurre en la matriz mitocondrial. Al ciclo se incorpora acetil-CoA, que es degradado a materia inorgánica ($2CO_2$), liberándose el CoA. Los electrones procedentes de la oxi-

dación del acetyl-CoA son recogidos por los coenzimas 3NAD^+ y 1FAD , que pasan al estado reducido (3NADH y 1FADH_2). Además se obtiene una pequeña cantidad de energía equivalente a una molécula de ATP por vuelta.

La procedencia del acetyl CoA es múltiple:

- Parte procede de la degradación de los azúcares a través de la glicolisis. El piruvato procedente de esta vía es transformado en acetyl-CoA en la propia mitocondria. La glicerina obtenida de las grasas y algunos esqueletos carbonados de los aminoácidos pueden incorporarse en algún punto intermedio de este proceso y así se añaden al acetyl-CoA procedente de los azúcares.
 - Otra parte importante procede de la degradación de los ácidos grasos que se obtienen de la hidrólisis de las grasas. Los ácidos grasos, activados en la membrana mitocondrial y transformados en acetyl-CoA, pasan a la matriz y se incorporan a la vía de la β -oxidación, de la que salen convertidos en fragmentos de dos carbonos, acetyl-CoA, listo para entrar en el ciclo de Krebs. En esta vía oxidativa los electrones son recogidos también por coenzimas: FADH_2 y NADH .
- Cadena de transporte electrónico y fosforilación oxidativa. Esta segunda fase tiene lugar en la membrana mitocondrial interna. En ella, los electrones aportados por los coenzimas obtenidos en los procesos anteriores son recogidos por los transportadores de electrones de la cadena respiratoria y llevados hasta el O_2 , formándose H_2O . La energía procedente de este transporte es utilizada para bombear protones desde la matriz hasta el espacio intermembrana. Cuando los protones regresan a la matriz a través de los complejos enzimáticos ATP-sintetasa, se libera energía que se utiliza para la fosforilación del ADP a ATP.

Más información sobre la respiración mitocondrial la tienes en el tema 2 de la prueba de Cádiz.

2. Tipos de enzimas que intervienen en la respiración celular.

Como hemos comentado anteriormente, la respiración celular incluye una serie de rutas metabólicas: glicolisis, β -oxidación, ciclo de Krebs, etc. Cada una de estas rutas la forman una secuencia de reacciones catalizadas por enzimas en las que el producto de una reacción enzimática actúa como sustrato de la siguiente reacción, también enzimática.

Las enzimas que intervienen en estas rutas son muy variadas y en ellas podemos encontrar representantes de las 6 clases de enzimas según la clasificación internacional de enzimas:

- Óxido-reductasas. Intervienen en las reacciones redox en las que la oxidación de un sustrato supone la transferencia de los electrones a coenzimas NAD^+ o FAD (p. ej., la succínico deshidrogenasa cataliza la oxidación del succinato a fumarato en el ciclo de Krebs). La oxidación está, en ocasiones, asociada a una descarboxilación como es el caso de la transformación del isocitrato en alfa-cetoglutarato. En este caso el coenzima utilizado es el NAD^+ (ciclo de Krebs). Un caso especial de reacciones redox lo consti-

tuye la cadena de transportadores de electrones de la membrana mitocondrial interna. En este caso, la energía liberada en este transporte se utiliza para crear una acumulación de protones en el espacio intermembrana.

- **Transferasas.** Transfieren grupos de una molécula a otra (p. ej., la fosfopiruvato-quinasa transfiere el fosfato desde el fosfoenol piruvato al ADP para formar piruvato y ATP en una fosforilación a nivel de sustrato en la glicolisis).
- **Hidrolasas.** Catalizan las reacciones de hidrólisis (p. ej., la fructosa-difosfato-aldolasa hidroliza la fructosa-1,6-difosfato a gliceraldehído-3 fosfato y fosfato de dihidroxiacetona en la glicolisis). La hidrólisis del ATP a ADP+Pi es llevada a cabo por las ATPasas, sin embargo, las ATPasas F_1 (ATP-sintetasas) de la membrana mitocondrial interna también son responsables de la fosforilación del ADP a ATP, utilizando la energía del transporte de protones a favor de gradiente desde el espacio intermembrana a la matriz mitocondrial.
- **Liasas.** Catalizan la adición a dobles enlaces (p. ej., la fumarasa hidrata el doble enlace del fumarato transformándolo en malato en el ciclo de Krebs).
- **Isomerasas.** Intervienen en reacciones de isomerización (p. ej., la aconitasa cataliza el paso de citrato a isocitrato en el ciclo de Krebs).
- **Ligasas o sintasas.** Catalizan la formación de enlaces con escisión de ATP (p. ej., la acetil-CoA-sintetasa cataliza la unión del acetato al coenzima A mediante la hidrólisis del ATP a ADP+Pi).

3. Sistemas de captación de oxígeno en los organismos pluricelulares.

En los organismos unicelulares y en aquellos organismos pluricelulares cuya organización es sencilla, como espongiarios y celentéreos, las células intercambian los gases que intervienen en la respiración directamente con el medio externo. El proceso es una simple difusión a través de la superficie de las membranas húmedas.

Una de las primeras modificaciones evolutivas que mejoran la difusión directa de gases es la difusión a través del tegumento a los líquidos circulantes del medio interno. El transporte de gases por el medio interno es un proceso más rápido y más eficaz que la difusión, ya que mantiene de forma activa el gradiente de concentración de gases a través del tegumento. La respiración cutánea es característica de algunos anélidos oligoquetos como la lombriz. También es el principal órgano respiratorio en los anfibios, a pesar de que las larvas poseen branquias y los adultos pulmones. Estos animales dependen totalmente del agua que impregna su piel y el peligro de desecación supone un riesgo para su supervivencia.

En muchos gusanos poliquetos y en los crustáceos, moluscos y peces, la superficie de intercambio se aumenta con las branquias. Son órganos externos, prolongaciones de la pared corporal, de forma filiforme, arborescente o laminar, con abundantes vasos sanguíneos en su interior. Las branquias son propias de animales que viven en un medio acuático, donde la cantidad de oxígeno es escasa.

Este sistema de intercambio, basado en grandes superficies externas húmedas, hace insoportable la pérdida de agua en un ambiente seco.

De ahí que, para la colonización del medio terrestre, los animales tuviesen que desarrollar sistemas respiratorios con amplias superficies internas, que les permitiesen el intercambio de los gases.

En los artrópodos terrestres (insectos, arácnidos y miriápodos) la pared externa se invagina, dando lugar a un sistema interno de tubos húmedos y ramificados, las tráqueas, que se abren al exterior y llevan el aire directamente a los tejidos del interior. Los arácnidos presentan un sistema traqueal dispuesto en láminas paralelas, alojadas en una cavidad, que se denominan filotráqueas o pulmones.

Los gasterópodos pulmonados y los vertebrados superiores poseen un sistema respiratorio en el que el intercambio gaseoso con el medio interno tiene lugar en cavidades húmedas alojadas en el interior del organismo: los pulmones.

Los pulmones de los anfibios son simples bolsas, prácticamente sin tabicación interna, por lo que, debido a su reducida superficie, respiran también a través de la piel. Los pulmones de los reptiles ya se encuentran tabicados, siendo mayor la superficie de intercambio en los mamíferos debido a la existencia de multitud de pequeñas cámaras, los alvéolos pulmonares.

Opción C

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Diferencias esenciales entre el lamarquismo y el darwinismo.
2. Las mutaciones como mecanismo evolutivo.
 - 2.1. Concepto y significado biológico de la mutación.
 - 2.2. Origen de las mutaciones y tipos de mutaciones.
3. El proceso de la meiosis como generador de variabilidad. Etapas de la división meiótica.

Desarrollo del tema

1. Diferencias esenciales entre el lamarquismo y el darwinismo.

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.

2. Las mutaciones como mecanismo evolutivo.

2.1. Concepto y significado biológico de la mutación.

Las mutaciones son cambios que se producen en el material hereditario. 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 neodarwinista 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.

2.2. Origen de las mutaciones y tipos de mutaciones.

Según el criterio tenido en cuenta podemos considerar varios tipos de mutaciones:

a) En cuanto al origen, la mutación puede ser:

— Espontánea. Se produce 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 produce 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.

b) 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.
- c) En cuanto al material hereditario que afecta, la mutación es:
 - 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.
- d) En cuanto al cambio que produce en el gen, puede ser:
 - Directa. Si se transforma un alelo normal en mutante.
 - Retrógrada. Si lo que se transforma es el alelo mutante en normal.

3. El proceso de la meiosis como generador de variabilidad puedes localizarlo en la solución de la prueba de la Universidad de Oviedo, tema 4. Las etapas de la división meiótica están descritas en la solución de la prueba de la Universidad de Cantabria, opción 1, cuestión 8, y opción 2, cuestión 2.

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno debe contestar a dos de las cuestiones propuestas.

- 1 Concepto de lípido, proteína y ácido nucleico. ¿Todas las células eucariotas contienen lípidos, proteínas y ácidos nucleicos? Razone la respuesta. Principales funciones biológicas de los lípidos.
- 2 Concepto de mitosis, meiosis, fecundación y alternancia de generaciones. ¿Todos los seres vivos presentan alternancia de generaciones? Discuta la respuesta. Represente esquemáticamente un ciclo biológico en el que exista alternancia de generaciones e indique cuál es la generación haploide, cuál la diploide y en qué momento/s del ciclo tienen lugar la mitosis, la meiosis y la fecundación.
- 3 Principales pruebas de la evolución biológica. Explique el proceso de la hominización.

Universidad de Salamanca. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1*Situando la cuestión*

Estas biomoléculas forman parte de los constituyentes moleculares de los seres vivos podrás localizarlas, pues, en el nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Composición de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
- Estructura de la célula eucariótica.

Resolviendo la cuestión

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. Presentan características químicas muy diversas, pero algunas propiedades físicas comunes: ser poco o nada solubles en agua, disolverse con facilidad en disolventes orgánicos como cloroformo, éter, alcohol, benceno o acetona. Sus principales funciones son energéticas, estructurales, protectoras y reguladoras.

Las proteínas son macromoléculas constituidas por una o más cadenas polipeptídicas (formadas por la unión en un orden determinado de 20 monómeros diferentes, los aminoácidos). Algunas pueden poseer, además, otros componentes no aminoácidos. Presentan una elevada masa molecular relativa y desempeñan, específicamente, multitud de funciones (estructurales, defensivas, reguladoras, etc.). Su funcionalidad depende de su estructura tridimensional o conformación. En ésta, se pueden distinguir cuatro niveles de plegamiento de complejidad creciente, las estructuras: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

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 (la sucesión fosfato-pentosa-fosfato-pentosa...) y otro variable (la secuencia de bases unidas a la pentosa). Desempeñan funciones biológicas capitales para los seres vivos, ya que: contienen la información codificada para la síntesis proteica; participan en los mecanismos de esta síntesis (transcripción y traducción), y son los responsables de la fiel transmisión hereditaria de esta información genética. Existen dos tipos: el ADN y el ARN.

Todas las células eucarióticas contienen estas biomoléculas:

- Los lípidos están presentes, por ejemplo, en la membrana celular (fosfolípidos, esfingolípidos, colesterol...) o como sustancias de reserva energética (las grasas).
- Las enzimas son la clase más numerosa y especializada de las proteínas y actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas del metabolismo de las células.
- El ADN de los cromosomas contiene toda la información necesaria para la vida de la célula (código genético). Los distintos tipos de ARN participan en la biosíntesis de proteínas. La traducción de la información, con la consiguiente formación de proteínas específicas, se realiza en los ribosomas y en el hialoplasma.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de conceptos referidos a procesos que tienen lugar en los ciclos biológicos de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

- Significado biológico de mitosis y meiosis.
- Procesos de reproducción sexual: fecundación.
- Ciclos biológicos: ciclos haplodiplontes.

Resolviendo la cuestión

Los conceptos de mitosis y meiosis puedes localizarlos en la prueba de la Universidad de Cantabria, opción 2, cuestión 2.

La fecundación es el proceso de unión de los gametos. Tiene lugar en el ciclo biológico de los organismos de reproducción sexual para formar la célula huevo o cigoto de la cual se originará un nuevo individuo. Tras la fecundación de los gametos se produce la fusión de sus núcleos para formar el núcleo del cigoto, el cual poseerá, por tanto, dos series de cromosomas aportadas respectivamente por cada gameto.

La alternancia de generaciones es la sucesión, en el ciclo biológico de las especies que la presentan, de dos tipos de individuos morfológicamente distintos generados, respectivamente, por reproducción sexual y asexual.

La alternancia de generaciones se da en todos los ciclos haplodiplontes como son los de los vegetales superiores briofitas (musgos), pteridofitas (helechos) y espermatofitas (plantas con semilla). En estos ciclos se sucede una fase sexual (fase gametofítica), en la cual los individuos, haploides (los gametofitos), producen gametos mediante mitosis que al fecundarse dan lugar a los individuos diploides (esporofito) de la fase asexual; éstos, asexualmente y mediante meiosis, producen esporas haploides (meiosporas) que dan lugar a nuevos individuos haploides.

En la prueba de la Universidad de Barcelona, opción A, cuestión 3, puedes encontrar un esquema de un ciclo haplodiplonte donde se puede observar la alternancia de generaciones y el momento en que tienen lugar la mitosis, la fecundación y la meiosis.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se pregunta el proceso evolutivo que dio lugar a la especie humana, a partir de antropoides primitivos y las pruebas de la evolución.

Conceptos que debes recordar

— Origen y evolución de la especie humana.

Resolviendo la cuestión

La pregunta sobre "Las principales pruebas de la evolución biológica" la encontrarás resuelta en la segunda parte de la cuestión 5, del repertorio B de la Universidad de Extremadura.

El proceso de hominización se puede seguir por datos paleontológicos, estudiando restos fósiles de primates (mamíferos placentarios), y teniendo en cuenta la hipótesis neodarvinista de la evolución.

Los fósiles de primates más antiguos datan de hace unos 70 millones de años (comienzos del Terciario), y debieron desarrollarse en los bosques tropicales, en donde la vida arborícola condicionó el desarrollo de visión estereoscópica, en detrimento de la importancia del olfato.

Hace unos 35 millones de años el clima se hizo frío y seco, obligando a los primates a abandonar la vida arborícola y adquirir el bipedismo, con posición erguida del tronco. Los homínidos son los únicos que adoptan este medio de locomoción. Esto les permitió liberar las extremidades anteriores, quedando disponible la mano para acometer nuevas funciones.

Los primeros restos de homínidos, del género *Australopithecus*, datan de hace unos 7 millones de años. De corta estatura, tenían una capacidad craneana entre 350 y 550 cm³, gran prognatismo facial y manos muy parecidas a la de los humanos actuales. Por el desgaste de sus molares se deduce un régimen alimentario a base de granos, raíces y hierbas.

La utilización manual de instrumentos (piedras, palos, huesos, etc.) dio lugar a una rápida selección de los individuos más hábiles y con mayor desarrollo craneal. Hace 1 800 000 años aparecieron los primeros homínidos pertenecientes al género *Homo*, cuyos restos se han encontrado exclusivamente en África. Presentaban una mayor capacidad craneana, hasta 750 cm³, y piezas dentarias menores. Lo más importante es la industria lítica asociada a restos del *Homo habilis*.

Hace 1 500 000 años apareció el *Homo erectus* (anteriormente clasificado como *Pithecanthropus*), encontrados tanto en África, como en el sur de Europa y en el sureste asiático. Con una mayor capacidad craneana, de hasta 1200 cm³, debió ser un hábil cazador y recolector, con abundante y variada industria lítica, basada fundamentalmente en el cuarzo. Descubre el uso del fuego y presenta una organización social en cuevas o al aire libre. Es posible que pudieran utilizar lenguaje articulado; al menos, en los relieves de la cara interna de cráneos fósiles se ha demostrado la existencia del centro de Broca.

Hace tan sólo 100 000 años que apareció nuestra especie, es decir el *Homo sapiens*, con dos subespecies bien definidas, la Neanderthal y la Cromañón. El hombre de Neanderthal (*H. s. neanderthalensis*) tenía una gran capacidad craneana, desde 1 200 hasta 1 750 cm³. Con arco supra-orbital prominente y continuo, prognatismo menos acusado que los pitecántropos, y con aspecto robusto y macizo. Su actividad principal fue la caza. La industria lítica asociada es rica y variada, con raederas, bifaces, cuchillos, etc., que corresponden con el período musteriense (Paleolítico). El uso del fuego es habitual. Entierran a sus muertos, demostrando ciertas prácticas de tipo mágico y religioso.

El hombre de Cromañón (*H. s. sapiens*). Aparece bruscamente durante la última glaciación, hace unos 40 000 años. La especie humana se expande por todo el globo, incluyendo América y Oceanía. De estatura algo más elevada que las formas anteriores, 1,65 m, no presenta arcos superciliares, con capacidad craneana de unos 1400 cm³ y sin prognatismo, es muy parecido a los humanos actuales.

ACLARACIONES PREVIAS

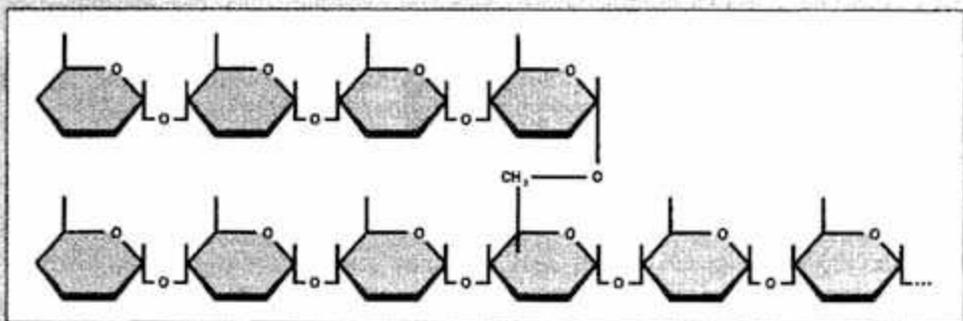
Desarrollar todas las cuestiones de una de las dos opciones.

Opción A

- 1 Proteínas. Enlace peptídico. Estructura.
- 2 ¿Por qué el agua es un dipolo? Señala una de sus propiedades físico-químicas e indica las funciones biológicas que le permite realizar.
- 3 Explica por qué algunos disacáridos no tienen poder reductor.
- 4 Diferencias fundamentales entre la célula eucariota y la procariota.
- 5 Durante la respiración celular aeróbica tienen lugar un transporte de electrones a través de una cadena de transportadores situados en la membrana interna de la mitocondria:
 - a) ¿De dónde proceden esos electrones y cuál es su destino?
 - b) ¿Qué consigue la célula con este proceso?
- 6 Si se cruzan moscas de la fruta de alas rectas con moscas de alas rugosas, toda la F_1 tendrá alas rectas. Predecir razonadamente los fenotipos de la generación F_2 y la proporción relativa de cada uno de ellos.
- 7 Diferencias de origen y función entre los linfocitos T y B.

Opción B

- 1 La respuesta inmunizante humoral. Concepto y función. Antígenos y anticuerpos. La respuesta inmune. La reacción antígeno-anticuerpo. El sistema del complemento.
- 2 Haz un esquema de la estructura de la membrana plasmática según el modelo de mosaico fluido e indica en él la naturaleza química de cada uno de sus componentes.
- 3 Siendo la figura de la página 189 un fragmento de una molécula de almidón:
 - a) De qué monosacáridos está formada.
 - b) Enlaces que los unen y características de ellos.
 - c) Indica qué enzimas lo pueden hidrolizar.



- 4 Si el pH de una célula baja de 7 a 2, ¿qué ocurriría con sus enzimas? Razona la respuesta.
- 5 Explica cómo se mantienen unidas las dos cadenas que forman una molécula de ADN.
- 6 Explica cuál es el papel del CO_2 y del H_2O en la fotosíntesis.
- 7 ¿Cuáles son los organismos consumidores (primarios y secundarios) de un ecosistema? ¿Qué tipo de nutrición presentan?

Universidad de Santiago de Compostela. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

El concepto de enlace peptídico está desarrollado en la solución de la prueba de la Universidad de Valladolid, opción 2, cuestión 1; puedes encontrar la estructura de las proteínas en el bloque 1, cuestión 1, de La Laguna. Las propiedades y funciones biológicas de las proteínas las encontrarás en la prueba de la Universidad de Las Palmas, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

La molécula de agua, a pesar de tener una carga total neutra, posee una distribución asimétrica de sus electrones. Esto es debido a que el oxígeno, al ser más electronegativo que el hidrógeno, atrae con más fuerza los electrones de cada enlace y crea a su alrededor una zona con mayor densidad de carga negativa. Este hecho provoca que los núcleos de hidrógeno queden con una mayor densidad de carga positiva. Por eso decimos que la molécula de agua es dipolar, ya que posee una región electropositiva y otra electronegativa.

La dipolaridad de la molécula de agua le confiere su principal característica: la elevada cohesión entre sus moléculas. Esto es debido a que las moléculas de agua pueden formar puentes de hidrógeno entre ellas (o con otras moléculas polares o iones a los que disuelve), atrayéndose entre sí y quedando retenidas.

Esto, a su vez, determina otras propiedades como: su elevada constante dieléctrica, elevada capacidad calorífica, elevado calor de vaporización y elevada tensión superficial. Estas propiedades serán utilizadas por los seres vivos para desempeñar una serie de funciones que puedes encontrar en la solución de la prueba de Castilla-La Mancha, opción A, cuestión 1.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a una de las propiedades de los mono y disacáridos: su capacidad reductora.

Conceptos que debes recordar

— Propiedades de los azúcares.

Resolviendo la cuestión

Todos los monosacáridos y algunos disacáridos se oxidan con solución de Fehling (complejo de tartrato de Cu^{++}), dando lugar a una serie de productos complejos, mientras que la solución oxidante se reduce a Cu_2O insoluble que produce un precipitado rojo. El carácter reductor de los azúcares se debe a la presencia del $-\text{OH}$ hemiacetálico libre, es decir, el grupo hidroxilo que aparece en la estructura cíclica, en el carbono que posea la función aldehído o cetona en la fórmula lineal.

La sacarosa, un disacárido formado por la unión (1 \rightarrow 2) de una molécula de α -D-glucosa con otra de β -D-fructosa, pierde este carácter reductor, ya que los dos $-\text{OH}$ hemiacetálicos de ambos azúcares intervienen en la formación del enlace.

La maltosa, otro disacárido, formado por la unión de dos moléculas de α -D-glucosa mediante un enlace O-glicosídico (1 \rightarrow 4), mantiene el poder reductor, ya que tiene libre uno de los dos grupos $-\text{OH}$ hemiacetálicos.

Cuestión 4

La cuestión la encontrarás resuelta en la prueba de la Universidad de Alicante, cuestión 2.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a aspectos concretos del transporte de electrones en la mitocondria.

Conceptos que debes recordar

- Cadena de transporte electrónico.
- Hipótesis quimiosmótica.
- Fosforilación oxidativa.

Resolviendo la cuestión

- Los electrones proceden, fundamentalmente, de las coenzimas reducidos (FADH_2 y NADH) obtenidos en rutas metabólicas oxidativas como la glicolisis, el ciclo de Krebs o la β -oxidación. Su destino, puesto que hablamos de respiración aeróbica, es unirse al oxígeno y junto con protones formar moléculas de agua.
- El transporte de electrones en la membrana mitocondrial interna tiene como objetivo utilizar la energía, liberada al pasar los electrones a niveles energéticos más bajos, para bombear protones desde la matriz mitocondrial hasta el espacio intermembrana, en contra de un gradiente electroquímico. La vuelta de los protones de nuevo a la matriz (esta vez a favor de gradiente) a través de las ATP-sintetasas libera energía que se utiliza para la fosforilación del ADP a ATP. Así la célula obtiene el aporte de energía química necesario para llevar a cabo sus funciones vitales.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, aplicación de la 2ª ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- Herencia dominante.
- 2ª ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Si al cruzar moscas de alas rectas con moscas de alas rugosas, todos los individuos de la F_1 tienen alas rectas, quiere decir que los individuos que se han cruzado son razas puras para una u otra alternativa del carácter

forma del ala, y que el alelo que condiciona ala recta es dominante sobre el que condiciona ala rugosa.

Indicando al alelo ala recta como $a+$ y al alelo ala rugosa como a , el genotipo de los individuos de la F_1 será $a+a$. Al cruzar estos individuos entre sí, tendremos:

		Machos Alas rectas			
		$a + a$			
Hembras Alas rectas	Genotipo	Gametos	$a+$	a	
	$a + a$		$a+$	$a+ a+$	$a+a$
			a	$a+a$	$a a$

De acuerdo con la segregación de alelos, $3/4$ de los individuos de la F_2 tendrán alas rectas, mientras que la proporción de individuos con alas rugosas será $1/4$.

Cuestión 7

Situando la cuestión

Puedes localizar la respuesta a esta cuestión entre los procesos de respuesta inmunitaria ante la infección.

Conceptos que debes recordar

- Tipos de células plasmáticas.
- La respuesta inmunizante celular.

Resolviendo la cuestión

Las células plasmáticas se forman en la médula roja de los huesos a partir de un único tipo de célula precursora, el hemocitoblasto, y, tras un proceso de diferenciación, pasan a la sangre. Uno de estos tipos de células son los linfocitos. Algunos de ellos adquieren sus propiedades en la misma médula ósea: son los linfocitos B. Otros van a especializarse al timo, una glándula situada entre la tráquea y el esternón: son los linfocitos T.

Finalizado el proceso de especialización, los linfocitos B y T pasan a los ganglios, al bazo y a los demás órganos linfoides periféricos, mientras que algunos de ellos se incorporan a la corriente que circula por los vasos sanguíneos y linfáticos a la espera de entrar en contacto con los antígenos.

La colaboración entre los macrófagos y los distintos tipos de linfocitos es muy estrecha:

Cuando se detecta la presencia de un antígeno, el macrófago lo fagocita y lo transporta a los ganglios linfáticos. Allí presenta fragmentos del antígeno a los linfocitos T, formándose linfocitos T citotóxicos, que pueden

destruir directamente a las células infectadas, y linfocitos T auxiliares, que facilitan el desarrollo de los linfocitos B.

Los linfocitos T citotóxicos presentan en su superficie unas moléculas receptoras semejantes a los anticuerpos, mediante las cuales se unen específicamente a los antígenos de la membrana de las células. El linfocito inyecta sus enzimas en el interior de la célula, provocando su degradación. Este tipo de linfocitos es el responsable del rechazo en los trasplantes de tejidos y órganos humanos.

Por su parte, los linfocitos B se activan ante la presencia del antígeno y se encargan de elaborar un anticuerpo específico. Sin embargo, no empiezan a producir este anticuerpo mientras no reciban la señal de los linfocitos T auxiliares.

Los linfocitos T auxiliares responden ante el antígeno segregando una serie de mediadores, las interleucinas (o interleuquinas) que activan a otros glóbulos blancos (macrófagos y linfocitos). Las mejor conocidas son las interleuquinas 1 y 2: la interleuquina 1 actúa como mediador soluble en el proceso de inflamación y como factor de crecimiento y diferenciación de las células B; la interleuquina 2 es el factor de crecimiento y diferenciación de las células T.

Finalmente, superada la infección, otro tipo de linfocitos T auxiliares se encarga de detener las reacciones inmunitarias: los linfocitos T supresores.

La inmunidad natural adquirida, tras superar un proceso infeccioso, es debida a la persistencia de ciertos linfocitos B y T, los linfocitos con memoria, formados después del primer contacto con el antígeno y que perduran durante un tiempo.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa entre los procesos de defensa inmunitaria y concretamente dentro de la respuesta humoral.

Conceptos que debes recordar

- Antígeno y anticuerpo.
- Origen de los anticuerpos.
- Respuesta inmune.
- Reacción antígeno-anticuerpo.
- El sistema complemento.

Resolviendo la cuestión

Nuestro organismo dispone de un sistema defensivo interno: las células inmunitarias. Son unos tipos especiales de linfocitos, capaces de reconocer a los agresores y de elaborar una defensa contra ellos: los anticuerpos.

La respuesta inmunizante humoral

En el plasma sanguíneo se encuentran una serie de proteínas globulares que pueden ser separadas mediante electroforesis. En la fracción γ se encuentra un tipo particular de globulinas (γ globulinas) que tienen la particularidad de reaccionar específicamente con las partículas extrañas introducidas (antígenos) anulando su posible efecto patógeno. A estas γ globulinas se las denomina genéricamente inmunoglobulinas (Ig) o anticuerpos.

Los antígenos

Denominamos antígeno a cualquier sustancia extraña que, introducida en el interior del organismo, provoque una respuesta inmunitaria, estimulando la producción de anticuerpos.

Las células y los microbios se denominan antígenos particulares, mientras que sustancias químicas, como las proteínas y ciertos glicolípidos o polisacáridos, inyectados o liberados en el interior del organismo (toxinas, por ejemplo), se denominan antígenos solubles.

Los anticuerpos

Los anticuerpos son sustancias producidas por el organismo cuando detecta la presencia de un antígeno. Son específicos y reaccionan con éstos, anulando su carácter tóxico. Químicamente son proteínas globulares, denominadas de forma genérica inmunoglobulinas (Ig).

La molécula de las inmunoglobulinas, en forma de Y, está constituida por cadenas polipeptídicas unidas por puentes disulfuro. Estas cadenas son de dos tipos: ligeras (L) y pesadas (H). Los extremos de las cadenas H y L de las inmunoglobulinas constituyen la zona por donde se unen a los antígenos. Cada molécula de anticuerpo presenta dos zonas por las que puede unirse a dos antígenos. Tanto las cadenas H como las cadenas L poseen un sector invariable en la molécula, característico de cada inmunoglobulina y un sector variable, específico de cada anticuerpo.

Los cinco tipos de inmunoglobulinas humanas se diferencian en la secuencia de aminoácidos de las cadenas H: las Ig G son antibacterianas y antivirales, estas Ig pueden atravesar la placenta y pasar al embrión; las Ig A están presentes en las secreciones: mucus respiratorio, saliva, lágrimas, leche, etc., pueden asociarse dos o tres subunidades Y, formando dímeros o trímeros; las Ig M son las primeras que aparecen ante la presencia de antígenos, están formadas por cinco subunidades Y, unidas por puentes disulfuro; las Ig E participan en los fenómenos alérgicos; las Ig D desempeñan un papel poco conocido.

Origen de los anticuerpos

Los anticuerpos son formados por plasmocitos, procedentes de un tipo especial de linfocitos (linfocitos B), tras un proceso de multiplicación y diferenciación y tras haber entrado en contacto con los antígenos. Cuando la infección alcanza los ganglios linfáticos, se observa en éstos un aumento de volumen, debido al desarrollo de zonas ricas en linfocitos B. Tras el contacto del linfocito con el antígeno, se produce la respuesta proliferativa de éstos.

Finalmente, se origina una línea de linfocitos, capaces de elaborar el anticuerpo específico correspondiente (cada línea descende de una célula precursora y constituye un clon). Estos linfocitos se multiplican y dife-

rencian, dando lugar a numerosos plasmocitos (abundantes en la linfa que salen del ganglio), que se extienden por todo el organismo. Según la teoría de la selección del clon, el contacto del antígeno con el clon competente daría lugar a su selección y consiguiente proliferación.

La respuesta inmune

El primer contacto con el antígeno provoca la respuesta primaria; tras la inoculación o primer contacto con el antígeno se observa un período de latencia (de dos a tres días), en el cual no hay producción de anticuerpos; una fase de crecimiento rápido en la producción de anticuerpos hasta alcanzar un máximo y un período de decrecimiento.

Un nuevo contacto con el mismo antígeno da lugar a la respuesta secundaria. En este caso, el tiempo de latencia es mínimo, el crecimiento es mayor y el decrecimiento es más sostenido.

La reacción antígeno-anticuerpo

La unión antígeno-anticuerpo es específica: cada anticuerpo reconoce y se une con determinado antígeno, por medio de uniones intermoleculares entre el antígeno y la zona anticuerpo, formándose el complejo antígeno-anticuerpo según el modelo llave-cerradura.

Las reacciones antígeno-anticuerpo tienen diversas consecuencias, como la precipitación (cuando el antígeno se encuentra disuelto), aglutinación (un anticuerpo puede unirse a la vez a dos antígenos; asimismo, cada antígeno puede unirse varios anticuerpos formando un entramado de complejos antígeno-anticuerpo), neutralización (el anticuerpo se une a los antígenos impidiéndoles que se fijen sobre las membranas celulares) y opsonización (algunos anticuerpos, denominados opsoninas, se fijan sobre la superficie del antígeno estimulando y favoreciendo la acción de los fagocitos) de los antígenos.

El sistema del complemento

Además de los factores humorales específicos (anticuerpos), el organismo también dispone de un mecanismo de defensa humoral constituido por una serie de factores humorales que actúan inespecíficamente, es decir, sobre diferentes agentes patógenos, son los factores humorales inespecíficos, que constituyen el sistema complemento. Éste está compuesto por once proteínas presentes en el plasma de forma inactiva.

El sistema se activa ante la presencia de complejos antígeno-anticuerpo, y actúa concertadamente con el anticuerpo específico para inducir reacciones que de otro modo no se producirían.

El complemento se precisa para la acción lítica y bactericida de los anticuerpos sobre muchas bacterias. Probablemente, el anticuerpo se fija en primer lugar sobre los antígenos de la superficie celular, permitiendo la acción enzimática del complemento.

Cuestión 2

Encontrarás resuelta esta cuestión en la prueba de la Universidad de La Laguna, bloque 1, cuestión 2.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión trata de alguna de las características de uno de los polisacáridos más importantes, el almidón.

Conceptos que debes recordar

— Los polisacáridos: estructura, clasificación y propiedades.

Resolviendo la cuestión

- Está formada por la unión de moléculas de α -D-glucosa.
- Los enlaces son O-glicosídicos formando uniones $\alpha(1 \rightarrow 4)$ que dan lugar a cadenas lineales helicoidales (amilosa) y $\alpha(1 \rightarrow 6)$ que origina ramificaciones en la amilopectina.
- La amilosa y la amilopectina son hidrolizados por enzimas hidrolíticas denominadas amilasas. La α -amilasa hidroliza los enlaces de las uniones $\alpha(1 \rightarrow 4)$ de la amilosa, dando lugar, inicialmente, a polisacáridos de tamaño intermedio, las dextrinas, que finalmente se convierten en maltosa y glucosa. De la misma manera hidroliza los enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$ de la amilopectina, pero es incapaz de hacerlo en los enlaces $\alpha(1 \rightarrow 6)$ existentes en los puntos de ramificación, por lo que se produce, finalmente, glucosa e isomaltosa.

Otra enzima, la $\alpha(1 \rightarrow 6)$ -glucosidasa, actúa sobre los enlaces $\alpha(1 \rightarrow 6)$, siendo por tanto la acción combinada de estas enzimas las que hidrolizan completamente el almidón (amilosa y amilopectina) a glucosa.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La puedes localizar dentro del nivel molecular al estudiar las propiedades de las proteínas más especializadas, las enzimas.

Conceptos que debes recordar

— Propiedades de las proteínas: desnaturalización.

Resolviendo la cuestión

Todas las enzimas actúan dentro de un intervalo óptimo de pH, fuera del cual no actúan o lo hacen muy lentamente. La disminución del pH del medio celular de 7 (dentro del pH óptimo) a 2 (fuera del óptimo) inactivaría las enzimas celulares.

El pH del medio es el responsable de que los grupos funcionales de los radicales aminoácidos de las proteínas enzimáticas ($-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, SH_2 ,...) posean carga neutra o tengan carga positiva o negativa. Las interacciones entre estos grupos son fundamentales para mantener la estruc-

tura tridimensional de la enzima y, por lo tanto, hacer posible su función. Por ello, una disminución del pH provocará una modificación en las cargas eléctricas de los grupos funcionales de la cadena polipeptídica y el cambio en su estructura tridimensional. A pH 2 las enzimas no actúan, pudiendo llegar hasta su desnaturalización. La mayoría de las enzimas celulares poseen un pH óptimo próximo al del estado neutro, si exceptuamos las enzimas digestivas que actúan en el estómago como la pepsina, cuyo pH óptimo es 2.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La puedes localizar dentro del nivel molecular al estudiar la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN).

Conceptos que debes recordar

— Estructura del ADN.

Resolviendo la cuestión

Las dos cadenas que forman una molécula de ADN se mantienen unidas mediante dos tipos de interacciones débiles:

1. Los puentes de hidrógeno que se establecen entre las parejas de bases complementarias constituyentes de las dos cadenas antiparalelas:
 - la unión entre la adenina y la timina se realiza mediante dos puentes de hidrógeno;
 - entre la guanina y la citosina se forman tres.
2. Los enlaces apolares que aparecen entre las bases en el interior de la doble hélice debido a su carácter hidrofóbico, contribuyen al mantenimiento de la estabilidad de la doble hélice.

Cuestión 6

Puedes resolver esta cuestión consultando el tema de la opción B de la Universidad de Valencia.

Cuestión 7

Esta cuestión está resuelta en el tema de la opción A de la Universidad de Valencia.



ACLARACIONES PREVIAS

Contesta dos de las cuatro cuestiones propuestas.

1 Hidratos de carbono

- Defina qué es un hidrato de carbono. ¿Qué son monosacáridos, disacáridos y polisacáridos? Ponga un ejemplo de cada tipo.
- ¿Por qué los polisacáridos no son moléculas "informativas" como lo son las proteínas, aunque ambos tipos de biomoléculas son polímeros?
- Se ha aislado un polisacárido de un tejido vegetal. Cuando dicho polisacárido se somete a hidrólisis se obtiene un disacárido idéntico al que se obtendría por hidrólisis del glucógeno. Razone cuál es el polisacárido y de qué disacárido se trata.

2 Mitocondrias

- Dibuje una mitocondria y nombre sus partes principales. Localice dónde se situaría la cadena de transporte electrónico.
- Defina que es una reacción rédox y qué es una cadena de transporte electrónico. ¿Qué función esencial realiza la cadena de transporte electrónico de la mitocondria?
- En los niños recién nacidos no existe un buen control de la temperatura corporal. En éstos existen ciertas células en las que las cadenas de transporte electrónico mitocondrial funcionan con normalidad, pero, sin embargo, no se sintetiza ATP. ¿Qué utilidad pueden tener estas células para el niño?

3 Genética: problema de aplicación

Un hombre acusa a su esposa de infidelidad: supone que el tercero de sus hijos no es suyo. El hombre es del grupo 0 y la mujer del grupo AB. El primer hijo es del grupo A, el segundo del grupo 0 y el tercero del grupo AB. Demuestre si son razonables las sospechas del hombre.

Ecología

- a) Distinga entre los siguientes conceptos y cite algún ejemplo para cada uno de ellos: simbiosis, parasitismo, mutualismo y comensalismo.
- b) En el llamado "mimetismo batesiano" una especie inofensiva toma el aspecto de una especie peligrosa; por el contrario, en el "mimetismo mulleriano" varias especies intrínsecamente peligrosas adoptan el mismo aspecto externo.
- En el mimetismo batesiano, ¿qué ventajas obtienen las especies "peligrosas" de las "inofensivas", y viceversa? ¿Influiría el número de individuos de ambas poblaciones en la eficacia del sistema?
 - En el mimetismo mulleriano, ¿qué ventajas sacan unas especies respecto a las otras? ¿Influiría el número de individuos de las poblaciones en la eficacia del sistema?

Universidad de Sevilla. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes localizar a los azúcares o glúcidos dentro del nivel molecular, constituyendo uno de los compuestos básicos de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

— Glúcidos o azúcares: estructura, clasificación y funciones.

Resolviendo la cuestión

- a) Los hidratos de carbono o glúcidos son aldehídos o cetonas polihidroxiados. Cada átomo de carbono está unido a una función alcohol, excepto uno de ellos, que lo está a una función aldehído o cetona. Su fórmula empírica es de la forma $C_nH_{2n}O_n$, no obstante, existen excepciones debido a la presencia de otros grupos funcionales en la molécula.

Los monosacáridos son los azúcares más simples, no hidrolizables, y forman las unidades elementales o monómeros a partir de las cuales se originan los demás azúcares. Son solubles en agua y cristalizables, tienen sabor dulce y poseen carácter reductor. Los que poseen la función aldehído se denominan aldosas, mientras que los que tienen la función cetona, cetosas. Ejemplo: glucosa.

Los disacáridos están formados por la unión de dos monosacáridos mediante enlaces O-glicosídicos. Al formarse este enlace, se libera una

molécula de agua. Cuando en la formación de este enlace están implicados los dos grupos aldehído o cetona, pierden el carácter reductor. La sacarosa es un disacárido no reductor.

Los polisacáridos están formados por la unión, mediante enlaces O-glicosídicos de muchos monosacáridos. En su proceso de unión se liberan $(n-1)$ moléculas de agua. La mayoría poseen una elevada masa molecular relativa, carecen de sabor dulce, no poseen carácter reductor y no cristalizan. Ejemplo: el almidón.

- b) Los polisacáridos, a pesar de ser polímeros, no son moléculas informativas, ya que están formados por la repetición de un mismo tipo de monosacárido (homopolisacáridos) o de unos pocos monosacáridos o sus derivados (heteropolisacáridos), lo que hace que los compuestos que forman posean estructuras definidas y con poca variabilidad. Las proteínas, por el contrario, se forman por múltiples combinaciones de los 20 aminoácidos naturales. Este hecho da lugar a que, dependiendo del número, la secuencia, el tipo y la posible repetición de los monómeros, se puedan formar infinitas estructuras proteicas tridimensionales distintas, cada una de las cuales capaz de desempeñar una función diferente.
- c) La enzima utilizada para la hidrólisis debe ser la α -amilasa que hidroliza específicamente enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$. El polisacárido al que se refiere la cuestión debe ser almidón (amilosa y amilopectina, y el disacárido obtenido debe ser maltosa constituido por la unión de dos moléculas de α -D-glucosa unidas por enlaces O-glicosídicos $\alpha(1 \rightarrow 4)$, e isomaltosa, formada por 2 moléculas de α -D-glucosa unidas por enlaces $\alpha(1 \rightarrow 6)$.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a diferentes aspectos de la estructura y función de las mitocondrias.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y función de las mitocondrias.
- Concepto de oxidación-reducción.
- La fosforilación oxidativa.

Resolviendo la cuestión

- a) Este apartado lo encontrarás contestado en la prueba de la Universidad de Cádiz, tema 2.
- b) Una reacción rédox es aquella en la que un compuesto se oxida (pierde electrones), mientras que otro se reduce (acepta los electrones). Este tipo de reacciones se dan con elevada frecuencia en el metabolismo celular y en particular en las cadenas de transporte de electrones, como la que transcurre en la membrana mitocondrial interna. Más información sobre esta cadena de transporte la puedes obtener en el tema 2 de la prueba 3.

- c) Si en esas células de los niños recién nacidos no se obtiene ATP es debido a que la energía, procedente del transporte de electrones y acumulada en forma de un gradiente electroquímico de protones, no está acoplada a la fosforilación del ADP a ATP. Por consiguiente, la energía se libera en forma de calor y así se favorece el mantenimiento de la temperatura corporal.

Cuestión 3



Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética, aplicación de la 2ª ley de Mendel.



Conceptos que debes recordar

- Alelomorfismo múltiple.
- 2ª ley de Mendel.



Resolviendo la cuestión

Indiquemos primero los fenotipos y genotipos probables de todos los individuos de la familia.

	Hombre	Mujer
Fenotipo	0	AB
Genotipo	00	AB
Gametos	0	A, B

Hijos posibles:

Genotipos	A0	B0
Fenotipos	A	B

Está claro que el primer hijo, al tener fenotipo A (con genotipo A0), puede ser del matrimonio.

El segundo hijo, de fenotipo 0 y genotipo 00, no puede ser de la mujer, ya que ésta sólo puede formar óvulos con alelos A o B, por lo que no puede tener hijos sin ninguno de los dos alelos.

El tercer hijo puede ser de la madre, pero no del padre, pues éste sólo suministra gametos con el alelo 0, y el hijo tiene los alelos A y B. Puesto que uno de los dos proviene de la madre, el otro tiene que provenir de otro padre. Desde luego el padre no puede ser el hombre que acusa a su mujer de infidelidad, es decir, las sospechas del hombre sobre la infidelidad de su esposa son razonables.

Sin embargo, dada la imposibilidad planteada en el segundo hijo, cabe pensar en la posibilidad de que se haya producido por error un cambio de bebés en el hospital.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a diversos aspectos sobre las relaciones y adaptaciones de los organismos en los ecosistemas.

Conceptos que debes recordar

- Relaciones intraespecíficas e interespecíficas.
- Mutación, adaptación y selección natural.

Resolviendo la cuestión

- Puedes resolver este subapartado consultando la solución de la prueba de la Universidad de Navarra, cuestión 4.
- En el mimetismo batesiano, las especies peligrosas lo son generalmente para los depredadores que se alimentan de ellas.

Por ejemplo, existen mariposas que resultan tóxicas para las aves insectívoras depredadoras. Son mariposas muy vistosas y de vuelo lento. Cuando un ave descubre una mariposa y trata de comérsela, la devuelve por su desagradable sabor y aprende a evitarla en una próxima ocasión. Estas mariposas peligrosas no obtienen ninguna ventaja de la presencia de las especies inofensivas. En cambio, la especie inofensiva, al mimetizar a la peligrosa, queda protegida, pues las aves la evitan recordando la desagradable experiencia previa.

Evidentemente la eficacia del sistema depende, por un lado, del número de individuos de ambas poblaciones. Cuanto más grande sea el número de individuos de la especie inofensiva mimética, menos experiencias desagradables tendrán las aves y por ello el sistema será menos eficaz. Si el número de individuos de la especie inofensiva es pequeño, prácticamente todas las aves tendrán una primera experiencia desagradable y el sistema funcionará más eficazmente. Por otro lado, el sistema es más eficaz si la especie mimética inofensiva aparece en la naturaleza más tarde que la peligrosa.

En el caso de mimetismo mulleriano, todas y cada una de las especies miméticas sacarán ventaja. Esto es debido a que al sumarse al mismo conjunto de individuos peligrosos todos los de las especies peligrosas, el conjunto de individuos será mayor. Así, el número de individuos de cada una de las especies que morirá como consecuencia de la primera experiencia por parte de las aves depredadoras será menor.

Está claro que el número de individuos influirá en la eficacia del sistema. Cuanto mayor sea el número de individuos, menor será, proporcionalmente, el número de muertes necesarias para que el sistema funcione.

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: dinámica del ecosistema.

- Flujo de energía.
- Conceptos de biomasa y productividad.
- Estructura trófica.

Cuestiones:

- 1 Importancia biológica de las proteínas.
- 2 Diferencias entre la célula procariótica y eucariótica.
- 3 ¿Qué significa que la replicación del ADN es semiconservativa?
- 4 ¿Qué orgánulos citoplásmicos están implicados en la síntesis y secreción de insulina (proteína)?

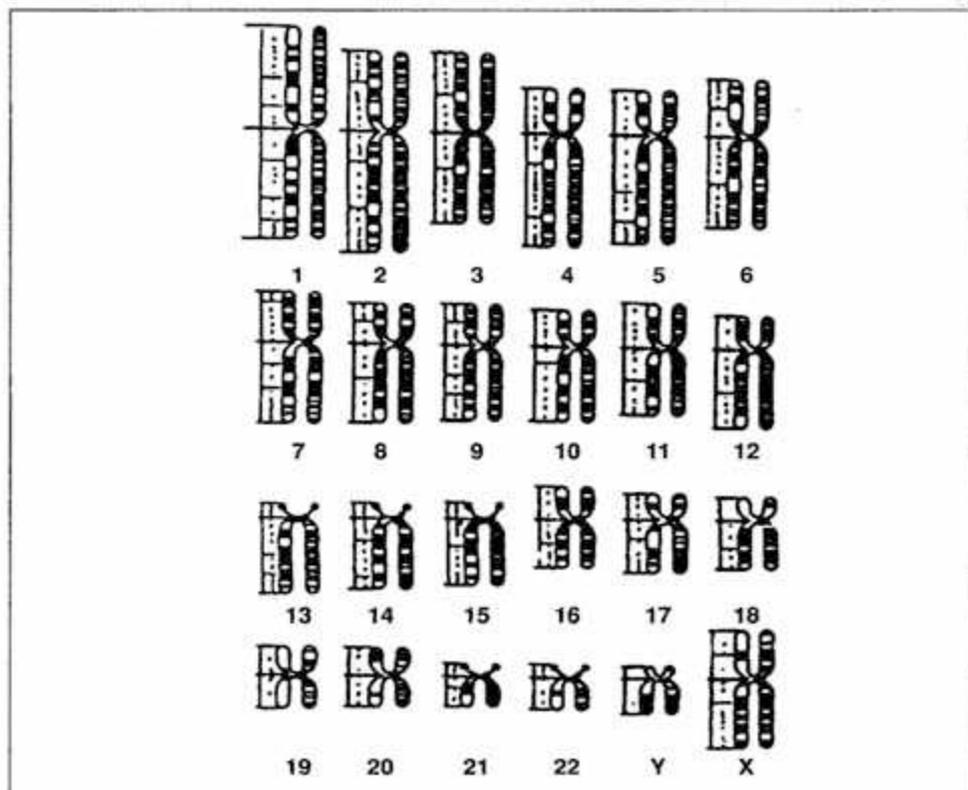
Opción B

Tema: cloroplastos.

- Estructura.
- Composición.
- Funciones: descripción del proceso fotosintético.

Cuestiones:

- 1 Tipos de ARNs.
- 2 Concepto de centro activo de una enzima. Inhibición competitiva.
- 3 Concepto de evolución.
- 4 Interpreta la imagen de la página siguiente.



Universidad de Valencia. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Flujo de energía.
2. Conceptos de biomasa y productividad.
3. Estructura trófica.

Desarrollo del tema

1. Flujo de energía

Todos los organismos precisan energía para su funcionamiento; esta energía la obtienen mediante las reacciones oxidativas de la materia orgánica en el proceso que denominamos respiración. Los vegetales (organismos autótrofos) obtienen esta materia orgánica a partir de materia inorgánica (CO_2 , agua y sales minerales) y energía (luz solar) del medio

mediante la fotosíntesis. Los animales, incapaces de realizarla, deben incorporar esta materia orgánica como alimento (son heterótrofos).

Así pues, los vegetales transforman la energía luminosa en energía química contenida en la materia orgánica que sintetizan. A través de las cadenas tróficas, esta materia y energía irá siendo transformada y utilizada por todos los organismos del ecosistema. Sin embargo, la energía que se utiliza en el ecosistema, procedente en última instancia del Sol, no retorna a él. Esta energía, que circula en forma de energía química contenida en la materia orgánica, es utilizada por los organismos del ecosistema para realizar sus procesos vitales. Mediante la respiración, todos los seres vivos liberan parte de esta energía y la utilizan para fabricar compuestos y crecer, moverse, etc. En todas estas transformaciones, una parte de la energía se transforma en calor que se pierde en el medio, no pudiendo ser reutilizada. La energía fluye, pues, de forma no cíclica. Podemos considerar al ecosistema como un sistema abierto que necesita el aporte externo continuo de energía para su funcionamiento.

2. Concepto de biomasa y productividad

a) Por biomasa se entiende la cantidad de materia que constituye un organismo. En un momento determinado un individuo posee una biomasa que se puede expresar en peso vivo (fresco) o en peso de materia seca. Por extensión, se habla de biomasa de una población, de un nivel trófico o del ecosistema.

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 $\text{kg}/\text{cm}^3 \text{ día}$.

b) 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 reproduce 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.

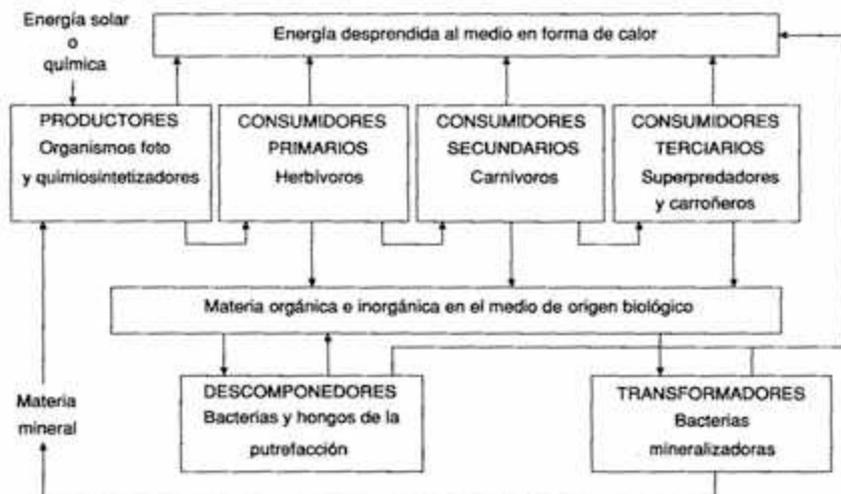
3. Estructura trófica

Los niveles tróficos de un ecosistema incluyen 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, vegetales, 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 en los otros niveles en compuestos inorgánicos reutilizables por los productores, contribuyendo a su reciclaje. Este nivel lo integran ciertas bacterias.

En el siguiente esquema se representa cómo tiene lugar el flujo de materia y energía entre los distintos niveles tróficos en el ecosistema. Podemos observar que mientras el flujo de materia es cíclico (la materia puede reciclarse), el de energía no lo es (se pierde en forma de calor al realizar las actividades vitales).



Cuestión 1

La importancia biológica de las proteínas reside en la cantidad y calidad de las funciones que desempeñan. Puedes encontrar las funciones desempeñadas por las proteínas en la solución de la prueba de la Universidad de las Palmas, cuestión 1.

Cuestión 2

La cuestión la encontrarás resuelta en la prueba de la Universidad de Alicante, cuestión 2.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia al proceso molecular de la duplicación del ADN.

Conceptos que debes recordar

- Hipótesis de Watson y Crick.
- Hipótesis conservativa, semiconservativa y dispersiva.

Resolviendo la cuestión

Que la replicación es semiconservativa quiere decir que, a partir de una molécula de ADN dúplex, y como consecuencia de la acción de la enzima ADN polimerasa, se forman dos moléculas hijas de ADN dúplex, cada una de las cuales estará formada, a su vez, por una cadena entera vieja y una cadena entera nueva complementaria, que ha sido sintetizada tomando como molde la cadena vieja.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a la estructura y fisiología celular.

Conceptos que debes recordar

- Síntesis proteica.
- Función del retículo endoplasmático.
- El aparato de Golgi y su funcionamiento.

Resolviendo la cuestión

La síntesis de una proteína requiere, en primer lugar, la llegada de la información correspondiente desde el ADN del núcleo al citoplasma en forma de ARNm. Este ARN se unirá a los ribosomas adosados a las paredes del retículo endoplasmático, donde se producirá la síntesis de la proteína, en este caso la insulina.

Posteriormente, la proteína incorporada al interior del retículo pasa a través de las vesículas de transición a las cisternas de la cara *cis* o de formación del aparato de Golgi. Tras las transformaciones oportunas para la síntesis del producto definitivo, la insulina se transporta a la cara *trans* o de maduración y, de ahí, a las vesículas de Golgi, quienes por un mecanismo de exocitosis transportarán y segregarán la insulina al exterior, en este caso, la sangre.

En la prueba de la Universidad de Cantabria, opción 1, cuestión 5, puedes ver un esquema (figura 2) en el que se representan los orgánulos citoplásmicos implicados en este proceso.

Opción B

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Estructura y composición de un cloroplasto.
2. Funciones.
 - 2.1. Concepto y fases de la fotosíntesis.
 - 2.2. Fase luminosa.
 - 2.3. Fase oscura.

Desarrollo del tema

1. Estructura y composición de un cloroplasto

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. Además de los cloroplastos existen otros tipos de plastidios como, por ejemplo, los cromoplastos que acumulan carotenoides y dan color anaranjado, rojo o amarillo a frutos y flores, o los leucoplastos, de color blanco, que aparecen en las partes no verdes de la planta y pueden acumular almidón (amiloplastos).

Los cloroplastos se localizan en células vegetales fotosintéticas y, en los vegetales superiores, tiene forma lenticular con un diámetro entre 3 y 10 micrómetros y un espesor entre 1 y 2. Son de color verde debido a su elevado contenido en clorofila. (En la prueba de la Universidad de La Laguna, bloque 1, cuestión 3, puedes observar un esquema del cloroplasto.)

Cada cloroplasto está rodeado de una doble membrana (externa e interna) que deja un espacio interior (espacio intermembrana). La membrana interna encierra un gran espacio central, el estroma, en el que se encuentra un tercer tipo de membrana, las membranas tilacoidales, que constituyen las paredes de unos discos aplanados, los tilacoides, que se disponen orientados según el eje mayor del cloroplasto. En las membranas de los tilacoides se encuentran los pigmentos fotosintéticos, fundamentalmente clorofilas y carotenoides.

Los tilacoides no se distribuyen de manera uniforme por el estroma y en ocasiones forman pequeños grupos apilados llamados grana debido al aspecto de grano que presentan al observarlos con el microscopio óptico. Bañándose en el estroma se encuentran también ribosomas (plastorribosomas) y moléculas de ADN, doble y circular, que posee información para sintetizar algunas proteínas del cloroplasto.

2. Funciones

2.1. Concepto y fases de la 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).

2.2. Fase luminosa

Tiene lugar en las membranas tilacoidales en las que se encuentran los pigmentos fotosintéticos. En líneas generales, el proceso se desarrolla del siguiente modo:

2.2.1. Captura de la luz. Las moléculas de clorofila se encuentran en las membranas tilacoidales del cloroplasto junto con otros pigmentos (carotenos y xantofilas). Todos estos pigmentos están asociados a proteínas, formando en conjunto los llamados complejos antena. Los diferentes pigmentos captan luz de diferente longitud de onda. La energía captada va pasando, canalizada por las proteínas, desde los pigmentos que captan longitudes de onda menores hasta una molécula de clorofila *a* (clorofila diana), que es el pigmento que capta energía de mayor longitud de onda. La energía captada por la clorofila sirve para arrancarle un electrón y cederlo a un aceptor. Los electrones perdidos por la clorofila se restituirán posteriormente.

Al conjunto formado por la clorofila diana, el dador de electrones, el complejo antena y el aceptor de electrones se le llama fotosistema.

2.2.2. Cadena de transporte de electrones. Los electrones arrancados serán transportados por un conjunto de proteínas transportadoras, situadas en la membrana tilacoidal, hasta un coenzima, el NADP⁺, que se reduce a NADPH.

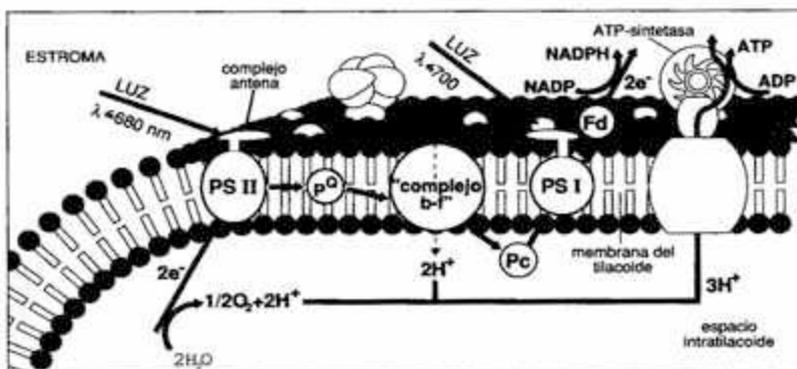
En la cadena de transporte de electrones funcionan intercalados dos fotosistemas: uno (el PS II) cuya clorofila *a* capta luz de 680 nm y otro (PS I) cuya clorofila diana capta luz de 700 nm. La existencia de estos fotosistemas permite:

- 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.
- Además, el nivel energético adquirido por los electrones es tan alto que, en su transporte hasta el NADPH, se libera energía. Esta energía sobrante es utilizada para obtener ATP en un proceso llamado fotofosforilación (ver ilustración de la página siguiente).

2.2.3. Fosforilaciones fotosintéticas. Durante su transporte los electrones irán liberando energía que servirá para formar ATP a partir de ADP + Pi (fotofosforilación). Según sea el destino final de los electrones se distinguen dos tipos de fosforilaciones: cíclica y no cíclica.

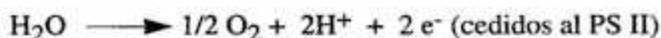
- En la fotofosforilación no cíclica, los electrones arrancados al PS II pasan, a través de los transportadores, al PS I liberando energía. Desde el PS I son impulsados de nuevo y acaban por ser cedidos al NADPH^+ que se reduce a NADPH .
- En la fotofosforilación cíclica, los electrones impulsados desde el PS I no llegan al NADP^+ , sino que vuelven otra vez al PS I a través de los transportadores posteriores al PS II. Así, en este caso la energía se libera en un transporte cíclico de los electrones en el que, como ves, no se reducen coenzimas ni se obtiene oxígeno.

Para explicar esta síntesis de ATP (fotofosforilación), 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 hacia 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 que constituye la ATP-sintetasa, que utiliza la energía liberada en la salida de los H^+ para fosforilar ADP y transformarlo en ATP.



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.

2.2.4. Fotólisis del agua. En el transporte no cíclico de electrones (fotofosforilación no cíclica) la pérdida de electrones por el PS II genera en éste un potencial redox capaz de oxidar (robando electrones) a un compuesto tan oxidado como es el agua. El agua cede, pues, electrones y para ello se disocia liberando H^+ y oxígeno molecular (O_2). Este oxígeno es un subproducto del proceso fotosintético y como tal es expulsado al exterior.



2.3. Fase oscura

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 ma-

teria orgánica (hexosas y otros hidratos de carbono). Como en todo proceso anabólico se requiere energía (ATP) y un potente reductor (coenzimas reducidos), que en este caso proceden de la fase luminosa de la fotosíntesis.

Podemos considerar tres fases en el proceso oscuro de la fotosíntesis:

2.3.1. 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 (Rubisco). 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. El destino de éstas es doble:

2.3.2. Regeneración del compuesto aceptor: Ciclo de Calvin-Benson. 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, fosforilándose posteriormente a ribulosa 1-5 difosfato. Observa que son las mismas tres moléculas que se gastaron para fijar las tres de CO_2 .

2.3.3. 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: azúcares (sacarosa) principalmente, pero también aminoácidos, ácidos grasos, etc.

(En la prueba de la Universidad de Las Palmas, cuestión 4, puedes observar un esquema de las reacciones de la fase oscura.)

Cuestión 1

La respuesta a esta cuestión la puedes encontrar en la solución de la prueba de la Universidad del País Vasco, tema C, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se sitúa dentro del nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Relación enzima-sustrato.
- Activación e inhibición de la actividad enzimática.

Resolviendo la cuestión

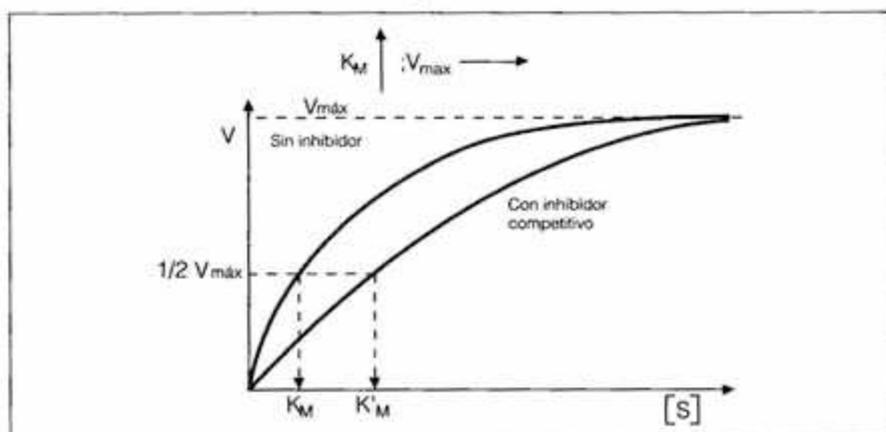
La unión enzima-sustrato se realiza por medio de fuerzas intermoleculares de carácter débil para posibilitar que esa unión se pueda romper con facili-

dad tras la acción enzimática. El centro activo de una enzima representa el punto donde se produce esa interacción y por lo tanto, donde se produce la actuación específica. Generalmente, constituye una pequeña parte de la molécula proteica con estructura tridimensional en forma de hueco y, normalmente, hidrófoba. Su configuración espacial se adapta a una zona con geometría complementaria del sustrato. En el interior de esa zona, la enzima posee cadenas laterales con grupos funcionales activos que hacen posible que el sustrato se transforme en producto final. Pueden, por ejemplo, formar enlaces covalentes transitorios con el sustrato, debilitar sus enlaces, etc.

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.

Los inhibidores son sustancias que se unen a la enzima impidiéndole ejecutar su acción. Según sea esta unión, la inhibición puede ser: irreversible, cuando la enzima y el inhibidor se unen irreversiblemente, o reversible, cuando esta unión es temporal impidiendo el normal funcionamiento de la enzima mientras dura la misma. Estos inhibidores pueden ser competitivos y no competitivos según se unan o no a la enzima por su centro activo.

Los inhibidores competitivos se unen a la enzima en su centro activo compitiendo con el sustrato. Mientras dura la unión enzima-inhibidor la enzima no puede actuar al estar ocupado su centro activo. El efecto práctico de la presencia del inhibidor competitivo es disminuir el número de moléculas de enzimas que pueden unirse al sustrato y, en consecuencia, disminuye la velocidad de la reacción. Sin embargo, esta disminución de la velocidad puede ser contrarrestada aumentando la concentración del sustrato, de modo que, cuando la concentración de sustrato es muy superior a la del inhibidor, puede alcanzarse la velocidad de reacción máxima como si el inhibidor no estuviera presente.



Variación de la velocidad de reacción en función de la concentración de sustrato a [E] determinada, sin inhibidor y con inhibidor competitivo.

Ni la enzima ni el inhibidor competitivo sufren transformaciones catalíticas durante el proceso. Tras la separación del complejo enzima-inhibidor, la enzima puede unirse a una molécula de sustrato, transformándola, o bien a otra de inhibidor.

Cuestión 3

Encontrarás la solución a esta cuestión en la primera parte del tema B de la Universidad de Alicante.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de una representación de cromosomas.

Conceptos que debes recordar

— Estructura del cromosoma metafásico.

Resolviendo la cuestión

Por el número que aparece debajo de cada cromosoma, del 1 al 22 más X e Y, es muy probable que se trate de la representación de cada uno de los cromosomas de la especie humana, que no se corresponde con una célula real. Por otro lado, cada cromosoma está compuesto por dos cromátidas unidas por el centrómero.

Puedes ver que cada cromátida presenta una serie de bandas claras y oscuras, que pueden ser el resultado de una tinción especial con colorantes que tiñen específicamente determinadas secuencias de bases. Durante las primeras etapas de la mitosis, cuando los cromosomas se hallan menos condensados que en la metafase, se observa un número elevado de bandas que va reduciéndose a medida que avanza la mitosis hasta alcanzar un determinado número y posición en el cromosoma metafásico. Cada cromosoma presenta un modelo único de bandas y, por ello, es posible reconocerlos y numerarlos.

La ilustración parece representar el mapa estándar del patrón de bandas de cada cromosoma del cariotipo humano. Las dos cromátidas tienen un bandeo diferente, por lo que parece claro que no se trata de una representación natural, sino de una composición, en la que se han reunido las cromátidas de cada cromosoma en momentos diferentes de la mitosis: en una fase avanzada las cromátidas de la izquierda (menos número de bandas) y en una fase inicial (mayor número de bandas) las de la derecha.

23



ACLARACIONES PREVIAS

Cada alumno deberá elegir dos opciones de las propuestas.

Opción 1

Tema: Concepto de metabolismo: catabolismo y anabolismo. ¿Son reversibles ambas vías? Razone la respuesta.

Cuestiones:

1. ¿Cuántas clases de ARN conoces? ¿En qué procesos intervienen?
2. Defina los conceptos de genotipo y fenotipo.

Opción 2

Tema: Haga un esquema de la mitosis y de la meiosis, estableciendo las diferencias entre ambos procesos.

Cuestiones:

1. Enlace peptídico; sus propiedades.
2. Ciclo del nitrógeno en la biosfera.

Opción 3

Tema: Describe la vía glucolítica y una de las fermentaciones que usted conozca.

Cuestiones:

1. Cite 4 oligoelementos que se encuentren en el hombre.
2. Defina el concepto de cigoto.

Universidad de Valladolid. Selectividad, 1992

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción 1

Tema: Concepto de metabolismo: catabolismo y anabolismo. ¿Son reversibles ambas vías? Razone la respuesta.

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de metabolismo.
 - 1.1. Catabolismo. Tipos.
 - 1.2. Anabolismo. Tipos.
2. Reversibilidad de las vías metabólicas.

Desarrollo del tema

1. Concepto de metabolismo.

Se denomina metabolismo al conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en el interior de las células. Suponen un gran número de reacciones, la mayor parte de las veces encadenadas describiendo rutas, perfectamente controladas y catalizadas por enzimas. La finalidad del metabolismo es doble:

- Obtener del entorno energía y poder reductor.
- Sintetizar los componentes básicos de las macromoléculas celulares.

Dentro del metabolismo, consideramos dos conjuntos de reacciones: las reacciones de degradación, que constituyen el catabolismo, y las reacciones de síntesis, que constituyen el anabolismo.

- 1.1. Catabolismo. Tipos.

El catabolismo está constituido por un conjunto de rutas metabólicas que se caracterizan porque en ellas se oxidan moléculas orgánicas complejas y se transforman en moléculas más sencillas. Es la fase destructora del metabolismo y su finalidad es la obtención de energía (ATP) que se utilizará para las funciones vitales (movimiento, biosíntesis, transporte activo...) y coenzimas reducidos (NADH, NADPH, FADH₂) que aportarán los electrones de gran energía necesarios en la biosíntesis.

El catabolismo puede ser aerobio o anaerobio, en función de si los procesos destructivos u oxidativos requieren o no la presencia de oxígeno.

- 1.2. Anabolismo. Tipos.

Se llama anabolismo a la fase constructora del metabolismo. En estas reacciones químicas se produce materia orgánica compleja a partir de otra más sencilla. Estos procesos de síntesis requieren energía (ATP) y poder reductor aportado por las coenzimas reducidas. Las moléculas sintetizadas pasan a formar parte de los componentes celulares o son almacenadas para utilizarlas posteriormente como fuente de energía.

El anabolismo puede ser autótrofo o heterótrofo en función de si se utiliza como fuente de carbono moléculas inorgánicas u orgánicas para la síntesis de materia orgánica más compleja.

La fotosíntesis y la quimiosíntesis son dos formas diferentes de anabolismo autótrofo en las que se utiliza como fuente energética, luz solar y reacciones químicas de oxidación, respectivamente, para obtener el ATP necesario en la conversión de moléculas inorgánicas en orgánicas.

Como ya se ha indicado, todas las reacciones anabólicas son endergónicas, es decir, requieren un aporte energético. Por el contrario, las reacciones catabólicas desprenden energía. En estos procesos el ATP desempeña un papel esencial como intercambiador de energía entre aquellos en los que se obtiene y aquellos que no serían posibles sin la energía procedente de su hidrólisis a ADP+Pi.

2. Reversibilidad de las vías metabólicas.

La mayoría de las reacciones controladas por enzimas son reversibles, es decir, podrían suceder en ambos sentidos. Sin embargo, los propios procesos biológicos establecen un desequilibrio químico que determina el sentido de las reacciones metabólicas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la mayoría de las reacciones químicas en la célula están encadenadas constituyendo rutas metabólicas, es decir, los productos de una reacción son los reaccionantes de la siguiente. Así, en una serie de reacciones encadenadas puede suceder que alguna de ellas no sea reversible. El que una enzima pueda catalizar la transformación de un sustrato en un determinado producto no significa que pueda catalizar la reacción inversa, ni que exista otra enzima capaz de hacerlo.

Esto se puede observar muy bien al comparar las etapas de la glicolisis con las de la neoglucogénesis. Básicamente estas rutas son inversas. En la primera, se parte de glucosa para obtener pirúvico, se trata de un proceso catabólico en el que se libera ATP. En la neoglucogénesis se parte del pirúvico para obtener glucosa y, por lógica, en este proceso anabólico se requiere ATP. Si observamos las reacciones de estas rutas veremos que algunas son reversibles y por lo tanto pueden recorrerse en cualquiera de los dos sentidos, pero otras no lo son y necesitan recorrerse por caminos diferentes.

En consecuencia, cuando en una ruta metabólica existen pasos irreversibles, dicha ruta es irreversible, por ello, aunque en esencia anabolismo y catabolismo sean procesos inversos, no son reversibles.

Cuestión 1

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba de la Universidad del País Vasco, tema C, cuestión 1.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Genotipo y fenotipo son dos conceptos fundamentales en genética.

Desarrollo del tema

Se entiende por fenotipo el aspecto físico observable de un organismo, es decir, el carácter o conjunto de caracteres que exhibe y que son el resultado de su constitución genética (genotipo).

Por genotipo se entiende la constitución genética de un organismo, es decir, el conjunto de genes particulares presentes en las células de dicho organismo.

La relación entre fenotipo y genotipo es, pues, obvia, el fenotipo es el resultado o expresión del genotipo en un ambiente determinado. El fenotipo es determinado por el genotipo, aunque la expresión de éste, a su vez, puede depender de las condiciones ambientales. Por ejemplo, la altura de un individuo viene determinada genéticamente. Un genotipo favorable para dar individuos altos producirá un individuo fenotípicamente más o menos alto según la alimentación (condiciones ambientales) que dicho individuo reciba durante su desarrollo.

Opción 2

Tema: Haga un esquema de la mitosis y de la meiosis, estableciendo las diferencias entre ambos procesos.

Este tema está desarrollado en la prueba de la Universidad de Cantabria, opción 2, cuestión 2.

Cuestión 1

Situando la cuestión

El enlace peptídico es el responsable de la formación de proteínas.

Conceptos que debes recordar

— Aminoácidos: estructura y propiedades.

Resolviendo la cuestión

Las proteínas son polímeros lineales de moléculas de α -aminoácidos. La unión entre ellos se realiza al formarse un enlace peptídico.

Todos los aminoácidos poseen un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un grupo amino ($-\text{NH}_2$) unidos al carbono que ocupa la posición α , es decir, contiguo al grupo carboxilo. El enlace peptídico es un enlace de tipo amida secundaria o amídico ($-\text{CO}-\text{NH}-$) que se forma entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, liberándose una molécula de agua.

El enlace peptídico C-N presenta un carácter parcial de doble enlace debido a la estabilización por resonancia que se produce. Este hecho confiere rigidez al enlace y no permite movimientos de rotación entre estos átomos, lo que limita las posibilidades de plegamiento de la cadena y, por tanto, las configuraciones posibles. No obstante, los enlaces $\text{N} \longrightarrow \text{C}_\alpha$ y $\text{C}_\alpha \longrightarrow \text{C}_{\text{carboxílico}}$ de las mismas cadenas, sí poseen libertad de rotación (la molécula puede girar según el eje de estos enlaces), lo que permitirá multitud de posibles conformaciones.

El enlace peptídico puede ser hidrolizado por acción de las proteasas. Éstas son enzimas hidrolíticas, presentes en los lisosomas celulares y también en los jugos digestivos.

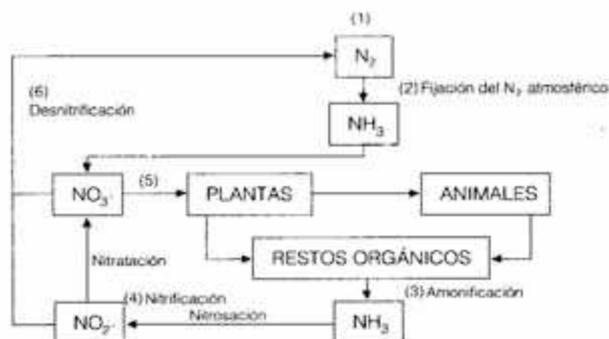
Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

—Ciclo de la materia: El ciclo del nitrógeno.



- (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 (excepto bacterias de los géneros *Azotobacter* y *Rhizobium* y algunas algas cianofíceas). Estos organismos fijan el nitrógeno atmosférico tras reducirlo a amoníaco, formando compuestos orgánicos 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 bacterias nitrificantes. Este proceso tiene lugar en dos fases: la oxidación a nitritos o nitrosación y la oxidación de éstos a nitratos o nitratación.
- (5) Las raíces de las plantas absorben los nitratos reduciéndolos fotosintéticamente para incorporar el nitrógeno a sus compuestos orgánicos (proteínas y ácidos nucleicos). A través de las cadenas tróficas pasa a los consumidores.
- (6) Existe un proceso denominado desnitrificación que convierte los nitritos y nitratos en nitrógeno atmosférico. Este paso, que cierra el ciclo, lo realizan bacterias del género *Pseudomonas*.

Opción 3

Tema: Describe la vía glucolítica y una de las fermentaciones que usted conozca.

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Glicolisis.
 - 1.1. Concepto.
 - 1.2. Descripción del proceso.
 - 1.3. Balance.
2. Fermentaciones.
 - 2.1. Concepto.
 - 2.2. Tipos.

Desarrollo del tema

1. Glicolisis

1.1. Concepto.

La glicolisis es un conjunto de reacciones anaeróbicas que degradan la glucosa (6C), transformándola en dos moléculas de ácido pirúvico (3C). La glicolisis es utilizada por casi todas las células como medio para obtener energía. Cualquiera que sea la fuente de glucosa utilizada, el resultado final será la obtención de ácido pirúvico, ATP y NADH.

1.2. Descripción del proceso.

Las reacciones que se producen tienen lugar en dos etapas sucesivas:

1. La glucosa, tras su activación y transformación en otras hexosas, se descompone en dos moléculas de tres átomos de C, gliceraldehído-3-fosfato. Para ello se necesita la energía aportada por dos moléculas de ATP.
2. Las dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato se oxidan después, a través de una serie de reacciones, hasta rendir dos moléculas de ácido pirúvico. En esta oxidación se necesita como coenzima el NAD^+ que se reduce a NADH. Asimismo, la energía liberada en el proceso es utilizada para fabricar cuatro moléculas de ATP.

1.3. Balance.

Por cada molécula de glucosa se obtiene:

- 2 moléculas de ácido pirúvico.
- 2 moléculas de ATP.
- 2 moléculas de NADH.

2. Fermentaciones.

2.1. Concepto.

Como hemos visto, en la glicolisis se forman coenzimas reducidas (NADH) que es preciso oxidar para que dicha ruta metabólica no se detenga.

Se llama fermentación a un conjunto de rutas metabólicas mediante las cuales los organismos obtienen energía por la oxidación incompleta de compuestos orgánicos. Los electrones liberados en esta oxidación no son llevados al oxígeno molecular (tal como ocurre en la respiración oxidativa), sino que son aceptados por un compuesto orgánico sencillo que es el producto final de la fermentación. Así, la

oxidación de la materia orgánica no es completa (no se transforma totalmente en materia inorgánica) y el rendimiento energético es bajo. El combustible que con más frecuencia se utiliza son los azúcares, pero pueden ser utilizados otros principios inmediatos.

Las fermentaciones las llevan a cabo diferentes tipos de bacterias capaces de vivir sin oxígeno, pero también se da en células aerobias que lo utilizan como mecanismo complementario de la respiración celular.

2.2. Tipos de fermentación.

a) Fermentaciones anaerobias, las más típicas, que no requieren oxígeno. Por ejemplo:

— Láctica: En la que el producto final que se obtiene es ácido láctico (fermentación homoláctica), unido en ocasiones a otros compuestos (heteroláctica). La realizan ciertas bacterias como las del género *Lactobacillus* (utilizadas para la obtención de yogur y queso) y las células musculares cuando el aporte de oxígeno es insuficiente.

— Alcohólica: En la que se obtiene alcohol etílico. La realizan ciertas levaduras (*Saccharomyces*) utilizadas para fabricar gran variedad de bebidas alcohólicas (vino, cerveza, etc.) a partir de diversos azúcares (de la uva, de cereales, etc.).

b) Fermentaciones oxidativas, que requieren oxígeno, pero que éste no actúa como último aceptor de electrones, sino como oxidante del sustrato. Entre éstas, la más conocida es la acética, en la que el alcohol etílico es oxidado a ácido acético mediante el oxígeno. La realizan bacterias (*Acetobacter*) utilizadas para producir vinagre a partir de vino.

Cuestión 1

Puedes resolver esta pregunta consultando la cuestión 1 de la prueba 24.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una célula que aparece en el proceso de reproducción sexual.

Conceptos que debes recordar

— Gametos: fecundación.

Resolviendo la cuestión

El cigoto o célula huevo es la célula formada por la unión de dos gametos (fecundación) y fusión de sus núcleos (cariogamia) a partir de la cual se desarrollará un nuevo individuo.

Se produce en todos los ciclos biológicos de los organismos, unicelulares o pluricelulares, que presentan reproducción sexual. En los pluricelulares tiene lugar un desarrollo embrionario en el cual el cigoto sufre una serie de divisiones mitóticas para formar multitud de células. Éstas se diferenciarán según la información genética heredada para constituir los órganos, aparatos y sistemas del nuevo individuo.

ACLARACIONES PREVIAS

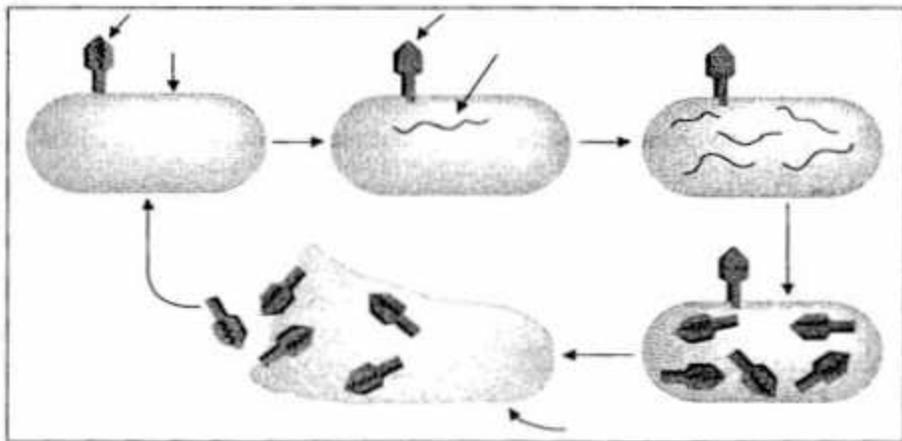
Desarrolle dos de estas cuestiones.

1 Compuestos inorgánicos

- Tipos de compuestos inorgánicos característicos de la materia viva.
- Sus funciones tanto en el organismo animal como en el vegetal.

2 Bacteriógrafos

- Enumere del 1 al 5, en orden consecutivo, las fases del proceso representado en la figura y denomine las estructuras señaladas con flechas.
- Analice el proceso y su significado biológico.

**3 Nutrición**

- Concepto de nutrición y tipos de nutrición.
- Evolución del aparato digestivo.

4 Genética

- Herencia del sexo.
- Herencia ligada al sexo. Ejemplos en la especie humana.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

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.
- Las sales minerales.
- Ósmosis.
- pH y soluciones tampón.
- Transmisión del impulso nervioso.

Resolviendo la cuestión

- a) Entre los compuestos inorgánicos que entran a formar parte de los seres vivos está el agua, gases, como el dióxido de carbono y el oxígeno, y las sales minerales. Estas últimas pueden encontrarse disueltas (tanto en el medio intracelular como extracelular) y, por tanto, disociadas en iones y precipitadas (formando estructuras rígidas).

Las sales minerales disueltas en el 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^-)...

- b) Las funciones del agua puedes verlas en la solución de la prueba de Castilla-La Mancha, opción A, cuestión 1.

Por su parte los gases, O_2 y CO_2 , intervienen en el proceso respiratorio; el O_2 como oxidante final en la cadena respiratoria y el CO_2 como producto de la degradación total de los compuestos de carbono.

Los iones disueltos desempeñan las siguientes funciones:

1. Mantienen el grado correcto de salinidad equilibrando las concentraciones dentro y fuera de la célula. Este hecho resulta muy importante, ya que, si éste varía, pueden producirse fenómenos osmóticos desfavorables para las células.

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 lo 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.

Las sales minerales precipitadas principalmente 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.
- Algunas plantas acumulan sustancias de desecho en forma de cristales de oxalato cálcico. Por ello, la ingestión de una gran cantidad de estos vegetales como las espinacas, puede contribuir a la formación de cálculos renales.
- 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

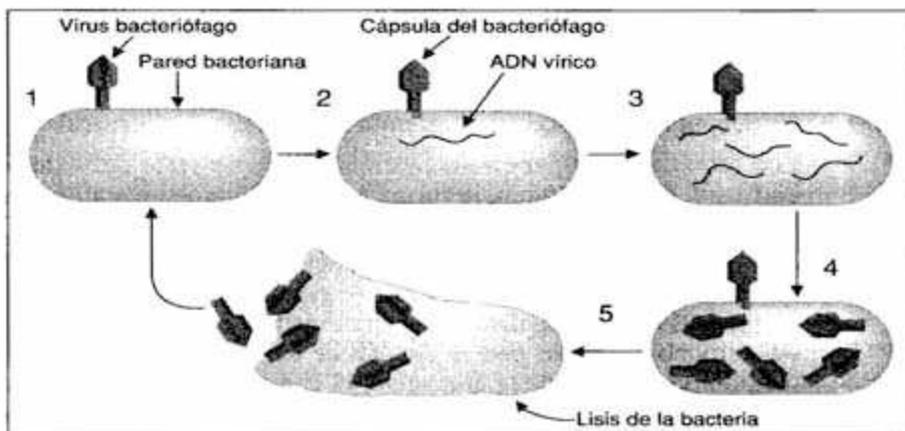
La cuestión se refiere al ciclo vital de un tipo particular de virus, los bacteriófagos.

Conceptos que debes recordar

- Bacteriófagos. Estructura.
- Ciclo de infección lítica.

Resolviendo la cuestión

El esquema representa el ciclo de infección lítica de una bacteria por un bacteriófago.



1. 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.
2. La vaina helicoidal de la cola se contrae, inyectándose, en la bacteria, el ADN contenido en la cabeza del virus (vamos a suponer que el ácido nucleico que posee el virus es ADN aunque hay bacteriófagos que contienen ARN como ácido nucleico).
3. 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.).
4. Los componentes fabricados se ensamblan para dar lugar a nuevos virus (unos cien por célula infectada).
5. La enzima lisozima, también fabricada bajo instrucciones víricas, produce la rotura de la pared y la muerte de la bacteria. Los virus, así liberados, pueden iniciar la infección de otras bacterias.

Los virus requieren de la maquinaria celular para poder replicar su material genético y fabricar los componentes básicos de los nuevos virus; por esta razón, se comportan siempre como parásitos celulares.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa dentro del nivel orgánico.

Conceptos que debes recordar

- Nutrición autótrofa y heterótrofa.
- Tipos de digestión y aparatos digestivos.

Resolviendo la cuestión

a) Nutrición y tipos de nutrición.

La nutrición tiene por objeto, entre otros, suministrar a las células de un ser vivo la materia prima y energía que precisan para sus procesos vitales. Entre los nutrientes que incorporan los seres vivos se incluyen compuestos inorgánicos como el agua, iones minerales, algunos gases atmosféricos y compuestos orgánicos. El término alimento lo reservaremos para aquellos nutrientes cuya naturaleza sea orgánica.

Los seres vivos obtienen los nutrientes directamente del exterior. Sin embargo, de acuerdo con la forma con que obtienen los alimentos, podemos distinguir dos tipos de nutrición: autótrofa y heterótrofa.

La nutrición autótrofa la presentan aquellos organismos capaces de producir compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos, utilizando para ello la energía disponible en el medio. Para todos ellos, la fuente del carbono necesario para la síntesis de los compuestos orgánicos es el dióxido de carbono de la atmósfera, el cual se fija a un compuesto previamente reducido. De acuerdo con el tipo de energía utilizada, los organismos autótrofos se clasifican en fotosintéticos y quimiosintéticos.

- Los seres autótrofos fotosintéticos (plantas, algas eucarióticas, cianofíceas y bacterias del azufre verdes y purpúreas) utilizan la luz como fuente de energía, la cual capturan mediante pigmentos fotosintéticos: clorofilas y bacterioclorofilas.
- Los organismos quimiosintéticos (bacterias del azufre incoloras, bacterias nitrificantes y ferrobacterias) obtienen su energía de la oxidación de los compuestos inorgánicos que absorben como nutrientes.

La nutrición heterótrofa la presentan aquellos organismos incapaces de producir compuestos orgánicos a partir de materia inorgánica, por lo que toman materia orgánica ya elaborada por otros organismos. La nutrición heterótrofa incluye diversas modalidades: holotrofismo, saprotrofismo y formas mixtas.

- La nutrición holótrofa la presentan los organismos dotados de sistemas o estructuras digestivas que, como los animales y algunos protistas, consumen alimentos que es preciso digerir. De acuerdo con la forma en que obtienen su alimento, los organismos holótrofos pueden ser: biófagos, si se alimentan capturando a otros seres vivos, o necrófagos, si se alimentan de restos de organismos muertos.
- La nutrición saprótrofa la realizan los organismos que se alimentan de la materia orgánica que se encuentra libre en el medio. Son los hongos y las bacterias de la putrefacción que transforman la materia orgánica en inorgánica.
- Las formas mixtas de nutrición son aquellas que corresponden a la asociación de dos organismos, en la que uno o ambos individuos

obtienen beneficio. Son de tres tipos: simbiosis, cuando ambos individuos se benefician mutuamente, como ocurre en los líquenes (asociación entre un alga y un hongo); parasitismo, uno de los individuos obtiene sus nutrientes a expensas del otro; comensalismo, uno de los individuos obtiene sus nutrientes a partir de los restos y secreciones que produce el otro.

b) Evolución del aparato digestivo.

En la mayoría de los protozoos el proceso digestivo tiene lugar en el interior de la célula y se denomina digestión intracelular. Este proceso se realiza en el interior de las vacuolas digestivas, vesículas que encierran las partículas alimenticias y que se forman de distintas formas: por fagocitosis (amebas), por invaginación de la membrana (paramecios), etc.

Los animales menos evolucionados, como las esponjas, carecen de órganos digestivos especializados. Las células flageladas que tapizan las cámaras interiores, los coanocitos, fagocitan las partículas alimenticias que arrastra la corriente de agua que provocan. El alimento, una vez digerido intracelularmente por los coanocitos, es cedido a las células ameboides del mesénquima (sustancia de relleno), que se encargarán de distribuirlo por toda la esponja.

El primer avance evolutivo hacia un órgano digestivo especializado se observa en los celentéreos. Estos organismos se alimentan de pequeños organismos que capturan con sus tentáculos, a los que paralizan inyectándoles el contenido de unas células urticantes que poseen, los cnidoblastos. La presa es introducida en la cavidad gastrovascular, en la que las células glandulares de la pared vierten sobre ella enzimas digestivas que la digieren parcialmente. Las partículas alimenticias acaban de digerirse en las vacuolas de las células digestivas que tapizan la cavidad, como sucede en las esponjas. Los celentéreos presentan, por tanto, un tipo de digestión mixta.

Los animales triblásticos ya poseen un sistema más o menos complejo, formado por un tubo digestivo, que comienza en la boca y finaliza en el ano, y unas glándulas anejas, encargadas de fabricar las enzimas digestivas. Las glándulas vierten sus productos al tubo, donde tiene lugar la digestión, siendo ésta, por tanto, extracelular. En su recorrido a lo largo del tubo digestivo, los alimentos se ven sometidos a los siguientes procesos: ingestión y reducción mecánica de las partículas alimenticias; digestión o transformación química del alimento en compuestos sencillos; absorción del alimento digerido por parte de las células de la pared del tubo digestivo, y paso del mismo al sistema circulatorio; egestión o eliminación de las heces al exterior.

Cuestión 4



Situando la cuestión

En esta cuestión se pregunta por el mecanismo de determinación genética y herencia del sexo. La herencia ligada al sexo se trata del tipo particular de herencia que siguen los genes que se localizan en los cromosomas sexuales.

Conceptos que debes recordar

- Cromosomas sexuales o heterocromosomas.
- Genes ligados al sexo.

Resolviendo la cuestión

- a) La herencia del sexo. Se comporta como en un cruce prueba, o retrocruzamiento (heterocigotos de la F_1 por homocigoto recesivo), con un resultado en el que siempre la mitad de los descendientes son de fenotipo masculino y la otra mitad femenino. Esto se debe, en muchos casos, incluido el hombre, a la presencia de unos cromosomas especiales, los heterocromosomas o cromosomas sexuales.

En muchas especies, las hembras presentan dos cromosomas sexuales iguales, XX (sexo homogamético), mientras que los machos presentan dos cromosomas sexuales diferentes, XY (sexo heterogamético), uno de los cuales es igual al de las hembras. El resto de los cromosomas se denominan autosomas, y son iguales en los dos sexos.

El modo de herencia es el siguiente:

	Hembra		Macho
Genotipo	XX		XY
Gametos	todos X		1/2 X + 1/2 Y
Descendientes	1/2 XX	+	1/2 XY

En las aves y otros insectos (lepidópteros por ejemplo) el sexo homogamético es el macho (designándose ZZ), mientras que las hembras son heterogaméticas (ZW). En algunos casos falta el cromosoma Y (como en el saltamontes), siendo los machos X0 y las hembras XX; o bien (como ocurre en algunas mariposas) los machos son ZZ y las hembras Z0.

Hay casos en donde no hay diferenciación cromosómica entre sexos, y la herencia del mismo depende de un gen con dos alelos, de tal manera que el homocigoto es de sexo femenino, mientras que el heterocigoto es de sexo masculino. En los organismos hermafroditas tampoco hay diferenciación cromosómica del sexo, y cada individuo hereda los genes para formar tanto órganos masculinos como femeninos.

Un aspecto importante en la herencia del sexo es la determinación del sexo. En el hombre, el sexo masculino viene determinado por la presencia del cromosoma Y. Se conocen casos de anomalías en cuanto al número de cromosomas que así lo confirman. El llamado síndrome de Turner se da en mujeres estériles, sin menstruación y con un solo cromosoma X, mientras que el síndrome de Klinefelter se da en varones estériles, con cierto retraso mental, y con un cariotipo XXY.

En otras especies, como en *Drosophila*, el cromosoma Y no juega un papel tan importante en la determinación del sexo. Una mosca XXY es de fenotipo femenino y fértil, mientras que una mosca X0 es macho, aunque estéril.

- b) Herencia ligada al sexo. En la especie humana la dotación cromosómica normal está constituida por 22 parejas de autosomas y una pareja de cromosomas sexuales: XX para la mujer y XY para el varón. En el cromosoma Y únicamente se han localizado cinco genes, mientras que en el cromosoma X se han localizado con certeza más de 120 genes.

Aquellos genes que se localizan en los cromosomas sexuales se dice que están ligados al sexo, y dado que el cromosoma X no es homólogo del Y, los genes localizados en el cromosoma X siguen un modo particular de herencia. Así, la mujer podrá ser homocigota o heterocigota para los genes situados en el cromosoma X, mientras que el varón únicamente podrá ser hemocigoto (un solo gen por cada carácter ligado al cromosoma X). Como consecuencia, en la mujer no se manifestarán los genes recesivos situados en uno de los cromosomas X si en su homólogo X se encuentran los alelos dominantes. Por el contrario, en el varón se manifestarán todos los genes de su único cromosoma X, sean dominantes o recesivos.

Dos ejemplos clásicos de herencia ligada al sexo lo constituyen el daltonismo (incapacidad de distinguir rojo y verde) y la hemofilia (no coagulación de la sangre). Ambas anomalías se producen por sendos genes recesivos localizados en el cromosoma X. Para que el varón sea daltónico o hemofílico basta que reciba el gen de su madre a través del cromosoma X, mientras que la mujer deberá recibir dichos genes tanto del padre (que será daltónico o hemofílico) como de la madre. De ahí que la frecuencia del daltonismo o hemofilia sea muy superior entre los varones que entre las mujeres.

Respecto del daltonismo, los varones podrán ser normales o daltónicos, mientras que las mujeres podrán ser normales (homocigóticas dominantes), normales y portadoras (heterocigóticas) o daltónicas (homocigóticas recesivas).

Lo mismo sucede respecto de la hemofilia, aunque la frecuencia de mujeres hemofílicas (homocigóticas recesivas) es prácticamente nula. Ello se debe a que antaño la supervivencia de un hemofílico era muy difícil y raramente transmitía el gen hemofílico a la descendencia. Por ello, la frecuencia del gen de la hemofilia es muy baja, y la probabilidad de que un varón hemofílico encontrara y tuviera descendencia con una mujer portadora (única posibilidad de que existan mujeres hemofílicas) era casi nula.

En la solución de la prueba de la Universidad de Las Palmas, cuestión 2, y de la Universidad de León, cuestión 4, hallarás comentados ejemplos prácticos de la herencia de estos caracteres.

No obstante, hay otras excepciones y particularidades en la herencia de los caracteres localizados en los cromosomas sexuales. Así, el cromosoma Y, aunque prácticamente vacío, contiene algunos genes que, evidentemente, sólo se transmiten a través de los machos (herencia holándrica).

Otra excepción se da cuando hay una región homóloga entre el cromosoma X y el cromosoma Y. En este caso, tanto la hembra como el macho pueden ser homocigotos o heterocigotos, pero, debido a la situación de dichos genes en los dos cromosomas sexuales, siguen un tipo de herencia especial, parcialmente ligada al sexo.

Por último, el sexo puede influir en la manifestación de genes situados en los autosomas. Normalmente esa influencia se da en los heterocigotos, como ocurre en la calvicie. Los varones heterocigotos para este gen autosómico manifestarán la calvicie, mientras que las mujeres heterocigotas no la manifestarán. Este tipo de herencia se denomina influenciada por el sexo.

	<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>	13
Prueba 3: <i>Cádiz</i>	25
Prueba 4: <i>Cantabria</i>	36
Prueba 5: <i>Castilla-La Mancha</i>	56
Prueba 6: <i>Córdoba</i>	64
Prueba 7: <i>Extremadura</i>	68
Prueba 8: <i>Granada</i>	81
Prueba 9: <i>La Laguna</i>	88
Prueba 10: <i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	102
Prueba 11: <i>León</i>	107
Prueba 12: <i>Madrid</i>	113
Prueba 13: <i>Málaga</i>	123
Prueba 14: <i>Murcia</i>	129
Prueba 15: <i>Navarra</i>	133
Prueba 16: <i>Oviedo</i>	144
Prueba 17: <i>País Vasco</i>	146
Prueba 18: <i>Palma de Mallorca</i>	154
Prueba 19: <i>Salamanca</i>	163
Prueba 20: <i>Santiago de Compostela</i>	167
Prueba 21: <i>Sevilla</i>	177
Prueba 22: <i>Valencia</i>	182
Prueba 23: <i>Valladolid</i>	193
Prueba 24: <i>Zaragoza</i>	200



PRUEBAS DE 1992

ISBN 84-207-4888-9



9 788420 748887

6180ms

ANAYA