

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1990



J. L. Ménsua

C. Gil

J. Martínez

F. Carrión

C.O.U.

ANAYA

SELECTIVIDAD BIOLOGÍA

PRUEBAS DE 1990

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



Diseño didáctico: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
GRUPO ANAYA S.A.

Edición: MARIANO SANTAMARÍA

Equipo técnico: CARLOS MÍNGUEZ
ROMÁN GARCÍA
PABLO DE JUAN
PILAR LÁZARO

Diseño de cubierta: ALBERTO CORAZÓN

Diseño de interiores: ESTUDIO EGE

© Del texto: J. L. Ménsua, C. Gil, J. Martínez y F. Carrión, 1991.

© De gráficas e ilustraciones: Grupo Anaya, S. A., 1991.

© De esta edición: GRUPO ANAYA, S. A. - 1991.

Telémaco, 43 - 28027 Madrid

Depósito Legal: M. 2.169 - 1991 - ISBN: 84-207-4039-X

Printed in Spain

Imprime: Edime, S. A. - Calle D, n.º 12

Polígono Industrial de Arroyomolinos - Móstoles (Madrid).

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. Se trata, pues, de un solucionario que pretende, modestamente, cumplir dos objetivos:

- 1º Darte una idea del tipo de ejercicios que se proponen en los distintos distritos universitarios: tipo de cuestiones, contenido, etc.
- 2º 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, 23 pruebas de selectividad. En cada prueba se incluyen temas y 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 lógicas, coherentes y ordenadas. 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:

- 1º 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.
- 2º 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.
- 3º 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 LA PRUEBA DEL 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 las asignaturas se presentan mejor al tipo de examen usual en tu universidad. Dedícalas especial atención.
- Piensa que es un examen fácil de superar si vas preparado. Ten confianza, no estés nervioso, descansa bien la víspera del examen.

Ante el examen de selectividad

- Analiza bien las opciones propuestas en cada prueba, pero sin perder esceseivo tiempo.
- Una vez elegida la opción no la cambies si no es absolutamente necesario.
- Haz una distribución aproximada del tiempo que tienes para cada pregunta, te servirá de referencia. Seguro que tienes suficiente, pero no debes perderlo inútilmente por ello:
 - Empieza por contestar a las preguntas que mejor domines.
 - Cifñete a lo que se te pregunta. No te puntuarán mejor, puede que al contrario, si escribes lo que no corresponde.
- Antes de contestar cada pregunta piensa y escribe en un folio auxiliar el esquema de conceptos que vas a desarrollar. Si se trata de un tema indica en la hoja de examen el guión de contenidos que piensas desarrollar, numera los apartados y los subapartados. En el desarrollo del tema indica con rótulos los diferentes apartados.
- Cuida la presentación del examen:
 - Escribe con letra clara.
 - Deja márgenes: lateral, superior e inferior.
 - Si quieres rectificar, utiliza una sola raya para tachar.
- Cuida la redacción. No escribas frases escesivamente 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	Inorgánica	Cantabria A8 B1 Castilla-La Mancha A1 B1 La Laguna 2.2	Madrid B1 Málaga 1 Valencia B1
	Azúcares	Cantabria A9 Extremadura B1 Madrid A1	Santiago B2 Sevilla 1 Valladolid 1Tema
	Lípidos	País Vasco C1 Valladolid 3.2	
	Proteínas	Alicante 2 Barcelona 1 Cádiz 1 Cantabria B4 Castilla-La Mancha B2 Extremadura A1	Las Palmas 1 Murcia 1 País Vasco A1 Santiago A1 Valencia ATema Valladolid 2.1
	Ácidos nucleicos	Córdoba 1 Granada A2 B1 B2 Santiago A6	Castilla-La Mancha A2 País Vasco B2
	NIVEL CELULAR	Biología molecular	Alicante b
Citología		Barcelona 3 Cádiz 2 Cantabria A6 A10 Extremadura A4 B3 Granada A1 León 1 Madrid A2 Málaga 2	Oviedo 1 País Vasco A3 Salamanca 2 Santiago A2 A4 A7 Sevilla 3a Valencia A3 A4 B2 Valladolid 2Tema 2.2 3.1 Zaragoza 2 3
Metabolismo celular		Cantabria B3 B5 Castilla-La Mancha B3 Extremadura A2 B2 Granada A3 La Laguna 1.1 1.2 Las Palmas 4 León 4 Madrid B2	Murcia 2A País Vasco C3 Salamanca 4 Santiago B3 B6 Sevilla 2 Valencia B3 Valladolid 3Tema
NIVEL ORGÁNICO		Nutrición	Madrid A4 País Vasco B3
	Coordinación	Alicante 1 León 2 Madrid A5 Málaga 3	Santiago B4 Valencia B4 Valladolid 1.2 Zaragoza 4
	Etología	Madrid B5	

NIVEL ORGÁNICO	Reproducción	Barcelona 2	Málaga 4
		Castilla-La Mancha A3 A4	Murcia 2B
		Cantabria A3	Oviedo 2
		Córdoba 3	País Vasco A2 B1
		La Laguna 2.1	Salamanca 3
		Las Palmas 2	Santiago A3
		Madrid B4	Zaragoza 1
GENÉTICA	Molecular	Cantabria A5	Oviedo 4
		Extremadura B4	Sevilla 3b
		Granada B3 B4	Zaragoza 3b
		Madrid B3	
	Mendeliana y teoría cromosómica	Cádiz 3	La Laguna 1.3 3.2
		Cantabria A4	León 3
		Castilla-La Mancha B4	Madrid A3
		Córdoba 4	Oviedo 3
		Extremadura A3	Santiago B5
		Granada A4	Valencia A1
EVOLUCIÓN		Cádiz 4	Santiago B1
		Cantabria A2 B2	Valencia A2
		Las Palmas 3	
		Cantabria A1	Santiago A5
		Extremadura B5	Valencia B Tema
		La Laguna 2.3 3.3	Valladolid 1.1
		Murcia 4	
NIVEL POBLACIONAL	Ecología		
	Microbiología	Alicante a	
	Inmunidad	Barcelona 4	Extremadura A5
		Cantabria A7	País Vasco C2
		Córdoba 2	Santiago B7
GENERALES		La Laguna 3.1	Palma de Mallorca 1-46
		Murcia 3	Salamanca 1

1

ACLARACIONES PREVIAS

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

Temas generales

- a Importancia de los microorganismos en la industria. Fermentaciones en la preparación de alimentos y bebidas. Fermentaciones en la preparación de medicamentos.
- b Biología molecular. ¿Cómo enfoca el estudio de la biología? ¿De dónde surge esta ciencia? Indique algunas de sus principales contribuciones.

Cuestiones concretas

- 1 ¿Qué es una hormona? ¿Qué tipos de efecto producen? Indique el mecanismo de acción de una hormona.
- 2 Indique algunas razones por las que existe la necesidad de regular la actividad enzimática. Indique algún procedimiento por el cual se regule la actividad enzimática. Señale sus características generales.

Universidad de Alicante. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Esquema de conceptos a desarrollar

- 1. Introducción.
- 2. Importancia de los microorganismos en la industria.
- 3. Fermentaciones en la preparación de alimentos y bebidas.
- 4. Fermentaciones en la preparación de medicamentos.

Desarrollo del tema

1. Introducción.

Como todo ser vivo, los microorganismos precisan nutrirse para realizar sus actividades vitales. Existen microorganismos autótrofos capaces de fabricar su propio alimento a partir de nutrientes inorgánicos y energía del medio. Otros, los heterótrofos, incapaces de hacerlo, deben tomar materia orgánica del exterior. Entre estos últimos, los hay que obtienen su alimento de otro organismo al que se asocian y al cual pueden perjudicar (parasitismo), beneficiar (simbiosis), o resultar indiferentes (comensalismo).

Otros microorganismos heterótrofos se alimentan de la materia orgánica del medio en que se encuentran. Son los microorganismos saprobios, entre ellos, las bacterias y hongos descomponedores y de la putrefacción. Realizan una importante labor higiénica en la biosfera contribuyendo de forma decisiva al reciclaje de la materia.

2. Importancia de los microorganismos en la industria.

Estos microorganismos saprobios realizan transformaciones químicas que genéricamente reciben el nombre de fermentaciones. En ellas se obtienen productos de interés industrial, como etanol, acetona, butanol, glicerina, etc., a partir de materiales azucarados o amiláceos por acción de levaduras y bacterias.

El caso de Brasil, con una producción anual de 5 000 millones de litros de etanol a partir de caña de azúcar, sorgo y mandioca, es un ejemplo de la importancia industrial de este proceso. El etanol (que mezclado al 10 % con gasolina constituye un nuevo tipo de combustible, el gasohol) puede convertirse en la alternativa a los combustibles fósiles no renovables.

3. Fermentaciones en la preparación de alimentos y bebidas.

En sentido estricto, la fermentación es un proceso por el cual se oxidan parcialmente (en ausencia de un aceptor externo de electrones) algunos compuestos orgánicos para liberar energía. En la práctica se utiliza el término fermentación para designar un tipo de respiración (fermentación o respiración anaerobia), en la que el aceptor de electrones es un compuesto diferente del oxígeno. Los productos finales de estas fermentaciones son compuestos orgánicos que todavía contienen energía y, en ocasiones, útiles como alimento para nosotros.

Dependiendo del tipo de sustrato sobre el que actúan los diferentes microorganismos, se obtienen productos como ácido láctico, etanol, ácido acético, etc., que forman parte de algunos de los alimentos y bebidas que tomamos, por ejemplo, el queso, yogur, vino, cerveza, vinagre.

En la solución de la prueba 8, opción A, cuestión 3, se comenta el significado biológico de las fermentaciones y la respiración celular. En la solución de la prueba 21, opción B, cuestión 3, se define el concepto y tipos de fermentaciones.

4. Fermentaciones en la preparación de medicamentos

La energía y productos que obtienen los microorganismos en sus procesos fermentativos la utilizan para realizar sus procesos vitales, entre otros, la síntesis de sus propios compuestos. Algunos microorganismos producen sustancias que, como los antibióticos, resultan de utilidad en la preparación de medicamentos.

Los antibióticos son agentes químicos producidos por ciertos microorganismos (generalmente saprofitos) y que son perjudiciales para otros organismos competidores.

Así, ciertos hongos producen sustancias de acción bacteriostática (inhiben el crecimiento de bacterias), bactericida (producen la muerte bacteriana) o bacteriolítica (inhiben la síntesis de la pared bacteriana). Como ejemplo puedes citar al *Penicillium chrysogenum*, productor de la penicilina, un antibiótico de acción bacteriolítica.

Si bien los primeros antibióticos fueron descubiertos en la naturaleza aislados a partir de hongos, en la actualidad son producidos industrialmente en el laboratorio.

Otros productos farmacéuticos como esteroides y también ciertas vitaminas son fabricados mediante la participación de microorganismos.

En el siguiente cuadro se resumen algunos ejemplos de procesos industriales en los que intervienen microorganismos pertenecientes a los géneros indicados:

Proceso	Material de partida	Organismo	Producto
Fermentación:			
Láctica	Leche	<i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i>	Queso, yogur
Alcohólica	Glúcidos	<i>Sacharomyces</i>	Vino, cerveza, pan
Acética	Alcohol	<i>Acetobacter</i>	Vinagre
Síntesis de:			
Vitaminas	Extracto de malta	<i>Streptomyces</i>	Vitamina B ₁₂
Aminoácidos	Melazas	<i>Micrococcus</i>	Lisina
Enzimas	Salvado de trigo Caña de azúcar	<i>Aspergillus</i> <i>Sacharomyces</i>	Amilasa Sacarasa
Antibióticos	Licor de maíz macerado Extracto de soja Extracto de cacahuete	<i>Penicillium</i> <i>Streptomyces</i> <i>Streptomyces</i>	Penicilina Estreptomina Tetraciclina

Tema B

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de biología molecular y su relación con otras disciplinas.
 - 1.1 Importancia de las técnicas fisicoquímicas.
 - 1.2 Niveles de estudio de la biología por esta ciencia.
2. Origen y desarrollo de la biología molecular.
3. Algunos problemas estudiados por la biología molecular.

Desarrollo del tema

1. Concepto de biología molecular y su relación con otras disciplinas.

El término biología molecular fue usado por primera vez en 1945 por William Asbury al referirse al estudio de la estructura química y física de las macromoléculas biológicas. La biología molecular es una disciplina enormemente compleja y cruza las tradicionales fronteras entre genética, bioquímica, biología celular, física, química orgánica y química biofísica. El tema que trata es: la propia vida a nivel molecular.

Un hecho que caracteriza a las moléculas en los seres vivos es el desempeño de funciones por éstas. Tales funciones dependen de la estructura de la molécula y se derivan de ella. La función de las proteínas, de los genes, de los orgánulos celulares y de las propias células se explica cada vez mejor por los datos de sus detalles estructurales.

1.1 Importancia de las técnicas fisicoquímicas.

El estudio de la estructura de las moléculas biológicas se realiza mediante técnicas físicas y fisicoquímicas. Hay dos razones que justifiquen este estudio: por una parte, como ya se ha indicado, la estructura y la función de las moléculas están estrechamente relacionadas; otra es que muchos problemas biológicos pueden ser resueltos por los datos obtenidos del estudio de las propiedades físicas y químicas de las moléculas.

Por ejemplo, el conocimiento de la estructura del DNA permite comprender el proceso de replicación de esta molécula; la estructura de los lípidos de membrana, explica la formación de las bicapas en las membranas y su función como frontera celular; la configuración de las proteínas transportadoras, enzimáticas, etc., explica su peculiar comportamiento.

Una de las ramas más fructíferas de la biología molecular es la biología estructural, considerada como el origen de esta ciencia. El principio en el que se basa es que "no existe estructura sin función" y, como consecuencia, "las funciones son llevadas a cabo por estructuras macromoleculares específicas, ingeniosamente diseñadas para ello". Así

el estudio de la estructura tridimensional del ARNt (de transferencia), ha permitido comprender cómo la información en el DNA es trasladada a la secuencia ordenada de aminoácidos en la proteína.

En la actualidad la biología estructural atiende dos subcampos:

- El estudio del ordenamiento detallado de los átomos en las macromoléculas, fundamentalmente enzimas, que se lleva a cabo con la ayuda de la difracción de los rayos X.
- La organización de las macromoléculas en los grandes agregados supramoleculares, cuyo estudio se realiza mediante técnicas biofísicas como ultracentrifugación, marcaje radiactivo, criofractura, microscopia electrónica, etc.

1.2 Niveles de estudio de la biología por esta ciencia.

La biología molecular inicia su estudio a nivel del átomo. El conocimiento de la estructura del átomo permite explicar sus propiedades químicas. Estas propiedades químicas se ponen de manifiesto fundamentalmente en la capacidad de los átomos para formar sistemas estables llamados moléculas.

Las moléculas pueden poseer un tamaño y una complejidad muy variable. La molécula de agua, por ejemplo, es muy sencilla. Las moléculas de ácidos nucleicos y las proteínas son las más grandes y complicadas, se habla entonces de macromoléculas. Al ir aumentando el tamaño y la complejidad de una molécula su estructura va adquiriendo cada vez mayor importancia en relación con su actividad.

A un nivel superior encontramos asociaciones de moléculas. Estas asociaciones poseen con frecuencia nuevas propiedades; propiedades que no muestran las moléculas que las constituyen. Ejemplos de asociaciones moleculares son: los microtúbulos, la membrana celular o los complejos enzimáticos que aparecen en las células. Los virus, parásitos celulares, pueden considerarse como asociaciones moleculares.

Sobrepasado el nivel de las asociaciones moleculares nos encontramos en el nivel de los orgánulos. Una vez más los orgánulos poseen propiedades diferentes a las moléculas y asociaciones moleculares que los constituyen. Por encima del nivel de los orgánulos pasamos al nivel celular, donde la biología molecular estudia el comportamiento de las macromoléculas en la célula y la regulación del metabolismo general por aquéllas.

2. Origen y desarrollo de la biología molecular.

Hasta principios del siglo XX muchos biólogos pensaban que las células vivas poseían una "fuerza vital" que desaparecía si la célula era rota. Así los "vitalistas" opinaban que poco, posiblemente nada, se podía aprender de la vida estudiando algo fuera de una célula viva. Cuando por vez primera decidieron romper una célula viva y estudiar su funcionamiento interno, se abrió una nueva perspectiva de la biología. Hacia la década de los cuarenta, la biología molecular se había consolidado como una de las más prometedoras disciplinas biológicas.

El desarrollo de la biología molecular ha estado asociado al estudio de sistemas "sencillos" como las bacterias y bacteriófagos (virus bacterianos). En estos organismos es más fácil extraer información sobre los procesos biológicos básicos que en las células eucarióticas. El estudio en bacterias y bacteriófagos permitió identificar el DNA como la molécula portadora de la información genética. A consecuencia de este gran descubrimiento, surge un nuevo campo de estudio para la genética: la genética molecular, en la que se obtienen espectaculares avances durante los años 50 y principios de los 60. El modelo de estructura del ADN en "doble hélice" propuesto por Watson y Crick en 1953 marca un hito en el desarrollo de la biología molecular.

El éxito inicial y la acumulación de un enorme cuerpo de conocimiento en este tiempo, permitió a los investigadores aplicar la lógica, métodos y nuevas técnicas a asuntos como: el funcionamiento de los músculos y nervios, la estructura de la membrana, el desarrollo y diferenciación celular, la inmunidad y otros. Un importante factor en este rápido desarrollo fue el convencimiento de la uniformidad básica de los procesos biológicos, esto es, se aceptó que los principios biológicos fundamentales que gobiernan la actividad vital de los organismos sencillos, como bacterias y virus, pueden ser aplicados a células más complejas, sólo los detalles varían.

La adquisición de información continuó aumentando espectacularmente. A principios de los 70 se disponía de un importante conocimiento sobre bacterias y virus. Sin embargo, este conocimiento parecía encontrarse en un "impasse" respecto a las células más complejas. Hacia el final de la década tuvo lugar un avance decisivo: el desarrollo de la tecnología del ADN recombinante, o "ingeniería genética", como se denomina en la actualidad. Esta técnica proporcionó nuevas herramientas que han permitido adquirir un extraordinario nivel de información acerca de todo tipo de células.

Algunos problemas estudiados por la biología molecular.

Vamos a resumir brevemente algunos de los problemas que han sido y son estudiados por la biología molecular.

Los esfuerzos iniciales en el campo de la biología molecular fueron dirigidos hacia la comprensión del fenómeno genético, en concreto se centró en dos cuestiones básicas:

- La identificación del material genético.
- El mecanismo de la síntesis de proteínas.

Una vez identificado el ADN como la molécula genética esencial, se plantearon dos nuevas cuestiones:

- Cómo se replica el DNA.
- Cómo el DNA contiene la información (código genético) y cómo se utiliza esa información.

Este último aspecto fue asociado al de la síntesis proteica tan pronto se concluyó que la secuencia de aminoácidos de cada molécula de proteína está determinada por la secuencia de bases del ADN.

Hasta mediados de los 70 los estudios se centraron en bacterias y bacteriófagos, pero, a partir de este momento, se introduce como objeto de estudio la levadura del pan (*Sacharomyces cerevisiae*), en la que los mecanismos básicos de la síntesis de macromoléculas y sus mecanismos de regulación son similares a los de las células más complejas (animales y vegetales).

Una vez conocidos los mecanismos básicos de la síntesis proteica, surge el problema de la regulación del metabolismo. Las células sólo inician la síntesis de proteínas enzimáticas cuando reciben la señal de su "necesidad". La naturaleza e identificación de las señales de "inicio" y "fin", es decir, el mecanismo de regulación de la síntesis proteica, constituye uno de los campos más importante de investigación en la actualidad. En algunos casos, como en el ciclo vital de algunos bacteriófagos, las señales de inicio y parada y los elementos reguladores de la síntesis de sus componentes, han sido muy bien estudiados.

Aparejado al problema de la regulación de la expresión génica anterior, surge también el problema de la "diferenciación celular", es decir, el por qué células hermanas (con la misma información genética) descendientes de la primitiva célula huevo se diferencian en distintos tipos de células, musculares, nerviosas, epiteliales, etc. La resolución de esta cuestión irá unida, probablemente, a la solución definitiva para el tratamiento del cáncer.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el nivel orgánico y hace referencia a un tipo de coordinación funcional, la coordinación hormonal.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de hormona.
- Acción de las hormonas.
- Mecanismo de acción hormonal.

Resolviendo la cuestión

Las hormonas son mensajeros químicos, producidos por células especializadas agrupadas o no en glándulas, y que, transportadas por el medio interno, ejercen su acción sobre otras células controlando y coordinando el funcionamiento de órganos y aparatos de un organismo.

La acción de las hormonas se caracteriza por:

1. Ejercerse sobre células y órganos distintos, y con frecuencia alejados, a los de su origen.
2. Su acción, más general que la de los impulsos nerviosos, se ejerce sólo sobre células localizadas en distintos puntos del organismo "programadas" para responder ante su estímulo.
3. Su acción es más lenta, pero sus efectos son más duraderos que los estímulos nerviosos.
4. Actúan a bajas concentraciones, a veces sinérgica o antagónicamente junto a otras hormonas o siguiendo una secuencia. Tanto su déficit como el exceso puede provocar trastornos al organismo.

Los efectos que producen las distintas hormonas sobre sus células "diana" son muy variados. En general, su acción afecta al metabolismo celular, bien porque activan genes específicos, o bien activando proteínas enzimáticas que afectan a la velocidad de síntesis o degradación de sustancias, procesos de permeabilidad, transporte, secreción, etc.

Se conocen dos mecanismos mediante los cuales ejercen las hormonas su influencia sobre el metabolismo celular: la activación del sistema adenilato-ciclasa y la inducción de la síntesis enzimática.

La activación del sistema adenilato-ciclasa la efectúan ciertas hormonas (como la adrenalina, el glucagón y la mayoría de las hipofisarias) caracterizadas por su composición proteica o aminoácida. Por su naturaleza química estas hormonas no atraviesan la membrana plasmática, por lo que actúan a nivel de la superficie celular sin penetrar en el interior de la célula. Estas hormonas se fijan a un receptor específico de la membrana y desde allí activan la enzima adenilato-ciclasa responsable de la transformación del ATP en AMPc (adenosín monofosfato cíclico). El AMPc (denominado "segundo mensajero") produce diferentes y variados efectos en las distintas células del organismo.

La inducción de la síntesis enzimática la realizan otras hormonas (como las esteroideas) que, por su naturaleza lipófila, pueden fácilmente atravesar la membrana y penetrar en el interior de la célula. Una vez allí la hormona, unida a un receptor específico, es transportada al núcleo celular, donde se fija al correspondiente "represor", quien, estando unido al ADN, impide la transcripción de éste. La unión del complejo hormona-receptor al represor libera al ADN del represor, permitiendo su transcripción y por tanto, la síntesis de las enzimas correspondientes responsables de la acción específica.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión entre las características y factores que afectan a la actividad enzimática y los mecanismos de regulación de la expresión génica.

Conceptos que debes recordar

- Características de la actuación enzimática.
- Regulación de la síntesis proteica.
- Factores que afectan a la actividad enzimática.

Resolviendo la cuestión

Recuerda que las enzimas son proteínas que controlan y posibilitan las reacciones metabólicas, aumentando la velocidad de éstas, sin alterarse en la reacción. Las enzimas, a su vez, deben estar sometidas a control, pues sólo interesa su acción cuando la célula lo necesita.

Este problema tiene dos aspectos:

1. El ADN de la célula contiene información para producir gran cantidad de enzimas diferentes sería un gasto insoportable para ella fabricar todas estas enzimas cuando no son precisas.
2. Puesto que la enzima no se altera en el transcurso de la reacción, de alguna manera hay que detener su acción cuando ya no se necesita.

El primer aspecto se resuelve mediante los mecanismos de regulación de la síntesis proteica. Esta regulación puede ser hormonal, como el expuesto en la cuestión anterior de esta misma prueba, o mediante sistemas inducibles como el propuesto por Jacob y Monod para el operón LAC.

El segundo aspecto se resuelve mediante mecanismos de retroalimentación negativa o inhibición "Feed-back". Veamos:

Las enzimas suelen actuar en las rutas metabólicas celulares en cadenas secuenciales, denominadas complejos multienzimáticos. En éstos, el producto de una reacción catalizada constituye el sustrato de la reacción siguiente, y así sucesivamente, hasta llegar al producto final. En la mayoría de estos sistemas la enzima que cataliza la primera reacción actúa como elemento regulador de todo el sistema. El producto final actúa sobre esta enzima, provocando su inhibición. A estos productos se les denomina inhibidores y como recordarás, pueden ser competitivos y no competitivos. (Puedes consultar la solución de la prueba 18, cuestión 1.)

Además, ciertas enzimas denominadas alostéricas tienen la capacidad para cambiar de conformación y pasar de una forma activa (forma R) a otra inactiva (forma T) y viceversa, cuando se produce su unión a un compuesto regulador denominado inhibidor o activador alostérico. Cuando la concentración de producto final (el inhibidor alostérico) disminuye, la enzima alostérica se desbloquea y se reinicia el proceso enzimático completo.

Atención. También puedes citar la necesidad de que las enzimas actúen en el momento y lugar fisiológicamente apropiado. Este hecho explica la existencia de enzimas que se sintetizan en forma de precursor inactivo, como el tripsinógeno, que es sintetizado en el páncreas y que es transformado en la enzima activa, la tripsina, en el lugar donde debe actuar, el intestino delgado. Si se sintetizara en forma activa directamente podría destruir las propias células del páncreas.

2

ACLARACIONES PREVIAS

Realiza dos de los cuatro temas que se proponen.

- 1 Explica lo que es una proteína: su estructura y sus funciones en los seres vivos.
- 2 Describe el núcleo en división. Define: cromosoma, cromátida, cromátida hermana, cromosoma homólogo y cariotipo.
- 3 Enumera las diferencias entre una célula animal y una célula vegetal. Describe el retículo endoplasmático.
- 4 Explica el concepto de inmunidad y los mecanismos de la respuesta inmunológica mediatizados por células.

Universidad de Barcelona. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema 1

En las pruebas: 10, cuestión 1; 3, tema 1; 14, cuestión 1; y, 16, cuestión A1, tienes desarrollado este tema.

Tema 2

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Definiciones.
 - 1.1 Cromosoma y cromosoma homólogo.
 - 1.2 Cromátida y cromátida hermana.
 - 1.3 Cariotipo.
2. El núcleo en división.
 - 2.1 El núcleo en mitosis.
 - 2.2 El núcleo en meiosis.

Desarrollo del tema

1. Definiciones.

1.1 Cromosoma y cromosoma homólogo.

Cromosoma: Estructura filamentososa del núcleo de la célula que se hace patente durante la mitosis y meiosis. Compuestos de ADN y proteínas, los cromosomas son los portadores de la información genética (genes) en el proceso de la división celular.

En las especies diploides, la dotación cromosómica de las células está constituida por dos series de cromosomas, una serie es de procedencia paterna y la otra materna. Cada cromosoma de una serie posee un homólogo (de idéntica estructura) en la otra. Cada pareja de homólogos recibe el nombre de "par de homólogos".

Cromosoma homólogo: Uno de los dos cromosomas que constituyen cada par de homólogos en las células diploides. Cada gen localizado en un cromosoma tiene su alelo (gen referido al mismo carácter) en el mismo "locus" de su cromosoma homólogo. En la profase de la primera división meiótica, se emparejan los cromosomas homólogos produciéndose los "entrecruzamientos", este fenómeno es el origen de la recombinación genética.

1.2 Cromátida y cromátida hermana.

Cromátida: Componente filamentososo del cromosoma. Cada cromosoma se halla constituido por dos cromátidas idénticas, dispuestas paralelamente y unidas en el centrómero del cromosoma.

Cromátida hermana: Una de las dos cromátidas que componen cada cromosoma. Son consecuencia de la replicación del ADN materno durante la interfase y por ello, cada cromátida contiene el mismo número y los mismos genes que su hermana.

1.3 Cariotipo.

Cariotipo: Constitución cromosómica de un individuo. Para su estudio, se realiza un montaje microfotográfico ordenando los cromosomas por pares de homólogos y numerando las parejas según tamaño de los cromosomas y posición del centrómero.

2. El núcleo en división.

Durante su división, el núcleo sufre una serie de transformaciones hasta formar los núcleos hijos. El proceso es diferente según se trate de una división mitótica o meiótica.

2.1 El núcleo en mitosis.

Como recordarás, en la mitosis se suceden cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. A continuación se resume el estado del núcleo en cada una de éstas:

Profase: La envoltura nuclear comienza a fragmentarse. La cromatina, antes dispersa, comienza a condensarse; los cromosomas empie-

zan a ser patentes. Al final de la profase la envoltura nuclear ha desaparecido. Los cromosomas, ya formados, se hallan replicados en dos cromátidas. Del cinetócoro cromosómico se destacan unos filamentos denominados microtúbulos cinetocóricos.

Metafase: Los cromosomas han emigrado al plano ecuatorial de la célula. Los filamentos cinetocóricos, imbricados con los del huso, han orientado los cromosomas formando éstos la 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.

2.2 El núcleo en la meiosis.

En la meiosis tienen lugar dos divisiones nucleares consecutivas que dan como resultado cuatro núcleos hijos con la mitad de cromosomas que poseía el núcleo materno. En ambas divisiones se suceden las mismas fases descritas para la mitosis. Sin embargo, en algunas de ellas tienen lugar procesos distintos que se resumen a continuación:

Profase I : Los cromosomas homólogos se emparejan. Entre las cromátidas adyacentes de los homólogos tienen lugar “entrecruzamientos”, es decir, rotura de las cromátidas y posterior soldadura con los fragmentos intercambiados.

Metafase I : Los cromosomas, emparejados, forman una placa metafásica doble.

Anafase I : Se separan los homólogos, yendo un homólogo de cada par a cada polo celular.

Las restantes fases: Telofase I, profase II, metafase II, anafase II y telofase II, son similares a las descritas en la mitosis. Sólo resaltaremos que en la metafase II se forma una placa metafásica sencilla y, por tanto, en la anafase II se separan las cromátidas, yendo una cromátida hermana de cada cromosoma a cada polo celular.

Para más información sobre este tema, puedes consultar la solución a la prueba 6 (cuestión 3) y 10 (cuestión 2).

Tema 3

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Diferencias entre la célula animal y vegetal.
 - 1.1 Forma y tamaño.
 - 1.2 Membrana plasmática y pared celular.
 - 1.3 Orgánulos celulares. Posición del núcleo.

2. El retículo endoplasmático.

2.1 Estructura.

2.2 Tipos y funciones.

Desarrollo del tema

1. Diferencias entre la célula animal y vegetal.

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

1.1 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.

1.2 Membrana plasmática y pared celular.

La membrana plasmática es similar en ambos tipos de células, pero en las vegetales aparece una membrana de secreción, llamada pared celular, exterior a la membrana plasmática. Esta pared está formada básicamente por láminas de celulosa impregnadas de otros azúcares (hemicelulosa y pectina) y proteínas, y constituye el 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.

1.3 Orgánulos celulares. Posición del núcleo.

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

Orgánulos exclusivos de las células vegetales son:

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

- **Orgánulos exclusivos de las células animales son:**
 - Los centríolos. 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).

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

2. El retículo endoplasmático.

2.1 Estructura.

El retículo endoplasmático lo constituyen un conjunto de cavidades cerradas de aspecto muy variable: láminas aplanadas, vesículas globulares o tubos de aspecto sinuoso, que forman parte del sistema de membranas interno característico 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 del retículo endoplasmático.

2.2 Tipos y funciones.

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.

Recuerda también que la membrana que rodea el núcleo en las células eucarióticas es una parte más del retículo endoplasmático. Sacos del retículo, por lo tanto dobles membranas, 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.).

Tema 4

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de inmunidad.
2. La respuesta inmunizante celular.

Desarrollo del tema

1. Concepto de inmunidad.

Se entiende por inmunidad el estado de resistencia que presenta un organismo frente a la infección. Actualmente decimos que un organismo es inmune ante determinado antígeno cuando es capaz de anularlo o desactivarlo sin presentar reacción patológica.

La memoria inmunológica reside en ciertos linfocitos B y T (denominados así según hallan adquirido sus propiedades en la médula ósea o en el timo respectivamente) formados tras el primer contacto con el antígeno y que perduran durante un tiempo.

2. La respuesta inmunizante celular.

El mecanismo de respuesta inmunizante mediatizado por células es el siguiente: cuando un macrófago detecta por primera vez un antígeno en el organismo 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 celulares. El linfocito inyecta entonces sus enzimas en el interior de la célula provocando su degradación.

Por su parte, los linfocitos B se activan ante la presencia del antígeno, originándose una línea de éstos (un clon) por multiplicación y diferenciación, capaces de elaborar anticuerpos específicos. Sin embargo, los linfocitos B no empiezan a producir estos anticuerpos mientras no reciban la señal de los linfocitos T auxiliares. Superada la infección, un tercer tipo de linfocitos T, linfocitos T supresores, se encargan de detener las reacciones inmunitarias.

3

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno sólo deberá contestar a dos de las opciones propuestas.

- 1 Proteínas: composición química, estructura y propiedades biológicas.
- 2 Hialoplasma: ultraestructura, composición química y actividades fisiológicas. Microtúbulos y microfilamentos.
- 3 Nociones de genética: Base molecular de la herencia. Herencia y cromosomas. Genes dominantes y recesivos. Genotipo y fenotipo. Herencia dominante e intermedia. Genética mendeliana: leyes de Mendel.
- 4 El hecho biológico de la evolución y sus interpretaciones. La evolución y su significado biológico. Pruebas de la evolución. Mecanismos del proceso evolutivo: base genética de la evolución. El origen de la vida sobre la Tierra.

Universidad de Cádiz. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción 1

Puedes hallar la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 2, cuestión 1 y prueba 10, cuestión 1.

Opción 2

Esquema de conceptos a desarrollar

1. El hialoplasma.
 - 1.1 Ultraestructura y composición química.
 - 1.2 Actividades fisiológicas. El metabolismo.
2. El citoesqueleto.
 - 2.1 Microfilamentos.
 - 2.2 Microtúbulos.

Desarrollo del tema

1. El hialoplasma.

El hialoplasma, llamado también citosol, es el medio acuoso en el que se incluyen los orgánulos citoplasmáticos. En las células eucarióticas está limitado por la membrana plasmática y la nuclear. En las procarionóticas, por carecer de membrana nuclear, el material nuclear se encuentra incluido en el hialoplasma junto con los demás orgánulos.

1.1 Ultraestructura y composición química.

Podemos dividir los componentes del hialoplasma en dos grupos:

- El llamado hialoplasma soluble está formado por un 85 % de agua en la que se encuentran dispersas una gran variedad de sustancias, consecuencia de una importante actividad metabólica: proteínas enzimáticas, iones, ARN (transferente y mensajero), compuestos intermedios del metabolismo, etc.
- El citoesqueleto o esqueleto celular formado por proteínas no solubles que se organizan para formar los microfilamentos y microtúbulos.

De igual manera podemos dividir en dos grupos las funciones que se llevan a cabo en el hialoplasma:

- Las miles de enzimas dispersas en el hialoplasma catalizan una parte importante de las reacciones que constituyen el metabolismo celular. Estas reacciones son: unas de degradación, catabólicas, como la glicolisis o las fermentaciones, y otras de síntesis, es decir, anabólicas, que convierten al hialoplasma en una encrucijada metabólica. Las moléculas resultantes de la biosíntesis se almacenan, en parte, en el hialoplasma formando inclusiones.
- La compleja red de filamentos proteicos que forman el citoesqueleto desempeña una función muy diferente a la anterior: es responsable de la forma de la célula, su organización interna y los movimientos celulares.

1.2. Actividades fisiológicas. El metabolismo.

Este apartado está desarrollado en la prueba 9, bloque 1, cuestión 2.

2. El citoesqueleto.

El citoesqueleto lo forman, básicamente, dos tipos de filamentos: microfilamentos y microtúbulos.

2.1 Los microfilamentos están formados por una proteína, la actina, que forma filamentos de dos hebras enrolladas en hélice. Son los componentes principales del citoesqueleto de las células musculares e intervienen en la contracción muscular. Realizan también otras funciones: intervienen en el movimiento de las células, en las corrientes citoplasmáticas y en el estrangulamiento del citoplasma en la división celular.

2.2 Los microtúbulos están formados también por una proteína globular, la tubulina, que se dispone formando las paredes de un cilindro, de ahí el nombre de estos filamentos. Aparecen, como los microfibrillos, dispersos por el hialoplasma y cumplen funciones similares: esqueléticas y de movimiento.

Los microtúbulos también pueden aparecer organizados formando estructuras celulares muy complejas, como: los centriolos, componentes del centrosoma, o la estructura interna de los cilios o los flagelos.

- Cilios y flagelos tienen por finalidad producir movimiento. Son prolongaciones de la membrana plasmática con una estructura microtubular interna. El desplazamiento de los microtúbulos es el causante del movimiento del cilio o del flagelo. En cada cilio o flagelo puede distinguirse: el tallo (o axonema) y el corpúsculo basal
- Los centriolos tienen una estructura similar al corpúsculo basal de un cilio y se encuentran en parejas, diplosoma, en el interior del centrosoma. Las células de los vegetales superiores carecen de centriolos. Su misión fundamental es organizar los microtúbulos del hialoplasma y formar el huso acromático para permitir el movimiento de los cromosomas en la división celular.

Opción 3

Esquema de conceptos a desarrollar

1. La base molecular de la herencia.
2. Teoría cromosómica de la herencia.
3. Leyes de Mendel.

Desarrollo del tema

La genética constituye una parte de la Biología cuya finalidad es el estudio de la herencia. A nivel molecular, el primer paso en este estudio, será determinar cuál es el material portador de la información hereditaria y cuál es la estructura molecular de este material.

1. La base molecular de la herencia.

Aunque el descubrimiento de los ácidos nucleicos tuvo lugar a finales del siglo pasado, fue a final de los años 30 cuando se empezaron a relacionar con el material hereditario. A partir de esta década se multiplican las experiencias tendientes a establecer la naturaleza del material hereditario. A ello colaboraron investigadores como Griffith y Avery y, ya en los años 50, Hersey y Chase.

Los conocimientos sobre la composición y estructura del ADN culminaron en los años 50 con el modelo de la doble hélice propuesto por Watson y Crick en 1953. Según éste, el ADN está formado por una doble cadena polinucleótida enrolladas plectonómicamente, una alrededor de la otra.

Las bases nitrogenadas de ambas cadenas se hallan emparejadas en el interior de la doble hélice, adenina con timina y guanina con citosina, unidas mediante puentes de hidrógeno.

Esta estructura explica las dos características que se requieren a la molécula portadora de la herencia:

1° Capacidad para almacenar información. La información genética está contenida en la secuencia de bases nitrogenadas del ADN y codifica la secuencia de aminoácidos de las proteínas celulares. Hoy se define un gen como un fragmento de ADN que contiene la información para la síntesis de una cadena polipeptídica.

2° Capacidad de replicación. El ADN puede replicarse separando sus dos cadenas y neosintetizándose la complementaria de cada una. De esta forma la célula materna duplica su información genética para enviar una copia completa a cada célula hija.

2. 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*.

2.2 Genes y cromosomas.

En las especies diploides, la dotación cromosómica de las células está constituida por dos guarniciones cromosómicas ($2n$ cromosomas), es decir, 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 genes alelos (aquellos que se refieren al mismo carácter) pueden ser dominantes, recesivos y codominantes. En los híbridos, si la pareja está constituida por un gen dominante y otro recesivo; sólo se manifestará el dominante (herencia dominante); mientras que si los dos genes son codominantes, se manifestará un carácter intermedio (herencia intermedia).

2.3 Genotipo y fenotipo.

Hallarás este apartado desarrollado en la solución de la prueba 9, bloque 3, cuestión 2.

3. Leyes de Mendel.

A finales del pasado siglo, Gregorio Mendel realizó sus experiencias, durante siete años, utilizando plantas de guisante (*Pisum sativum*), que posee caracteres cuyas alternativas son fáciles de distinguir. Los dos primeros años los dedicó a obtener razas puras u homocigóticas, 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:

3.1 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 "color de las semillas", que pueden ser verdes o amarillas. Siempre que hacía estos cruzamientos, la descendencia obtenida era uniforme y presentaba el carácter de uno de los progenitores.

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

Interpretación de los resultados:

Padres:	Fenotipo: (Color semilla)	Amarillo x Verde
	Genotipo:	AA aa
	Gametos:	A a
F₁	Genotipo:	Aa
	Fenotipo:	Amarillo

3.2 Segunda ley: Segregación independiente en la segunda generación filial.

El siguiente paso fue dejar autofecundarse a las plantas de la primera generación filial para obtener una segunda generación (F₂). 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 en torno a un 75 % la alternativa presente en la F_1 y en un 25 % la que había permanecido oculta.

Interpretación:

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

Cuando se forman los gametos, éstos sólo reciben un gen por cada carácter (recuerda que en la meiosis, los cromosomas homólogos se separaban). 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.

3.3 Tercera Ley: la transmisión independiente de los caracteres.

Esta ley fue establecida estudiando simultáneamente la herencia de dos o más caracteres, así Mendel demostró que esos caracteres se heredaban por separado. La explicación de la tercera ley la encontrarás en la solución de la prueba 6, cuestión 4.

Opción 4

Esquema de conceptos a desarrollar

1. El hecho biológico de la evolución y sus interpretaciones.
2. La evolución y su significado biológico.
3. Pruebas de la evolución.
4. Mecanismos del proceso evolutivo: base genética de la evolución.
5. El origen de la vida sobre la Tierra.

Desarrollo del tema

1. El hecho biológico de la evolución y sus interpretaciones.

El origen de la diversidad de seres vivos, como el 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 evolucionista sobre el origen de la vida y de los seres vivos.

En la actualidad, la evolución se considera como un hecho comúnmente admitido por el pensamiento científico, únicamente se cuestio-

na el modo y mecanismo propuesto para explicarla. En este apartado tan sólo plantearémos algunos aspectos acerca del hecho evolutivo. Veamos:

- 1º ¿La evolución se dirige hacia algún fin, por ejemplo, mejorar la especie, o bien sucede, simplemente, al azar?
- 2º ¿Cómo influye el ambiente? ¿Determina de algún modo el cambio en la especie o solamente selecciona?
- 3º ¿Los cambios producidos son necesariamente beneficiosos o perjudiciales, o pueden ser simplemente neutros desde el punto de vista selectivo?

2. La evolución y su significado biológico.

A lo largo del desarrollo del tema se irán discutiendo las diversas interpretaciones al respecto desde la perspectiva de la teoría evolucionista más aceptada en la actualidad: el neodarwinismo o teoría sintética de la evolución.

Analicemos ahora el sentido de la evolución desde la perspectiva neodarwinista:

- 1º La evolución es un proceso espontáneo que sucede al azar. Es decir, no tiene como objeto producir ni mejores ni determinado tipo de individuos, sino que, consecuencia de la misma evolución, aparecerán diversos individuos y la diversidad de especies.
- 2º El ambiente no determina los cambios que puedan o deban producirse en los genes (mutaciones) y, por tanto, en los individuos y poblaciones. Únicamente selecciona aquellos cambios que, una vez producidos, son favorables para la supervivencia en determinado momento, es decir, ante determinadas condiciones ambientales.

3. Pruebas de la evolución.

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 estas pruebas:

- 1º 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.
- 2º 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.
- 3º 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.

4º Pruebas paleontológicas. Los fósiles intermedios (como *Archaeopteryx*,) con características intermedias entre dos grupos de organismos, y las series fósiles permiten reconstruir la historia evolutiva de una especie.

5º 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.

6º Pruebas genéticas. Las homologías entre los cromosomas (tamaño, posición del centrómero y bandas) en las especies próximas son consecuencia de su parentesco filogenético.

4. Mecanismos del proceso evolutivo: base genética de la evolución.

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 según las exigencias del medio ("la necesidad hace al órgano"), y estas características adquiridas se transmitirían a la descendencia.

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. En la solución de la prueba 19, opción B, cuestión 1, hallarás ampliado el concepto y tipos de mutación.

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, dará 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, serán dos especies separadas.

5. El origen de la vida sobre la Tierra.

Hace más de 3500 millones de años la atmósfera estaba formada principalmente por amoníaco, vapor de agua, metano e hidrógeno. No contenía oxígeno, puesto que éste se uniría con el abundante hidrógeno formando agua. La atmósfera era, por lo tanto, reductora, a diferencia de la atmósfera actual, que es oxidante.

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 demuestra 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 por la naturaleza.

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.

4

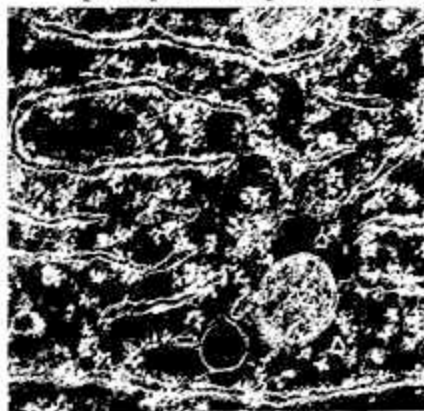
ACLARACIONES PREVIAS

El alumno responderá a una de las dos opciones propuestas A ó B.

Opción A

- 1 ¿De qué manera un cultivo agrícola, como el maíz, se parece a un ecosistema inmaduro? ¿Por qué es necesario abonar un cultivo agrícola y no un bosque de hayas?
- 2 Después de la Segunda Guerra Mundial se generalizó la utilización de los antibióticos, no tardando en aparecer bacterias resistentes a los mismos. ¿Cómo explicaría un lamarquiano este hecho? ¿Y un darvinista?
- 3 Hay 40 cromosomas en las células somáticas del ratón de casa. ¿Cuántos cromosomas recibe un ratón? ¿Cuántos autosomas se encuentran en un gameto de un ratón? ¿Cuántos cromosomas sexuales hay en un óvulo de ratón? ¿Cuántos cromosomas se encuentran en las células somáticas de la hembra?
- 4 Una mujer enana, cuya madre era normal, se casa con un hombre normal. En el supuesto de que este matrimonio tuviera cinco hijos y sabiendo que el enanismo es dominante, indica y razona cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:
 - a) Si ninguno de los hermanos mayores es enano, es casi seguro que el último que nazca lo será.
 - b) Toda la descendencia será enana.
 - c) Toda la descendencia será normal.
 - d) Cada niño que nazca tiene un 50 % de probabilidad de ser enano.
- 5 Define los conceptos de replicación, transcripción y traducción.
- 6 Indica el significado de la frase siguiente: el aparato de Golgi está morfológica y fisiológicamente polarizado.
- 7 ¿Cuál es la causa del rechazo en las operaciones de transplante?
- 8 Explica las razones por las que consideramos el agua como disolvente universal. ¿Por qué es tan importante esta función en los seres vivos?

- 9 ¿Qué entiendes al decir que algunos polisacáridos son moléculas que almacenan energía y otros son moléculas estructurales? Cita ejemplos.
- 10 Comenta cada una de las microfotografías: orgánulo(s) que representa, principales componentes y describe someramente su función.



Opción B

El hierro, metal precioso para los seres vivos.

“En la composición química de los seres vivos intervienen los mismos elementos químicos que forman el soporte físico en que éstos viven, sea éste la tierra o el agua. La materia viva ha escogido unos pocos elementos químicos, de forma que C, H, O y N forman el 95 % de dicha materia. Si se añaden P, Cl, Ca, Mg, Na, S y K se tiene el 99 %. El 0,1 % restante comprende elementos químicos que a pesar de su escasez son necesarios en el desarrollo del proceso vital; son en su mayoría elementos de transición (Fe, Zn, Cu, Mn, MO, Cr, Co...), de los cuales el Fe es el de mayor concentración, pues un hombre de unos 70 kg de peso contiene 48kg del mismo.

La primacía del Fe sobre los restantes elementos metálicos no es solamente cuantitativa, sino también cualitativa, por cuanto resulta inconcebible la vida sin la presencia de este metal en condiciones ambientales como las presentes. Se considera que en los seres vivos la presencia de Fe, especialmente, y del Cu secundariamente, proviene de la adaptación a la vida aeróbica, surgida en la Tierra hace unos 2.000 millones de años, cuando la primitiva atmósfera que envolvía nuestro planeta se fue modificando por la acumulación de oxígeno procedente del agua, principalmente de origen biológico, tal como ocurre en la fotosíntesis. Las moléculas destinadas a la captación y transporte de oxígeno como la hemoglobina y la mioglobina, así como las destinadas a la transferencia de electrones en los procesos oxidativos como los citocromos, forman parte importante de la maquinaria oxidante de los seres vivos”.

Lee atentamente el texto y contesta las siguientes cuestiones.

- 1 Siendo el Si unas 146 veces más abundante en la corteza terrestre que el C y siendo su posición contigua en el mismo grupo del sistema periódico, ¿qué propiedades del C han hecho que se seleccione en el proceso de evolución frente al Si?
- 2 ¿Cómo era la atmósfera hace aproximadamente 3500 millones de años? En consecuencia, ¿cómo debió ser la nutrición y la respiración de las células primitivas?
- 3 ¿Cómo, cuándo y dónde se produce la descomposición del agua en el proceso de la fotosíntesis? ¿Cuáles son sus consecuencias?
- 4 ¿Cómo afectaría a la función de la hemoglobina y mioglobina un cambio brusco en el pH de la sangre? Justifica tu respuesta.
- 5 ¿En qué orgánulos celulares tiene lugar la cadena de transporte de electrones, uno de cuyos componentes son los citocromos? ¿Cuál es el papel del oxígeno en dicha cadena? ¿Qué seres vivos y para qué la realizan?

Universidad de Cantabria. Selectividad. 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión que se incluye dentro del nivel poblacional, hace referencia a la dinámica de las comunidades y a los ciclos de materia en los ecosistemas.

Conceptos que debes recordar

- Sucesiones ecológicas, etapas en la sucesión.
- Cadenas y niveles tróficos.
- Flujo de materia en los ecosistemas.
- Productividad de los ecosistemas.
- Ciclos biogeoquímicos.

Resolviendo la cuestión

Recordemos que llamamos sucesión en un ecosistema a los cambios que en él se producen, a lo largo del tiempo, en lo que se refiere a la comuni-

dad de organismos que lo componen. Estos cambios son consecuencia de las variaciones que se producen en el ambiente provocadas, en gran medida, por la propia actividad de los organismos. Se puede considerar la sucesión como un proceso de autoorganización o de maduración. En este sentido cabe hablar de ecosistemas **inmaduros** o jóvenes en las primeras etapas de la sucesión y de ecosistemas **maduros** cuando han alcanzado las últimas etapas (comunidad clímax).

Quizá la mayor semejanza entre un campo de cultivo y un ecosistema inmaduro sea que, por razones diferentes, no hay variedad de nichos ecológicos y esto va unido a una escasa diversidad de especies que lo ocupan (en el caso extremo del campo de cultivo apenas una única especie).

Por otra parte, la producción en un ecosistema inmaduro es grande, la relación PB/B (producción bruta/biomasa) es elevada, lo que da lugar a que se acumule materia orgánica en el ecosistema. La instalación de nuevas especies abre, al mismo tiempo, nuevas posibilidades de aparición de nichos ecológicos. En una sucesión normal, un ecosistema tiende a la madurez alcanzando la máxima diversidad posible con la comunidad clímax. Entonces, se dice que el ecosistema está en equilibrio, siendo la producción neta del ecosistema (PNE) igual a cero. Sin embargo, en los cultivos, la eliminación deliberada de competidores y consumidores por parte del agricultor mediante pesticidas e insecticidas impide su maduración. Con ello se pretende conseguir una productividad neta máxima objeto de la explotación agrícola.

Puedes ampliar estos conceptos de producción y productividad de los ecosistemas consultando el tema la solución de la prueba 21, opción B.

La necesidad de abonado en un campo de maíz, a diferencia de lo que ocurre en un bosque de hayas, es sencilla de comprender. En un ecosistema maduro, como un bosque de hayas, la materia orgánica que pasa al suelo es allí descompuesta y transformada por los últimos eslabones de la cadena trófica. Esto permite su transformación en materia inorgánica y su reutilización como nutrientes vegetales.

En el caso de los campos de cultivo, con la cosecha se produce la extracción del medio de enormes cantidades de materia, tanto orgánica como inorgánica. Esta materia no es devuelta al suelo y no puede ser transformada por los mineralizadores. Las sucesivas cosechas llegan a agotar los nutrientes minerales del suelo, por lo que éstos deben ser repuestos mediante el abonado.

Atención: En los ecosistemas maduros (piensa en la selva tropical) los elementos biogénicos más escasos son reutilizados con rapidez y permanecen poco tiempo fuera de los organismos, esto impide que desaparezcan fácilmente del medio, por lo que se ven poco sujetos a fluctuaciones. En los monocultivos, donde no puede completarse con la debida rapidez este ciclo de la materia, el agua de lluvia lava el suelo arrastrando los nutrientes y empobreciéndolo. Esta es la causa por la que los terrenos ganados mediante la deforestación de las selvas tropicales sean poco fértiles a la hora de utilizarlos como campos de cultivo.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión que hace referencia a los mecanismos evolutivos propuestos por el lamarquismo y darvinismo.

Conceptos que debes recordar

- Teoría lamarquista de la evolución.
- Teoría neodarvinista de la evolución.

Resolviendo la cuestión

El enunciado más conocido del lamarquismo nos dice que la necesidad crea el órgano, es decir, el uso continuado de un órgano provoca su desarrollo, mientras que su desuso lo atrofia; estas variaciones adquiridas, influidas por el ambiente, serían transmitidas a la descendencia. Para el caso que nos ocupa, la aparición de microorganismos resistentes a los antibióticos se explicaría por el hecho de que las bacterias, en principio muy sensibles a éstos, se irían haciendo poco a poco menos sensibles, en cierto modo, acostumbrándose a la presencia de cantidades mayores de antibiótico. Finalmente, serían totalmente resistentes; esta resistencia adquirida se transmitiría a la descendencia.

Según el darvinismo, la selección natural, en la lucha por la supervivencia, escoge a los mejor adaptados. Veamos: en una población de bacterias puede aparecer alguna de ellas con nuevos caracteres heredables, en este caso la resistencia a los antibióticos. Hoy sabemos que esto ocurre con frecuencia, el fenómeno se denomina mutación y consiste en un cambio en la información genética y, por tanto, transmisible hereditariamente. Así, de entre la ahora diversa población bacteriana serán seleccionadas aquellas bacterias con ventajas para la supervivencia, es decir, las bacterias resistentes a los antibióticos. Éstas sobrevivirán, dejando así su descendencia, mientras que las bacterias sensibles serán eliminadas.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a la dotación cromosómica de las células somáticas y germinales de un organismo.

Conceptos que debes recordar

- Leyes cromosómicas.
- Dotación cromosómica en mitosis y meiosis.

Resolviendo la cuestión

Recuerda que las células somáticas son aquellas que integran un organismo y se originan por división mitótica a partir de la célula huevo. Las células germinales son los gametos y, en los animales, se originan por meiosis a partir de células diploides. Recuerda también que se denominan autosomas a los cromosomas no sexuales.

En los mamíferos, la dotación cromosómica diploide ($2n$ cromosomas) está integrada por n parejas de cromosomas. Una de ellas es la pareja de cromosomas sexuales (XX en las hembras y XY en los machos) y el resto son parejas de autosomas.

Según las leyes cromosómicas, el número de cromosomas es constante en cada especie. Así pues, si en las células somáticas de un ratón hay 40 cromosomas es porque recibe 40 cromosomas, es decir, la primitiva célula huevo que dio lugar, mediante mitosis, a todas las células somáticas recibió los 40 cromosomas. Por tanto, en todas las células somáticas de una hembra, como en las del macho, se encuentra el mismo número, es decir, 40 cromosomas.

Recuerda que los gametos se forman por meiosis y, en consecuencia, son haploides. Un gameto de ratón llevará 20 cromosomas, de ellos 19 autosomas y 1 cromosoma sexual. Un óvulo de ratón (gameto femenino) llevará, pues, 19 autosomas y 1 cromosoma sexual del tipo X.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética de aplicación de las leyes de Mendel para un caso de herencia dominante y monohibridismo.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de herencia dominante.
- Primera y segunda ley de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Si tal como nos dice el problema el enanismo depende de un gen dominante sobre su alelo normal, llamaremos:

A (alelo dominante): enanismo.

a (alelo recesivo): lleva información normal.

Los genotipos de la pareja que se cruza y de los abuelos maternos serán:

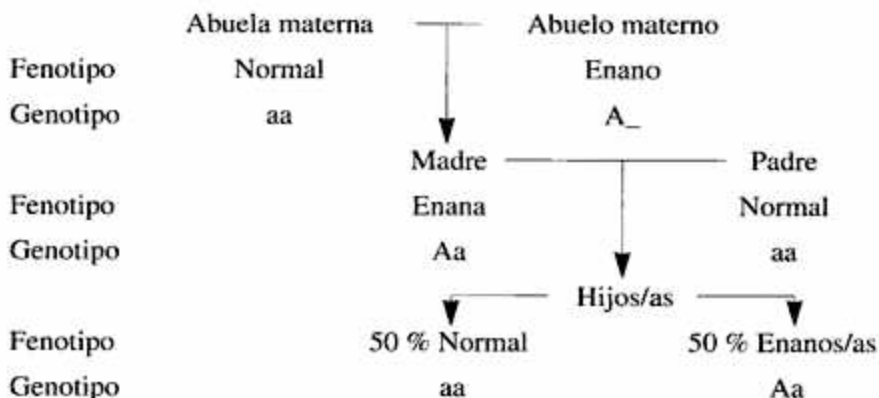
Abuela materna: es de fenotipo normal, luego necesariamente su genotipo será aa.

Madre: es enana, luego su genotipo podría ser Aa o AA, pero, puesto que necesariamente habrá recibido un alelo a de su madre (homocigótica recesiva: aa), será Aa (heterocigótica).

Abuelo materno: no nos dice su fenotipo, pero necesariamente deberá llevar al menos un alelo A, para poder tener una hija enana (Aa), así que será enano (A_).

Padre: es normal, luego necesariamente su genotipo será aa.

Como el cruce es muy sencillo lo pondremos directamente en el árbol familiar:



Vamos a analizar si las afirmaciones que el problema plantea son correctas:

- La afirmación **no es correcta**. La posibilidad de que un hijo sea enano es, en cada nacimiento, del 50 %, independientemente de que se trate del primer hijo o del último.
- La afirmación **no es correcta**, como se puede observar en el cruceamiento realizado. Ahora bien, puesto que la probabilidad de tener un hijo enano es del 50 %, es posible, aunque no probable, que los cinco hijos de esta pareja sean enanos.
- La afirmación **tampoco es correcta**, el razonamiento es similar al caso anterior.
- La afirmación **es correcta** tal como hemos comprobado al hacer el cruzamiento y razonado en el caso a).

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se trata de definir los conceptos básicos de la genética molecular.

Resolviendo la cuestión

Estos tres conceptos son los puntos básicos de lo que se ha dado en llamar el "dogma fundamental de la genética" que podríamos resumir como:

El ADN, portador de la información genética, es capaz de:

- Replicarse, originando copias de sí mismo.
- Transcribirse en forma de ARN, lo que le permite poder llevar su información al citoplasma.

La información transportada por el ARNm se traduce en cadenas polipeptídicas en los ribosomas.

Replicación



Más información sobre estos procesos puedes encontrarla en la solución de la prueba 20, cuestión 3b y prueba 12, opción B, cuestión 3.

Cuestión 6

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en la estructura y fisiología de la célula eucariótica.

Conceptos que debes recordar

— Estructura y función del aparato de Golgi.

Resolviendo la cuestión

La afirmación propuesta se refiere a cómo está organizado el aparato de Golgi tanto en lo que respecta a su estructura como a su funcionamiento. El aparato de Golgi es un orgánulo celular, típico de las células eucarióticas, cuya principal función es el empaquetamiento y expulsión de los productos de secreción. Está formado por una serie de pilas de sacos aplanados rodeados de pequeñas vesículas. Tiene dos caras distintas: una, la cara cis o de formación, cercana a las membranas del retículo endoplasmático, y otra, la cara trans o de maduración que se encuentra cercana a la membrana plasmática. Ambas caras son diferentes tanto en su estructura como en su composición química.

En la cara cis se encuentran las vesículas de Golgi o vesículas de transición que se forman a partir del retículo endoplasmático y poseen, por lo tanto, un contenido similar a él. Estas vesículas se unen formando sacos que, en la cara trans, desprenden nuevas vesículas llamadas de secreción. Las vesículas de secreción poseen un contenido diferente a las de transición debido a los cambios que se han producido, de manera progresiva, a su paso por el aparato de Golgi.

Estos cambios se refieren fundamentalmente a la adición de oligosacáridos (glicosilaciones) a las proteínas procedentes del retículo endoplasmático, tanto las que forman parte de las membranas como del contenido.

Así, decimos que el aparato de Golgi está polarizado, porque:

- a) Las membranas de la cara cis del aparato de Golgi poseen una estructura y composición similar a la del retículo y el contenido de las vesículas de transición también es semejante.
- b) Las membranas de la cara trans son similares a la membrana plasmática y las vesículas de secreción son más grandes y con un contenido diferente, más rico en azúcar, a las de la cara cis.
- c) Estos cambios se producen de manera gradual a lo largo del aparato de Golgi.

Cuestión 7

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Antígeno y anticuerpo.
- La respuesta inmunizante celular.

Resolviendo la cuestión

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

Cuando se realiza un homotransplante (es decir, entre congéneres genéticamente distintos), los antígenos de los tejidos transplantados desencadenan en el receptor la respuesta inmunizante celular: formación de linfocitos T citotóxicos y linfocitos B elaboradores de anticuerpos.

Los anticuerpos formados y los linfocitos T citotóxicos atacan y destruyen las células antigénicas transplantadas; se dice entonces que el órgano es rechazado.

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

Cuestión 8

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida al componente cuantitativamente más importante de los seres vivos. Podrás localizarla, dentro del nivel molecular, en los compuestos inorgánicos de los seres vivos.

Conceptos que debes recordar

- El agua: estructura y propiedades físico-químicas y biológicas.

Resolviendo la cuestión

Consideramos al agua como disolvente universal porque es el líquido que más sustancias disuelve y en mayor cantidad. Esta propiedad se debe a la naturaleza dipolar de la molécula de agua, y por ello:

- Disuelve con facilidad las sales cristalizadas, ya que los dipolos del agua atraen con fuerza a los iones de las sales e impiden su unión.
- Disuelve compuestos orgánicos neutros que poseen grupos polares (hidroxilo, carbonilo, etc.), dada la tendencia del agua a establecer enlaces de hidrógeno con estos grupos.
- Las sustancias anfipáticas, que poseen a la vez grupos hidrófilos e hidrófugos, como ocurre con los ácidos grasos, son dispersadas por el agua. En estos casos los grupos polares están en contacto con el medio acuoso, mientras que las cadenas hidrocarbonadas no polares se apartan del contacto acuoso formando micelas y bicapas.

Esta función disolvente es muy importante para los seres vivos, ya que el agua es el medio donde transcurren la mayoría de las reacciones químicas en los seres vivos. Los reaccionantes metabólicos se hallan en la célula en disolución acuosa, luego el agua es el seno de las reacciones metabólicas imprescindibles para la vida de las células.

Además, muchas de las propiedades de las biomoléculas dependen también de su interacción con este medio. El agua actúa como vehículo que permite la circulación, previamente disueltas, de sustancias por el interior de los seres vivos. Por ejemplo, hace posible la llegada de nutrientes a las células y la eliminación de residuos.

Cuestión 9

Situando la cuestión

Localizarás a los polisacáridos en el nivel molecular, como uno de los tipos de glúcidos.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de los azúcares.
- Polisacáridos: estructura, tipos y funciones.

Resolviendo la cuestión

Cuando se habla de biomoléculas energéticas o de reserva energética se quiere indicar que su destino final, a corto o medio plazo, será su degradación para liberar la energía que contienen. Por el contrario, las biomoléculas estructurales son aquellas que forman parte de las estructuras celulares y, aunque también puedan contener energía, su destino principal será construir tales estructuras.

Algunos polisacáridos como el almidón o el glucógeno son moléculas que almacenan energía. El almidón está formado por la polimerización de moléculas de α -D-glucosa, siendo el principal elemento de reserva en las plantas. La glucosa que se obtiene en la fotosíntesis debe ser almacenada, y este proceso lo realiza formando granos de almidón. Cuando la planta necesita energía, por ejemplo en la germinación, hidroliza las moléculas de almidón liberando moléculas de glucosa que pueden ser oxidadas para obtener esa energía. El glucógeno es el polisacárido de reserva en los animales. Está formado por una cadena muy larga y ramificada de moléculas de α -D-glucosa. Dado que los animales requieren un aporte constante de energía, utilizan de modo continuo la sustancias de reserva como el glucógeno, degradándolas hasta obtener moléculas de glucosa.

La celulosa es un polisacárido estructural, ya que es el principal componente de las paredes celulares de las células vegetales, constituyendo aproximadamente el 50 % en peso de la madera de los árboles. Es un polímero lineal de moléculas de β -D-glucosa. La quitina (homopolisacárido) forma el exoesqueleto de los insectos, mientras que el ácido hialurónico (heteropolisacárido), forma parte de la sustancia intercelular de los tejidos conjuntivo y cartilaginoso.

Cuestión 10

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en la estructura y fisiología celular.

Conceptos que debes recordar

- Estructura de: mitocondrias, retículo endoplasmático rugoso, núcleo en reposo y aparato de Golgi.
- Función de estos orgánulos.

Resolviendo la cuestión

Microfotografía A. Puede observarse una porción del núcleo en la zona superior y una porción de citoplasma en la parte inferior y entre ambos puede observarse la membrana nuclear. En el citoplasma puede observarse parte del retículo endoplasmático rugoso (con ribosomas adheridos a sus paredes) y el aparato de Golgi.

En el núcleo se observa la cromatina difusa y una mancha clara que podría tratarse de un nucléolo. En la doble membrana nuclear pueden observarse los poros nucleares así como su relación estructural (continuidad) con las membranas del retículo.

Microfotografía B. Se observa una mitocondria ocupando la mayor parte de la microfotografía. En la mitocondria puede verse claramente su doble membrana y las evaginaciones de la membrana externa formando las crestas mitocondriales. En el interior de la mitocondria (matriz) sólo puede observarse una materia difusa constituida por grumos.

Función. Respecto a la función que desempeñan las partes de la célula que se representan, nombramos algunas de ellas a continuación:

- Mitocondrias: respiración oxidativa y producción de precursores para el anabolismo heterótrofo.
- Retículo endoplasmático rugoso: en los ribosomas asociados al retículo se fabrican proteínas que se incorporan a las membranas celulares o son transportadas hacia el aparato de Golgi. En el retículo liso se sintetizan los lípidos de membrana (fosfolípidos y colesterol).
- Aparato de Golgi: empaquetamiento de los productos de secreción y adición de azúcares (glicosilación) a las proteínas procedentes del retículo endoplasmático.
- Núcleo: la cromatina difusa es la forma en la que se encuentra el material hereditario (ADN) cuando el núcleo no está en división, es portadora de la información genética.
- Los nucléolos, formados en torno a las porciones de DNA llamadas organizador nucleolar, son las fábricas de ribosomas.
- La membrana nuclear, porción especializada del retículo endoplasmático que separa el contenido nuclear del resto del citoplasma. A través de sus poros pasan moléculas de elevado peso molecular como: ARNm o subunidades ribosómicas.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a las propiedades de los elementos biogénicos y las funciones que desempeñan.

Conceptos que debes recordar

- Características y propiedades del carbono.
- Masa y volumen atómicos del carbono y del silicio.

Resolviendo la cuestión

El silicio pertenece al grupo IV del sistema periódico, al igual que el carbono, esto significa que ambos tienen propiedades químicas semejantes. Sin embargo, la masa atómica (12 para el C y 28 para el Si), y el volumen de ambos difieren notablemente. Esta diferencia, favorable como veremos para el C, es lo cualitativamente importante para compensar la mayor abundancia del Si en la corteza terrestre:

- 1° Los enlaces Si-Si (al ser más grandes los átomos de silicio que los de carbono) son más débiles e inestables que los que forman las cadenas carbonadas (C-C). Los compuestos orgánicos carbonados poseen, pues, una mayor estabilidad necesaria para las moléculas base de la vida.
- 2° La mayor masa molecular del Si hace que las complejas moléculas de Si (los silicatos) posean pesos moleculares comparativamente mayores que los compuestos de C. La construcción de biomoléculas con un esqueleto carbonado supone, pues, una economía de peso.
- 3° Por otra parte, la unión del silicio con el oxígeno forma un compuesto, la sílice (SiO_2), sólido e insoluble en agua. Los procesos vitales requieren que el compuesto más oxidado de su elemento básico sea soluble y preferiblemente gaseoso para su fácil circulación por la biosfera (piensa en los procesos y gases respiratorios y fotosintéticos). Estas cualidades las reúne el dióxido de carbono (CO_2).

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Origen de la vida: la síntesis prebiótica.
- Origen de los organismos fotosintéticos.

Resolviendo la cuestión

Hace más de 3500 millones de años la atmósfera era, según la hipótesis más aceptada actualmente, reductora y por lo tanto carente de oxígeno libre. En esta época y condiciones debieron aparecer los primeros organismos celulares dotados de las cualidades que definen a los seres vivos: capacidad reproductora, posesión de un metabolismo y relación con el medio.

Previamente se acumularon, en los mares y lagos primitivos, gran cantidad de moléculas orgánicas formadas espontáneamente en la denominada

síntesis prebiótica. Las células ancestrales podían encontrar en este rico caldo nutritivo las moléculas necesarias como materia prima para la formación de sus propios compuestos. Por lo tanto, estas primeras células debieron ser heterótrofas, es decir, se alimentaban de materia orgánica ya formada.

Respecto a los procesos oxidativos para la obtención de energía, es decir, la respiración, 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 primitiva se realizaría por medio de fermentaciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno (respiración anaeróbica).

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la fotólisis del agua en la fase luminosa de la fotosíntesis de los vegetales.

Conceptos que debes recordar

- Fase luminosa de la fotosíntesis.
- Concepto de fotólisis del agua.
- Cadena de transporte de electrones en el cloroplasto.

Resolviendo la cuestión

La descomposición del agua en la fotosíntesis recibe también el nombre de fotólisis (de *foto*: luz, y *lisis*: rotura) debido a que la energía necesaria para su rotura procede de la luz.

Tiene lugar en las membranas tilacoidales de los cloroplastos, cuando la clorofila a del PSII (fotosistema II) capta un fotón de luz. Entonces, un electrón es arrancado de su molécula y cedido a un transportador inicial de la cadena de transporte de electrones. La clorofila oxidada tiende a recuperar el electrón perdido y lo hace a expensas de los que se desprenden al romperse las moléculas de agua:



Así, el agua se convierte en el primer dador de electrones que serán transportados a lo largo de la cadena para acabar reduciendo a la coenzima NADP^+ que pasa a NADPH^+ . La consecuencia inmediata es la liberación de oxígeno molecular.

El transporte de los electrones aportados por el agua hasta el coenzima NADPH^+ se produce gracias a la existencia de 2 fotosistemas intercalados en esta cadena que elevan el nivel energético de esos electrones, además, en este transporte, se libera energía que es aprovechada para fabricar ATP en un proceso llamado fotofosforilación.

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

Atención: La descomposición del agua es típica de la fotosíntesis de las plantas. En la fotosíntesis que realizan ciertas células procarióticas, el dador de electrones puede ser una sustancia diferente del agua, por ejemplo el SH_2 . En este caso no se produce desprendimiento de oxígeno, sino de S.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Hemoglobina y mioglobina son proteínas cuya actividad y propiedades se ven afectadas por los factores del medio, entre ellos el pH.

Puedes localizar la influencia del pH en la actividad de las enzimas y proteínas en general en los capítulos correspondientes del nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Relación entre estructura y función de las proteínas.
- Factores que afectan la estructura y actividad de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

La mioglobina y la hemoglobina son proteínas cuya misión consiste en transportar oxígeno en la sangre y músculos respectivamente. En ambas existe un anillo tetrapirrólico con un ion ferroso que constituyen el grupo prostético (grupo hemo). Cada grupo hemo puede unirse, de forma reversible, a una molécula de oxígeno y de esta forma realizan su función.

La actividad de ambas proteínas está determinada por la conformación (estructura cuaternaria y terciaria que poseen), de tal forma que un cambio en la misma puede provocar una alteración en su funcionamiento. Recuerda que la anemia falciforme (enfermos crónicos de anemia) se produce en personas cuya hemoglobina únicamente difiere en un aminoácido respecto a la hemoglobina normal.

Al someter a estas proteínas a un cambio brusco de pH se desnaturalizan y, como consecuencia, pierden su configuración espacial, no pudiendo desempeñar sus funciones biológicas. La desnaturalización implica la desaparición de parte de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria debido a la rotura de las interacciones débiles que las mantienen.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la cadena de transporte de electrones en la mitocondria.

Conceptos que debes recordar

- El transporte de electrones en la mitocondria. Su objetivo.
- Principales transportadores.
- Dador inicial y aceptor final de los electrones.

Resolviendo la cuestión

Los citocromos son componentes de la cadena de transporte de electrones localizada en la membrana interna de las mitocondrias.

Recuerda que esta cadena de transporte es la etapa final del catabolismo aerobio, es decir, de la vía que siguen los compuestos orgánicos para su degradación total en presencia de oxígeno. Los electrones son aportados a la cadena por las coenzimas reducidas (NADH_2 y FADH_2) obtenidas en las oxidaciones anteriores (ciclo de Krebs, β -oxidación, etc.) y transportados hasta llegar al oxígeno (que se reduce a agua), último aceptor de los electrones, siendo éste su papel en la cadena. A lo largo del transporte se libera energía que es utilizada para fabricar ATP.

Esta cadena de transporte la realizan todas las células aeróbicas, tanto eucarióticas, animales y vegetales, como procarióticas. En las eucarióticas está localizada en la membrana mitocondrial interna; en las procarióticas, que carecen de mitocondrias, se localiza en la membrana plasmática. En cualquier caso el objetivo que se persigue es el mismo: obtener la energía (ATP) que necesitan las células para llevar a cabo sus funciones vitales.

Atención: En ciertas bacterias, puede darse el caso de que no sea el oxígeno como último aceptor de electrones de la cadena, sino otro compuesto, por ejemplo el S. Entonces se habla de respiración anaerobia o anoxidativa. El subproducto obtenido ahora no es H_2O , sino SH_2 .

Muchas células (las musculares por ejemplo) pueden obtener energía sin realizar la cadena de transporte electrónico. Las oxidaciones respiratorias, llamadas entonces fermentaciones, no requieren la presencia de oxígeno. La fermentación tiene un rendimiento energético mucho menor que la oxidación mitocondrial. Estas células se denominan anaerobias (facultativas o estrictas).

5

ACLARACIONES PREVIAS

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

Opción A

- 1 Cite, comentándolas brevemente, las cinco misiones más importantes que considera efectúa el agua en los seres vivos.
- 2 Formule un nucleótido cualquiera. Nombre sus componentes, señale el enlace que los une y el nombre de dicho enlace.
- 3 Significado biológico de la meiosis. Señale las principales diferencias de este proceso con la división mitótica.
- 4 Partenogénesis. Concepto y tipos.

Opción B

- 1 Explique la misión que ejercen los siguientes elementos en la materia viva: carbono, azufre, magnesio y sodio.
- 2 Clasificación general de las proteínas
- 3 Quimiosíntesis: concepto e importancia biológica.
- 4 La abuela materna de un varón tiene visión normal; su abuelo materno era daltónico, su madre es daltónica y su padre es de visión normal.
 - a) Razónese cuál es el genotipo de la abuela materna.
 - b) ¿Qué tipo de visión tendrá este varón?
 - c) Si se casara con una mujer genotípicamente igual a sus hermanas, ¿qué tipo de visión debería esperarse en la descendencia y en qué proporciones?

Universidad de Castilla-La Mancha. Selectividad, 1990.

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

Lo primero que nos interesa señalar es la naturaleza dipolar de la molécula del agua; esto es debido a la distribución asimétrica de sus electrones que hace posible la formación de enlaces de hidrógeno entre moléculas. Esta atracción molecular es la responsable de que, a temperatura ambiente, el agua se encuentre en estado líquido, a diferencia de lo que ocurre con otras sustancias de peso molecular similar, como el dióxido de carbono, gaseoso a temperatura ambiental.

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

1. Misión termorreguladora. Por su elevado calor específico (el agua es uno de los compuestos que más calor absorbe por unidad de masa para elevar su temperatura), sirve como amortiguador en los cambios de temperatura. Ayuda, por ejemplo, a mantener constante la temperatura del cuerpo de los animales homeotermos. Y además, dado el alto calor de vaporización del agua, la evaporación superficial hace disminuir la temperatura.
2. Misión estructural. La elevada fuerza de adhesión y cohesión entre sus moléculas permite que se mantenga la forma y el volumen de las células, los cambios y deformaciones del citoplasma, y explica el ascenso de la savia por los vasos conductores.
3. Misión disolvente. Su naturaleza dipolar hace que sea un buen disolvente frente a gran cantidad de sustancias tales como iones, sustancias polares y bipolares. También puedes resaltar la importancia de esta misión al considerar que las reacciones químicas de las células

se dan en medios acuosos y que lo mismo ocurre con el aporte de nutrientes y la eliminación de productos de desecho.

Asimismo, en disolución o dispersiones acuosas se transportan por el medio interno de un organismo, todo lo que precisan sus células y todos los productos desecho de su actividad.

4. Misiones mecánicas. Actuando como lubricante no sólo en las articulaciones, músculos, tendones o ligamentos, sino también en los contactos entre órganos como los del hígado con el diafragma.
5. Misiones químicas. El agua interviene como reaccionante en reacciones de hidrólisis. Y también es la fuente de átomos de hidrógeno en la fotosíntesis vegetal. *Situando la cuestión*

Cuestión 2

Situando la cuestión

Los nucleótidos, además de desempeñar funciones específicas como tales (algunos actúan como coenzimas), los encontrarás como componentes de los ácidos nucleicos.

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- Los nucleósidos.

Resolución de la cuestión

Debes recordar que los nucleótidos son el resultado de la esterificación de la pentosa de un nucleósido con el ácido ortofosfórico. Se trata, pues, de un éster fosfórico del nucleósido. Generalmente el enlace se produce entre el grupo hidroxilo de la pentosa que ocupa la posición 5'.

Se nombran anteponiendo la palabra *ácido* y añadiendo la terminación *-ilico* al nombre de la base nitrogenada implicada. También los puedes escribir de forma abreviada. Así tendremos, por ejemplo: ácido adenílico, ácido adenosín-fosfato o ácido adenosín monofosfato (AMP). (En el caso de que la pentosa sea la desoxirribosa, la nomenclatura sería: ácido desoxiadenílico...)

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia al objeto e importancia de este peculiar tipo de división celular. Asimismo, se preguntan las diferencias de este proceso respecto al mecanismo de división mitótica.

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

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

La meiosis debe tener lugar, siempre, en algún momento del ciclo biológico de las especies que se reproducen sexualmente para evitar la duplicación cromosómica que se produciría como consecuencia de la fecundación de los gametos y su cariogamia (unión de núcleos).

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

Las principales diferencias respecto a la mitosis son las siguientes:

1. En la división mitótica las células hijas reciben el mismo número y los mismos cromosomas que posee la célula materna. En la división meiótica las células hijas reciben solamente la mitad de los cromosomas de la célula materna.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

Puedes encontrar un esquema comparativo de ambos procesos en la solución a la prueba 10, cuestión 2.

Cuestión 4

Situando la cuestión

La pregunta se refiere a un tipo particular de reproducción de algunos organismos en la cual, excepcionalmente, óvulos sin fecundar pueden desarrollarse dando lugar a adultos normales.

Conceptos que debes recordar

- Reproducción: objeto y tipos.
- Anfigonia y partenogénesis.
- Tipos de partenogénesis.

Resolviendo la cuestión

La partenogénesis (“desarrollo virginal”) es un tipo particular de reproducción en la cual, óvulos sin fecundar pueden desarrollarse dando lugar a individuos adultos normales. En oposición a ella, la reproducción sexual con fecundación se denomina gamogénesis o anfigonia.

La partenogénesis puede ser:

- **Natural** o **experimental**, según se produzca naturalmente en el ciclo biológico (caso de algunos insectos sociales) o sea provocada artificialmente en el laboratorio (como sucede experimentalmente con huevos de rana, equinodermos, etc.).
- **Accidental** o **habitual**, según se dé esporádica (ejemplo: mariposa de la seda) o regularmente (como en los rotíferos) en el ciclo biológico de la especie que la presenta.
- **Arrenotoca**, **telitoca** o **anfitoca**, según el sexo de los individuos partenogénéticos: en la arrenotoca se producen exclusivamente machos (como en las abejas); en la telitoca solamente hembras (se da en algunos nemátodos e insectos); en la anfitoca se producen los dos tipos de individuos (como en los rotíferos).
- **Haploide** o **diploide**, según la dotación cromosómica del óvulo y, por tanto, del individuo nacido partenogénicamente. La partenogénesis diploide también se denomina “obligada” y suele ser telitoca (ejemplo: pulgones). La partenogénesis haploide es siempre arrenotoca, presenta la particularidad de que si se fecundan los huevos haploides dan lugar a hembras, por lo que a este tipo de partenogénesis también se le denomina facultativa (caso de las abejas).

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de explicar la misión de algunos de los elementos químicos componentes de la materia viva.

Conceptos que debes recordar

- Elementos biogénicos o bioelementos.
- Aspectos concretos de la fotosíntesis, estructura de las proteínas y la transmisión del impulso nervioso.

Resolviendo la cuestión

Al estudiar qué elementos químicos forman parte de los seres vivos, viste que la materia viva está formada fundamentalmente por cuatro: carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno a los que se suman en menor proporción el fósforo y el azufre. A éstos se les denomina bioelementos primarios. Los restantes elementos constituyen los bioelementos secundarios, siendo alguno de ellos como el sodio, magnesio, potasio, etc., indispensables.

De los bioelementos solicitados podrías decir:

- **Carbono:** Es el elemento estructural por excelencia. Todas las moléculas orgánicas poseen un esqueleto de carbono, y ello porque el carbono presenta unas características insuperables: a) posee cuatro electrones en su capa más externa, que le permiten formar cuatro enlaces covalentes muy estables; b) puede unirse consigo mismo o a otros átomos similares, por medio de enlaces simples, dobles o triples; c) forma gran variedad de estructuras moleculares complejas como: cadenas lineales o ramificadas, anillos, etc., necesarias para la diversidad de funciones específicas que deben desempeñar; d) es de bajo peso molecular.
- **Azufre:** Es un elemento estructural constituyente de las proteínas al formar parte de los aminoácidos cisteína y metionina. Participa en la formación del grupo *tiol* (-SH) que puede dar lugar a puentes disulfuro y, así, estabilizar la estructura terciaria de muchas proteínas. Además puedes citar que forma parte de algunas coenzimas (coenzima A), vitaminas (biotina), queratina (pelo, uñas), etc. Los enlaces que forma, al igual que ocurre con el fósforo y a diferencia de los formados por el carbono, nitrógeno y oxígeno, son hidrolizados con relativa facilidad, siendo idóneos, por tanto, para formar enlaces ricoenergéticos y transferir energía.
- **Magnesio:** Forma parte de la molécula de clorofila (fotosíntesis) siendo, además, cofactor de enzimas que intervienen en la respiración celular, en la duplicación del ADN y en la síntesis de ARN y proteínas.
Puedes indicar, además, que forma parte, junto con el calcio, de los huesos y dientes y que participa en la estabilización de la doble hélice de ADN.
- **Sodio:** Junto a otros iones forma gradientes iónicos necesarios en la conducción del impulso nervioso, en el mantenimiento del equilibrio osmótico, en la neutralización de cargas de las macromoléculas, etc.

Como ejemplo de su importancia puedes citar su papel en la propagación del impulso nervioso, en la sinapsis o en la formación de la orina en las nefronas.

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

— Clasificación de proteínas.

Resolviendo la cuestión

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

Por ejemplo, los criterios que se pueden utilizar son :

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

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

Atención. Esta no es la única clasificación de proteínas posible. Actualmente se utiliza como primer criterio clasificatorio el tipo de función biológica que desempeñan. Así, se clasifican como proteínas de reserva, de transporte, enzimáticas, contráctiles, de defensa, estructurales, etc. Puedes ver otra clasificación en la solución de la prueba 14, cuestión 1. Cualquiera de los dos planteamientos lo consideramos correcto, ya que en ambos queda demostrada la gran variedad de proteínas existentes, su diversidad de funciones e importancia biológica de las mismas.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La pregunta se encuadra dentro del metabolismo celular y más en concreto en el anabolismo autótrofo.



Clasificación de las proteínas.

Conceptos que debes recordar

- Anabolismo y catabolismo. Diferencias.
- Concepto de anabolismo autótrofo y diferencias con el heterótrofo.
- Tipos de nutrición autótrofa: fotosíntesis y quimiosíntesis. Diferencias básicas.
- Incorporación del N atmosférico por los seres vivos.
- Niveles tróficos en un ecosistema: productores, consumidores, descomponedores y transformadores.

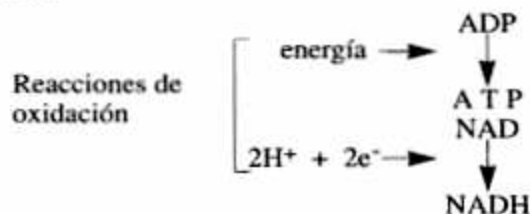
Resolviendo la cuestión

Al revisar los conceptos anteriores recordarías que la quimiosíntesis es un proceso anabólico y por tanto, consistente en la obtención de moléculas más complejas (químicamente más reducidas) a partir de otras más sencillas (más oxidadas). Por otra parte, al tratarse de un proceso autótrofo, las moléculas sencillas de las que se parte son inorgánicas.

Los procesos anabólicos requieren aporte energético, normalmente en forma de ATP, y electrones, transportados por coenzimas. El ATP y las coenzimas reducidas se obtienen gracias a la energía y electrones liberados en reacciones químicas exotérmicas en las que el sustrato utilizado suele ser un compuesto inorgánico sencillo.

Así en la quimiosíntesis podemos considerar dos fases:

- En la primera, mediante reacciones de oxidación, se obtiene energía (ATP) y electrones (coenzimas reducidas). Los sustratos que se oxidan en esta primera fase pueden variar mucho, por ejemplo compuestos derivados del N (amoníaco), del S (sulfuro de hidrógeno), del Fe (carbonatos)...



- En la segunda, los productos obtenidos en la fase anterior se utilizan, de una manera similar a como ocurre en la fase oscura de la fotosíntesis, para reducir compuestos inorgánicos y transformarlos en orgánicos.

Podemos apreciar la importancia de este proceso observando algunas de sus principales consecuencias:

1. Este tipo de nutrición autótrofa se da en algunos grupos de bacterias, lo que les permite independizarse del Sol como fuente universal de energía. Por ejemplo, es posible encontrar ecosistemas marinos en

zonas afólicas cuyo nivel de productores lo constituyen precisamente bacterias quimiosintéticas.

2. Por otra parte, muchas de las bacterias quimiosintéticas viven en el suelo y forman parte de los llamados "transformadores" que preparan los nutrientes inorgánicos para ser reutilizados por las plantas. Por ejemplo, la oxidación que realizan del amoníaco a nitritos y posteriormente a nitratos, permite la reutilización por las plantas de los desechos derivados del nitrógeno.
3. Quizá la mayor importancia biológica de la quimiosíntesis consiste en la intervención de bacterias de este tipo en la llamada "fijación biológica del nitrógeno atmosférico". Bacterias que poseen una enzima especial, la "nitrogenasa", como por ejemplo *Azotobacter*, que vive en el suelo, utilizan la energía liberada en reacciones químicas exotérmicas para transformar el N atmosférico (materia inorgánica oxidada) en amoníaco (más reducido). Esto da lugar al enriquecimiento del suelo en amoníaco, fácilmente transformable en nitratos y nitritos, que utilizarán los vegetales como fuente de nitrógeno.

Atención. No debes confundir los compuestos inorgánicos que la bacteria utiliza para obtener el ATP y los coenzimas reducidos, con la materia inorgánica que la bacteria transformará en materia orgánica, más compleja, utilizando el ATP y los coenzimas reducidos obtenidos anteriormente.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de herencia ligada al sexo. Conocidos los fenotipos de los ascendientes deben deducirse los genotipos de la familia para realizar los cruzamientos y estudiar la posible descendencia planteada.

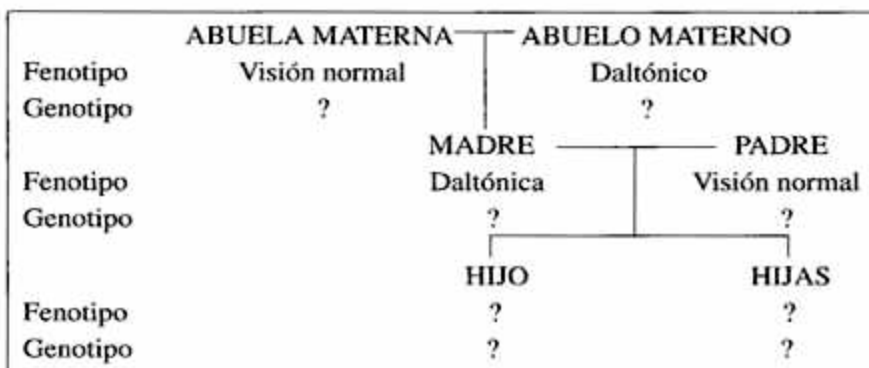
Conceptos que debes recordar

- Genotipo y fenotipo.
- Leyes de Mendel
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

Para resolver cualquier problema de genética previamente debes leer con atención el enunciado y plantearlo esquemáticamente. El método que te proponemos puede ser página siguiente.

Como recordarás, el daltonismo (ceguera para los colores rojo y verde) es producido por un gen recesivo, el "gen daltónico", localizado sobre el cromosoma X. Los varones que portan el gen anómalo sobre su único cromosoma X son necesariamente daltónicos, mientras que las mujeres tienen que llevar el gen del daltonismo en sus dos cromosomas X para ser



daltónicas. Aquellas mujeres que portan un gen daltónico en un cromosoma X, mientras en el otro portan el gen no daltónico, son fenotípicamente normales aunque "portadoras" del daltonismo.

El siguiente paso recomendable será especificar claramente la nomenclatura y simbología que vamos a utilizar. Podría ser así:

d: gen daltónico.

X: cromosoma X con el gen normal no daltónico.

Xd: cromosoma X con el gen "daltónico".

XX: genotipo de mujer de visión normal.

XdXd: genotipo de mujer daltónica.

XdX: genotipo de mujer de visión normal portadora del daltonismo.

XY: genotipo de varón normal.

XdY: genotipo de varón daltónico.

Pasemos ahora a analizar los fenotipos y genotipos de la familia:

Padre: no es daltónico, luego su genotipo necesariamente es XY.

Madre: es daltónica, luego su genotipo necesariamente es XdXd. Esto quiere decir que ha debido heredar un cromosoma Xd de cada progenitor.

Abuelo materno: es daltónico, luego su genotipo debe ser XdY.

Solución al apartado a):

Abuela materna: no es daltónica, luego debe llevar un cromosoma X con el gen "no daltónico". Sin embargo, tiene una hija daltónica, luego necesariamente el otro cromosoma X debe portar el gen "daltónico". Su genotipo debe ser XdX, la abuela es, por tanto, portadora.

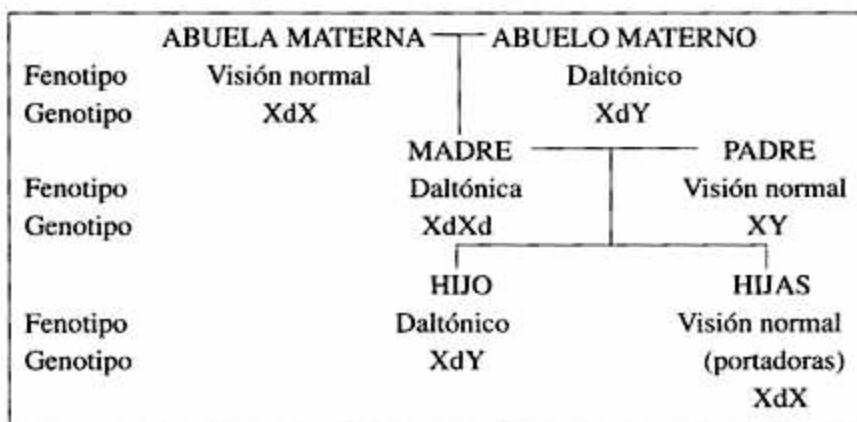
Solución al apartado b):

Hijo: recibe el cromosoma Y del padre, su cromosoma X lo recibe de la madre. Al ser ésta daltónica necesariamente le envía el cromosoma X con

el gen del daltonismo, luego el genotipo del hijo será XdY , y por tanto de fenotipo daltónico.

Hijas: todas ellas reciben un cromosoma X del padre sin el daltonismo, pero también reciben otro cromosoma X de la madre con el gen daltónico, luego todas las hijas son de genotipo XdX , es decir fenotípicamente normales, pero portadoras del daltonismo.

Veamos ahora cómo queda el cuadro de la familia:



Solución al apartado c):

La descendencia esperada del hijo varón con una mujer de genotipo idéntico al de sus hermanas sería la siguiente:

	HIJO	MUJER
Fenotipo	Daltónico	Visión normal (portadora)
Genotipo	XdY	XdX
Tipos de gametos	Xd, Y	Xd, X

Gametos	Xd	X	Genotipos
Xd	$XdXd$	XdX	
Y	XdY	XY	

Análisis de los genotipos:

- $XdXd$: 25% hijas daltónicas.
- XdX : 25% hijas de visión normal, pero portadoras.
- XdY : 25% hijos varones daltónicos.
- XY : 25% hijos varones de visión normal.

6

ACLARACIONES PREVIAS

Realiza dos de los cuatro temas que se proponen.

- 1 El ARN transferente (ARNt.): Estructura, localización y función en la biosíntesis de proteínas.
- 2 Inmunidad: concepto y tipos.
- 3 La mitosis: Describa el proceso mitótico.
- 4 Tercera Ley de Mendel.

Resuelva la siguiente cuestión: En las ratas, C es un gen necesario para la formación del color. Su alelo recesivo c produce albinismo. R origina el color negro, mientras que su alelo recesivo r da color crema. Si se cruza una rata homocigótica de color negro con otra albina de genotipo ccrr, ¿cuál será la coloración de la F1 y de la F2?

Universidad de Córdoba. Selectividad, 1990.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

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

Debes recordar que 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.

Una vez situado el ARN de transferencia, como el encargado de transportar los aminoácidos hasta el ARNm, puedes iniciar el estudio de su estructura, localización y función en la biosíntesis de proteínas.

1. Composición y estructura:

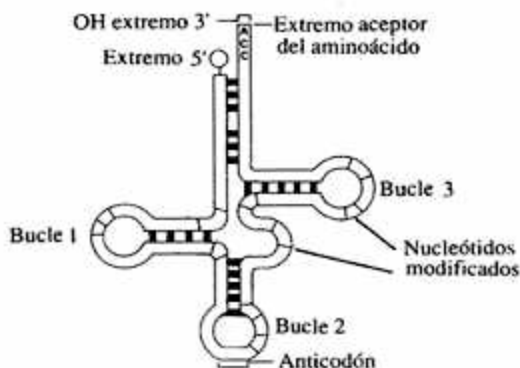
Está formado por moléculas relativamente pequeñas que contienen 73 y 93 nucleótidos y que constituyen una única hebra o cadena.

Recuerda que 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.

Puedes también citar las particularidades que presentan todos los ARNt: Estar 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:



2. Localización:

Debes indicar que 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.

3. Función:

Recuerda que 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 facilitar tu explicación puedes seguir 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

Esta cuestión hace referencia al mecanismo mediante el cual un organismo es resistente y por tanto, incapaz de sufrir una enfermedad infecciosa.

Conceptos que debes recordar

- Infección e inmunidad.
- La respuesta inmunizante.
- Antígenos y anticuerpos.
- Sueros y vacunas.

Resolviendo la cuestión

Se entiende por inmunidad el estado de resistencia que presenta un organismo frente a la infección. En términos más actuales se dice que un or-

ganismo es inmune ante determinado antígeno cuando es capaz de anularlo o desactivarlo sin presentar reacción patológica.

El mecanismo por el cual se adquiere inmunidad mediante la respuesta inmunizante mediatizada por células puede encontrarlo en la solución de la prueba 2, cuestión 4.

Según sea congénita o adquirida, o por el modo de adquirirla, la inmunidad puede ser:

CONGÉNITA: Aquella que se hereda	De especie	La que presentan todos los individuos de una especie ante determinada enfermedad.
	De raza	Si la presentan solamente determinados grupos o poblaciones de una especie.
	De individuo	La que posee un individuo determinado.
ADQUIRIDA: La que se adquiere durante la vida	NATURAL: se adquiere sin ser provocada	PASIVA: se adquiere durante el desarrollo embrionario y lactante al recibir los anticuerpos maternos.
		ACTIVA: se adquiere tras haber superado la enfermedad infecciosa.
	ARTIFICIAL: se adquiere provocándola mediante técnicas artificiales	PASIVA: se adquiere mediante la administración de sueros (preparados artificiales con anticuerpos específicos elaborados por otro organismo).
		ACTIVA: la que se adquiere mediante la administración de vacunas (preparados artificiales con antígenos no patógenos de la enfermedad que inducen la respuesta inmunizante celular).

Cuestión 3

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

— Reproducción celular. Mitosis

Resolviendo la cuestión

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

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

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

Profase. La envoltura nuclear comienza a fragmentarse. La cromatina, antes dispersa, comienza a condensarse; 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.

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

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

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

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

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

Cuestión 4

Localizando la cuestión

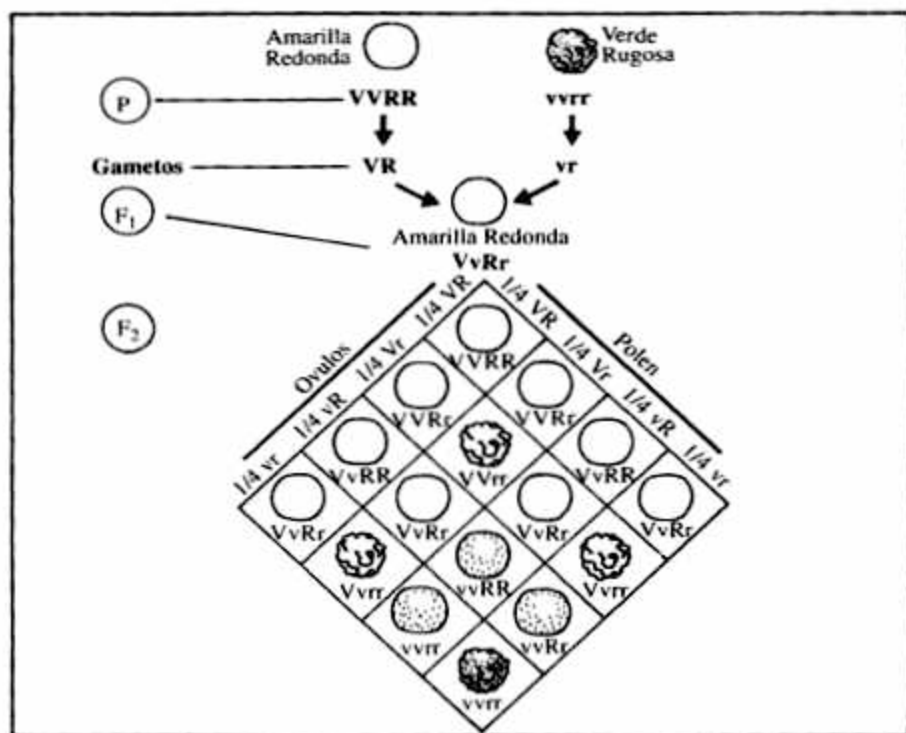
La primera parte trata de enunciar la tercera ley de Mendel y hacer una breve explicación. La segunda trata un problema práctico sobre la tercera ley con la particularidad de presentar una interacción génica.

Conceptos que debes recordar

- Leyes de Mendel. Tercera ley.
- Concepto de interacción génica.

Resolviendo la cuestión

1. Enunciado. 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.
2. Experiencia. 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 (VVRR) 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 siguiente esquema:



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.

3. Excepciones:

Ligamiento genético. Ahora bien, esta ley 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, y ten en cuenta que el número de cromosomas que posee una célula es muy pequeño respecto al número de genes que portan. Es, pues, lógico que, frecuentemente, pares de caracteres se hereden juntos. Se habla entonces de genes "ligados".

Recombinación. 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 produce "entrecruzamiento". (Recordarás que éste es un mecanismo que ocurre en la profase de la 1ª división meiótica y que lleva a que parejas de cromátidas homólogas intercambien segmentos cromosómicos).

El resultado será que aparecen unos gametos que mantienen 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 está representado en la siguiente cuestión. Se habla en estos casos de "epistasia" y se trata de un solo 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.

En el problema propuesto se trata de una epistasia recesiva. El alelo del gen epistático que inhibe la manifestación del color (albinismo) es recesivo.

Nomenclatura que vamos a utilizar:

C: necesario para la formación de color, dominante.

c: produce albinismo, recesivo.

R: color negro, dominante.

r: color crema, recesivo.

(C,c) son los alelos del gen epistático.

(R,r) son los alelos del gen hipostático.

Fenotipos	Genotipos
Rata homocigótica de color negro	CC RR
Rata homocigótica albina	ccrr

Fenotipo	Color negro		Albinas
P Genotipo	CC RR	x	cc rr
Gametos	CR		cr
F ₁ Genotipo	Cc Rr	x	Cc Rr
Fenotipo	Color negro		Color negro
Gametos	CR, Cr, cR, cr	x	CR, Cr, cR, cr

	Gametos	CR	Cr	cR	cc	Fenotipos:
F ₂ Genotipos:	CR	CCRR	CCRr	CcRR	CcRr	9 C__R__ negros
	Cr	CCRr	CCrr	CcRr	Ccrr	3 C__rr cremas
	cR	CcRR	CcRr	ccRR	ccRr	3 ccR__ albinos
	cr	CcRr	Ccrr	ccRr	ccrr	1 ccrr albino

Solución:

Fenotipo de la F₁: todas de color negro

Genotipos de la F₂: 9/16 C__R__ : 3/16 ccR__ + 1/16 ccrr : 3/16 C__rr.

Fenotipos de la F₂: 9/16 negros: 4/16 albinos: 3/16 crema.

7

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno elegirá uno de los dos repertorios siguientes.

Repertorio A

- 1 Estructura secundaria de las proteínas.
- 2 En el ciclo de Krebs o de los ácidos tricarbóxicos:
 - a) ¿Qué tipos principales de reacciones ocurren?
 - b) ¿Qué rutas siguen los productos liberados y con qué fin?
- 3 Un matrimonio ambos con visión normal, tienen un hijo varón daltónico. ¿Cuál es la probabilidad de que tengan una hija daltónica? Si el hijo daltónico se casa con una mujer normal no portadora, ¿podrían tener algún hijo, varón o hembra, daltónico? Razonar las respuestas en cada caso.
- 4 Estructura del núcleo celular.
- 5 Los anticuerpos: importancia de su estructura en relación con el antígeno.

Repertorio B

- 1 Explica la importancia biológica de los siguientes glúcidos: glucosa, ribosa, celulosa y ribulosa.
- 2 Analogías y diferencias entre fotosíntesis y quimiolitotrofia.
- 3 Diferencias entre ciclo lítico de un bacteriófago y lisogenia.
- 4 Relacionar la transcripción del ADN con la síntesis de proteínas y la herencia biológica.
- 5 Definir: biotopo, hábitat, población, ecosistema, comensalismo y simbiosis.

Universidad de Extremadura. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Repertorio A

Cuestión 1

Hallarás la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 10, cuestión 1.

Cuestión 2

Localizando la cuestión

La cuestión se refiere a las fases de la respiración mitocondrial, en concreto al ciclo de Krebs y a la cadena de transporte electrónico.

Conceptos que debes recordar

- Esquema del ciclo de Krebs.
- Objetivos de este ciclo.
- La cadena de transporte de electrones en la mitocondria. Finalidad.

Resolviendo la cuestión

Para resolver esta cuestión puedes fijarte en el esquema del ciclo de Krebs de la prueba 19, cuestión 6, opción B.

a) Tipos de reacciones.

El ciclo se inicia con una condensación en la que intervienen el acetil-CoA, que se incorpora al ciclo, y el oxalacetato, que es el compuesto aceptor que se regenera al final de cada vuelta. Pero la reacciones más características del ciclo son:

- **Reacciones de óxido-reducción (redox)**, catalizadas por enzimas del tipo de las oxido-reductasas que utilizan como coenzimas el NAD^+ y el FAD. En estas reacciones, un determinado sustrato como el isocitrato, el alfa-cetoglutarato, el succinato o el malato son oxidados; los electrones liberados son recogidos por las coenzimas que se reducen. Así se obtienen en el ciclo, por cada acetyl-CoA que se incorpora, 3 NADH^+ y 1 FADH_2 .
- **Descarboxilaciones**, catalizadas por descarboxilasas. Algunas de las anteriores reacciones de oxidación son también descarboxilaciones, como la descarboxilación oxidativa del isocitrato o la del α -cetoglutarato. Así se liberan en cada vuelta del ciclo 2 CO_2 .

- **Fosforilaciones** a nivel de sustrato, como la que se produce acoplada a la rotura (catalizada por la enzima succinil-CoA sintasa) del enlace rico-energético (unión tioéster) del succinil-CoA. La energía liberada se utiliza para fosforilar un GDP que pasa a GTP (este GTP puede transferir su energía a un ATP).

Además se dan otros tipos de reacciones como: una isomerización, en el paso de citrato a isocitrato, y una hidratación en el paso de fumarato a malato.

Los productos liberados en el ciclo de Krebs son:

- CO_2 .
- GTP (transformable en ATP).
- Coenzimas reducidas: NADH^+ y FADH_2 .

b) Las rutas y destino de los compuestos liberados en el ciclo son:

El CO_2 es uno de los productos finales de la degradación completa de la materia orgánica. Como tal producto de excreción, sale de la célula por difusión.

El ATP es energía química utilizable para las funciones vitales de la célula. Su destino será, pues, transferir esta energía (o grupos fosfato) en las reacciones anabólicas.

El destino de las coenzimas reducidas es su oxidación en la cadena de transporte de electrones de la membrana mitocondrial interna. Allí, ceden electrones a un primer transportador, el cual los cederá al segundo y así sucesivamente. En este transporte de electrones hacia el oxígeno (último aceptor de electrones de esta cadena) se libera energía que será utilizada para fabricar ATP en un proceso denominado fosforilación oxidativa.

Atención. Aunque no puede considerarse que se traten de productos liberados de este ciclo, debes recordar que algunos de sus compuestos intermedios pueden utilizarse como precursores de la biosíntesis de los diferentes principios inmediatos.

Cuestión 3

Situando la cuestión

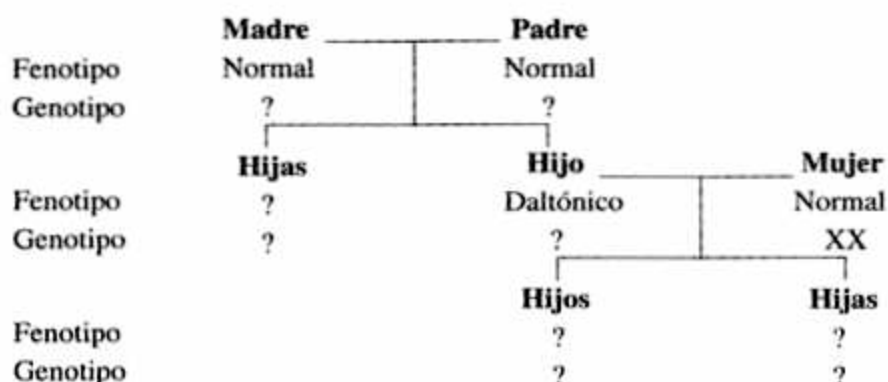
Se trata de un problema de herencia ligada al sexo, del mismo tipo que el resuelto en la solución de la prueba 5, opción B, cuestión 4.

Conceptos que debes recordar

- Genotipo y fenotipo.
- Leyes de Mendel.
- Herencia ligada al sexo.

Resolviendo la cuestión

Planteamiento:



En la solución de la prueba 5, opción B, cuestión 4, se explica las características genéticas del daltonismo y la nomenclatura utilizada.

Analicemos los fenotipos y genotipos de la familia:

Padre: no es daltónico, luego su genotipo necesariamente es XY.

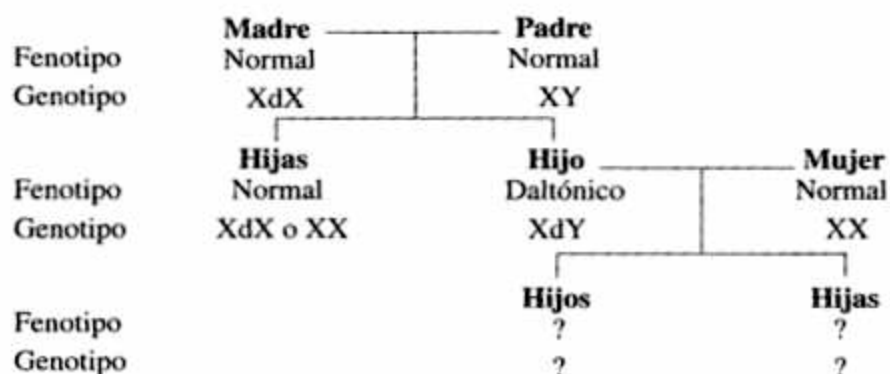
Madre: no es daltónica, pero su hijo sí lo es, necesariamente debe ser portadora; por tanto, su genotipo es XdX.

Hijas: todas ellas reciben un cromosoma X del padre sin el gen del daltonismo; de la madre pueden recibir un cromosoma X o el cromosoma Xd con el gen del daltonismo. Los genotipos posibles de las hijas serán XX o XdX, y sus fenotipos normales.

Hijo: es daltónico, luego su genotipo es XdY.

Mujer: según el enunciado, es normal y no portadora, luego su genotipo es XX.

Veamos ahora cómo queda el cuadro de la familia:

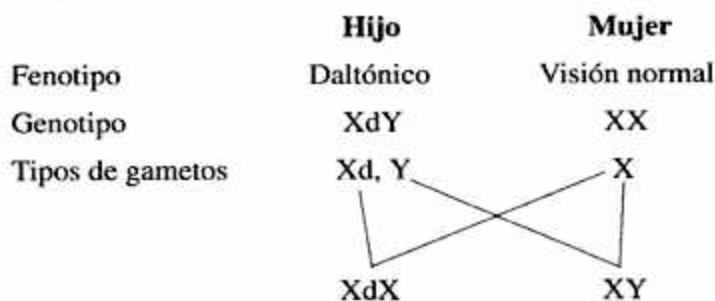


Solución al primer apartado:

No existe ninguna posibilidad de que el padre normal y la madre portadora puedan tener una hija daltónica. Todas las hijas serán normales aunque la mitad de ellas serán portadoras del gen del daltonismo.

Solución al segundo apartado:

La descendencia esperada del hijo daltónico con una mujer de genotipo XX sería la siguiente:



Análisis de los genotipos:

XdX: 50 % hijas de visión normal pero portadoras.

XY: 50 % hijos varones de visión normal.

Ninguno de los hijos, varón o hembra, será daltónico, aunque todas las hijas serán portadoras del daltonismo.

Cuestión 4

Hallarás la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 13, cuestión 2. Si deseas ampliarla considerando el núcleo en división puedes consultar la solución de la prueba 2, tema 2.

Cuestión 5

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Concepto de antígeno y anticuerpo.
- Composición y estructura de los anticuerpos.
- Reacción antígeno-anticuerpo.

Resolviendo la cuestión

Se define como antígeno cualquier sustancia extraña a un organismo que, introducida en su interior, desencadene la respuesta inmunitaria estimulando la producción de anticuerpos.

Los anticuerpos son sustancias producidas por un organismo ante la presencia de antígenos y con los cuales reaccionan específicamente anulando sus posibles efectos patógenos. Los anticuerpos son proteínas plasmáticas globulares, denominadas genéricamente inmunoglobulinas (Ig), producidas por los linfocitos B tras el contacto con el antígeno.

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

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

Repertorio B

Cuestión 1

Situando la cuestión

Podrás localizar estas biomoléculas entre los monosacáridos (glucosa, ribosa y ribulosa) y polisacáridos (celulosa).

Conceptos que debes recordar

- Los azúcares: clasificación y funciones.
- Estructura del ARN.
- Fase oscura de la fotosíntesis.

Resolviendo la cuestión

La **glucosa** es el azúcar más utilizado como fuente de energía por las células. Su oxidación libera energía que usan los seres vivos para la realización de sus procesos vitales. Abunda en los vegetales polimerizada en forma de almidón y es el azúcar más importante de los que existen en los animales. En éstos se puede encontrar libre en la sangre (en una concentración aproximada a un gramo por litro), o formando un polisacárido de reserva (glucógeno) en el hígado o músculos.

La **ribosa** forma parte de la estructura de los ácidos nucleicos. Recuerda que los mismos están formados por la polimerización de unidades básicas denominadas nucleótidos, que a su vez se forman por la unión de una base nitrogenada, una pentosa y ácido ortofosfórico. El azúcar pentosa del ácido ribonucleico (ARN) es la β-D-ribosa. Este azúcar contiene un

grupo 2' hidroxilo que no está presente en la desoxirribosa, que forma parte del ácido desoxirribonucleico (ADN). Los ácidos nucleicos son los portadores y transmisores de la información genética, de ahí la importancia biológica de sus componentes.

La **celulosa** es un polímero lineal de moléculas de β -D-glucosa (aunque se considera como polímero del disacárido celobiosa). Es el componente principal de las paredes celulares de los vegetales a las que proporciona su rigidez. Constituye aproximadamente el 50 % en peso de la madera de los árboles y de la materia orgánica de la biosfera. Es insoluble en agua y sólo puede ser hidrolizada por enzimas que poseen algunos organismos, protozoos y bacterias, entre los que se encuentran los simbioses del aparato digestivo de los herbívoros.

La **ribulosa** es una cetopentosa que desempeña un papel muy importante en un proceso tan esencial en la biosfera como es la fotosíntesis: es la molécula aceptora a la que se fija el dióxido de carbono en la fase oscura de la fotosíntesis. Tras la fijación de una molécula de CO_2 se forma, en primer lugar, un compuesto intermedio de seis átomos de carbono que inmediatamente se descompone en dos moléculas de tres átomos de carbono. Estos compuestos de tres átomos de carbono sirven para la síntesis de otros compuestos y también para regenerar la ribulosa mediante una serie de reacciones que constituyen el denominado ciclo de Calvin-Benson.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a los dos tipos diferentes de anabolismo autótrofo.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de anabolismo autótrofo.
- Tipos de anabolismo autótrofo. Diferencias.

Resolviendo la cuestión

Puede ser que el término "quimiolitotrofia" te resulte extraño, pero es fácil reconocer su significado, veamos: "quimio" hace referencia a las reacciones químicas (de oxidación) que el organismo lleva a cabo para obtener energía, "lito" (piedra) se refiere a la naturaleza inorgánica de la fuente de carbono que utiliza y "trofia" significa alimentación. Los organismos quimiolitotrofos se conocen también como quimioautótrofos.

Tanto fotolitotrofia (fotosíntesis), como quimiolitotrofia (quimiosíntesis), son tipos de nutrición autótrofa, es decir, en ambos casos los nutrientes de los que se parten son inorgánicos (como fuente de C utilizan el CO_2). La biosíntesis de los compuestos orgánicos a partir de estos inorgánicos (anabolismo autótrofo) requiere aporte de energía en forma de ATP y electrones, transportados por coenzimas.

Para lograr el ATP y las coenzimas reducidas, los organismos fotosintéticos utilizan la energía de la luz solar captada por la clorofila en la fase luminosa de la fotosíntesis. Con esta energía se logra:

- a) Transportar los electrones desde un dador (normalmente el agua) hasta una coenzima para reducirla.
- b) Utilizar la energía que se desprende en este transporte de electrones para fabricar ATP (fosforilación fotosintética).

Los organismos quimiolitótrofos obtienen el ATP y las coenzimas reducidas de la energía y electrones liberados en reacciones químicas de oxidación (exotérmicas) en las que utilizan gran variedad de sustratos (por ejemplo los nitritos que oxidan a nitratos).

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a las dos vías que puede seguir la infección de una bacteria por un bacteriófago.

Conceptos que debes recordar

- Vía lítica de infección de un virus bacteriófago.
- Vía lisogénica.

Resolviendo la cuestión

Lisis y lisogenia son los dos tipos de interacciones que pueden establecerse entre un virus y su célula huésped. En el caso de los bacteriófagos las células huésped son las bacterias.

En la lisis (vía lítica) se suceden los siguientes hechos:

- El virus se une a receptores específicos de la pared de la bacteria y le inyecta su ácido nucleico.
- La entrada del ácido nucleico del virus interrumpe el normal funcionamiento de la bacteria que pone a disposición del virus su maquinaria celular. Se empiezan a fabricar, con la información contenida en el ácido nucleico del virus, componentes víricos (proteínas de la cabeza y cola, ácidos nucleicos...).
- Los componentes víricos fabricados se ensamblan para dar lugar a nuevos virus (unos cien por célula infectada).
- Los nuevos virus provocan la rotura enzimática de la pared bacteriana y su muerte. Los virus liberados inician la infección de otras bacterias.

No siempre la infección de un bacteriófago a una bacteria termina con la lisis y muerte de esa bacteria, en estos casos es cuando se habla de "lisogenia" y no de "lisis". En la "lisogenia" (vía lisogénica), la infección se inicia como en el caso de la "lisis", pero, una vez que el ácido nucleico del virus penetra en la bacteria, se integra en el cromosoma bacteriano (a este fago integrado se le llama "profago") y se replica con él. Así, en forma de profago, puede ser transmitido como cualquier otro gen a los descendientes de esta bacteria lisogénica, en los que la expresión de la información del ácido nucleico del virus está reprimida. Ahora bien, el profago puede, de manera espontánea o inducido por diversas causas (rayos UV, aumento de temperatura...), liberarse e iniciar un ciclo lítico.

Cuestión 4

Situando la cuestión

En esta cuestión se pretende establecer la relación entre la información concreta que porta el ADN (información para la síntesis de proteínas) y cómo esta información (información genética) se transmite hereditariamente.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de transcripción y traducción.
- Información y código genético.
- Significado de replicación y mitosis.

Resolviendo la cuestión

La transcripción y la síntesis de proteínas o traducción están estrechamente relacionadas, hasta tal punto que ambas se pueden considerar fases de la síntesis de proteínas. La razón estriba en que la información contenida en el ADN nuclear debe llegar a los ribosomas, localizados en el citoplasma, y ser utilizada para ordenar los aminoácidos en las cadenas polipeptídicas.

El ADN ni puede ni conviene que pase al citoplasma, luego debe ser transcrito en moléculas más pequeñas de ARNm que será el encargado de trasladar la información a los ribosomas para que sea traducida.

Así pues, las proteínas que una célula sintetiza dependen de la información contenida en su ADN (información genética).

Según el código genético, la secuencia de tripletes de bases en el ADN (en forma de codones en el ARNm) es traducida en una determinada secuencia de aminoácidos en las cadenas polipeptídicas. Siendo el ADN el material hereditario, la información en él contenida es transmitida a la siguiente generación que hereda la capacidad de sintetizar el mismo tipo de proteínas que sus progenitores.

El mecanismo que asegura la fiel transmisión de esta información a la siguiente generación celular es la perfecta replicación del ADN previa al proceso de división celular. Luego, ya en el proceso mitótico, se separan las dos copias de este ADN (separación de las cromátidas hermanas), para que cada célula hija herede la misma información que poseía la célula materna.

Más información sobre la transcripción y la traducción la encontrarás en la solución de la prueba 20, cuestión 3b.

La importancia y el mecanismo de replicación del ADN lo hallarás en la solución de la prueba 12, opción B, cuestión 3.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Las definiciones que se piden se refieren a conceptos de ecología.

Resolviendo la cuestión

Biotopo: ambiente físico en el que vive una biocenosis (se llama biocenosis al conjunto de animales y plantas que habitan un área natural y se condicionan mutuamente).

Hábitat: área en la que un individuo, o una especie, puede vivir y en la que obtiene su alimento. Una especie puede sobrevivir en diferentes biotopos siempre que en ellos se den las condiciones adecuadas para su desarrollo, es decir, siempre que en ellos encuentre un hábitat adecuado.

Población: conjunto de individuos, pertenecientes a la misma especie, que habitan un área natural. Los individuos pertenecientes a la misma población intercambian información genética, es decir, se reproducen entre sí.

Ecosistema: sistema formado por individuos de diferentes especies (biocenosis) que habitan un ambiente de características definidas (biotopo) y que están implicados en un proceso dinámico y constante de interacción, ajuste y regulación que se expresa como intercambios de materia y energía y como una secuencia de nacimientos y muertes. La palabra ecosistema debe usarse no en el sentido de una unidad concreta, sino en el de un nivel de organización.

Comensalismo: tipo de relación interespecífica en la que uno de los organismos implicados obtiene beneficio (comensal) y el otro (patrón) no obtiene beneficio ni daño alguno. Por ejemplo, las madrigueras de mamíferos se encuentran invadidas de un gran número de comensales que se aprovechan de sus excrementos, pelos, secreciones, etc., sin afectar positiva o negativamente a los moradores.

Simbiosis: tipo de relación interespecífica en que los organismos que se asocian salen beneficiados. Se trata de un tipo de mutualismo en el que las especies implicadas se hacen totalmente dependientes la una de la otra. Un ejemplo sería el caso del líquen, asociación simbiótica de un alga (autótrofa) y un hongo (heterótrofo).

Atención. El comensalismo puede considerarse a mitad de camino entre simbiosis y parasitismo, y a veces resulta difícil delimitar su naturaleza. Por ejemplo, en el caso referido anteriormente, el comensal puede resultar beneficioso al patrón si su actividad supone una labor higiénica en la madriguera, en este caso se trataría de una simbiosis. Por el contrario, el comensal puede perjudicar al patrón si su presencia le resta espacio, recursos o libertad, en ese caso se trataría de parasitismo.



ACLARACIONES PREVIAS

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

Opción A

- 1 Estructura y función de las membranas celulares.
- 2 Tipos de ácidos nucleicos. Diferencias, propiedades y funciones.
- 3 Fermentaciones y respiración celular. Significado biológico y diferencias.
- 4 Nociones de genética: genes y cromosomas. Herencia., genotipo y fenotipo.

Opción B

- 1 Concepto, naturaleza química y estructura del ARN.
- 2 Tipos de ARN.
- 3 Biosíntesis de ARN a partir de ADN.
- 4 Papel biológico de los ácidos ribonucleicos en la biosíntesis de proteínas.

Universidad de Granada. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Esta cuestión la encontrarás desarrollada en la solución de la prueba 23, cuestión 2.

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Resolviendo la cuestión

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

a) Tipos de ácidos nucleicos.

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

b) Diferencias entre ADN y ARN.

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

c) Propiedades.

Todos los ácidos nucleicos son compuestos polares y solubles, con carácter marcadamente ácido.

Dentro de cada tipo, los ácidos nucleicos tienen una composición muy semejante entre sí, se diferencian tan sólo en el porcentaje pre-

sente de cada base y sobre todo en la secuencia de las bases en la cadena polinucleótida. Todos los ARN poseen un porcentaje diferente para cada tipo de bases. En cambio, en el ADN el porcentaje de adenina es el mismo que el de timina, mientras que el de guanina es idéntico al de citosina; ello es consecuencia del emparejamiento de estas bases para formar la doble hélice del ADN. Esta estructura peculiar del ADN es responsable de algunas de sus propiedades como:

- **Desnaturalización.** Por acción del calor, pH extremos o ciertos agentes químicos, pueden romperse los enlaces débiles que unen las bases emparejadas de ambas cadenas del ADN. Consecuencia de ello, se pierde la estructura en doble hélice. La desnaturalización puede ser reversible, denominándose a este proceso renaturalización.
- **Hibridación.** Al mezclar ADN desnaturalizados procedentes de dos especies distintas pueden formarse moléculas híbridas constituidas por el apareamiento, en regiones con bases complementarias, de dos hebras de procedencia diferente. El ADN también puede hibridar con moléculas de ARN por apareamiento de bases complementarias.
- **Autoduplicación.** El ADN puede autoduplicarse. En este proceso llamado replicación, las dos cadenas de la doble hélice se desenrollan y separan. Cada una de las cadenas separada actúa como molde para la formación de una nueva cadena complementaria. Por eso decimos que la replicación del ADN es semiconservativa, ya que cada molécula hija recibe una de las cadenas de la molécula de ADN parental. Como ahora veremos, este proceso es llevado a cabo por ciertas enzimas cuando la célula va a dividirse.

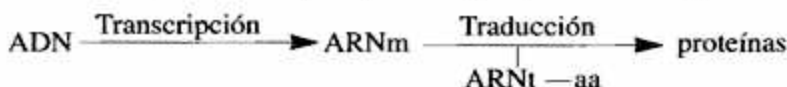
d) Funciones de los ácidos nucleicos.

Los ácidos nucleicos desempeñan funciones biológicas capitales para los seres vivos, ya que: 1º contienen la información codificada para la síntesis proteica; 2º participan en los mecanismos de esta síntesis (transcripción y traducción de la información genética), y 3º son los responsables de la fiel transmisión hereditaria de esta información genética. Veamos:

1. **La información genética:** 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. Precisamente se define un gen como un fragmento de ADN que contiene la información para la síntesis de una cadena polipeptídica.
2. **Transcripción y traducción de la información genética:** la síntesis proteica tiene lugar en el citoplasma. La información, contenida en el ADN nuclear, debe ser trasladada hasta allí para ser utilizada:

En el proceso de transcripción se traslada información (secuencia de bases) del ADN a otra molécula: el ARNm (mensajero), que se sintetiza al efecto. Éste actúa como intermediario para llevar estas órdenes al citoplasma.

La traducción del mensaje contenido en la secuencia de bases del ARNm se realiza en los ribosomas (constituidos por ARNr y proteínas) del citoplasma. Con la ayuda de los ARNt específicos que transportan a los aminoácidos, se disponen éstos en el orden exacto determinado por el mensaje original del gen para formar la proteína.



3. Trasmisión hereditaria de la información genética: la replicación del ADN hace que la información genética de una célula madre pase fielmente a las células hijas. Antes de la división la célula materna realiza dos copias idénticas de todo su ADN, es decir, de sus genes. En este proceso intervienen varias enzimas y proteínas como la ADN polimerasa y la ADN ligasa.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el metabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

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

Así, definiremos: 1º fermentación, cuando la oxidación se realiza en ausencia de cualquier aceptor externo de electrones, y 2º respiración, cuando interviene un aceptor externo. La respiración puede ser aerobia, cuando es el oxígeno molecular el aceptor de electrones, o anaerobia, cuando interviene un aceptor distinto del O_2 .

En la primitiva atmósfera, carente de oxígeno libre, las primeras células utilizaron la fermentación (oxidación anaerobia) como proceso para obtener la energía. Con la aparición de los organismos fotosintéticos, productores de oxígeno, la atmósfera primitiva se enriqueció en oxígeno molecular. Pudieron surgir entonces los organismos de respiración aerobia. La respiración posee un rendimiento energético mucho más alto que la fermentación, aún así, además de las bacterias, muchas células eucarióticas mantienen la capacidad de fermentar como mecanismo alternativo (cuando no hay oxígeno) y complementario de la respiración.

Vamos a analizar brevemente las diferencias entre estos dos procesos:

- 1.1 La respiración se da en la mayoría de las células. En las células eucarióticas (animales y vegetales) ocurre parte en el citoplasma y parte en las mitocondrias. En las células procarióticas tiene lugar en el citoplasma celular y en los mesosomas (invaginaciones de la membrana bacteriana).
- 1.2 La fermentación puede darse tanto en ciertas bacterias (anaerobias estrictas o facultativas), como en algunas células eucarióticas (células musculares, por ejemplo), que lo utilizan como proceso complementario de la respiración. En ambos casos ocurre en el citoplasma celular.
- 2.1 En la respiración la materia orgánica es degradada por completo a materia inorgánica y por lo tanto el rendimiento energético del proceso es alto.
- 2.2 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.
- 3.1 En la respiración los electrones liberados en la oxidación de la materia orgánica son recogidos por coenzimas que lo ceden a través de la cadena de transporte electrónico a un aceptor final que, en la mayoría de las células, es el oxígeno. Este oxígeno, al reducirse, origina agua.
- 3.2 En la fermentación, los coenzimas reducidos ceden sus electrones a un compuesto orgánico que se reduce y es el producto característico de cada fermentación (alcohol etílico, ácido láctico...). La mayoría de las fermentaciones son anaerobias, pues no necesitan oxígeno, pero hay fermentaciones, como la acética, que sí precisa del oxígeno, pero ni hay cadena de transporte mitocondrial ni degradación completa de la materia orgánica. El producto final sigue siendo un compuesto orgánico capaz de ser oxidado (ácido acético).

Cuestión 4

La respuesta a esta cuestión está en la solución de la prueba 3, ejercicio 3.

Opción B

Situando las cuestiones

Todas las cuestiones de esta opción hacen referencia al ARN, puedes localizarlas en el nivel molecular (bioquímica descriptiva), nivel celular (metabolismo celular) y genética (genética molecular).

Cuestión 1

Conceptos que debes recordar

- Constituyentes químicos de los ácidos nucleicos.
- El ácido ribonucleico. Estructura 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 por lo que se hidroliza con mayor facilidad.

- b) Estructura del ARN. La mayoría de los ARN sólo poseen estructura primaria al estar formados por una única cadena polinucleótida. Los ARNt tienen regiones en su cadena que poseen secuencias complementarias capaces de autoaparearse formando dobles hélices. 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.

Cuestión 2

Conceptos que debes recordar

— Tipos de ARN.

Resolviendo la cuestión

Los distintos tipos de ARN participan en el proceso de expresión génica y se clasifican en función de su estructura, localización y modo de actuación en: ARN mensajero, ARN de transferencia, ARN ribosómico y ARN heterogéneo nuclear.

1. ARN mensajero (ARNm). Representa aproximadamente entre el 3 y el 5 % del total del ARN de las células. Forma cadenas cortas y lineales que poseen únicamente estructura primaria y que pueden llegar a estar formadas hasta por 5000 nucleótidos. Cada gen da lugar a un ARNm distinto y contiene la información necesaria para la síntesis de una cadena polipeptídica determinada.
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 6, cuestión 1.

1. ARN ribosómico (ARNr). Es el más abundante, constituyendo entre el 90 y 95 % de todo el ARN citoplasmático. Posee las cuatro bases nitrogenadas principales, estando alguna de ellas metilada. Al igual que el ARNt presenta zonas con estructura de doble hélice. Se encuentran en los ribosomas, en los que suponen un 60-70 % de su peso, donde forman parte de las subunidades que los integran.

Cuestión 3

Conceptos que debes recordar

- Biosíntesis de ARN: transcripción.

Resolviendo la cuestión

La respuesta a esta cuestión la hallarás en la solución de la prueba 20, cuestión 3, apartado b.

Cuestión 4

Conceptos que debes recordar

- Tipos de ARN. Función de los ARN.
- Biosíntesis de proteínas: traducción.

Resolviendo la cuestión

Nos vamos a limitar a señalar brevemente cómo interviene cada uno de los tipos de ARN en el proceso de la biosíntesis de proteínas:

1. ARNm (mensajero). 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. ARNt (transferente). Son pequeñas moléculas dispersas en el hialoplasma que se encargan de recoger los diferentes aminoácidos (formando un complejo aminoacil-ARNt) y transportarlos hasta los ribosomas. Allí, colocados en el orden adecuado, los aminoácidos se unen entre sí mediante enlaces peptídicos. Cada aminoácido es transportado por un ARNt específico. Cada ARNt posee un triplete de bases característico llamado anticodón, complementario de un codón del ARNm.
3. ARNr (ribosómico). Forma parte importante de la composición de los ribosomas, se encuentra asociado a proteínas. Los ribosomas son los orgánulos encargados de la biosíntesis de proteínas, concretamente, traducen la secuencia de bases del ARNm en la secuencia correspondiente de aminoácidos. Para ello, a cada codón del ARNm acoplan el anticodón correspondiente del ARNt, portador del aminoácido específico.

9

ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá desarrollar dos de los bloques de cuestiones propuestas.

Bloque 1

- 1 La vaca utiliza los aminoácidos de la hierba para sintetizar, entre otras cosas, la albúmina de la leche (lactoalbúmina). Indicar si este proceso será anabólico o catabólico. Razona la respuesta.
- 2 ¿Qué procesos metabólicos se dan en el hialoplasma?
- 3 En *Drosophila* el carácter ojo sepia es recesivo con respecto al carácter ojo rojo, y el ala curva es carácter recesivo con respecto al ala recta. Si una mosca (línea pura) de ojos sepia y alas rectas es apareada con otra mosca (línea pura) de ojos sepia y alas curvas, ¿qué fenotipos aparecerán en la generación F_1 ? Si se permite que dos moscas F_1 se apareen, ¿qué fenotipos resultarán en la generación F_2 y en qué proporción?

Bloque 2

- 1 Describa el proceso de la reproducción en bacterias. ¿Cuál es la función de las esporas bacterianas?
- 2 ¿Qué ocurriría si se colocaran en agua marina?: a) glóbulos rojos de la sangre, b) células vegetales. Razona la respuesta.
- 3 Expresa mediante un esquema el ciclo del carbono.

Bloque 3

- 1 ¿Cuáles son las principales funciones biológicas de: a) proteínas, b) carbohidratos, c) lípidos en la célula?
- 2 ¿Cuál es la relación del fenotipo con el genotipo?
- 3 Diferencia entre parasitismo y depredación. Utiliza ejemplos.

Universidad de La Laguna. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Bloque 1

Cuestión 1

Localizando la cuestión

La cuestión se refiere, dentro del metabolismo celular, a la nutrición o anabolismo heterótrofo.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de anabolismo autótrofo y heterótrofo.
- Biosíntesis de proteínas.

Resolviendo la cuestión

La lactoalbúmina es una proteína globular que se encuentra en la leche, donde cumple una función de reserva de aminoácidos. La vaca durante el proceso de digestión hidroliza los enlaces peptídicos de las proteínas vegetales que incorpora con su alimento y obtiene aminoácidos. Estos aminoácidos pasan a la sangre y con ella llegan a las células productoras de leche. En los ribosomas de estas células tiene lugar la biosíntesis de la lactoalbúmina, para ello, los aminoácidos se ordenan en la secuencia indicada por el ARNm, copia del gen de la lactoalbúmina, y quedan unidos mediante enlaces peptídicos. Si no recuerdas el proceso de la biosíntesis de proteínas, puedes repasarlo en la solución de la prueba 20, cuestión 3.

La biosíntesis de proteína es un proceso claramente anabólico. Recuerda que el anabolismo es la fase constructiva o biosintética del metabolismo en la cual tiene lugar la biosíntesis enzimática de los componentes moleculares de las células (por ejemplo proteínas) a partir de sus precursores sencillos (en este caso aminoácidos). Esta biosíntesis precisa consumo de energía que es aportada por el ATP. Si los precursores de los que se parte son materia inorgánica (como ocurre en la fotosíntesis), se habla de anabolismo autótrofo; si se parte de precursores orgánicos, como en el ejemplo que nos ocupa, hablamos de anabolismo heterótrofo.

Cuestión 2

Localizando la cuestión

La cuestión hace referencia a las funciones del hialoplasma, en particular a su importancia como encrucijada de vías metabólicas, la cuestión se sitúa, pues, en el nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Funciones del hialoplasma.
- El catabolismo anaerobio.
- El anabolismo heterótrofo.

Resolviendo la cuestión

En el hialoplasma se encuentran disueltas miles de enzimas que catalizan gran parte de las reacciones del metabolismo tanto anabólicas como catabólicas. Una serie de reacciones encadenadas y con un objeto determinado constituyen una vía o ruta metabólica. Las vías metabólicas que tienen lugar en el hialoplasma, generalmente, no se desarrollan por completo en él, sino que comienzan o terminan en algún orgánulo. Así podemos considerar al hialoplasma como una encrucijada metabólica.

Resumiremos los procesos metabólicos que se dan en el hialoplasma en dos bloques:

a) Pertenecientes al catabolismo anaerobio (degradación en ausencia de oxígeno):

1. **Hidrólisis** de: polisacáridos, grasas, proteínas y polinucleótidos y transformaciones necesarias para la degradación de los productos resultantes, bien en el hialoplasma o en la mitocondria (recuerda que los ácidos grasos deben incorporarse a la β -oxidación mitocondrial en forma de ácido graso activado).
2. **Glicolisis**: fase inicial, anaeróbica, de la degradación de la glucosa a pirúvico, común al proceso de la respiración y a la fermentación de azúcares.
3. **Fermentación**: proceso de oxidación de compuestos orgánicos, para obtener energía, que no utiliza el oxígeno molecular como último aceptor de los electrones, sino un compuesto orgánico.
4. Vía de las pentosas fosfato: una vía alternativa de la degradación de los azúcares en la que se obtienen azúcares de diferente número de carbonos y NADPH^+ (necesario para la biosíntesis).

b) Pertenecientes al anabolismo heterótrofo (biosíntesis a partir de precursores orgánicos sencillos):

Estas vías metabólicas parten de los intermediarios del ciclo de Krebs, en la mitocondria, para llegar a los diferentes principios inmediatos en el hialoplasma. El hialoplasma sirve en ocasiones como lugar de reserva de estos compuestos fabricados.

1. El acetyl-CoA puede servir, una vez en el hialoplasma, para iniciar la biosíntesis de ácidos grasos.
2. El α -cetoglutarato, mediante reacciones de transaminación, servirá para sintetizar la mayoría de los aminoácidos.

3. A partir del pirúvico se inicia la llamada neoglucogénesis o síntesis de glucosa a partir de otros principios inmediatos.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de un problema de genética referido a la herencia conjunta de dos caracteres característico de la 3ª ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

— Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Nomenclatura que vamos a utilizar: R: color ojos rojos, dominante; r: color ojos sepia, recesivo; C: alas rectas, dominante; c. alas curvas, recesivo.

	Fenotipos		Genotipos										
	Mosca homocigótica de ojos sepia y alas rectas		rrCC										
	Mosca homocigótica de ojos sepia y alas curvas		rrcc										
P	Fenotipo	Ojos sepia, alas rectas	x	Ojos sepia, alas curvas									
	Genotipo	rr CC x rr cc											
	Gametos	<div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> rC rc </div>											
F ₁	Genotipo	Todos igual	x	rr Cc									
	Fenotipo	Ojos sepia, alas rectas											
	Gametos	rC, rc											
F ₂	Genotipos	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Gametos</td> <td style="padding: 5px;">rC</td> <td style="padding: 5px;">rc</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">rC</td> <td style="padding: 5px;">rrCC</td> <td style="padding: 5px;">rrCc</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">rc</td> <td style="padding: 5px;">rrCc</td> <td style="padding: 5px;">rrcc</td> </tr> </table>			Gametos	rC	rc	rC	rrCC	rrCc	rc	rrCc	rrcc
Gametos	rC	rc											
rC	rrCC	rrCc											
rc	rrCc	rrcc											

Solución:

Fenotipo de la F₁:

De acuerdo con la primera ley, los híbridos de la primera generación son todos iguales. Todos los individuos de la F₁ tendrán el mismo genotipo (rrCc) y por tanto, el mismo fenotipo: ojos sepia (homocigóticos) y alas rectas (heterocigóticos).

Genotipos F₂: 25 % rrCC, 50 % rrCc, 25 % rrcc

Fenotipos F₂: 75 % ojos sepia, alas rectas 25 % ojos sepia, alas curvas

Puesto que todos son homocigóticos respecto al color de ojos, la segregación que se produce respecto al segundo carácter, en esta F₂, es la esperada según la segunda ley en el caso de monohíbridos con dominancia. La descendencia presentará en un 75% el carácter dominante (alas rectas) y sólo el 25% será homocigótico recesivo (alas curvas).

Atención. Según el enunciado, las moscas de la generación P son todas de ojos sepia y necesariamente homocigóticas. Ninguna lleva el gen de ojos rojos, por tanto, este gen no interviene para nada en el problema.

Bloque 2

Cuestión 1

Localizando la cuestión

La cuestión se refiere a las funciones de reproducción y relación de las células procarióticas.

Resolviendo la cuestión

Las bacterias se reproducen de manera asexual por bipartición transversal. El proceso se desarrolla de la siguiente manera:

En primer lugar, el cromosoma bacteriano, en contacto con un mesosoma, se duplica mediante la acción enzimática de una ADN-polimerasa.

Posteriormente se produce el crecimiento de la membrana plasmática entre los puntos de anclaje de los dos cromosomas hijos, con lo que éstos se separan. La membrana plasmática se invagina y se forma el septo transversal de separación de las dos bacterias hijas, cada una de las cuales lleva una réplica exacta del cromosoma de la bacteria madre. La formación del septo transversal va seguida generalmente de la separación de las células. En algunos casos la separación no es completa, formándose entonces cadenas de células.

Con este tipo de reproducción asexual la única posibilidad que tienen las bacterias de modificar su información genética es por mutación.

Esto limitaría en gran manera su posibilidad de evolución si no fuera por que las bacterias llevan a cabo una serie de procesos llamados parasexuales que, a semejanza de los procesos sexuales en eucariotas, les permiten intercambiar información genética.

Las esporas internas o endosporas aparecen en las bacterias como mecanismo defensivo ante condiciones adversas del medio. Se forman mediante la fabricación de una gruesa membrana que rodea al núcleo y a una pequeña parte del citoplasma, el resto se degrada. La espora contiene en su interior el mínimo de orgánulos necesario para, restauradas las condiciones normales en el medio, originar una bacteria activa. Como ves, no se trata de un mecanismo reproductor, sino defensivo. En fase de espora las bacterias resisten muy bien condiciones extremas del medio.

Atención. Los mecanismos parasexuales no son mecanismos reproductores, ya que antes y después del proceso el número de bacterias es el mismo. Este proceso tiene por objeto exclusivo el intercambio de información entre las dos bacterias, por tanto, el intercambio se efectúa dentro de la misma generación y no en la generación siguiente, como ocurre en la reproducción sexual.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida a los fenómenos osmóticos.

Conceptos que debes recordar

— Ósmosis y presión osmótica

Resolviendo la cuestión

Como el agua marina posee una concentración de sales disueltas muy superior al interior de los glóbulos rojos o de las células vegetales, es hipertónica respecto a éstos. Por ello, parte del agua del interior de los glóbulos rojos y de las células vegetales pasará a los líquidos extracelulares, provocando:

- Los glóbulos rojos perderán agua, se retraerán, produciéndose un fenómeno de plasmolisis que termina con la rotura de la membrana. Por lo tanto, no podrán realizar sus funciones.
- Las células vegetales sufrirán un fenómeno similar y tampoco podrán realizar sus funciones. Sin embargo, la rígida pared celular mantendrá la estructura externa original de la célula.

Atención. Las plantas halófilas, habitantes de medios salinos, solucionan el problema osmótico almacenando una gran cantidad de sal en sus células. Con ello consiguen igualar las presiones osmóticas intra y extracelular y sobrevivir en estos terrenos.

Cuestión 3

Situando la cuestión

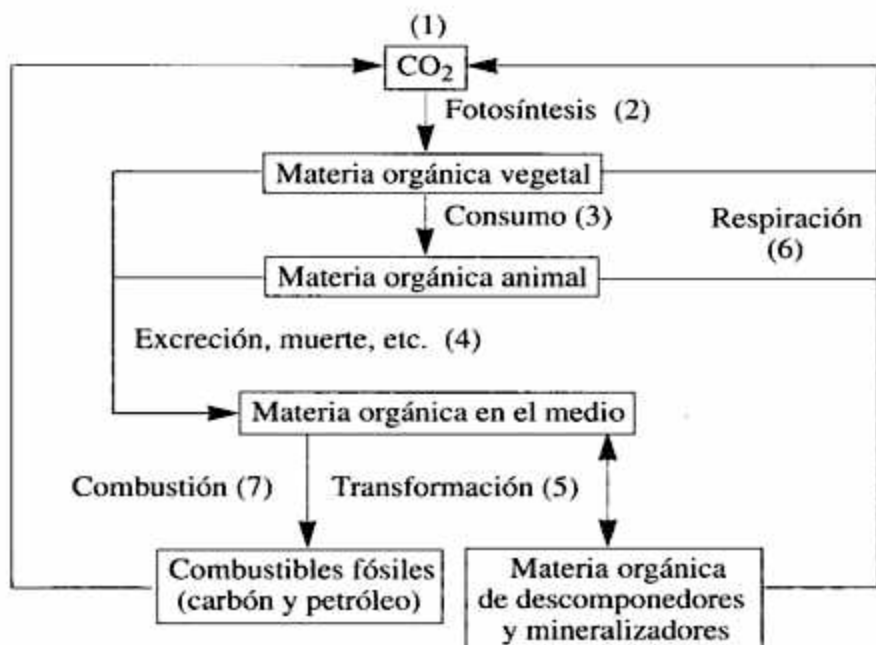
La cuestión se refiere al flujo de materia en el ecosistema, concretamente al ciclo que describe el carbono.

Conceptos que debes recordar

— Ciclos biogeoquímicos: ciclo del carbono.

Resolviendo la cuestión (Ver cuadro en la página siguiente)

- El carbono se encuentra en la atmósfera como dióxido de carbono. En la hidrosfera, como ion carbonato o bicarbonato, y en la litosfera, como combustible fósil o formando parte de rocas carbonatadas.
- El CO_2 atmosférico o disuelto en el agua es incorporado mediante la fotosíntesis como materia orgánica vegetal.
- Los consumidores animales (herbívoros, carnívoros y carroñeros) transforman la materia orgánica de origen vegetal en materia orgánica propia.
- Los restos orgánicos (excrementos, cadáveres, caparzones, esqueletos, etc.) se acumulan en el medio, formando sedimentos orgánicos, humus, arrecifes calcáreos, rocas calizas organógenas, etc.



- (5) La materia orgánica del medio es descompuesta y transformada por los descomponedores y mineralizadores y transformada en materia inorgánica (CO_2) y otras formas de materia orgánica (carbón y petróleo).
- (6) Parte de la materia orgánica es respirada por todos los organismos de los distintos niveles tróficos (productores, consumidores, descomponedores y mineralizadores), produciendo CO_2 que es devuelto a la atmósfera.
- (7) La combustión de carbón y petróleo produce CO_2 que se acumula en la atmósfera.

Bloque 3

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de definir las funciones generales que desempeñan estos tres tipos de biomoléculas.

Resolviendo la cuestión

- a) Las principales funciones que realizan las proteínas en las células son:
- 1) Enzimáticas o catalíticas.
 - 2) Reguladoras u hormonales.
 - 3) Defensivas e inmunológicas.
 - 4) Transporte.
 - 5) Estructurales.
 - 6) Homeostáticas.
 - 7) Contráctiles.
 - 8) Reserva.

En la solución de la prueba 14, cuestión 1, hallarás la respuesta ampliada.

b) Las principales funciones que realizan los carbohidratos en las células son:

- 1) **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 es utilizada para la realización de los procesos vitales.
- 2) **Reserva.** Actúan también como material reserva energética, como el almidón (vegetales) y glucógeno (animales), polímeros ambos de glucosa. Cuando las células lo necesitan, movilizan estas reservas, liberando moléculas de glucosa.
- 3) **Estructural.** Forman parte esencial de las paredes celulares vegetales (celulosa, pectina, hemicelulosa), paredes bacterianas (peptidoglicanos), exoesqueleto de artrópodos y caparazones de crustáceos (quitina), ácidos nucleicos (ribosa y desoxirribosa).

c) Las principales funciones que realizan los lípidos en las células son: 1) Reserva. 2) Estructurales. 3) Transporte. 4) Reguladoras u hormonales.

En la solución de la prueba 16, bloque C, cuestión 1, encontrarás ampliada la solución a este apartado.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Genotipo y fenotipo son dos conceptos fundamentales en genética.

Resolviendo la cuestión

Se entiende por fenotipo (del griego *phainein*: mostrar) 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.

Cuestión 3

Localizando la cuestión

La cuestión se refiere a dos tipos de relaciones que se establecen dentro del ecosistema entre individuos pertenecientes a especies distintas.

Conceptos que debes recordar

— Concepto de parasitismo y depredación.

Resolviendo la cuestión

Parasitismo y depredación son dos tipos diferentes de relación que pueden establecerse dentro de un ecosistema entre individuos que pertenecen a diferente especie.

En ambos casos, la relación supone beneficio para uno de los individuos implicados y perjuicio para el otro; la diferencia fundamental estriba en la consecuencia de la relación.

En la depredación se produce necesariamente la muerte de la presa por el depredador a quien sirve de alimento. Ejemplos de depredación pueden ser los que ejercen los carnívoros sobre los herbívoros (lince y conejos), aves insectívoras sobre insectos (abejarucos y abejas), arácnidos cazadores sobre insectos (arañas y sus presas), etc.

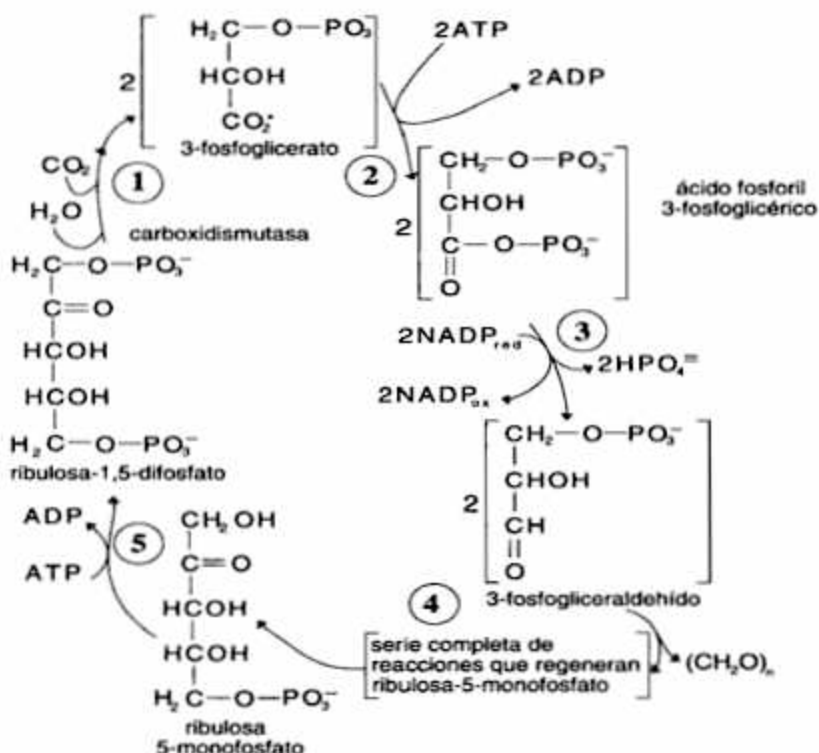
En el parasitismo, el parásito no tiene como finalidad la muerte del hospedador sino su explotación. Ejemplos de parasitismo son los que ejercen los ectoparásitos (piojos, pulgas, garrapatas, etc.), que viven sobre sus hospedadores (mamíferos y aves), y los endoparásitos (como lombrices, virus, gran número de bacterias, etc.), que viven y se reproducen en el interior del organismo del hospedador. En ocasiones el perjuicio causado por esta explotación puede llegar a producir también la muerte del hospedador, sin embargo, éste no es el propósito directo del "parásito", puesto que no le supone beneficio, sino más bien lo contrario.

10

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- Estructura de las proteínas. Desnaturalización y sus causas.
- Hacer esquemas de la mitosis y la meiosis, estableciendo las diferencias entre ambos procesos.
- Mutación: Concepto y tipos. Importancia evolutiva.
- ¿A qué proceso corresponde este esquema? Haga una interpretación del mismo indicando balance energético y orgánulo en el que tiene lugar el proceso.



Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

La estructura o configuración que adoptan las proteínas se localiza en los temas del nivel molecular referidos a las proteínas.

Asimismo, la desnaturalización o pérdida de la estructura por diversas causas es una característica de las proteínas.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de proteínas.
- Aminoácidos: estructura y tipos.
- Estructura de las proteínas.
- Propiedades de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

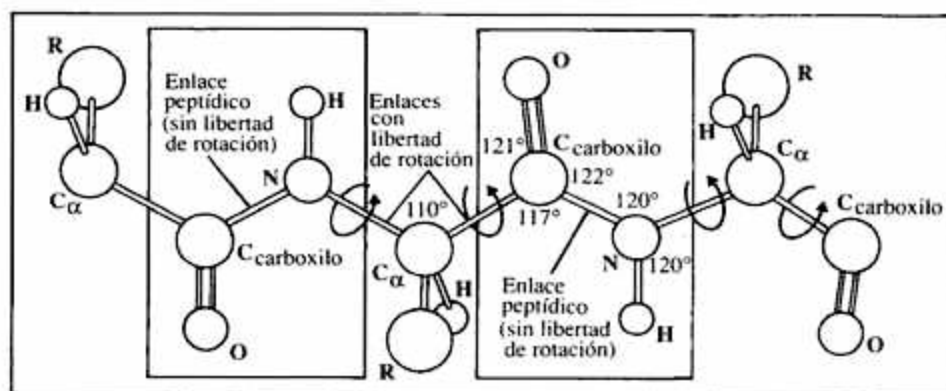
En primer lugar debes definir lo que se entiende por estructura de las proteínas, es decir, la configuración o conformación espacial de éstas. Puedes hacer una referencia a la enorme diversidad de funciones específicas que realizan las proteínas y señalar que la función desempeñada está determinada por la forma de la molécula.

A pesar de las teóricamente múltiples posibilidades de plegamiento que poseen, la mayoría de las proteínas se pliegan adoptando una única conformación. Tal conformación responde a cuatro niveles de plegamiento, cada uno de los cuales se construye a partir del nivel anterior. A estos niveles se les denomina, respectivamente, estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

1. Estructura primaria.

Representa el primer nivel de plegamiento y responde a la configuración espacial más estable que adopta una cadena polipeptídica en función del número, la secuencia y la naturaleza de los aminoácidos que la componen.

Puedes explicar que en la cadena polipeptídica se suceden consecutivamente tres tipos de enlaces: $N \rightarrow C \alpha$, $C \alpha \rightarrow C$ carboxilo y C carboxilo $\rightarrow N$ (este último es el enlace peptídico). Los dos primeros poseen libertad de rotación (la molécula puede girar según el eje del enlace), lo que puede dar lugar a multitud de conformaciones posibles. En cambio, no se pueden efectuar torsiones en el enlace peptídico.



Estructura primaria de una proteína.

2. Estructura secundaria.

La estructura secundaria hace referencia a la disposición espacial de distintas zonas de la cadena polipeptídica. Mediante estudios de difracción de rayos X, se determinó que la estructura primaria de los péptidos se plegaba, alcanzando su configuración más estable, según dos estructuras secundarias posibles, denominadas α -hélice y β -laminar (u hoja plegada), respectivamente.

La ordenación α -hélice sería comparable a la hélice que describe un muelle. Los enlaces que permiten girar la estructura primaria hacen que los planos donde se sitúa el enlace peptídico se dispongan alrededor de un eje siguiendo un helicoides. La hélice formada se estabiliza gracias a la formación de enlaces de hidrógeno entre espiras consecutivas. Las cadenas laterales de los aminoácidos quedan situadas hacia el exterior de la hélice.

La ordenación β -laminar o de hoja plegada sería comparable al fuelle de un acordeón. La cadena polipeptídica describe longitudinalmente un zig-zag. De modo que tramos de cadenas que discurren en el mismo sentido (paralelas), o en sentido contrario (antiparalelas), se enfrentan formando enlaces de hidrógeno entre ellas, estabilizando así esta ordenación. Las cadenas laterales de los aminoácidos se encuentran situadas por encima y por debajo del plano en zig-zag de la lámina plegada. Esta ordenación forma grandes regiones en la mayoría de las proteínas globulares, constituyendo una especie de trama laminar sobre la que se construye la proteína.

3. Estructura terciaria.

Es la configuración espacial definitiva que adopta la estructura secundaria de la proteína. Es debida a las interacciones que se establecen entre diversos puntos de la cadena polipeptídica: el alejamiento de los restos hidrófobos del medio acuoso, la atracción o repulsión entre restos con carga eléctrica distinta o similar, la participación de aminoácidos que rompen la estructura de la α -hélice. También pueden establecerse enlaces que estabilizan esta estructura: fuerzas de Van der Waals, puentes disulfuro, interacciones iónicas y enlaces de hidrógeno.

4. Estructura cuaternaria.

Muchas proteínas de gran tamaño están formadas por la asociación de varias cadenas polipeptídicas iguales, semejantes o distintas. Estas subunidades o protómeros se pueden ensamblar para formar proteínas complejas. Puedes citar como ejemplo a la hemoglobina, formada por la unión de cuatro cadenas polipeptídicas iguales dos a dos (2 α y 2 β). Esta estructura se mantiene gracias a la existencia de múltiples interacciones débiles entre cadenas laterales de aminoácidos pertenecientes a distintas cadenas. Este tipo de enlaces facilita enormemente tanto su formación como disgregación.

La desnaturalización de las proteínas.

La desnaturalización es la pérdida de actividad de una proteína debido a una alteración en su configuración. Es debida a roturas de enlaces débiles que producen cambios en las estructuras secundaria y terciaria que estos enlaces mantienen. Únicamente permanece la estructura primaria. Esta desnaturalización puede producirse por medios físicos, como irradiación ultravioleta, calor, presión, etc., o químicos como variaciones del pH, disolventes orgánicos, detergentes, urea, etc.

La desnaturalización provoca generalmente una disminución en la solubilidad de las proteínas, que pueden precipitar. En este proceso las proteínas globulares se transforman en filamentosas, quedando expuestas al medio todas las cadenas laterales y no pudiendo actuar las proteínas con normalidad.

Si la desnaturalización es suave y dura poco tiempo, la proteína puede recuperar su conformación original al reinstaurarse las condiciones iniciales del medio. Se dice que esta desnaturalización es reversible y al proceso se le denomina renaturalización. Este hecho demuestra que toda la información relativa a la conformación nativa (más estable) de las proteínas está contenida en la secuencia de aminoácidos. Por el contrario, si la desnaturalización es intensa se convierte en irreversible y la proteína ya no puede recuperar su conformación original, permaneciendo inactiva y en estado fibroso. Esto es lo que ocurre con la coagulación de la albúmina de la clara de huevo, por calentamiento.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a las diferencias entre estas dos modalidades de división del núcleo celular.

Conceptos que debes recordar

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

Resolución de la cuestión

En esta cuestión te piden que confecciones esquemas comparativos entre mitosis y meiosis, estableciendo sus diferencias. Sin excluir otros que se te pudieran ocurrir, te proponemos estos ejemplos. (Puedes encontrar otra manera de responder esta pregunta en la solución a la prueba 5, opción A, cuestión 3.)

En este primer cuadro se comparan el objeto, la finalidad, el momento y el resultado, de uno y otro proceso:

	MITOSIS	MEIOSIS
OBJETO	Formar núcleos hijos con el mismo número de cromosomas que la célula materna.	Formar núcleos hijos con la mitad de cromosomas que la célula materna.
FINALIDAD	Formar células con la misma información genética que la progenitora, es decir, células idénticas a la materna.	Mantener constante el número de cromosomas en las especies de reproducción sexual, evitando la duplicación cromosómica consecuencia de la fecundación.
MOMENTO	Tienen lugar durante la reproducción celular.	Tienen lugar en la gametogénesis (ciclos diplontes), formación de meiosporas (ciclos haplodiplontes) o tras la formación del cigoto (ciclos haplontes).
RESULTADO	Dos núcleos hijos con la misma dotación cromosómica que el materno.	Cuatro núcleos hijos haploides por cada núcleo materno diploide.

En el esquema de la página siguiente se compara el mecanismo de los dos procesos, señalándose las principales diferencias entre ambos.

Cuestión 3

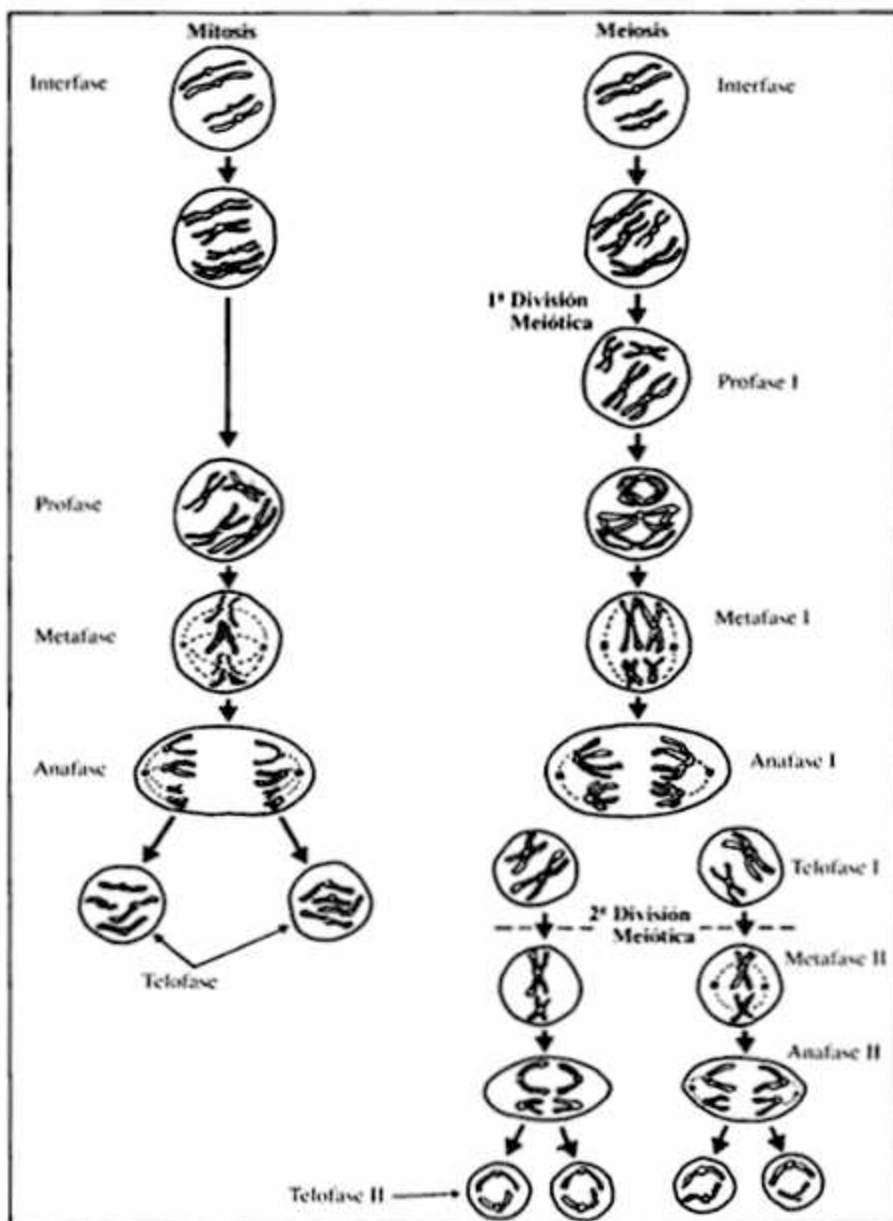
Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de mutación.
2. Tipos de mutación.
 - 2.1 Mutaciones génicas.
 - 2.2 Alteraciones cromosómicas.
3. Consecuencias biológicas de la mutación.

Desarrollo del tema

1. Concepto de mutación.

El término mutación se utiliza para indicar la aparición súbita de una alternativa nueva para un gen. Se considera alelo normal a la alternativa más frecuente y alelo mutante a la más rara.



Análisis comparativo de los procesos de mitosis y meiosis.

Las mutaciones pueden afectar de igual manera a células somáticas o a células germinales, pero está claro que sólo las mutaciones germinales podrán heredarse.

2. Tipos de mutación.

Se puede considerar la mutación a diferentes niveles. Según los cambios afecten a: genes concretos, parte de un cromosoma o al número

de cromosomas, se habla de mutación génica o puntual, mutación cromosómica y mutación genómica, respectivamente. Aunque realmente el término mutación suele reservarse para las mutaciones génicas, utilizando los términos cambios o alteraciones, para las cromosómicas y genómicas.

2.1 Mutaciones génicas.

Si recordamos qué es un gen, cuál es su composición química y cómo está escrita la información genética, nos damos cuenta que un simple cambio en una base nitrogenada puede provocar el cambio del gen, de tal manera que la proteína que se sintetice con esa información habrá cambiado aunque sólo sea por un aminoácido.

Estos cambios en el ADN pueden ocurrir de manera espontánea sobre todo por errores en la replicación. El error más frecuente es que, una base púrica, como por ejemplo la adenina, que de normal se une a la timina, pirimidínica, se empareje con la otra base pirimidínica, la citosina. A este cambio se le llama "transición de bases".

Muchas veces los errores son reparados por enzimas capaces de cortar el ADN (endonucleasas), rellenar los huecos de manera correcta y unir los trozos (ligasas).

En muchas ocasiones las mutaciones génicas las producen los llamados agentes mutagénicos o mutágenos. Estos mutágenos pueden ser:

- Sustancias químicas como: el ácido nitroso o el "gas mostaza", que suelen provocar cambios en la configuración molecular de las bases, lo que provoca transición de bases por emparejamiento erróneo. Ciertos conservantes, colorantes y otros aditivos alimentarios, pesticidas y fármacos, etc., también pueden ser mutagénicos.
- Agentes físicos como: rayos ultravioleta, rayos X, emisiones radioactivas de partículas, pueden provocar la ionización de los átomos, hacerlos altamente reactivos y ocasionar transición de bases e incluso rotura de cromosomas.

2.2 Alteraciones cromosómicas.

Los cambios que pueden afectar a la estructura de los cromosomas pueden ser:

- Deficiencia o delección, si se pierde un fragmento de cromosoma. Sus consecuencias suelen ser muy graves, incluso letales.
- Duplicación, si un segmento cromosómico está repetido.
- Translocación, si se produce un intercambio de segmentos entre cromosomas no homólogos (translocación recíproca) o cesión de un fragmento a otro cromosoma (translocación no recíproca). La translocación no suele provocar graves daños al individuo que la posee, pero sí puede provocarlos a la descendencia en la que pueden aparecer deficiencias.

—Inversión, si un segmento gira 180° con respecto a su posición normal.

2.3. Alteraciones genómicas.

Las alteraciones genómicas afectan al número de cromosomas del individuo. Se dividen en:

- Euploidías, si se producen cambios en el número de dotaciones haploides del individuo. Un monoploide tendrá una sola dotación haploide (n), un triploide ($3n$), un tetraploide ($4n$)..., en general poliploides. La poliploidía es bien soportada por las plantas y es utilizada por el hombre para mejorar las especies.
- Aneuploidía, si aparece algún cromosoma de más o de menos. Un individuo monosómico tendrá $2n-1$ cromosoma, un trisómico $2n+1$, un tetrasómico $2n+2$. En la especie humana se conocen algunas aneuploidías, por ejemplo el síndrome de Down (trisomía del par 21). Otros casos conocidos afectan a los cromosomas sexuales como el síndrome de Klinefelter (XXY) o el de Turner (X0).

3. Consecuencias biológicas de la mutación.

La mutación es la fuente primaria de variabilidad genética, y para los organismos asexuales, es la única. Los organismos de reproducción sexual pueden aumentar, de manera secundaria, esta variabilidad mediante la recombinación genética.

La evolución por selección natural sólo es posible si existe variabilidad en las poblaciones. Sólo en este caso la naturaleza podrá seleccionar a los individuos que mejor se adapten a sus condiciones cambiantes, aquellos que presenten ventajas para sobrevivir dejarán más descendencia. Estos cambios genéticos en esa población producen su evolución. Si todos los individuos de la población fueran genéticamente idénticos cualquier cambio en el medio podría provocar su desaparición por la imposibilidad de adaptación.

Atención. No olvides que las mutaciones se producen al azar y que no están determinadas por el ambiente. La gran mayoría de las mutaciones que suceden espontáneamente no son viables para la supervivencia, sino perjudiciales y por tanto, son eliminadas por selección natural. Si es adecuada para la supervivencia en ese ambiente, puede mantenerse incorporándose a la riqueza genética de la especie y aumentando la variabilidad de la población. También puede aumentar su frecuencia en la población si supone ventajas en los individuos que la poseen.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata del ciclo de Calvin correspondiente a la fijación del dióxido de carbono y regeneración del compuesto aceptor en la fase oscura de la fotosíntesis.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de “fotosíntesis”.
- Productos obtenidos en la fase luminosa de la fotosíntesis.
- Fase oscura. Ciclo de Calvin-Benson.

Resolviendo la cuestión

Si observas el esquema adjunto te darás cuenta de que se trata de un ciclo. Nos fijaremos en lo que ingresa y sale de él.

En cuanto a los compuestos de carbono, vemos que se incorpora CO_2 y que por otra parte sale $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Este último compuesto representa un azúcar, materia orgánica. Si sustituyes la “n”, por ejemplo, por 6, verás que te da la fórmula empírica de la glucosa. Esto quiere decir que haría falta dar seis vueltas al ciclo para poder incorporar 6 CO_2 y así poder obtener una molécula de glucosa completa.

Por otra parte, en el ciclo se gasta ATP, en concreto en cada vuelta 3 moléculas, que libera su energía transformándose en ADP. Además dos moléculas de coenzima reducido (NADPH^+) ceden sus electrones y se oxidan a NADP^+ .

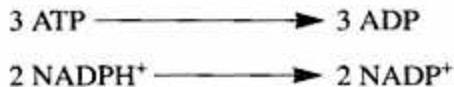
De todo esto deducimos que se trata de una ruta anabólica y autótrofa, puesto que: 1º se fabrican compuestos más complejos y reducidos a partir de otros más sencillos y oxidados, y 2º el carbono se incorpora al ciclo en forma inorgánica (CO_2).

El ciclo representado es el de Calvin-Benson o fase oscura de la fotosíntesis del carbono.

Este ciclo ocurre en el estroma del cloroplasto. En él, el CO_2 se incorpora a una molécula de 5 átomos de carbono (la ribulosa 1,5 difosfato) que se rompe en 2 moléculas de 3 C. Con la energía (ATP) y los coenzimas reducidos (NADPH^+) que se obtuvieron con anterioridad en la fase luminosa, se logra ir extrayendo del ciclo compuestos orgánicos y regenerar la molécula de 5 C que actúa como aceptora de nuevas moléculas de CO_2 .

Balance energético:

En cada vuelta al ciclo se requieren:



Luego para poder incorporar 6 CO_2 y lograr extraer una molécula de glucosa completa, harán falta: 18 ATP y 12 NADPH^+ .

11

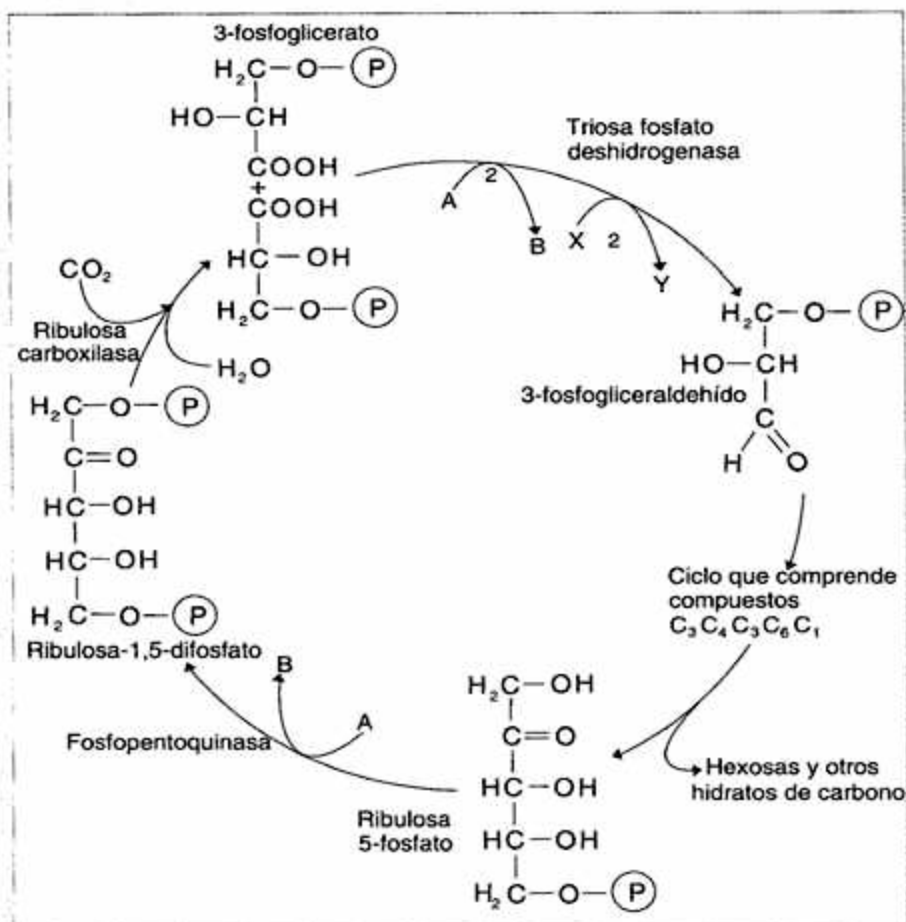
ACLARACIONES PREVIAS

El alumno deberá contestar, a su elección, dos de las cuatro cuestiones formuladas.

- 1 Los cromosomas. Estructura, composición química, leyes y tipos.
- 2 Fibras nerviosas mielínicas y amielínicas. ¿Qué diferencia existe entre la transmisión del impulso por uno y otro tipo de fibras?
- 3 Problema. Muchos mamíferos, incluido el ratón, pueden tener la piel color agutí (pelos negros o marrones oscuros con una banda amarilla). También son conocidos mutantes con la piel enteramente negra, amarilla, crema, canela, chocolate o albina. La tabla muestra los resultados obtenidos en cruzamientos entre líneas puras:

Parentales	F ₁	F ₂
agutí x negro	agutí	3 agutí: 1 negro
agutí x canela	agutí	3 agutí: 1 canela
negro x canela	agutí	9 agutí: 3 negro: 3 canela: 1 chocolate

- a) ¿Qué muestran los dos primeros cruzamientos acerca de la herencia del color agutí, negro y canela?
 - b) De la F₂ del tercer cruzamiento, determinar el número de parejas alélicas que controla las diferencias entre los genotipos de los parentales y los de la F₁ y F₂.
 - c) ¿Qué proporciones fenotípicas obtendría en la descendencia de un retrocruzamiento de una F₁ de negro x canela con un individuo de color chocolate?
- 4 ¿A qué proceso metabólico corresponde el esquema de la página siguiente? Indicar los compuestos omitidos que aparecen señalados con las letras A, B, X e Y. ¿Dónde se lleva a cabo este proceso? Cite las distintas fases que comprende.



Universidad de León. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referida a estas estructuras nucleares que se hacen patentes durante la división del núcleo celular.

Conceptos que debes recordar

— El núcleo celular: cromosomas.

Resolviendo la cuestión

En la solución de la prueba 18, cuestión 2, ya fue explicada la composición y estructura del cromosoma metafásico. Aquí solamente veremos los tipos y las leyes o reglas que cumplen.

Tipos de cromosomas. El centrómero divide al cromosoma en dos brazos, según la posición de aquél y la longitud relativa de ambos brazos, los cromosomas pueden clasificarse en:

- **Metacéntricos:** cuando los dos brazos tienen aproximadamente la misma longitud.
- **Acrocéntricos:** cuando los dos brazos son desiguales.
- **Telocéntricos:** cuando solamente es visible un brazo.
- **Puntiformes:** cuando no son alargados, sino esféricos y de reducido tamaño.

Leyes cromosómicas. Los cromosomas cumplen las siguientes reglas:

- **Constancia numérica.** Todas las células de una determinada especie animal o vegetal poseen un número constante de cromosomas, excepto las células germinales reproductoras (gametos o meiosporas), formados por meiosis, que poseen solamente la mitad.
- **Duplicidad cromosómica.** En las especies diploides, cada cromosoma posee un homólogo portador de los genes alelos. En estas especies, la dotación cromosómica es doble, estando constituida por dos series de cromosomas, una de procedencia paterna y la otra materna. El número de cromosomas de cada serie se denomina haploide, y se designa por n . El número de cromosomas total se denomina diploide y se representa por $2n$.
- **Individualidad cromosómica:** Los cromosomas permanecen individualizados, sin soldarse ni fundirse, incluso cuando dejan de ser visibles durante la interfase celular.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión referente a un mecanismo de la coordinación nerviosa.

Conceptos que debes recordar

- Vías nerviosas.
- Transmisión del impulso nervioso.

Resolviendo la cuestión

La neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso. Está constituida por el cuerpo neuronal y sus prolongaciones, las fibras. Éstas

son de dos tipos, las dendritas, cortas y ramificadas, y los axones, uno por neurona, largos y ramificados en su extremo.

Los axones en los vertebrados pueden presentar una vaina de mielina constituida por capas de la membrana (con este fosfolípido abundante) perteneciente a unas células (células de Schwann) que se arrollan espiralmente en torno a él. La interrupción de la vaina miélnica entre dos células de Schwann da lugar a un estrechamiento conocido como nódulo de Ranvier. Las fibras así formadas se denominan miélnicas, mientras que las que carecen de esta envuelta se denominan amiélnicas.

En las fibras amiélnicas el impulso nervioso se propaga mediante la despolarización de la membrana a lo largo de toda la fibra nerviosa. En las fibras miélnicas, la vaina de mielina aislante impide la despolarización de la membrana subyacente, de modo que la despolarización sólo puede suceder en los nódulos de Ranvier. La despolarización, y por tanto el impulso, salta de un nódulo a otro a lo largo de la fibra. Este tipo de propagación se denomina conducción saltatoria y es mucho más rápido que el que tiene lugar en la fibra amiélnica.

Cuestión 3

Localizando la cuestión

Se trata de un problema de genética, de aplicación de las leyes de Mendel, con la particularidad de presentar una interacción génica.

Conceptos que debes recordar

- Leyes de Mendel.
- Concepto de interacción génica.

Resolviendo la cuestión

En primer lugar fijémonos en que el problema habla de un solo carácter: color de pelo, para el que aparecen varios fenotipos diferentes: agutí, negro, canela y chocolate.

Apartado a) En los dos primeros cruzamientos se observa que agutí es dominante tanto sobre el color negro como sobre el canela. Si observamos de manera aislada cada uno de estos cruzamientos, parece como si se tratara de un carácter regido por una pareja de alelos que se hereda de manera dominante.

Apartado b) Al observar el tercer cruzamiento, por la descendencia obtenida en la F_2 , se deduce que hay implicadas dos parejas de alelos en la determinación del carácter. La segregación fenotípica obtenida en esta F_2 (9:3:3:1), se corresponde con la esperada según la 3ª ley de Mendel cuando se cruzan dos dihíbridos.

Cuando dos o más genes están implicados en la manifestación de un carácter, se habla de interacción génica. En este caso, un par de alelos (N: domi-

nante “negro, y n: recesivo “no negro”) son los responsables del color negro. Asimismo, otro par distinto (C: dominante canela, y c: recesivo no canela) determinarán el color canela. Pero el color es regido conjuntamente por los dos pares de alelos, y cuando se encuentran los dos genes dominantes N y C en el genotipo se produce el fenotipo intermedio agutí. En ausencia de los alelos dominantes el fenotipo resultante será chocolate. Así pues, los fenotipos y sus correspondientes genotipos en esta F₂ deben ser:

Fenotipos: 9 agutí : 3 negro : 3 canela : 1 chocolate

genotipos: N _ C _ N _ cc nn C _ nn cc

Apartado c) Un retrocruzamiento consiste en el cruce entre un individuo de la F₁ y uno de los padres, en este caso el homocigoto recesivo. El homocigoto recesivo, como acabamos de ver, es el de color chocolate, y lo cruzamos con la F₁ que resulte de este cruzamiento.

Fenotipos	negro	x	canela
Genotipos	NN cc		nn CC
Gametos	(Nc)		(nC)
		\	/
Genotipo		Nn Cc	
Fenotipo		agutí	

En el retrocruzamiento entre este dihíbrido (agutí) de la F₁ con un homocigoto recesivo (chocolate) de la generación P obtendremos:

Fenotipo	chocolate	x	agutí
Genotipo	nn cc		Nn Cc
Gametos	(nc)		(NC) (Nc) (nC) (nc)

	(NC)	(Nc)	(nC)	(nc)
(nc)	Nn Cc	Nn cc	nn Cc	nn cc

Genotipos: 25% Nn Cc 25% Nn cc 25% nn Cc 25% nn cc

Fenotipo: 25% agutí 25% negro 25% canela 25% chocolate

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata del ciclo de Calvin correspondiente a la fijación del dióxido de carbono y regeneración del compuesto aceptor en la fase oscura de la fotosíntesis.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de fotosíntesis.
- Productos obtenidos en la fase luminosa de la fotosíntesis.
- Fase oscura. Ciclo de Calvin-Benson.

Resolviendo la cuestión

Se trata del ciclo de Calvin-Benson o fase oscura de la fotosíntesis del carbono. Este proceso se lleva a cabo en el estroma del cloroplasto y en él se produce la incorporación de la materia inorgánica (CO_2) a materia orgánica (hexosas y otros hidratos de carbono). Como en todo proceso anabólico se requiere energía (ATP) y un potente reductor (coenzimas reducidos) que en este caso proceden de la fase luminosa de la fotosíntesis. Son precisamente estos compuestos los que se han omitido en el esquema:



Esta reacción se da en dos ocasiones, en la primera (paso de 3-fosfoglicerato a 3-fosfogliceraldehído) se hidrolizan 2 ATP y en el paso de ribulosa 5-monofosfato a ribulosa 1,5-difosfato se hidroliza un nuevo ATP. Estos ATP liberan energía en su hidrólisis y además transfieren grupos fosfato. Los otros compuestos omitidos: X e Y corresponden a las coenzimas reducidas que ceden sus electrones oxidándose:



Podemos considerar tres fases en el proceso oscuro de la fotosíntesis:

1. Fijación del CO_2 . El CO_2 se fija a una molécula de 5C (ribulosa 1,5-difosfato) gracias a la enzima ribulosa 1,5-difosfatocarboxilasa. El compuesto de 6C formado se descompone inmediatamente en dos compuestos de 3C (3-fosfoglicerato).

El 3-fosfoglicerato es fosforilado a 1,3-difosfoglicerato con consumo de ATP y reducido a aldehído gracias a los electrones cedidos por el NADPH^+ .

Tras la fijación de 3 moléculas de CO_2 a 3 moléculas de ribulosa se habrán formado, finalmente, 6 moléculas de 3C. El destino de éstas es doble.

2. Regeneración del compuesto aceptor. De las 6 moléculas de 3C, 5 de ellas penetran en el ciclo de Calvin, del cual salen convertidas en 3 moléculas de ribulosa 5-fosfato, fosforilado posteriormente a ribulosa 1,5-difosfato. Observa que son las mismas tres moléculas que se gastaron para fijar las tres de CO_2 .
3. Síntesis de compuestos orgánicos. Observa que tras fijar 3 moléculas de dióxido de carbono y una vez regenerada la ribulosa 1,5-difosfato, se ha obtenido un gliceraldehído (de 3C) de ganancia. Estos compuestos de 3C, que se van acumulando, pueden ser utilizados para la síntesis de otros compuestos: monosacáridos (glucosa) principalmente, pero también aminoácidos, ácidos grasos, etc.

Más información sobre el ciclo de Calvin puedes encontrarla en la solución de la prueba 10, cuestión 4.

12

ACLARACIONES PREVIAS

Tiempo: Una hora y treinta minutos.

Instrucciones: El alumno elegirá uno de los dos repertorios de preguntas propuestos (A o B) debiendo responder a las cinco cuestiones de que consta el repertorio elegido.

Opción A

- 1 Polisacáridos: Clasificación, características e interés biológico.
- 2 Dinámica estructural y funcional de la cromatina. Cambios estructurales experimentados por la cromatina durante el ciclo celular.
- 3 En una especie animal el pelo oscuro y el color marrón de los ojos son caracteres dominantes sobre el pelo dorado y los ojos azules. Un macho de pelo oscuro y ojos de color marrón se cruzó con una hembra de pelo dorado y ojos de color azul. La descendencia fue de dos crías, una con ojos marrones y pelo dorado y otra de ojos azules y pelo oscuro. ¿Cuáles son los genotipos de los padres y de las crías?
- 4 Transporte de nutrientes en vegetales.
- 5 El arco reflejo y su estructura.

Opción B

- 1 Importancia de la ósmosis en los seres vivos. Citar ejemplos.
- 2 Analogías y diferencias entre fotofosforilación y fosforilación oxidativa.
- 3 Importancia y mecanismo de la autoduplicación del ADN.
- 4 En una especie cuyo número de cromosomas ($2n$) es igual a 20, señalar los cromosomas que poseen: a) la ovogonia; b) el ovocito de primer orden; c) el ovocito de segundo orden; d) el óvulo; e) primer corpúsculo polar; f) segundo corpúsculo polar. Razónese la respuesta.
- 5 Concepto de ritualización. Características y misiones.

Universidad de Madrid. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de azúcares constituidos por la unión de varios monosacáridos.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de los azúcares.
- Polisacáridos: características y funciones.

Resolviendo la cuestión

Los polisacáridos: características generales. La unión de más de diez monosacáridos, que puede llegar a ser de varios miles, da origen a los polisacáridos. Los tipos de enlaces que se forman son O-glicosídicos, como los que aparecen en los disacáridos. En el proceso de unión de n monosacáridos se liberan $(n-1)$ moléculas de agua. La mayoría poseen una elevada masa molecular relativa, por lo que suelen ser insolubles en agua (celulosa), o bien formar dispersiones coloidales (almidón). Carecen de sabor dulce, no poseen carácter reductor y no cristalizan. Desempeñan generalmente funciones de reserva o estructurales.

Clasificación de los polisacáridos:

Homopolisacáridos. Están formados por la unión de un solo tipo de monosacáridos. Los que realizan funciones estructurales presentan enlaces β -glicosídicos (celulosa), mientras que los que actúan como reserva energética presentan enlaces α -glicosídicos (glucógeno y almidón).

Heteropolisacáridos. Formados por la unión de más de un tipo distinto de monosacáridos o derivados suyos. Abundan en los vegetales y animales y desempeñan principalmente funciones estructurales (hemicelulosa), lubricantes (ácido hialurónico), cementantes (condroitina) y anticoagulantes (heparina).

Interés biológico de los polisacáridos.

La importancia biológica de los polisacáridos reside en la función que desempeñan, especialmente la celulosa, el almidón y el glucógeno. En la solución de la prueba 20, cuestión 1, hallarás ampliadas las características, función e importancia de estos tres polisacáridos.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cromatina es el nombre que recibe el material constituyente del núcleo y puede encontrarse, según la fase del ciclo celular, dispersa en el núcleo (interfase) o constituyendo los cromosomas (mitosis y meiosis).

Conceptos que debes recordar

- Cromatina: composición y función.
- Cromosomas: composición, estructura y significado biológico.

Resolviendo la cuestión

Al microscopio óptico se observa, en el interior del núcleo, una maraña de filamentos que denominamos cromatina, químicamente está constituida por ADN asociado a proteínas (histonas).

En las distintas fases del ciclo celular, la cromatina o bien se encuentra en aparente reposo (interfase) o participando activamente en la división celular (mitosis o meiosis), constituyendo los cromosomas.

El periodo comprendido entre dos divisiones celulares (mitosis o meiosis) recibe el nombre de interfase. En este periodo, la cromatina se encuentra dispersa en el nucleoplasma. Aunque poco puede apreciarse al microscopio, durante la interfase se produce una intensa actividad metabólica en el núcleo: la síntesis de todos los tipos de ARN y la replicación del ADN.

Cuando el núcleo entra en división, la cromatina se condensa para dar lugar a los cromosomas (la descripción del cromosoma típico la encontrarás en la solución de la prueba 18, cuestión 2). Los cromosomas tienen por objeto facilitar el reparto del material nuclear (genético) entre las células hijas.

En la profase y metafase de la mitosis puede observarse que los cromosomas se hallan divididos longitudinalmente en dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero del cromosoma. Cada una de estas cromátidas es el resultado de la réplica del ADN durante la interfase. En la anafase, se separan las cromátidas hermanas, yendo una de cada par a cada célula hija. En la telofase, una vez formada la membrana nuclear, los cromosomas se descondensan, recuperando la cromatina su estado disperso.

Cuestión 3

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Concepto de genotipo y fenotipo.
- 3ª ley de Mendel.

Conceptos que debes recordar

- El transporte por el xilema.
- El transporte por el floema.

Resolviendo la cuestión

Las plantas de organización talofítica (algas y musgos) carecen de órganos especializados para la absorción y transporte de nutrientes. Estos organismos incorporan los nutrientes a través de su superficie y los transportan directamente célula a célula.

Las plantas de organización cormofítica (helechos y espermatofitas) absorben el agua y los nutrientes minerales por la raíz, siendo transportados hasta las hojas por los vasos leñosos que constituyen el xilema. Una vez elaborado mediante la fotosíntesis, el alimento se transporta a los lugares de almacenamiento o consumo a través de los vasos liberianos que constituyen el floema.

- a) El transporte por el xilema. Como recordarás, el xilema está constituido por el conjunto de los vasos leñosos. Las células constituyentes (muertas y con las paredes lignificadas) se encuentran apiladas y sin el tabique de separación, por lo que forman tubos continuos. El agua asciende por los vasos leñosos (incluso a alturas muy elevadas) sin consumo energético, arrastrando en disolución a los nutrientes minerales. El agua puede ascender por los vasos leñosos por dos causas:
 1. La presión radical, o presión hidrostática (de 3 a 5 atmósferas) generada en los vasos leñosos de la raíz debido a la absorción y entrada de agua en éstos. Esta presión positiva empuja la columna de agua haciéndola ascender.
 2. La presión de succión generada en las hojas. Debido a su polaridad, las moléculas de agua poseen una elevada cohesión, hallándose unidas por puentes de hidrógeno. Esto hace que, a medida que se evaporan moléculas de agua en la hoja consecuencia de la evapotranspiración, asciendan otras nuevas. Así se generan tensiones que alcanzan los 70 gramos por centímetro cúbico. Asimismo, la cohesión molecular es la responsable de la elevada tensión superficial del agua que permite su ascenso por simple capilaridad (adherencia a las paredes capilares de los vasos). A esta teoría para explicar el ascenso del agua se la conoce como teoría de la cohesión-tensión.
- b) El transporte por el floema. El floema está constituido por el conjunto de los vasos liberianos, cuyas células, vivas, alargadas y apiladas, presentan los tabiques de separación perforados, formando vasos cribosos. Los nutrientes orgánicos elaborados en las hojas son transportados, disueltos, constituyendo la savia elaborada. Este transporte recibe el nombre de translocación.

El transporte se realiza desde las hojas hacia los órganos de almacenamiento o puntos de crecimiento, pero también pueden moverse hacia arriba productos almacenados en la raíz.

La hipótesis más aceptada para explicar este transporte se denomina flujo de masa. Según ésta, el exceso de azúcares producidos en la hoja sería bombeado activamente a los vasos liberianos de los nervios foliares. Ello produciría el aumento de la presión osmótica en el interior de los vasos y la entrada de agua por ósmosis. A lo largo del tubo criboso y en su extremo radicular ocurriría el fenómeno inverso. De este modo se genera un gradiente de presión hidrostática a lo largo del tubo, que haría circular la savia elaborada.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se trata de una estructura nerviosa que localizarás en los sistemas de coordinación del nivel orgánico.

Conceptos que debes recordar

- Constitución del sistema nervioso central en los vertebrados.
- Estructura de la médula espinal.

Resolviendo la cuestión

El arco reflejo es una estructura nerviosa elemental responsable de la respuesta estandarizada (siempre igual) ante determinados estímulos sensitivos. En la respuesta no intervienen los centros motores de la corteza cerebral, sino solamente la médula espinal, por lo que se dice la respuesta es involuntaria,

- a) Estructura. El arco reflejo está constituido por: a) un receptor sensitivo, b) una fibra nerviosa aferente (por la raíz posterior de un nervio raquídeo) perteneciente a una neurona sensitiva, c) una sinapsis situada en el asta anterior de la médula, d) una fibra nerviosa eferente (por la raíz anterior de un nervio raquídeo) perteneciente a la motoneurona del asta anterior, y e) un efector.

Los arcos reflejos pueden ser monosinápticos (como el del reflejo rotuliano) o polisinápticos. En el primer caso, sólo se da tan sólo una sinapsis entre la neurona sensitiva y la motoneurona. En el segundo caso se intercalan otras neuronas entre la sensitiva y la motora.

- b) Funcionamiento del arco reflejo. El estímulo sensitivo recogido por el receptor es trasladado por la fibra aferente hasta la sustancia gris de la médula. Allí, la neurona sensitiva establece sinapsis, bien directamente con la motoneurona (reflejo monosináptico), o bien a través de una o varias neuronas de asociación (reflejo polisináptico). La motoneurona del asta anterior manda entonces el impulso nervioso motor hacia el órgano efector (músculo o glándula) encargado de efectuar la respuesta.

Opción B

Cuestión 1

Situando la cuestión

La ósmosis es el paso de agua a través de una membrana semipermeable. Puedes localizar los fenómenos osmóticos entre las propiedades del agua en el nivel molecular o en la función de la membrana plasmática en el nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Ósmosis y presión osmótica.
- Fenómenos osmóticos.

Resolviendo la cuestión

Podemos considerar a la membrana plasmática de las células como una membrana semipermeable y, por lo tanto, la existencia de diferentes concentraciones de solutos del interior de las células respecto al exterior provoca la aparición de fenómenos osmóticos. Recuerda que si el medio extracelular posee una mayor concentración, es hipertónico respecto al interior de la célula. En este caso las células pierden agua y se deshidratan. De la misma manera, si el líquido extracelular presenta una menor concentración que las células, es hipotónico respecto a las mismas. En este caso el agua pasa hacia el interior y las células se hinchan, e incluso llegan a estallar.

En la solución de la prueba 9, bloque 2, cuestión 2, hallarás comentados dos ejemplos de fenómenos osmóticos.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa en el metabolismo celular comparando un aspecto concreto, común a dos procesos fundamentales: la respiración mitocondrial y la fotosíntesis.

Conceptos que debes recordar

- Cadena de transporte electrónico en mitocondrias y cloroplastos.
- La hipótesis quimiosmótica.

Resolviendo la cuestión

La fotofosforilación y la fosforilación oxidativa son dos procesos en los que se sintetiza ATP; para ello se utiliza la energía liberada en el trans-

porte de electrones. En el primer caso, el proceso ocurre en los cloroplastos y constituye parte esencial de la fase luminosa de la fotosíntesis; el segundo ocurre en la mitocondria y constituye la fase final de la respiración oxidativa.

En ambos casos el proceso fosforilativo tiene lugar de la misma forma. Según la hipótesis quimiosmótica, propuesta por Mitchell en los años 60: la enzima ATP-sintetasa (ATPasa) cataliza la fosforilación del ADP a ATP utilizando la energía cedida por los H^+ en el paso de éstos a través de las membranas. Este paso de H^+ tiene lugar gracias al gradiente de concentración creado por el transporte de electrones en ambos procesos. (Más información sobre la hipótesis quimiosmótica la hallarás en el tema del bloque 3 de la solución de la prueba 22.)

Por otra parte, aunque ambos procesos tienen una base común, presentan claras diferencias:

1. La fotofosforilación, como hemos visto, ocurre en los cloroplastos y la fosforilación oxidativa en las mitocondrias.
2. Respecto a la cadena de transporte de electrones:
 - a) En la mitocondria está dispuesta en la membrana mitocondrial interna y en los cloroplastos en la membrana de los tilacoides.
 - b) En la mitocondria los electrones se desplazan, libremente, desde el dador de electrones (coenzimas reducidos) que poseen un potencial redox menor hasta el oxígeno, cuyo potencial redox es mayor (y por lo tanto una gran afinidad por los electrones). En los cloroplastos, los electrones deben transportarse desde el agua (dador débil de electrones) hasta los coenzimas oxidados que deben ser reducidos (y que poseen escasa afinidad por los electrones). Para lograr este transporte ascendente debe aportarse energía a esos electrones, esto ocurre en los fotosistemas donde la clorofila capta la energía de la luz transfiriéndola a los electrones.
3. En las mitocondrias, con la energía liberada en el transporte de electrones, los protones son bombeados desde la matriz hacia el espacio intermembrana y vuelven, liberando energía, a través de las ATPasas a la matriz. En los cloroplastos, los protones se acumulan en el espacio intratilacoidal y vuelven, a favor de gradiente, al estroma a través de las ATPasas dispuestas en la membrana tilacoidal. En ambos casos a este transporte, a favor de gradiente, se acopla la fosforilación del ADP a ATP.

Cuestión 3

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Replicación del ADN.
- Objeto de la mitosis y ciclo celular.

Resolviendo la cuestión

En la interfase también tiene lugar la duplicación del ADN de la célula para obtener las dos réplicas que más tarde, cuando tenga lugar la mitosis, serán enviadas a las dos células hijas.

- a) Importancia del proceso. La reproducción tiene por objeto producir organismos idénticos a los progenitores. En la reproducción celular esto se consigue porque las dos células hijas reciben la misma dotación cromosómica y, por tanto, la misma información genética que poseía la célula materna. Para ello es preciso que, previamente a su división, la célula materna realice dos copias exactas de su ADN para enviar a las dos células hijas. Mediante los mecanismos de la mitosis, estas dos copias serán separadas y repartidas entre ellas. La perfecta replicación del ADN permite, pues, que la información genética de una célula madre pase fielmente a las células hijas.
- b) Mecanismo de la replicación del ADN. El emparejamiento de las bases nitrogenadas en la peculiar estructura de doble hélice del ADN propuesta en 1953 por Watson y Crick permite comprender cómo puede replicarse éste. En esencia, cada cadena serviría de molde para el acoplamiento de nuevos nucleótidos y sintetizar así nuevo ADN con idéntica secuencia de bases. Se plantearon tres hipótesis para explicar esta replicación:

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

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

El esquema general de la replicación quedaría como sigue:

- Una serie de enzimas posibilitan el proceso: la helicasa, que, rompiendo los puentes de hidrógeno, abre la doble hélice, y las topoisomerasas, que giran las moléculas de ADN a medida que se van replicando evitando los problemas de superenrollamiento.
- Una ARN pol, denominada primasa, sintetiza una pequeña molécula de ARN necesaria como primer para que la ADN polimerasa pueda empezar a alargar la cadena.

- La ADN pol III alarga ahora la cadena. La cadena que se sintetiza en el sentido en que se abre la horquilla, lo hace de forma continua. En la cadena complementaria se sintetizarán fragmentos de ADN con algunos nucleótidos de ARN (fragmentos de Okazaki).
- Interviene ahora la ADN pol I, degradando el fragmento de ARN y rellenando los huecos que quedan.
- Finalmente, una ADN ligasa une los fragmentos para dar lugar a la molécula completa.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de indicar la dotación cromosómica de las células en el proceso meiótico en la gametogénesis, concretamente, en la ovogénesis. Podrás localizar este proceso en las funciones de reproducción en el nivel orgánico.

Conceptos que debes recordar

- Meiosis.
- Gametogénesis: ovogénesis

Resolviendo la cuestión

La formación de gametos (gametogénesis: ovo y espermatogénesis) tiene lugar mediante un proceso de división celular meiótico por el cual se obtienen células haploides (con la mitad del número de cromosomas) a partir de células diploides.

Veamos las células que intervienen en el proceso de ovogénesis y su dotación cromosómica:

- Ovogonias: son las células madres de los gametos, se forman por mitosis, en la denominada fase de proliferación, a partir de células diploides. Son, por tanto, diploides, y en el caso propuesto poseerán 20 cromosomas.
- Ovocito de primer orden: es el resultado de la fase de crecimiento de una ovogonia, posee los mismos cromosomas que ésta, luego su dotación cromosómica diploide será también de 20 cromosomas.
- Ovocito de segundo orden: es una célula resultante de la primera división meiótica del ovocito de primer orden en la fase de maduración. Será haploide y llevará, por tanto, la mitad de los cromosomas de aquél, es decir, 10 cromosomas.
- Óvulo: es la célula resultante de la segunda división meiótica (división del ovocito de segundo orden) en la que no hay reducción del número cromosómico. Lleva los mismos cromosomas que el ovocito de segundo orden, es decir, 10 cromosomas.

- e) Primer corpúsculo polar: es la célula hermana del ovocito de segundo orden, pero sin apenas citoplasma. Posee los mismos cromosomas que aquél, es decir, 10 cromosomas.
- f) Segundo corpúsculo polar: es la célula hermana del óvulo pero sin citoplasma ni vitelo. Posee por tanto, el mismo número de cromosomas que aquél, es decir, 10 cromosomas.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se trata de una serie de un tipo de comportamiento estereotipado. Podrás localizar esta cuestión en la etología.

Conceptos que debes recordar

- Tipos de conducta en los animales.

Resolviendo la cuestión

La ritualización es una modalidad de comportamiento de los animales en la que se siguen siempre unas mismas pautas de conducta ante determinado estímulo. Se produce por modificación evolutiva del comportamiento que convierte a esta conducta ritualizada en una señal usada en la comunicación, o que al menos mejora su eficacia como señal.

Ejemplos de conducta ritualizada los encontramos en la conducta de cortejo (movimientos y sonidos de reclamo, exhibición, danza) y lucha (gestos de amenaza, sumisión, huida, etc.).

Una característica de la ritualización es que a menudo la conducta se modifica para hacer su función comunicativa más efectiva. El proceso puede iniciarse cuando algún movimiento o pauta de conducta, funcional en un contexto distinto, adquiere valor como señal. Por ejemplo, la acción de abrir la boca puede empezar siendo reconocida como amenaza o la vuelta de espaldas como un gesto de huida. Finalmente estas pautas de conducta tienden a estereotiparse y exagerarse alejándose de su forma primitiva ancestral.

Como vemos, la ritualización tiene una misión comunicativa, y como tal facilita el comportamiento social dentro de una población. Por ejemplo, los movimientos y pautas ritualizadas en la conducta de cortejo sirven para que los dos individuos se reconozcan, disminuyan su agresividad y sincronicen sus estados fisiológicos. En la lucha ritualizada, los gestos de amenaza, exhibición, sumisión o huida impiden, en la mayoría de los casos, que la confrontación sea sangrienta.

13

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Las sales minerales. Funciones biológicas.
- 2 El núcleo en la interfase.
- 3 El sistema nervioso vegetativo.
- 4 Tipos de huevos y segmentación.

Universidad de Málaga. Selectividad, 1990

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

Recuerda que entre los compuestos inorgánicos que entran a formar parte de los seres vivos están el agua, los gases, como el dióxido de carbono y el oxígeno, y las sales minerales. Éstas son moléculas inorgánicas, que se disocian fácilmente en iones al disolverse en agua y que, en los seres vivos, podemos encontrar precipitadas (formando estructuras rígidas) o disueltas (tanto en el medio intracelular como extracelular).

Sales minerales disueltas

Tienes que indicar que en medio acuoso se encuentran disociadas en sus correspondientes cationes o aniones. Puedes citar algunas de las principales como:

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

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

Las funciones que realizan estas sales son:

1. Mantienen el grado correcto de salinidad. Este hecho resulta muy importante, ya que, si éste varía, pueden producirse fenómenos osmóticos desfavorables para las células. Por ello, las células de nuestro cuerpo requieren que el medio extra e intracelular sean isotónicos. Así, los sueros fisiológicos intravenosos que nos inyectamos deben poseer esa característica.
2. Mantienen el pH del medio intra y extracelular dentro de un intervalo óptimo. Los iones fosfato/bifosfato, y carbonato/bicarbonato, gracias a su acción amortiguadora o tampón, contribuyen al mantenimiento del pH.
3. Crean gradientes electroquímicos dando lugar a los potenciales de membrana imprescindibles para la transmisión del impulso nervioso. A este respecto, recuerda que los iones sodio y cloro son eminentemente extracelulares, mientras que el ion potasio 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 músculo.

los 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 la vitamina B₁₂.

Sales minerales precipitadas

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

— El carbonato y el fosfato cálcico, que depositados principalmente sobre el colágeno lo transforman en una matriz dura que conduce a la formación de los huesos. El carbonato cálcico forma los caparzones 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 interfase es el período comprendido entre dos divisiones celulares consecutivas, es decir, el período de reposo en la reproducción celular. Por tanto, la descripción del núcleo interfásico, como la del resto de los órganos y estructuras celulares, se sitúa, dentro del nivel celular, en la citología descriptiva.

Conceptos que debes recordar

— Envoltura nuclear.

— Nucleoplasma.

— Nucléolo.

— Cromosomas.

Resolviendo la cuestión

El núcleo es una estructura celular, más o menos esférica, situado en el centro de la célula animal o desplazado a la periferia en algunas células vegetales.

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

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

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

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

Cromosomas. En el momento de la división celular, la cromatina nuclear, dispersa durante la interfase, se condensa para dar lugar a unas estructuras visibles al microscopio óptico denominadas cromosomas. El número de cromosomas de cada especie es constante, y el conjunto de cromosomas de un individuo constituye su cariotipo.

Aunque los cromosomas no son estructuras características visibles en el núcleo interfásico, debes mencionarlos señalando esta particularidad. Si deseas ampliar la descripción cromosómica puedes consultar la solución de la prueba 18, cuestión 2.

Cuestión 3

Situando la cuestión

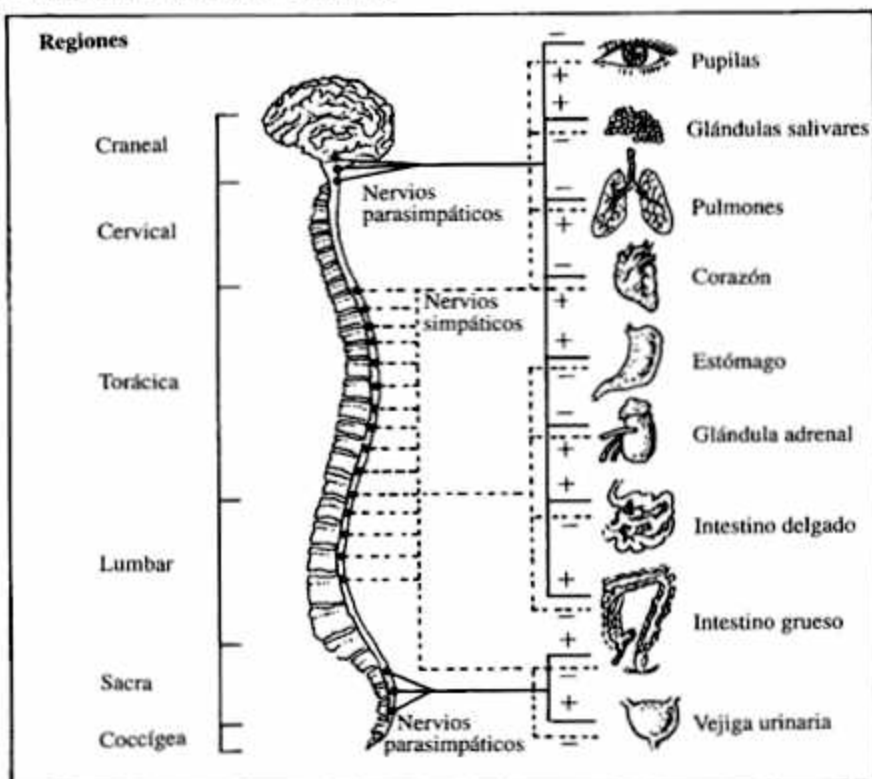
Se trata de un componente del sistema de coordinación nervioso de los animales superiores, por tanto, deberemos localizarlo en los sistemas de coordinación de funciones en el nivel orgánico.

Conceptos que debes recordar

- Coordinación nerviosa.
- Componentes del sistema nervioso en los vertebrados.
- Sistema nervioso periférico.

Resolviendo la cuestión

El sistema nervioso vegetativo o autónomo inerva el corazón, la musculatura lisa de las vísceras y las glándulas, gobernando su funcionamiento autónomo, es decir, involuntario.



Componentes del sistema nervioso vegetativo: simpático (líneas continuas) y parasimpático (líneas discontinuas). + significa que estimula; — que inhibe.

Está constituido por un conjunto de fibras nerviosas amielínicas que proceden de la médula o del encéfalo y establecen sinapsis con otras neuronas situadas en una serie de ganglios periféricos. Podemos distinguir dos componentes en el Sistema Nervioso Vegetativo: el simpático y el parasimpático.

El sistema simpático o toracolumbar está formado por nervios que parten de la región torácica y lumbar de la médula. Los ganglios periféricos de éste forman dos cadenas ganglionares o troncos simpáticos paralelos y próximos a la médula.

El sistema parasimpático o craneosacro está constituido por algunos pares de nervios craneales y por nervios que parten de la región sacra de la médula. Los ganglios parasimpáticos están dispersos por el organismo, próximos a las vísceras que inervan, y no forman cadenas ganglionares.

Todos los órganos controlados por el Sistema Vegetativo reciben fibras procedentes tanto del simpático como del parasimpático. Su funcionamiento es complementario y antagónico, de modo que, si un impulso nervioso procedente del simpático estimula la actividad de un órgano, el impulso que procede del parasimpático la inhibe y viceversa.

En general, puede decirse que la acción del simpático tiene lugar ante estados de emergencia, estimulando la actividad de aquellos órganos que predisponen al organismo para una respuesta física rápida y eficaz, e inhibiendo aquellos órganos innecesarios para este fin. Por ejemplo, estimula la actividad cardíaca y respiratoria, mientras inhibe la actividad digestiva. El parasimpático actúa de forma inversa y contribuye a mantener los recursos del organismo.

Cuestión 4

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

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

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

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

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

<p>Isolecitos: Son huevos pequeños, sin vitelo (alecitos) o con muy poco vitelo, el cual está distribuido uniformemente por todo el huevo. Son así los huevos de los mamíferos, celentéreos y equinodermos.</p>	
<p>Heterolecitos: De mayor tamaño que los anteriores. El vitelo, distribuido desigualmente, se concentra en un polo del huevo denominado polo vegetativo; el polo opuesto donde se localiza el núcleo es el polo animal. Por la cantidad de vitelo en éstos se suelen distinguir los tipos de huevos heterolecitos.</p>	<p>Mesolecitos: Cuando la cantidad de vitelo es alrededor del 50 % de la masa total del huevo, como sucede en la rana.</p>
	<p>Telolecitos: El vitelo supera el 50 %, como sucede en las aves (90 %); en éstas el huevo está rodeado de materiales alimenticios adicionales en forma de albúmina.</p>
<p>Centrolecitos: En éstos, el vitelo se localiza en el centro, estando rodeado por una fina capa de citoplasma. El núcleo se sitúa en el centro del vitelo. Este tipo de huevo es característico de los insectos.</p>	

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

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

14

ACLARACIONES PREVIAS

Contesta a dos de las cuatro cuestiones que se indican a continuación.

En la cuestión 2 hay que contestar a los apartados A y B.

- 1 Indique cinco de las funciones que tienen las proteínas, citando en cada caso algún ejemplo.
- 2 Apartado A. ¿Cuál es la misión primordial de la bomba de sodio/potasio de la membrana plasmática? ¿Qué bombea hacia el exterior de la célula? ¿Consumen energía la bomba? En caso afirmativo, indicar el compuesto dador de energía.

Apartado B. Una célula que va a entrar en meiosis tiene dos pares de cromosomas como los que se ilustran en la figura. Dibuje la dotación cromosómica que tendrían a) las dos células que resultan de la primera división meiótica; b) las cuatro células que resultan de la segunda división.



- 3 Defina brevemente los términos neoglucogénesis, blástula, inmunidad, mitocondria, fosfolípido.
- 4 Sabiendo que la ecuación del crecimiento logístico de la población es:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K}$$

Se pide averiguar el incremento en número de individuos y el tamaño de la población después de un período de crecimiento, teniendo en cuenta los siguientes datos:

Tamaño inicial: 1.000 individuos reproductores

Tasa intrínseca de crecimiento: 0,25

Capacidad soporte del ambiente: 25.000 individuos

Universidad de Murcia. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

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.
- Tipos y funciones de las proteínas.

Resolviendo la cuestión

Recuerda que las proteínas son polímeros lineales de moléculas de alfa-aminoácidos y que existen 20 de éstos con características y propiedades diferentes que entran a formar parte de las proteínas. La conformación o estructura de la proteína viene determinada, en última instancia, por la composición y secuencia de éstos en la cadena polipeptídica. Asimismo debes indicar que la estructura tridimensional o conformación es básica para el desarrollo de sus funciones.

Entre las múltiples funciones que desempeñan las proteínas, puedes destacar:

1. Funciones enzimáticas o catalíticas. Puede que sea ésta la función más importante de todas las que desempeñan las proteínas, ya que las funciones vitales no podrían realizarse sin la participación de las enzimas. Recuerda que las enzimas son biocatalizadores que, sin alterarse en el transcurso de la reacción, regulan el metabolismo de los seres vivos, aumentando la velocidad de las reacciones. Como ejemplos de enzimas puedes citar: la pepsina, que actúa en el estómago hidrolizando las proteínas de los alimentos. Las transferasas celulares catalizan la transferencia de un sustrato a otro. Por ejemplo, la glucocinasa cataliza la siguiente reacción: $ATP + \text{glucosa} \longrightarrow ADP^+ + \text{glucosa-6-fosfato}$.
2. Funciones reguladoras u hormonales. Las hormonas son también biocatalizadores. Es importante que indiques su diferencia con las enzimas: las hormonas son fabricadas por células glandulares, transportadas por la sangre, y actúan sobre otras células del organismo. Aunque existen hormonas de distinta naturaleza, aquí nos interesan las de naturaleza proteica constituidas, por tanto, por algún fragmento polipeptídico. Como ejemplos puedes indicar la insulina y el glucagón

que regulan el metabolismo de los glúcidos. La hormona paratiroidea que regula el metabolismo del calcio y fósforo. La hormona del crecimiento liberada por la hipófisis que estimula el crecimiento de los huesos y la síntesis proteica.

3. Funciones defensivas e inmunológicas. Muchas proteínas desempeñan funciones protectoras en el organismo, como las mucinas, 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 se comportan como anticuerpos. Éstos se forman como respuesta a la presencia de sustancias extrañas al organismo, los antígenos, a los que aglutinan o precipitan.
4. Funciones de transporte. Entre muchos ejemplos posibles, destaca la hemoglobina, que transporta el oxígeno por la sangre de los vertebrados. La mioglobina realiza la misma función en los músculos. La hemocianina es el pigmento respiratorio de crustáceos y moluscos. Las lipoproteínas transportan lípidos desde el intestino hasta el hígado, los músculos y las membranas celulares. Los citocromos transportan electrones en la cadena respiratoria en las mitocondrias, etc.
5. Funciones estructurales. Puedes citar que algunas glucoproteínas forman parte de las membranas celulares, desempeñando funciones muy importantes, como transportar sustancias y actuar como receptoras de hormonas y de neurotransmisores. El colágeno se encuentra en la sustancia intercelular de los tejidos conjuntivo, cartilaginoso y óseo, formando, además, los tendones. La queratina es un elemento constituyente de las uñas, pelos, escamas de los reptiles, plumas de las aves, etc.

Atención. Además de las funciones indicadas, las proteínas desempeñan otras muy importantes como pueden ser funciones contráctiles, de reserva, homeostáticas, etc. Aquí hemos reseñado tan sólo 5 de las más importantes, lo que no quiere decir que tú puedas considerar otras no menos importantes.

Cuestión 2

Apartado A

Situando la cuestión

La cuestión se refiere al transporte de sustancias a través de la membrana plasmática y en concreto al llamado transporte activo.

Conceptos que debes recordar

- Características especiales del transporte activo.
- Comparación entre transporte activo y pasivo.
- Funcionamiento de la bomba sodio/potasio.

Resolviendo la cuestión

La bomba de Na/K es el nombre que recibe una proteína transportadora localizada en la membrana plasmática. Este nombre se debe a la función que realiza: bombear, es decir, transportar en contra de un gradiente iones Na y K. Está claro que se tratará de un transporte activo y como tal requerirá gasto de energía.

La energía necesaria es aportada por el ATP (recuerda que se trata del transportador de energía más universal) y, gracias a la actividad ATP-asa de la proteína transportadora, puede hidrolizarse el ATP y utilizar la energía que se desprende para expulsar iones Na al exterior de la célula. Simultáneamente se produce la entrada de iones K, aunque en menor cantidad. Esto último, unido a la dificultad que tienen los grandes aniones proteínicos para salir al exterior, provoca una diferencia de cargas a ambos lados de la membrana o gradiente electroquímico, siendo positivo el exterior de la membrana respecto al interior. A esta pequeña diferencia de potencial que aparece se denomina potencial de membrana.

¿Qué sentido tiene el que la célula gaste energía en crear y mantener este "potencial de membrana"? Piensa que en particular las células nerviosas gastan en ello alrededor de un 70 % de su energía total.

La razón fundamental es que el potencial de membrana es la causa de la sensibilidad celular, de ahí la importancia que adquiere en las células nerviosas, responsables de la recepción de estímulos y la transmisión del impulso nervioso.

Apartado B

Situando la cuestión

Es una cuestión referida a la dotación cromosómica de las células en división meiótica.

Conceptos que debes recordar

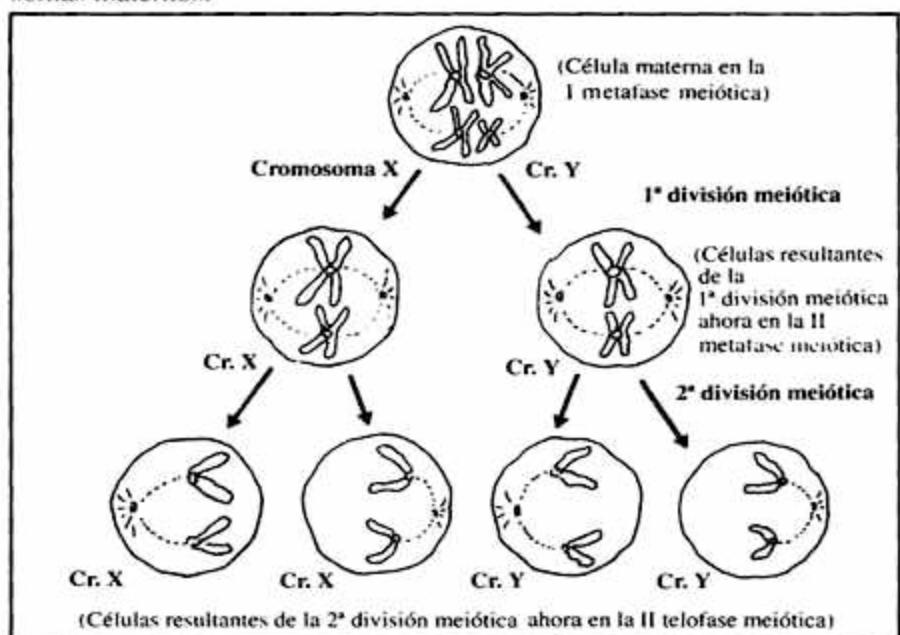
- Objeto de la meiosis.
- Mecanismo de la meiosis.

Resolviendo la cuestión

Como ya hemos visto anteriormente, el objeto de la meiosis es formar núcleos hijos con la mitad de los cromosomas que poseía el núcleo materno. Para ello, tienen lugar dos divisiones sucesivas del núcleo:

En la primera división, se emparejan los cromosomas homólogos para formar una placa metafásica doble, los microtúbulos del huso los separan después, yendo un homólogo de cada par a cada núcleo hijo.

La segunda división de estos núcleos hijos tiene por objeto separar las cromátidas hermanas en las que ya se encontraban replicados los cromosomas maternos.



Dotaciones cromosómicas de las células en meiosis a partir de un núcleo materno diploide con dos pares de cromosomas.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de definiciones correspondientes a metabolismo celular (neoglucogénesis), embriología (blástula), microbiología (inmunidad), citología (mitocondria) y bioquímica (fosfolípido).

Resolviendo la cuestión

Neoglucogénesis. Conjunto de reacciones metabólicas que se inician en la mitocondria y culminan en el hialoplasma celular. El término "neoglucogénesis" hace referencia a la síntesis de "nueva" glucosa, es decir, a la biosíntesis de glucosa a partir de otros principios inmediatos "no azúcares".

En cierto modo sería la ruta inversa a la "glicolisis", en la que partiendo de ácido pirúvico se obtiene glucosa, aunque los pasos intermedios no son exactamente inversos debido a que algunas de las reacciones de la "glicolisis" son irreversibles.

Blástula. Forma embrionaria esférica resultante de la fase de segmentación del huevo. Está constituida por una capa externa de células embrio-

narias (blastómeros) que dejan una cavidad en su interior, el blastocele. (Para conocer los tipos de blástulas puedes consultar la solución a la prueba 13, cuestión 4).

Inmunidad. Estado de resistencia que presenta un organismo frente a la infección. Se dice que un organismo es inmune ante determinado antígeno cuando es capaz de anularlo o desactivarlo sin presentar reacción patológica.

Mitocondria. Orgánulos celulares que aparecen en todas las células eucarióticas. Su número es variable y el conjunto se denomina “condrioma”. La principal función de la mitocondria es la respiración celular o respiración oxidativa.

En este proceso, que forma parte del llamado “catabolismo aerobio”, se oxida la materia orgánica hasta transformarla en inorgánica. Esta destrucción requiere la presencia de oxígeno que recoge los electrones procedentes de las oxidaciones y produce agua. El proceso libera una gran cantidad de energía en forma de ATP. Entre las rutas catabólicas que tienen lugar en la mitocondria destacan: la β -oxidación de los ácidos grasos, el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones con las correspondientes fosforilaciones oxidativas.

Fosfolípido. Tipo de biomolécula que se caracteriza por: a) estar compuesta de ácido fosfórico, glicerol o esfingosina, ácidos grasos y, en ocasiones, otros compuestos polares; b) ser un compuesto bipolar, es decir, una parte de la molécula es de naturaleza hidrófila y otra hidrófoba; c) ser uno de los componentes estructurales de la membrana plasmática.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de un problema de dinámica de poblaciones. Puedes localizar todo lo referente a esta cuestión en el nivel de poblaciones: ecología.

Conceptos que debes recordar

- Crecimiento exponencial y logístico de una población.
- Tasa intrínseca de crecimiento.
- Potencial biótico y resistencia ambiental.

Resolviendo la cuestión

Estudiemos, en primer lugar, los términos que aparecen:

$\frac{dN}{dt}$ indica el aumento del número de individuos por unidad de tiempo, siendo N el tamaño de la población.

N : tamaño inicial o actual de la población, se toma dependiendo del mecanismo reproductor de la especie como el número total de individuos o el total de hembras.

K: capacidad de soporte ambiental, representa el número máximo de individuos que puede soportar un determinado ambiente.

r: tasa intrínseca de crecimiento que se mide por la diferencia entre la tasa de natalidad (b) y la de mortalidad (m).

El problema puede resolverse haciendo una aproximación de la diferencial por el incremento de la población por unidad de tiempo, considerando un intervalo de tiempo infinitesimal. Así, sólo tenemos que sustituir los términos de la ecuación por los valores dados:

$$\frac{\Delta dN}{\Delta t} = 0,25 \cdot 1000 \cdot \frac{25\,000 - 1\,000}{25\,000} = 240$$

De modo que el $\Delta N = 240 \cdot \Delta t$, para un $\Delta t = 1$, $N_t = N_0 + \Delta N = 1\,240$.

Para hallar el tamaño de la población al cabo de un período de crecimiento determinado deberemos integrar la ecuación:

$$\int_{t_0}^t dt = \int_{N_0}^N \frac{K}{rN(K-N)} dN = \frac{1}{r} \int_{N_0}^N \left(\frac{A}{N} + \frac{B}{K-N} \right) dN$$

teniendo en cuenta que:

$$K = A(K-N) + BN \quad \text{cuando} \quad \begin{cases} N = 0 \longrightarrow A = 1 \\ N = K \longrightarrow B = 1 \end{cases}$$

nos queda:

$$\int_{t_0}^t dt = \frac{1}{r} \int_{N_0}^N \left(\frac{1}{N} + \frac{1}{K-N} \right) dN = \frac{1}{r} \left[\ln N - \ln (K-N) \right]_{N_0}^{N_t}$$

$$(t-t_0) = \frac{1}{r} \left[\ln \frac{N}{K-N} \right]_{N_0}^{N_t} = \frac{1}{r} \ln \frac{N_t}{K-N_t} - \frac{1}{r} \ln \frac{N_0}{K-N_0} = \frac{1}{r} \ln \frac{N_t (K-N_0)}{N_0 (K-N_t)}$$

$$r(t-t_0) = \ln \frac{N_t (K-N_0)}{N_0 (K-N_t)} \longrightarrow e^{r(t-t_0)} = \frac{N_t (K-N_0)}{N_0 (K-N_t)}$$

Despejando N_t :

$$(N_0 K - N_0 N_t) e^{r(t-t_0)} = N_t (K - N_0)$$

$$N_0 K e^{r(t-t_0)} - N_0 N_t e^{r(t-t_0)} = N_t (K - N_0)$$

$$N_t (K - N_0) + N_0 N_t e^{r(t-t_0)} = N_0 K e^{r(t-t_0)}$$

$$N_t [K - N_0 + N_0 e^{r(t-t_0)}] = N_0 K e^{r(t-t_0)}$$

$$N_t = \frac{N_0 K e^{r(t-t_0)}}{K - N_0 (1 - e^{r(t-t_0)})}$$

El tamaño de la población tras un período de crecimiento, $t-t_0 = 1$ sería:

$$N_t = \frac{1\,000 \cdot 25\,000 \cdot e^{0,25}}{25\,000 - 1\,000 \cdot (1 - e)^{0,25}} = 1\,269,6$$

Por tanto, el incremento poblacional en ese intervalo de tiempo será:

$$N_t - N_0 = 1\,269,6 - 1\,000 = 269,6.$$

15

ACLARACIONES PREVIAS

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

Alternativa 1

Bicapas lipídicas: formación y papel en la estructura celular.

Alternativa 2

Diferencias en los significados de las divisiones celulares mitóticas y meióticas.

Alternativa 3

Ligamiento genético con el sexo.

Universidad de Oviedo. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Alternativa 1

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa en el nivel molecular (características de los lípidos de membrana) y celular (membrana plasmática).

Conceptos que debes recordar

- Estructura y propiedades de los fosfolípidos.
- Estructura de la membrana plasmática.

Resolviendo la cuestión

Entre los diferentes tipos de lípidos existe un grupo que se caracteriza por su estructura bipolar (anfipática), es decir, su molécula posee una parte polar o hidrófila, afín al agua, y otra apolar o hidrófoba, que repele al agua. La parte polar tiende a formar puentes de hidrógeno con otros com-

puestos polares como el agua y la parte apolar se une mediante enlaces hidrófobos o fuerzas de Van der Waals a otras moléculas apolares.

Entre los lípidos bipolares se encuentran, además de los ácidos grasos, los fosfolípidos y glicolípidos. A este conjunto de lípidos se les llama también lípidos de membrana pues su bipolaridad los hace idóneos para formar estas estructuras.

Cuando los lípidos bipolares se encuentran en un medio acuoso tienden a disponerse de manera que su parte hidrófila tome contacto con el agua y la hidrófoba se aparte de ella. De esta manera se logra la formación de monocapas (películas superficiales), micelas o bicapas lipídicas. Estas últimas aparecen cuando, al encontrarse los lípidos entre dos medios acuosos se ven forzados a enfrentar sus partes apolares y poner en contacto con el agua las polares.

Las bicapas lipídicas constituyen la estructura básica de la membrana celular. Junto a las proteínas de membrana y otros lípidos (colesterol) forman un conjunto estructural conocido con el nombre de mosaico fluido. Para ampliar el papel que desempeña esta bicapa puedes consultar la solución de la prueba 8, opción A, cuestión 1 y la prueba 23, cuestión 2.

Alternativa 2

En la solución de la prueba 6, cuestión 3, encontrarás el objeto y significado de la mitosis. En la prueba 5, opción A, cuestión 3, hallarás el significado biológico de la meiosis. En la solución de la prueba 10, cuestión 2 tienes esquemas comparativos de ambos procesos.

Alternativa 3

Situando la cuestión

Se trata del tipo particular de herencia que siguen los genes que se localizan en los cromosomas sexuales.

Conceptos que debes recordar

- Genes ligados al sexo.
- Otros tipos de herencia relacionados con el sexo.
- Herencia ligada al sexo en la especie humana.

Resolviendo la cuestión

Como recordarás, en la especie humana la dotación cromosómica 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 homocigótica o heterocigótica para los

genes situados en el cromosoma X, mientras que el varón únicamente podrá ser hemizigótico (un sólo gen por cada carácter ligado al cromosoma X). Como consecuencia de ello, en la mujer no se manifestarán los genes recesivos de un cromosoma 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 son producidas por sendos genes recesivos localizados sobre 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 y hemofilia sea muy superior entre los varones que entre las mujeres.

Respecto al daltonismo, los varones podrán ser normales o daltónicos, mientras que las mujeres podrán ser normales (homocigóticas dominantes), portadoras (heterocigóticas) o daltónicas (homocigóticas recesivas).

Lo mismo sucede respecto a 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 a la descendencia. Por ello, la frecuencia del gen de la hemofilia es muy baja, y la probabilidad de que un varón hemofílico encuentre y tenga descendencia con una mujer portadora (única posibilidad de que existan mujeres hemofílicas) es casi nula.

En la solución a la prueba 5, cuestión B 4; y prueba 7, cuestión A 3, 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 holandrica).

Otra excepción se da cuando en el cromosoma X y el cromosoma Y hay una región homóloga. En este caso, tanto la hembra como el macho pueden ser homocigóticos o heterocigóticos, pero, debido a la situación en los cromosomas sexuales siguen un tipo de herencia 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 heterocigóticos para este gen autosómico manifestarán la calvicie, mientras que las mujeres heterocigóticas no la manifestarán. Este tipo de herencia se denomina influida por el sexo.

Atención. En la mayoría de las especies, las hembras son XX, mientras que los machos son XY. En la 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), los machos son X y las hembras XX; o bien (como ocurre en las mariposas) los machos son ZZ y las hembras Z.

16

ACLARACIONES PREVIAS

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

La puntuación máxima de cada uno va entre paréntesis.

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

Tema A

- 1 Funciones de las proteínas en los seres vivos. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de **zigoto**. (2 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa. Las mitocondrias son orgánulos propios de las bacterias, pero no las tienen los vegetales superiores. (1 p.)

Tema B

- 1 Mitosis. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de **DNA**. (2 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: El túbulo renal puede recuperar las sustancias, como la glucosa, que se habían filtrado en el glomérulo. (1 p.)

Tema C

- 1 Estructura y funciones de los lípidos. (3 p.)
- 2 Definir en menos de 25 palabras el concepto de: Anticuerpo (2 p.)
- 3 Explicar sucintamente si la proposición que sigue es verdadera o falsa: El ATP es una molécula dadora de energía y de grupos fosfato. (1 p.)

Universidad del País Vasco. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Tema A

Cuestión 1

Resolviendo la cuestión

Esta cuestión la hemos resuelto parcialmente en la solución de la prueba 14, cuestión 1. En la misma únicamente se solicitaban cinco funciones, aquí ampliaremos la respuesta.

A las funciones que desempeñan las proteínas comentadas con anterioridad (enzimáticas, reguladoras, inmunológicas, de transporte y estructurales), puedes añadir otras como:

- Funciones homeostáticas. Recuerda que 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.
- Funciones contráctiles. Puedes citar como ejemplos a la actina y la miosina, que son filamentos proteicos constituyentes de las miofibrillas musculares y responsables de la contracción muscular.
- 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 la célula resultante de la fusión sexual de los gametos.

Conceptos que debes recordar

- Fecundación y cariogamia.

Resolviendo la cuestión

Zigoto: célula resultante de la fusión sexual y cariogamia (fusión de núcleos) de los gametos. Dará lugar a un nuevo individuo según las instrucciones genéticas recibidas.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Se trata de reconocer diferencias entre la estructura de las células procariotas y eucariotas.

Conceptos que debes recordar

- Organización procariótica y eucariótica.
- Origen de las mitocondrias.
- Función de las mitocondrias.

Resolviendo la cuestión

La proposición es falsa.

Las bacterias carecen de orgánulos celulares (excepto ribosomas) y por lo tanto de mitocondrias. Por el contrario, todas las células eucariotas, tanto animales como vegetales, poseen mitocondrias.

Las mitocondrias son orgánulos dedicados a la obtención de energía mediante reacciones oxidativas (respiración aerobia). Todas las células, incluidas las vegetales, necesitan respirar para realizar sus procesos vitales, luego es lógico que las células vegetales posean estos orgánulos. También la mayoría de las bacterias respiran aeróbicamente, pero, al carecer de orgánulos, poseen los sistemas enzimáticos necesarios para ello en su membrana plasmática y más concretamente en los mesosomas. De hecho, según la teoría simbiote de Lyn-Margulis sobre el origen de los eucariotas, las mitocondrias serían primitivamente bacterias capaces de hacer la respiración aerobia que se asociaron en simbiosis con otras células.

Atención. No debes caer en el grave error de pensar que las células vegetales carecen de mitocondrias, ya que obtienen del sol la energía necesaria para fabricar su materia orgánica. Este proceso, como sabes, ocurre en los cloroplastos y se denomina fotosíntesis. Pero también las mismas células vegetales deben oxidar los compuestos orgánicos para obtener la energía necesaria para vivir, proceso denominado respiración, y tiene lugar en las mitocondrias como en las células animales.

Tema B

Cuestión 1

La respuesta a esta cuestión la encontrarás en la solución de la prueba 6, cuestión 3.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a las biomoléculas portadoras de la información genética.

Conceptos que debes recordar

Composición, estructura y función del ADN.

Resolviendo la cuestión

DNA. Biomolécula constituida por una doble cadena de desoxirribonucleótidos que contiene y transmite hereditariamente la información genética necesaria para sintetizar las propias proteínas celulares.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a la fase de reabsorción en la elaboración de la orina por las nefronas en el riñón.

Conceptos que debes recordar

Fisiología de la nefrona.

Resolviendo la cuestión

La proposición planteada es verdadera, aunque la redacción es confusa, puesto que el filtrado no se produce en el glomérulo, sino desde el glomérulo a la cápsula de Bowman de la nefrona.

En la fase de filtración que tiene lugar en el glomérulo de la nefrona se produce un filtrado cuya composición es muy similar a la del plasma sanguíneo, pero sin proteínas. Entre las sustancias útiles presentes en este filtrado se encuentra glucosa (1 g por litro), que el organismo no puede permitirse perder.

En la fase de reabsorción que tiene lugar en el túbulo renal de la nefrona, se reabsorbe la totalidad de la glucosa, así como otros productos útiles: aminoácidos, iones y casi toda el agua. En ciertas afecciones, como la diabetes (exceso de glucosa en sangre por déficit de insulina), la reabsorción de glucosa no es total, de modo que ésta se encuentra como un componente en la orina excretada.

Tema C

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Los lípidos: características generales.
2. Estructura y clasificación.
 - 2.1 Ácidos grasos.
 - 2.2 Los acilgliceroles o acilglicéridos.

- 2.3 Céridos o ceras.
 - 2.4 Lípidos de membrana.
 - 2.4.1 Fosfolípidos.
 - 2.4.2 Glicolípidos.
 - 2.5 Esteroides.
 - 2.6 Terpenos o isoprenoides.
3. Funciones.

Desarrollo del tema

1. Los lípidos: características generales.

Puedes introducir y situar el tema tratando las características generales de los lípidos, resaltando que incluyen a 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. También puedes citar que 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, siendo solubles en disolventes orgánicos como cloroformo, éter, alcohol, benceno o acetona.

2. Estructura y clasificación.

Su clasificación presenta grandes problemas, dada la gran heterogeneidad química que presentan. Al ser muy amplia, puedes ayudarte de algún esquema para facilitar su clasificación citando alguna de las características más importante de cada grupo, su estructura y funciones generales.

Según su estructura y propiedades, puedes clasificarlos como:

2.1 Ácidos grasos.

Están formados por una larga cadena alifática o hidrocarbonada, con un grupo carboxilo (-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.

2.2 Los acilgliceroles o acilglicéridos.

Son ésteres de la glicerina, en los que uno, dos o los tres grupos alcohol, han sido sustituidos por ácidos grasos. Son los lípidos más abundantes de la naturaleza y constituyen elementos de reserva y protección en animales y vegetales. Destacan por su importancia los triglicéridos o grasas neutras. A diferencia de los fosfolípidos, no poseen carga eléctrica; de ahí su denominación. Son los componentes fundamentales de las células adiposas de los vertebrados.

2.3 Céridos o ceras.

Están relacionadas con los triacilglicéridos: al igual que éstos, son ésteres de ácidos grasos de cadena larga, como el palmítico. Los alcoholes que intervienen son monohidroxiáticos 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.

2.4 Lípidos de membrana.

Incluimos aquí todos los lípidos que forman parte de las membranas celulares (excepto los ácidos grasos).

2.4.1 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, por otros compuestos polares.

— Glicerofosfolípidos o glicerofosfátidos. Constituyen la mayor parte de los lípidos que podemos encontrar en las membranas celulares. Poseen dos cadenas hidrofóbicas (apolares) y una hidrofílica (polar), de ahí su naturaleza anfipática. La región apolar no interacciona con el agua, y tiende a ser expulsada de la fase acuosa. Este efecto es el responsable de la formación de bicapas lipídicas en las membranas celulares, con los extremos apolares enfrentados entre sí, mientras que las zonas polares están en contacto con la fase acuosa.

— 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.

2.4.2 Glicolípidos.

Estos compuestos abundan en el tejido nervioso y se forman a partir de cerámidos (esfingosina más ácido graso), que se unen con azúcares. Los más importantes son: los cerebrósidos y los gangliósidos. Ambos abundan en las membranas de las células del cerebro.

2.5 Esteroides.

Son lípidos complejos, derivados del anillo tetracíclico ciclopentano-perhidrofenantreno, formado por tres anillos de ciclohexano unidos de forma no lineal a un ciclopentano. Destacan entre ellos los esteroides. Incluyen al colesterol, que es un componente muy importante de las membranas celulares a las que confiere fluidez, siendo esencial para el crecimiento en los organismos superiores. Además, es el precursor de gran número de moléculas como: hormonas sexuales

(testosterona y estradiol), hormonas adrenocorticales (aldosterona y cortisol), ácidos biliares y la vitamina D.

2.6 Terpenos o isoprenoides.

Son derivados del isopreno o 2-metil-1,3 butadieno, formados por la unión de muchas unidades del mismo. Son los precursores de la vitamina A y el colesterol. Destacan: el fitol, aceites esenciales aromáticos (mentol, geraniol, etc.), pigmentos vegetales (xantofilas y carotenos), caucho, etc.

3. Funciones de los lípidos.

- A. Energéticas. Almacenan gran cantidad de energía por unidad de masa (recuerda que al oxidarse desprenden 9,4 kcal/g). Aquí puedes citar que si ingerimos más alimentos de los que necesitamos, el exceso se acumula en las células adiposas en forma de grasas.
- B. Estructurales. Forman parte de los sistemas de membranas de las células animales y vegetales. Las ceras tienen funciones de protección y revestimiento. Algunos lípidos actúan como aislantes térmicos o como amortiguadores de vísceras.
- C. Reguladoras. Hormonas derivadas del colesterol, como las hormonas sexuales (andrógenos, estrógenos y progesterona) y las hormonas de la corteza suprarrenal. Vitaminas como la A, E, K y D.
- D. Transporte. Las lipoproteínas transportan aquellos lípidos que son poco solubles. Los ácidos biliares transportan las grasas y facilitan su degradación por la lipasa pancreática y su posterior absorción.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión puedes localizarla en los mecanismos de defensa inmunitaria.

Conceptos que debes recordar

— Concepto de antígeno y anticuerpo.

Resolviendo la cuestión

Anticuerpos: Proteínas plasmáticas (δ -globulinas), elaboradas por los linfocitos ante la presencia de antígenos y con los cuales reaccionan específicamente anulando sus posibles efectos patógenos.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se encuadra dentro del metabolismo.

Conceptos que debes recordar

- Nucleótidos. Los fosfatos de adenosina.
- Papel biológico del ATP en el metabolismo.

Resolviendo la cuestión

La proposición es verdadera. El ATP o adenosín trifosfato es un mononucleótido perteneciente, junto con el AMP y ADP, a los fosfatos de adenosina. Posee tres grupos fosfato y el enlace (ácido-anhidro) que une los fosfatos entre sí, contiene una energía potencial muy elevada, es decir, es un enlace rico-energético. Esto significa que se necesita mucha energía para formarlos y en consecuencia, también se libera gran cantidad de energía al hidrolizarlos. Así el ATP se comporta como un transportador de energía: la toma, para formar el enlace, cuando en la célula se desprende en algún proceso y la libera, al romperse el enlace, de manera que la célula puede entonces utilizarla. Al hidrolizarse el enlace ácido-anhidro, se liberan grupos fosfato (o pirofosfato, si el enlace hidrolizado está entre el primer y segundo fosfato). Estos grupos fosfatos pueden quedar libres en el medio o ser utilizados para fosforilar otros compuestos. Luego, también funciona como transportador de grupos fosfato.

17

ACLARACIONES PREVIAS

Responder a las 46 preguntas propuestas.

Cada pregunta tiene **una sola respuesta**. Lea detenidamente la pregunta y las posibles respuestas para elegir la más adecuada.

La respuesta seleccionada se marca con una x en su correspondiente casilla de respuestas. Si una vez marcada desea rectificarla, puede anularla tachando todo el recuadro (■).

Si necesita hacer algún cálculo o anotación puede utilizar cualquiera de las hojas de preguntas; pero si desea hacer alguna observación para que sea leída, marque con un * en la casilla y después aclare el asterisco.

- 1 ¿Qué tres elementos son siempre constituyentes de los principios inmediatos orgánicos?: a) C, H, N. b) O, H, C. c) O, H, N. d) H, O, S. e) C, H, S.
- 2 Señala lo incorrecto en relación a las propiedades del ARNt: a) Posee un peso molecular muy elevado. b) Es específico para cada aminoácido. c) Se encuentra disuelto en el protoplasma. d) Posee una estructura espacial compleja. e) Posee tres bases nitrogenadas que son complementarias de otras tres del ARNm.
- 3 Las coenzimas se caracterizan por ser: a) Desnaturalizables. b) Moléculas orgánicas. c) Macromoléculas. d) Específicas. e) Todas las características anteriores las cumplen las coenzimas.
- 4 Los grana son estructuras laminares que mayoritariamente contienen: a) Clorofila. b) Grasas. c) Enzimas respiratorias. d) ARN. e) ADN.
- 5 El componente esencial del nucléolo es: a) ADN monocatenario. b) ADN bicatenario. c) Nucleótidos. d) ARN monocatenario. e) ARN bicatenario.
- 6 El huso acromático se desarrolla en la siguiente fase mitótica: a) Profase. b) Anafase. c) Interfase. d) Telofase. e) Metafase.
- 7 A partir del proceso respiratorio aeróbico se obtiene: a) CO_2 y H_2O . b) Materia orgánica, CO_2 y H_2O . c) ATP, CO_2 y H_2O . d) ATP, materia orgánica y CO_2 . e) Compuestos orgánicos degradados.

- 8 Los constituyentes esenciales de los virus son: a) Un ácido nucleico y un capsómero. b) ADN y protefna. c) ARN y una cápsida. d) ADN y un capsómero. e) Un ácido nucleico y una cápsida.
- 9 El primer problema a resolver con el paso de la vida unicelular a la pluricelular se halla relacionado con: a) Nutrición. b) Transporte. c) Excreción. d) Relación. e) Reproducción.
- 10 El factor ambiental esencial que condiciona la necesidad de un transporte vertical ascendente en los vegetales superiores es: a) Temperatura. b) Luz. c) CO₂. d) H₂O. e) O₂.
- 11 En general, la reproducción sexual va encaminada a: a) Mantener un número similar de machos y hembras. b) Facilitar la supervivencia de los descendientes. c) Incrementar la variabilidad genética dentro de la especie. d) Controlar el número de individuos de cada especie. e) Evitar la aparición de individuos con malformaciones.
- 12 De conformidad con la primera ley de Mendel: a) La F1 está formada por razas puras. b) Todos los caracteres son independientes. c) Los gametos sólo poseen uno de los alelos posibles para un determinado carácter. d) Un gen recesivo sólo se expresa (manifiesta fenotípicamente) en homocigosis. e) Los individuos de la primera generación filial son siempre idénticos en genotipo y fenotipo.
- 13 La ecología es una ciencia biológica que estudia: a) La protección de la Naturaleza. b) La conservación de las especies. c) La disminución de la contaminación. d) El funcionamiento de la Naturaleza. e) La explotación de los ecosistemas.
- 14 ¿Cuál de los siguientes grupos biológicos incluye microorganismos: a) Algas. b) Hongos. c) Crustáceos. d) Gusanos. e) Todos los anteriores.
- 15 En relación a la teoría de la generación espontánea se puede afirmar que: a) Nunca es posible. b) Sólo puede explicar la formación de moléculas químicas, si bien complejas. c) No es posible en las actuales condiciones terrestres. d) Da origen a todos los seres vivos. e) Posibilita la aparición de las formas vivientes más simples.
- 16 Señala lo incorrecto en relación a las funciones biológicas del agua: a) Disolvente. b) Termorregulador. c) Esquelética en estado sólido. d) Medio de transporte. e) Aporta H y O.
- 17 ¿Cuál de las siguientes bases nitrogenadas no es componente habitual de los ADN?: a) Adenina. b) Guanina. c) Timina. d) Uracilo. e) Citosina.
- 18 Uno de los siguientes componentes celulares no aparece nunca en las células procarióticas: a) Membrana plasmática. b) Hialoplasma. c) Ribosomas. d) Membrana nuclear. e) Pared celular.
- 19 Las enzimas son: a) Biocatalizadores. b) Proteínas. c) Desnaturalizables. d) Específicas. e) Todas las características anteriores son propias de las enzimas.

- 20 ¿Qué orgánulo de los que se citan no posee estructura membranosa?:
a) Cloroplastos. b) Centriolos. c) Golgi. d) Retículo endoplásmico.
e) Todos los orgánulos citados poseen estructura membranosa.
- 21 En la fotosíntesis oxigénica o vegetal el agua actúa como donador de electrones, mientras que el aceptor final de electrones es el: a) CO_2
b) ATP. c) NADP. d) O_2 . e) Ninguno de los anteriores.
- 22 Señala la afirmación incorrecta en relación al proceso fermentativo: a) El rendimiento energético es inferior al de la respiración. b) La cadena respiratoria, aunque esté presente, nunca es funcional. c) Se degradan productos similares a los utilizados en la respiración. d) Siempre se acumulan compuestos orgánicos como productos finales.
- 23 Las bacterias son: a) Unicelulares sin membrana nuclear. b) Agentes productores de enfermedades. c) Pluricelulares procarióticos. d) Unicelulares eucarióticos. e) Procariotas heterótrofos.
- 24 En los vertebrados la digestión se realiza gracias a procesos: a) Mecánicos. b) Químicos. c) Enzimáticos. d) a, b y c son verdaderas. e) d es falsa.
- 25 Las neuronas no realizan una de las funciones vitales, por eso carecen de: a) Núcleo. b) Ribosomas. c) Golgi. d) Mitocondrias. e) Centriolos.
- 26 La función esencial del proceso de meiosis es: a) Mantener la constancia en el número de cromosomas de cada especie. b) Formar células reproductoras. c) Mantener números similares de sexos opuestos en las poblaciones biológicas. d) Impedir la reproducción asexual. e) Todas las respuestas anteriores son correctas.
- 27 El intercambio de genes que puede producirse durante la meiosis determina que deja de cumplirse la siguiente ley de Mendel: a) 1ª. b) 2ª. c) 3ª. d) Ninguna de las tres. e) En la meiosis no hay intercambio de genes.
- 28 ¿Cuál de los siguientes factores del medio no es de naturaleza biótica?:
a) Fotoperiodo. b) Depredación. c) Gregarismo. d) Competencia.
e) Parasitismo.
- 29 La obtención de anticuerpos por el recién nacido, a partir de la leche materna, es un ejemplo de inmunidad: a) Congénita. b) Activa. c) Pasiva. d) Artificial. e) Innata.
- 30 Una de las afirmaciones siguientes no es compatible con la teoría de Lamarek sobre la evolución: a) La mutación genera variabilidad. b) La necesidad crea el órgano. c) Órganos inútiles desaparecen. d) El fenotipo incide sobre el genotipo. e) Los caracteres adquiridos se heredan.
- 31 ¿Cuál de los siguientes términos no hace referencia a un nivel de organización de la materia viva?: a) Subcelular. b) Estructural. c) De población. d) Tisular. e) Atómico-molecular.

- 32 Al replicarse una molécula de ADN se forman dos moléculas de ADN de doble cadena, caracterizadas porque: a) Las dos moléculas se han formado de nuevo. b) Sólo una de las dos moléculas se ha formado de nuevo. c) Cada molécula tiene una cadena antigua y una nueva. d) El resultado final depende de la molécula de ADN que se ha copiado.
- 33 La vitamina D se sintetiza a partir de: a) Monosacáridos. b) Glucógeno. c) Esteroides. d) Carotenoides. e) Todos los compuestos anteriormente citados.
- 34 Orgánulos celulares responsables de procesos digestivos son: a) Amiloplastos. b) Ribosomas. c) Lisosomas. d) Mesosomas. e) Mitochondrias.
- 35 Una de las siguientes funciones no es propia de membrana plasmática: a) Estructural. b) Transporte osmótico. c) Fagocitosis. d) Permeabilidad. e) Reserva.
- 36 El término quimiosíntesis hace referencia a: a) Síntesis de compuestos químicos. b) Acción de catalizadores no enzimáticos. c) Aprovechamiento por algunos seres vivos de energía química liberada en reacciones exotérmicas. d) Reacciones bioquímicas de síntesis. e) No tiene nada que ver con los seres vivos.
- 37 Cada triplete del ARNm que codifica información para la síntesis de proteínas se denomina: a) Colon. b) Anticodón. c) Codón. d) Replicón. e) Operón.
- 38 Las cianofíceas (algas verde-azuladas) son: a) Unicelulares sin membrana nuclear. b) Pluricelulares autótrofos. c) Unicelulares eucariotas. d) Pluricelulares procariontas. e) Procariontas heterótrofos.
- 39 El único tipo de respiración que no implica conexiones entre el respiratorio y el circulatorio es la respiración: a) Branquial. b) Cutánea. c) Traqueal. d) Pulmonar. e) Siempre existen conexiones.
- 40 La coordinación hormonal presenta una de las siguientes características: a) Rapidez de respuesta. b) Persistencia (actuación durante períodos de tiempo importantes). c) Se requiere una concentración importante de hormona. d) Utiliza vías de transmisión específicas. e) Ninguna de las características anteriores es propia de la regulación hormonal.
- 41 El desarrollo embrionario es un proceso que tiene lugar en todos los: a) Animales. b) Seres vivos celulares. c) Vegetales. d) Seres vivos pluricelulares. e) Animales y vegetales.
- 42 La hemofilia es un carácter ligado al sexo. Si una mujer normal, cuyo padre era hemofílico, se casa con un varón normal, ¿qué proporción de los descendientes tendrá el gen para la hemofilia?: a) 25 %. b) 50 %. c) Todas las hijas. d) Todos los hijos varones. e) 25 % de las hijas y 50 % de los hijos varones.

- 43 Si se incrementa el número de niveles tróficos en un ecosistema, siempre podremos afirmar que: a) Aumenta su diversidad. b) Disminuye su producción primaria. c) Aumenta el número de individuos. d) Disminuye el rendimiento neto del ecosistema. e) Ninguna de las anteriores es universal.
- 44 Las respuestas de conducta animal se hallan esencialmente dirigidas a: a) La supervivencia. b) La alimentación. b) El desarrollo del individuo. d) La integración. e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 45 La existencia de mamíferos marsupiales en Australia y América del Sur puede ser considerada como una prueba evolutiva de tipo: a) Biogeográfico. b) Anatómico. c) Morfológico. d) Embriológico. e) Paleontológico.
- 46 El enlace peptídico se establece entre: a) Dos aminoácidos contiguos. b) Las moléculas de pectina. c) Dos polipéptidos. d) Dos glúcidos. e) Un aminoácido y un alcohol.

Universidad de Palma de Mallorca. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
a		x		x																			x
b	x		x						x*	x				x							x		
c							x				x				x	x						x	
d					x								x					x	x				x
e						x		x				x								x			

	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
a					x		x								x					x	x*	x	x	x
b			x*					x										x*						
c				x*		x				x	x		x	x		x								
d	x								x											x*				
e		x*										x												

x *: Véanse observaciones.

Observaciones

9. Las células en los organismos pluricelulares, no pueden realizar intercambios directamente con el exterior. Precisan, por tanto, para que los nutrientes lleguen a todas las células, un sistema de transporte interno.
25. La ausencia de centriolos impide que las neuronas puedan dividirse y, por lo tanto, reemplazar las que mueren.
26. El objeto de la meiosis es formar células reproductoras (gametos o meiosporas) con la mitad del número de cromosomas que las células maternas. El fin último de la meiosis es evitar la duplicación cromosómica (en las especies con reproducción sexual) consecuencia de la fusión de los gametos. Puede considerarse que, en última instancia, la meiosis es necesaria para mantener la constancia en el número de cromosomas de las especies con reproducción sexual.
27. La existencia de genes ligados (localizados sobre el mismo cromosoma) es la causa de que no se cumpla la 3ª de ley de Mendel. Precisamente, la recombinación genética, que tiene lugar en la meiosis, permite que los genes ligados puedan transmitirse por separado, aunque no con la total independencia enunciada por la 3ª ley.
40. En comparación con la duración del impulso nervioso, la persistencia de la acción hormonal es mucho mayor.
41. La mitad de las hijas (es decir, el 25 % de la descendencia) serán portadoras de la hemofilia.
43. Según Odum, "una diversidad más alta significa cadenas de alimentos más largas", es decir, mayor número de niveles tróficos dentro de los consumidores.

18

ACLARACIONES PREVIAS

Responda a dos de las cuatro cuestiones propuestas.

- 1 Concepto de monosacárido, péptido, proteína y enzima. Principales factores que afectan a la actividad enzimática.
- 2 ¿Qué es un cromosoma? ¿Tanto las células vegetales como las animales contienen cromosomas? ¿Todas las células humanas poseen el mismo número de cromosomas? Razone las respuestas. Descripción del cromosoma metafásico.
- 3 Concepto de reproducción asexual y sexual. ¿En cuál de ellas no se producen intercambios genéticos? Razone la respuesta. ¿En el caso de los metazoos, qué es un espermatozoide? Describalo. ¿Qué células (s) de las angiospermas se comportan como gameto (s) masculino (s) y femenino (s)? Describalas.
- 4 De las siguientes propuestas, ¿cuál es verdadera?, ¿cuál es falsa? Razone las respuestas.
 - a) Las células animales respiran, las células vegetales no respiran y llevan a cabo la fotosíntesis.
 - b) El hierro es imprescindible para los metazoos y el magnesio para las angiospermas.
 - c) En la cadena respiratoria se consume energía y anhídrido carbónico.

Universidad de Salamanca. Selectividad, 1990

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

- Clasificación y función de los azúcares.
- Composición y estructura de las proteínas
- Naturaleza y función de las enzimas.
- Factores que afectan a la actividad enzimática.

Resolviendo la cuestión

Para definir a una biomolécula debes incluir en tu respuesta los siguientes aspectos: composición química, características generales (alguna propiedad significativa) y funciones que desempeñan.

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 $C_n H_{2n} O_n$. Según el tipo, pueden tener entre tres y siete átomos de carbono en la molécula. La presencia del grupo carbonílico (aldehído o cetona) les confiere carácter reductor. Algunos representantes de importancia biológica son: la glucosa ($C_6 H_{12} O_6$), que es la fuente de energía más utilizada por las células; la ribosa ($C_5 H_{10} O_5$), componente de los ácidos nucleicos; el gliceraldehído ($C_3 H_6 O_3$), metabolito en importantes rutas metabólicas, etc.

Péptidos: Son polímeros de moléculas de α -aminoácidos, es decir, cadenas de aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos (de ahí procede el nombre que reciben). Éstos se establecen entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino 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 60. Se obtienen por hidrólisis de proteínas.

Proteínas: Son macromoléculas constituidas por una o más cadenas polipeptídicas, algunas pueden poseer, además, otros componentes no aminoácidos. Presentan un elevado peso molecular y desempeñan, específicamente, multitud de funciones (estructurales, defensivas, reguladoras, de transporte, etc.). La función de una proteína 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.

Enzimas: Son proteínas, dentro de éstas constituyen la clase más extensa y especializada. Su función es la de catalizar reacciones químicas del metabolismo celular. Posibilitan y aceleran las reacciones uniéndose al sustrato específico sobre el que actúan, y así, disminuyen su energía de activación. Intervienen en concentraciones muy bajas y no sufren alteraciones en el transcurso de la reacción. Pueden estar formadas exclusivamente por cadenas polipeptídicas o contener, además, otro compuesto de naturaleza no proteica, denominado cofactor.

Los principales factores que afectan a la actividad enzimática son:

Temperatura: Las reacciones controladas enzimáticamente tienen lugar dentro de un intervalo óptimo de temperaturas, fuera del cual o no suceden, o lo hacen lentamente. Temperaturas inferiores a las óptimas significa que enzima y sustrato carecen de la energía cinética necesaria para encontrarse y unirse. Por el contrario, temperaturas elevadas hacen que la enzima se desnaturalice, es decir, pierda su estructura al romperse los enlaces débiles que la mantienen y por tanto, no pueda reconocer y unirse al sustrato para ejercer su acción.

pH: Las reacciones metabólicas suceden, asimismo, dentro de un intervalo óptimo de pH. Piensa que el pH del medio es el responsable de que los grupos funcionales de los radicales aminoácidos de las enzimas (que son los que les confieren sus características y modo de actuación) estén cargados positiva, negativamente o con carga neutra. Las variaciones del pH provocan cambios en la carga de los radicales ionizados de las enzimas, así se generan fuerzas electrostáticas (de atracción o repulsión) diferentes que modifican la configuración de la enzima afectando a su actividad.

Cofactores: Son sustancias cuya presencia es necesaria o potencia la actividad de ciertas enzimas. Puede tratarse de cationes metálicos como el magnesio, cinc, cobre o hierro.

Cuando el cofactor es de naturaleza orgánica se denomina coenzima (como el ATP o el NAD).

Inhibidores: Son sustancias cuya presencia anula o disminuye la actividad enzimática. Los inhibidores naturales (muchas veces son los mismos productos de la reacción) forman parte de un mecanismo de control de las reacciones metabólicas que tiene por objeto detener la actividad enzimática cuando ésta ya no es necesaria. La inhibición puede ser:

- Irreversible. El inhibidor se une covalentemente y por tanto, de forma irreversible, al centro activo de la enzima, inutilizándolo. Son los “venenos enzimáticos”.
- Reversible. No se inutiliza el centro activo, impidiéndose únicamente su normal funcionamiento. Puede ser:
 - competitiva. El inhibidor se asemeja al sustrato y se une al centro activo de la enzima. Por lo tanto compite con el sustrato.
 - no competitiva. El inhibidor se une a la enzima por un lugar distinto a su centro activo. Esta unión provoca cambios en la enzima que impiden el acceso del sustrato al centro activo.
- Alostérico. Existen enzimas capaces de adoptar al menos dos conformaciones diferentes y estables: una activa y otra inactiva, denominadas formas R y T. El paso de una a otra está inducido por la presencia de compuestos denominados ligandos o efectores que se unen a unos centros reguladores de la enzima distintos al centro activo. El elemento regulador puede ser estimulante (activador alostérico) o in-

hibidor (inhibidor alostérico). Estas enzimas se denominan alostéricas y desempeñan un papel fundamental en la regulación de los procesos metabólicos celulares.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Se trata de una serie de cuestiones referidas a los cromosomas y dotación cromosómica del núcleo celular.

Conceptos que debes recordar

- Cromosomas.
- Dotación cromosómica.
- Objeto de la mitosis y meiosis.

Resolviendo la cuestión

Los **cromosomas** son unas estructuras que se hacen patentes en el núcleo celular cuando éste entra en división (mitosis o meiosis). Es entonces cuando la cromatina, antes dispersa, se condensa para dar lugar a los cromosomas. Están constituidos por ADN asociado a proteínas de carácter básico (histonas), y cierta cantidad de proteínas ácidas (no histónicas); también contienen ARN entre un 0,15 % y un 10 % del total del cromosoma. Son los portadores de la información genética (los genes) responsables de su transmisión hereditaria.

Tanto las **células vegetales** como las **animales** poseen cromosomas patentes en el momento de su división. Los procesos mitóticos y meióticos son muy parecidos en ambos tipos de células si exceptuamos la ausencia de centriolos en el huso acromático en la célula vegetal.

Todas las células **humanas** poseen **igual** dotación cromosómica, ya que son descendientes por divisiones mitóticas de una única primitiva célula huevo (recuerda que en la mitosis se mantiene el número de cromosomas en los núcleos hijos). Aunque si consideramos también a las **células gaméticas** (óvulos y espermatozoides), éstas sólo poseen la **mitad** de la dotación cromosómica, es decir son haploides, ya que se forman por meiosis a partir de células maternas diploides (recuerda que en la meiosis se reduce a la mitad el número de cromosomas en los núcleos hijos).

Al microscopio óptico el **cromosoma metafásico** tiene forma de bastoncito formado por dos filamentos unidos por un punto denominado centrómero y que delimita los brazos del cromosoma. Estos dos filamentos reciben el nombre de cromátidas hermanas, son exactamente iguales y son el resultado de la réplica del ADN durante la interfase. Además del centrómero (constricción primaria), los cromosomas pueden presentar otras constricciones. El tamaño del cromosoma, posición y número de constricciones sirven para caracterizar los cromosomas de un individuo.

En ciertos momentos puede apreciarse que cada cromátida está constituida por un filamento enrollado en espiral, el cromonema. A su vez, el cromonema puede sufrir enrollamientos localizados que dan lugar a los cromómeros. La disposición de éstos a lo largo del cromonema es constante para cada especie.

Al microscopio electrónico se observa una complicada maraña de fibras de 10 nm de grosor o más. El esqueleto del cromosoma estaría constituido por la molécula de ADN rodeando octámeros de histonas formando estructuras denominadas nucleosomas, a su vez, unidas por ADN ligador a modo de un "collar de perlas". Otra histona (la H1) se asocia por fuera, formando la fibra de cromatina unidad. La hipótesis del solenoide propone que esta fibra unidad sufre a su vez espiralizaciones sucesivas hasta hacerse de un grosor visible al microscopio óptico. Según una nueva hipótesis, la fibra de cromatina unidad podría adherirse, formando bucles, a un eje proteico no histónico.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión hace referencia a los procesos de reproducción, tipos y modelo reproductor sexual en los animales y vegetales superiores.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de reproducción.
- Tipos de reproducción.
- Concepto y tipos de gametos.
- Ciclo biológico de los vegetales superiores (angiospermas).

Resolviendo la cuestión

Concepto de reproducción asexual y sexual.

La reproducción es un proceso que tiene por objeto formar nuevos individuos semejantes a los progenitores para, de este modo, perpetuar la vida y la especie a través de los descendientes.

Básicamente existen dos tipos de reproducción, sexual y asexual:

La reproducción **asexual** es aquella en la que sólo participa un progenitor, el cual, mediante distintos mecanismos, da lugar a descendientes que son copias genéticas de él mismo.

En la reproducción **sexual** participan dos organismos, quienes, mediante la formación de células gaméticas y su posterior fusión, dan lugar a una primera célula-huevo de la que se desarrollará un nuevo individuo con caracteres de ambos progenitores.

Intercambios genéticos en la reproducción.

Como se deduce de lo expuesto en la reproducción asexual, no hay intercambios genéticos, ya que sólo interviene un progenitor. Este intercambio genético o mezcla de caracteres en los descendientes es precisamente el objeto de la reproducción sexual, y funciona como un mecanismo de supervivencia para la especie al aumentar la variabilidad genética de la población que permitirá seleccionar, de entre los distintos individuos, aquellos que mejor se adapten ante las cambiantes exigencias del medio.

Concepto de espermatozoide en los metazoos.

Los **espermatozoides** en los metazoos son las células gaméticas masculinas, vehículos portadores de la información genética del progenitor masculino hasta el óvulo, para formar, mediante la fecundación y fusión de sus núcleos, la célula-huevo o cigoto.

Gametos en las angiospermas.

En las **angiospermas** se considera como gameto femenino el núcleo de la oosfera situado en el saco embrionario del óvulo. El gameto masculino será uno de los dos núcleos espermáticos que se forman en el interior del grano de polen. En las angiospermas se da el fenómeno de la doble fecundación: un núcleo espermático se fusiona con el núcleo de la oosfera para formar el cigoto que formará el embrión de la semilla; el otro núcleo espermático se fusionará con los dos núcleos polares del saco embrionario para formar un tejido nutritivo triploide origen del albumen que rodea al embrión de la semilla.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de afirmaciones que hacen referencia al metabolismo celular (fotosíntesis y respiración, propuestas a y b, respectivamente), y composición química de los seres vivos (propuesta b).

Conceptos que debes recordar

- Concepto de respiración celular y fotosíntesis
- La cadena de transporte de electrones en la mitocondria (cadena respiratoria).
- Composición de pigmentos respiratorios y fotosintéticos: hemoglobina y clorofila.

Resolviendo la cuestión

Propuesta a. La proposición es falsa.

Ya comentamos con anterioridad una cuestión parecida a ésta (solución a la prueba 16, tema C, cuestión 3), y recordarás que se planteaba como un error muy grave pensar que las células vegetales carecen de mitocondrias y no hacen la respiración celular. La respiración y la fotosíntesis son funciones totalmente diferentes pero no excluyentes.

Mediante la fotosíntesis, las células vegetales, autótrofas, fabrican su propia materia orgánica (alimento) a partir de los nutrientes inorgánicos que incorporan. La energía necesaria en este proceso constructor (anabolismo) procede de la luz solar captada por la clorofila. Las células animales, heterótrofas, deben incorporar su alimento en forma de materia orgánica, no pueden fabricarlo a partir de materia inorgánica.

Ambos tipos de células, animales y vegetales, una vez provistas de materia orgánica (ya hemos visto que el camino para conseguirla difiere en uno y otro caso), deben oxidarla para extraer la energía que contiene y utilizarla para llevar a cabo sus procesos vitales. El proceso de degradación oxidativa de la materia orgánica y su transformación en inorgánica, recibe el nombre de respiración celular (proceso catabólico) y como ves no es exclusivo de ningún tipo celular.

Propuesta *b*. La propuesta es verdadera.

El hierro forma parte del grupo hemo de la hemoglobina y mioglobina, encargadas del transporte de oxígeno. Además, se encuentra en los citocromos que participan en las cadenas de transporte de electrones donde se sintetiza ATP. Por tanto, es imprescindible para los metazoos.

El magnesio forma parte de la molécula de clorofila, indispensable para la realización de la fotosíntesis en las plantas angiospermas.

Atención. También puedes pensar que el hierro es imprescindible para las plantas, ya que, por ejemplo, interviene en la biosíntesis de la clorofila y los citocromos. Y, de la misma manera, el magnesio es necesario para los animales, ya que, entre otras funciones, es cofactor de enzimas que intervienen en la duplicación del ADN y en la síntesis de proteínas.

Propuesta *c*. Esta proposición es falsa.

En la cadena de transporte de electrones no se consume energía, sino que se libera (en forma de ATP) y además no se consume anhídrido carbónico, lo que se consume es oxígeno, produciendo agua. En esta última fase de la respiración mitocondrial u oxidativa, las coenzimas reducidas obtenidas de la oxidación de la materia orgánica en los procesos anteriores (glicólisis, β -oxidación, ciclo de Krebs, etc.) van cediendo sus electrones a través de una cadena de transportadores hasta que, por último, son recogidos por el oxígeno, que así se reduce a agua. En el paso de los electrones de un transportador a otro se libera energía que es utilizada para bombear protones desde la matriz al espacio intermembrana. Cuando los protones acumulados vuelven a la matriz a través de una proteína de membrana, llamada ATP-sintetasa, la energía liberada es utilizada para producir ATP.

Atención. Es un error pensar que el oxígeno gastado en la respiración es el mismo que luego aparece en forma de anhídrido carbónico, producto de la respiración. El CO_2 procede de la oxidación de la materia orgánica en fases anteriores. El oxígeno es utilizado para aceptar los electrones al final de la cadena respiratoria y aparece todo él en forma de agua.

19

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrollar las siete cuestiones de una de las dos opciones.

Opción A

- 1 **Enzimas.** Naturaleza química y función biológica. Mecanismo de acción enzimática. Factores que regulan la actividad enzimática.
- 2 En los cloroplastos y en las mitocondrias se produce ATP: ¿Cuál es el destino de dicho ATP en uno y otro caso?
- 3 Indica las diferencias entre la mitosis y la meiosis en relación:
 - a) Al tipo de células de un organismo que realiza cada uno de estos dos procesos.
 - b) Al número y características de los cromosomas de las células hijas, formadas en cada caso, respecto a las de la célula madre.
- 4 Indica los componentes básicos de un virus. ¿Por qué los virus necesitan invadir una célula viva para multiplicarse?
- 5 ¿A qué se denomina sucesión ecológica? ¿Qué tipo de sucesión ecológica se representa en la figura 1? Justifica la respuesta.
- 6 La figura 2 representa un fragmento de una molécula de interés biológico. ¿De qué tipo de molécula se trata? Razona la respuesta.
- 7 ¿A partir de qué orgánulo celular se forman los dictiosomas del aparato de Golgi? Indica una de las funciones del aparato de Golgi que esté directamente relacionada con dicho orgánulo celular.

Opción B

- 1 **La mutación.** Concepto de mutación. Diferencias entre mutaciones genéticas y alteraciones cromosómicas. Significación biológica de la mutación.
- 2 ¿A qué tipo de principios inmediatos corresponde la glucosa? Cita un polímero de interés biológico para las células animales que esté constituido por glucosa e indica la función que desempeña.

- ¿Qué tienen en común y en qué se diferencian la difusión simple y la difusión facilitada de solutos a través de la membrana plasmática? ¿Qué tipo de sustancias deben cruzar la membrana por difusión facilitada y por qué?
- ¿Por qué los animales superiores necesitan sistemas de coordinación?
- El albinismo es un defecto de pigmentación controlado por un gen recesivo. ¿Cuál es la probabilidad de que dos padres albinos tengan un descendiente normalmente pigmentado? Razona la respuesta.
- Considera el ciclo de Krebs representado en la figura 3 e indica:
 - El origen del acetyl-coenzima A que entra en el ciclo.
 - Qué consigue la célula con este proceso y con qué fin.
- ¿Qué quiere decir que un individuo está inmunizado contra la viruela? ¿Cómo pudo haber adquirido dicha inmunidad? Razona la respuesta.

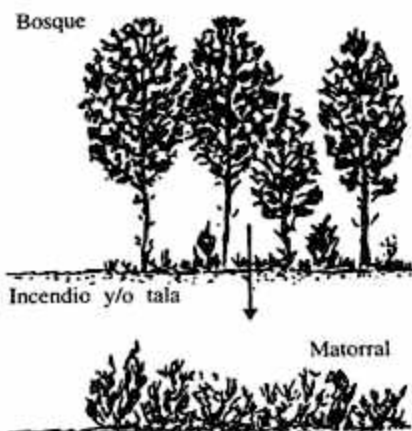


Figura 1

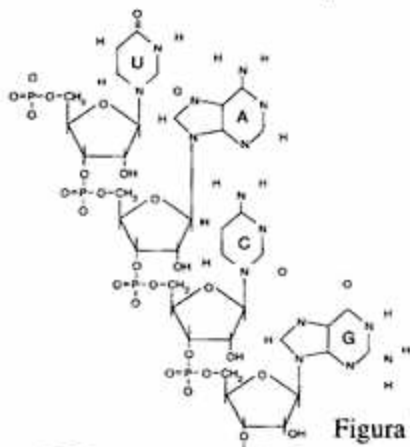


Figura 2

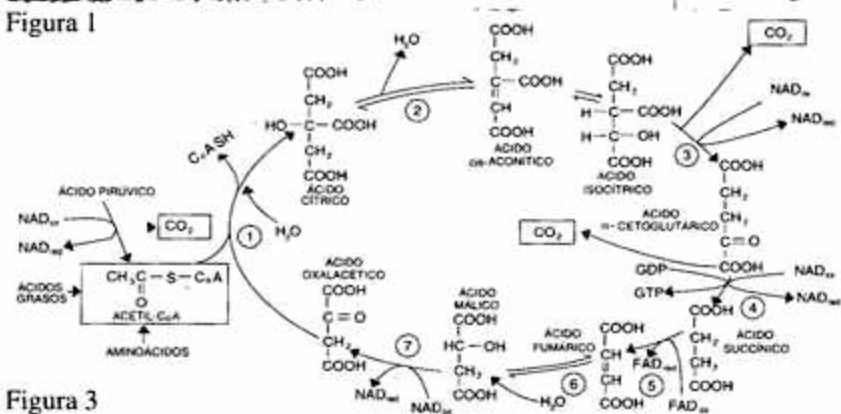


Figura 3

Universidad de Santiago de Compostela. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Cuestión 1

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Naturaleza química y función biológica.
2. Mecanismo de acción enzimática.
3. Factores que regulan la actividad enzimática.

Desarrollo del tema.

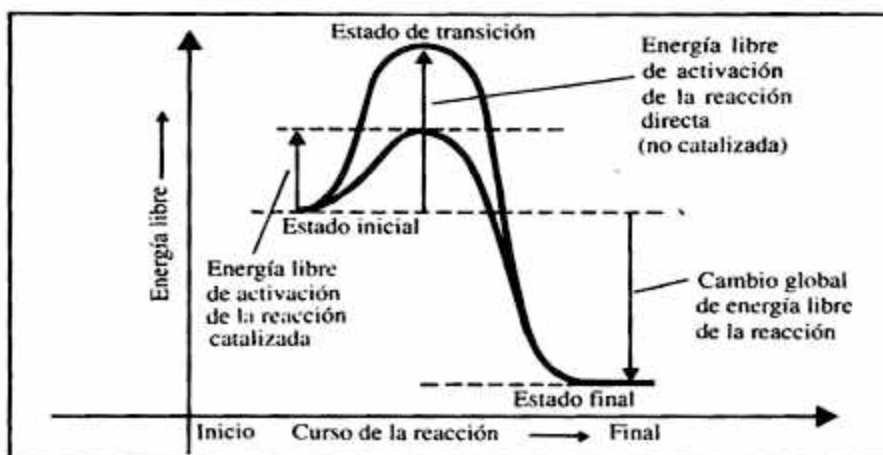
1. Naturaleza química y función biológica.

Debes indicar que constituyen la clase más extensa y especializada de proteínas y que catalizan las reacciones químicas en los seres vivos. Posibilitan que reacciones que transcurren a velocidades muy bajas, puedan desarrollarse a mayor velocidad a las temperaturas habituales de los seres vivos. Recuerda que intervienen en estas reacciones en concentraciones muy bajas, 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, puedes 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, cinc, hierro... o una molécula compleja. En este caso, si el cofactor se halla unido covalentemente a la proteína, se le denomina grupo prostético; si está unido mediante interacciones no covalentes, recibe el nombre de coenzima. En cualquier caso, a la parte proteica se le denomina apoenzima.
2. Mecanismo de acción enzimática.

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

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

Este último modelo te facilitará hablar de los diferentes tipos de aminoácidos existentes en la enzima: los de unión, que facilitan la formación del complejo enzima-sustrato; los que mantienen la estructura tridimensional de la enzima; y los catalíticos, que intervienen de manera directa en la transformación del sustrato.

La gran eficacia de la acción enzimática se manifiesta en la elevada velocidad de reacción que se consigue incluso a concentraciones enzimáticas bajas, veamos:

Después de la fijación se consiguen elevadas velocidades en la reacción química. Este hecho es debido a que las cadenas laterales de los aminoácidos del centro activo crean las condiciones físico-químicas necesarias para la transformación del sustrato en producto. Éstas son:

- a) la correcta posición en que la enzima coloca al sustrato,
- b) el aumento de concentración de las moléculas de sustrato en el centro catalítico, y
- c) la inducción de cambios energéticos que ayudan al sustrato a alcanzar el estado de transición.

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

3. Factores que regulan la actividad enzimática.

Los principales factores que afectan a la actividad enzimática son: temperatura, pH, cofactores, inhibidores y alosterismo. Debes tratar cada uno de estos puntos, indicando las razones por las que se produce esa alteración y si la misma aumenta o disminuye la actividad de las enzimas.

En la solución de la prueba 18, cuestión 1, (subapartado final), te proponemos una respuesta ampliada respecto a este punto.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa dentro de la función de mitocondrias y cloroplastos.

Conceptos que debes recordar

- Cadena de transporte electrónico en mitocondrias y cloroplastos.
- Fase oscura de la fotosíntesis.

Resolviendo la cuestión

Tanto en la última fase de la respiración oxidativa como en la fase luminosa de la fotosíntesis se produce síntesis de ATP asociada al transporte de electrones. En ambos casos interviene una proteína llamada ATP-sintetasa y el proceso, similar en ambos casos, ha sido estudiado por Mitchell, quien lo explicó según su "hipótesis quimiosmótica".

El ATP sintetizado sigue un camino diferente en la célula según su origen.

El que se fabrica en la respiración mitocondrial es utilizado para lo que podemos llamar las funciones vitales de la célula: transporte activo, movimientos celulares... y puede ser utilizado en el anabolismo heterótrofo cuando la célula necesita fabricar moléculas orgánicas complejas a partir de otras más sencillas.

El destino del ATP fabricado en el cloroplasto durante la fase luminosa es servir como fuente de energía en la segunda fase de la fotosíntesis, en el llamado ciclo de Calvin-Benson. En este ciclo, el ATP y las coenzimas reducidas obtenidas en la fase luminosa son utilizados para transformar la materia inorgánica (anhídrido carbónico, agua y sales minerales) en materia orgánica, más reducida.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Nos están pidiendo que comparemos los dos modelos de división del núcleo celular, mitosis y meiosis. En este caso nos preguntan por dos aspectos concretos de los procesos.

Conceptos que debes recordar

— Objeto de la mitosis y meiosis.

Resolviendo la cuestión

Recuerda: la mitosis la realizan las células para formar núcleos hijos con el mismo número de cromosomas que poseía el núcleo materno. La meiosis tiene lugar para reducir a la mitad la dotación cromosómica de los núcleos hijos. Así pues, veamos:

- a) Respecto al tipo de células de un organismo que realizan uno u otro proceso:
 - La **mitosis** se realiza en la reproducción celular para producir células idénticas a las progenitoras. La realizan, pues, las denominadas células somáticas (las que constituyen o van a constituir parte de ese organismo).
 - La **meiosis** se realiza en algún momento del ciclo biológico en aquellas especies que se reproducen sexualmente a fin de evitar la duplicación cromosómica consecuencia de la fusión de los gametos. La realizan, pues, las células germinales (aquellas que forman gérmenes reproductores), es decir, las células diploides madres de los gametos en los animales, y las células diploides madres de las meiosporas haploides en los vegetales.
- b) Respecto al número y características de los cromosomas de las células hijas:

- En la **división mitótica** se forman dos células hijas ambas con el mismo número y los mismos cromosomas que poseía la célula materna.
- En la **división meiótica** se forman cuatro células hijas con la mitad de los cromosomas de la célula materna. Cada célula hija posee una dotación completa de las dos dotaciones cromosómicas que poseía la célula materna.

En la solución de la prueba 5, opción A, cuestión 3, se comentan otros aspectos diferenciales entre mitosis y meiosis. En la solución de la prueba 10, cuestión 2, hallarás un esquema comparativo de ambos procesos.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Localizarás los componentes de los virus y su acción en la parte correspondiente del nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Componentes de los virus.
- Fisiología de los virus.

Resolviendo la cuestión

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

Con los componentes básicos del virus que acabamos de citar, queda claro que, aunque poseen información genética (ADN o ARN), carecen de la maquinaria necesaria para llevar a cabo las funciones programadas en su ácido nucleico. Por ello, son incapaces de realizar las funciones típicas de todo ser vivo, es decir: nutrirse, relacionarse y reproducirse, careciendo, como es lógico, de metabolismo. Sólo podrán poner de manifiesto la información que poseen si utilizan la maquinaria de una célula; por eso son parásitos celulares obligados. Una vez invadida la célula e inutilizado el ADN de ésta, los orgánulos celulares traducen la información aportada por el virus y fabrican réplicas de éste. Así el virus se reproduce e invade nuevas células.

Cuestión 5

Situando la cuestión

La cuestión se encuadra dentro de la dinámica de los ecosistemas.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de sucesión ecológica.
- Regresión o degradación de un ecosistema.

Resolviendo la cuestión

Se conoce como "sucesión" en un ecosistema a los cambios que en él se producen a lo largo del tiempo en lo que se refiere a la comunidad de organismos que lo componen. Estos cambios son consecuencia de las variaciones que se producen en el ambiente y que son provocadas, en gran medida, por la propia actividad de los organismos. La sucesión se puede considerar como un proceso de autoorganización o de maduración. Se considera "clímax" a la etapa final de una sucesión en la que se alcanza el equilibrio entre los componentes de la comunidad y entre éstos y el medio ambiente.

En la figura 1 de este tema hay representado un proceso opuesto al de la sucesión, la regresión o degradación. Este proceso no se puede considerar una sucesión invertida, en la que un estado depende del anterior, sino una destrucción irregular o al azar y a veces catastrófica de los componentes del ecosistema. En el caso aquí representado la destrucción ha sido debida, posiblemente, al fuego o a una tala.

Cuando un ecosistema es destruido se inicia una nueva sucesión (sucesión secundaria), si el tiempo y las condiciones lo permiten, originará de nuevo la comunidad clímax. Pero es muy frecuente que estos incendios o talas, al arrasar la cubierta protectora vegetal, favorezcan la destrucción del suelo que se erosiona y empobrece. En estas condiciones pocas especies podrán sobrevivir, solamente algunas especies "oportunistas" características de las etapas de degradación de un ecosistema y que son mucho más vulnerables frente a los incendios que el bosque originario.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Puedes localizar este tipo de biomoléculas entre los ácidos nucleicos.

Conceptos que debes recordar

- Composición y estructura de los ácidos nucleicos.

Resolviendo la cuestión

El fragmento de molécula representa a un ácido ribonucleico o ARN.

Recuerda que el ARN está formado por la unión de ribonucleótidos de adenina, guanina, citosina y uracilo, mediante enlaces fosfodiéster, tal y como aparece en la figura 2.

La presencia de la base nitrogenada uracilo excluye que se trate de ADN, porque, aunque también sea un polinucleótido, en su composición figura la timina en vez de uracilo. Además, el azúcar implicado es la β -D-ribosa (que forma parte del ARN) que se diferencia de la desoxirribosa del ADN por la presencia en el carbono 2 de un grupo -OH (en la desoxirribosa aparece en ese carbono un átomo de hidrógeno). En tercer lugar, la estructura monocatenaria es típica de los ARN, recuerda que el ADN posee una estructura bicatenaria dispuesta en doble hélice.

Cuestión 7

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa dentro de la estructura y fisiología celular.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y función del aparato de Golgi.
- Funciones del retículo endoplasmático.

Resolviendo la cuestión

El aparato de Golgi está formado por pilas de sacos de aspecto discoidal rodeados de vesículas. Estas pilas de sacos reciben el nombre de dictiosomas. El aparato de Golgi tiene dos caras distintas, la cara "cis" o de formación y la cara "trans" o de maduración. La cara de formación se encuentra cercana a las membranas del retículo endoplasmático y contiene gran cantidad de vesículas de Golgi o de transición que se forman a partir estas membranas.

Estas vesículas de transición encierran en su interior el contenido de las cavidades del retículo, fundamentalmente proteínas, que se han fabricado en los polisomas del retículo endoplasmático rugoso y cuyo destino es la secreción. Estas proteínas, durante su traslado de la cara "cis" a la cara "trans" del aparato de Golgi, experimentarán cambios, sobre todo adición de oligosacáridos (glicosilaciones). Una vez incorporadas a las vesículas secretoras, serán vertidas al exterior de la célula o incorporadas a otros orgánulos, como por ejemplo los lisosomas. Así pues, el empaquetamiento de los productos de secreción, función llevada a cabo por el aparato de Golgi, guarda estrecha relación con el retículo endoplasmático en el que se fabrican gran parte de los productos que posteriormente serán secretados.

Atención. No confundas los conceptos de “excreción” y “secreción”. La excreción se refiere a la expulsión de sustancias de desecho al exterior, que no son utilizadas de nuevo por ese organismo, y la secreción supone un vertido al interior del propio organismo (a la sangre) y podrán ser utilizadas de nuevo por el propio organismo.

Opción B

Cuestión 1

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba 10, cuestión 3.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión se refiere a un tipo de moléculas pertenecientes a los glúcidos o azúcares.

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de los azúcares.
- Funciones de algunos polisacáridos.

Resolviendo la cuestión

La glucosa es un azúcar o hidrato de carbono, monosacárido (aldohexosa), y que por lo tanto no puede hidrolizarse.

Los polímeros de los monosacáridos se denominan polisacáridos. Un polisacárido constituido por glucosa en las células animales es el glucógeno.

El glucógeno es un polímero de moléculas de α -D-glucosa de hasta treinta mil unidades. Se localiza principalmente en las células del hígado y en el tejido muscular. Constituye la principal reserva de glucosa de nuestro cuerpo, en la que se convierte tras hidrolizarse, cuando nuestras necesidades energéticas así lo requieren. El principal sustrato respiratorio de las células de nuestro organismo es la glucosa; éstas lo toman de la sangre, donde se halla en concentración constante del 1 por 1 000. El hígado es el encargado de mantener constante esta concentración almacenando glucosa en forma de glucógeno tras la digestión y liberándola conforme disminuye en la sangre.

Cuestión 3

Situando la cuestión

La cuestión se sitúa dentro del transporte de sustancias a través de la membrana plasmática.

Conceptos que debes recordar

- Permeabilidad selectiva de la membrana.
- Transporte pasivo. Diferencias entre difusión simple y difusión facilitada.

Resolviendo la cuestión

Las moléculas utilizan diversos mecanismos para atravesar la membrana plasmática. Pueden agruparse en dos tipos diferentes de transporte: transporte pasivo y transporte activo. Tanto la difusión simple como la facilitada son modalidades de transporte pasivo. Este último tipo de transporte se caracteriza por:

- No supone consumo de energía por parte de la célula.
- Las moléculas se desplazan a favor de un gradiente (gradiente de concentración, eléctrico o electroquímico).

Las sustancias de tamaño pequeño y de naturaleza apolar, que se disuelven en la bicapa lipídica, la atraviesan por difusión simple.

La difusión facilitada es el mecanismo mediante el cual atraviesan la membrana las sustancias que poseen carácter polar (aminoácidos, azúcares, nucleótidos, iones...). Éstas son repelidas por la bicapa lipídica y tienen dificultad para atravesar la membrana, aun circulando a favor de un gradiente. En este caso, el transporte requiere la presencia en la membrana de proteínas transportadoras (llamadas permeasas) que se unen de manera específica a la molécula que se transporta (ligando). Esta unión produce un cambio en la conformación de la proteína que facilita el transporte.

Atención. Recuerda que las sustancias polares son hidrófilas, es decir, que tienen afinidad por el agua, pero a la vez son lipóforas, lo que significa que son repelidas por las sustancias grasas.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Se trata de una cuestión de fisiología referente al nivel orgánico y concretamente, a los sistemas de coordinación funcional en los organismos.

Conceptos que debes recordar

- Tipos y características de los mecanismos de coordinación funcional en los organismos: coordinación hormonal y coordinación nerviosa.

Resolviendo la cuestión

Los organismos pluricelulares precisan de sistemas que coordinen las actividades vitales de sus células. Al aumentar la complejidad del organismo y la especialización de sus órganos, aumentan la precisión y la eficacia requerida a los sistemas de coordinación de sus funciones.

Los organismos inferiores y los vegetales 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.

Los animales, organismos heterótrofos, precisan además realizar movimientos o desplazamientos para capturar el alimento orgánico, mucho más escaso en el medio que los nutrientes inorgánicos de las plantas. Por ello, además del hormonal, han desarrollado un mecanismo de coordinación más rápido y eficaz, la coordinación nerviosa, que utiliza impulsos nerviosos más rápidos y específicos que los mensajes químicos.

Cuestión 5

Situando la cuestión

Se trata de un problema genético de herencia de caracteres recesivos.

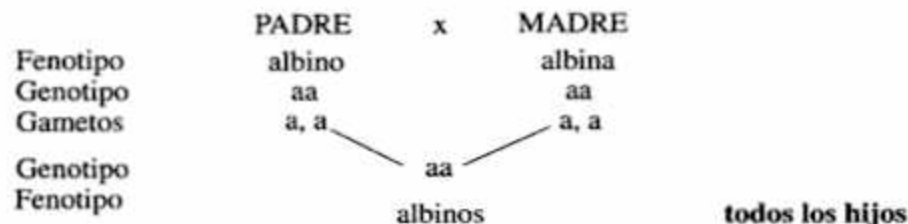
Conceptos que debes recordar

— Leyes de Mendel.

Resolviendo la cuestión

Al ser provocado el albinismo por un gen recesivo (a), los padres albinos son necesariamente homocigóticos recesivos (aa), es decir, no poseen el gen normal de la pigmentación.

Por tanto, no existe ninguna posibilidad de que el hijo de dos padres albinos posea una pigmentación normal, puesto que los gametos de ambos progenitores llevarán sólo el gen recesivo y así lo transmitirán a su descendencia.



Atención. La única posibilidad de que nazca un hijo o hija no albino reside en la aparición de una mutación que afecte a las células reproductoras de uno de los progenitores y dé lugar a la aparición de un gen dominante (A) de pigmentación, caso bastante improbable aunque no imposible.

Cuestión 6

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión en el catabolismo aerobio que tiene lugar en la mitocondria.

Conceptos que debes recordar

- Fases de la respiración oxidativa.
- Importancia biológica de la respiración.

Resolviendo la cuestión

El ciclo de Krebs constituye una etapa de la respiración oxidativa y tiene lugar en la matriz de las mitocondrias.

Como se puede ver en la figura 3, en cada vuelta al ciclo se incorpora una molécula de acetil-coenzima A y salen de él:

- dos moléculas de dióxido de carbono,
 - cuatro moléculas de coenzimas reducidas (3 NADH⁺ y 1 FADH₂),
 - una molécula de GTP (equivalente a un ATP).
- a) El acetil-coA que se incorpora al ciclo procede de la degradación de los principios inmediatos, por ejemplo:
- de los ácidos grasos mediante la β -oxidación,
 - de los azúcares, cuya degradación empieza en el hialoplasma y da origen al ácido pirúvico (mediante la glicolisis) que se incorpora a la matriz mitocondrial tras transformarse en acetil-coA (mediante una descarboxilación oxidativa),
 - de algunos aminoácidos y de la glicerina de las grasas neutras, que después de transformados en pirúvico, siguen el mismo camino indicado arriba.
- b) El objeto del ciclo de Krebs es oxidar completamente los radicales acetilos que van entrando en él. Como se ha indicado, estas oxidaciones producen ATP (energía) y gran cantidad de coenzimas reducidas. Éstas serán oxidadas en la cadena de transporte de electrones y la energía liberada se utilizará para producir más ATP. El fin último, por tanto, será liberar energía para formar ATP.

De todo lo que hemos visto podemos concluir que: el ciclo de Krebs, es la vía metabólica en la que termina la degradación total de la materia orgánica y se transforma en inorgánica.

Atención. No te debe extrañar que siendo el ciclo de Krebs el punto final de la oxidación de la materia orgánica y su transformación en inorgánica, la energía que se desprende en el ciclo sea muy escasa (tan solo un ATP por cada acetil-coA), tienes que pensar que la fase de la respiración oxidativa en la que realmente se obtiene la energía es en el transporte de electrones. En esta fase, los electrones recogidos en etapas anteriores por las coenzimas son llevados hasta el oxígeno que se reduce a agua. Es en este transporte donde se libera la energía que acaba acumulada en moléculas de ATP.

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.
- Inmunidad adquirida.

Resolviendo la cuestión

Que un individuo esté inmunizado contra la viruela 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 viruela.

En ambos casos, los antígenos, el virus de la viruela humana en el primero, o el virus de la "vacuna" 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 viruela.

20

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrollar dos cuestiones de las tres propuestas.

1 **Glúcidos:**

- a) Defina qué es un polisacárido.
- b) Cite al menos tres ejemplos de polisacáridos y comente sus diferencias básicas a nivel estructural, así como sus funciones biológicas.

2 **Metabolismo celular:**

- a) Defina los conceptos de metabolismo, anabolismo y catabolismo.
- b) ¿Son reversibles los procesos anabólicos y catabólicos? Razone la respuesta.
- c) El ciclo de Krebs es una encrucijada metabólica entre las rutas anabólicas y las rutas catabólicas. ¿Por qué?

3 **Síntesis de proteínas:**

- a) ¿Qué compartimentos celulares participan en el proceso de síntesis proteica?
- b) Explique las etapas fundamentales de la síntesis proteica. Defina "transcripción" y "traducción".

Universidad de Sevilla. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Clasificación de los glúcidos.
- Enlace O-glicosídico.
- Los polisacáridos: estructura, propiedades y funciones biológicas.

Resolución de la cuestión

Apartado A

Los polisacáridos son un tipo de glúcidos que se caracterizan por estar formados por la unión de más de diez monosacáridos unidos mediante enlaces O-glicosídico. En la unión de n monosacáridos se liberan $(n-1)$ moléculas de agua. Poseen una elevada masa molecular relativa y no suelen ser solubles en agua. Asimismo, no poseen carácter reductor, carecen de sabor dulce y no cristalizan. Desempeñan en los seres vivos funciones estructurales, presentando entonces enlaces β -glicosídico, o funciones de reserva, en cuyo caso el enlace utilizado es α -glicosídico.

Dentro de los polisacáridos distinguimos dos grupos: los homopolisacáridos, formados por un sólo tipo de monosacáridos, y los heteropolisacáridos, formados por más de un tipo.

Apartado B

De entre los polisacáridos más importantes para los seres vivos destacan: el almidón, el glucógeno y la celulosa, todos ellos son polímeros de glucosa. Veamos sus diferencias y las funciones que desempeñan:

1. **Almidón.** Es el principal elemento de reserva en los vegetales y, por ello, una de las más importantes fuentes primarias de azúcares en la dieta de los seres humanos. Se sintetiza en las plantas, a partir de los azúcares formados durante la fotosíntesis. Al no ser soluble en agua, no está disuelto en el citoplasma y no contribuye al aumento de la presión osmótica. Está formado por la unión de muchas moléculas de α -D-glucopiranososa mediante enlaces α (1 \rightarrow 4) y alfa (1 \rightarrow 6).

Estos tipos de enlace dan lugar a los dos tipos de polímeros que constituyen el almidón: la amilosa y la amilopectina.

- La amilosa es un polímero de la maltosa, que forma una cadena sin ramificaciones. Su estructura es helicoidal con 6 moléculas de glucosa por vuelta, unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4).
 - La amilopectina adopta una disposición helicoidal similar a la amilosa, pero con una ramificación lateral originada por un enlace α (1 \rightarrow 6) cada 12 moléculas de glucosa.
2. **El glucógeno.** Es el polisacárido de reserva en los animales, principalmente en las células hepáticas y musculares. Como la amilopectina, está formado por una cadena muy larga y ramificada de moléculas de glucosa de hasta 30 000 unidades. Se diferencia de aquella en que las ramificaciones laterales se sitúan cada 8 a 10 vueltas, por lo que se encuentra más ramificado y presenta cadenas más cortas y numerosas.
 3. **La celulosa.** Es el principal componente de las paredes celulares de las células vegetales, constituyendo alrededor del 50 % en peso de la madera de los árboles. Está formada por la unión de 300 a 15 000 unidades de glucosa, dando lugar a cadenas lineales no ramificadas. Estas cadenas se unen entre sí por medio de enlaces de hidrógeno para formar microfibrillas, cuya unión da origen a las fibrillas, y éstas, a las fibras. Se forma por la unión β (1 \rightarrow 4) de moléculas de β -D-glucopiranososa, por lo que se considera como polímero del disacárido celobiosa. El enlace β (1 \rightarrow 4) no es atacable por las enzimas digestivas humanas, pero su inclusión en la dieta alimenticia es importante, ya que, a pesar de su bajo valor alimenticio, da lugar a una gran cantidad de residuos que facilitan el movimiento en el aparato digestivo.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión hace referencia a conceptos sobre el metabolismo celular y a ciertos aspectos concretos de éste.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de metabolismo.
- Objeto del anabolismo y catabolismo.
- Relaciones del ciclo de Krebs con otras rutas metabólicas.

Resolviendo la cuestión

Apartado A

Los nutrientes y alimentos incorporados por las células deben sufrir toda una serie de transformaciones, bien para formar las propias estructuras celulares, o bien para extraer la energía necesaria para los procesos vitales.

Se llama 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.

Dentro del metabolismo hay conjuntos de reacciones químicas cuya finalidad es la obtención de energía (ATP). Se caracterizan porque en ellas se destruyen moléculas complejas, que proceden del exterior o de las reservas celulares, y se transforman en moléculas más sencillas. A esta fase destructora del metabolismo se la llama catabolismo.

Por el contrario, se llama anabolismo a la fase constructora del metabolismo. En estas reacciones químicas se logra fabricar materia compleja a partir de otra más sencilla. Estos procesos de síntesis requieren energía que será aportada por el ATP. Las moléculas sintetizadas pasan a formar parte de los componentes celulares o son almacenadas para utilizarlas posteriormente como fuente de energía.

Atención. Recuerda que el anabolismo puede ser autótrofo o heterótrofo en función de si se utilizan 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.

El catabolismo podrá básicamente ser aerobio o anaerobio, en función de si los procesos destructivos u oxidativos requieren o no la presencia de oxígeno.

Apartado B

La mayoría de las reacciones (tanto anabólicas como catabólicas) controladas por enzimas son reversibles, es decir, pueden suceder en ambos sentidos. Recuerda que las reacciones metabólicas están en un equilibrio dinámico, continuamente entran sustancias y salen productos de reacción. Como un ser vivo es un sistema abierto (en una célula viva en estado estacionario, la velocidad de entrada de materia iguala a la de su salida), se mantiene un desequilibrio químico que permite que la reacción tenga lugar en uno de sus sentidos.

Por ejemplo, en la respiración (proceso catabólico), la materia orgánica se degrada a anhídrido carbónico y agua, liberándose energía, y en la fotosíntesis (proceso anabólico), ocurre básicamente lo contrario, son dos procesos inversos y sin embargo los dos son irreversibles (aunque muchas de las reacciones intermedias en ambos puedan ser reversibles).

La causa fundamental es que en ambos procesos se dan una serie de reacciones encadenadas y no todas ellas son reversibles. 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 glicólisis 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.

Apartado C

Si observas un esquema del ciclo de Krebs verás que al ciclo ingresa una molécula de acetil-coenzima-A, que como sabes procede de la degradación, por distintas rutas, de los principios inmediatos (ácidos grasos, azúcares, aminoácidos...), y de él sale, además de coenzimas reducidos y algo de energía (GTP), dos moléculas de dióxido de carbono. Es, pues, una vía de degradación de la materia orgánica que se transforma en inorgánica y, por tanto, una vía catabólica. Por otra parte, también puedes comprobar que algunos de los compuestos intermedios de este ciclo pueden servir como precursores para diferentes procesos biosintéticos (anabólicos) que ocurren en el hialoplasma. Por ejemplo: el ácido α -cetoglutarico puede servir, previa transformación en glutámico (un aminoácido), para sintetizar los llamados aminoácidos no esenciales. Por otra parte, el ácido cítrico, una vez transformado en acetil-coenzima-A, será utilizado para fabricar ácidos grasos y el ácido oxalacético puede transformarse en glucosa si se incorpora a la vía de la neoglucogénesis.

Es decir, aunque el objeto del ciclo de Krebs es eminentemente catabólico, de él parten también importantes rutas anabólicas.

Atención. No olvides que aunque en el ciclo de Krebs sólo se obtiene una molécula de ATP en cada vuelta, también se obtienen cuatro moléculas de coenzimas reducidos que, al ceder posteriormente los electrones en la cadena de transporte, permitirán la síntesis de una gran cantidad de ATP (energía).

Cuestión 3

Situación de la cuestión

Se trata de un proceso anabólico que puedes localizar en el nivel celular y estrechamente relacionado con la genética molecular.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y funcionamiento de los orgánulos celulares.
- Etapas de la biosíntesis de proteínas.
- Concepto y fases de la transcripción.
- Ideas básicas sobre el código genético.
- La traducción y sus fases.

Apartado A

El primer compartimento celular implicado en la síntesis de proteínas es el núcleo como portador de la información en el ADN. Este ADN deberá ser transcrito y madurado para dar lugar a los ARNm que trasladarán la información al hialoplasma. Allí el mensaje del ARNm será traducido en cadenas polipeptídicas.

La síntesis proteica, propiamente dicha, la realizan los ribosomas asociados en forma de polisomas. Recuerda que estos ribosomas, en la célula eucariótica, pueden estar situados libres en el hialoplasma o adheridos a las membranas del retículo endoplasmático.

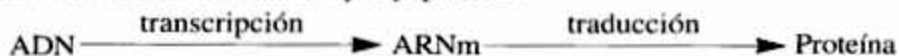
Las proteínas cuyo destino es el hialoplasma celular se sintetizan en los polisomas que se encuentran allí dispersos. Aquellas proteínas cuya finalidad es formar parte de las membranas celulares o incorporarse a los productos de secreción, se sintetizan en los ribosomas del retículo endoplasmático. Muchas proteínas, además de cadenas polipeptídicas, pueden llevar unidos otros compuestos. En estos casos su síntesis deberá ser completada en otros orgánulos. Por ejemplo, es frecuente, que aparezcan glicosiladas, es decir, unidas a azúcares. Las glicosilaciones tienen lugar fundamentalmente en el aparato de Golgi. Las glicoproteínas así fabricadas formarán parte de los productos de secreción, contenidos en las vesículas de Golgi, cuyo destino es formar parte de las membranas celulares o del contenido de algún orgánulo, por ejemplo los lisosomas.

Apartado B

Para que tenga lugar la síntesis de una proteína, la información contenida en el ADN debe llegar a los ribosomas, que se encargarán de unir los aminoácidos para formar la cadena polipeptídica.

Pero 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. Además no resulta conveniente a la célula utilizar directamente la información original, es decir el ADN, para la síntesis proteica, pues éste podría deteriorarse. Por ello, es necesaria una etapa intermedia en la que la información del ADN sea copiada en moléculas más pequeñas de ARN que podrán salir al citoplasma y llevar el mensaje genético.

Estas moléculas son el ARNm (mensajero), y el proceso de trasladar la información contenida en segmentos de ADN al ARNm recibe el nombre de transcripción. Posteriormente, el ARNm se unirá a los ribosomas que traducirán, según el código genético, la información contenida en la secuencia de tripletas de bases nitrogenadas del ARNm en secuencias de aminoácidos de las cadenas polipeptídicas.



La transcripción es, pues, la síntesis de moléculas de ARN con secuencia de bases complementaria del ADN. Esta síntesis está catalizada por enzimas

llamadas ARN polimerasas (ARN pol), son enzimas de una estructura química muy compleja y se conocen, al menos, tres tipos: las ARN pol I que sintetizan el ARNr (ribosómico), las ARN pol II que sintetizan el ARNm (mensajero) y las ARN pol III que sintetizan el ARNt (de transferencia). El proceso de la transcripción se da en tres etapas:

- Inicio. Cuando la ARN pol reconoce y se une a una región del ADN localizada antes de cada gen y que se llama región promotora o promotor, se abre la doble hélice del ADN y se inicia la transcripción de sólo una de las hebras.
- Alargamiento de la cadena de ARN. La síntesis comienza por el extremo 5' y se produce por la unión, mediante enlaces éster, de los ribonucleótidos trifosfato (activados) complementarios a los del ADN, es decir, si la secuencia del ADN que se está transcribiendo fuera: ...AACGTTAC..., el ARN sintetizado sería ...UUGCAAUG...
- Término. La síntesis finaliza cuando se llega a una región del gen llamada región terminadora.

La verdadera síntesis de proteínas es la traducción, tiene lugar en los ribosomas y en ella los aminoácidos se unen en el orden adecuado, dictado por la secuencia de bases del ARNm, para formar cadenas de polipéptidos. Las fases son las siguientes:

- Activación de los aminoácidos. Los aminoácidos son transportados hasta los ribosomas por el ARNt. La unión entre el aminoácido y su correspondiente ARNt se hace en el extremo 3' del ARNt merced a una enzima (aminoacil-ARNt-sintetasa) y requiere gasto de ATP.
- Inicio de 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). El triplete siguiente al 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.
- Alargamiento de la cadena. Una vez formado el complejo de iniciación, el ribosoma unirá otro ARNt activado cuyo anticodón sea complementario del codón siguiente al AUG y que transporta su correspondiente aminoácido. 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. El ARNt ya libre de aminoácido, es expulsado. Esta fase supone también gasto energético (GTP) y requiere la presencia de un conjunto de moléculas llamadas factores de alargamiento (FA).
- Terminación. El proceso anterior se repite hasta que al ribosoma llega un codón de los llamados nudos, es decir, que no pueden ser traducidos, entonces se produce la terminación de la síntesis. La terminación corre a cargo de los factores de terminación (FT) del ribosoma y desprenden la cadena polipeptídica.

21

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: mecanismo de acción enzimática.

- Relación enzima-sustrato.
- Cinética de reacción enzimática.
- Activación e inhibición.
- Enzimas alostéricas.

Cuestiones

- 1 Comenta un ejemplo de herencia ligada al sexo.
- 2 Convergencia y divergencia adaptativa.
- 3 Función de la pared celular en vegetales.
- 4 Concepto y tipos de virus.

Opción B

Tema: dinámica del ecosistema.

- Flujo de energía y ciclo de materia.
- Estructura trófica.
- Biomasa y productividad.

Cuestiones

- 1 Razón de la abundancia de C, H, O y N en las biomoléculas.
- 2 Conceptos de células procarióticas y eucarióticas.
- 3 Fermentación: concepto y tipos.
- 4 Diferencias entre hormonas vegetales y animales.

Universidad de Valencia. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Opción A

Tema: mecanismo de acción enzimática

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Relación enzima-sustrato.
2. Cinética de la reacción enzimática.
3. Activación e inhibición.
4. Enzimas alostéricas.

Desarrollo del tema

1. Relación enzima-sustrato.

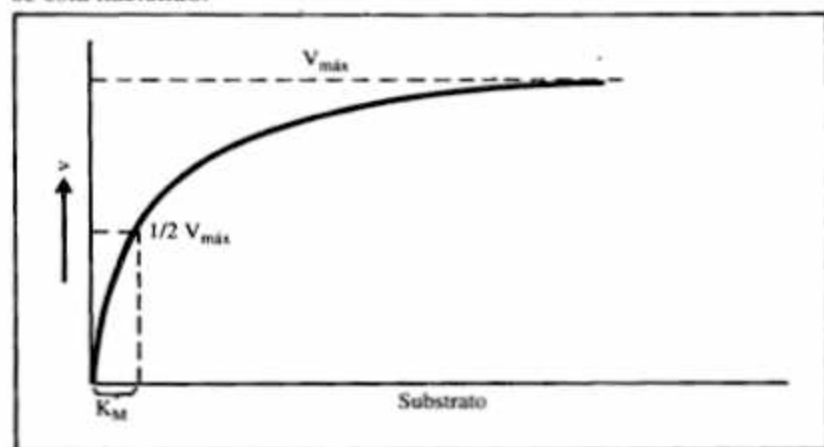
En este apartado debes explicar el significado de la energía de activación y cómo las enzimas disminuyen la energía de activación de las moléculas que participan en las reacciones químicas. Asimismo debes indicar las características de la acción enzimática: especificidad y eficacia, explicando a qué son debidas.

En la solución de la prueba 19, opción A, cuestión 1, hallarás desarrollado este apartado.

2. Cinética de la reacción enzimática.

Puedes empezar este apartado explicando el hecho de que en una reacción catalizada por una enzima específica (manteniendo constante la concentración de la misma), se observa que la velocidad de la reacción aumenta conforme incrementamos la concentración del sustrato. Este aumento de la velocidad, rápido a concentraciones bajas de sustrato, va haciéndose más lento hasta que, finalmente, grandes aumentos en la concentración del sustrato no aumentan significativamente la velocidad de la reacción. En este punto decimos que se ha alcanzado la velocidad máxima, esto es debido a que la totalidad de

las moléculas enzimáticas están saturadas por el sustrato y por ello, no puede aumentarse la transformación de sustrato más de lo que ya se está haciendo.



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

A partir de esta introducción puedes incluir la teoría general de la acción enzimática propuesta por Michaelis y Menten. La ecuación que propusieron permite hallar la velocidad de reacción para una determinada concentración de sustrato (a concentración enzimática constante). Esta ecuación es válida para una concentración del sustrato no saturante:

$$V = V_{\text{máx}} \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

La constante de Michaelis-Menten (K_m) representa la concentración de sustrato a la que una enzima alcanza la mitad de la velocidad máxima. Esta constante nos da una idea de la afinidad de la enzima por el sustrato; a menor K_m , mayor afinidad.

Introduce el hecho de que existen enzimas (enzimas alostéricas) y reacciones enzimáticas en ciertas condiciones (presencia de inhibidores o ausencia de cofactores) que no obedecen la ecuación de Michaelis-Menten.

3. Activación e inhibición.

- a) Activación enzimática. La eficacia de una enzima se mide por la velocidad de transformación del sustrato en producto, es decir, por la cantidad de sustrato transformado por unidad de tiempo. Esta eficacia es mayor cuando la enzima actúa a su temperatura y pH óptimo. Dado que cada enzima posee unos valores óptimos diferentes, aumentos o descensos de los mismos provocan disminución de su actividad.

Algunas enzimas requieren para realizar su función la presencia de sustancias no proteicas que colaboran en su actividad. A las mismas se les conoce como cofactores y pueden ser iones metáli-

cos como el magnesio, cinc, cobre, etc., o moléculas orgánicas a las que se denomina coenzimas. Éstas últimas proporcionan energía (como el ATP), permitiendo reacciones de síntesis, aceptan (NAD^+ y FAD) o ceden (NADH^+ y FADH_2) electrones, permitiendo reacciones de óxido reducción.

b) Inhibición de la actividad enzimática. Este proceso es muy importante, ya que en muchos casos constituye el mecanismo de control de reacciones metabólicas en los seres vivos. Puede ser:

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

— Reversible. La unión de la enzima con el inhibidor es temporal, impidiendo el normal funcionamiento de la enzima mientras dura la misma. Estos inhibidores pueden ser:

- Competitivos, cuando el inhibidor se une a la enzima en su centro activo compitiendo con el sustrato. Su presencia disminuye la velocidad de la reacción al reducir las moléculas de enzimas que pueden unirse al sustrato.

- No competitivos, cuando el inhibidor se une a la enzima por un lugar distinto al centro activo, pero provocando cambios que impiden la acción de la enzima sobre el sustrato.

4. Enzimas alostéricas.

Existen enzimas que presentan unas curvas sigmoideas diferentes de las hiperbólicas explicadas por el modelo de Michaelis-Menten, son las enzimas alostéricas.

Estas enzimas pueden adoptar dos conformaciones distintas interconvertibles y estables, denominadas forma R o relajada, de alta afinidad por el sustrato, y forma T o tensa, que presenta baja actividad. El paso de una forma a otra suele producirse por la unión de ciertas moléculas o moduladores a determinados lugares distintos del centro activo y que se denominan centros reguladores.

Cuando el centro alostérico se encuentra vacío, la enzima actúa a su velocidad normal; pero si el centro está ocupado por el regulador la enzima adopta una forma más o menos activa. Las sustancias que favorecen el paso de la forma T (inactiva) a la forma R (activa) se denominan moduladores positivos y pueden ser el propio sustrato, mientras que los que favorecen el paso de la forma R a la T son inhibidores alostéricos y pueden ser los propios productos de la reacción.

Cuestión 1

Hallarás la respuesta a esta cuestión en la solución de la prueba 15, alternativa 3.

Cuestión 2

Situando la cuestión

Esta cuestión podrás explicarla como consecuencias adaptativas de la evolución.

Conceptos que debes recordar

- Órganos análogos y homólogos.
- Convergencia y divergencia adaptativa.

Resolviendo la cuestión

Al comparar la constitución anatómica y la función de los órganos en diferentes especies se pueden observar ciertas semejanzas entre ellos. Así por ejemplo, las extremidades de todos los mamíferos, ya sean aletas, patas, alas o brazos, presentan una constitución anatómica semejante, aunque desempeñen diferente función. Por el contrario, las alas de los insectos y las de aves o mamíferos, aunque desempeñen la misma función, no se parecen estructuralmente.

Así definimos como órganos homólogos aquellos órganos que son de constitución semejante, aunque desempeñen diferentes funciones, mientras que conocemos como análogos aquellos órganos de distinta constitución, pero que realizan la misma función.

Los órganos análogos son consecuencia de convergencias adaptativas entre diferentes especies. Es éste un fenómeno que hace que especies sin un parentesco filogenético cercano, pero habitantes de medios y nichos ecológicos semejantes, presenten las mismas adaptaciones.

Los órganos homólogos, por el contrario, son consecuencia de divergencias adaptativas. Especies emparentadas filogenéticamente, pero habitantes de medios y nichos distintos, sufrirán adaptaciones diferentes en sus órganos. Estas divergencias se producen en el proceso de irradiación adaptativa por el cual distintas poblaciones de una especie primitiva se adaptan a distintos ambientes según el proceso evolutivo (mutación, aislamiento genético y selección), dando lugar a diferentes especies emparentadas que poseen órganos homólogos.

Cuestión 3

Situación de la cuestión

La cuestión se refiere a la función que desempeñan las membranas de secreción y en concreto a la pared celular de los vegetales.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de matriz extracelular.
- Estructura, composición y función de la pared celular en los vegetales

Resolución de la cuestión

Una vez repasada la estructura y composición química de la pared de la célula vegetal observarás que cumple los requisitos adecuados para constituir su exoesqueleto. Así se logra que la célula mantenga su forma y soporte sin daños los esfuerzos mecánicos a los que se ve sometida. Esto tiene unas consecuencias importantes para los vegetales:

- a) Les permite carecer de un esqueleto propiamente dicho, a diferencia de lo que ocurre en los animales.
- b) Resuelve el problema que aparece en los vegetales al carecer de un medio interno en homeostasis (constante), como es la sangre en los animales, en equilibrio osmótico con el medio intracelular.

Las células vegetales se encuentran rodeadas de un medio hipotónico (cuya concentración salina es menor que el interior celular), lo que provoca la entrada de agua al interior de la célula. Esta entrada de agua está limitada por la resistencia que ofrece la pared, evitándose así la rotura de la célula. Cuando el aporte de agua es suficiente, la pared permite la turgencia de la célula que mantiene su forma.

Por otra parte hay que tener en cuenta que la composición de la pared puede variar según la función que desempeñe la célula adulta. Para ello pueden depositarse en la pared distintas sustancias:

- **Lignina** (constituyente de la madera): se trata de un polímero de alcoholes aromáticos muy ramificado (a diferencia de la celulosa), se deposita en la pared de los vasos leñosos (lignificación); sustancias inorgánicas como el ácido silícico o los carbonatos (mineralización), que proporcionan una mayor rigidez y resistencia a la presión y por lo tanto aparecen en tejidos protectores o de sostén.
- **Cutina** (cutinización) o **suberina** (suberificación), que por tratarse de sustancias similares a las ceras hacen impermeable la pared. Son frecuentes en tejidos epidérmicos (corcho).

Cuestión 4

Situando la cuestión

Los virus son seres acelulares portadores de información genética.

Conceptos que debes recordar

— Los virus: su estructura y tipos.

Resolución de la cuestión

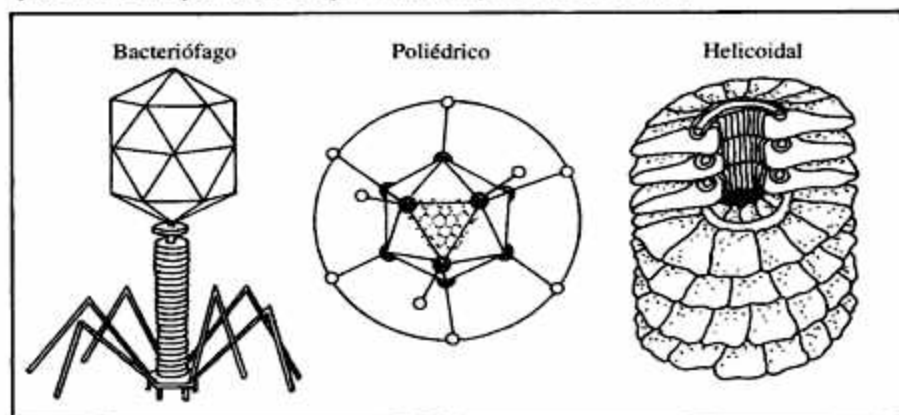
Puedes revisar lo que ya comentamos anteriormente respecto a los virus (solución de la prueba 19, opción A, cuestión 4). En esta cuestión se pide

además que hables sobre los tipos de virus. Un esquema sencillo te puede servir de guía.

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

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

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



Distintos tipos de virus.

Opción B

Tema: dinámica del ecosistema

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Flujo de energía y ciclo de la materia.
2. Estructura trófica.
3. Biomasa y productividad.

Desarrollo del tema

1. Flujo de energía y ciclo de la materia.

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) 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.

Podemos considerar que el flujo de materia en el ecosistema constituye un ciclo cerrado, pues finalmente esta materia orgánica es transformada (en los procesos de respiración, descomposición y mineralización) otra vez en materia inorgánica que puede ser reutilizada por los vegetales. Como ejemplo práctico de este ciclo de la materia en el ecosistema puedes consultar el esquema del ciclo del carbono en la solución de la prueba 9, bloque 3, cuestión 3.

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 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. Estructura trófica.

La estructura trófica es la disposición espacial, o de otro tipo, de las especies en un ecosistema.

3. Biomasa y productividad.

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 $\text{kg}/\text{cm}^3 \cdot \text{día}$.

Según el nivel trófico considerado distinguimos:

- Producción primaria es el aumento de biomasa de los productores, es decir, de los autótrofos (fotosintéticos en abrumadora mayoría).

En esta producción primaria denominamos producción primaria bruta (PPB) al producto total del sistema fotosintético. Si a esta PPB descontamos la biomasa perdida por la respiración vegetal (R_p), queda la denominada producción primaria neta (PPN):

$$PPN = PPB - R_p$$

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

$$PS_1 = C - (R_{c1} + U_1)$$

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

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

$$PNE = PPB - (R_p + R_c)$$

En un ecosistema en equilibrio la PNE es igual o próxima a 0 ($PNE = 0$), es decir, la biomasa producida es igual a la destruida. En los ecosistemas inmaduros o jóvenes la PNE es positiva ($PNE > 0$), es decir, se produce un incremento de biomasa en el ecosistema. En los ecosistemas degradados la PNE puede ser negativa ($PNE < 0$), es decir, se destruye más biomasa de la producida.

La productividad es la relación entre producción y biomasa:

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

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

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

Cuestión 1

Situando la cuestión

Esta cuestión puedes localizarla en el nivel molecular, concretamente entre los bioelementos primarios.

Conceptos que debes recordar

- Origen de la vida sobre la Tierra.
- Bioelementos.

Resolviendo la cuestión

C, H, O y N son elementos muy abundantes en la litosfera e hidrosfera, ya sea libres o combinados formando diversos compuestos. Estos cuatro bioelementos (denominados primarios) son los componentes estructurales de las biomoléculas y constituyen el 95 % en peso de toda la materia viva.

Las primeras biomoléculas, según la hipótesis de Oparín, se originaron en una atmósfera reductora formada, fundamentalmente, por amoníaco, vapor de agua, metano e hidrógeno. Por acción de diversas fuentes energéticas (radiaciones ultravioleta, descargas eléctricas, radioactividad de minerales, calor de zonas volcánicas, etc.), se produjeron reacciones químicas por rotura de enlaces en estos compuestos y posterior reorganización. Estas reacciones dieron origen a las primeras biomoléculas, el ambiente reductor favoreció la formación de polímeros y dificultó su posterior oxidación. Dada la composición elemental de la primitiva atmósfera: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, las primeras biomoléculas debieron estar formadas por estos elementos.

El transcurso de la evolución permitió, en teoría, la utilización de otros muchos elementos presentes en la corteza terrestre, pero la razón por la que siguieron siendo utilizados debemos buscarla en sus características químicas: número de electrones, masa atómica, tamaño, comportamiento en medio acuoso, tipos de enlaces que pueden formar, etc., que proporcionan a las moléculas una gran estabilidad y hacen posible las reacciones vitales.

Algunas de estas propiedades son:

- Su masa molecular relativa es pequeña, formando moléculas comparativamente más ligeras que si estuvieran formadas por otros elementos más pesados.
- Pueden compartir electrones formando enlaces covalentes estables, entre sí y con otros átomos (existe una proporcionalidad inversa entre la masa molecular relativa y la estabilidad del enlace formado). Ello confiere una gran estabilidad a las biomoléculas.
- Los enlaces C=O, C—N y C—H permiten la aparición de una gran cantidad de grupos funcionales como aldehídos, alcohol, cetona, ami-

na, ácido, etc., que aumentan la posibilidad de formación de nuevas y diversas moléculas.

- El carbono posee cuatro electrones en su capa más externa, lo que les permite formar cuatro enlaces covalentes muy estables dirigidos hacia los vértices de un tetraedro. Este hecho, unido a la posibilidad de formar enlaces simples, dobles y triples consigo mismo u otros elementos, introduce una gran complejidad en las estructuras que puede formar: cadenas lineales o ramificadas, anillos, etc., al tiempo que introduce conformaciones tridimensionales, que son de vital importancia para los seres vivos. Para estudiar con mayor profundidad estas características del carbono puedes consultar la solución de la prueba 4, opción B, cuestión 1.
- El oxígeno es un aceptor muy ávido de electrones, por lo que tiende a formar enlaces muy estables. Además, interviene en el proceso de oxidación por el cual obtienen la energía que necesitan la mayoría de los seres vivos: la respiración.
- La presencia de oxígeno en las biomoléculas les confiere una clara polaridad, facilitando su disolución en el medio donde tienen lugar las reacciones vitales: el agua.

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

- Características generales de la organización celular procariótica y eucariótica.
- Origen y evolución 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, pertenecientes, respectivamente, a las bacterias y al resto de los seres vivos. 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.

Vamos a señalar por una parte aquello que poseen en común y por otra lo que las diferencia.

- 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).

- 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 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, a consecuencia de la unión 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.

Cuestión 3

Situando la cuestión

Esta cuestión se sitúa dentro del metabolismo celular.

Conceptos que debes recordar

- Concepto de catabolismo: aerobio y anaerobio.
- Finalidad de la glicolisis.
- Concepto y tipos de fermentación.

Resolviendo la cuestión

Para resolver esta cuestión te conviene revisar lo que comentamos respecto a la fermentación en la solución de la prueba 8, opción A, cuestión 3. Allí se comparan fermentación y respiración celular, encuadrándolas dentro del catabolismo celular por lo que te servirá para comprender mejor el proceso de fermentación. Aquí nos referiremos concretamente al concepto de fermentación y a los tipos.

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 oxidati-

va), 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 por tanto de vivir sin oxígeno, pero también se da en células aerobias que lo utilizan como mecanismo complementario de la respiración celular.

Respecto a los tipos de fermentación podemos distinguir:

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 (gén. *Sacharomyces*) 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 (gén. *Acetobacter*) utilizadas para producir vinagre a partir de vino.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión entre las características de la coordinación hormonal.

Conceptos que debes recordar

- Características de la acción hormonal en animales y vegetales.

Resolviendo la cuestión

En el siguiente esquema se comparan las principales características generales y de acción entre las hormonas de los vegetales y animales superiores, estableciendo sus diferencias. Como ejemplo práctico, utilizaremos la insulina (hormona animal) y las auxinas (hormonas vegetales) para comprender mejor estas diferencias. (Ver esquema de la página siguiente)

Hormonas animales	Hormonas vegetales
Se producen en células especializadas agrupadas, generalmente, en glándulas. Por ejemplo, la insulina se produce en los islotes de Langerhans del páncreas.	Las células secretoras no se agrupan en glándulas. Por ejemplo, las auxinas son producidas por las células meristemáticas de los ápices y del cambium.
Se transportan a través del medio interno y sistema circulatorio. La insulina es vertida y transportada por la sangre.	Se transportan por difusión o por el sistema vascular. Las auxinas se transportan fundamentalmente por difusión.
La acción es específica, provocando la misma respuesta en las células-diana. La insulina favorece la incorporación y oxidación de la glucosa y la formación de glucógeno.	Su acción es más general, estimulan o inhiben el crecimiento. La respuesta puede ser diferente según el órgano receptor. Las auxinas estimulan el alargamiento en los ápices, pero inhiben el crecimiento de yemas auxiliares.
Actúan a concentraciones determinadas. Tanto su exceso como su defecto pueden provocar trastornos. La diabetes es producida por un déficit de insulina, su exceso provoca hipoglucemia.	Distintas concentraciones de la misma hormona pueden provocar efectos contrarios. Por ejemplo, cierta concentración de una hormona puede estimular el alargamiento, pero otra distinta puede inhibirlo.

Atención. Debemos tener en cuenta que estas características no pueden generalizarse a todos los grupos de animales y plantas, ya que la coordinación hormonal, que se produce en todos los tipos de organismos, presenta peculiaridades propias en cada uno de ellos. Aquí nos hemos limitado a señalar algunas de las diferencias generales entre las hormonas de los animales y vegetales superiores (vertebrados y espermatofitas).

22

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrollar dos bloques de cuestiones de los propuestos

Bloque 1

Tema. Monosacáridos: concepto, nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

Cuestiones:

1. Ciclo del carbono en la naturaleza.
2. Concepto de sinapsis.

Bloque 2

Tema. La membrana plasmática y sus funciones de transporte.

Cuestiones:

1. ¿Qué significa que los aminoácidos son anfóteros?
2. Diferencias entre células procariotas y eucariotas.

Bloque 3

Tema. Fase luminosa o fase en el tilacoide de la fotosíntesis.

Cuestiones:

1. Estructura y función de los ribosomas.
2. ¿Qué es un fosfolípido?

Universidad de Valladolid. Selectividad. 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Bloque 1

Tema. Monosacáridos: concepto, nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Los monosacáridos.
 - 1.1 Concepto.
 - 1.2 Nomenclatura.
 - 1.3 Propiedades físicas y químicas.

Desarrollo del tema

1. Los monosacáridos.
 - 1.1 Concepto. La respuesta la puedes encontrar en la solución de la prueba 18, cuestión 1.
 - 1.2 Nomenclatura. Según posean la función aldehído o cetona, se clasifican en dos familias: aldosas (con la función aldehído en el primer carbono) y cetosas (con la función cetona en el segundo).
Dentro de cada familia se clasifican en distintos grupos según el número de átomos de carbono. Éstos se nombran anteponiendo el prefijo aldo- o ceto-, al prefijo que indica el número de átomos de carbono (tri-, tetra-, penta-, hexa- y hepta-) y añadiendo el sufijo -osa.
Dentro de cada grupo los distintos monosacáridos reciben el nombre específico tradicionalmente usado. Así, la glucosa, un monosacárido de 6 carbonos con la función aldehído, será una aldohexosa (aldo-hex-osa).
Un monosacárido con cinco átomos de carbono y la función cetona (como la ribosa) se denominará cetopentosa (ceto-pent-osa).
 - 1.3 Propiedades físicas y químicas. Los monosacáridos son compuestos muy solubles en agua, con sabor dulce, y poseen propiedades reductoras debido a la presencia del grupo carbonílico. Entre otras propiedades de los monosacáridos destacan la isomería y la actividad óptica.
 - a) La isomería en los monosacáridos. Cuando dos o más compuestos presentan la misma fórmula molecular y distintas fórmulas estructurales se dice que cada uno de ellos es isómero de

los demás. Los isómeros poseen diferentes propiedades, por ejemplo, una actividad óptica distinta como veremos adelante.

La isomería, es decir, las diferentes posibilidades de configuración espacial de una molécula, reside en la existencia de, al menos, un carbono asimétrico (carbono unido a cuatro radicales químicos distintos) y que da lugar a la existencia de dos isómeros espaciales o estereoisómeros por cada carbono asimétrico presente. Por ejemplo, los isómeros D y L del gliceraldehído. Por convenio, se considera que pertenecen a la forma D aquellos monosacáridos cuyo penúltimo radical $-OH$ está situado a la derecha.

- b) Actividad óptica. Los monosacáridos, por el hecho de contar con uno o más carbonos asimétricos, poseen actividad óptica, es decir, giran el plano de la luz polarizada. Si el giro se produce hacia la derecha, el azúcar se denomina dextrógiro y se representa por (+); si es hacia la izquierda se denomina levógiro y se representa por (-). Cada isómero gira un ángulo característico este plano, por ejemplo, la forma habitual de la glucosa hallada en la naturaleza es dextrorrotatoria ($+52,7^\circ$), mientras que la fructosa es levorrotatoria ($-92,4^\circ$).

Cuestión 1

Esta cuestión la hallarás resuelta en la solución de la prueba 9, bloque 2, cuestión 3.

Cuestión 2

Situando la cuestión

La cuestión se refiere a un tipo de estructura para la transmisión del impulso nervioso entre las neuronas. Localizarás la cuestión entre los mecanismos de coordinación nerviosa.

Conceptos que debes recordar

- Transmisión del impulso nervioso.
- Transmisión del impulso de neurona a neurona.

Resolviendo la cuestión

La sinapsis es la estructura de conjunción formada por el extremo de un axón y la neurona adyacente a través de la cual se produce el salto del impulso nervioso de una neurona a otra.

Aunque sólo se pregunta el concepto de sinapsis, resumiremos la estructura, tipos y funcionamiento de la sinapsis. Sin embargo, cuando te encuentres frente a la prueba de selectividad, debes ceñirte a lo que se te pregunta. Si acaso dudas, lo mejor que puedes hacer es preguntar a los profesores responsables.

Las sinapsis están constituidas por: el botón presináptico del axón de la primera neurona; el espacio o hendidura sináptica, y la dendrita (sinapsis axo-dendríticas) o el cuerpo neuronal (sinapsis axo-somáticas), o bien el axón (sinapsis axo-axónica) de la neurona siguiente.

Cuando el impulso nervioso llega al botón presináptico se libera, al espacio sináptico, el neurotransmisor contenido de las vesículas sinápticas. Éste se fija a un receptor de la membrana de la neurona postsináptica, produciendo bien un potencial postsináptico excitador (en las sinapsis excitadoras) que induce la despolarización de la membrana, o bien un potencial postsináptico inhibitorio (en las sinapsis inhibitorias) que aleja el potencial de acción del umbral para producir la despolarización.

Bloque 2

Tema. La membrana plasmática y sus funciones de transporte.

Este tema lo encontrarás desarrollado en la solución de la prueba 23, cuestión 2.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Se trata de una propiedad química de los aminoácidos que puedes localizar en la parte correspondiente a las proteínas del nivel molecular.

Conceptos que debes recordar

- Las proteínas: concepto y composición.
- Los aminoácidos: características generales y propiedades.

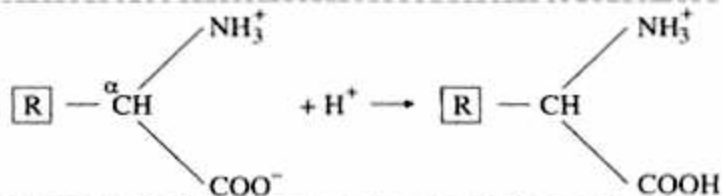
Resolviendo la cuestión

Los aminoácidos son las unidades básicas componentes de las cadenas polipeptídicas. Se caracterizan por poseer un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un grupo amino ($-\text{NH}_2$), unidos ambos al carbono que ocupa la posición α . Las otras dos valencias de ese carbono están ocupadas por un átomo de hidrógeno y una cadena lateral de mayor o menor complejidad, llamada radical o cadena lateral (R).

En soluciones acuosas cuyo pH esté próximo a 7, los aminoácidos están ionizados. En este caso, el grupo amino capta un protón, actuando como una base, mientras que el grupo carboxilo pierde un protón y actúa como ácido. Por lo tanto, adoptan un estado dipolar, es decir, poseen igual número de cargas ácidas como básicas. (La cadena lateral también puede presentar grupos ionizables, no debemos olvidar, pues, el grado de ionización de ésta.)

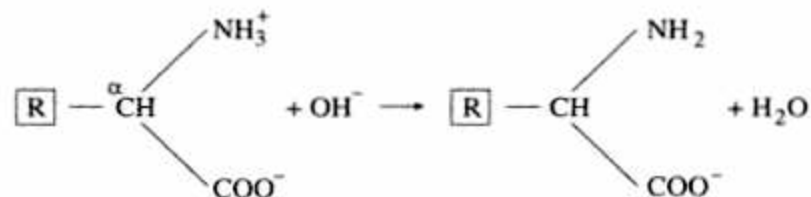
Esta propiedad les permite actuar como ácidos o como bases, dependiendo del pH del medio donde se encuentren, diciéndose por ello que los aminoácidos son anfóteros.

- Un medio ácido posee una elevada concentración de H^+ . El aminoácido tiende a captarlos y se carga positivamente: actúa como una base.



Ionización del aa en medio ácido.

- Si el medio es básico, el aminoácido libera protones y queda cargado negativamente, comportándose como un ácido.



Ionización del aa en medio básico.

Todo aminoácido puede equilibrar sus cargas positivas o negativas, de modo que su carga neta sea cero. Ello ocurre a un pH dado, distinto y característico para cada aminoácido. Este valor del pH recibe el nombre de punto isoeléctrico (pI).

Cuestión 2

Hallarás esta cuestión desarrollada en la solución de la prueba 21, opción B, cuestión 2.

Bloque 3

Tema. Fase luminosa o fase en el tilacoide de la fotosíntesis.

Esquema de conceptos a desarrollar

1. Concepto de fotosíntesis.
 - 1.1 Fases.
 - 1.2 Localización.
2. Fase luminosa.
 - 2.1 Captura de la luz.
 - 2.2 Cadena de transporte de electrones.
 - 2.3 Fosforilaciones fotosintéticas.
 - 2.4 Fotólisis del agua.

Desarrollo del tema

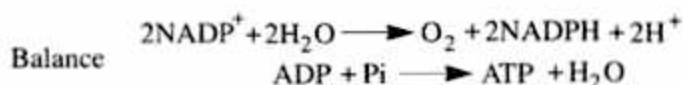
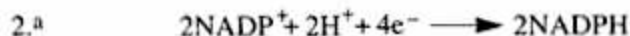
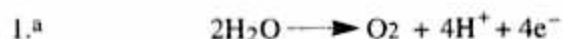
1. Concepto de fotosíntesis.

La fotosíntesis es un proceso de nutrición autótrofa en el que, utilizando la energía luminosa, se sintetiza materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos tales como: dióxido de carbono, agua y sales minerales (fosfatos, nitratos, sulfatos, etc.). La fotosíntesis la realizan las algas unicelulares y todos los vegetales, pero también algunos organismos procarióticos como las cianobacterias y ciertas bacterias. En las células eucarióticas tiene lugar en los cloroplastos. El proceso puede dividirse en dos fases, fase luminosa (que depende de la luz para su realización) y fase oscura (que no depende directamente de la luz).

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

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

Fase luminosa



Fase oscura



Reacciones de la fotosíntesis.

En el tema propuesto nos piden solamente que se desarrolle la fase luminosa; dejaremos, pues, al margen la fase oscura.

2. Fase luminosa.

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

- 1) La captura de la energía luminosa por la clorofila. Esta energía es utilizada para elevar la energía de uno de sus electrones hasta que le es arrancado.

- 2) Transporte de electrones. Los electrones arrancados serán transportados por un conjunto de proteínas transportadoras hasta una coenzima, el NADP^+ , que se reduce a NADPH^+ .
- 3) Fosforilaciones fotosintéticas. En el transporte de electrones desde el agua hasta el NADP^+ , gracias a la energía captada por la clorofila, se libera energía que será utilizada para sintetizar ATP.
- 4) Fotólisis del agua. La clorofila recupera los electrones perdidos de las moléculas de agua que, al romperse, desprende oxígeno. (En las células procarióticas, el dador de electrones puede ser una sustancia diferente del agua, por ejemplo el SH_2 , por lo que en el proceso no se liberará oxígeno, sino en este caso S.)

Veamos de manera más detallada estos procesos:

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 a 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 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:

- a) 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.
- b) 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 fabricar ATP en un proceso llamado fotofosforilación.

2.3 Fosforilaciones fotosintéticas.

Durante su transporte los electrones irán liberando energía que servirá para formar ATP a partir de $\text{ADP} + \text{P}$ (fotofosforilación). Según sea el destino final de los electrones se distinguen dos tipos de fosforilaciones: cíclica y no cíclica.

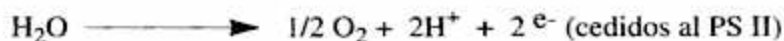
- En la fotofosforilación no cíclica, los electrones arrancados al PS II pasan, a través de los transportadores, al PS I liberando energía. Desde el PS I son impulsados de nuevo y acaban por ser cedidos al NADPH^+ que se reduce a NADPH.
- En la fotofosforilación cíclica, los electrones impulsados desde el PS I no llegan al NADPH^+ , 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.

Hipótesis quimiosmótica de Mitchell.

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, quien utiliza la energía liberada en la salida de los H^+ para sintetizar ATP.

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.



Atención. Observa que la cadena de transporte de electrones que hemos descrito aquí es inversa a la que ocurre en la membrana mitocondrial interna. Allí, el transporte se hace desde los coenzimas reducidos (niveles energéticos más altos) hasta el oxígeno que se reduce a agua (a nivel energético más bajo). Por esto en las mitocondrias la energía se libera sin necesidad de fotosistemas que eleven el nivel energético de los electrones. Por otra parte, el mecanismo que se utiliza en ambos casos para la síntesis de ATP (hipótesis quimiosmótica) es similar.

Cuestión 1

Situando la cuestión

Los ribosomas son los orgánulos celulares encargados de la síntesis proteica. Podrás localizar esta cuestión en el nivel celular.

Conceptos que debes recordar

- Estructura y composición de los ribosomas.
- Tipos de ARN y su función.
- La traducción del mensaje genético.

Resolviendo la cuestión

Los ribosomas son orgánulos celulares sólo visibles con el microscopio electrónico. Químicamente están compuestos por ARNr (ribosómico) y proteínas. Estructuralmente están formados por dos subunidades, una mayor y otra menor. Aparecen en todos los tipos celulares, ya que su función, la síntesis de proteínas, los hace imprescindibles en toda célula.

En las células eucarióticas los ribosomas pueden estar libres en el hialoplasma o adosados a las membranas del retículo endoplasmático rugoso. En las procarióticas los ribosomas son de menor tamaño (70 S) que en las eucarióticas (80 S). La S (unidades Svedberg) representa una unidad de medida que equivale a 10^{-13} s y mide el tiempo que un ribosoma tarda en sedimentarse al colocarlo en una centrifuga, lo que depende fundamentalmente de su forma y tamaño.

Cuando los ribosomas se encuentran en funcionamiento, es decir sintetizando proteínas, aparecen las dos subunidades juntas; además es frecuente encontrar ribosomas asociados, en grupos de 5 a 20, formando los denominados polisomas. Estos ribosomas se mantienen unidos por una molécula de ARNm (mensajero). Si no hay síntesis, las subunidades aparecen separadas.

La síntesis de proteínas recibe también el nombre de traducción porque en ella se traduce el mensaje genético aportado por el ARNm (su secuencia de tripletes de bases nitrogenadas) en las cadenas de aminoácidos que forman los polipéptidos. La función concreta de los ribosomas será acoplar los tripletes de bases (anticodones) de los ARNt (transportadores de aminoácidos) a los tripletes de bases (codones) del ARNm.

Cuestión 2

Hallarás esta cuestión desarrollada en la solución de la prueba 16, tema C, cuestión 1.

23

ACLARACIONES PREVIAS

Desarrolle dos de estas cuatro cuestiones. Represente todos los dibujos adicionales que sean posibles.

- 1 **Desarrollo.** Analice las razones por las que la meiosis es fundamental en la formación de los gametos. Fecundación y tipos de huevos.
- 2 **Membrana plasmática.** Composición química y organización molecular. Enumere alguna de sus propiedades funcionales.
- 3 **Núcleo.** Descripción del núcleo interfásico. Describa brevemente los principales procesos metabólicos que tienen lugar a su nivel durante esta fase.
- 4 **Coordinación neuroendocrina.** Desarrolle, sobre un ejemplo concreto, el concepto de la relación entre el sistema nervioso y el sistema endocrino.

Universidad de Zaragoza. Selectividad, 1990

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA

Cuestión 1

Situando la cuestión

Puedes localizar esta cuestión en el nivel orgánico, concretamente en reproducción y desarrollo.

Conceptos que debes recordar

- Objeto de la meiosis.
- Meiosis y ciclos biológicos.
- Fecundación.
- Tipos de huevos.

Resolviendo la cuestión

Recuerda que la formación de los gametos (gametogénesis) en los animales tiene lugar mediante un proceso de división meiótica. En este tipo de división se forman gametos haploides a partir de células diploides.

Esta meiosis es necesaria para mantener constante la dotación cromosómica en las sucesivas generaciones nacidas sexualmente. Veamos: Todos los animales desarrollan un ciclo biológico diplonte, es decir, su organismo está constituido por células diploides ($2n$ cromosomas). En el proceso reproductor sexual, mediante la fecundación, se unen los gametos masculino y femenino para formar la célula huevo; el núcleo de ésta se formará por fusión (cariogamia) de los dos núcleos gaméticos. Por lo tanto, es preciso que cada gameto aporte tan sólo la mitad (n) de los cromosomas para formar el cigoto diploide ($2n$). Sin la meiosis gamética la dotación cromosómica se iría duplicando en cada generación sexual.

La unión de los gametos en la fecundación puede tener lugar, según las especies, en el medio acuoso externo (fecundación externa) o bien en el interior del organismo materno (fecundación interna).

El espermatozoide, una vez alcanzado el óvulo, perfora las membranas de éste mediante las enzimas líticas del acrosoma. Una vez en contacto las membranas plasmáticas de ambos gametos se funden y el contenido de la cabeza y pieza intermedia del espermatozoide pasa al interior del óvulo. Esta entrada del espermatozoide incrementa el ritmo metabólico del óvulo, provocando la secreción al exterior de los gránulos corticales para formar la membrana de fecundación que impedirá la entrada de un segundo espermatozoide.

El núcleo espermático (pronúcleo masculino) se dirige hacia el núcleo del óvulo (pronúcleo femenino), se reabsorben las membranas de ambos y tiene lugar la fusión (cariogamia) de ambos pronúcleos para formar el núcleo de la célula huevo.

Según la cantidad de reservas almacenadas (vitelo) en el huevo se distinguen: huevos alecitos y telolecitos (con poco o abundante vitelo respectivamente); según su distribución distinguimos: huevos isolecitos, heterolecitos y centrolecitos (con el vitelo distribuido uniformemente, desigualmente o localizado en el centro, respectivamente). En la solución de la prueba 13, cuestión 4, hallarás ampliado este apartado así como un dibujo esquemático de los diferentes tipos de huevos.

Cuestión 2

Situando la cuestión

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

Conceptos que debes recordar

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

Resolviendo la cuestión

Vamos a referirnos en particular a la membrana plasmática de las células eucarióticas, pero no debes olvidar que ésta forma parte de un sistema de membranas, de características básicas comunes, en el que estén incluidas además: la membrana nuclear, el retículo endoplasmático, el aparato de Golgi y demás orgánulos con membrana. Por otra parte, la membrana de las células procarióticas posee una estructura y composición, en gran medida, similar.

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

1. Composición química de la membrana.

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

- a) Lípidos. Los tipos principales que aparecen son: fosfolípidos, colesterol, glicolípidos, así como ácidos grasos libres. El carácter bipolar de estas moléculas les permite organizarse en forma de bicapa lipídica.

Los lípidos y proteínas componentes pueden desplazarse por el plano de la bicapa, por lo que se dice que la membrana es "fluida". (Ver página siguiente.)

- b) Proteínas. Se disponen en la membrana en función a su afinidad o repulsión por el agua. Las proteínas integrales (70 % del total) son insolubles y están íntimamente asociadas a los lípidos. Las proteínas periféricas, solubles, se aíslan con facilidad.

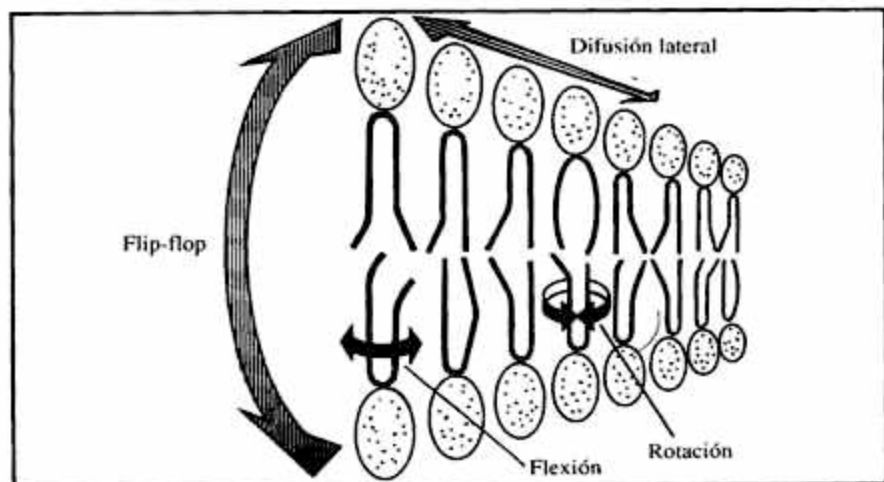
Por la función que desempeñan en la membrana se distinguen: proteínas transportadoras, contráctiles, enzimáticas y receptoras, fundamentalmente.

- c) Azúcares. Se trata normalmente de oligosacáridos que se encuentran unidos a proteínas o a lípidos (glicoproteínas y glicolípidos) y que sólo aparecen en la parte exterior de la membrana formando el llamado glicocáliz. Esta disposición hace que la membrana sea asimétrica. (Ver figura de la página siguiente)

2. Estructura molecular.

Recuerda que el modelo admitido en la actualidad para explicar la estructura de la membrana es el del mosaico fluido propuesto en

1972 por Singer y Nicholson. Este modelo lo hallarás desarrollado en la solución de la prueba 8, opción A, cuestión 1.



Situación de los lípidos en la membrana. Movimientos de las moléculas de la bicapa

3. Funciones de la membrana.

En lo que se refiere a las funciones que desempeña la membrana, la más importante es servir de barrera entre el exterior y el interior celular. Esta misión la desempeña de manera muy adecuada la bicapa lipídica que, por sus características, impedirá el paso de moléculas afines al agua. Está claro que esta "barrera" deberá cumplir unas condiciones muy especiales para permitir el transporte de sustancias entre el interior y el exterior celular. En este sentido se habla de permeabilidad selectiva de la membrana plasmática.

A) Funciones de transporte. Los mecanismos que utilizan las células para permitir el paso de sustancias varían en función de que se trate de moléculas pequeñas que puedan atravesarla, o moléculas más grandes que deben ser englobadas y posteriormente liberadas por la propia membrana:

- Moléculas pequeñas. El transporte puede ser pasivo (difusión simple o difusión facilitada) o activo. Para diferenciar estos dos tipos de transporte deberás tener en cuenta dos aspectos. Por una parte, si se produce o no gasto de energía por parte de la célula, y por otra, si el transporte se realiza en contra o a favor de un gradiente.

En el transporte pasivo las moléculas se desplazan a favor de un gradiente (de concentración, eléctrico o electroquímico) y la célula no gasta energía en el transporte. Por difusión simple se transportan moléculas de tamaño pequeño o de naturaleza grasa además del agua. Otras sustancias de naturaleza polar, como azú-

cares o aminoácidos, atraviesan la membrana por difusión facilitada ayudadas por proteínas transportadoras, las permeasas.

En el transporte activo las sustancias circulan en contra de un gradiente, lo que supone gasto de energía para la célula. Un ejemplo de transporte activo es la bomba de sodio/potasio. La bomba de Na/K es el nombre que recibe una proteína transportadora localizada en la membrana plasmática. Este nombre se debe a la función que realiza: bombear, es decir, transportar en contra de un gradiente, iones Na y K. La energía necesaria para el transporte es aportada por el ATP. (Puedes encontrar más información sobre la bomba Na/K en la solución de la prueba 14, cuestión 2, apartado A.)

- **Macromoléculas.** Las grandes moléculas, incapaces de atravesar la membrana, son incorporadas mediante invaginación de la membrana y formación de vesículas: fagocitosis, si se incorporan sólidos, o pinocitosis, si se incorporan solutos. Si las moléculas pasan al interior de la célula el proceso se denomina endocitosis; si salen, exocitosis.

El transporte de moléculas a través de la membrana puede llegar a ser muy específico y en él intervienen fundamentalmente las proteínas transportadoras.

B) Otras funciones. Las proteínas de la membrana desempeñan también otras funciones no relacionadas con el transporte, por ejemplo:

- **Enzimáticas:** catalizan gran número de reacciones:
- **Receptoras:** reciben la información que llega a las células, por ejemplo en forma de hormonas.
- **Antigénicas:** sirven para indicar su pertenencia a un determinado tipo celular y así ser reconocidas por otras células.

Por último, puedes hacer referencia a las diferenciaciones que aparecen en la membrana como consecuencia de la especialización de las células en funciones más concretas. Por ejemplo:

- **Microvellosidades e invaginaciones:** aumentan la superficie celular, por ejemplo las células del epitelio intestinal especializado en la absorción.
- **Uniones intercelulares:** impermeables (epitelios protectores), comunicantes (células musculares cardíacas), adherentes (desmosomas).

Cuestión 3

La descripción del núcleo interfásico la encontrarás en la solución de la prueba 13, cuestión 2. La biosíntesis de ARN (transcripción del ADN) la hallarás en la solución de la prueba 20, cuestión 3, apartado b. El mecanismo de duplicación del ADN puedes encontrarlo en la solución de la prueba 12, opción B, cuestión 3.

Cuestión 4

Situando la cuestión

Esta cuestión se localiza, dentro del nivel orgánico, en los mecanismos control de la secreción hormonal.

Conceptos que debes recordar

- Función del hipotálamo.
- Control nervioso de la secreción hormonal.

Resolviendo la cuestión

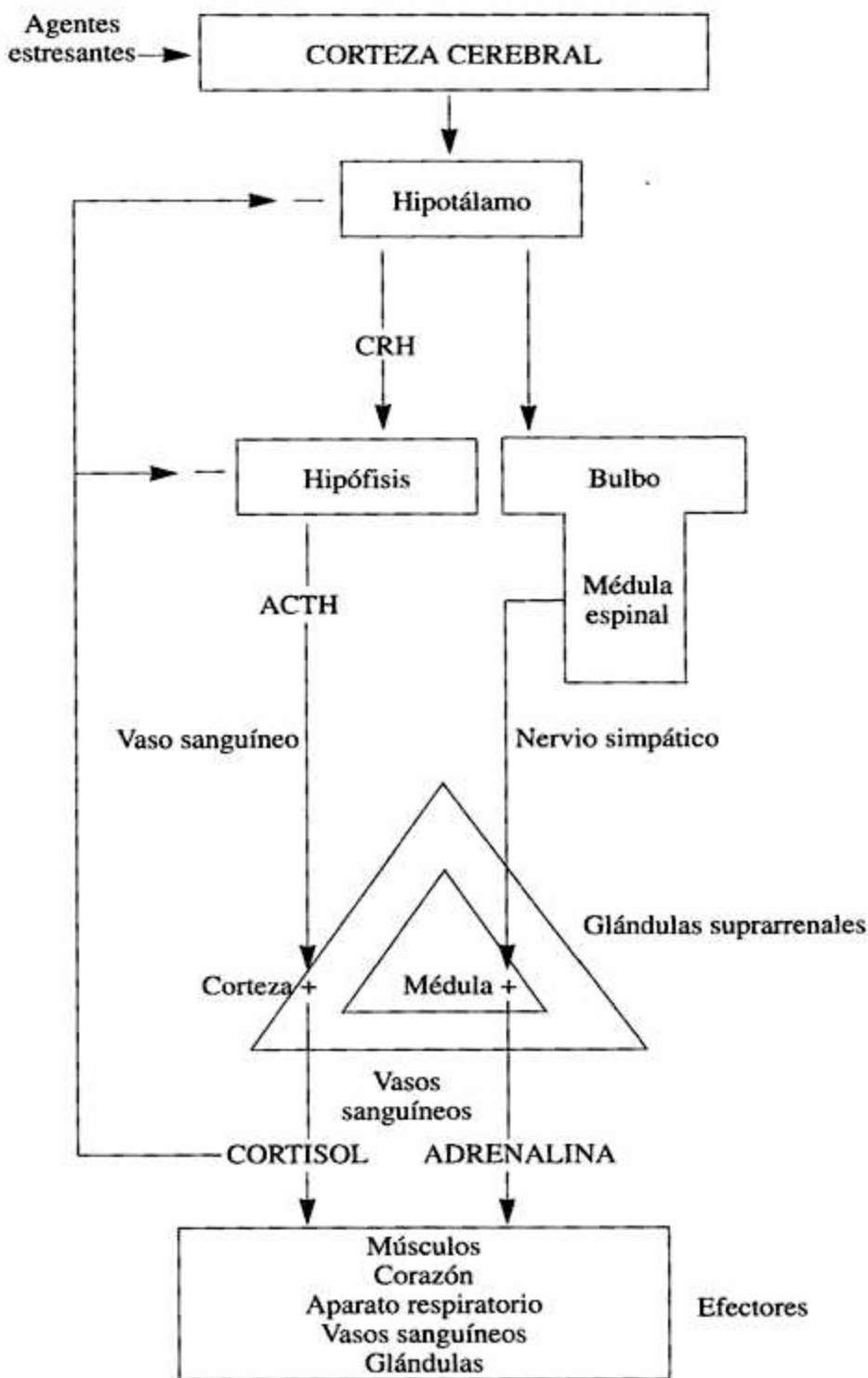
La mayoría de las glándulas del sistema endocrino están bajo control nervioso, bien directamente mediante el sistema vegetativo, o bien por mediación de la hipófisis (glándula directora), asimismo, estrechamente vinculada y controlada por el sistema nervioso.

La hipófisis o glándula pituitaria está situada en la base del encéfalo y unida al hipotálamo del cual pende. El lóbulo anterior de la hipófisis produce una serie de hormonas (tirotrona, adrenocorticotropa, lactotropa, somatotropa, luteinizante, folículo estimulante) denominadas genéricamente hormonas trópicas porque estimulan, a su vez, la actividad de otras glándulas. A través del hipotálamo, la hipófisis está sometida al control de los centros nerviosos superiores.

Veamos el mecanismo de control de la secreción endocrina ante una situación de emergencia o de estrés.

A la corteza cerebral arriban los estímulos estresantes detectados por los receptores sensitivos, tanto externos como internos. Allí, estos estímulos son analizados y decodificados por la memoria. Mediante diversas conexiones encefálicas (sistema límbico y sustancia reticular), los estímulos ahora procedentes de la corteza cerebral llegan al hipotálamo y al bulbo raquídeo. De estos centros nerviosos partirán por dos caminos diferentes las órdenes hacia los órganos efectores:

- 1.º Del bulbo, a través de la médula y de los nervios simpáticos, parten impulsos hacia los órganos efectores, entre ellos la médula suprarrenal, estimulando la secreción de adrenalina. Esta hormona actúa sobre órganos y aparatos preparándolos para ofrecer una respuesta rápida a corto plazo.
- 2.º Una vez estimulado, el hipotálamo produce un factor liberador, la CRH (corticotrophin releasing hormone) que, a través de la arteria hipofisaria, alcanza la hipófisis estimulando la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH). Esta hormona, por vía sanguínea, estimula a su vez a la corteza suprarrenal para producir entre otras hormonas, cortisol. El cortisol ejerce una variada influencia sobre los órganos de destino, en general, predispone al organismo en un estado defensivo más prolongado. Una elevada concentración de cortisol en el plasma sanguíneo registrada por el hipotálamo e hipófisis inhibe la secreción de CRH y ACTH, cesando, por tanto, la secreción de cortisol. Es éste un mecanismo típico de control por retroalimentación negativa (*feed-back*).



Control de la secreción de las glándulas suprarrenales; - inhibe, + estimula.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Qué es y cómo usar este libro.....	3
Consejos antes de la prueba del 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>	16
Prueba 3: <i>Cádiz</i>	22
Prueba 4: <i>Cantabria</i>	31
Prueba 5: <i>Castilla-La Mancha</i>	47
Prueba 6: <i>Córdoba</i>	59
Prueba 7: <i>Extremadura</i>	67
Prueba 8: <i>Granada</i>	77
Prueba 9: <i>La Laguna</i>	84
Prueba 10: <i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	93
Prueba 11: <i>León</i>	102
Prueba 12: <i>Madrid</i>	108
Prueba 13: <i>Málaga</i>	119
Prueba 14: <i>Murcia</i>	126
Prueba 15: <i>Oviedo</i>	133
Prueba 16: <i>País Vasco</i>	136
Prueba 17: <i>Palma de Mallorca</i>	144
Prueba 18: <i>Salamanca</i>	150
Prueba 19: <i>Santiago de Compostela</i>	157
Prueba 20: <i>Sevilla</i>	171
Prueba 21: <i>Valencia</i>	178
Prueba 22: <i>Valladolid</i>	192
Prueba 23: <i>Zaragoza</i>	201



PRUEBAS DE 1990

ISBN 84-207-4039-X



9 788420 740393

ANAYA