
OLIMPIADAS DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID



ORGANIZA



Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

EDITA



SANTILLANA

COLABORAN



Universidad Complutense
de Madrid



Universidad
de Alcalá



La Suma de Todos



Índice

Introducción	5
Categorías de participación	7
Ganadores	8

SÉPTIMA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO	11
Cuestionario de la categoría Bachillerato	39

OCTAVA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO	77
Cuestionario de la categoría Bachillerato	103
Práctica en la Universidad Autónoma de Madrid (no puntuable).....	137

NOVENA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO	151
Cuestionario de la categoría Bachillerato	181
Práctica en la Universidad Autónoma de Madrid	215
Práctica en la Universidad de Alcalá	221

Introducción

Queremos presentaros un nuevo libro sobre las Olimpiadas de Biología que desde el año 2003 el COBCM viene organizando en la Comunidad de Madrid, con el fin de fomentar entre el alumnado de Enseñanza Secundaria y Bachillerato, el interés por la biología y por las innovaciones que se producen en esta disciplina científica.

Como todos sabéis, la biología es como la vida misma y, por tanto, es trascendental para la humanidad, ya que gracias a ella y su estudio, vamos conociendo y resolviendo todos los retos a los que el ser humano se enfrenta en el día a día. Por todo ello, debemos ser muy responsables tanto en los conocimientos que transmitimos como en los conocimientos que asimilamos a lo largo de los años en el estudio de la diversidad biológica, la organización y funciones vitales de los organismos.

Hemos visto cómo año tras año va creciendo la participación, no solo de colegios tanto públicos como privados, sino también el número de alumnos. Asimismo, hemos visto la ilusión con la que participan alumnos y profesores. Todo ello nos indica que estas Olimpiadas son una bocanada de aire fresco para todos, pues a los profesores les supone un esfuerzo y actualización de las materias impartidas y a los alumnos, una savia nueva en conocimientos y deseos de superación. Esto nos ha llevado a conseguir muy buenos resultados en la Olimpiada Nacional y participar en las Olimpiadas Internacional e Iberoamericana en varias ocasiones, obteniendo medallas de bronce en la XX Olimpiada Internacional de Biología (Japón, 2009) y en la XXII Olimpiada Internacional de Biología (Taiwán, 2011).

En este libro se recogen los contenidos de las pruebas correspondientes a las Olimpiadas celebradas en 2009, 2010 y 2011, que representan a las VII, VIII y IX Olimpiadas celebradas en nuestra Comunidad. Hemos pretendido que los argumentos de las soluciones sean concisos y limitados estrictamente al planteamiento de la pregunta; por lo que el texto final puede entrañar ciertas dificultades a los estudiantes, que precisarán en algún caso la ayuda del profesor. Este tercer libro presenta como novedad en su contenido, las dos prácticas que se realizaron por primera vez en la IX Olimpiada de la Comunidad de Madrid celebrada en el año 2011. Esperamos que este libro sea, como los anteriores, un texto didáctico, útil para su uso como material para las clases o como guía en la preparación de los alumnos que deseen participar en próximas convocatorias.

Tanto las Olimpiadas celebradas en los años 2009, 2010 y 2011 como este libro son posibles gracias al trabajo de muchas personas: Eduardo Moreno Heras, M^a Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido, Carmen García González, M^a Isabel García Serrano, Marisa González Montero de Espinosa, José Luis Díaz León, Javier Fernández-Portal Díaz del Río, Rafael Rol-dán Pérez, José Luis Bella Sombria y Pedro del Castillo Escassi. Todos ellos han

formado parte del comité organizador de la Olimpiada, han desarrollado e impartido las prácticas o han trabajado en el desarrollo de esta publicación.

No puedo olvidarme de agradecer a todas las empresas colaboradoras, como Santillana, ZOEa, Vita-Aidelos, TSD Pierron, la aportación del granito de arena que hacen, unas veces con premios y otras con la edición de este libro. Para nosotros es muy importante contar con su apoyo.

También nuestro agradecimiento a la Dirección General de Mejora de la Calidad de la Enseñanza de la Consejería de Educación y a las Universidades de Alcalá, Autónoma y Complutense de Madrid, que ponen a nuestra disposición la infraestructura necesaria para la celebración de las pruebas prácticas y la entrega de premios.

Muchas gracias a todos ellos, y, por supuesto, a los alumnos y centros participantes, ya que sin ellos la Olimpiada no tendría sentido.

Ángel Fernández Ipar
Decano
Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

Categorías de participación

La Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid está dirigida a alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato en las siguientes categorías:

Categoría A: para alumnos del segundo curso de Bachillerato, quienes participan de forma individual. La prueba consiste en 50 preguntas tipo test que recogen contenidos del currículo de Biología y Geología de primero de Bachillerato (10%, solo contenidos de Biología) y de Biología de segundo de Bachillerato (90%).

Categoría B: para alumnos de cuarto curso de la ESO, quienes participan en equipos de tres alumnos. La prueba se estructura en dos bloques: el primero consiste en 25 preguntas tipo test y el segundo se compone de 10 preguntas cortas razonadas. Se recogen contenidos de las materias de Ciencias de la Naturaleza del primer ciclo de ESO (20%) y de Biología y Geología de tercero (40%) y cuarto de la ESO (40%). En todos los casos, solo los contenidos de Biología.

Ganadores

Ganadores VII OBCM, año 2009

Categoría A

- 1.º premio: Laura Tejerina García, del Colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo.
- 2.º premio: Álvaro Lafuente Romero, del Colegio Ntra. Sra. del Recuerdo.
- 3.º premio: Héctor Valverde Hernández, del IES Benjamín Rúa.

Categoría B

- 1.º premio: Enrique Cordero García-Galán, Cristina García Martín y Álvaro Gómez de Olea Abad, del Colegio Ntra. Sra. del Recuerdo.
- 2.º premio: Luis Fuente Pérez, Claudia García García e Isabel Sarmiento de Sotomayor Martínez, del IES San Juan Bautista.
- 3.º premio: Nuria Jiménez Elvira, Alejandro Ocampos Guillén y David Vitón Vara, del Centro Cultural Elfo.

Álvaro Lafuente Romero, clasificado en la IV Olimpiada Española de Biología (Las Palmas de Gran Canaria, marzo de 2009) y medalla de bronce en la XX Olimpiada Internacional de Biología (Japón, julio de 2009).

Ganadores VIII OBCM, año 2010

Categoría A

- 1.º premio: Alicia Pérez Lemonche, del Colegio Europeo Aristos.
- 2.º premio: Sonia García Cabrera, del IES José del Hierro.
- 3.º premio: Felipe Velasco Vaquero, del Colegio Villa de Griñón.
- 4.º clasificado: Javier Conesa Egea, del Colegio Patrocinio de San José.

Categoría B

- 1.º premio: Alejandro Bolullo Pérez, Eric García de Ceca Elejoste y Adrián Tejedor López, del Colegio Bérriz.
- 2.º premio: David Álamo Plaza, José Fernando Gómez Díaz y Rafael Valverde Vázquez, del Colegio Enriqueta Aymer.
- 3.º premio: Víctor Albarrán Fernández, Xin Zheng Ye Peng y Alberto Garcés Rodríguez, del Colegio Ntra. Sra. de las Escuelas Pías de Aluche.

Ganadores IX OBCM, año 2011

Categoría A

- 1.^{er} premio: Álvaro Gabaldón Badiola, IES Isabel la Católica.
- 2.^o premio: Pablo Hernández Malmierca, IES Alameda de Osuna.
- 3.^{er} premio: Cristina García Ruiz de Loizaga, Liceo Europeo.
- 4.^o clasificado: Macarena Contreras Angulo, Colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo.
- 5.^o clasificado: Esteban Díaz Luzzi, Colegio Retamar.

Categoría B

- 1.^{er} premio: Pablo Gómez Roca, Santiago Freire Pérez y Darío del Río González, del Colegio San Patricio.
- 2.^o premio: Irene Quintana de San Antonio, Pablo Moreno Cerezo y Laura Artiga Sainz, del Colegio La Salle - Maravillas.
- 3.^{er} premio: Javier Álvarez Sanz, Pablo Martín de las Casas y Álvaro Sánchez Sánchez, del Colegio Ntra. Sra. de las Escuelas Pías de Carabanchel.

Álvaro Gabaldón Badiola y Pablo Hernández Malmierca, clasificados en la VI Olimpiada Española de Biología (Granada, marzo-abril de 2011) y medalla de bronce en la XXII Olimpiada Internacional de Biología (Taiwán, julio de 2011).

SÉPTIMA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Autores de las preguntas:

**Eduardo Moreno Heras, M^a Victoria Pérez Celada,
Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido**

Autores de las respuestas:

**Carmen García González, M^a Isabel García Serrano,
Consuelo Sánchez Cumplido**

Madrid, 13 de marzo de 2009

VII OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. «Cuando iba como naturalista a bordo del *Beagle*, buque de la marina real, me impresionaron mucho ciertos hechos en la distribución geográfica de los seres orgánicos que viven en América del Sur, y las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los pasados de aquel continente».

Así comienza *El origen de las especies por medio de la selección natural*, la obra más representativa de Charles Darwin, de la que el 27 de noviembre de este año 2009 se celebrará el 150 aniversario de su publicación.

En su teoría evolutiva, Darwin postulaba que:

- Las especies se adaptan a las variaciones del medio cambiando sus hábitos, lo que provoca el desarrollo de determinados órganos y la atrofia de otros.
- Los individuos de la misma especie deben competir para obtener recursos del medio y reproducirse.
- Los caracteres adquiridos por el uso son heredables y por tanto la descendencia también los poseerá.
- La naturaleza seleccionará los individuos que presenten caracteres ventajosos y los que no consigan adaptarse desaparecerán.
- Las respuestas b) y d) son correctas.

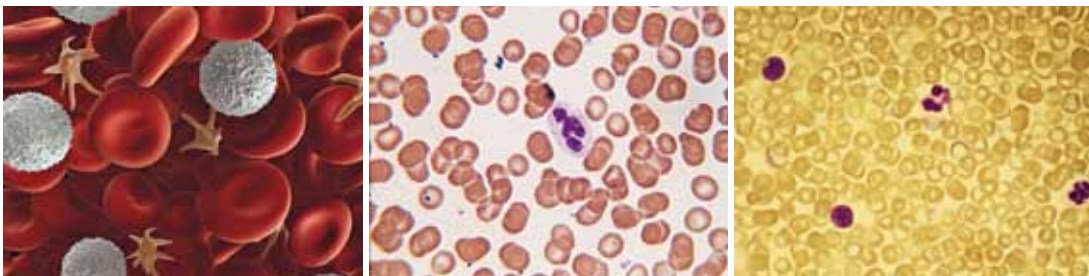
Solución: e

La respuesta a) no es correcta, puesto que un órgano no se desarrolla o desaparece de acuerdo a un determinado comportamiento, sino a las características genéticas de cada organismo.

La respuesta c) no es correcta, ya que los caracteres adquiridos por el uso no son heredables.

Las respuestas b) y d) son correctas, ya que según la teoría darwinista los individuos de la misma especie presentan diferencias entre sí, lo que les hace estar mejor o peor adaptados al medio y por ello compiten por los recursos disponibles, sobreviviendo y pudiendo reproducirse aquellos que tengan una mejor adaptación al medio.

2. Las imágenes corresponden a células sanguíneas identificadas como:



- Linfocitos y eritrocitos o hematíes que, en un recuento normal, suman unos 5 millones/mm³ en hombres.
- Eritrocitos y granulocitos basófilos con el núcleo de forma arriñonada.
- Plaquetas, eritrocitos y leucocitos del grupo de los agranulocitos.
- Eritrocitos, granulocitos neutrófilos y monocitos, los dos últimos tipos son leucocitos caracterizados por la forma de su núcleo.

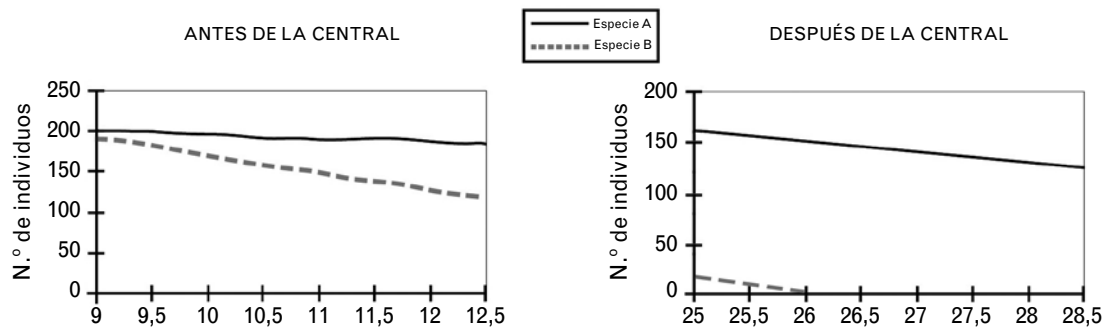
- e) Eritrocitos, presentes en la sangre femenina en una cantidad inferior a 5 millones/mm³, y dos tipos de glóbulos blancos, cuyo recuento normal en una persona sana es de 400 000/mm³.

Solución: d

La sangre está compuesta por una parte líquida, denominada plasma sanguíneo, que representa aproximadamente el 55 % del volumen de la sangre y contiene agua, sales minerales y proteínas, entre otros compuestos. El otro 45 % está formado por células sanguíneas, entre las que se encuentran los eritrocitos o glóbulos rojos (primer dibujo), que carecen de núcleo, están especializados en el transporte de oxígeno y suman entre 4 y 5,5 millones/mm³; trombocitos o plaquetas, que son fragmentos celulares que participan en la coagulación sanguínea y suman unos 140 000 a 450 000 mm³; por último, los leucocitos o glóbulos blancos, encargados de la defensa del organismo y de los que hay unos 4 000 a 10 000 mm³. Dentro de los leucocitos encontramos a su vez varios tipos con diferentes funciones específicas:

- Granulocitos (segundo dibujo). Presentan un núcleo polimorfo con numerosos gránulos en su citoplasma. Se clasifican a su vez en neutrófilos, encargados de fagocitar bacterias y otros agentes externos; basófilos, que segregan sustancias anticoagulantes y controlan la inflamación, y eosinófilos, que son células fagocitarias que eliminan los complejos antígeno-anticuerpo.
- Monocitos (tercer dibujo). Característicos por su núcleo con forma arriñonada. Son los leucocitos de mayor tamaño que al viajar al tejido conectivo se convierten en macrófagos, que mediante sus pseudópodos fagocitan diferentes microorganismos y restos celulares.
- Linfocitos. Son los leucocitos más numerosos y participan en la regulación de la respuesta inmunitaria adquirida.

3. Dos especies, A y B, ocupan el lecho de un río del que se toma agua para refrigerar una central térmica. Se hicieron censos de las dos especies en dos zonas distintas, una situada antes de entrar en la central, y la otra a la salida de las instalaciones. Considerando como factor abiótico la temperatura del agua, se obtuvieron los resultados representados en las gráficas, de las que se deduce que:



- a) La especie A es euriterma con valencia ecológica alta y la B estenoterma con valencia baja.
- b) La especie A es estenoterma con valencia ecológica baja y la B euriterma con valencia alta.

- c) Ambas especies son estenotermas con valencia ecológica alta.
- d) Ni la especie A ni la B tienen valencia ecológica al ocupar el mismo hábitat.
- e) Las especies A y B son euritermas con valencia ecológica baja.

Solución: a

La valencia ecológica hace referencia al intervalo de tolerancia de una especie respecto a un factor cualquiera del medio. La especie A tiene una valencia ecológica alta para la temperatura (es euriterma), ya que soporta un intervalo amplio de temperaturas para vivir. El número de individuos de esta especie no disminuye apreciablemente a pesar del aumento de la temperatura del agua debido a la liberación de agua caliente al río por la actividad de la central.

Por el contrario, la especie B no es tolerante respecto a la variación de la temperatura en el río (valencia ecológica baja) y, por lo tanto, es estenoterma. El número de individuos, en el tramo del río afectado por la central térmica, disminuye rápidamente a medida que la temperatura aumenta, hasta llegar a desaparecer cuando la temperatura alcanza un valor de 26 °C.

4. La digestión final de los hidratos de carbono tiene lugar en un órgano cilíndrico que produce maltasa, enzima que hidroliza el disacárido maltosa en dos moléculas de glucosa. Las principales capas que forman el citado órgano desde su luz hasta el exterior, son:

- a) Mucosa, tegumento y tejido conjuntivo.
- b) Mucosa lisa, tejido muscular estriado y conectivo.
- c) Mucosa replegada, tejido muscular liso y tejido conjuntivo.
- d) Microvellosidades de la capa muscular lisa y tejido conectivo en el exterior.
- e) Son ciertas las respuestas c) y d).

Solución: c

El aparato digestivo está formado por varias partes: comienza en la boca, sigue en el esófago, llega al estómago, continúa por el intestino delgado y termina en el intestino grueso, así como una serie de glándulas anejas que ayudan a la digestión de las diferentes sustancias, como por ejemplo el hígado y el páncreas. Así, la digestión de los glúcidos comienza en la boca al mezclarlos con la saliva, dicha digestión continúa en el estómago, y por último finaliza en el intestino delgado. El intestino delgado es un órgano con forma cilíndrica que tiene una longitud aproximada de 5 metros y cuya estructura, desde la luz al exterior, está formada por las siguientes capas: mucosa replegada, que permite la absorción de los nutrientes; tejido muscular liso, que realiza los movimientos peristálticos, y por último, una capa externa que permite protegerlo. Además, es un órgano altamente vascularizado, es decir, está rodeado de numerosos capilares que permiten que los nutrientes pasen directamente al torrente circulatorio.

5. Durante el entrenamiento de un deportista aumenta su frecuencia cardiaca y respiratoria; esto hace que aumente también su temperatura y disminuya el pH en el tejido muscular. Como consecuencia de todo ello, ocurrirá:

- a) Un aumento en la liberación de O₂ de la oxihemoglobina.
- b) Un aumento en la liberación de CO₂ de la carboxihemoglobina.
- c) Una saturación de O₂ en los glóbulos rojos provocada por el brusco aumento de temperatura.
- d) Una pérdida funcional de la hemoglobina por encontrarse en medio alcalino.
- e) Todas las afirmaciones son falsas.

Solución: a

La oxihemoglobina es la proteína que transporta el O₂ en la sangre, mientras que la carboxihemoglobina es un complejo estable de monóxido de carbono y la hemoglobina que se forma en la sangre cuando el monóxido de carbono se inhala. A medida que aumenta la temperatura y disminuye el pH, va a disminuir la afinidad de la hemoglobina por el O₂ por lo que este se libera fácilmente de la hemoglobina, lo que facilitará un mayor rendimiento energético al deportista.

6. Los individuos de grupo sanguíneo 0 son donantes universales porque:

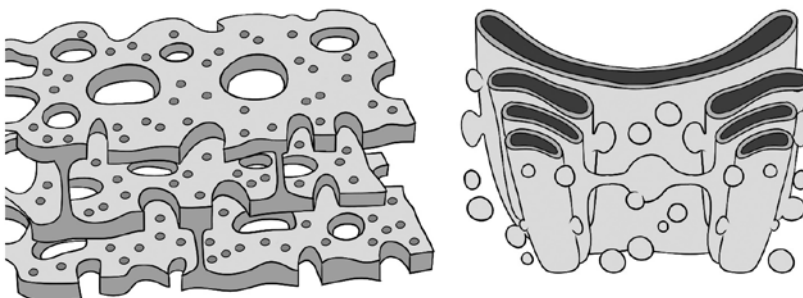
- a) No poseen anticuerpos anti A pero sí anticuerpos anti B.
- b) No poseen anticuerpos anti B pero sí anticuerpos anti A.
- c) No poseen anticuerpos anti A ni anti B.
- d) No son donantes sino receptores universales al no poseer ningún anticuerpo.
- e) Pueden donar sangre solo a los individuos con grupo AB.

Solución: c

El sistema de grupos sanguíneos AB0 hace referencia a los diferentes grupos sanguíneos que podemos encontrar en los seres humanos (A, B, AB y 0), pero además existe otro factor denominado Rh que representa una variación más de dichos grupos sanguíneos, pudiendo ser positivo (+) o negativo (-) en cada uno de los cuatro casos anteriores. Además, el tener un grupo sanguíneo u otro viene determinado genéticamente.

Lo que determina que la sangre sea de un tipo u otro viene dado por la presencia de unas moléculas denominadas antígenos, y que se encuentran en la superficie del eritrocito o glóbulo rojo. En el caso del grupo sanguíneo 0 carece de anticuerpos para los antígenos de los grupos A y B, por tanto, pueden donar sangre a cualquier grupo sanguíneo existente sin riesgo de rechazo.

7. Los siguientes esquemas representan dos orgánulos citoplasmáticos relacionados funcionalmente; identifícalos:



- a) Son el retículo endoplasmático rugoso y el retículo endoplasmático liso, orgánulos membranosos citoplasmáticos de todas las células eucariotas.
- b) Corresponden al citoesqueleto y al aparato de Golgi, estructuras presentes en células eucariotas.
- c) Son el retículo endoplasmático liso y el aparato de Golgi, orgánulos energéticos presentes en células eucariotas vegetales.
- d) Son el aparato de Golgi y el retículo endoplasmático rugoso, orgánulos relacionados con tareas de secreción en células eucariotas.
- e) Corresponden al retículo endoplasmático rugoso y mitocondrias, orgánulos del sistema vacuolar intracitoplasmático.

Solución: d

Las proteínas son moléculas muy complejas que se forman a partir de la información genética, sintetizándose en los ribosomas. Según el tipo de proteínas, la síntesis se hará en ribosomas libres o asociados al retículo endoplasmático rugoso. En este caso, una vez sintetizadas deben sufrir procesos de maduración, por lo que son almacenadas y transformadas en el retículo endoplasmático rugoso, pasando a continuación al aparato de Golgi para completar su maduración. Finalmente, formarán parte de vesículas de secreción de células secretoras, como por ejemplo de las células pancreáticas secretoras de insulina.

8. En 1520, durante los tres meses de travesía por el Pacífico, en la expedición capitaneada por Magallanes alrededor del mundo, murieron 21 hombres de la tripulación y enfermaron otros 30. Todos se encontraban extremadamente fatigados, con hemorragias y con las encías hinchadas y sangrantes. En esas circunstancias y con esos síntomas, la enfermedad que con toda probabilidad padecieron fue:

- a) La peste bubónica, las ratas del barco, vectores de la enfermedad, les mordían y les transmitían la bacteria *Yersinia pestis*.
- b) El escorbuto, por falta de vitamina C al comer solo conservas.
- c) La viruela, que se fue contagiando entre ellos al no poder salir del barco.
- d) La malaria, ya que los mosquitos les transmitieron el protozoo *Plasmodium* a su paso por África.
- e) La sífilis, que se caracteriza por los síntomas descritos, debido a la toxina botulínica producida por las bacterias que se desarrollan en las conservas.

Solución: b

El escorbuto es una avitaminosis producida por la deficiencia de vitamina C, que es requerida para la síntesis de colágeno en los humanos. El nombre químico para la vitamina C, ácido ascórbico, proviene de una raíz latina *scorbutus*. Era común en los marinos que subsistían con dietas en las que no figuraban fruta fresca ni hortalizas (reemplazando estos con granos secos y carne salada). Fue reconocida hace más de dos siglos por el médico naval británico James Lind, que la prevenía o curaba añadiendo cítricos a la dieta. Las manifestaciones clínicas de la enfermedad consisten en afectación de las encías con sangrado, hemorragias perifoliculares e intraarticulares, así como en las uñas, aflojamiento y caída de los dientes, etc. En casos terminales produce edema, fiebre e incluso la muerte.

9. La ósmosis es un fenómeno mediante el cual dos disoluciones de distinta concentración tienden a igualarse. En relación con este proceso, es cierto que:

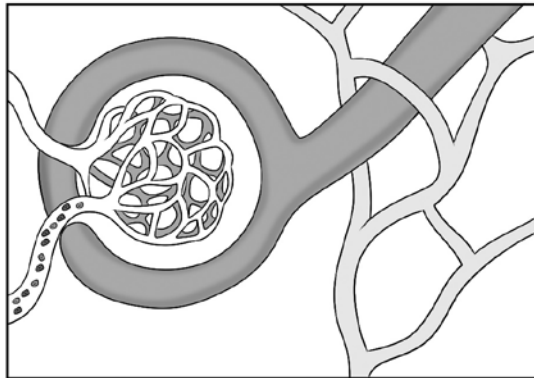
- a) Las dos disoluciones deben estar separadas por una membrana permeable.
- b) El agua de la disolución más concentrada, o hipotónica, atraviesa la membrana hacia la disolución menos concentrada o hipertónica.
- c) Las membranas de los seres vivos se comportan como permeables y por ello las células deben encontrarse en un medio isotónico para evitar la rotura de la membrana.
- d) Si la concentración del medio extracelular es mayor, o hipertónica, respecto al citoplasma, el agua tiende a salir de la célula pudiendo llegar a producir su muerte.
- e) Las respuestas a) y c) son verdaderas.

Solución: d

Las membranas celulares son semipermeables, solo dejando pasar a través de sus poros al disolvente (el agua) pero no al soluto (las sales). Por el proceso de ósmosis, el agua tiende a salir de la disolución menos concentrada (interior de la célula) hacia la más concentrada (medio extracelular) hasta conseguir que ambas concentraciones se igualen. Este proceso implicará una deshidratación de la célula (plasmólisis) que puede llevarla a la muerte.

10. Cada riñón consta aproximadamente de un millón de unidades anatómicas y funcionales denominadas nefronas. Cada nefrona está constituida por el corpúsculo renal o de Malpighi y un sistema tubular. El proceso característico del corpúsculo renal es:

- a) Reabsorción del 99 % del agua que se ha filtrado procedente de la sangre.
- b) Absorción de glucosa, aminoácidos y urea.
- c) Filtración de la sangre permitiendo el paso de moléculas pequeñas, como el agua, las sales minerales y la urea.
- d) Secreción de sustancias tóxicas procedentes del metabolismo.
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.



Solución: e

Las nefronas son las unidades funcionales y anatómicas de los riñones; cada riñón posee aproximadamente un millón de nefronas. La nefrona a su vez está formada por dos partes: los tubos renales, que son pequeños tubos que posteriormente se irán uniendo hasta formar los uréteres, y, por otro lado, el corpúsculo renal o de Malpighi. El corpúsculo renal tiene forma de esfera y está formado a su vez por el glomérulo renal y la cápsula de Bowman o cápsula glomerular. El glomérulo renal está formado por numerosos capilares que posteriormente se unen para formar la arteriola eferente que sale de la nefrona.

La cápsula renal, por otro lado, envuelve al glomérulo renal mediante dos capas, una de las cuales, la denominada capa parietal, está formada por unas células especiales denominadas podocitos, que tienen unas aberturas llamadas hendiduras de filtración, que es por donde pasa la sangre que sale de los capilares glomerulares. Por tanto, se trata de una estructura capaz de filtrar moléculas, pero en ningún caso las selecciona en función del tipo o del tamaño.

11. Los grandes biomas terrestres se definen por un tipo de vegetación uniforme dependiente de los factores climáticos que condiciona al resto de seres vivos que allí habitan. Uno de estos biomas es la taiga, que se caracteriza por:

- a) Situarse cerca del polo norte, por lo que la temperatura es baja, sus suelos se descongelan solo en verano (permafrost), y la vegetación es escasa y está representada por musgos, líquenes, hierbas y pequeños arbustos.
- b) Situarse en altas latitudes o altitudes, con inviernos fríos y veranos suaves, donde abundan pinos, abetos y abedules.
- c) Localizarse en zonas templadas del hemisferio norte, con inviernos fríos y veranos cálidos; presenta suelos muy desarrollados y abundan los árboles de hoja caduca como las hayas y los robles.
- d) Ser un ecosistema herbáceo sin apenas arbolado, con precipitaciones escasas y una fauna predominante de grandes rebaños de herbívoros, como bisontes, caballos o ñús.
- e) Presentar inviernos suaves y veranos calurosos con precipitaciones escasas en verano y vegetación esclerófila, árboles y arbustos de raíces profundas, como olivos, encinas y alcornoques.

Solución: b

La taiga se caracteriza por su vegetación de coníferas, árboles de hoja perenne que soportan bien las bajas temperaturas del invierno ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) y las suaves temperaturas del verano ($19\text{ }^{\circ}\text{C}$). La forma de las hojas de las coníferas, en acícula, les permite resistir las heladas, tan comunes en la zona y perder poca agua. La taiga se sitúa entre la tundra, al norte, y la estepa, al sur. Geográficamente se sitúa en la zona norte de Rusia, Siberia, norte de Europa, norte de Canadá y en Alaska, todos ellos en el hemisferio norte.

12. Los cambios que se producen en el cuerpo de la mujer, y que se repiten de forma periódica cada 28 días aproximadamente, reciben el nombre de ciclo menstrual. Estos cambios están provocados por distintas hormonas, entre las que se encuentra la progesterona, cuya función es:

- a) Producir la desintegración del óvulo el día 28 del ciclo y la consiguiente liberación de estrógenos.
- b) Provocar el comienzo de la menstruación y estimular la secreción de estrógenos en los folículos de Graaf, situados en los ovarios.
- c) Estimular la secreción de estrógenos producidos en la hipófisis para madurar al óvulo.

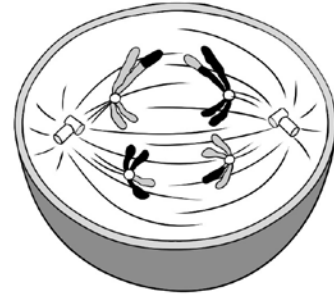
- d) Ayudar a mantener el embarazo y, junto con los estrógenos, contribuir al desarrollo progresivo del endometrio si se ha producido la fecundación.
- e) Ordenar al hipotálamo la secreción de LH (hormona luteinizante) para producir la maduración del óvulo.

Solución: d

La producción de progesterona aumenta el día 14 o 15 del ciclo menstrual, la cual se inicia cuando se rompe el folículo para permitir la salida del óvulo iniciándose así la fase lútea, permitiendo preparar el útero de la mujer para alojar el óvulo fecundado. Asimismo, los estrógenos producen una gran proliferación del revestimiento endometrial, y el aumento de las glándulas endometriales con el objetivo de facilitar que el óvulo fecundado se aloje en el útero. Además de estas funciones, ambas hormonas presentan otras funciones importantes, como es aumentar la actividad osteoblástica de los huesos en el caso de los estrógenos, dando lugar a la fusión temprana de la epífisis y diáfisis de los huesos. Por otro lado, la progesterona disminuye la frecuencia e intensidad de las contracciones uterinas, evitando la expulsión del óvulo implantado.

13. La siguiente ilustración representa una etapa de un proceso biológico importante para los seres vivos. Se trata de:

- a) La anafase mitótica en una célula con dotación cromosómica $n = 4$.
- b) La profase meiótica, ya que hay recombinación cromosómica.
- c) La anafase II meiótica en una célula somática $2n = 4$.
- d) La anafase de la primera división meiótica, en una célula $2n = 4$.
- e) Una diacinesis meiótica en una célula diploide $2n = 4$.



Solución: d

La figura representa a una célula durante la primera división meiótica o reduccional. Durante la anafase I meiótica, se separan los cromosomas homólogos después de haber sufrido la recombinación genética, lo que puede apreciarse por la diferente coloración de los cromosomas homólogos. Se trata de una célula con 4 cromosomas, por lo que las dos células hijas resultantes de la primera división meiótica serán células $n = 2$.

14. Los vertidos industriales, agrícolas y urbanos hacen que los ríos tengan una alta concentración de contaminantes, disminuyendo así su capacidad autodepurativa. Para eliminarlos se hace pasar el agua por las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). La secuencia de procesos que se da en una estación ordinaria es:

- a) Desarenado y desengrasado → tratamiento biológico → filtrado → digestión de lodos.
- b) Tratamiento biológico → filtrado → desarenado y desengrasado → digestión de lodos.

- c) Filtrado → tratamiento biológico → digestión de lodos → desarenado y desengrasado.
- d) Filtrado → desarenado y desengrasado → tratamiento biológico → digestión de lodos.
- e) Tratamiento biológico → filtrado → digestión de lodos → desarenado y desengrasado.

Solución: d

En las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) se realiza la separación del agua y las sustancias contaminantes que forman los lodos y fangos, por ello existe una línea de agua y una de fangos.

– Línea de agua. Se realiza en tres o cuatro fases.

1.ª fase. Pretratamiento. Mediante un filtrado se extraen los objetos voluminosos, posteriormente se elimina la arena (por decantación) y las grasas (por flotación).

2.ª fase. Tratamiento primario. Se extraen las sustancias sólidas en suspensión por diferentes sustancias que las unen y las hacen precipitar.

3.ª fase. Tratamiento secundario. El agua se somete a un tratamiento biológico mediante microorganismos que eliminan la materia orgánica y los nutrientes inorgánicos.

4.ª fase. Tratamiento terciario. No siempre se lleva a cabo, solamente en los casos en los que el agua contenga contaminantes concretos. Para ello, se realiza un tratamiento físico-químico específico.

– Línea de lodos. Se realiza un espesado para posteriormente acumularlos en vertederos o para otros usos.

15. A la vuelta de vacaciones de Navidad vuestra profesora de Biología y Geología de 4.º se encuentra que toda la colección de fósiles del laboratorio ha sido desordenada por una obra de urgencia. Encarga al equipo que va a presentarse a la Olimpiada de Biología que, como práctica de preparación, ordene la colección colocando los fósiles cronológicamente. Reconocéis trilobites, fragmentos de estromatolitos petrificados, ammonites, restos de pterosaurios y restos de las pezuñas de Hipparion, que datáis en el siguiente orden:

- a) Ammonites – Hipparion – pterosaurios – estromatolitos – trilobites.
- b) Estromatolitos – trilobites – pterosaurios – ammonites – Hipparion.
- c) Estromatolitos – Hipparion – ammonites – trilobites – pterosaurios.
- d) Ammonites – estromatolitos – trilobites – pterosaurios – Hipparion.
- e) Trilobites – estromatolitos – ammonites – pterosaurios – Hipparion.

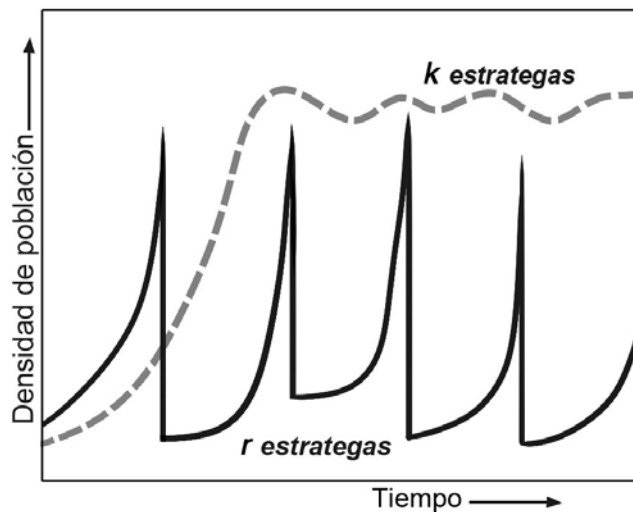
Solución: b

Los fósiles son restos de la actividad o restos de organismos de eras remotas y se encuentran en rocas sedimentarias. Los fósiles nos dan información sobre la vida en diferentes eras geológicas, sobre todo los fósiles guía al estar presentes únicamente en un breve periodo geológico.

La serie tiene que comenzar con los estromatolitos, ya que son restos de las cianobacterias que vivieron hace 3 500 m.a. A continuación, los trilobites, artrópodos típicos del Paleozoico, hace 540 m.a. La serie continúa con los pterosaurios, los primeros vertebrados voladores de la Era Mesozoica, hace 228 m.a. Después, los ammonites, cefalópodos que existieron antes que los pterosaurios, pero se extinguieron más tarde: desde el Devónico, hace 400 m.a., hasta el Cretácico, hace 65 m.a. Por último, tenemos el Hipparion, mamífero perisodáctilo del Terciario, hace 23 m.a.

16. En las especies animales se pueden observar dos estrategias diferentes de supervivencia: los estrategias de la «r» (potencial biótico) y los estrategias de la «k» (límite de carga del medio), cuyo comportamiento reproductivo se observa en la gráfica:

- a) Los r estrategias producen muchos descendientes pero su mortalidad es elevada en las primeras clases de edad, aunque las poblaciones se recuperan a partir de muy pocos individuos.
- b) Los r estrategias suelen ser depredadores de gran tamaño, cuyas poblaciones fluctúan debido a que provocan la disminución del número de sus presas.
- c) Los k estrategias, animales de pequeño tamaño, están adaptados a un rápida explotación del medio, en el que se mantienen estables una vez alcanzan la capacidad de carga de este.



- d) Los k estrategias producen pocos descendientes, la mayoría alcanzan la madurez, pero la recuperación de las poblaciones a partir de pocos individuos es muy costosa.
- e) Las respuestas a) y d) son ciertas.

Solución: e

Las estrategias de supervivencia de las especies pueden clasificarse en dos tipos, en función de diferentes factores bióticos y abióticos que se exponen a continuación.

- Estrategas de la r. Su tiempo de vida en corto, generalmente inferior a un año. Presentan una gran mortalidad que suele afectar a muchos de los individuos, por lo que la población varía mucho a lo largo del tiempo y está alejada de la capacidad de carga del medio. Suelen ser organismos de pequeño tamaño, con un desarrollo rápido, una madurez precoz, descendencia numerosa y poca adaptación al medio.

– Estrategas de la k. Su tiempo de vida suele ser largo, en general por encima de un año. Su mortalidad depende de la densidad de la población, por lo que esta suele ser constante y próxima a la capacidad de carga. Su desarrollo es lento, así como su madurez, la descendencia es poco numerosa y cuidan de la prole. Suelen ser individuos de mayor tamaño.

17. Las bacterias nitrificantes participan en el ciclo del nitrógeno, principalmente:

- a) Convirtiendo nitrógeno gaseoso en amoníaco, que es absorbido por los pelos radicales.
- b) Liberando amoníaco de los compuestos orgánicos, por lo cual retorna al suelo.
- c) Convirtiendo amoníaco en nitrógeno gaseoso que retorna a la atmósfera.
- d) Convirtiendo amoníaco en nitrato que es absorbido por las plantas.
- e) Incorporando nitrógeno en los aminoácidos y en otros compuestos orgánicos.

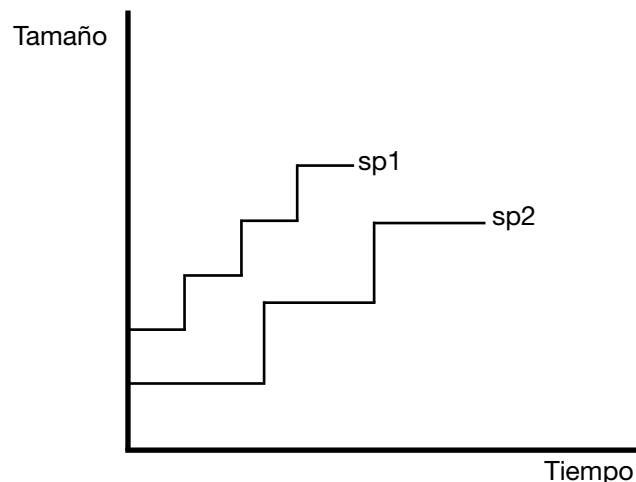
Solución: d

Las bacterias del suelo tienen un papel imprescindible en los ciclos biogeoquímicos. Sin ellas sería imposible la reutilización de los diferentes bioelementos que se excretan por parte de los organismos complejos en estado reducido y que no pueden volver a incorporarse a la materia orgánica por medio del proceso de fotosíntesis si no es en estado oxidado.

La nitrificación es el proceso de oxidación del amoníaco llevado a cabo por las bacterias nitrificantes *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*, dando como producto final los nitratos, que pueden ser utilizados por los organismos autótrofos.

18. La siguiente gráfica representa el desarrollo indirecto de dos especies de insectos, proceso controlado por las concentraciones de dos hormonas, ecdisona y juvenil. La primera conduce a la muda, periodo crítico para la supervivencia de la especie, y la segunda conserva las estructuras propias de las formas juveniles. Utiliza la información aportada por la gráfica para deducir la respuesta correcta:

- a) La especie 2 presenta tres mudas largas en el tiempo y alcanza menor tamaño que la especie 1.
- b) La especie 1 pasa por cuatro mudas cortas en el tiempo, por eso tiene más posibilidades de sobrevivir que la especie 2.
- c) La especie 2 tiene más posibilidades de sobrevivir porque presenta menos mudas.



- d) La especie 1 sufre cuatro mudas cortas y la especie 2 tres mudas largas, y ambas tienen la misma posibilidad de supervivencia.
- e) El número de mudas y su duración no está relacionado con el tamaño ni con la supervivencia de la especie.

Solución: e

Tanto la hormona ecdisona como la juvenil intervienen en un proceso fundamental en los insectos, la metamorfosis. Cuando la cantidad de ecdisona aumenta se produce la muda, mientras que la hormona juvenil promueve la continuidad de las estructuras inmaduras o juveniles, retrasando la metamorfosis hasta que el desarrollo de la larva sea completo. Por ello el desarrollo normal de cualquier insecto viene determinado por el equilibrio entre ambas hormonas.

En el caso de la especie 1 se parte de un tamaño mayor. Por ello es esperable que el tamaño adulto sea mayor que el de la especie 2 que parte de un tamaño inferior. Además, la supervivencia de una especie no está determinada por el número de mudas, ya que cada especie está adaptada a su medio y tendrá un número de mudas adaptado a él. Al mismo tiempo, la duración de dichas mudas depende de muchos factores tanto hormonales como ambientales.

19. Indica cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con el código genético es falsa:

- a) Es universal para todos los seres vivos.
- b) Algunos aminoácidos están codificados por más de un codón.
- c) Algunos codones indican el principio y el final de una proteína.
- d) Se compone de 20 codones.
- e) Las respuestas b) y c) son correctas.

Solución: d

El código genético es la clave que permite el paso del lenguaje de los nucleótidos al de los aminoácidos y es universal, es el mismo en todos los seres vivos.

Tiene otras características: la correspondencia es de un triplete de codones para cada aminoácido, que los tripletes no se solapan, que hay varios tripletes que significan el mismo aminoácido y que tiene tripletes que indican inicio o terminación de la secuencia a traducir.

El código genético está compuesto por 64 posibles codones o tripletes de nucleótidos que codifican para 20 aminoácidos.

20. La edafología es la ciencia que estudia la formación del suelo, compuesto por una serie de estratos característicos u horizontes. Cuantos más horizontes posea un suelo y de mayor grosor, mayor será su fertilidad y más estabilidad tendrá ante un impacto. Asocia cada estrato del suelo con su composición:

- 1. Horizonte O a. Humus, materia orgánica en descomposición.
- 2. Horizonte A b. Roca madre que origina el suelo

3. Horizonte B c. Fragmentos grandes de roca (clastos).
4. Horizonte C d. Capa más superficial, con hojas y restos de seres vivos
5. Horizonte D e. Acumulación de sales y óxidos por lixiviación.

- a) 1~d, 2~e, 3~b, 4~c, 5~a
b) 1~d, 2~a, 3~e, 4~c, 5~b
c) 1~a, 2~c, 3~e, 4~b, 5~a
d) 1~b, 2~c, 3~e, 4~a, 5~d
e) 1~d, 2~b, 3~c, 4~e, 5~a

Solución: b

La edafización o proceso de formación del suelo actúa desde la superficie y va perdiendo intensidad a medida que profundizamos en el suelo, alterándose los materiales debido a diferentes procesos, como la meteorización y translocación. Así, los suelos se pueden clasificar en los denominados horizontes edáficos, que son capas prácticamente paralelas a la superficie del terreno que presentan cambios en estructura y propiedades. Las principales propiedades que se utilizan para clasificar los suelos son: color, textura y estructura, lo que permite diferenciar un horizonte de otro.

Los horizontes existentes desde el nivel superficial hasta el nivel más profundo son:

- Horizonte 0. Estrato superficial, detritos orgánicos, hojas y materia orgánica parcialmente descompuesta.
- Horizonte A. Suelo superficial, materia orgánica parcialmente descompuesta (humus), raíces, organismos vivos y minerales.
- Horizonte B. Zona de lavado (infiltración), capa mineral que presenta lixiviación de minerales, arcillas y cationes, además de acumulación de partículas de arena y limo.
- Horizonte C. Compuesto por sedimentos y fragmentos de roca grande (clastos).
- Horizonte D. Roca madre que es difícil de romper excepto por fractura.

21. El intercambio de gases entre el aire atmosférico y la sangre se realiza en los alvéolos pulmonares. En ellos se produce intercambio gaseoso de oxígeno y de dióxido de carbono pero no de nitrógeno, debido a que:

- a) El nitrógeno es un gas escaso en la atmósfera.
b) El dióxido de carbono y el oxígeno pasan por ósmosis de la sangre a los alvéolos y viceversa, pero el nitrógeno no.
c) La concentración de nitrógeno es igual en el aire alveolar que en la sangre.
d) La pared alveolar es muy fina y solo permite el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono.
e) La sangre es incapaz de disolver y transportar el nitrógeno atmosférico.

Solución: c

El nitrógeno molecular es el gas más abundante en el aire, del orden del 78 % frente al 21 % del oxígeno. Es un gas poco reactivo, que no va a reaccionar con otras moléculas. Su peso molecular es menor al del oxígeno molecular y pasa fácilmente a través de los alvéolos a la sangre y viceversa, por ello la concentración es igual en ellos.

22. El texto siguiente corresponde a la cabecera de una noticia publicada recientemente en un periódico:

«La Comisión de Salud Pública determina que se siga administrando la vacuna contra el virus del papiloma con normalidad».

Respecto a la vacunación, es cierto que:

- a) Las personas vacunadas desarrollarán inmunidad artificial pasiva frente al virus.
- b) La vacuna provoca la formación de anticuerpos específicos por los linfocitos B.
- c) La vacuna contiene anticuerpos específicos contra el papiloma.
- d) Las personas vacunadas desarrollarán inmunidad natural activa frente al virus.
- e) Las respuestas a) y b) son ciertas.

Solución: b

La inmunidad es el proceso que permite a nuestro cuerpo defenderse de cualquier objeto extraño, pero existen diferentes tipos de inmunidad.

La inmunidad puede ser natural o artificial, así como activa o pasiva. En el caso de la inmunidad natural activa es aquella que se desarrolla fisiológicamente tras una infección; en cambio, la inmunidad natural pasiva es la que se produce por ejemplo entre madre y feto por el paso de anticuerpos específicos por vía placentaria. Por el contrario, la inmunidad artificial pasiva es el traspaso de elementos del sistema inmunológico de una persona inmune a otra no inmune y, por último, la inmunidad artificial activa es la que se consigue tras la vacunación.

Los agentes específicos que forma nuestro cuerpo ante un agente dañino o antígeno son los anticuerpos, tanto de manera natural como artificial. Dichos anticuerpos son producidos por los linfocitos B, que a su vez pueden ser de dos tipos: los que se encargan de producir anticuerpos tras una infección y los que permanecen en el cuerpo durante muchos años como parte de la memoria inmunológica, de tal manera que si vuelve a aparecer dicho agente infeccioso, la respuesta inmunológica será mucho más rápida.

23. El azufre es incorporado a las cadenas tróficas por los organismos autótrofos, que lo absorben en forma de ion sulfato (SO_4^{2-}) desde el agua y el suelo. En el ciclo biogeoquímico de este elemento, es cierto que:

- a) El SH_2 es reducido por algunas bacterias hasta dióxido de azufre (SO_2) e ion sulfato (SO_4^{2-}).
- b) La descomposición de la materia orgánica produce sulfuro de hidrógeno (SH_2).
- c) Los incendios y la combustión del carbón liberan a la atmósfera SH_2 que llega a la atmósfera donde se reduce y precipita en forma de lluvia ácida.

- d) El SH_2 que se forma en los océanos por oxidación de los sulfatos precipita en forma de sulfuros metálicos o es liberado a la atmósfera, donde se oxida para formar SO_2 .
- e) Todas las afirmaciones son falsas.

Solución: b

La materia orgánica que contiene azufre, fundamentalmente las proteínas, es descompuesta por microorganismos del suelo, obteniéndose el sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico) con su característico olor a huevos podridos.

La lluvia ácida se produce en la atmósfera tras liberarse al aire grandes cantidades de dióxido de azufre que, al interactuar con el agua de lluvia forman ácido sulfúrico.

En los océanos, el sulfuro de hidrógeno es utilizado por muchos microorganismos como fuente de energía.

24. De las siguientes afirmaciones, elige la que sea falsa:

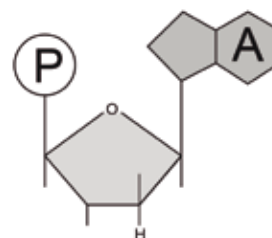
- a) El proceso de diferenciación de espermatida a espermatozoide se denomina espermiogénesis.
- b) Gastroenteritis, apendicitis y cirrosis son enfermedades que afectan al aparato digestivo.
- c) Las meninges son envueltas con función protectora que rodean al sistema nervioso central.
- d) La variabilidad genética se consigue por mutación y selección natural.
- e) Los bacteriófagos son virus que parasitan a bacterias.

Solución: d

Las dos causas principales para que exista variabilidad genética son la mutación y la recombinación genética. Una mutación es una alteración en el material genético, y por tanto los genes que posteriormente codificarán para una proteína se verán afectados y la proteína no se sintetizará correctamente si funcionan correctamente los sistemas de «detección de errores» de la célula. La recombinación genética es el resultado de la interacción de los cromosomas de los progenitores durante la meiosis, dicha recombinación producirá un nuevo organismo con combinaciones genéticas de sus progenitores y en algunos casos con características nuevas que pueden ser beneficiosas para el nuevo individuo.

La selección natural es el mecanismo por el cual los organismos mejor adaptados al medio en el que se encuentren sobrevivirán, mientras que aquellos que no sean capaces de adaptarse al medio perecerán, y por tanto no se podrán reproducir, por lo que sus características no pasarían a la descendencia. La selección natural actúa sobre la variabilidad genética.

- 25. De la macromolécula representada en la ilustración debes decir en este orden: si pertenece al ADN o al ARN, cuáles son las tres moléculas que la forman y de qué molécula es complementaria la adenina en la transcripción:**



- a) ARN ~ fosfato, ribosa y base nitrogenada ~ timina.
- b) ADN ~ adenina, ácido fosfórico y base nitrogenada ~ timina.
- c) ARN ~ desoxirribosa, ácido fosfórico y adenina ~ citosina.
- d) ADN ~ ribosa, ácido ortofosfórico y timina ~ adenina.
- e) ADN ~ desoxirribosa, ácido ortofosfórico y base nitrogenada ~ timina.

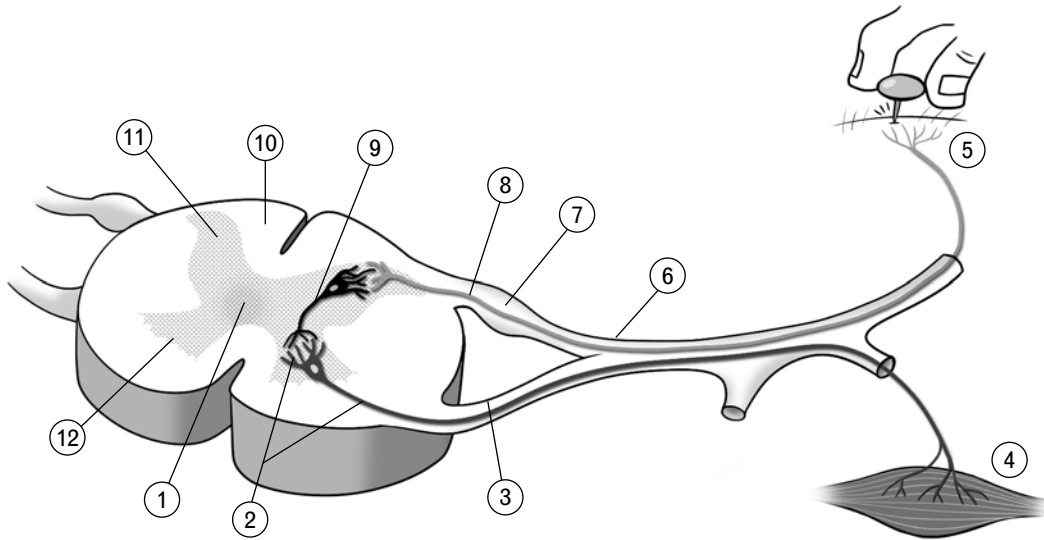
Solución: e

Es ADN, puesto que la pentosa está desoxigenada en el carbono 2', luego es una desoxirribosa. Los tres componentes de un nucleótido de ADN son la desoxirribosa ya mencionada, el ácido ortofosfórico y la base nitrogenada, en este caso adenina. La base complementaria de esta será la timina.

Los nucleótidos se unen por enlace fosfodiéster formando hebras con orientación 5'→3', que se unirán a otra hebra complementaria y antiparalela por puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas, formando la famosa doble hélice de enrollamiento plectonómico.

VII OLIMPIADA BIOLOGÍA (Preguntas cortas)

1. Si durante la realización de esta prueba uno de tus compañeros te clava sin querer algo punzante en la mano, la retirarás de forma refleja. Los elementos que intervienen en esta acción están representados en el dibujo adjunto. Identifícalos:



1.
2.
3. Raíz anterior motora del nervio raquídeo
4.
5.
6. Nervio raquídeo mixto
7.
8.
9.
10.
11.
12.

Solución

1. Canal central: Epéndimo
2. Neurona motora
3. Raíz anterior motora del nervio raquídeo
4. Fibra muscular: efector
5. Receptor: terminal sensitivo
6. Nervio raquídeo mixto
7. Ganglio raquídeo
8. Raíz posterior sensitiva del nervio raquídeo
9. Interneurona
10. Sustancia blanca de la médula espinal
11. Asta posterior de la sustancia gris
12. Asta anterior de la sustancia gris

2. Supón que un individuo que vive en la costa se traslada a vivir a una zona de alta montaña. Razona cómo variaría con el tiempo el número de eritrocitos de su sangre.

Solución

La concentración de oxígeno se ve afectada directamente por la altitud, de tal manera que a nivel del mar la concentración de oxígeno es mayor, mientras que a medida que ascendemos en altitud dicha concentración va disminuyendo paulatinamente.

Por otro lado, hay que saber que los glóbulos rojos o eritrocitos son las células sanguíneas carentes de núcleo y encargadas de transportar el oxígeno en sangre por la unión de oxígeno a una molécula específica denominada hemoglobina. Cuando un individuo se encuentra ante una situación de hipoxia o baja concentración de oxígeno en el medio ambiente, como por ejemplo cuando se halla en una zona de alta montaña, pasa por tres fases. La primera de ellas es la acomodación, es decir, el organismo responde aumentando el ritmo cardíaco y la ventilación. La segunda fase denominada aclimatación se presenta en los individuos temporalmente expuestos a la altura, en la que se produce un incremento de eritropoyesis (proceso de formación de glóbulos rojos), lo que aumenta la concentración de hemoglobina y mejora la capacidad de transporte del oxígeno. Por último, tendrá lugar la adaptación, que es un proceso de aclimatación natural donde participan las variables genéticas de cada individuo y la aclimatación, por lo que son necesarias varias generaciones para que se lleve a cabo.

En el caso expuesto estaríamos ante un ejemplo de aclimatación de tal manera que aumentaría el proceso de eritropoyesis, es decir, a causa de la ausencia de oxígeno en el medio se activaría la formación de mayor número de glóbulos rojos, aumentando así la producción de hemoglobina, y por tanto del transporte de oxígeno.

3. Rellena el cuadro con las palabras que se proporcionan a continuación, ten en cuenta que algunas pueden repetirse y que en algunos casos se deben incluir dos términos: estreptococo, autótrofo, níscolo, garduña, esparto, heterótrofo, monera, pluricelular, unicelular, protoctista, equiseto, paramecio, eucariota, espirogira, hongos, animal, procariota, musaraña, vegetal, boletus, lactobacilo.

REINO	ALIMENTACIÓN	ORGANIZACIÓN CELULAR	NÚMERO DE CÉLULAS	EJEMPLOS
Monera				
	Autótrofa y heterótrofa			
			Unicelular y pluricelular	
Vegetal				
	Heterótrofa			

Solución

REINO	ALIMENTACIÓN	ORGANIZACIÓN CELULAR	NÚMERO DE CÉLULAS	EJEMPLOS
Monera	Autótrofa y heterótrofa	Procariota	Unicelular	Lactobacilo
Protocista	Autótrofa y heterótrofa	Eucariota	Unicelular y pluricelular	Paramecio espirogira
Hongos	Heterótrofa	Eucariota	Unicelular y pluricelular	Boletus níscalo
Vegetal	Autótrofa	Eucariota	Pluricelular	Esparto equiseto
Animal	Heterótrofa	Eucariota	Pluricelular	Garduña musaraña

4. El vampiro Eduard Cullen protagonista de *Crepúsculo* tiene un conjunto de anomalías epiteliales, sanguíneas, etc., heredadas por vía materna, que le permiten soportar la luz solar. Esta particularidad dentro de los vampiros se debe a un gen recesivo ligado al sexo. En el caso de que Eduard tuviera descendencia con una vampiresa normal cuyo padre soporta la luz solar:

a) Elabora un árbol genealógico con los genotipos de toda la familia hasta donde puedas determinar (las tres generaciones).

Solución

Al tratarse un gen recesivo ligado al sexo y en concreto al cromosoma X, establecemos las siguientes relaciones:

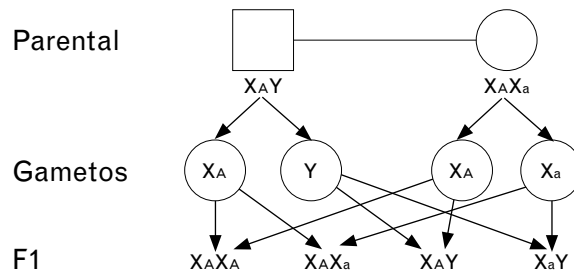
A = Normal
a = Soporta la luz solar } $A > a$

De tal manera que existen las siguientes opciones:

– Hombres:
 X_aY = Soporta la luz solar
 X_AY = Normal

– Mujeres:
 X_AX_A = Normal
 X_AX_a = Normal/Portadora
 X_aX_a = Soporta la luz solar

b) Determina la probabilidad de que una hija normal de Eduard, al cruzarse con un vampiro también normal, tenga hijos vampiros (masculinos) que soporten la luz solar.



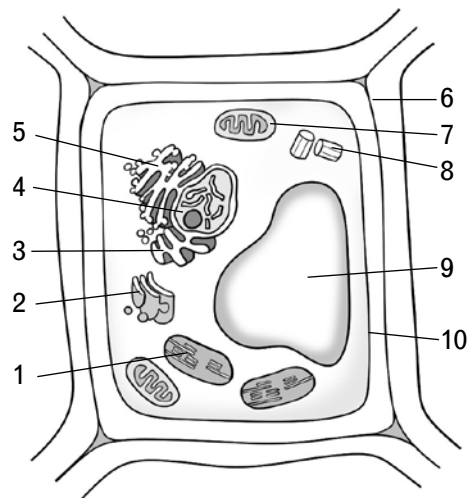
Solución

La probabilidad de que el hijo (masculino) de Eduard, representado en el cruceamiento como $X^a Y$ soporte la luz solar es de un 25 % o de 1/4 del total de la descendencia.

5. Al dibujar el esquema de una célula, uno de tus compañeros ha cometido un error. Identifica el tipo celular que ha querido representar, los elementos señalados con números y determina el error cometido por tu compañero:

- a) Tipo celular:
- b) Elementos señalados:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____



- c) Error cometido:

Solución

- a) Tipo celular: célula eucariota vegetal
- b) Elementos señalados:
 1. Cloroplastos
 2. Aparato de Golgi
 3. Retículo endoplasmático liso
 4. Núcleo celular
 5. Retículo endoplasmático rugoso
 6. Pared celular
 7. Mitocondria

- 8. Centriolos
 - 9. Vacuola
 - 10. Membrana plasmática
- c) Error cometido: las células vegetales carecen de centriolos.

6. Cada uno de los siguientes grupos de animales incluye un organismo que no encaja con los demás por no compartir con el resto alguna característica específica. Identifícalo y di las razones del descarte en ocho palabras como máximo.

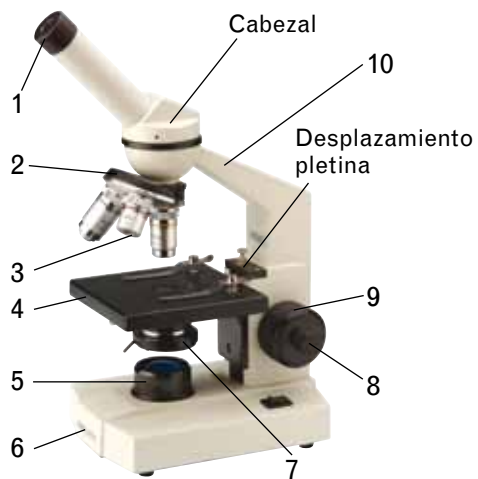
- a) Sanguijuela, tenia, triquina y lombriz de tierra.
- b) Foca, morsa, pingüino y león marino.
- c) Ácaro, escorpión, araña y pulgón.
- d) Tiburón, ballena, esponja, anémona y sardina.
- e) Calamar, estrella de mar, caracola y gamba.

Solución

- a) La lombriz de tierra no es un parásito.
- b) El pingüino no es mamífero.
- c) El pulgón es un insecto no un arácnido.
- d) La ballena es un mamífero.
- e) La estrella de mar tiene simetría radial.

7. La imagen pertenece a un microscopio óptico semejante al que habrás utilizado en las prácticas de laboratorio de biología. Identifica los elementos numerados:

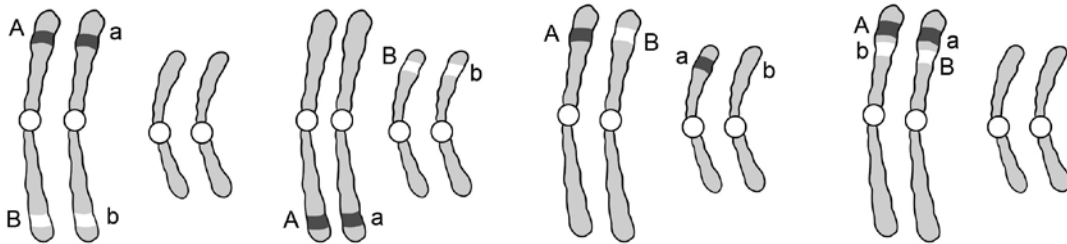
- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____
- 8. _____
- 9. _____
- 10. _____



Solución

1. Ocular, 2. Revólver, 3. Objetivos, 4. Pinzas de sujeción, 5. Foco, 6. Base, 7. Condensador, 8. Micrométrico, 9. Macrométrico, 10. Brazo.

8. Los siguientes esquemas corresponden a dos parejas de cromosomas homólogos en cobayas de laboratorio que portan los genes $A = \text{pelo negro} > a = \text{pelo blanco}$ y $B = \text{pelo liso} > b = \text{pelo rizado}$.



- a) Sabiendo que las dos parejas alélicas son independientes, indica qué figura se corresponde con un individuo diheterocigótico y escribe su genotipo.

Figura nº: II. Al tratarse de individuos diheterocigotos tienen que tener en ambos casos un alelo de cada tipo para cada uno de los caracteres estudiados, es decir, en el caso del color de pelo sería Aa y en el caso del tipo de pelo sería Bb . Como los alelos de un mismo carácter tienen que ocupar la misma posición dentro de cada cromosoma homólogo, podemos descartar la opción III, y además se trata de parejas alélicas independientes, por tanto, estarán en diferentes cromosomas. Si estuvieran ambos caracteres en el mismo cromosoma, hablaríamos de caracteres ligados, tal y como ocurre en los casos I y IV.

Genotipo: Será un individuo diheterocigoto para ambos caracteres, tanto el color del pelo (Aa) como la forma del pelo (Bb).

- b) Determina la probabilidad de las distintas combinaciones alélicas de los gametos formados a partir de una célula con esos cromosomas:

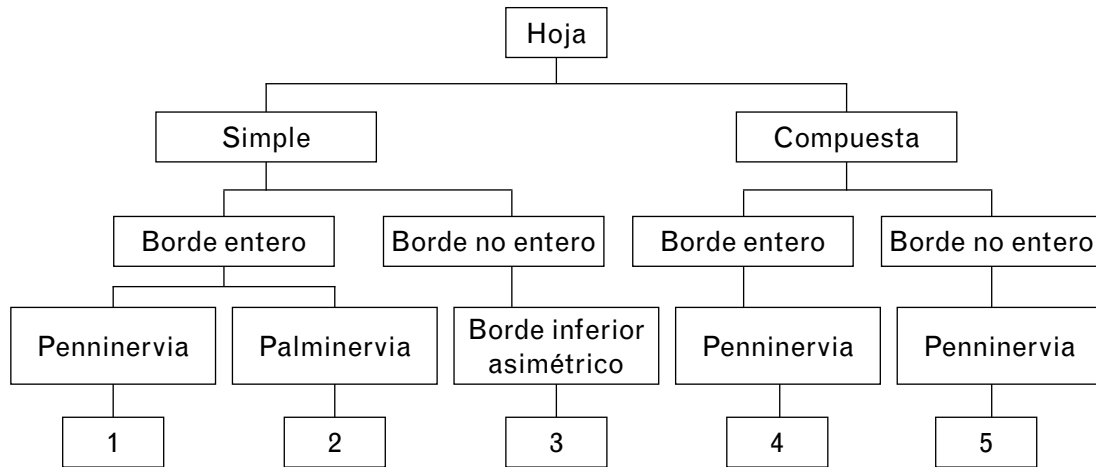
Parental $AaBb \times AaBb$

Gametos $(AB) (Ab) (aB) (ab)$

F1	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9. Utiliza la clave dicotómica para asignar a cada dibujo su número correspondiente e identifica las hojas que pertenecen a los árboles comunes siguientes: falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), higuera (*Ficus carica*), castaño de Indias (*Aesculus hippocastanum*), olmo (*Ulmus minor*) y chopo (*Populus nigra*).

Solución



N.º
Especie:



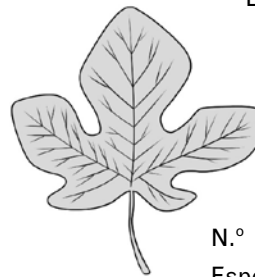
N.º
Especie:



N.º
Especie:



N.º
Especie:



N.º
Especie:

Primer dibujo: n.º 5: Castaño de indias. **Segundo dibujo:** n.º 1: Chopo. **Tercer dibujo:** n.º 4: falsa acacia. **Cuarto dibujo:** n.º 3: Olmo. **Quinto dibujo:** n.º 2: Higuera.

10. Responde para cada cuestión verdadero o falso en los recuadros de la derecha, y corrige adecuadamente las afirmaciones que sean falsas:

- a) **El bazo, situado a la izquierda del cuerpo bajo el diafragma, es un órgano linfoide secundario donde maduran los linfocitos B.**

Verdadero. El bazo es un órgano linfoide secundario, es decir, aquel que produce las interacciones necesarias para las activaciones celulares específicas, para que los linfocitos reaccionen a tiempo contra antígenos específicos. Se sitúa en la parte izquierda del cuerpo por encima del intestino delgado. La función específica del bazo es la filtración sanguínea, eliminando eritrocitos y leucocitos defectuosos. Además, presenta una zona con importante concentración de linfocitos B y T.

- b) **Las extremidades de un canguro y un murciélago son ejemplos de órganos homólogos y constituyen una prueba de evolución divergente a partir de un antecesor común.**

Verdadero. Aunque la función actual de las extremidades de ambos mamíferos sean diferentes, en el caso de los murciélagos para volar y en el de los canguros para poder manipular alimentos o cuidar a las crías, su origen evolutivo es el mismo, ya que si observáramos los huesos de ambas extremidades, serían exactamente los mismos pero modificados para las funciones que cumplen actualmente. Por ello se dice que se trata de una evolución divergente, es decir, tienen un origen común pero en algún momento de la evolución se separaron.

- c) **El sistema porta lleva sangre con nutrientes procedentes de la digestión de glúcidos, lípidos y proteínas desde el intestino delgado hasta el hígado.**

Verdadero. El sistema porta son venas que transportan sangre de unos órganos a otros órganos diferentes. En el cuerpo existen dos sistemas porta pero uno de ellos es el sistema porta hepático, que lleva los nutrientes desde el intestino delgado hasta el hígado donde seguirán la digestión.

- d) **Las siguientes enfermedades se producen por alteraciones estructurales de los cromosomas sexuales: síndrome de Turner, síndrome de Klinefelter y síndrome de Down.**

Falso. Tanto el síndrome de Turner como el síndrome de Klinefelter son causados por mutaciones en los cromosomas sexuales (par 23), mientras que el síndrome de Down no está ligado a dichos cromosomas. En la especie humana, los cromosomas sexuales están determinados por los siguientes tipos; si es mujer, tiene dos cromosomas iguales, denominados XX, mientras que si es hombre, son dos cromosomas distintos estructuralmente, XY. Así, el síndrome de Turner se caracteriza por presentar un solo cromosoma X, o si presenta los dos uno de ellos es incompleto.

En el caso del síndrome de Klinefelter es una trisomía, es decir, en vez de tener dos cromosomas en cada pareja tiene tres en los cromosomas sexuales, duplicando el cromosoma X, por lo que serían personas con los cromosomas XXY. Por el contrario, el síndrome de Down no está ligado a los cromosomas sexuales, sino que se encuentra en el par 21 y se trata de una trisomía, como en el caso del síndrome de Klinefelter.

- e) **El pino es una planta angiosperma con flores hermafroditas y sus ovarios producen piñones ricos en sustancias energéticas.**

Falso. El pino no es una planta angiosperma, ya que todas las angiospermas son plantas con flor, y los pinos son plantas con flores masculinas y femeninas separadas, y semilla desnuda, por lo que se trata de una planta gimnosperma, que produce conos masculinos y femeninos, los cuales darán lugar a las semillas características denominadas piñones, que son ricos en sustancias energéticas.

SÉPTIMA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Autores de las preguntas:

**Eduardo Moreno Heras, M^a Victoria Pérez Celada,
Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido**

Autores de las respuestas:

**Carmen García González, M^a Isabel García Serrano,
Consuelo Sánchez Cumplido**

Madrid, 13 de marzo de 2009

VII OLIMPIADA BIOLÓGICA

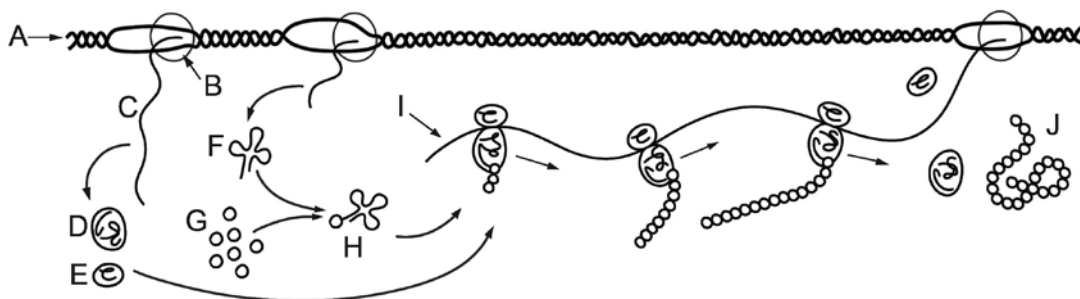
1. En 2009 se conmemoran dos significativos aniversarios referidos a Charles Darwin, el 12 de febrero se cumplieron 200 años de su nacimiento, y el 27 de noviembre se celebrarán los 150 años de la publicación de *El origen de las especies*. La teoría evolutiva clásica enunciada por Darwin en esta obra establece varias premisas clave, una de ellas es que los organismos suelen producir más descendientes de los que pueden sobrevivir y reproducirse. Señale, entre las siguientes, algunas de las demás premisas de su teoría:
- Los organismos que sobreviven tienden a ser los mejor adaptados, y dado que heredan los caracteres de los padres, al cabo de muchas generaciones las estirpes mejor adaptadas se impondrán a las menos aptas.
 - Los individuos que sobreviven tienden a ser los más fuertes, heredando los descendientes sus caracteres; como consecuencia, tras muchas generaciones, las estirpes más fuertes se impondrán a las más débiles.
 - Los descendientes que sobreviven tienden a ser los mejor adaptados y los de mayor éxito reproductivo; por tanto, en la siguiente generación, estas estirpes se habrán impuesto a las menos aptas.
 - Los cambios evolutivos son extremadamente lentos y dependen de circunstancias externas favorables, las cuales determinan la transformación progresiva de las facultades de los organismos.
 - La naturaleza dispone de un tiempo finito para realizar los cambios evolutivos, que son rápidos y dependen de circunstancias externas favorables.

Solución: a

La teoría de la evolución formulada por Charles Darwin propone el mecanismo de la «selección natural» para explicar el hecho de que los organismos de una población no se reproduzcan por igual. Así, los mejor adaptados al medio tendrían más posibilidades de sobrevivir y, por tanto, de reproducirse transmitiendo sus características ventajosas, para el medio en el que viven, a la siguiente generación.

Darwin nunca habló de los más fuertes, sino de los mejor adaptados. Los mejor adaptados no se imponen en la siguiente generación, sino al cabo de muchas generaciones. Los cambios evolutivos no son siempre lentos, en ocasiones transcurren en un corto periodo de tiempo y dependen de circunstancias externas que pueden ser favorables o no. La naturaleza dispone de un tiempo ilimitado para realizar los cambios evolutivos.

2. La figura representa varios procesos relacionados con la transcripción y la traducción en procariontas. Identifique los elementos (letras A a J) que aparecen en la figura:



- a) B → ADN polimerasa, C → ARNr, E → Subunidad 30 S, H → Complejo ARNt-aminoácido, J → Proteína
- b) B → ARN polimerasa, C → ARNr, F → ARNt, H → Complejo ARNt-aminoácido, J → Proteína
- c) B → ARN polimerasa, C → ARNr, D → Subunidad 40 S, H → Complejo ARNt-aminoácido, J → Proteína
- d) B → ARN polimerasa, C → ARNr, D → Subunidad 70 S, G → Aminoácidos, I → ARNm
- e) B → ADN polimerasa, C → ARNr, D → Subunidad 40 S, F → ARNt, H → Complejo ribosomal activo, I → ARNm

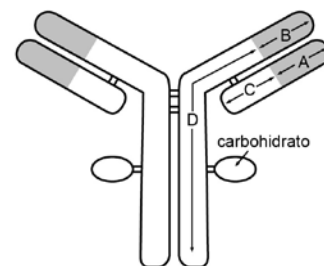
Solución: b

En procariontes tanto la transcripción como la traducción son procesos que tienen lugar en el citoplasma de la célula. La transcripción es el proceso selectivo por el cual pasamos la información contenida en el ADN al lenguaje del ARN. Para que se inicie dicho proceso es necesaria una enzima llamada ARN-polimerasa, que se une a secuencias específicas denominadas promotores de la cadena de ADN, permitiendo que esta se desenrolle y se copie la información contenida en el ADN al ARNm (ARN mensajero).

Por otro lado, existe otro tipo de ARN denominado ARNr (ARN ribosómico), que es el que constituye el ribosoma y que participa en la fase de traducción, ya que es el sitio de unión del ARNt (ARN transferente). La traducción es el paso de la información contenida en el ARNm al lenguaje de las proteínas. El ARNm se une al complejo ARNt-aa para ir formando la cadena peptídica.

3. La figura representa de forma muy simplificada la unidad estructural básica de un anticuerpo, en la que los segmentos polipeptídicos A, B, C y D corresponden a las regiones:

	A	B	C	D
a)	variable de la cadena ligera	variable de la cadena pesada	constante de la cadena ligera	constante de la cadena pesada
b)	constante de la cadena ligera	constante de la cadena pesada	variable de la cadena ligera	variable de la cadena pesada
c)	variable de la cadena pesada	variable de la cadena ligera	constante de la cadena ligera	constante de la cadena pesada
d)	constante de la cadena ligera	constante de la cadena pesada	variable de la cadena pesada	variable de la cadena ligera
e)	variable de la cadena ligera	constante de la cadena pesada	variable de la cadena pesada	constante de la cadena ligera

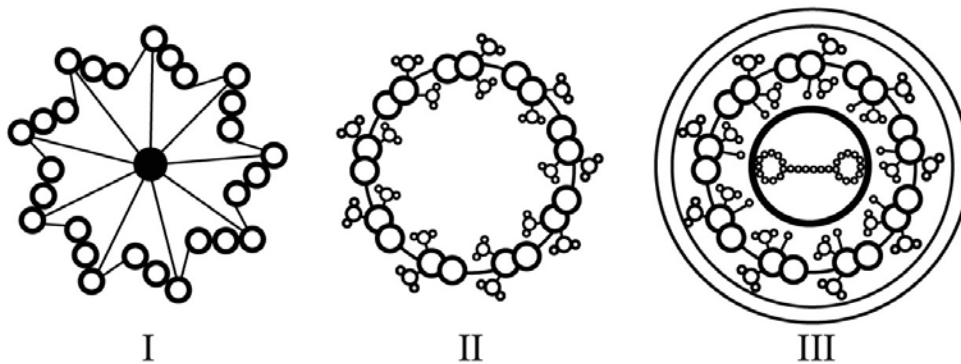


Solución: a

Los anticuerpos son inmunoglobulinas fabricadas por los linfocitos B y las células plasmáticas derivadas de ellos. Los linfocitos B son los responsables de la respuesta humoral, gracias a los anticuerpos liberados a la sangre. La respuesta humoral forma parte de la respuesta específica del sistema inmunitario, junto con la respuesta celular debida a los linfocitos T.

La estructura de un anticuerpo está formada por dos cadenas pesadas, de mayor peso molecular, iguales entre sí (las más largas y que se acercan en la parte constante formando un pie) y, dos cadenas ligeras, de menor peso molecular, también idénticas (más cortas y dispuestas en la parte externa de la cadena pesada). Ambos tipos de cadenas poseen una parte variable (A y B), en el extremo superior —extremo inicial ($-\text{NH}_2$)— con capacidad para unirse a los antígenos específicos para cada estructura, y una parte constante (C y D), por la que se unen a las membranas celulares y al sistema de complemento. La unión entre las cadenas se hace por puentes de disulfuro. La naturaleza química de estas cadenas es proteica, pero poseen una parte glucídica en el pie de las cadenas pesadas relacionadas con la protección y el transporte del anticuerpo.

4. Si al observar al microscopio electrónico cortes sucesivos de un orgánulo aparecen las estructuras esquematizadas a continuación, podríamos deducir que se trata de cortes transversales de:



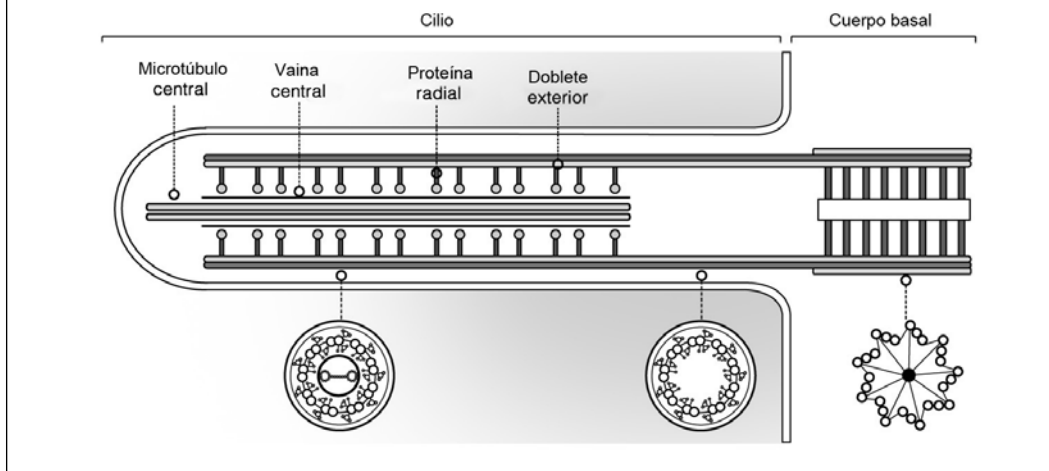
- a) Un centriolo seccionado desde el extremo proximal al distal.
- b) La estructura del corpúsculo y filamento de un flagelo bacteriano.
- c) La estructura de una microvellosidad desde la lámina basal hasta el ápice.
- d) Un flagelo de célula eucariota desde el corpúsculo basal hasta el tallo.
- e) Las respuestas b) y d) son ciertas.

Solución: d

Los flagelos son estructuras formadas por microtúbulos al igual que los centriolos, pero al contrario de estos cuya principal función es intervenir en el reparto de cromosomas durante la división celular, así como formar otros centriolos e intervenir en el origen y crecimiento de cilios y flagelos, los flagelos realizan un movimiento ondulatorio y son responsables de la locomoción de algunos protozoos y de los espermatozoides.

La estructura de los flagelos no es homogénea y se pueden diferenciar tres partes:

- *Tallo o axonema (dibujo III)*. Está rodeado por la membrana plasmática. Presenta en su interior dos microtúbulos centrales rodeados por una delgada vaina. En la periferia, alrededor de este par central y unidos a él mediante unos radios, hay nueve pares (dobletes) de microtúbulos (estructura 9 + 2).
- *Zona de transición (dibujo II)*. Desaparecen los microtúbulos centrales y los radios. Los dobletes se transforman en tripletes.
- *Cuerpo basal (dibujo I)*. Cilindro situado en la base del flagelo, justo por debajo de la membrana plasmática. Presenta la misma estructura que los centriolos (9 + 0). En vez de llevar nueve dobletes lleva nueve tripletes.



5. **Los cerebrósidos son lípidos complejos que se intercalan con fosfolípidos en las membranas plasmáticas celulares. En la composición de estas moléculas intervienen:**

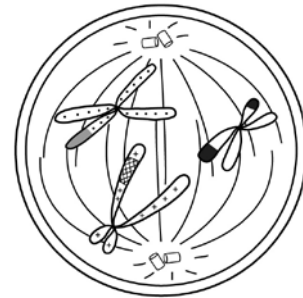
- Ceramida + ácido ortofosfórico
- Ceramida + glucosa o galactosa
- Esfingomielina + glucosa o galactosa
- Ceramida + esfingosina
- Ceramida + glúcido complejo

Solución: b

Los cerebrósidos son lípidos complejos del grupo de los esfingolípidos. Los lípidos complejos se caracterizan por estar formados por un alcohol, uno o dos ácidos grasos y, una molécula no lipídica que puede ser un glúcido (monosacárido u oligosacárido) o un ácido fosfórico (o derivados). Los esfingolípidos se forman al unirse un aminoalcohol, la esfingosina, por un enlace tipo amida, al ácido lignocérico. Ambas moléculas unidas forman la molécula base de los esfingolípidos, la ceramida que se unirá, en el caso de los cerebrósidos, a un monosacárido que puede ser glucosa o galactosa. Forman parte de las vainas de mielina de las neuronas.

6. El dibujo es una interpretación explicativa de los cromosomas de una célula en división. Identifique la dotación cromosómica de la célula madre y la etapa de la división en la que se encuentra:

- a) Célula madre $n = 3$ en prometafase mitótica.
- b) Célula madre $n = 3$ en anafase mitótica.
- c) Célula madre $2n = 6$ en prometafase I.
- d) Célula madre $2n = 6$ en prometafase II.
- e) Célula madre $2n = 6$ en anafase II.



Solución: d

En las células animales de los organismos diploides ($2n$ cromosomas) existen dos tipos de divisiones celulares, la mitosis que se produce en las células somáticas, y que tras una única división da lugar a dos células hijas idénticas a la célula madre de la que se han dividido y con la misma dotación cromosómica. Por otro lado, la meiosis tiene lugar en las células germinales, y tras dos divisiones sucesivas se obtienen cuatro células hijas genéticamente diferentes a la célula madre, ya que en este caso se produce lo que denominamos recombinación genética, y en ella el número de cromosomas se reduce a la mitad, siendo impares en las células hijas.

En la primera división meiótica se produce la recombinación genética y la reducción a la mitad en el número de cromosomas de la célula madre. Por ello, en el inicio de la segunda fase de la siguiente división (prometafase I) aparecerán la mitad de cromosomas que en la célula madre, y además los cromosomas no serán homogéneos, puesto que habrá tenido lugar la recombinación genética. Según el dibujo, se observa que se ha producido recombinación genética en cada uno de los cromosomas y que, además, el número de cromosomas es impar, por tanto, se trata de una división por meiosis de una célula madre con dotación cromosómica $2n = 6$.

7. La reacción de Fehling se basa en la capacidad reductora de algunos azúcares. En caliente y en un medio básico, el Cu^{2+} del reactivo de Fehling se reduce a Cu^+ y forma un precipitado de óxido cuproso de color rojizo. Si sometemos los compuestos de la figura a este reactivo, reducirá el Cu^{2+} :

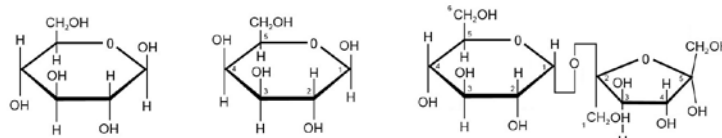


Figura 1

Figura 2

Figura 3

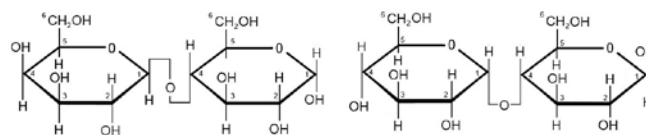


Figura 4

Figura 5

- a) Ninguno, solo la glucosa lo reduce y no hay ninguna entre las representadas.
- b) Todos los monosacáridos y disacáridos de la figura son reductores al tener el -OH hemiacetálico libre.
- c) Los compuestos representados por las figuras 1 y 2, pues solo los monosacáridos son reductores.
- d) Todos menos la molécula de la figura 3, ya que el carbono anomérico no tiene ningún -OH libre.
- e) Los compuestos representados por las figuras 3, 4 y 5 son reductores por tener enlace O- glucosídico.

Solución: d

Todos los monosacáridos y disacáridos reducen al licor de Fehling en medio básico. El poder reductor se debe al grupo carbonilo libre de los monosacáridos y disacáridos que se oxida a grupo carboxílico, reduciendo así al $\text{Cu}^{++} \rightarrow \text{Cu}^+$. El grupo carbonilo, al ciclarse cada monosacárido, da lugar a un carbono anomérico con un grupo -OH hemiacetal libre (en el C_1 o en el C_2), en el que se basa el poder reductor.

La excepción es la sacarosa (figura 3), en la cual la fructosa (segundo monosacárido) está invertida y su -OH hemiacetal (C_2) está formando un enlace dicarbonílico con el -OH hemiacetal del primer monosacárido (C_1), por lo que, al no tener ningún -OH hemiacetal libre, no reducirá al Cu^{2+} .

8. Durante la traducción en un laboratorio de un fragmento de ARNm, con un triplete de bases AUG entre las 15 primeras, se ha omitido experimentalmente la adición de un enzima específico. Como consecuencia no se ha obtenido el péptido esperado, y en el medio se encuentran numerosas moléculas de aminoacil-ARNt. Deduzca el enzima que no se ha añadido al experimento:

- a) Aminoacil-ARNt sintetasa, por ello se acumulan los aminoacil-ARNt sin transformar.
- b) Peptidil transferasa, enzima encargado de transferir el aminoácido del aminoacil-ARNt al péptido en formación.
- c) ARN polimerasa, por lo que no se ha sintetizado ningún ARNt que pueda transportar los aminoácidos.
- d) Factor de elongación (RF), necesario para formar los enlaces peptídicos.
- e) Aminoacil-ARNt transferasa, que coloca los aminoacil-ARNt en el sitio P del ribosoma.

Solución: b

La traducción es el proceso mediante el cual se sintetiza la secuencia de aminoácidos que formarán la proteína siguiente con el mensaje genético contenido en el ARNm (ARN mensajero). La traducción tiene lugar en los ribosomas e intervienen diferentes elementos como aminoácidos, ARN de diferentes tipos, factores proteicos, nucleótidos trifosfato, como moléculas donadoras de energía y enzimas.

La formación final de las proteínas se produce en tres pasos secuenciales: activación de los aminoácidos, traducción propiamente dicha, que a su vez se divide en tres fases, y por último la asociación de cadenas polipeptídicas.

La activación de los aminoácidos se produce por la presencia de la enzima aminoacil-ARN_t-sintetasa y de ATP, que se asocian y dan lugar al aminoacil-ARN_t, que pasará a la fase de traducción.

En la primera fase de la traducción o fase de iniciación se traduce el primer triplete, que siempre es el AUG, pero en la segunda fase o fase de elongación o alargamiento de la cadena peptídica comienza la traducción del siguiente triplete del ARN_m, pero para que ello tenga lugar es necesaria la enzima peptidil-transferasa, que permite la unión del aminoacil-ARN_t al ribosoma. Por ello, si no se añade dicha enzima no será posible la unión, y por tanto los aminoacil-ARN_t quedarán libres en el medio.

9. En los climas cálidos y secos, los estomas permanecen cerrados la mayor parte de las horas, pues de lo contrario la planta perdería grandes cantidades de agua. Algunas plantas solucionan la baja concentración de CO₂ en la cámara subestomática de la forma siguiente:

- a) No fijan CO₂, son plantas denominadas carnívoras, que obtienen el carbono de los animales que atrapan.
- b) No fijan CO₂ en las hojas, lo hacen absorbiendo temporalmente CO₂ por las raíces.
- c) El enzima rubisco actúa de forma oxidativa sobre los glúcidos, oxidándolos hasta CO₂ H₂O pero sin obtención de energía, y así aumenta la concentración de CO₂.
- d) El enzima rubisco no fija CO₂, en su lugar lo hace la PEP (fosfoenol piruvato carboxilasa) que forma compuestos de cuatro carbonos en lugar de tres que luego se descarboxilan.
- e) Las respuestas c) y d) son correctas.

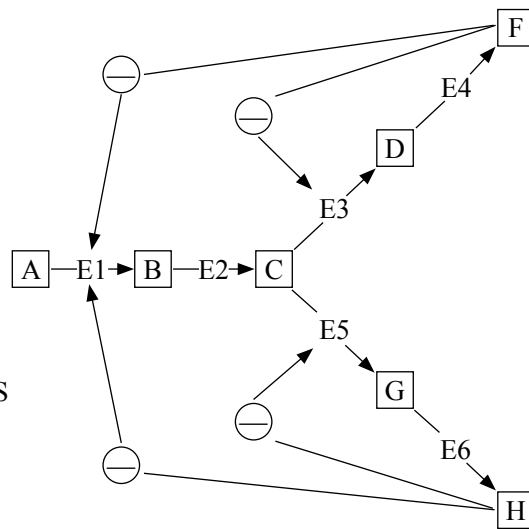
Solución: d

Las plantas C3 fijan el CO₂ atmosférico sobre la cetopentosa ribulosa1, 5 diP. La enzima que cataliza esta reacción es la «rubisco». Esta enzima puede actuar como carboxilasa o como oxigenasa dependiendo de la concentración de CO₂ en el momento de su acción. Si la concentración de CO₂ es alta, actúa como carboxilasa: se produce el ciclo de Calvin y todo el CO₂ se convertirá en materia orgánica. Si la concentración de CO₂ es baja, actúa como oxigenasa y se produce el efecto indeseado de la fotorrespiración, en el que gran parte del CO₂ fijado es devuelto a la atmósfera, disminuyendo el rendimiento de la fotosíntesis. La mayoría de las plantas son de este tipo, por ejemplo chopos, pinos, amapolas, etc.

Las plantas C4 son plantas muy bien adaptadas a vivir en ambientes cálidos y secos. Su principal estrategia es compartimentar y diferenciar el lugar de fijación del CO₂ atmosférico, el mesófilo (parte externa) del lugar donde se realiza el ciclo de Calvin, la vaina (parte interna). Así consiguen que la concentración del CO₂ en la vaina sea siempre elevada y evitan el proceso indeseable de la fotorrespiración. Son plantas C4 la caña de azúcar o el maíz.

10. Al observar el esquema siguiente sobre el mecanismo de acción enzimática podemos deducir que se trata de un mecanismo de:

A-H = PRODUCTOS
E1-E6 = ENZIMAS



- Aceleración de la acción enzimática por los productos sobre los precursores.
- Retroalimentación, donde la alta concentración de un producto activa la formación de precursores que aceleran la formación de más producto.
- Retroinhibición, donde la alta concentración de un producto final inhibe la acción enzimática sobre los precursores.
- Inhibición de la síntesis de las proteínas B, D y G, pero no de las proteínas C, H y F que sí se producen.
- Inhibición, donde las altas concentraciones de G, D y B inhiben la formación de C, F y H.

Solución: c

Las enzimas son catalizadores de las reacciones biológicas, por lo que aumentan la velocidad de la reacción y la aceleran, incrementando la cantidad de producto por unidad de tiempo, recuperando dicha enzima al final de la reacción, por tanto, la enzima no se consume al final del proceso. Se caracterizan por su alta especificidad, alta actividad y su masa molecular elevada.

Las enzimas actúan uniéndose a una sustancia denominada sustrato que tras diferentes reacciones darán lugar a los productos de la reacción. Existen unas enzimas denominadas enzimas alostéricas que presentan dos conformaciones diferentes, una forma activa que muestra una gran afinidad con el sustrato y otra inactiva con baja afinidad por el sustrato. En algunas ocasiones se produce una retroinhibición. Esto significa que el producto de la reacción puede actuar como inhibidor alostérico, y provoca la aparición de la forma inactiva, por lo que cuando se encuentra en grandes cantidades inhibe la acción enzimática.

11. Una pareja heterosexual acudió a la consulta del médico para averiguar por qué no podía tener descendencia. Estudiadas todas las pruebas diagnósticas se determinó que la causa se resolvería con la administración al hombre de

hormona FSH (folículo estimulante). Determine la posible causa del problema y el motivo de administrar FSH:

- a) Obstrucción de los conductos seminíferos. La FSH aumenta la motilidad de dichos tubos.
- b) Déficit de testosterona. La FSH induce a los testículos a producir más testosterona.
- c) Baja productividad de la próstata. La FSH estimula la acción prostática, de manera que el fluido seminal sea el adecuado.
- d) Ausencia de espermatozoides maduros. La FSH estimula la maduración de los espermatozoides.
- e) Ninguna respuesta es acertada. El tratamiento es erróneo porque la hormona FSH estimula la formación de los folículos en el ovario de las mujeres, en hombres no tiene ningún efecto.

Solución: d

La espermatogénesis es el proceso de formación de espermatozoides o células reproductoras masculinas en los testículos o gónadas sexuales masculinas. Se produce a partir de la pubertad y tiene una duración media de 60 a 70 días. Una vez formados, tras sucesivas mitosis y posterior meiosis, maduran en los epidídimos, y salen por los conductos deferentes para, una vez unidos al líquido seminal, estar listos para el proceso de eyaculación.

La hormona FSH o folículo estimulante es secretada por la hipófisis y contribuye a aumentar los niveles de testosterona en el epidídimo, favoreciendo la maduración de los espermatozoides. La manera de actuar de la FSH es favoreciendo la secreción de una proteína por las células de Sertoli. Esta proteína transporta la testosterona a los túbulos seminíferos y al epidídimo, haciendo posible que se complete la maduración de los espermatozoides.

12. Imagine que tiene una mascota hembra de la especie *Olimpus biologicae* de rayas azules, y su amigo, un macho de la misma especie y color ámbar. Su mayor deseo es poseer un macho de rayas azules que empareje con su hembra. Cuando cruza su hembra *Olimpus* con el macho de su amigo se lleva una gran decepción porque, aunque la mitad de las hembras nacidas tienen rayas azules, todos los cachorros machos son ámbar. En su empeño por ver cumplido su deseo estudia detenidamente la herencia de este carácter, llegando a la siguiente conclusión:

- a) El carácter está influido por el sexo, las rayas azules son dominantes en hembras y recesivas en machos.
- b) El color ámbar viene determinado por un gen ligado al cromosoma Y, por eso todos los cachorros machos son ámbar.
- c) El color azul lo determina un alelo recesivo ligado al cromosoma X.
- d) Ha tenido muy mala suerte: la herencia es codominante en hembras y domina el color ámbar en machos.
- e) Las respuestas a) y d) son posibles.

Solución: d

A = ámbar y a = azul, en machos y hembras el alelo es el mismo pero, al estar influido por el sexo, en hembras hay codominancia mientras que en machos A funciona como dominante y solo habrá machos ámbar: AA, Aa o machos azules aa.

Machos: A > a

AA = ámbar

Aa = ámbar

aa = azul

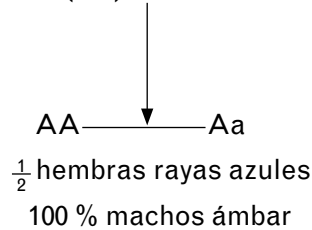
Hembras: A = a codominantes

AA = ámbar

Aa = rayas azules

aa = azul

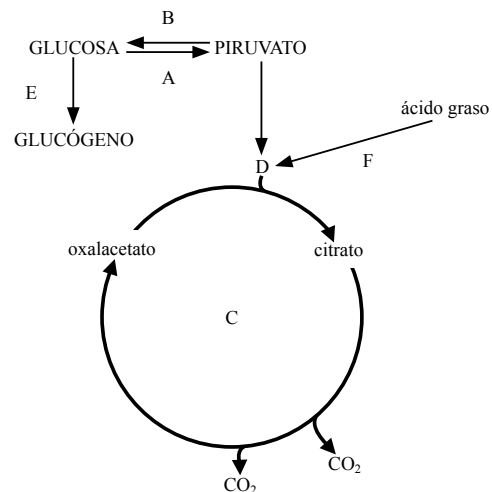
Hembra rayas azules (Aa) X macho ámbar (AA)



Conclusión: los machos nunca pueden tener rayas azules.

13. El dibujo esquematiza varias rutas metabólicas de una célula. Identifique los procesos señalados con letras:

- a) A~Glucolisis, B~Neoglucogénesis, C~Ciclo de Krebs, E~Glucogenolisis, F~Lipolisis
- b) A~Fermentación, B~Neoglucogénesis, C~Ciclo de Krebs, E~Glucogenogénesis, F~Hélice de Lynen
- c) A~Neoglucolisis, B~Glucogénesis, C~Ciclo del ácido cítrico, E~Glucogenogénesis, F~Lipogénesis
- d) A~Glucolisis, B~Neoglucogénesis, C~Ciclo del ácido cítrico, E~Glucogenogénesis, F~β-oxidación
- e) A~Glucogenogénesis, B~Neoglucogénesis, C~Ciclo de Krebs, E~Glucogénesis, F~β-oxidación



Solución: d

- A: glucolisis, oxidación de la glucosa en ácido pirúvico.
- B: gluconeogénesis, formación de glucosa en un proceso anabólico.
- C: ciclo de Krebs o del ácido cítrico, se termina de oxidar la materia orgánica.
- D: molécula acetil-CoA.
- E: glucogenogénesis, proceso anabólico de formación de glucógeno.
- F: β -oxidación de ácidos grasos o hélice de Lynen.

La glucolisis es el proceso catabólico que marca el comienzo de la degradación de la glucosa. Tiene lugar en el citoplasma celular en condiciones anaerobias. Se produce de la misma forma en todos los seres vivos. La gluconeogénesis tiene lugar en el citoplasma. Es un proceso anabólico y, aunque pueda parecer la reacción inversa de la glucolisis, tiene algunas enzimas exclusivas. En el ser humano suele realizarse en las células hepáticas principalmente.

El ciclo de Krebs se produce en la matriz mitocondrial y es un proceso anfibólico, anabólico y catabólico, ya que en él se terminan de oxidar las moléculas orgánicas, liberándose CO_2 y agua (catabolismo), pero a partir de él se pueden empezar a formar moléculas orgánicas complejas (anabolismo).

La molécula de acetil-CoA (D) se forma tras degradarse por reacciones catabólicas la glucosa y otros tipos de moléculas, como los ácidos grasos, y se va a oxidar en el ciclo de Krebs.

La glucogenogénesis es un proceso anabólico que tiene lugar sobre todo en el citoplasma de las células del hígado y que sirve para obtener el glucógeno o sustancia de reserva energética a corto plazo, en animales.

La β -oxidación es un proceso catabólico de degradación de ácidos grasos que tiene lugar en la matriz mitocondrial y con el que se va a obtener acetil-CoA.

14. La liberación de interferón por parte de una célula invadida por un virus supone:

- a) La unión del interferón a receptores de membrana de células circundantes y de linfocitos próximos.
- b) La unión del interferón a las cápsulas virales cercanas evitando la invasión de otras células.
- c) La síntesis de proteínas que bloquean el ARNm vírico en las células circundantes que reciben el interferón.
- d) La eliminación de los virus producidos en la célula infectada.
- e) Las respuestas a) y c) son correctas.

Solución: e

Cuando una célula es infectada por virus u otros organismos patógenos intracelulares segrega unas proteínas denominadas interferones, que impiden la replicación del virus e inducen una respuesta antivírica en el resto de células del organismo. La liberación de los interferones actúa a tres niveles distintos:

- Impidiendo la replicación del genoma vírico y la síntesis de las proteínas virales, ya que bloquea el ARNm vírico en las células adyacentes que reciben el interferón.

Cuando una célula es infectada por virus u otros organismos patógenos intracelulares segrega unas proteínas denominadas interferones, que impiden la replicación del virus e inducen una respuesta antivírica en el resto de células del organismo. La liberación de los interferones actúa a tres niveles distintos:

- Impidiendo la replicación del genoma vírico y la síntesis de las proteínas virales, ya que bloquea el ARNm vírico en las células adyacentes que reciben el interferón.

15. Imagine que tenemos dos medios con distinta concentración de solutos: un medio A con una concentración 2 molar y un medio B con una concentración 3 molar, separados por una membrana semipermeable. Espontáneamente ocurrirá:

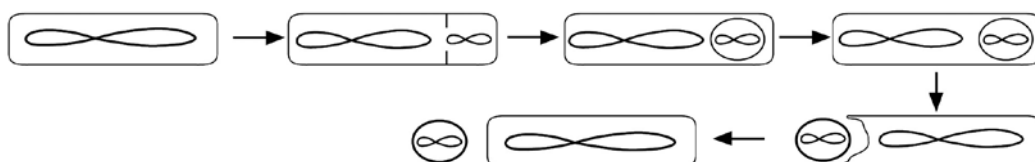
- Un proceso de ósmosis en el cual los medios igualarán la concentración trasvasando agua del medio B al A.
- Un proceso de ósmosis en el cual los medios igualarán las concentraciones movilizandando el agua del medio A al B.
- Un proceso de difusión en el que se igualarán las concentraciones por el movimiento de solutos y de disolvente entre los medios.
- Un proceso de difusión en el cual los medios igualan concentraciones al trasvasar solutos del medio B al A.
- Lo único que ocurrirá es que se igualarán los volúmenes de las disoluciones pero sin variar las concentraciones.

Solución: b

La ósmosis es un proceso de difusión pasiva, sin gasto de energía, por el que, a través de una membrana semipermeable que presenta poros muy pequeños, el disolvente puede pasar dado su bajo peso molecular, pero no así los solutos de mayor peso molecular, que quedan retenidos a uno u otro lado de la membrana.

En la pregunta expuesta, según el proceso de ósmosis, el agua, como disolvente, atravesará la membrana permeable desde la solución A, con menor concentración de solutos, a la disolución B, con mayor concentración de solutos, hasta igualarse las concentraciones en ambas disoluciones.

16. El siguiente esquema representa un proceso llevado a cabo por algunas bacterias en circunstancias especiales. Se trata de un proceso de:



- División mitótica en células procariotas.
- Conjugación bacteriana.
- Transformación bacteriana.

- d) Formación de una endospora por un bacilo.
- e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: d

El dibujo representa la formación de una endospora. Una de las respuestas más importantes ante los cambios de condiciones ambientales es la formación de endosporas en situaciones desfavorables. Las bacterias esporuladas como *Bacillus* o *Clostridium* producen estas estructuras de resistencia que al ser liberadas soportan temperaturas más elevadas que las células vegetativas. También sobreviven con déficit de nutrientes, falta de agua, etc. Así pueden permanecer cientos de años hasta que las condiciones vuelven a ser óptimas.

17. A un laboratorio especialista en análisis de ADN llegaron 4 muestras de sangre humana que solo contenían eritrocitos, de ellas se estudiaron 24 alelos. El juez que las envió quería saber cuál era el padre biológico de un hombre para el que tenía cuatro candidatos. Atendiendo a los datos suministrados en la tabla, establezca cuál sería la respuesta del laboratorio:

	Alelos en común sobre 24 del posible hijo
Muestra del candidato 1	15 alelos
Muestra del candidato 2	6 alelos
Muestra del candidato 3	20 alelos
Muestra del candidato 4	12 alelos

- a) El candidato 4 es el padre biológico, ya que comparte la mitad de alelos con el hijo, la otra mitad los aportaría la madre.
- b) Los eritrocitos solo tienen ADN mitocondrial y no se puede conocer al padre, solo a la madre.
- c) El padre es el candidato 3, por ser su muestra la de mayor grado de coincidencia.
- d) Ninguno de ellos es el padre biológico, porque la coincidencia alélica entre padres e hijos ha de ser completa.
- e) Todas las respuestas anteriores son falsas.

Solución: e

La información genética de cada individuo procede de cada uno de sus progenitores, en una proporción del 50 %. Cuando se hace un análisis de paternidad, se eligen las zonas del ADN nuclear no codificante, con una mayor variabilidad por individuo, a los que se denomina «marcadores genéticos». Cada marcador o alelo coincidirá con uno de los dos progenitores. En los estudios de paternidad suelen emplearse para comparar, del orden de 15 marcadores diferentes, por lo que la fiabilidad suele ser del 99,9 %.

Las pruebas de paternidad no pueden hacerse sobre ADN mitocondrial porque las mitocondrias son transmitidas solamente por la madre.

En la pregunta se señala el estudio de 24 alelos, lo que indicaría una gran probabilidad de predicción de paternidad a priori; sin embargo, los eritrocitos no tienen núcleo pero tampoco mitocondrias, por lo que en ningún caso podría realizarse esa prueba de paternidad.

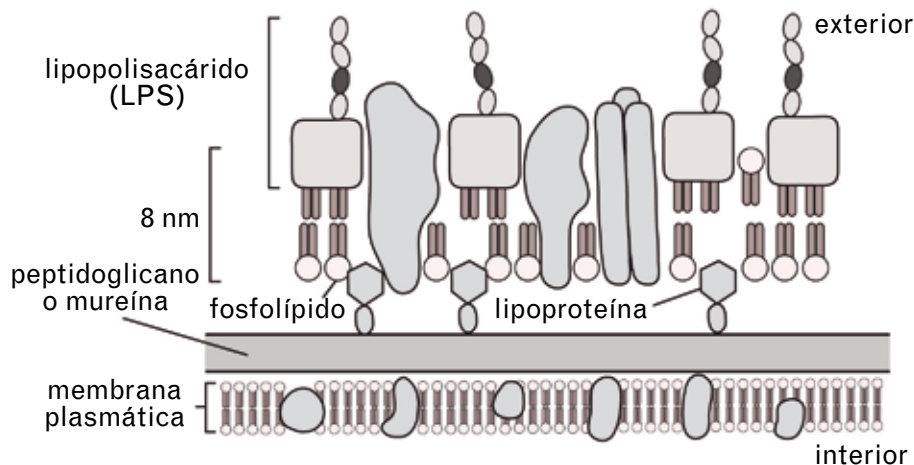
18. La fotosíntesis, en sentido estricto, es la conversión de energía luminosa en energía química estable. El proceso comprende dos fases; sobre la denominada fotoquímica, es cierto que:

- a) Se produce en el estroma de los cloroplastos.
- b) El CO_2 actúa como transportador de protones y electrones y se transforma en $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- c) La clorofila de los fotosistemas libera electrones.
- d) Se produce la fotólisis del agua, proceso que consume electrones.
- e) Son correctas las respuestas c) y d).

Solución: c

La fotosíntesis es un proceso que se produce en dos fases, una fotoquímica y otra independiente de la luz. La fase fotoquímica se produce en la membrana de los tilacoides y a su vez se llevan a cabo varios procesos, ya que en ellos los pigmentos fotosintéticos, entre los que se encuentra la clorofila, son los que constituyen los denominados fotosistemas I y II, encargados de la captación de la energía y de la liberación de los electrones para la cadena de transporte electrónico. Otro de los procesos que tiene lugar durante la fase fotoquímica de la fotosíntesis es la fotólisis del agua, en la que la molécula de agua se descompone por la acción de la luz que generan los electrones que necesita el fotosistema II y se libera una molécula de oxígeno a la atmósfera. Por tanto, la fotosíntesis del agua no consume sino que genera electrones.

19. En la imagen se observa el esquema de una membrana plasmática rodeada de otra de secreción, esta estructura citológica corresponde a:



- a) La pared celular de una célula vegetal ya que es muy gruesa.
- b) La membrana plasmática de un micoplasma.
- c) La pared celular de una bacteria gramnegativa por la disposición de sus componentes característicos.
- d) La pared celular de una bacteria grampositiva por la presencia de LPS.
- e) Es una pared celular de quitina típica de levaduras y otros hongos.

Solución: c

Las bacterias poseen una pared celular cuya estructura varía permitiendo una clasificación de estos organismos en bacterias Gramnegativas y Grampositivas de acuerdo al resultado de la tinción descubierta por Gram. Esta técnica diferencial de coloración consiste en tratar las bacterias con el colorante «cristal violeta». Posteriormente, se lavan con alcohol, lo que provoca que unas bacterias continúen teñidas y otras se decoloren.

Las bacterias Gramnegativas tienen una pared celular formada por una capa fina de mureína y en el exterior una capa de lipopolisacáridos. Precisamente por ello, tras la tinción de Gram estas bacterias quedan incolores (a no ser que se emplee una tinción posterior de contraste).

La razón es que los lipopolisacáridos son solubles en disolventes orgánicos (el alcohol) y desaparecen, quedando una pared porosa muy fina, de mureína, por lo que el colorante violeta se escapa. Las bacterias Grampositivas, por el contrario, al tener una gruesa capa de mureína y no poseer lipopolisacáridos como componentes de su pared celular, permanecen de color violeta.

20. En la técnica PCR (*Polymerase Chain Reaction*) se utiliza el enzima Taq-polimerasa, obtenida a partir de bacterias termófilas. La utilización de este enzima en lugar de los de *Escherichia coli*, microorganismo más utilizado en el laboratorio, se debe a que:

- a) La técnica PCR se realiza en un medio ácido que los enzimas de *E. coli* no soportan.
- b) La técnica PCR se realiza solo sobre bacterias termófilas, las otras bacterias no son útiles.
- c) Es el único enzima compatible con *E. coli*, donde se realizará la recombinación.
- d) Al hacerlo en un laboratorio las cadenas que componen la molécula de ADN no se pueden separar y por eso se hace dentro de las bacterias termófilas.
- e) Para duplicar el ADN *in vitro* debemos calentar la muestra y las Taq-polimerasas soportan altas temperaturas por su origen.

Solución: e

La PCR o reacción en cadena de la polimerasa es una técnica de laboratorio que se emplea para conseguir una gran cantidad de ADN a partir de cantidades muy pequeñas mediante técnicas *in vitro*. Fue desarrollada por Kary Mullis en la década de 1980 y para ello se emplearon ADN polimerasas de bacterias termófilas denominadas *Thermus aquaticus* (Taq-polimerasa), ya que son bacterias que viven en manantiales y fuentes hidrotermales, por lo que soportan las altas temperaturas que requiere la técnica de PCR sin que se desnaturalicen. Aunque inicialmente se utilizó la bacteria *E. coli*, esta tenía que ser reemplazada cada poco tiempo, ya que se desnaturalizaba durante el proceso.

21. Los protooncogenes pueden transformarse en oncogenes que causan cáncer. Elija de las siguientes afirmaciones la que mejor explica la presencia de estas bombas de tiempo potenciales en las células eucariontes:

- a) Aparecieron a partir de infecciones virales.
- b) Ayudan normalmente a regular la división celular.
- c) Son chatarra genética.
- d) Son versiones mutantes de los genes politénicos.
- e) Son producidos por las células a medida que envejecen.

Solución: b

En las células normales, los protooncogenes controlan el crecimiento y la diferenciación celular, pero si estos protooncogenes se alteran y se transforman en oncogenes, dejan de controlar adecuadamente estos procesos y la célula normal se transforma en cancerígena. Para que se desarrolle un cáncer es necesario que se alteren varios protooncogenes.

Entre los protooncogenes más importantes se encuentran el gen «RAS». Este gen funciona favoreciendo los procesos de transducción de señales desde la membrana plasmática al núcleo en respuesta a factores externos, provocando el crecimiento y la división celular. Si el gen «RAS» se convierte en oncogén tras una mutación, no se inactivará, promoviendo el crecimiento y la división descontrolada de la célula.

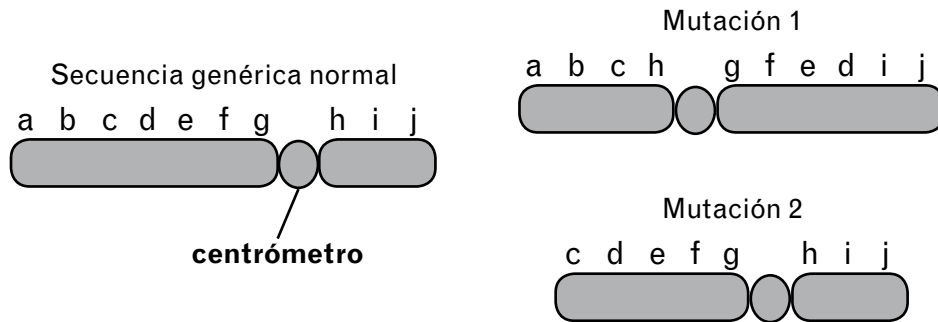
22. Elija de las siguientes afirmaciones aquella que no es correcta:

- a) Los ribosomas son estructuras citoplasmáticas que, durante la síntesis de proteínas, se ligan a una molécula de ARNm para formar polirribosomas.
- b) Las vesículas de transporte llevan proteínas y lípidos a la superficie celular.
- c) Los lisosomas digieren solo sustancias que las células captaron por endocitosis.
- d) El ADN se encuentra tanto en el núcleo celular como en las mitocondrias y cloroplastos de las células eucariotas.
- e) Las células eucariotas contienen muchos orgánulos delimitados por membranas, como el núcleo, el retículo, las mitocondrias, etc., y otros que no lo están, como los ribosomas.

Solución: c

Los lisosomas digieren todo tipo de sustancias. Son orgánulos vesiculares que contienen enzimas hidrolíticas. Algunos expulsan sus enzimas al exterior celular por exocitosis. Son los lisosomas primarios. Otros se fusionan con vesículas o endosomas que contienen material de origen intracelular o extracelular formando los llamados lisosomas secundarios. Estos se clasifican, dependiendo del origen del material, en heterofagolisosomas (material procedente del exterior celular) o autofagolisosomas (material intracelular).

23. Tomando como referencia la secuencia normal de genes en un cromosoma autosómico de *Drosophila melanogaster*, identifique las dos mutaciones representadas en el esquema que afectaron a dos células germinales distintas:



- Ambas son mutaciones genómicas: 1~aneuploidía y 2~monoploidía.
- Son mutaciones cromosómicas: 1~translocación no recíproca y 2~delección.
- La mutación 1 es genómica por aneuploidía, y la 2 cromosómica por translocación.
- Dos mutaciones cromosómicas: 1~inversión pericéntrica y 2~delección.
- Dos mutaciones cromosómicas: 1~inversión paracéntrica y 2~delección.

Solución: d

Las mutaciones son alteraciones que se producen en el material genético. Podemos distinguir tres tipos de mutaciones: las mutaciones génicas, que afectan a los nucleótidos de un gen; las mutaciones cromosómicas, que afectan a la estructura del cromosoma, y las mutaciones genómicas, que afectan al número de cromosomas.

En los ejemplos propuestos se muestran mutaciones cromosómicas, ya que afectan a la estructura del cromosoma.

La mutación 1 es una inversión pericéntrica, ya que el segmento invertido modifica la posición del centrómero. (Si no lo afectara, sería paracéntrica).

La mutación 2 es una delección, ya que se ha perdido una parte del cromosoma.

24. Respecto a la expresión génica, es cierto que:

- Todas las proteínas eucariotas en proceso de formación poseen metionina en su extremo N-terminal.
- La señal de terminación de la transcripción es un triplete sin sentido que no codifica aminoácido.
- La secuencia TATA es la señal que reconoce el ribosoma en el ARNm para el inicio de la síntesis de la cadena peptídica.
- La traducción comienza por el triplete iniciador UAG que esté más próximo a la «caperuza» de metil-guanosina trifosfato del ARNm.
- Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: a

La expresión génica es el mecanismo por el cual se pasa de una secuencia de nucleótidos de ADN a la secuencia de aminoácidos de una proteína y se produce en dos fases:

- *Transcripción.* Tiene lugar en el núcleo en eucariotas y en el citoplasma en procariontes. En este proceso a partir de la secuencia de nucleótidos del ADN se realiza una copia con la secuencia complementaria de ARNm (ARN mensajero).
- *Traducción.* Tiene lugar en los ribosomas y se obtiene una secuencia de aminoácidos a partir de una secuencia de ARNm obtenidos en la transcripción.

Cada uno de dichos procesos se compone de diferentes fases, en las que intervienen distintas enzimas, moléculas y componentes.

La transcripción finaliza cuando en el ADN existe una secuencia formada por seis nucleótidos de adenina y timina (TTATTT). Dado que el triplete iniciador de la traducción es el AUG, todas las proteínas formadas comienzan por el aminoácido Met, que luego pueden perder en el proceso de maduración.

25. Silicio y carbono son átomos con posiciones contiguas en el mismo grupo del sistema periódico; sin embargo, su distribución en la corteza terrestre y en la materia viva es diferente: el Si es unas 146 veces más abundante en la corteza terrestre que el C, por el contrario, en la materia viva es un oligoelemento mientras que el C es un bioelemento primario. Esto es debido, entre otras causas, a que el Si:

- Tiene más electrones desapareados que el carbono.
- Posee mayor reactividad química que el carbono.
- Puede formar cadenas más complejas y largas que el carbono.
- Tiene mayor volumen atómico que el carbono, lo que dificulta la estabilidad de las cadenas que forma.
- Con mayor frecuencia forma enlaces iónicos y no covalentes.

Solución: d

Los elementos primarios, que suponen un 96 % de los elementos presentes en un ser vivo, han sido seleccionados como componentes de los seres vivos en función de su facilidad de combinación con otros elementos, eligiéndose los de menor número atómico por ello, y de su comportamiento en el agua, siendo capaces de formar moléculas polares y disolviéndose en ella.

El silicio tiene número atómico de 14, muy superior al del carbono, que es de 6. Al ser tan voluminoso, el Si no forma enlaces estables consigo mismo, por lo que las cadenas que forma se rompen con facilidad, haciéndolo inviable como elemento sustentador de la materia orgánica, papel que sí cumple el C, al formar estructuras estables consigo mismo.

Por otro lado, el silicio se une de forma demasiado estable a los átomos de oxígeno, formando estructuras moleculares insolubles en agua.

26. Relaciona las siguientes teorías, conceptos o hipótesis recientes con sus autores:

- R. Dawkins
- J. Lovelock

- Equilibrio puntuado
- Teoría sintética

3. Lynn Margulis

4. S. J. Gould y N. Eldredge

5. Dobzhansky

- a) 1~B, 2~C, 3~E, 4~D, 5~A
- b) 1~D, 2~C, 3~E, 4~A, 5~B
- c) 1~D, 2~B, 3~E, 4~D, 5~A
- d) 1~E, 2~C, 3~B, 4~A, 5~D
- e) 1~A, 2~E, 3~C, 4~D, 5~B

C. Hipótesis Gaia

D. Gen egoísta

E. Teoría endosimbionte

Solución: b

Robert Dawkins (Kenia, 1941). Famoso zoólogo, es conocido principalmente por haber escrito *El gen egoísta* (1976), en este libro crea el término meme, que proviene de la unión de las palabras gen (en inglés *gene*) y mimesis (replicación). El meme es la unidad teórica de información que habita en el cerebro, la cual se transmite de generación en generación, como rasgos culturales, habilidades o ideas.

James Lovelock (Reino Unido, 1919). Químico reconocido principalmente por ser el autor de la hipótesis Gaia, por la cual se establece que todos los organismos que pueblan la Tierra, así como la parte inorgánica de la misma, constituyen una unidad integrada y permiten que exista un equilibrio y condiciones adecuadas para la vida.

Lynn Margulis (EE.UU., 1938). Zoóloga y genetista que alcanzó su fama por haber propuesto la teoría de la endosimbiosis, la cual explica que las células eucariotas se originaron a partir de diferentes células procariotas mediante una relación simbiótica que llegó a ser permanente y estable.

Stephen Jay Gould (EE.UU., 1941) y Nils Eldredge (EE.UU., 1943). Paleontólogos que elaboraron conjuntamente la teoría del equilibrio puntuado, por la cual la mayoría de los procesos evolutivos estarían constituidos por un largo periodo de estabilidad, pero en algunas ocasiones se verían interrumpidos por episodios cortos y poco frecuentes en los que se producen cambios bruscos.

Theodosius Dobzhansky (Ucrania, 1900). Genetista reconocido por diversos estudios sobre la evolución, pero principalmente por la teoría sintética, ya que incluyó el concepto genético a la teoría de la selección natural propuesta por Darwin.

27. Un fluido biológico se ha sometido en un laboratorio a cuatro pruebas bioquímicas. Si los resultados obtenidos son los siguientes, podría tratarse de:

Prueba de Biuret (+)

Prueba xantoproteica (+)

Prueba de Sudán III (-)

Prueba de Fehling (+)

- a) Orina, ya que en la prueba de Biuret el sulfato de cobre se une específicamente a los grupos C-N que posee la urea.
- b) Saliva, puesto que contiene los enzimas para digerir glucosa, proteínas y grasas.
- c) Jugo gástrico, que contiene restos de proteínas: (+) en Biuret y xantoproteica, maltosa de la saliva: (+) en Fehling, y grasas: Sudán III (-).

- d) Leche de vaca entera, al contener proteínas, grasas y lactosa los resultados coincidirían con los obtenidos.
- e) Leche desnatada, provista de proteínas y lactosa y carente de grasas.

Solución: e

Las biomoléculas presentan una serie de reacciones identificadoras de cada una de ellas.

La reacción de Fehling es característica de monosacáridos y disacáridos con un grupo carbonilo libre que, al oxidarse, permite reducir a una sal de cobre.

La prueba de Biuret sirve para identificar proteínas y se basa en la reacción de los componentes del enlace peptídico con una solución de CuSO_4 .

La reacción xantoproteica sirve para determinar la presencia de proteínas solubles, tras reaccionar con HNO_3 .

La prueba de Sudán III sirve para detectar grasas y ácidos grasos, empleando colorantes solubles en estas moléculas.

Las reacciones positivas para las pruebas de Biuret y xantoproteica indican presencia de proteínas en la muestra, ya que estas pruebas son específicas para la determinación de estas moléculas. Por otro lado, la reacción positiva a la prueba de Fehling indica la presencia de azúcares reductores, como son los monosacáridos y disacáridos (salvo la sacarosa), por ello podría ser debida a la lactosa.

La reacción negativa a la prueba de Sudán III indica que no existen triglicéridos en la muestra.

28. Una molécula de pequeño tamaño, polar y sin cargas eléctricas se desplaza a través de la membrana plasmática a favor de gradiente. Lo hará por un proceso de:

- a) Difusión simple a través de proteínas transmembrana.
- b) Difusión simple a través de poros inespecíficos de la bicapa lipídica.
- c) Difusión facilitada a través de proteínas de canal.
- d) Difusión facilitada a través de bombas proteicas.
- e) Transporte activo a favor de gradiente de concentración, pero sin gasto de energía.

Solución: a

El transporte a través de la membrana se puede realizar de dos formas, por transporte pasivo que no implica un gasto de energía, o por transporte activo que requiere un consumo energético. El transporte pasivo se produce a favor de gradiente de concentración, es decir, las sustancias pasan del medio más concentrado al menos concentrado. A su vez, el transporte pasivo puede llevarse a cabo por difusión simple o facilitada. La difusión simple es el paso de pequeñas moléculas y se puede producir a través de la bicapa de la membrana si se trata de moléculas tanto apolares como polares. En el caso de moléculas polares, como el agua, la glucosa y otras, el paso se realiza a través de proteínas de canal, que son transmembranas con un orificio o canal interno y se activan en algunas ocasiones mediante un ligando o receptores específicos de la proteína del canal cuando la molécula carece de cargas eléctricas.

29. La transcripción es la síntesis de ARN dirigida por el ADN que actúa como molde. En células eucariontes, el ARN recién transcrito se modifica para que esté en condiciones de ser traducido. Sobre este proceso, es falso que:

- a) Se eliminan los exones antes de que el ARNm abandone el núcleo.
- b) Nuevos nucleótidos pueden añadirse en ambos extremos del ARN.
- c) Los ribozimas pueden actuar en el corte y empalme del ARN.
- d) El ARN transcrito primario a menudo es más largo que la molécula que sale finalmente del núcleo.
- e) La mayoría de los genes eucariontes tienen intrones intercalados entre los exones o regiones codificantes.

Solución: a

En las células eucariotas los genes son discontinuos, con secuencias codificantes (exones) intercaladas con otras no codificantes (intrones). Cuando se forma un ARNm precursor, es necesario un proceso de maduración que tiene lugar en el núcleo celular. Este proceso va a permitir la unión de los diferentes exones, formando una secuencia continua (el ARNm maduro), más corta que la molécula precursora, y la eliminación de las secuencias no codificantes. Cada exón es continuo. Los intrones separan diferentes exones.

El número de intrones y exones y su tamaño es muy variable de unos genes a otros dentro de la misma especie.

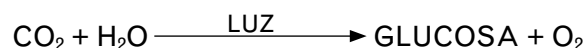
30. En la década de 1960 se llevó a cabo el siguiente experimento: Se sumergieron cloroplastos en una solución ácida a pH 4, hasta que el estroma y el espacio tilacoidal se acidificaron. Luego se transfirieron a una solución básica de pH 8, lo que aumentó rápidamente el pH del estroma a 8, mientras que el espacio tilacoidal se mantuvo a pH 4. Deduzca lo que sucedió a continuación:

- a) Se observó un incremento de la síntesis de ATP en ausencia de luz.
- b) Se creó un gradiente de pH y el flujo de H⁺ desactivó la ATP sintetasa.
- c) Se requirió luz para que se estableciese un gradiente de H⁺ activado por la cadena transportadora.
- d) El flujo de protones a favor de potencial electroquímico activó la ATP sintetasa.
- e) Son ciertas las respuestas a) y d).

Solución: e

La fotosíntesis es un proceso mediante el cual los organismos fotoautótrofos son capaces de transformar la energía de la luz solar en energía química en forma de ATP y NADPH, y utilizarla para sintetizar compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos.

La reacción global de la fotosíntesis es la siguiente:



Está formada por dos fases: fotoquímica (dependiente de luz) y fase independiente de la luz.

- La fase fotoquímica es la de captación de la energía y tiene lugar en la membrana de los tilacoides. Los pigmentos fotosintéticos absorben la energía de la luz y la transforman en energía química en forma de ATP y NADPH mediante una cadena de transporte de electrones, en la cual el donador primario de dichos electrones es el agua. Los electrones son transportados a través de compuestos intermedios, como los citocromos o la plastocianina; todas las reacciones están ligadas al transporte de protones a un lado y otro de la membrana, formando así una diferencia de potencial electroquímico necesario para la síntesis de ATP, que a su vez activa la ATPasa necesaria para dicho proceso. La variación de pH entre el estroma y los tilacoides provoca, según la hipótesis quimiosmótica de Mitchell, una fuerza protón-motriz. El complejo enzimático ATP sintetasa se encarga de acoplar la difusión de los protones a favor de gradiente con la fosforilación del ADP para dar ATP.

31. Elija la secuencia que de forma consecutiva se corresponde a los espacios en blanco del texto:

Los nucleótidos están constituidos por un nucleósido unido a un grupo fosfato. Cuando se someten a una _____ se rompe el enlace _____, mientras que si sufre una _____ se produce la rotura del enlace _____ liberándose el nucleósido del grupo fosfato.

- Hidrólisis ácida, N-glucosídico, hidrólisis alcalina, éster-fosfato.
- Hidrólisis alcalina, N-glucosídico, hidrólisis ácida, éster-fosfato.
- Hidrólisis alcalina, éster-fosfato, hidrólisis ácida, N-glucosídico.
- Hidrólisis ácida, éster-fosfato, hidrólisis alcalina, N-glucosídico.
- Hidrólisis alcalina, O-glucosídico, hidrólisis ácida, éster-fosfato.

Solución: a

Un nucleótido es la unidad estructural de los ácidos nucleicos además de llevar a cabo otras muchas funciones, tales como funcionar como mensajeros químicos o coenzimas.

Los nucleótidos están formados por una pentosa (ribosa o desoxirribosa) unida por enlace N-glucosídico a una base nitrogenada, lo que forma un nucleósido. A ese nucleósido se le unirá un ácido fosfórico, por enlace éster, formándose el nucleótido.

La hidrólisis ácida de un nucleótido romperá el enlace N-glucosídico, separándose la base nitrogenada. La hidrólisis alcalina rompe el enlace éster-fosfato, separándose el ácido fosfórico.

32. La inmunidad humoral y la inmunidad celular defienden al organismo mediante una serie de respuestas frente a diferentes tipos de amenazas. Encuentre cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la forma en que los linfocitos B y los linfocitos T citotóxicos responden a los invasores:

- a) Los linfocitos B confieren inmunidad activa y los linfocitos T citotóxicos inmunidad pasiva.
- b) Los linfocitos B matan a los virus de forma directa, mientras que los T citotóxicos matan las células infectadas por virus.
- c) Los linfocitos B segregan anticuerpos contra virus, los T citotóxicos matan células infectadas por virus.
- d) Los linfocitos B proporcionan inmunidad mediada por células, mientras que los T citotóxicos proporcionan inmunidad humoral.
- e) Los linfocitos B responden la primera vez que el invasor está presente, pero los T citotóxicos responden en sucesivas invasiones.

Solución: c

Los linfocitos confieren siempre inmunidad activa. La inmunidad pasiva se obtiene de manera natural cuando el feto recibe protección de la madre a través de la placenta y el lactante por medio de la leche materna. También se obtiene de forma artificial cuando se suministra un suero que contiene anticuerpos ya formados.

Los linfocitos B no matan a los virus de forma directa, sino que se activan y se transforman en células plasmáticas capaces de segregar anticuerpos específicos para el antígeno vírico.

Los linfocitos B proporcionan inmunidad humoral, y los T, inmunidad celular.

La respuesta inmune humoral puede ser primaria, cuando un antígeno se presenta por primera vez ante el sistema inmunitario. Esta respuesta permite elaborar una memoria inmunológica que será la base de la respuesta inmune secundaria.

33. El acetil-CoA es una molécula orgánica que:

- a) Está formada por tres carbonos y resulta de la glucólisis.
- b) Se produce en el citosol durante el catabolismo de los ácidos grasos.
- c) Se oxida en el ciclo de Krebs produciendo CO_2 y H_2O .
- d) Se oxida en la hélice de Lynen de la matriz mitocondrial.
- e) Se origina en la matriz mitocondrial durante el catabolismo de glúcidos, lípidos y aminoácidos.

Solución: c

El acetil-CoA es un producto intermediario de las reacciones tanto metabólicas como catabólicas. En el proceso catabólico se obtiene tras la descarboxilación del ácido pirúvico y de la β -oxidación de ácidos grasos y de la degradación de aminoácidos. En procesos anabólicos interviene en la formación de ácidos grasos, glúcidos y proteínas.

La molécula acetil-CoA tiene dos carbonos y se obtiene tras el catabolismo de glúcidos, lípidos y proteínas pero unas veces en el citoplasma y otras, como en el caso de los ácidos grasos, en la matriz mitocondrial. Se oxida en el ciclo de Krebs, obteniéndose CO_2 y H_2O , además de coenzimas reducidos que se oxidarán en la cadena transportadora de electrones.

34. Determine ruta metabólica y localización celular de la reacción en la que se oxida el gliceraldehído-3-fosfato a ácido 1,3-difosfoglicérico:

- a) Ciclo del ácido cítrico de la matriz mitocondrial.
- b) Glucólisis del citosol.
- c) Fermentación del citosol.
- d) β -oxidación de la matriz mitocondrial.
- e) Ciclo de Calvin del estroma del cloroplasto.

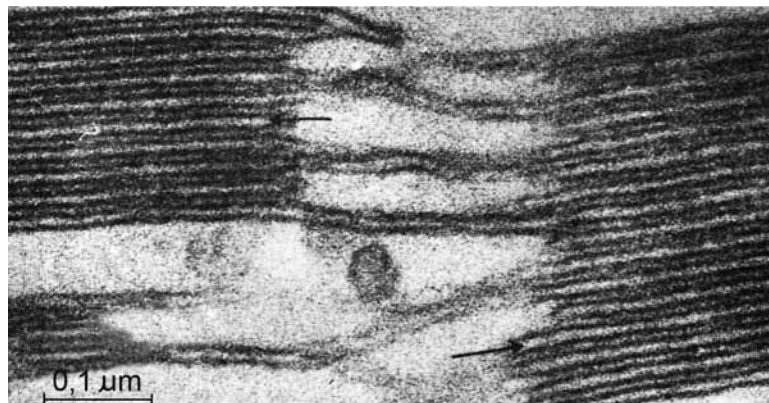
Solución: b

La respiración celular es un proceso catabólico que permite, en el caso de los glúcidos, que la glucosa sea degradada para aprovechar su energía. Para ello son necesarios una serie de procesos, siendo el primero de todos la glucólisis.

En la glucólisis, que se lleva a cabo en el citosol, la molécula de glucosa se escinde en dos moléculas de ácido pirúvico, y la energía liberada se utiliza para generar dos moléculas de ATP. En términos generales, la glucólisis se puede dividir en dos fases:

- *Primera fase.* En ella por cada glucosa se consumen dos ATP y se forman dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato.
- *Segunda fase.* En ella por cada gliceraldehído-3-fosfato se forman dos ATP y se genera una molécula de ácido pirúvico, que es el producto final de la glucólisis, pero para llegar a dicho producto final es necesario que se oxide a una serie de compuestos intermedios entre los que se encuentra el ácido 1,3-difosfoglicérico.

35. La siguiente fotografía electrónica del interior de una célula corresponde a:



- a) El lumen y las membranas del retículo endoplasmático liso.
- b) Los sacos apilados y paralelos del aparato de Golgi.
- c) Los tilacoides de los grana de un cloroplasto.
- d) Las uniones gap o comunicantes de células adyacentes.
- e) La estriación transversal de las fibras musculares.

Solución: c

Los cloroplastos son orgánulos que realizan el proceso de la fotosíntesis en las células vegetales. Tienen doble membrana, un medio interno, el estroma, material genético en forma de doble hélice de ADN circular y sus propios ribosomas. Poseen en el estroma una serie de saquitos membranosos que contienen pigmentos clorofílicos y sistemas enzimáticos, llamados tilacoides. Estos saquitos suelen presentarse apilados. El apilamiento se denomina grana. Los diferentes grana pueden unirse entre sí a través de tilacoides más largos denominados tilacoides del estroma o intergrana.

Los cloroplastos funcionan dentro de la célula vegetal como orgánulos semiautónomos, con reproducción y síntesis de proteínas propias.

En la fotografía al microscopio electrónico se aprecia claramente el interior de un cloroplasto con grupos de tilacoides, semejantes a monedas apiladas formando las grana. Entre ellos se pueden observar los tilacoides intergrana.

36. La afamada oveja Dolly fue uno de los primeros casos de obtención de organismos clónicos mediante procedimientos de ingeniería genética. Para ello se utilizó la siguiente técnica:

- a) Disgregación de las células embrionarias de su madre y transferencia de uno de sus núcleos a un ovocito enucleado.
- b) Transferencia del núcleo de una célula embrionaria a un óvulo enucleado, que se implanta posteriormente a una «madre-oveja de alquiler».
- c) Transferencia intratubárica de espermatozoides clonados en el laboratorio para conseguir la fecundación *in vitro* de óvulos enucleados.
- d) Se implantó un óvulo enucleado y fusionado con células uterinas diferenciadas, para que tuviera la información del órgano donde se desarrollan los embriones.
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Solución: b

La clonación es la obtención de organismos genéticamente idénticos a partir de reproducción asexual. Puede ser de varios tipos pero en el caso de los animales es más compleja y existen dos tipos fundamentales:

- Disgregación de células embrionarias a partir de un embrión. Cada célula por separado dará lugar a un cigoto y constituirá un animal.
- Transferencia nuclear. Consiste en obtener óvulos enucleados y conseguir la introducción del núcleo de una célula embrionaria o una diferenciada en dichos óvulos. Los óvulos fecundados son implantados posteriormente en una tercera oveja a la que se puede denominar «madre-oveja de alquiler». Esta es la técnica que se utilizó para clonar a la oveja Dolly en el año 1996. En este caso se utilizó el núcleo de una célula diferenciada de la ubre.

37. El modelo hipotético sobre la estructura de la membrana plasmática denominado mosaico fluido considera que las proteínas integrales se encuentran:

- a) Embebidas en la bicapa lipídica.
- b) Diseminadas en una capa continua sobre las superficies interna y externa de la membrana.
- c) Confinadas en la zona central hidrófoba de la membrana.
- d) Orientadas de forma aleatoria en la membrana, independientemente de su polaridad.
- e) Libres para separarse de la membrana fluida y disolverse en la disolución exterior.

Solución: a

La membrana plasmática es una envoltura continua que rodea a la célula y controla el paso de sustancias a su través. Todas las membranas, también las membranas internas, tienen una estructura general común, formada por una bicapa lipídica en la que se incluyen proteínas y glúcidos. La proporción de cada una de estas biomoléculas es de 52 % por proteínas, 40 % por lípidos y 8 % por glúcidos, asociados a las anteriores moléculas. El modelo de estructura de la membrana celular fue propuesto por Singer y Nicolson en 1972.

Las proteínas llevan a cabo la mayoría de las funciones específicas de la membrana y pueden ser de dos tipos: las integrales o intermembranosas que atraviesan la doble capa lipídica de un extremo al otro y las periféricas, externas o internas, que se unen por enlaces débiles a las proteínas integrales o a los lípidos de membrana. La eliminación de una proteína periférica puede afectar al funcionamiento de la membrana pero no a su integridad. Por el contrario, las proteínas integrales al encontrarse embebidas en la bicapa lipídica no pueden eliminarse, ya que si se hiciera, su eliminación implicaría la destrucción de la estructura membranosa.

38. Las propiedades de las proteínas dependen en gran medida de los grupos funcionales que portan los radicales de los aminoácidos. Establezca la solubilidad en agua de los aminoácidos alanina ($-\text{CH}_3$) y cisteína ($-\text{CH}_2-\text{SH}$):

- a) Es más soluble la cisteína por la presencia de un radical sulfhídrico que, al aceptar H^+ , se ioniza.
- b) La alanina es más soluble porque posee un radical metilo más pequeño.
- c) Los dos aminoácidos son igualmente solubles porque sus radicales son polares sin carga.
- d) Ninguno es soluble porque ambos poseen radicales apolares.
- e) Es más soluble la cisteína porque su radical es polar.

Solución: e

Los aminoácidos son compuestos orgánicos de baja masa molecular, que se caracterizan por poseer un grupo carboxilo $-\text{COOH}$ y un grupo amino $-\text{NH}_2$. Los aminoácidos primarios son aquellos que constituyen las proteínas y presentan un grupo amino unido al mismo carbono al que se une el grupo carboxilo, denominado carbono α . Los otros dos enlaces del carbono α se unen con un átomo de hidrógeno y con un grupo variable denominado radical (R).

Según la naturaleza del radical (R) y que se enlaza al carbono α de los aminoácidos se clasifican en:

- Aminoácidos no polares o hidrofóbicos. En ellos el radical (*R*) es una cadena hidrocarbonada. Son insolubles en agua. En este grupo se encuentra la alanina (Ala).
- Aminoácidos polares sin carga. El radical (*R*) es una cadena con radicales que forman enlaces de hidrógeno con el agua. Son más solubles que los anteriores. En este grupo está la cisteína (Cys).
- Aminoácidos polares con carga negativa. Son ácidos y en ellos el radical (*R*) presenta un grupo ácido (–COOH).
- Aminoácidos polares con carga positiva. Son básicos y el radical (*R*) presenta un grupo básico, como un amina (–NH₂).

Por tanto, es más soluble la cisteína ya que presenta un radical (*R*) polar (–CH₂–SH), mientras que la alanina presenta como radical (*R*) un grupo (–CH₃) no polar o hidrofóbico.

39. La razón por la cual el asa de Henle está muy desarrollada en los mamíferos propios de los desiertos, es:

- a) La gran capacidad que tienen estos animales para recoger con este sistema el agua del rocío.
- b) La recuperación en el *asa de Henle* renal de una gran cantidad de agua y la consiguiente excreción de orina muy concentrada.
- c) La recuperación de agua y la disipación del calor en el *asa de Henle* de la circulación sanguínea periférica.
- d) La gran capacidad de estos animales para producir agua metabólica en el *asa de Henle*.
- e) La recuperación de agua y la disipación del calor en el *asa de Henle* del sistema pulmón-riñón.

Solución: b

La nefrona es la unidad estructural y funcional del riñón que permite la filtración de la sangre, la eliminación de residuos y la recuperación de parte del agua y sales excretadas tras la filtración.

Cada riñón consta de un número elevado de nefronas, del orden de 1 a 2 millones.

La nefrona es una estructura compleja en la que destaca la zona de filtración de la sangre (el glomérulo renal), la zona de captación de las sustancias filtradas (la cápsula de Bowman) y la zona de reabsorción de agua y sales (el asa de Henle).

El asa de Henle es una parte de la nefrona, unidad anatómica y fisiológica del riñón de un mamífero. Su función está relacionada con el proceso de reabsorción renal que sigue a la filtración inicial. La reabsorción es selectiva y específica de modo que en el asa se reabsorbe el agua que pasa de nuevo a la sangre.

El agua metabólica se genera en los procesos de condensación que tienen lugar en el interior de las células en el metabolismo celular.

La escasez de agua en el desierto ha provocado una selección de los animales con el asa de Henle más larga, lo que les permite la reabsorción de la mayor parte del agua de excreción y, por tanto, la eliminación de una orina casi sólida.

40. Un grupo de alumnos de bachillerato encabezados por su profesor visitan Rio Tinto, donde, tras muchos siglos de extracción minera, encontraron un medio de bajo pH y altas concentraciones de sales de mercurio y demás metales pesados. En ese paisaje casi marciano, les informaron de la presencia de microorganismos parecidos a los que aparecieron en la Tierra hace 3 500 millones de años, allá en el eón arcaico, que soportan ambientes extremos en los que no vive ningún otro organismo.

Incrédulos, decidieron comprobar la certeza de la afirmación analizando los compuestos orgánicos que constituyen su membrana. Respecto a la técnica utilizada, podemos afirmar:

- a) No es un método correcto de análisis porque todos los seres vivos presentan los mismos componentes de membrana.
- b) Es una técnica correcta porque las células eucariontes presentan fosfolípidos en su membrana y las bacterias cuentan con peptidoglicanos.
- c) Es una técnica correcta porque los *Archaea* presentan en sus membranas hidrocarburos unidos mediante enlaces éter al glicerol, lo que los hace ser únicos.
- d) La técnica es indiferente porque en el Eoceno no existían células, con lo cual la afirmación no es cierta.
- e) En Rio Tinto no se dan las condiciones vitales necesarias para que sea posible la vida.

Solución: c

La membrana plasmática es una doble capa lipídica que se encuentra asociada a moléculas proteicas. La membrana plasmática sigue la estructura de mosaico fluido según el modelo presentado por Singer y Nicolson en 1972, por lo que los componentes de la misma tienen la capacidad de moverse. Tanto las células procariotas como las eucariotas poseen una estructura similar pero en algunas ocasiones dicha estructura cambia dependiendo de la célula, por ejemplo, en el caso de las células eucariotas animales presenta glucocálix, un conjunto de oligosacáridos cuya función es reconocer moléculas externas.

En el caso de los procariotas, y más en concreto en el dominio *Archaea*, tienen una membrana plasmática diferente de las eucariotas, ya que carece de colesterol y, además, algunos lípidos de la membrana plasmática de *Archaea* contienen hidrocarburos o cadenas hidrocarbonadas de cadena larga unidas al glicerol.

41. **La fermentación y la respiración celular son procesos metabólicos diferentes que se distinguen sobre todo porque:**

- a) La respiración es una vía catabólica pero no la fermentación.
- b) El NADH se oxida por la cadena de transporte electrónico solo en la respiración.
- c) Solo en la respiración se obtiene CO₂ como producto final.
- d) El coenzima NAD⁺ actúa como agente oxidante solo en la respiración.
- e) En la fermentación tiene lugar una fosforilación a nivel de sustrato.

Solución: b

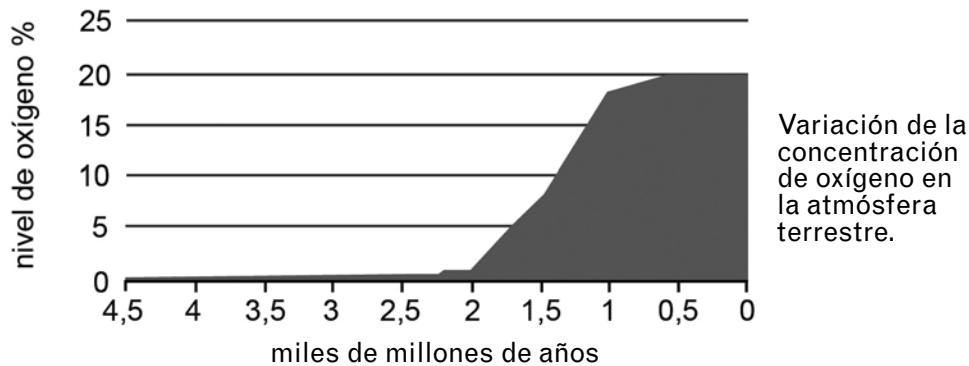
La fermentación y la respiración son procesos catabólicos diferentes. Los organismos anaerobios realizan un catabolismo para el que no utilizan el O_2 como último aceptor de electrones y, por lo tanto, la oxidación de la materia orgánica es parcial, generándose muy poca energía. Estos procesos se conocen como fermentativos. En la fermentación, las coenzimas reducidas se utilizan para reducir una molécula orgánica intermedia. Esta regeneración se requiere para mantener las reacciones de la glucólisis que seguirán generando piruvato.

Puede liberarse CO_2 en el proceso de fermentación alcohólica.

El proceso respiratorio utiliza el O_2 como último aceptor de electrones y logra una oxidación total de la materia orgánica, generándose H_2O y CO_2 como residuos. Para lograr la oxidación completa, utiliza una cadena transportadora de electrones en la que se oxidan los coenzimas reducidos $NADH + H^+$ y $FADH_2$.

42. En la siguiente gráfica se observan las concentraciones de oxígeno en la atmósfera terrestre a largo de la historia geológica de la Tierra. Sobre las causas de su rápida aparición, hay certeza de que fueron los organismos fotosintetizadores los que llevaron a cabo la «contaminación por oxígeno».

Para confirmar este hecho, los biólogos se basan en una serie de pruebas. Elija, entre las que se exponen a continuación, la/s correctas (para ello puede ayudarse de la gráfica y la escala temporal que se suministra):



Eón		Era	Periodo		Época
Fanerozoico (544 m.a. a hoy)		Cenozoica (65 m.a. a hoy)	Cuaternario (1,8 m.a. a hoy)		Holoceno (11 000 años a hoy)
					Pleistoceno (1,8 m.a. a 11 000 años)
			Terciario (65 a 1,8 m.a.)	Neógeno (23 a 1,8 m.a.)	Plioceno (5 a 1,8 m.a.)
					Mioceno (23 a 5 m.a.)
				Paleogeno (65 a 23 m.a.)	Eoceno (54 a 38 m.a.)
			Oligoceno (38 a 23 m.a.)		
			Paleoceno (65 a 54 m.a.)		
		Mesozoica (245 a 65 m.a.)	Cretácico (146 a 66 m.a.)		
			Jurásico (208 a 146 m.a.)		
			Triásico (245 a 208 m.a.)		
		Paleozoica (544 a 245 m.a.)	Pérmico (286 a 245 m.a.)		
			Carbonífero (360 a 286 m.a.)		
			Devónico (410 a 360 m.a.)		
Silúrico (440 a 410 m.a.)					
Ordovícico (505 a 440 m.a.)					
Cámbrico (544 a 505 m.a.)					
Tiempo Precámbrico (4 500 a 544 m.a.)	Proterozoico (2 500 a 544 m.a.)				
	Arcaico (3 800 a 2 500 m.a.)				
	Hádico (4 500 a 3 800 m.a.)				

- La presencia de grandes selvas en el Carbonífero nos indican que fueron ellas las causantes de la aparición masiva del oxígeno.
- La aparición de las primeras plantas terrestres en el Silúrico.
- Evidencia fósil de estromatolitos desde mitad del Arqueozoico.
- Las grandes cantidades de formaciones de hierros bandeados que se forman por la oxidación de hierro que se encuentra disuelto en el mar y que se formaron en los principios del Proterozoico.
- Las respuestas c) y d) son ciertas.

Solución: e

La aparición del oxígeno en la atmósfera por primera vez hace aproximadamente 2 200 millones de años tuvo lugar gracias a las cianobacterias, las cuales liberaron oxígeno a la atmósfera tras provocar la fotólisis del agua y utilizar la energía liberada en dicha reacción para la fabricación de hidratos de carbono. Los estromatolitos son la evidencia de la existencia de dichas cianobacterias, ya que se trata de estructuras sedimentarias que se forman por la captura y fijación de partículas carbonatadas por las cianobacterias.

Las formaciones de hierro bandeado aparecieron por primera vez hace 2 800 m.a., pero la mayoría datan del eón Proterozoico, y se relacionan directamente con el acontecimiento conocido como *Gran oxidación* o *Crisis del oxígeno* causado por las cianobacterias.

43. En humanos se ha utilizado durante largo tiempo *colchicina* como tratamiento contra la «gota» para inhibir la inflamación de las articulaciones al impedir la multiplicación de los leucocitos que fagocitan los cristales de ácido úrico. En ratones, si se les suministran la cantidad de 1,5 mg/kg durante la gestación, produce teratogénesis (malformaciones fetales). En plantas se utiliza para la obtención de poliploides. Su efecto sobre las células es:

- a) Inhibe la formación de las proteínas tubulares del huso acromático durante la metafase.
- a) Induce la duplicación del ADN celular.
- b) Inhibe la formación de paredes celulares durante la división celular.
- c) Induce la formación de la membrana nuclear originando células polinucleadas.
- d) Inhibe la formación de la membrana nuclear durante la interfase.

Solución: a

La colchicina es un alcaloide obtenido por extracción de plantas herbáceas del género *Colchicum*. La colchicina se ha empleado tradicionalmente como remedio contra los dolores de gota, hasta la comercialización de los fármacos antiinflamatorios no esteroideos y también para conseguir mejoras genéticas en plantas.

La colchicina inhibe la división celular en metafase al impedir la formación del huso mitótico.

La colchicina se une de forma reversible a la tubulina, proteína que al polimerizarse da lugar a las fibras del huso acromático. Al no formarse el huso se interrumpe el proceso de división celular durante la metafase, ya que los cromosomas no pueden disponerse en el ecuador de la célula ni las cromátidas separarse, y el ADN está duplicado (fase S previa).

44. Como consecuencia de sus peculiares propiedades físico-químicas el agua participa activamente en los procesos celulares. Es cierto que:

- a) Disuelve gran parte de sustancias, debido a que presenta un valor bajo de constante dieléctrica.
- b) En las reacciones de hidrólisis rompe enlaces peptídicos por la adición de H a los átomos que están unidos entre sí.

- c) Puede ser adicionada a un doble enlace formándose un aldehído.
- d) Aporta los electrones que se utilizan en algunos procesos de síntesis de sustancias orgánicas a partir de CO₂.
- e) Las respuestas a) y d) son ciertas.

Solución: d

El agua presenta muchas e importante propiedades que permiten a los seres vivos desarrollar sus procesos vitales. Una de las propiedades más importantes es que se trata del «disolvente universal», aunque no es cierto que disuelva todas las sustancias químicas existentes, sí que disuelve la mayoría. La disolución de una sustancia depende de una característica denominada constante dieléctrica, que puede definirse como una medida de la capacidad de un disolvente para mantener las cargas opuestas separadas. Por tanto, el agua al presentar una constante dieléctrica elevada, hace que las fuerzas iónicas que mantienen unidas las moléculas disminuyan y queden disueltas en el agua.

Por otro lado, el agua interviene de manera determinante en la fotosíntesis, ya que proporciona los electrones tras la fotólisis de la molécula durante la fase fotoquímica, para la fabricación de sustancias energéticas que posteriormente serán utilizadas en el ciclo de Calvin (la fase independiente de la luz) para la fabricación de glucosa a partir del CO₂ y la ribulosa 1,5-difosfato. El agua presenta una elevada constante dieléctrica.

45. En el proceso de replicación del ADN en organismos eucariontes es necesario que las hebras sintetizadas vayan acompañadas de las proteínas histonas que formarán el nucleosoma cuando se asocien a ellas. Por lo tanto, se han de sintetizar nuevas histonas para que, junto a las ya existentes, se realice el reparto de las mismas. Con respecto al reparto de estas proteínas, señala la respuesta correcta:

- a) Las histonas recién sintetizadas se asocian a la hebra retardada y a su cadena complementaria, mientras que las existentes se asocian a la hebra líder y su complementaria.
- b) Las histonas recién sintetizadas se asocian a la hebra líder y a su cadena complementaria, mientras que las existentes se asocian a la hebra retardada y su complementaria.
- c) La distribución se realiza al azar entre las dos nuevas cadenas.
- d) Se sintetizan todas las histonas de nuevo y por lo tanto no hay modelo de distribución.
- e) Las histonas no se reparten en la replicación, sino que se sintetizan cuando la cromatina se condensa para formar los cromosomas.

Solución: a

El ADN de las células eucariotas se encuentra asociado a las proteínas básicas «histonas». Gracias a ello, es capaz de empaquetarse y ocupar menos espacio dentro del núcleo celular. Cuando el ADN se replica, las histonas que ya existían se van empaquetando a la «hebra conductora», que es la que antes termina el proceso de replicación.

Por lo tanto, la «hebra retardada», de síntesis posterior, carecería de histonas si no se uniera a su vez a las proteínas histonas que se han sintetizado «*de novo*» previamente al proceso.

46. Entre las siguientes afirmaciones referidas a diferentes biomoléculas orgánicas, encuentre la respuesta correcta:

- a) Las proteínas son muy diversas debido a que cada una de ellas está formada por una combinación única de aminoácidos unidos al azar.
- b) Las bicapas lipídicas son macromoléculas compuestas principalmente por subunidades de fosfolípidos.
- c) Las colas hidrófilas de las moléculas de fosfolípidos son repelidas por el agua.
- d) El ADN se forma con cuatro bases diferentes, A, G, C y U.
- e) Los ácidos nucleicos contienen grupos de azúcares además de otras moléculas no glucídicas.

Solución: e

Los ácidos nucleicos son polímeros formados por la unión de nucleótidos, unidades sencillas que se repiten a lo largo de la cadena y que se componen de las siguientes moléculas:

- Pentosa. Azúcar que puede ser de dos tipos, ribosa si forma parte del ácido ribonucleico (ARN) o desoxirribosa si constituye el ácido desoxirribonucleico (ADN).
- Ácido fosfórico (H_3PO_4). Se encuentra en forma de ion fosfato.
- Base nitrogenada. Según su estructura, existen dos tipos:
 - Púricas: derivan de la molécula de purina y son la adenina (A) y la guanina (G).
 - Pirimidínicas: derivan de la pirimidina y son la citosina (C), la timina (T) y el uracilo (U).

47. Los estudios sobre el envejecimiento celular han encontrado múltiples causas para este fenómeno: mutaciones, inactivación de proteínas, acumulación de residuos metabólicos, etc. Entre las que se consideran actualmente, es cierto que:

- a) Los telómeros se dispersan en los cromosomas en número elevado acelerando el envejecimiento.
- b) Las dietas ricas en grasas producen radicales libres que alteran el ADN mitocondrial iniciando el proceso de envejecimiento.
- c) El acortamiento de los telómeros en cada replicación estimula la apoptosis celular.
- d) La activación de la telomerasa, complejo enzimático que reprime la capacidad de división de las células.
- e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: e

El envejecimiento celular puede definirse como la acumulación de todos los cambios involutivos e irreversibles que se producirán en una célula con el paso del tiempo.

Las grasas favorecen la formación de radicales libres a través de un proceso llamado peroxidación lipídica. Los radicales libres afectan negativamente al ADN celular y también al mitocondrial, favoreciendo el envejecimiento. En mitocondrias predomina la desorganización peroxidativa sobre los mecanismos de regeneración de orgánulos, lo que desencadena una alteración progresiva de las mismas, con inactivación de su genoma y progresiva disminución de su capacidad bioenergética.

Por otro lado, las células en cada proceso de replicación (no en las células madre) sufren un acortamiento de los extremos de sus cromosomas (los telómeros), de manera que tras un determinado número de replications los extremos de los cromosomas se vuelven pegajosos y se adhieren entre sí, precipitando la muerte celular por apoptosis y al no renovarse las células, se acelera el envejecimiento.

48. La absorción de sales minerales en las plantas se realiza en forma de iones. Una vez que el agua y las sales minerales han penetrado en las células epidérmicas, continúan circulando radialmente en el interior de la raíz hacia el cilindro central, donde se encuentra el xilema. El transporte hasta llegar a los vasos leñosos se puede realizar de dos maneras:

- Por difusión simple y difusión facilitada de célula a célula.
- Por ósmosis y transporte activo de unas células a otras atravesando las membranas.
- Por transporte pasivo y ósmosis entre los espacios intercelulares.
- Por coloides que retienen el agua y las sales minerales.
- Las respuestas b) y c) son correctas.

Solución: e

La absorción de agua por las raíces de las plantas se produce por ósmosis, ya que el interior de las plantas tiene una mayor concentración de sales (medio hipertónico) que el medio externo (medio hipotónico). Una vez en el interior de la planta, el agua circulará por ella a través de dos vías diferentes:

- Vía apoplástica. Se trata del agua que viaja por los espacios intercelulares hasta que llegan a la endodermis donde se localiza la banda de Caspari que impide que el agua pase al cilindro vascular, por lo que deberá pasar por ósmosis y transporte pasivo hasta alcanzar el xilema.
- Vía simplástica. La mayoría de las sales minerales y una pequeña parte del agua utilizan esta vía a través del xilema, por lo que además de la ósmosis deben utilizar el transporte activo que les permite atravesar las membranas celulares. En el transporte activo intervienen proteínas de la membrana plasmática, lo que implica un gasto energético en la célula.

49. Los enzimas son biocatalizadores que interaccionan con sustancias denominadas sustratos en una zona conocida como centro activo, el cual:

- a) Constituye una parte muy grande del volumen total del enzima.
- b) Tiene una estructura bidimensional en forma de hueco que facilita el acoplamiento del sustrato.
- c) Está formado por aminoácidos que, aunque distantes en la secuencia polipeptídica, quedan próximos debido a los repliegues de esta.
- d) Contiene algunos aminoácidos cuyos radicales poseen afinidad química por el sustrato, por lo que establecen uniones fuertes con él.
- e) Son ciertas las respuestas c) y d).

Solución: e

Los biocatalizadores son proteínas que aceleran la velocidad de las reacciones químicas al reducir la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción.

El centro activo de una enzima es tridimensional, acoplándose perfectamente al sustrato específico con el que va a reaccionar. Los aminoácidos que lo forman pueden estar localizados en lugares separados dentro de la estructura primaria y no guardan relación con el volumen de la proteína, pero se encontrarán juntos una vez plegada la proteína para convertirse en enzima funcional. Formando parte de este centro activo habrá aminoácidos con función de unión al sustrato, al que se fijarán por medio de enlaces químicos y aminoácidos catalíticos que facilitarán la transformación del sustrato en producto.

50. La materia viva se organiza en niveles jerarquizados: átomos, moléculas, macromoléculas, etc. Respecto a las propiedades que cumplen estos niveles, es cierto que:

- a) El incremento de complejidad de un nivel con respecto a otro lleva aparejado un consumo de energía.
- b) Los niveles superiores poseen más unidades estructurales que los inferiores.
- c) Los niveles inferiores presentan propiedades que emergen en los superiores.
- d) Los niveles superiores presentan una serie de características que surgen de la suma de las propiedades de los niveles inferiores.
- e) Las respuestas a) y b) son ciertas.

Solución: e

La materia se organiza en niveles jerarquizados, lo cual implica que los niveles superiores están constituidos por los componentes de niveles inferiores y a medida que se avanza en el nivel de complejidad los elementos que componen cada nivel son mayores, es decir, las unidades estructurales van aumentando. Por otro lado, todos los sistemas biológicos, ya sea una molécula, célula, organismo, etc., tienden a lo que se denomina entropía o desorden, por lo que para ordenar cada uno de los niveles es necesario un aporte de energía que los estabilice, por tanto, cada nivel estructural más complejo va a requerir más energía para estabilizarse.

OCTAVA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Autores de las preguntas:

**Marisa González Montero de Espinosa, M^a Victoria Pérez Celada,
Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido**

Autores de las respuestas:

**M^a Isabel García Serrano, Carmen García González,
Marisa González Montero de Espinosa,
Consuelo Sánchez Cumplido**

Madrid, 5 de marzo de 2010

VIII OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. Durante este año 2010 se conmemora el Año Internacional de la Biodiversidad, lo que sin duda redundará en divulgar los valores de la conservación y el respeto por la naturaleza. En este contexto, imagine que fuera el responsable de un espacio natural protegido en la península ibérica, que incluye el tramo medio de un río, varias lagunas y diversas formaciones de bosque, matorral y estepa mediterráneos, y que le presentan la lista de especies que se indica a continuación, que corresponde a organismos que se encuentran en ese espacio natural. ¿Qué decisión adoptaría? La lista en cuestión es: en los ecosistemas acuáticos, el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) y el galápago (*Trachemys scripta*), y en los ecosistemas terrestres, la sabina (*Juniperus sabina*), la encina (*Quercus ilex*) y la avutarda (*Otis tarda*):
- a) Proteger todo lo posible tanto las especies acuáticas como las terrestres por su alto valor biogeográfico.
 - b) Proteger todo lo posible las especies acuáticas por su alto valor ecológico, e intentar acabar con las terrestres por ser invasoras y afectar gravemente a las autóctonas.
 - c) Proteger todo lo posible las especies terrestres por su alto valor ecológico, e intentar acabar con las acuáticas por ser invasoras y afectar gravemente a las autóctonas.
 - d) En el medio acuático proteger únicamente *Trachemys scripta* por ser un galápago endémico de la península ibérica, y en el terrestre, todas las especies.
 - e) En los dos tipos de ecosistemas acabar con todas las especies porque son invasoras y pueden afectar gravemente a las autóctonas.

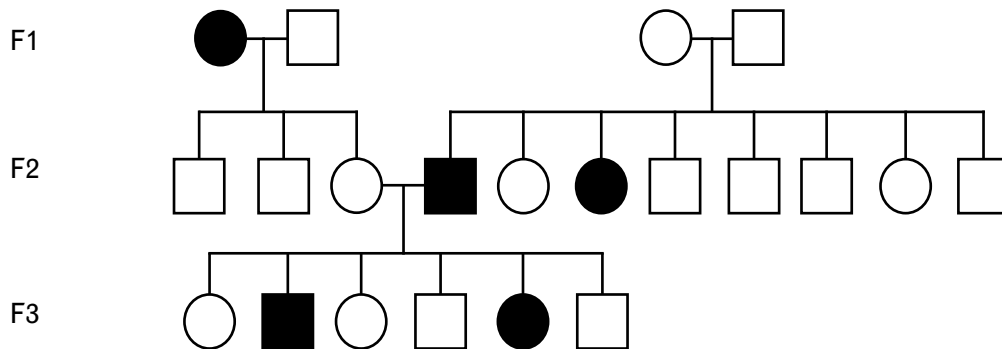
Solución: c

Una especie invasora es aquella especie, generalmente introducida por el ser humano, que llega a un ecosistema que no es el suyo pero al que se adapta, desplazando a especies autóctonas que pueden llegar a desaparecer.

Las especies acuáticas que aquí se nombran son todas invasoras, y pueden haber desplazado a las autóctonas en sus respectivos nichos, o bien causar problemas de otra naturaleza. El cangrejo rojo y el galápago proceden de EE.UU. y el mejillón cebra, de los mares Caspio, Negro y Aral.

Sin embargo, las especies terrestres tienen un alto valor ecológico por lo que habría que protegerlas, y son características de alguno de los ecosistemas que aparecen en el espacio natural protegido.

2. Esta familia está afectada por una enfermedad. Si están afectados por la enfermedad, el cuadrado o el círculo están rellenos de color negro. ¿Podría indicarnos el patrón de herencia que sigue la enfermedad y el genotipo de las personas de la 3.^a generación (F3) afectada por ella?
- a) Ligada a X dominante y XAXa.
 - b) Ligada a X recesiva y XaXa.
 - c) Autosómica dominante y Aa.
 - d) Autosómica recesiva y aa.
 - e) Ninguna respuesta es correcta.



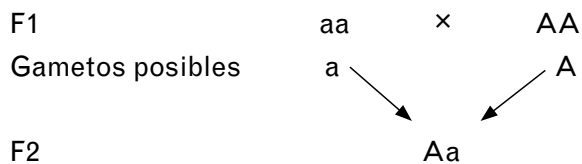
Solución: d

Si tenemos en cuenta que la enfermedad es autosómica recesiva (aa) entonces planteamos:

No enfermos □ Enfermos

A □ a

En la F1 podemos explicar el cruzamiento de la primera pareja al margen de que sean hombres o mujeres por tratarse de una herencia autosómica:

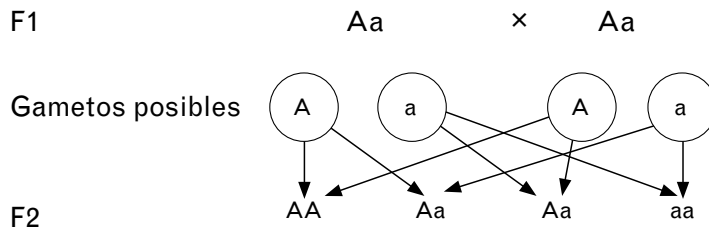


La F2 sería:

– Genotipo: 100 % heterocigotos

– Fenotipo: 100 % no enfermos

En el segundo cruzamiento de la F1 podemos determinar lo siguiente:



La F2 sería:

– Genotipo: 25 % homocigoto dominante (AA)

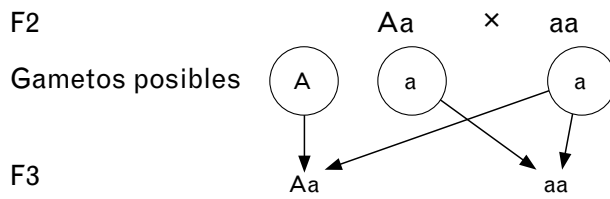
50 % heterocigotos (Aa)

25 % homocigotos recesivos (aa)

– Fenotipo: 75 % no enfermos

25 % enfermos

Por último, al cruzar los individuos de la F2:

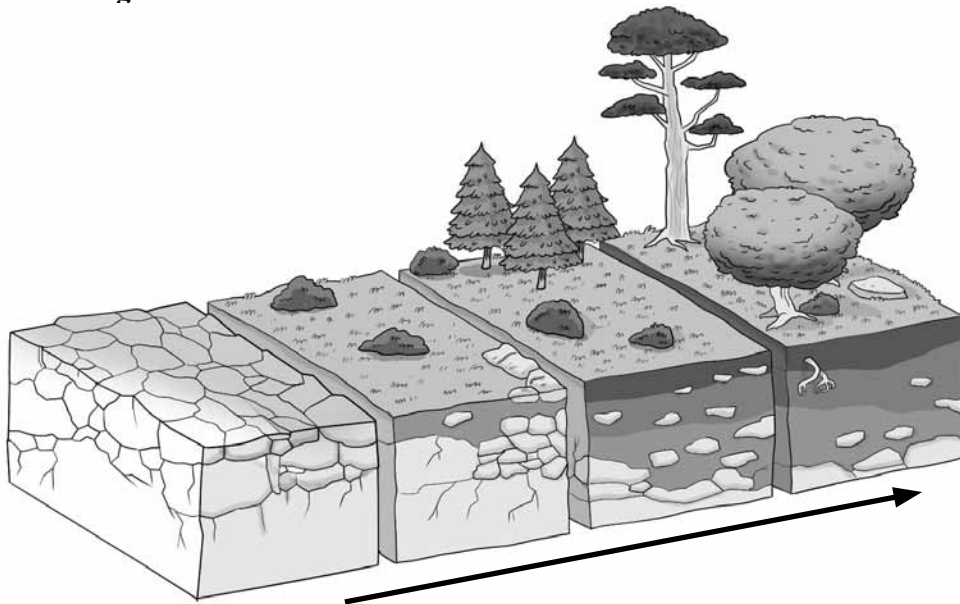


La F3 sería:

- Genotipo: 50 % heterocigotos (Aa)
50 % homocigotos recesivos (aa)
- Fenotipo: 50 % no enfermos
50 % enfermos

En el último caso no se cumplen las proporciones esperadas en los descendientes, pero el número de los mismos no es suficiente para poder ajustarlas a las proporciones mendelianas. No obstante, podemos concluir que la forma de herencia a la que atiende esta enfermedad es de tipo autosómico recesivo y que, por tanto, los individuos de la F3 que la sufren serán todos homocigotos recesivos (aa).

3. El siguiente dibujo muestra un proceso ecológico que se puede producir en cualquier ecosistema de nuestra comunidad. Señala la respuesta equivocada entre las siguientes:



- Se trata de una sucesión primaria que surge de un suelo desnudo, sin vegetación y proclive a la erosión.
- Es la secuencia de una sucesión secundaria que desemboca en el establecimiento de una comunidad clímax.
- Consiste en un proceso natural que, sin la alteración humana, terminará en un ecosistema complejo que se encontrará en equilibrio con las condiciones climáticas de la zona.

- d) El esquema muestra las distintas fases de alteración del medio provocadas por distintas comunidades biológicas en las que unas preparan el terreno a las siguientes.
- e) Las respuestas a) y c) son ciertas.

Solución: b

Se entiende por sucesión ecológica los cambios producidos en el ecosistema a lo largo del tiempo.

No puede ser una sucesión secundaria porque esta se forma a partir de una alteración importante de una sucesión primaria, por lo que, aunque no hubieran sobrevivido las especies de esta sucesión primaria, el suelo estaría desarrollado, sería un suelo maduro, con horizontes, con semillas en él, lo que no ocurre en el esquema presentado.

En la figura se aprecia un suelo formado por evolución a partir de la «roca madre», estableciéndose los sucesivos horizontes del suelo progresivamente, al igual que los organismos, por lo que el esquema representa una sucesión primaria.

4. En julio de 2008 se cumplieron 150 años de la presentación pública de un trabajo titulado *On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection*, precursor inmediato de la teoría de la selección natural en relación con la evolución de los organismos. ¿Qué naturalista firmó con Darwin este trabajo?
- a) Jean-Baptiste de Monet, caballero de Lamarck.
- b) Thomas R. Malthus.
- c) Alfred Russell Wallace.
- d) Thomas Henry Huxley.
- e) Ernst Haeckel.

Solución: c

A principios del verano de 1858 Darwin recibió un ensayo de A. R. Wallace, *Sobre la tendencia de las variedades a desviarse indefinidamente del tipo original*, en el que expone unas teorías iguales a las que él venía desarrollando. Wallace trabajaba por entonces en las islas Célebes (Indias orientales) recopilando material zoológico y paleontológico para diversos organismos, entre otros el Museo de Historia Natural de Londres.

El **1 de julio de 1858** se presentaron en la **Sociedad Linneana** de Londres los trabajos conjuntos de Darwin y Wallace. Darwin no acudió al acto porque estaba en el entierro de su hijo Charles Waring, fallecido 3 días antes de escarlatina.

El **29 de noviembre de 1859** Darwin publicó ***El origen de las especies***, que produjo una fuerte conmoción social y tuvo un tremendo éxito (el día de su publicación se vendieron 1 250 ejemplares).

5. Los glóbulos rojos contienen un pigmento denominado hemoglobina (Hb) y forman parte de la sangre que se desplaza por los capilares pulmonares. ¿Cuál de las siguientes reacciones predominará en ellos?

- a) $\text{Hb} + 4 \text{O}_2 \rightarrow \text{Hb}(\text{O}_2)_4$.
- b) $\text{Hb}(\text{O}_2)_4 \rightarrow \text{Hb} + 4 \text{O}_2$.
- c) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.
- d) $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$.
- e) $\text{Hb} + 4 \text{CO}_2 \rightarrow \text{Hb}(\text{CO}_2)_4$.

Solución: a

La hemoglobina es una heteroproteína de estructura cuaternaria, formada por cuatro subunidades peptídicas. Cada subunidad contiene un grupo hemo, con un átomo de hierro. Cada catión de hierro es capaz de transportar un oxígeno, por lo que, una molécula de hemoglobina puede transportar 4 oxígenos.

En los capilares pulmonares la Hb se une fundamentalmente al O_2 , para transportarlo hasta los tejidos. El CO_2 que se elimina hacia el exterior en su mayor parte no va unido a la Hb, sino disuelto en agua y, por otra parte, el volumen de CO_2 eliminado es menor que el volumen de O_2 inspirado.

6. La fase secretora del ovario se caracteriza porque:

- a) El corpúsculo polar roto y vacío se transforma en una estructura de color amarillo, denominada cuerpo lúteo, que comienza a producir la hormona progesterona y estradiol.
- b) El folículo roto y vacío se transforma en una estructura de color amarillo, denominada cuerpo lúteo, que comienza a producir la hormona progesterona y LH.
- c) El folículo roto y vacío se transforma en una estructura de color amarillo, denominada corpúsculo polar, que comienza a producir la hormona progesterona y estradiol.
- d) El folículo roto y vacío se transforma en una estructura de color amarillo, denominada cuerpo lúteo, que comienza a producir la hormona progesterona y estradiol.
- e) El folículo roto y vacío se transforma en una estructura de color amarillo, denominada cuerpo polar, que deja de producir la hormona progesterona y estradiol.

Solución: b

El ciclo ovárico tiene lugar cada 28 días y su finalidad es la formación, maduración y liberación del óvulo. Se compone de tres fases:

- *Fase folicular.* Dura unos 14 días y se realiza por la acción de la hormona estimulante del folículo (FSH), la cual estimula el desarrollo y maduración de los folículos ováricos.
- *Fase de ovulación.* Liberación del óvulo por el ovario al segregarse la hormona luteínica (LH).
- *Fase secretora.* Una vez expulsado el óvulo, la parte que queda dentro del ovario se transforma en una masa de células denominadas cuerpo lúteo o amarillo gracias al aumento de la hormona luteínica (LH); además se segrega la hormona progesterona, la cual prepara el endometrio para alojar al embrión si se ha producido la fecundación.

7. Los organismos incluidos en el reino Fungi o de los hongos presentan características comunes, una de las señaladas a continuación no corresponde a este reino:

- a) Todas las especies son heterótrofas.
- b) Los hay unicelulares, pluricelulares, microscópicos y macroscópicos.
- c) Incluye organismos saprófitos, parásitos o quimiosintéticos.
- d) Sus células disponen de pared de quitina, sustancia también presente en el exoesqueleto de artrópodos.
- e) Las levaduras, como la utilizada en la fermentación del pan, pertenecen a este reino.

Solución: c

Los hongos constituyen un reino formado por levaduras, mohos y setas.

Se caracterizan por ser de nutrición heterótrofa, liberando al medio enzimas digestivas que digieren la materia orgánica y absorbiendo después los nutrientes orgánicos. Otra característica común es su pared de quitina, semejante a la de algunos animales, como los artrópodos.

El reino de los hongos, al estar formado por organismos exclusivamente heterótrofos, no puede ser quimiosintético (modalidad de metabolismo autótrofo).

8. La circulación de la sangre por el cuerpo de un mamífero es doble: circuito pulmonar y circuito corporal. El circuito de la sangre tiene el siguiente recorrido:

- a) Pulmón → vena pulmonar → aurícula izqda → ventrículo izqdo → arteria aorta → otras arterias → órganos → venas → vena cava → aurícula dcha → ventrículo dcho → arteria pulmonar → pulmón.
- b) Pulmón → arteria pulmonar → aurícula izqda → ventrículo izqdo → arteria aorta → otras arterias → órganos → venas → vena cava → aurícula dcha → ventrículo dcho → vena pulmonar → pulmón.
- c) Pulmón → vena pulmonar → aurícula dcha → ventrículo dcho → arteria aorta → otras arterias → órganos → venas → vena cava → aurícula izqda → ventrículo izqdo → arteria pulmonar → pulmón.
- d) Pulmón → vena pulmonar → aurícula izqda → ventrículo izqdo → arteria aorta → vena yugular → aurícula dcha → ventrículo dcho → vena pulmonar → pulmón.
- e) Pulmón → vena pulmonar → aurícula izqda → ventrículo izqdo → arteria pulmonar → órganos → venas → vena cava → aurícula dcha → ventrículo dcho → arteria aorta → otras arterias → pulmón.

Solución: a

La sangre pasa dos veces por el corazón realizando dos circuitos. El denominado menor o pulmonar comienza en el ventrículo derecho y llega a ambos pulmones mediante la subdivisión de la arteria pulmonar. En los alvéolos pulmonares se realiza el intercambio de gases. De los pulmones salen las venas pulmonares que terminan en la aurícula izquierda (AI).

De la AI la sangre baja al ventrículo izquierdo (VI). Aquí comienza el circuito mayor, llamado también corporal o general. Del VI pasa a la arteria aorta (AA). La AA se subdivide y pasa la sangre a otras arterias, que se ramifican en arteriolas y capilares, las cuales llevan el oxígeno y los nutrientes a todo el organismo, excepto a los pulmones.

Los capilares, a su vez, retiran de las células el CO₂ y las sustancias de desecho. Las diferentes venas llevan la sangre con estas sustancias y, se unen entre sí formando las denominadas cavas. Las venas cavas superior e inferior desembocan en el corazón por la aurícula derecha (AD). De la AD pasa la sangre al ventrículo derecho (VD), que la envía a la arteria pulmonar y luego al pulmón para oxigenarse.

9. La duela del hígado (*Fasciola hepatica*) es un gusano trematodo parásito que puede afectar a diversos mamíferos, incluidos los seres humanos y el ganado ovino. ¿Cómo puede infectarse una persona con la duela del hígado?

- a) Comiendo hígado de cordero infectado con este parásito.
- b) Bebiendo agua contaminada con las larvas redia.
- c) Por entrar en contacto con las heces de las ovejas o con establos contaminados por ellas.
- d) Comiendo berros u otras plantas criadas en áreas encharcadas visitadas por las ovejas, en las que se encuentren las larvas metacercarias.
- e) Por transfusión sanguínea.

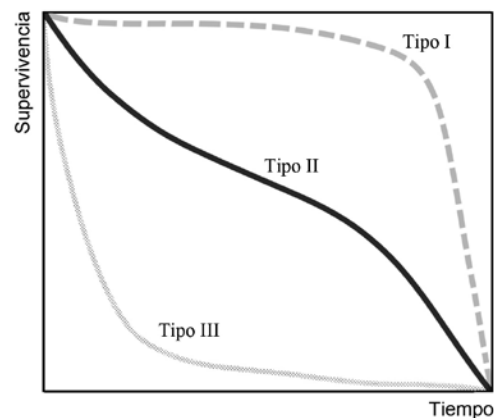
Solución: d

La duela del hígado es un platelminto trematodo que vive de adulto en los conductos biliares del hígado de la oveja. Las hembras ponen millones de huevos que salen al exterior con las heces del huésped y caen al agua. En el agua eclosionan los huevos embrionados y liberan una primera larva llamada miracidio. Los miracidios nadan activamente hasta encontrar un caracol dulceacuícola en cuyo interior penetran. En el caracol se forma una segunda larva llamada esporocisto, dentro de la cual, a su vez, se forman numerosas redias (tercera larva), que por su parte producen numerosas cercarias (cuarta larva); las cercarias son larvas provistas de una cola nadadora que abandonan el caracol y nadan activamente hasta instalarse en un tallo de la vegetación acuática; allí pierden la cola y se enquistan, formando la metacercaria. Finalmente, el ciclo se cierra cuando el huésped definitivo (vacas, ovejas, seres humanos, etc.) ingiere las plantas acuáticas con las metacercarias. Estas llegan al duodeno y de ahí al hígado del huésped.

10. La siguiente gráfica muestra la distribución de especies en tres grupos en función de su curva de supervivencia, que es parecida a la esperanza de vida en la especie humana. Con la gráfica y con lo que significa, unido a tus conocimientos sobre el crecimiento de poblaciones, indica cuál es la afirmación correcta:

- a) Las poblaciones de tipo III con explosión de natalidad en los primeros estadios de vida se consideran como r-estrategas.

- b) Las poblaciones de tipo I son también r-estrategas: con crecimientos sostenidos a lo largo del tiempo y escasa mortandad.
- c) Las poblaciones de tipo III son k-estrategas con explosión de natalidad al principio de su ciclo vital, pero con una elevada mortandad posterior.
- d) Las poblaciones de tipo I presentan gran mortandad infantil, por eso se las considera k-estrategas.
- e) Las respuestas b) y c) son ciertas.



Solución: a

Las poblaciones no son estables a lo largo del tiempo, sino que cambian de manera constante, por lo que el número de individuos que constituye una población puede aumentar o disminuir con el paso del tiempo. Estos cambios en las poblaciones dependen en gran medida del tipo de estrategia de crecimiento que presenten los individuos de una determinada especie. Así, en términos generales, se establecen dos tipos de estrategias de crecimiento:

- *Estrategas de la r.* Se trata de especies que presentan una alta tasa de natalidad (explosión demográfica), pero también una alta tasa de mortalidad a edades tempranas, tal y como se representa en la gráfica de tipo III. Estas especies aprovechan eficazmente los recursos del medio, pero también los agotan pronto, por lo que para sobrevivir deben emigrar o entrar en un estado de letargo hasta que las condiciones sean favorables. Se asocia con especies que proporcionan pocos cuidados a sus crías.
- *Estrategas de la k.* Son especies que presentan bajas tasas de natalidad, pero su tasa de mortalidad es generalmente baja, y que cuidan a las crías durante un periodo de tiempo más o menos prolongado. Se trata de especies muy bien adaptadas a su medio, que presenta pocas variaciones, con una población estable y un crecimiento controlado.

11. El efecto invernadero se debe a la presencia de determinados gases, tales como vapor de agua, dióxido de carbono, metano y otros, en la troposfera. Es falso que con niveles atmosféricos normales de estos gases, el efecto invernadero:

- a) Se produce a partir de las emisiones de radiaciones de onda larga emitidas por la Tierra.
- b) Es responsable de que la temperatura terrestre sea adecuada para la vida.
- c) Es el responsable del calentamiento global y perjudicial del planeta.
- d) Se debe a radiaciones terrestres atrapadas y devueltas de nuevo por la atmósfera.
- e) Sin él las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche serían enormes.

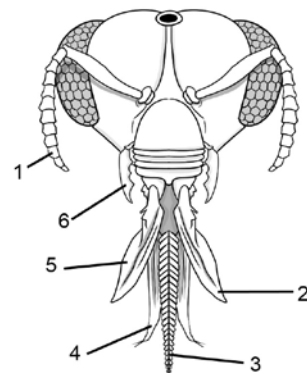
Solución: c

El efecto invernadero es el responsable de que la temperatura media de la Tierra ronde los 15 °C y no se produzcan fuertes oscilaciones entre el día y la noche. El efecto invernadero es causado por las emisiones infrarrojas, radiaciones de onda larga emitidas por la Tierra tras calentarse por acción de la radiación solar y retenidas por los gases de efecto invernadero.

El efecto invernadero, por otra parte, es el responsable del calentamiento global pero solo desde el aumento por encima de lo normal, de la proporción de algunos de estos gases, como el CO₂, tras la Revolución Industrial.

12. El dibujo representa la cabeza de una abeja, en la que se muestra, entre otras estructuras, el aparato bucal lamedor-chupador. Señale a qué corresponde cada uno de los números marcados.

- a) 1 = antena; 2 = lacinia; 3 = glosa; 4 = palpo labial; 5 = galea; 6 = mandíbula
- b) 1 = antena; 2 = palpo labial; 3 = lacinia; 4 = glosa; 5 = galea; 6 = mandíbula
- c) 1 = antena; 2 = palpo labial; 3 = glosa; 4 = lacinia; 5 = galea; 6 = mandíbula
- d) 1 = antena; 2 = lacinia; 3 = palpo labial; 4 = glosa; 5 = galea; 6 = mandíbula
- e) 1 = antena; 2 = lacinia; 3 = palpo labial; 4 = galea; 5 = glosa; 6 = mandíbula



Solución: a

La abeja común (*Apis mellífera*) es un insecto social himenóptero que vive en colmenas y de adulto se alimenta del néctar de las flores, para lo cual desarrolla un aparato bucal denominado lamedor-chupador que le permite alcanzar nectarios no muy profundos en flores adaptadas a la polinización entomógama por himenópteros. La parte principal de este aparato bucal es una lengua que recibe el nombre de glosa y que corresponde al labio inferior modificado. La galea y la lacinia corresponden a la modificación del labio superior.

13. La aracnoides es:

- a) Una especie de arácnido con una potente neurotoxina.
- b) Una especie de ácaro que vive en el polvo.
- c) Una especie de planta dicotiledónea de la familia de las crucíferas.
- d) Una de las tres membranas que rodean al cerebro y médula espinal.
- e) Un ácido graso poliinsaturado esencial en el desarrollo de los mamíferos.

Solución: d

El cerebro y la médula espinal están protegidos por las meninges, tres membranas de tejido conectivo llamadas duramadre, piamadre y aracnoides. Entre ellas se encuentra el líquido cefalorraquídeo.

La aracnoides es la membrana intermedia. Entre ella y la piamadre circula el líquido cefalorraquídeo que amortigua los golpes y protege de los pequeños traumatismos.

Las meninges impiden la entrada de partículas o microorganismos perjudiciales para el SNC. Si se produce la entrada de alguno de estos elementos se puede provocar una meningitis o una encefalitis.

14. Después de varios días orinando de manera discontinua y con un color variable convencimos al abuelo de Carlos para que fuera al médico a realizarse unas pruebas. El médico le comentó que le haría una prueba de contraste que consistía en tomar un líquido radiactivo y que este siguiera el camino desde el intestino hasta el riñón, para ser expulsado por la orina. Selecciona la opción que creas que describe ese camino.

- a) Intestino → hígado → renal → neurona → uretra → uréter → vejiga.
- b) Intestino → arteria renal → hígado → nefrona → vejiga → uréter → uretra.
- c) Intestino → hígado → arteria renal → nefrona → uréter → vejiga → uretra.
- d) Intestino → nefrona → arteria renal → uretra → vejiga → uréter. El hígado no tiene nada que ver en la expulsión de sustancias de desecho.
- e) Intestino → arteria renal → nefrona → uréter → vejiga → uretra. El hígado no tiene nada que ver en la expulsión de sustancias de desecho.

Solución: c

En el proceso de eliminación del líquido reactivo para observar los posibles daños sufridos interviene tanto el aparato digestivo como el excretor. En el caso del aparato digestivo, los órganos implicados son el hígado e intestino delgado, y en el caso del excretor, la arteria renal, nefrona, uréter, vejiga y uretra.

Las sustancias que pasan por el intestino delgado van a través de la vena porta hasta el hígado, donde los nutrientes serán filtrados y llevados de nuevo al intestino delgado para ser eliminados. Una parte de los desechos pasarán al intestino grueso, pero otra parte irá a través de la arteria renal hasta los riñones, que están constituidos por nefronas, las cuales son las unidades de filtración de los riñones y las encargadas de la producción de la orina. Una vez producida la orina, esta sale de los riñones a través de los uréteres, que son dos conductos que conectan los riñones con la vejiga. La orina llega a la vejiga y cuando la cantidad de orina es elevada se produce el reflejo de micción, de tal forma que la orina será expulsada al exterior a través de la uretra.

15. La Drosera es una planta carnívora que se caracteriza por poseer unos pelos en sus hojas que le sirven para retener a pequeños insectos que más tarde serán ingeridos. Por esta razón, la de ser una planta y degradar insectos como los animales, la hace una planta tan especial que es necesario su protección. Elige, de las siguientes cuestiones la que creas que es verdadera.

- a) La *Drosera* pertenece al dominio Eukarya por poseer organización eucarionte.
- b) La *Drosera* no es un organismo autótrofo por alimentarse de insectos.

- c) La *Drosera* posee mitocondrias, al contrario del resto de las plantas, que rara vez las presentan por no necesitarlas.
- d) La *Drosera* pertenece al reino Protocista por ser autótrofa pluricelular y, ocasionalmente heterótrofa como la *Euglena*.
- e) La *Drosera* no es heterótrofa ni siquiera ocasionalmente porque no utiliza a los insectos como fuente de carbono.

Solución: a

La *Drosera* es una planta, por lo tanto, pertenece al reino vegetal que, junto a Protocistas, Fungi y Animales, posee células de tipo eucariota y forman parte del dominio Eukarya. Es un organismo autótrofo como todas las plantas independientemente de su capacidad para digerir con sus pelos secretores, pequeños insectos que quedan atrapados sobre su viscosa superficie.

Todas las plantas poseen mitocondrias en sus células, además de cloroplastos.

Al reino Protocista pertenecen los Protozoos y las algas, tanto uni como pluricelulares. *Drosera* no es un alga. Su sistema de raíces está muy poco desarrollado y sirve para sujetar la planta al suelo pero extrae pocos nutrientes. Por eso necesita complementar su nutrición con lo que obtiene de los insectos. Podría considerarse heterótrofa ocasional.

16. La carne se clasifica como alimento plástico por la biomolécula orgánica mayoritaria en su composición. Durante la digestión química de esta biomolécula actúa:

- a) La amilasa salivar que, en la boca, la descompone en maltosa.
- b) La pepsina que, en el estómago, la desdobra en glicerina y ácidos grasos.
- c) La tripsina pancreática que la hidroliza en oligopéptidos en el duodeno.
- d) La bilis que la emulsiona en el duodeno para facilitar su digestión.
- e) La quimotripsina gástrica que la desdobra en aminoácidos.

Solución: c

Los alimentos plásticos o estructurales son los que sirven para formar los órganos y tejidos del organismo. Se caracterizan porque contienen alta cantidad de proteínas.

Por otro lado, en la digestión química, los prótidos comienzan su degradación en el estómago. La pepsina gástrica es la enzima que empieza a digerir las proteínas y las desdobra en péptidos.

Al llegar al intestino delgado, en concreto al duodeno, dichos péptidos son fragmentados a oligopéptidos, por la acción de proteasas pancreáticas (tripsina y quimotripsina). También en el duodeno se vierte la bilis cuya función es emulsionar las grasas.

17. Con respecto a la reproducción de animales, es cierto que:

- a) Los anfibios tienen fecundación interna y sufren metamorfosis.

- b) Los insectos tienen fecundación externa y dimorfismo sexual.
- c) Los peces tienen fecundación externa y son todos ovovivíparos.
- d) Los reptiles tienen fecundación interna y son ovíparos u ovovivíparos.
- e) Las respuestas a) y b) son ciertas.

Solución: d

La forma más habitual de reproducción que presentan los animales es la sexual. Requiere la existencia de dos tipos de organismos: macho y hembra, que en la mayoría de las especies poseen distintos rasgos físicos (dimorfismo sexual). Tras el acoplamiento de ambos sexos se produce la fecundación de los gametos, que puede ser o fuera del cuerpo femenino (externa) o dentro (interna). Ya nacidas las crías, puede ocurrir que o bien sean muy parecidas al individuo adulto o que sufran una serie de cambios (metamorfosis), que transforman la larva en adulto.

La fecundación externa es propia de los animales acuáticos, y la interna, de los vertebrados terrestres y los artrópodos. La mayor parte de los anfibios poseen fecundación externa, aunque algunos urodelos la tienen interna.

A su vez, la reproducción puede ser ovípara, ovovivípara y vivípara. En la primera, el embrión se desarrolla dentro del huevo, que es depositado en el medio externo. En la segunda, los huevos maduran dentro de la hembra, y en la tercera, la madre cobija y nutre al feto en su interior. Los reptiles tienen fecundación interna y generalmente son ovíparos, aunque algunas víboras o ciertos cocodrilos son ovovivíparos.

18. Si estuvieras perdido en una isla desierta, una de las tentaciones primarias que sufrirías sería beber agua directamente del mar. Gracias a tus conocimientos de biología y de cómo funciona nuestro organismo esa idea la rechazarías con rapidez debido a que conduciría a una muerte más que segura. Señala, de las siguientes respuestas, cuál es el razonamiento para convencerte de que beber del mar no es la solución.

- a) El agua de mar suele tener compuestos tóxicos procedentes de los barcos que me provocarían la muerte por intoxicación.
- b) El agua de mar es un medio hiperosmótico que generará un desequilibrio osmótico en el cuerpo, el cual responderá liberando sales al intestino provocando calambres, que terminarán por generar un ataque cardíaco.
- c) El agua de mar, debido a su salinidad, provocará una descompensación salina en el cuerpo que se compensará por la acumulación de la misma en el intestino, generando heces cargadas de sal que provocarán colapso intestinal y la muerte.
- d) El agua de mar, que es hipotónica con respecto al cuerpo ya que contiene más sales minerales, como el calcio de los huesos, provocará que la tensión arterial suba causando un infarto cardíaco.
- e) El agua de mar es hiperosmótica con respecto al medio interno, con lo cual generará una deshidratación que me llevará a la muerte si el consumo de esta se prolonga.

Solución: e

La ósmosis es un proceso físico por el cual cuando dos disoluciones que se encuentran a diferente concentración se ponen en contacto a través de una membrana semipermeable, pasará agua de la menos concentrada (hiposmótica) a la más concentrada (hiperosmótica), hasta que ambas se encuentren en equilibrio (isosmóticas), pero no pasarán los solutos.

Las membranas de todos los seres vivos se comportan como una membrana semipermeable frente a las sales minerales, de tal manera que cuando la concentración de sales en el interior de la misma es elevada entrará agua en la célula para equilibrar la concentración de sales con el medio circundante y llegar al equilibrio osmótico. Mientras que si por el contrario la concentración de sales en el medio circundante es mayor (medio hiperosmótico) que en el interior de la célula, esta liberará agua para poder equilibrar las concentraciones y, por tanto, se deshidratará por dicha pérdida de agua. Esto es lo que sucede cuando bebemos agua de mar, ya que nuestras células liberan agua al medio interno para tratar de equilibrar las concentraciones de sales, provocando nuestra progresiva deshidratación, de tal manera que si prolongamos el consumo de agua salada podría llevar a la muerte.

19. Una cobaya negra se cruza con una albina y produce 12 crías negras. Cuando las cobayas resultantes se cruzan entre sí, se obtienen 9 negras y 3 albinas. ¿Cuál es la explicación para estos resultados?

- El albinismo es un carácter recesivo (*b*). En el primer cruzamiento los padres son homocigotos $BB \times bb$ y por eso la descendencia es uniforme (todos negros). El segundo cruzamiento es $Bb \times bb$ y la descendencia es 75 % y 25 % respectivamente.
- El carácter negro es dominante (*B*). Por eso en el primer cruzamiento $BB \times Bb$ todos salen negros. El segundo cruzamiento la descendencia es mayoritariamente negra porque es dominante ese carácter.
- El albinismo es un carácter dominante (*B*) y, por tanto, el primer cruzamiento tiene lugar entre $bb \times bb$ para que salgan todos negros. En la F2 el porcentaje mayor corresponde a los de color negro (*bb*) y los albinos surgen de una mutación.
- El albinismo es un carácter recesivo (*b*) frente al color negro dominante (*B*). El primer cruzamiento de homocigotos $BB \times bb$ da lugar a que toda la descendencia sea uniforme Bb de color negro. La descendencia de los heterocigotos es de 3/4 de color negro y 1/4 albinos.
- No son ciertas ninguna de las respuestas.

Solución: d

El albinismo es un carácter recesivo que solo puede expresarse en homocigosis (*bb*), por ello en la primera generación resultante del cruce de un cobaya negro y uno albino $BB \times bb$, los descendientes son todos negros: Bb , pero al cruzar estos individuos heterocigotos Bb entre sí: $Bb \times Bb$, los alelos se separan y se combinan aleatoriamente, formando descendientes: BB , Bb y bb , en la proporción de 3 negros frente a 1 albino.

<i>alelos</i>	<i>B</i>	<i>b</i>
<i>B</i>	<i>BB</i>	<i>Bb</i>
<i>b</i>	<i>Bb</i>	<i>bb</i>

20. La contaminación térmica es un tipo de alteración de los ecosistemas acuáticos que se produce por el vertido de agua a un río a mayor temperatura de la que tenía, provocando una serie de alteraciones. Este vertido está provocado por industrias siderúrgicas o centrales nucleares. Sobre los efectos de esta contaminación elige el que sea verdadero.

- a) La contaminación térmica provoca la muerte de los peces por quemaduras.
- b) El agua caliente provoca la muerte de los peces por el colapso de sus branquias, ya que los sedimentos que estaban depositados en el fondo se disuelven mejor en el agua penetrando en sus branquias.
- c) Los peces mueren realmente por escapes de sustancias radiactivas o metales pesados procedentes de las industrias.
- d) La asfixia es la causa de la muerte de los peces porque en el agua caliente el oxígeno disminuye su solubilidad escapando a la atmósfera.
- e) Los peces mueren asfixiados porque el dióxido de carbono aumenta su concentración en el agua acidificándola.

Solución: d

La contaminación térmica es una de las formas de contaminación de los ecosistemas acuáticos, y está causada principalmente por el agua utilizada para enfriar los conductos de las centrales nucleares y de la industria siderúrgica, provocando que esta sea liberada al medio ambiente a mayor temperatura de la que se encontraba naturalmente (entre 9 y 20 °C más). Además de este aumento de la temperatura, el agua contiene muchas veces elementos tóxicos y metales pesados, así como diferentes compuestos orgánicos que pasan a formar parte de los ecosistemas, provocando efectos tóxicos tanto en la flora como en la fauna. También pueden provocar la proliferación de organismos patógenos y diferentes anomalías en los ciclos biológicos de los organismos, pero no son consideradas las causas más importantes.

El principal problema, sin embargo, es que el agua a mayor temperatura tiene menor capacidad de solubilidad y, por tanto, menor retención del oxígeno que el agua fría, provocando asfixia en los peces por falta de oxígeno disuelto.

21. En el aparato respiratorio humano:

- a) Hay entrada y salida rítmica de aire en las vías respiratorias, durante la espiración e inspiración respectivamente.
- b) La inspiración es un proceso activo en el que el aire entra en los pulmones succionado por el aumento del volumen torácico y pulmonar, provocado por la contracción de los músculos inspiratorios.
- c) El oxígeno del aire inspirado se convierte en CO₂ y se elimina durante la espiración.
- d) El intercambio gaseoso se produce a través de la superficie alveolar solo durante la inspiración.
- e) El aire espirado no contiene oxígeno.

Solución: b

Las células de nuestro organismo necesitan oxígeno para realizar en las mitocondrias la respiración celular. El intercambio de gases se lleva a cabo en los alvéolos pulmonares de cada pulmón. Este proceso se llama ventilación pulmonar y se realiza en dos fases: la inspiración y la espiración. La inspiración es el movimiento que permite la entrada de aire a los pulmones, y la espiración, la salida.

Tanto el aire inspirado como el espirado contienen oxígeno y dióxido de carbono. La diferencia es que mientras el primero contiene más O_2 y menos CO_2 , el segundo es al revés. El O_2 se desplaza desde los alvéolos a la sangre por difusión. Allí es llevado por los glóbulos rojos y distribuido por el corazón a todas las células del cuerpo. El CO_2 , a su vez, es recogido por los eritrocitos y llevado nuevamente a los alvéolos para su expulsión.

En el movimiento inspiratorio tiene lugar un ensanchamiento de los pulmones. Dicho crecimiento es debido al aumento del volumen de la caja torácica, la contracción, bajada y aplanamiento del diafragma y la elevación de las costillas.

22. En los vertebrados nos encontramos tres tipos de músculos: esquelético, cardíaco y liso. Una afirmación cierta sobre ellos es que:

- a) Los dos primeros son de contracción voluntaria.
- b) Todos ellos contienen filamentos de actina y de miosina.
- c) El músculo cardíaco es anaerobio.
- d) El músculo esquelético es estrictamente dependiente de oxígeno.
- e) El músculo liso no está controlado por el sistema nervioso.

Solución: b

La unidad estructural y funcional de cualquier tipo de músculo son los filamentos de actina y miosina.

Las diferencias entre los tres tipos de músculos radican en un primer lugar en la disposición de la actina y miosina, y en un segundo lugar en el tipo de contracción y tipo de órganos en los que encontramos cada tipo de músculo. Así, el músculo esquelético es de contracción voluntaria y la mayoría se unen al esqueleto mediante tendones para permitir los movimientos del cuerpo.

El músculo cardíaco tiene una estructura similar al músculo esquelético, pero es de contracción involuntaria y es el que forma la estructura del corazón. Por último, el músculo liso es de contracción involuntaria y se localiza en la piel, órganos internos, vasos sanguíneos, aparatos reproductor y excretor.

23. El caracol de tierra (*Helix aspersa*) es uno de los animales más comunes en los días lluviosos porque suele ser en estos días en los que su reproducción se ve favorecida gracias a la presencia de agua. Elige la respuesta falsa que se esconde entre las siguientes afirmaciones acerca de la curiosa forma de vida de este invertebrado.

- a) Es un animal invertebrado perteneciente al género *Helix* y a la clase *Gasteropoda*.

- b) Presenta un aparato bucal denominado rádula con el que raspa los vegetales de los que se alimenta.
- c) La masa interna del caracol, denominada manto, se encuentra protegida por una fina película cutánea que segrega la concha.
- d) Los caracoles son hermafroditas con fecundación cruzada, para lo cual necesitan de dos miembros de la especie para poder reproducirse.
- e) Los huevos los depositan en tierra y, tras la eclosión, surgen pequeños caracoles idénticos a los adultos, salvo en tamaño.

Solución: c

La concha del caracol se forma a partir de carbonato de calcio, es el esqueleto externo del caracol y no tiene capacidad de secreción.

Las conchas de los caracoles les sirven como defensa contra animales depredadores y también para anclar órganos y músculos. Generalmente, las vueltas de la espiral son en sentido dextrógiro.

Una curiosidad es que las grandes acumulaciones de conchas dan lugar a rocas calizas. En la actualidad, los caracoles marinos están en peligro ya que el aumento de acidez del agua disuelve sus conchas.

24. En relación con la fisiología respiratoria, encontrar el enunciado correcto:

- a) El intercambio gaseoso se produce entre el aire contenido en las vías respiratorias, desde los bronquios secundarios a los alvéolos, y la sangre.
- b) Como consecuencia del intercambio gaseoso aire-sangre, la sangre de las venas pulmonares se enriquece en O_2 y no contiene CO_2 .
- c) La principal función del aparato respiratorio consiste en asegurar que la composición gaseosa de la sangre procedente de los pulmones permita el adecuado intercambio gaseoso de las células del organismo en cualquier situación funcional.
- d) La ventilación pulmonar (volumen de entrada y salida de aire) se mantiene siempre constante.
- e) El transporte de O_2 y CO_2 por la sangre depende, respectivamente, de su contenido en hemoglobina y fibrinógeno.

Solución: b

Las venas pulmonares son las encargadas de llevar la sangre oxigenada desde los pulmones al corazón tras haberse producido el intercambio gaseoso en los pulmones, por lo que el dióxido de carbono habrá sido transferido desde los alvéolos pulmonares al exterior y, por tanto, se tratará de una sangre rica en oxígeno y carente de dióxido de carbono. Las venas pulmonares llegan a la aurícula izquierda del corazón, para posteriormente pasar al ventrículo izquierdo y desde allí ser bombeada al resto del cuerpo para proporcionar el oxígeno necesario a las células.

25. ¿Cuáles son respectivamente el vector y el agente causante de la malaria?

- a) Los mosquitos del género *Anopheles* y algunas especies del género *Plasmodium*.
- b) Algunas especies de *Trypanosoma* y chinches hematófagos conocidos como vinchuca.

- c) Chinchas hematófagos conocidos como vinchuca y algunas especies de *Trypanosoma*.
- d) Los mosquitos del género *Anopheles* y algunas especies de *Trypanosoma*.
- e) La mosca tse-tse y esporozoos del género *Plasmodium*.

Solución: a

Hay dos tipos de tripanosomiasis o enfermedades producidas por el protozoo *Trypanosoma*, una la africana o enfermedad del sueño, transmitida por la mosca tsé-tsé *Glossina*, y otra la americana o enfermedad de Chagas transmitida por unos insectos hemípteros *Reduviidae* conocidos vulgarmente como vinchucas.

La malaria o paludismo es una enfermedad producida por el protozoo esporozoo *Plasmodium* y transmitida por la picadura de mosquitos del género *Anopheles*.

El protozoo necesita del mosquito para completar su reproducción sexual. Posteriormente emigra a las glándulas salivales de los mosquitos hembras, que necesitan la sangre para que crezcan sus huevos. Tras la picadura, el protozoo pasa a la sangre humana y migran al hígado, donde se reproducen asexualmente. Después invaden los eritrocitos y ocasionan su ruptura, lo que provoca la liberación de sustancias que afectan al hipotálamo, desencadenando ataques febriles.

Es la enfermedad infecciosa más importante en la Tierra.

VIII OLIMPIADA BIOLOGÍA (Preguntas cortas)

1. Completa el siguiente texto con las palabras que faltan:

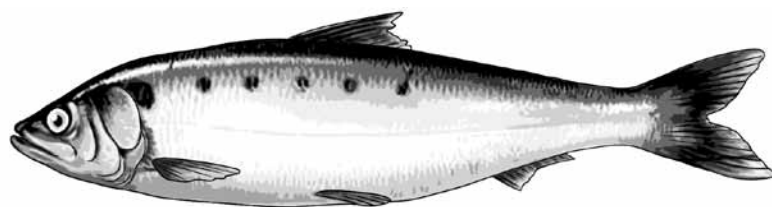
La fecundación de las plantas se realiza gracias al proceso de _____, por el cual los _____ son transportados al _____ de la flor femenina. En ese momento comienza la síntesis del _____, que pondrá en comunicación los dos núcleos de los gametos para que se produzca la _____. En las plantas angiospermas el embrión formado se rodeará de varias capas para formar la _____.

Tras ello comenzará un nuevo proceso para la distribución de la futura planta denominado _____, el cual puede ser ayudado por los animales o por el aire, denominándose _____ en el primer caso y _____ en el segundo. Una vez enterrado en el suelo, y en condiciones óptimas de humedad y temperatura, estará listo para comenzar la _____.

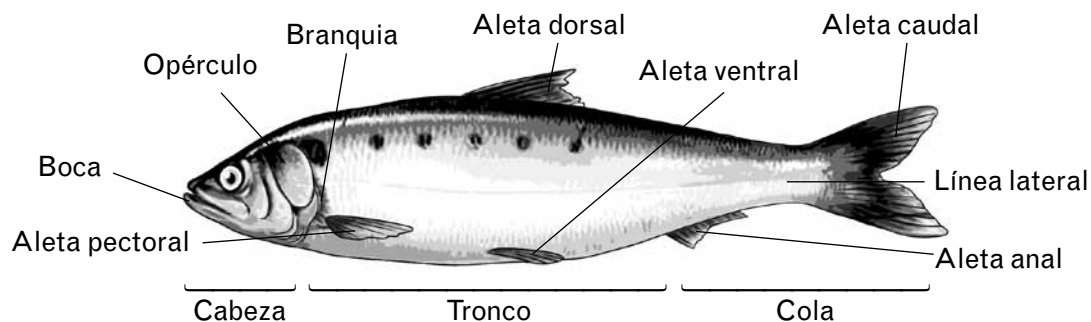
Solución

La fecundación de las plantas se realiza gracias al proceso de **polinización**, por el cual los **granos de polen** son transportados al **gineceo** de la flor femenina. En ese momento comienza la síntesis del **tubo polínico**, que pondrá en comunicación los dos núcleos de los gametos para que se produzca la **fecundación**. En las plantas angiospermas el embrión formado se rodea de varias capas para formar la **semilla**. Tras ello comenzará un nuevo proceso para la distribución de la futura planta denominado **dispersión**, el cual puede ser ayudado por los animales o por el aire, denominándose **zoocoria** en el primer caso y **anemocoria** en el segundo. Una vez enterrado en el suelo, y en condiciones óptimas de humedad y temperatura, estará listo para comenzar la **germinación**.

2. Durante la práctica que realizamos en 1.º ESO sobre la disección de la sardina, algún gracioso, en un descuido del profesor, quitó los carteles que estaban colocados indicando las distintas partes que había que observar del pez. Por ello te pedimos ayuda para que pongas los carteles en su posición correcta.



Solución



3. En el Museo de Ciencias Naturales están preparando una exposición sobre los científicos más importantes de la biología. Para ello proponen un juego de unir el nombre de los científicos con sus aportaciones a la histología. Pero antes de presentarlo al público nos han pedido que les ayudemos. Asigna a cada uno de los científicos el descubrimiento por el que es conocido.

CIENTÍFICOS

1. Rudolph C. Virchow
2. Mathias Schleiden
3. Theodor Schwann
4. Robert Hooke
5. Santiago Ramón y Cajal

DESCUBRIMIENTOS

- A. Acuñó el término célula.
- B. Comprobó que todas las plantas están compuestas por células.
- C. Universalizó la teoría celular a todos los tipos celulares.
- D. Comprobó que todos los animales están compuestos por células.
- E. Comprobó que toda célula procede de otra preexistente.

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Solución

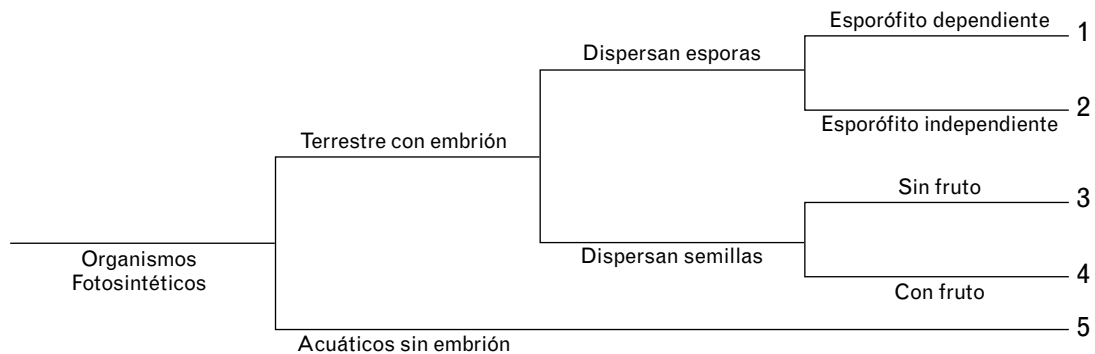
1.	E: toda célula procede de otra célula.
2.	B: todas las plantas están formadas por células.
3.	D: todos los animales están formados por células.
4.	A: acuñó el término célula.
5.	C: universalizó la teoría celular.

4. En los vertebrados, los receptores sensoriales sencillos están repartidos por todo el cuerpo, en número y densidad variables según la zona y del tipo de receptor. En la siguiente tabla señale la función sensorial de las terminaciones nerviosas «corpúsculos» propuestas: T, táctil; F, frío; C, calor; P, presión.

Solución

Ruffini	C (calor)
Krause	F (frío)
Vater-Pacini	P (presión)
Meissner	T (táctil)

5. En el siguiente esquema se representa la clasificación de los organismos fotosintéticos de la línea verde.



Indica qué número corresponde a cada uno de los grupos.

GRUPO	NÚMERO
Gimnospermas	
Algas	
Musgos	
Helechos	
Angiospermas	

Solución

GRUPO	NÚMERO
Gimnospermas	3
Algas	5
Musgos	1
Helechos	2
Angiospermas	4

6. Carlos, alumno de 1.º de la ESO, se propone clasificar los distintos animales invertebrados que conoce en función de la taxonomía que está estudiando. Como no lo tiene muy claro, nos ha pedido que le ayudemos a clasificar. Empareja los ejemplos de organismos con el clado correspondiente.

Clado animal	Ejemplo
1. Miriápodo	a. Lombriz intestinal (<i>Ascaris lumbricoides</i>)
2. Cnidario	b. Cochinilla de la humedad (<i>Armadillium opacum</i>)
3. Crustáceo	c. Ciempiés (<i>Scolopaendra scolopaendra</i>)
4. Coleóptero	d. Anémona (<i>Actinodendron</i>)
5. Anélido	e. Mariquita (<i>Coccinella septempunctata</i>)

1.		2.		3.		4.		5.	
----	--	----	--	----	--	----	--	----	--

Solución

1.	c	2.	d	3.	b	4.	e	5.	a
----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

7. La mariposa del abedul, *Biston betularia*, es una mariposa nocturna europea que vive sobre la corteza de los árboles y las rocas cubiertas de líquenes. Antes de la Revolución Industrial la mayoría de mariposas recolectadas en Gran Bretaña eran de color claro aunque también existían mariposas de color oscuro en número muy inferior. A raíz de la Revolución Industrial, las proporciones fenotípicas se modificaron. Completa los siguientes cuadros y elabora una hipótesis que explique este cambio utilizando la letra A para el alelo dominante y a para el recesivo.

Antes de la Revolución Industrial:

Genotipo	Frecuencia	Fenotipo	Frecuencia
		Oscuro	25 %
		Claro	75 %

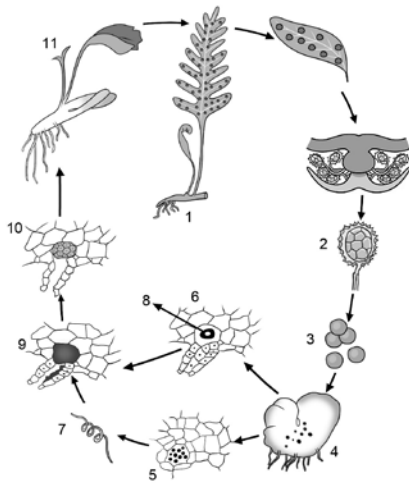
Después de la Revolución Industrial:

Genotipo	Frecuencia	Fenotipo	Frecuencia
		Oscuro	40 %
		Claro	60 %

Solución

Antes de la Revolución Industrial:			
Genotipo	Frecuencia	Fenotipo	Frecuencia
aa	1	Oscuro	25 %
Aa	2	Claro	75 %
AA	1		
Después de la Revolución Industrial:			
Genotipo	Frecuencia	Fenotipo	Frecuencia
aa	2	Oscuro	40 %
Aa	2	Claro	60 %
AA	1		

8. El siguiente diagrama representa el ciclo de un helecho. Relaciona el número que aparece en el diagrama con los términos incluidos en la siguiente lista:



Cigoto	
Gametangio masculino (anteriorio)	
Ovocélula	
Prótalo	
Gametangio femenino (arqueogonio)	
Espermatozoide	
Esporangio	
Esporófito	
Espora	
Fecundación	

Solución

Cigoto	10
Gametangio masculino (anteriorio)	5
Ovocélula	8
Prótalo	4
Gametangio femenino (arqueogonio)	6
Espermatozoide	7
Esporangio	2
Esporófito	1, 11
Espora	3
Fecundación	9

9. Al estudiar el material genético de tres virus diferentes hemos obtenido los siguientes valores de composición de nucleótidos de sus genomas:

Virus	Adenina	Citosina	Guanina	Timina	Uracilo
A	40 %	10 %	10 %	40 %	
B	30 %	20 %	20 %		30 %
C	26 %	24 %	26 %	24 %	
D	26 %	13 %	33 %		28 %

Analiza los resultados e indica el tipo de ácido nucleico en cada caso y si es monocatenario o bicatenario.

Solución

Los ácidos nucleicos pueden ser dos tipos: ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN). Ambos están constituidos por unas subunidades llamadas nucleótidos, que constan de una pentosa (desoxirribosa en el caso del ADN y ribosa en el del ARN), ácido fosfórico y bases nitrogenadas. De estas, tres

son comunes a los dos ácidos nucleicos: la adenina (A), la guanina (G) y la citosina (C). Otras dos no, ya que la timina (T) es exclusiva del ADN y el uracilo (U) lo es del ARN.

Desde otro punto de vista, los ácidos nucleicos pueden estar formados por una sola cadena de nucleótidos o por dos, aunque normalmente el ADN de la mayoría de los organismos es bicatenario y el ARN, monocatenario. Sin embargo, los virus pueden llevar cualquiera de los dos ácidos nucleicos, o bien de una hebra o de dos. Si es bicatenario, las dos cadenas permanecen unidas entre sí por puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas complementarias. Dicha complementariedad se establece entre la C y la G (en ambos ácidos nucleicos), entre la A y la T (en el ADN), y entre la A y la U, en el del ARN. Esta característica implica que los porcentajes de las bases que forman pareja tienen que ser los mismos.

Después de todo lo expuesto anteriormente, la respuesta correcta se resume en el siguiente cuadro:

Virus	Ácido nucleico
A	ADN bicatenario
B	ARN bicatenario
C	ADN monocatenario
D	ARN monocatenario

10. **Relaciona correctamente los elementos presentes en estas dos columnas. En uno de ellos están células u estructuras multicelulares y en el otro los órganos a los cuales pertenecen.**

CÉLULAS O AGRUPACIONES CELULARES	ÓRGANO
1. Glándula parótida	A. Páncreas
2. Corpúsculos de Malpighi	B. Boca
3. Células de Purkinje	C. Riñón
4. Islotes de Langerhans	D. Estómago
5. Células caliciformes	E. Corazón

Solución

1. Glándula parótida	B. Boca
2. Corpúsculos de Malpighi	C. Riñón
3. Células de Purkinje	E. Corazón
4. Islotes de Langerhans	A. Páncreas
5. Células caliciformes	D. Estómago

La parótida es una glándula bilateral situada en la boca y que segrega saliva. Los corpúsculos o glomérulos de Malpighi son una especie de ovillo, rodeado por una estructura en forma de copa llamada cápsula de Bowman. Esta estructura forma parte de las nefronas que se encuentra en los riñones.

Las fibras de Purkinje se sitúan en las paredes de los ventrículos del corazón y sirven para conducir el impulso nervioso en la sístole ventricular. Los islotes de Langerhans son un conjunto de células localizadas en el páncreas, que producen hormonas, como la insulina o el glucagón. Las células caliciformes se encuentran en el epitelio del intestino delgado y funcionan como unas glándulas productoras de mucus.

OCTAVA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Autores de las preguntas:

**Marisa González Montero de Espinosa, M^a Victoria Pérez Celada,
Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido**

Autores de las respuestas:

**M^a Isabel García Serrano, Carmen García González,
Marisa González Montero de Espinosa,
Consuelo Sánchez Cumplido**

Madrid, 5 de marzo de 2010

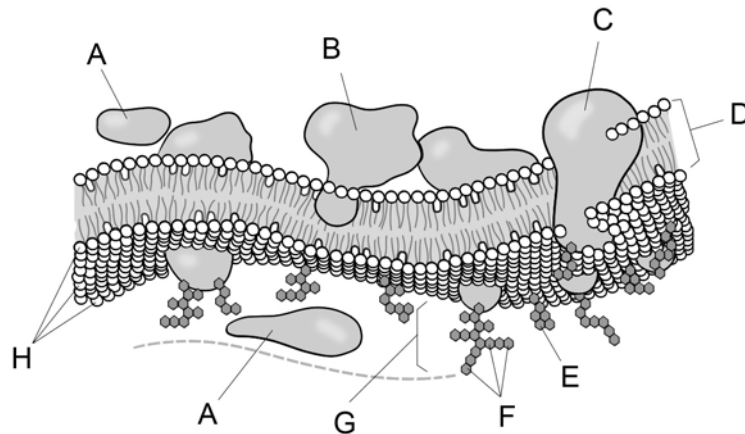
VIII OLIMPIADA BIOLOGÍA

1. Durante este año 2010 se conmemora el Año Internacional de la Biodiversidad. Lo que sin duda redundará en divulgar los valores de la conservación y el respeto por la naturaleza. En un periódico aparece la siguiente noticia: «En la próxima revisión del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas se van a incluir varias especies más de animales españoles, entre otras un prototerio y dos metaterios». Respecto a esta noticia su opinión será:
- Se trata de una interesante novedad, ya que al fin se protegerán estos animales hasta ahora seriamente amenazados.
 - Se trata de una buena noticia, aunque cabría esperar que se protegieran más especies de estos grupos animales, muy diversos tanto en la Península como en Canarias, a la vez que al borde de la extinción.
 - Se trata de un error, ya que si bien en España existen algunos metaterios, no se conoce ningún prototerio.
 - Se trata de un error, ya que en España no existen ni prototerios ni metaterios.
 - Son ciertas las respuestas a) y b).

Solución: d

Los mamíferos de la subclase prototerios, orden monotremas (ornitorrinco y equidna) solo existen en Australia. Los metaterios del orden marsupiales (canguro, koala, zarigüeya, etc.) son dominantes en Australia aunque las zarigüeyas se encuentran en Norteamérica. Los euterios (placentarios vivíparos) son el resto de los mamíferos, ampliamente distribuidos por todo el mundo con excepción de Australia y Nueva Zelanda.

2. El esquema adjunto corresponde a una estructura de la célula eucariótica. En ella están señalados cada uno de los componentes. ¿A cuál de las siguientes relaciones corresponde la leyenda de esta figura?



- A = Proteína periférica B = Proteína integral C = Proteína transmembrana
D = Bicapa lipídica E = Glucolípido F = Glucoproteína G = Glucocálix
H = Fosfolípidos
- A = Proteína transmembrana B = Proteína periférica C = Proteína integral
D = Fosfolípidos E = Glucoproteína F = Glucolípido G = Glucocálix
H = Bicapa lipídica

- c) A = Proteína periférica B = Proteína transmembrana C = Proteína integral
D = Bicapa lipídica E = Glucoproteína F = Glucolípido G = Glucocálix
H = Fosfolípidos
- d) A = Proteína periférica B = Proteína integral C = Proteína transmembrana
D = Fosfolípidos E = Glucoproteína F = Glucolípido G = Glucocálix H =
Bicapa lipídica
- e) A = Proteína transmembrana B = Proteína periférica C = Proteína integral
D = Bicapa lipídica E = Glucolípido F = Glucoproteína G = Glucocálix
H = Fosfolípidos

Solución: a

El esquema corresponde a la estructura de la membrana plasmática de la célula eucariótica según el modelo de mosaico fluido de Singer y Nicolson de 1972. Según este modelo, los lípidos forman un mosaico molecular debido a su distribución en la membrana. Ambos tipos de moléculas presentan una amplia movilidad por el interior de la membrana, otorgándole un carácter fluido. La membrana presenta un carácter asimétrico entre sus caras citoplasmática y externa, ya que los oligosacáridos solo se sitúan hacia el exterior formando el glucocálix.

3. La respiración celular y la fermentación son dos vías para metabolizar la glucosa. De las siguientes afirmaciones indique cuál es la verdadera:

- a) La respiración celular es propia de los animales y la fermentación es propia de las bacterias.
- b) El rendimiento energético de ambas es el mismo; solo varían los productos obtenidos.
- c) La fermentación puede ser utilizada por algunos organismos aerobios en caso de falta de oxígeno.
- d) La fermentación es más eficaz porque el rendimiento energético por cada molécula de glucosa es mayor.
- e) Los organismos fermentativos son principalmente bacterias, hongos como las levaduras y esporozoos.

Solución: c

En ciertos tejidos animales, como el músculo esquelético falto de oxígeno, la glucólisis es la principal fuente de obtención de ATP, como ocurre en organismos anaerobios. En condiciones anaerobias, el piruvato obtenido en la glucólisis se convierte en lactato gracias a los NADH que permanecen en el citosol.

La respiración celular es propia de los animales y de las plantas, así como de todos los organismos aerobios. La fermentación puede darse tanto en bacterias como en levaduras (hongos).

El rendimiento energético de la fermentación es considerablemente menor que el de la respiración celular, solo 2 ATP, frente a los 36-38 ATP de la respiración.

Algunas bacterias son organismos fermentativos (*Lactobacillus*) y algunas levaduras también (*Saccharomyces*).

4. La teoría de la endosimbiosis que la bióloga norteamericana Lynn Margulis propuso en 1970 sirvió para explicar el origen de la organización celular eucariota. Una de las siguientes frases al respecto es falsa.

- a) La incorporación de antecesores de mitocondrias en células precursoras de las eucariotas hubo de ser anterior a la incorporación de cloroplastos en otras.
- b) Aunque Margulis ha propuesto el origen endosimbionte para varios orgánulos eucarióticos, no todos los casos son plenamente aceptados por la comunidad científica.
- c) Se considera aceptado el origen endosimbionte de cloroplastos y mitocondrias.
- d) Las estructuras celulares de tipo eucariota posiblemente ya existirían hace 1 500 o 2 000 millones de años, según Margulis.
- e) La endosimbiosis tuvo lugar una sola vez en el proceso de evolución celular.

Solución: e

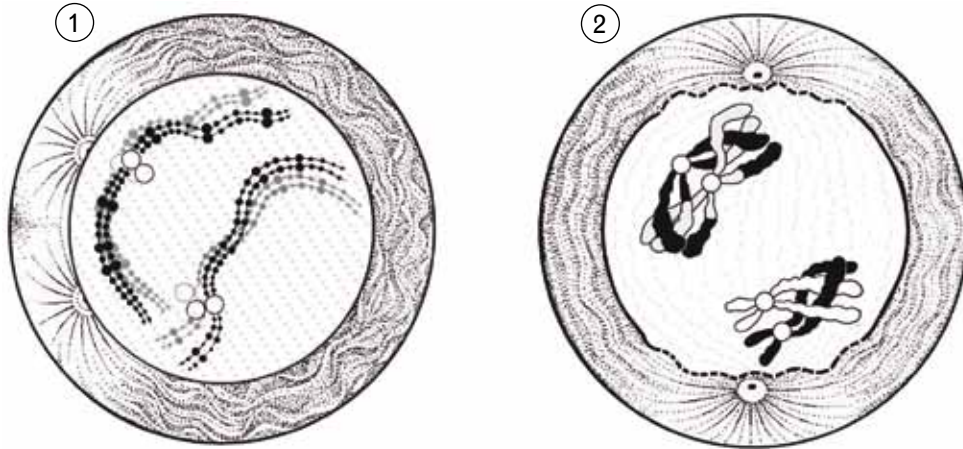
Los procesos de endosimbiosis fueron varios y se dieron en más de una estirpe celular. De ellos derivan las actuales mitocondrias y los cloroplastos. Otros orgánulos que parecen proceder de endosimbiosis son los peroxisomas y los cilios y flagelos, aunque con estos últimos no hay consenso entre los biólogos.

En la **primera incorporación**, Margulis propone que una bacteria consumidora de azufre, que utilizaba el azufre y el calor como fuente de energía (arquea fermentadora o termoacidófila), se habría fusionado con una bacteria nadadora (espiroqueta) habiendo pasado a formar un nuevo organismo y sumaría sus características iniciales de forma sinérgica. El resultado sería el primer eucarionte (unicelular eucariota) y ancestro único de todos los pluricelulares. El núcleo de las células de animales, plantas y hongos sería el resultado de la unión de estas dos bacterias.

Segunda incorporación. El organismo formado en el paso anterior todavía era anaeróbico, incapaz de metabolizar oxígeno, ya que este gas le resultaba venenoso, por lo que viviría en medios donde este oxígeno, cada vez más presente, fuera escaso. En este segundo paso, una nueva incorporación dotaría a este individuo de la capacidad de metabolizar oxígeno. Este nuevo endosimbionte, originariamente bacteria respiradora de oxígeno de vida libre, se convertiría en las actuales mitocondrias y peroxisomas de las células eucariotas de los pluricelulares.

Por último, la **tercera incorporación** originó el reino Vegetal, las recientes células respiradoras de oxígeno mediante fagocitosis incorporarían bacterias fotosintéticas de manera que algunas de ellas, haciéndose resistentes, pasarían a formar parte del organismo, originando a su vez un nuevo individuo capaz de utilizar la energía procedente del Sol.

5. Indique a qué fases de la meiosis corresponden los siguientes esquemas:



- a) (1) paquiteno y (2) diacinesis.
- b) (1) diploteno y (2) anafase II.
- c) (1) leptoteno y (2) anafase I.
- d) (1) paquiteno y (2) anafase II.
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Solución: a

La meiosis consta de dos divisiones sucesivas. La primera es reduccional, es decir, que divide a la mitad el número de cromosomas y la segunda es normal. Además, en las anafases se dirigen a un polo de la célula o bien cromosomas en la primera, o cromátidas en la segunda.

La profase I consta de cinco subfases: leptoteno, cigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis. En la tercera, el paquiteno, se origina el sobrecruzamiento entre las cromátidas de los cromosomas homólogos. En la quinta, la diacinesis, tiene lugar la condensación al máximo de los cromosomas, por lo que se hacen visibles las cromátidas.

6. La transmisión del sexo en animales puede determinarse por los cromosomas sexuales, por la relación entre cromosoma X y los autosomas o por haplo-diploidía. A partir de esta información busque la respuesta correcta relacionando ambas columnas:

- | | |
|--|--------------------------------|
| (1) Sistema XX/XY | Hemípteros |
| (2) Sistema ZZ/ZW | Urodelos |
| (3) Sistema XX/X0 | <i>Drosophila melanogaster</i> |
| (4) Relación entre cromosoma X y autosomas | Abejas |
| (5) Haplo-diploidía | Moluscos |

- a) (1) Moluscos, (2) Urodelos, (3) Hemípteros, (4) *Drosophila melanogaster*, (5) Abejas.
- b) (1) Urodelos, (2) Moluscos, (3) *Drosophila melanogaster*, (4) Hemípteros, (5) Abejas.
- c) (1) Abejas, (2) Hemípteros, (3) Urodelos, (4) *Drosophila melanogaster*, (5) Moluscos.

- d) (1) Moluscos, (2) *Drosophila melanogaster*, (3) Abejas, (4) Urodelos, (5) Hemípteros.
e) (1) *Drosophila melanogaster*, (2) Urodelos, (3) Abejas, (4) Moluscos, (5) Hemípteros.

Solución: a

La determinación del sexo en los seres vivos puede ser de varios tipos: cromosómica, por equilibrio genético, por haplo-diploidía, por inversión sexual, génica y ambiental.

Entre la determinación por cromosomas sexuales se pueden encontrar los llamados sistemas XX/XY, ZZ/ZW y XX/XO. En el XX/XY, las hembras son homogaméticas y los machos heterogaméticos. Es propio de moluscos, equinodermos, algunos artrópodos y mamíferos. También la *Drosophila melanogaster* posee el sistema XX/XY, pero en este caso el cromosoma Y no determina el sexo masculino. Esta determinación sexual por equilibrio genético viene definida por la relación entre cromosomas X y autosomas. Este valor puede ser menor de 0,5 (supermacho), igual a 0,5 (macho), oscilar entre 0,5 y 1 (intersexo), idéntico a 1 (hembra) o mayor de 1 (superhembra).

En el sistema ZZ/ZW, las hembras son heterogaméticas y los machos homogaméticos. Este tipo lo presentan los lepidópteros, aves, algunos anfibios y reptiles.

En el XX/XO, el sexo femenino es homogamético y el masculino heterogamético, ya que únicamente posee un cromosoma sexual. Esta determinación sexual la presentan algunos insectos (hemípteros, ortópteros).

En la haplo-diploidía, el sexo se debe al número de dotaciones cromosómicas, de modo que el femenino es diploide y el masculino haploide. Es propia de los himenópteros (hormigas, abejas, avispa).

7. El modelo del operón explica la regulación de la transcripción en células procariontas mediante proteínas reguladoras que controlan la transcripción de los genes que codifican para las enzimas implicadas en una ruta metabólica determinada. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto a dicho modelo:

- a) En un sistema represible, el producto final de una ruta anabólica se une al represor inactivándolo y permitiendo la acción de la ARN polimerasa sobre los genes estructurales para transcribir y sintetizar la enzima correspondiente.
b) En un sistema inducible, el producto final de una ruta anabólica se une al represor activándolo e impidiendo la acción de la ARN polimerasa sobre los genes estructurales para transcribir y sintetizar la enzima correspondiente.
c) En un sistema inducible, el sustrato inicial de una ruta catabólica se une al represor inactivándolo y permitiendo la acción de la ARN polimerasa sobre los genes estructurales para transcribir y sintetizar la enzima correspondiente.
d) En un sistema represible, el sustrato inicial de una ruta catabólica se une al represor activándolo e impidiendo la acción de la ARN polimerasa sobre los genes estructurales para transcribir y sintetizar la enzima correspondiente.
e) Las respuestas a) y c) son correctas.

Solución: c

El modelo del «operón» que regula la expresión génica en procariontes fue analizado por Jacob y Monod, quienes recibieron por ello el Premio Nobel en 1965.

Un «operón» es un grupo de genes estructurales cuya expresión está regulada por los mismos elementos de control (promotor y operador) y por genes reguladores.

Hay dos sistemas de regulación, el sistema inducible y el sistema represible.

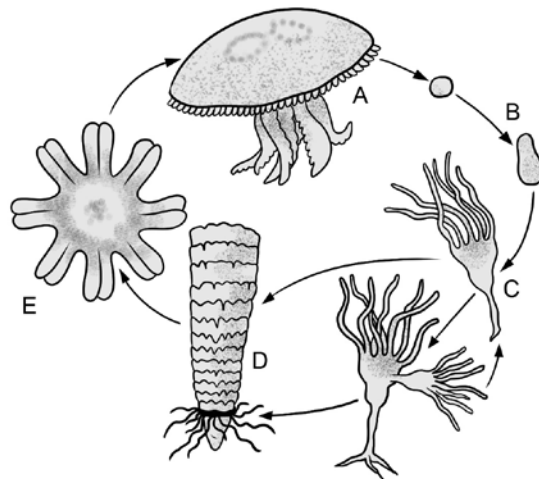
El sistema inducible funciona en reacciones catabólicas. El ejemplo más conocido es el operón-lactosa.

Si no hay lactosa en el medio (sustrato), no se sintetizan las enzimas necesarias para su degradación debido a que el represor está unido al operador. La presencia de lactosa hace que esta se una al represor, lo inactive y así la enzima ARN-polimerasa puede acceder a realizar la transcripción de los genes estructurales que posibilitarán la formación de las enzimas necesarias para el catabolismo de la lactosa.

El sistema represible funciona en reacciones anabólicas. En ellas, el producto resultante de la reacción química impide la síntesis de la enzima. Son ejemplos el operón histidina y el de triptófano.

8. Señale la secuencia de nombres correcta en el dibujo propuesto:

- a) Medusa (A), huevo, plánula (B), escifistoma (C), estróbilo (D), éfira (E) de un sifonóforo.
- b) Medusa (A), huevo, plánula (B), escifistoma (C), estróbilo (D), éfira (E) de un antozoo.
- c) Medusa (A), huevo, plánula (B), escifistoma (C), estróbilo (D), éfira (E) de un escifozoo.
- d) Medusa (A), huevo, éfira (B), escifistoma (C), estróbilo (D), plánula (E) de un escifozoo.
- e) Medusa (A), huevo, éfira (B), escifistoma (C), estróbilo (D), plánula (E) de un sifonóforo.



Solución: c

El esquema corresponde al ciclo biológico del escifozoo *Aurelia aurita*. No es un sifonóforo ni un antozoo. La medusa pone huevos de los que salen larvas plánulas planctónicas, que se fijan al sustrato y se convierten en escifistoma cuya proliferación produce un estróbilo del que se desprenden sucesivas éfiras, cada una de las cuales se convierte en una medusa.

9. En el periodo embrionario el tipo de segmentación está en función del tipo de huevo. Localice, a partir de esta tabla, la respuesta correcta:

Total y desigual (1)	Telolecitos
Parcial y superficial (2)	Centrolecitos
Total e igual (3)	Oligolecitos
Parcial y discoidal (4)	Heterolecitos

- a) (1) Centrolecitos; (2) oligolecitos; (3) heterolecitos; (4) telolecitos.
- b) (1) Heterolecitos; (2) centrolecitos; (3) oligolecitos; (4) telolecitos.
- c) (1) Oligolecitos; (2) heterolecitos; (3) telolecitos; (4) centrolecitos.
- d) (1) Centrolecitos; (2) heterolecitos; (3) telolecitos; (4) oligolecitos.
- e) (1) Oligolecitos; (2) telolecitos; (3) centrolecitos; (4) heterolecitos.

Solución: b

El cigoto en los animales varía según la cantidad y localización de la sustancia nutritiva. En función de ello, los huevos se clasifican en: oligolecitos (poco vitelo y uniformemente repartido), heterolecitos (vitelo más abundante, situado en el polo vegetativo), telolecitos (gran cantidad de vitelo que ocupa casi todo el huevo) y centrolecitos (vitelo muy abundante localizado en el centro).

Por su parte, la segmentación es el conjunto de divisiones que sufre el cigoto para formar la blástula. Dependiendo del tipo de huevo, se pueden distinguir dos tipos fundamentales de segmentación: la total y la parcial.

En la total se divide completamente el citoplasma. Puede clasificarse a su vez en igual y desigual; en la primera, todos los blastómeros son iguales y, sin embargo, en la segunda se forman blastómeros grandes y pequeños. La segmentación total e igual es propia de los huevos oligolecitos, y la total y desigual de los heterolecitos.

En la parcial, solo se segmenta el polo germinativo. Pueden distinguirse dos subtipos, la discoidal y la superficial. En la segmentación parcial y discoidal, la división se produce solo en un disco cercano al polo animal y es propia de los huevos telolecitos. En la parcial y superficial, los blastómeros se disponen en la periferia de la célula y se produce en los huevos centrolecitos.

10. Es suficientemente conocido el hecho de que el etanol de las bebidas alcohólicas es oxidado, en las células hepáticas, a acetaldehído y posteriormente degradado a CO_2 y H_2O . La consecuencia de ello es que se acumula grasa en los hepatocitos porque:

- a) Aumentan los procesos de la glicólisis y el ciclo de Krebs.
- b) En las células hepáticas se ha producido abundante NADPH.
- c) En las células hepáticas se ha producido abundante NADH.
- d) Aumenta el catabolismo de aminoácidos y ácidos grasos.
- e) Todas las respuestas son erróneas.

Solución: c

Al ingerir bebidas alcohólicas el etanol pasa rápidamente a la sangre y luego al hígado para su degradación. En los hepatocitos, el etanol primero se oxida y se convierte en acetaldehído que luego se transforma en acetato y finalmente se descompone en CO_2 y H_2O . En todas estas reacciones se forman moléculas de NADH y no de NADPH.

Esta cantidad extra de NADH –de origen etílico– hace que las células hepáticas disminuyan tanto la glicólisis como el ciclo de Krebs, ya que estos procesos originan dicha coenzima reducida.

Igualmente, otra de las consecuencias de la abundante cantidad de NADH es que los aminoácidos y ácidos grasos disminuyen su catabolismo y se transforman en grasas que se acumulan en las células del hígado.

11. Se dispone de una disolución cuya $[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ M}$, en la que el disolvente es el agua y el soluto una sustancia orgánica. Podría decirse que se trata de:

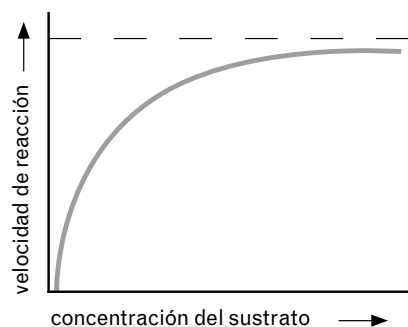
- a) Una disolución ácida de pH 3 y con un soluto formado por aminoácidos como el glutámico o el aspártico.
- b) Una disolución ácida en la que la presencia de ácido clorhídrico (HCl) de carácter ácido débil determina la acidez.
- c) Una disolución básica con una $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$, ya que las concentraciones de H^+ y de OH^- son complementarias y deben permanecer constantes.
- d) Una disolución tampón que mantiene constante el pH gracias a la presencia de ácidos orgánicos.
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es verdadera.

Solución: e

- Una disolución es una mezcla homogénea formada por un disolvente y por uno o varios solutos. Según la definición de Arrhenius, una sustancia es ácida cuando la concentración de iones hidronio (H_3O^+) es mayor que la de los iones hidróxido (OH^-).
- Por otro lado, los aminoácidos son sustancias anfóteras: al encontrarse en una disolución, son capaces de ionizarse y actuar como bases si la disolución es ácida, o como ácidos si la disolución es básica, contrarrestando los cambios de pH del medio.
- La disolución será ácida pero el soluto no podrá estar formado por los aminoácidos mencionados, que se comportarían como bases para neutralizar el pH.

12. En esta gráfica se observa la variación de la velocidad frente a la concentración del sustrato. Dicha velocidad crece de forma lineal hasta alcanzar un máximo. ¿Por qué razón no continúa aumentando al elevarse la concentración del sustrato?

- a) Hay un inhibidor competitivo presente.



- b) El centro activo de la enzima está saturado de sustrato.
- c) La enzima no ha llegado a alcanzar la velocidad máxima.
- d) La enzima alostérica está bloqueada en una conformación inactiva.
- e) Todo el sustrato ha sido convertido a producto.

Solución: b

La cinética enzimática estudia la velocidad (V) de las reacciones catalizadas por enzimas (E). En cualquiera de estas reacciones, E se combina con un sustrato (S) y origina el complejo ES . Posteriormente, S se transformará en producto (P) y quedará libre la E . Asimismo, la V se define como la cantidad de S transformado o de P formado en la unidad de tiempo.

En esta figura se puede ver que a bajas $[S]$, la V aumenta rápidamente al crecer la $[S]$. Esto se debe a que existe mucha cantidad de E libre para unirse al sustrato. Sin embargo, a altas $[S]$, la velocidad de reacción se estabiliza, porque los centros activos de la enzima están saturados con el sustrato. Entonces, la V ya solo depende de la celeridad con la que E sea capaz de procesar S .

13. La regulación de la temperatura, mediante la producción de sudor, es propia de muchos mamíferos. ¿Qué propiedad del agua está relacionada con este mecanismo?

- a) El cambio de la densidad del agua cuando se condensa.
- b) La capacidad del agua para disolver moléculas en el aire.
- c) La liberación de calor mediante la ruptura de puentes de hidrógeno.
- d) La absorción de calor mediante la ruptura de puentes de hidrógeno.
- e) La alta tensión superficial del agua.

Solución: d

La densidad del agua al condensarse va aumentando y llega a su máximo a los $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por debajo de esa temperatura la densidad se mantiene constante hasta llegar a los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. A esta temperatura la densidad disminuye bruscamente, debido al perfecto ordenamiento entre las moléculas de agua unidas por los puentes de hidrógeno que hace que la distancia entre ellas sea máxima, lo que supone un mayor volumen y, por lo tanto, una menor densidad.

La tensión superficial mide la dificultad para romper la superficie de un líquido. La tensión superficial elevada del agua permite a muchos organismos andar por su superficie.

El agua, por su naturaleza polar, es capaz de disolver gran número de sustancias iónicas (NaCl) y covalentes polares (glúcidos, alcoholes...). Los solutos pueden disminuir el punto de congelación y aumentar el punto de ebullición.

El agua tiene un elevado calor de vaporización por lo que, para evaporarse, rompiendo los puentes de hidrógeno, necesita absorber calor del cuerpo y así este se enfría. (Para que se evapore 1 g de sudor se requieren unas $0,58\text{ kcal}$).

14. En un laboratorio se quiere separar las proteínas que contiene el suero de rata. Para ello se realiza una electroforesis en acetato de celulosa a un voltaje de 250 V durante 45 minutos. La albúmina tiene un pI (punto isoeléctrico) de 4,9, las globulinas de 7,4 y se utiliza un tampón de pH 8,6. ¿Cuál será el resultado?

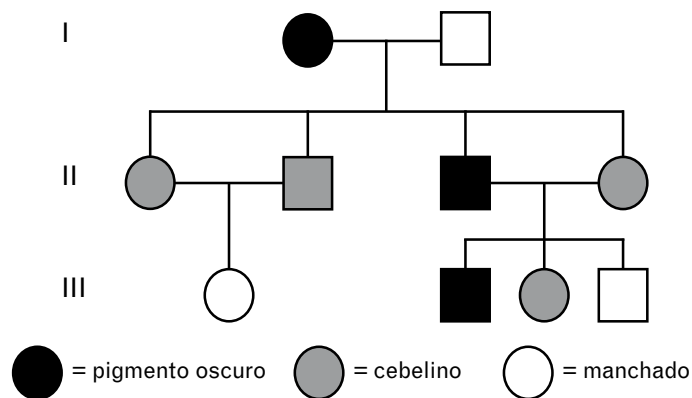
- a) Las dos proteínas migrarán al ánodo, pero la albúmina lo hará más.
- b) Las dos migrarán al cátodo, pero las globulinas lo harán más.
- c) Las dos proteínas migrarán al ánodo, pero las globulinas lo harán más.
- d) Las dos migrarán al cátodo, pero la albúmina lo hará más.
- e) La albúmina migrará al ánodo y las globulinas al cátodo.

Solución: a

La mayor parte de las moléculas biológicas tienen carga eléctrica que depende, entre otras cosas, del pH del medio. Por otro lado, la electroforesis permite separar sustancias cargadas, en presencia de un campo eléctrico. Esta técnica puede aplicarse a las proteínas, que están formadas por aminoácidos con grupos ácidos (COO^-) y básicos (NH_3^+). Por esta razón, los prótidos pueden ser eléctricamente neutros ($\text{pH} = \text{pI}$), estar cargados positivamente ($\text{pH} < \text{pI}$) y migrar al cátodo o negativamente ($\text{pH} > \text{pI}$) y desplazarse al ánodo.

En el ejercicio presentado, tanto la albúmina como la globulina, se encuentran en un pH superior al pI. En consecuencia, tendrán ambas carga negativa y migrarán al ánodo. A su vez, la albúmina quedará más cerca del ánodo que la globulina porque es más electronegativa.

15. La distribución en los perros del color del pelaje está determinado por una serie de alelos múltiples. El P^{S} produce un pelaje oscuro uniforme, el p^{Y} da lugar a perros color cebelina y el alelo p^{t} origina pelajes manchados. La jerarquía de dominancia es $\text{P}^{\text{S}} > \text{p}^{\text{Y}} > \text{p}^{\text{t}}$. En el siguiente pedigrí determine 1) el genotipo del II2 y 2) la fracción de descendientes que tienen pigmento oscuro y son heterocigotos del cruzamiento I1 \times II3.



- a) (1) $\text{p}^{\text{Y}}\text{p}^{\text{Y}}$; (2) $1/3$
- b) (1) $\text{p}^{\text{Y}}\text{p}^{\text{t}}$; (2) $1/2$

- c) (1) $p^Y p^Y$; (2) $1/2$
 d) (1) $p^Y p^Y$; (2) $3/4$
 e) (1) $p^Y p^t$; (2) $3/4$

Solución: b

Este problema responde claramente a la herencia mendeliana.

En la generación I, el genotipo de la hembra es $P^S p^Y$ debido a que su fenotipo es oscuro y los hijos II1 y II2 son de color cebelina. En cambio, el macho es $p^t p^t$ porque tiene el pelaje manchado.

En la generación II, el genotipo del macho 3 es $P^S p^t$ y el de los perros 1, 2 y 4 es $p^Y p^t$.

En el cruzamiento entre I1 y II 3, la hembra produce gametos P^S y p^Y , y el macho, P^S y p^t . El genotipo y fenotipo de los posibles descendientes se resume en el siguiente cuadro:

Gametos ♀	Gametos ♂	
	P^S	p^t
P^S	Genotipo: $P^S P^S$ Fenotipo: oscuro	Genotipo: $P^S p^t$ Fenotipo: oscuro
p^Y	Genotipo: $P^S p^Y$ Fenotipo: oscuro	Genotipo: $p^Y p^t$ Fenotipo: cebelina

Por tanto, la mitad de los descendientes son heterocigotos y tienen pigmento oscuro.

16. ¿Cuál de las siguientes mutaciones tendría más probabilidades de ejercer un cambio más drástico sobre la molécula resultante?

- a) Una sustitución de un par de bases.
 b) Una delección de tres nucleótidos cerca de la mitad de un gen.
 c) Una delección de un solo nucleótido cerca del final de la secuencia de codificación.
 d) Una delección de un solo nucleótido en el medio de un intrón.
 e) Una inserción de un solo nucleótido en dirección 3' y cerca del comienzo de la secuencia de codificación.

Solución: b

Las mutaciones genéticas son alteraciones de la secuencia de nucleótidos de un gen. Pero dichas mutaciones no son iguales, sino que se pueden diferenciar varios tipos:

- Mutación por sustitución de bases. Es el cambio de una base nitrogenada por otra, lo cual provoca una única alteración de un único triplete del gen, y en algunas ocasiones dicho triplete codifica para el mismo aminoácido, por lo que no se alteraría la función de la proteína y, por tanto, la mutación no ocasionaría ningún problema.

- Mutación por pérdida o inserción de nucleótidos. En ambos casos se ve afectada la síntesis de proteínas, por lo que el orden de lectura cambia desde el punto en el que ha ocurrido la mutación, y los tripletes posteriores se ven afectados, provocando en muchas ocasiones graves consecuencias.

La célula además tiene una serie de mecanismos para reparar las mutaciones que se producen. Así, la enzima ADN-polimerasa comprueba si se añade correctamente un nucleótido antes de añadir el siguiente, por lo que si se pierde un solo nucleótido la reparación es más sencilla.

A pesar de que existen otros mecanismos de reparación, la delección de tres bases es mucho más complicada de reparar que si se trata solo de una, y si es en la mitad de un gen, todos los nucleótidos posteriores se leerán incorrectamente, por lo que no se producirá la síntesis de la proteína deseada.

17. La conjugación es un proceso característico de ciertos protozoos, por el que:

- a) Algunos ciliados se reproducen sexualmente mediante el intercambio de material nuclear.
- b) Los ciliados se reproducen asexualmente.
- c) Se reproducen sexualmente todos los protozoos.
- d) Se asocian dos especies diferentes de organismos para conseguir un beneficio mutuo.
- e) Se asocian dos especies diferentes de organismos con beneficio para una de ellas solamente.

Solución: a

La conjugación se considera un fenómeno parasexual que contribuye al aumento de la variabilidad genética. No es estrictamente una reproducción, dado que no conlleva la formación de nuevas células. El objetivo es intercambiar fragmentos de material genético (ADN). En los protozoos es propia de los ciliados. La mayor parte de los protozoos se reproducen de forma asexual por bipartición. También se da este fenómeno en bacterias.

La definición de d) corresponde a una simbiosis que es una asociación entre organismos con beneficio mutuo. La e) corresponde a un parasitismo, asociación en la que uno sale claramente perjudicado.

18. Las exotoxinas son prótidos producidos por ciertos patógenos que pueden trasladarse desde el lugar de la infección a otras partes del organismo. Encuentre la respuesta correcta de la siguiente relación entre los diferentes tipos de exotoxinas y el microbio que las produce.

- a) Citotoxina → *Clostridium botulinum*.
- b) Neurotoxina → *Vibrio colerae*.
- c) Enterotoxina → *Shigella dysenteriae*.
- d) Enterotoxina → *Corynebacterium diphtheriae*.
- e) Todas son verdaderas.

Solución: c

Una exotoxina es sintetizada por un microorganismo y liberada al medio mientras crece. Todos estos microorganismos son bacterias productoras de exotoxinas.

Clostridium botulinum produce el botulismo, debido a una neurotoxina que afecta gravemente al sistema nervioso.

Vibrio cholerae produce el cólera, enfermedad diarreica provocada por una enterotoxina.

Shigella dysenteriae, la disentería bacteriana, debido a una enterotoxina que produce trastornos gastrointestinales.

Corynebacterium diphtheriae, la difteria, una enfermedad infecciosa que afecta a las vías respiratorias, así como a las amígdalas, garganta y nariz. Se trata de una exotoxina de tipo A/B.

19. En el tallo de las plantas monocotiledóneas existen una serie de estructuras. Señale la respuesta que considere verdadera.

- a) Los haces vasculares se sitúan formando un cilindro concéntrico entre la médula y la epidermis.
- b) La estructura secundaria del tallo es idéntica a la de la raíz.
- c) El xilema y el floema se disponen en radios alternos.
- d) Los haces vasculares están dispuestos de manera independiente y dispersos en el parénquima.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: d

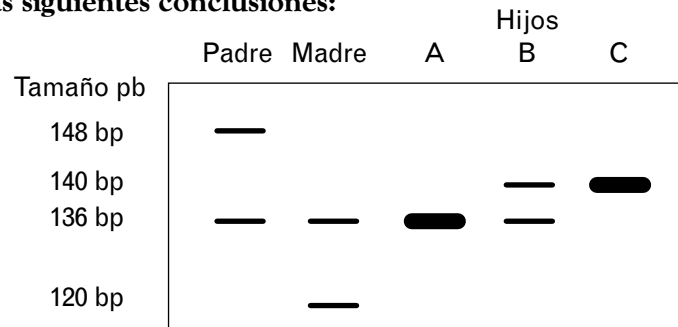
Las angiospermas son plantas muy evolucionadas que tienen flores y producen frutos con semillas. Se pueden clasificar en monocotiledóneas y dicotiledóneas, según tengan en su embrión uno o dos cotiledones.

La estructura del tallo es diferente en dicotiledóneas y en monocotiledóneas. Las monocotiledóneas solo presentan estructura primaria.

En la estructura primaria de las monocotiledóneas los haces vasculares están distribuidos totalmente al azar y diseminados por el parénquima.

20. Se estima que unos 1 000 bebés de chimpancés son capturados ilegalmente en África cada año. Una estrategia para camuflarlos es decir que han nacido en cautividad. A un laboratorio de genética han llegado muestras sanguíneas de tres bebés chimpancés y sus presuntos padres para determinar si la descendencia era legítima o si era producto del comercio ilegal. Para ello, los investigadores han obtenido su «huella genética» con *loci* VNTR (repeticiones en tándem de número variable amplificándolos por PCR, utilizando «primers» humanos que flanquean este tipo de *loci* polimórficos. Se han analizado algunos bebés chimpancés sospechosos y sus supuestos padres. Los resultados se muestran a continuación:

Examine los datos y, teniendo en cuenta que se considera legítimo cuando es hijo de ambos padres e ilegítimo cuando no es hijo de alguno de ellos, elija la mejor de las siguientes conclusiones:



- Ninguno de los bebés es legítimo.
- B y C son ilegítimos y A puede ser legítimo.
- A y B pueden ser legítimos y C es ilegítimo.
- Los VNTR no generan nunca datos concluyentes. Deben examinarse otros polimorfismos.
- No pueden sacarse conclusiones porque se han utilizado «primers» humanos.

Solución: b

La técnica VNTR es un sistema muy utilizado en la actualidad en medicina forense pero también tiene otros usos como el expuesto en el ejemplo. Se basa en la repetición de 9 a 100 pares de bases que se usan como marcador molecular. La detección de las mismas puede hacerse por varias técnicas pero una de ellas es la PCR (reacción en cadena de la polimerasa).

Así, los individuos parentales presentarán un bandeo característico, según los genes que se estén estudiando, que transferirán a la descendencia. Por tanto, la descendencia presentará características de ambos progenitores. Si un gen de la descendencia no coincide con los parentales, significa que es un hijo ilegítimo según el ejemplo expuesto, ya que no es hijo de al menos uno de los progenitores.

En el caso del hijo A, el bandeo se encuentra en una zona que coincide con genes que tienen ambos progenitores, por lo que sería hijo legítimo con mucha probabilidad.

En el caso del hijo B, el bandeo de 136 bp sí coincide con los progenitores, pero no es así con el de 140 bp, por lo que se considera ilegítimo.

En el hijo C, el bandeo no coincide con el padre ni con la madre, por lo que se trata de un hijo ilegítimo.

21. Al estudiar la cantidad de cromatina de una célula somática en interfase, se encuentra que posee el doble que otra, también somática, del mismo organismo. ¿En qué etapa del ciclo celular está cada una?

- Esta situación no puede darse porque todas las células somáticas tienen los mismos genes.
- La primera está en G1 y la segunda en G2.

- c) La primera está en G2 y la segunda en G1.
- d) No puede saberse con estos datos.
- e) La primera está finalizando la mitosis anterior y la segunda va a comenzar la mitosis siguiente.

Solución: c

- La interfase comprende los periodos: $G1 \rightarrow S \rightarrow G2$. Para completar el ciclo celular falta el periodo M, que corresponde a la división celular y ya no pertenece a la interfase.
- La primera célula está en el periodo G2, después del periodo S en el que el ADN se ha replicado (doble de cromatina), preparándose para la división celular que tendrá lugar después del periodo de G2.
- La segunda célula se encuentra en el periodo G1 de la interfase, antes del periodo S mencionado.

22. Supongamos que marcamos unos aminoácidos con radiactividad para que sean incorporados a la síntesis de proteínas en el interior de las células pancreáticas, y seguir así su localización. ¿Cuál de estas vías es la más probable que sigan las enzimas del páncreas?

- a) Retículo \rightarrow A. de Golgi \rightarrow Núcleo.
- b) A. de Golgi \rightarrow Retículo \rightarrow Lisosoma.
- c) Núcleo \rightarrow Retículo \rightarrow A. de Golgi.
- d) Retículo \rightarrow A. de Golgi \rightarrow Vesículas \rightarrow Membrana plasmática.
- e) Retículo \rightarrow Lisosomas \rightarrow Vesículas \rightarrow Membrana plasmática.

Solución: d

Las células pancreáticas forman parte de un tejido glandular que libera proteínas de tipo hormonal o enzimas hidrolíticos digestivos. Las proteínas se sintetizan en los ribosomas del retículo endoplásmico rugoso, son procesadas o transformadas a su paso por los dictiosomas del aparato de Golgi, que mediante vesículas se dirigen hacia la membrana plasmática para liberar su contenido proteico por exocitosis.

23. Entre las siguientes afirmaciones solo hay una que no sea correcta, ¿cuál es?

- a) Las proteínas son muy diversas debido a que cada una de ellas está formada por una combinación única de aminoácidos unidos.
- b) Las bicapas lipídicas son macromoléculas compuestas principalmente por subunidades de fosfolípidos.
- c) Las colas hidrófilas de las moléculas de fosfolípidos son repelidas por el agua.
- d) El ADN se forma con cuatro bases diferentes, A, G, C y T.
- e) Los ARN de transferencia (ARNt) están formados por cadenas cortas que contienen un 10 % de bases nitrogenadas diferentes a la A, C, G y U.

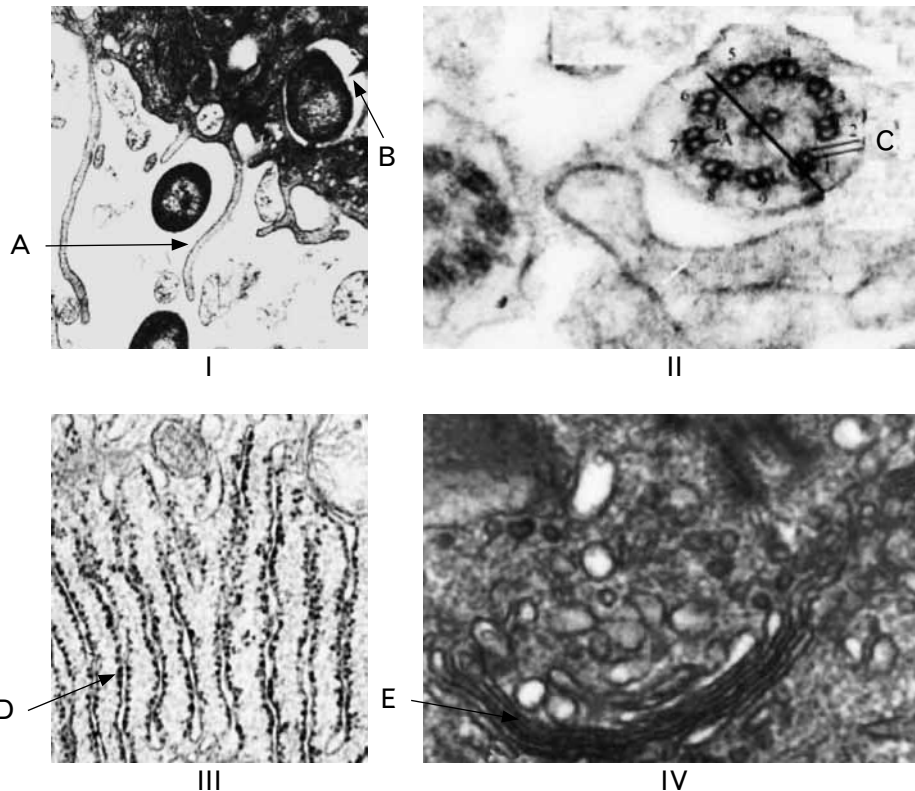
Solución: c

- Las proteínas se forman al combinarse 20 aminoácidos diferentes en un número y en una proporción determinados por la información genética.
- La parte lipídica está formada mayoritariamente de fosfolípidos (62 %), seguidos de colesterol (30 %) y glucolípidos (8 %).
- El ADN se forma por unión de nucleótidos, formados cada uno de ellos por combinación de cuatro bases nitrogenadas, unidas a desoxirribosa y ácido fosfórico.
- En el caso de los ARNt, efectivamente están formados por cadenas cortas, de alrededor de 70-90 nucleótidos y un PM de 25 000 frente a los, al menos, 200 000 del ARNm. Contiene alrededor de un 10 % de bases nitrogenadas derivadas de la A, G, C, U, normalmente por un proceso de metilación.

24. En las estructuras señaladas en las figuras siguientes podríamos encontrar las moléculas:

- A → Tubulina; C → Miosina; D → Ribonucleoproteína; E → Lipoproteína.
- A → Miosina; C → Tubulina; D → Glucoproteína; E → Glucolípido.
- A → Actina; C → Tubulina; D → Ribonucleoproteína; E → Glucoproteína.
- A → Actina; C → Miosina; D → Ribonucleoproteína; E → Lipoproteína.
- A → Tubulina; C → Actina; D → Glucoproteína; E → Lipoproteína.

Solución: c



- Figura I. Filamentos de actina que se encuentran en el citosol de la célula.
- Figura II. Tallo o axonema de la estructura de cilios y flagelos, constituidos por nueve pares de microtúbulos periféricos y dos centrales (estructura 9 + 2). La subunidad estructural de dichos microtúbulos es la tubulina.
- Figura III. Retículo endoplasmático rugoso, denominado así porque tiene ribosomas adheridos a su cara externa. Los ribosomas se componen de ribonucleoproteínas.
- Figura IV. Aparato de Golgi rico en glucoproteínas para realizar la glucosilación.

25. Recuerde la cantidad de N que tienen las bases nitrogenadas. Señale, en orden decreciente, las bases nitrogenadas según el número de átomos de dicho bioelemento que contienen:

- a) Timina > Adenina > Guanina.
- b) Adenina > Uracilo > Citosina.
- c) Uracilo > Adenina > Guanina.
- d) Guanina > Citosina > Uracilo.
- e) Citosina > Guanina > Adenina.

Solución: d

Las bases nitrogenadas son uno de los componentes de los nucleótidos, unidades estructurales de los ácidos nucleicos ADN y ARN. Hay dos tipos de bases nitrogenadas, las bases púricas: A y G, que tienen un peso molecular mayor y las bases pirimídicas: T, C, U, con un menor peso molecular. La estructura diferente de las bases nitrogenadas ha determinado que, en la organización de la doble hélice de ADN se acople una base púrica con una pirimídica, manteniéndose así uniforme la distancia entre las dos hebras que forman la doble hélice.

Las bases nitrogenadas púricas son de mayor peso molecular y poseen mayor número de átomos de N, concretamente 5. Las bases pirimídicas son más pequeñas y poseen, en el caso de la C, 3 átomos de N, y en el caso de la T y el U, el número de átomos de N es de 2.

26. La ecuación que permite calcular la velocidad de una reacción enzimática es la siguiente:

$$V_0 = \frac{V_{\text{máx}}[S]}{K_M + [S]}$$

Deduzca de la ecuación de Michaelis-Menten cuál será el valor de la concentración de sustrato cuando la velocidad es la mitad de la velocidad máxima.

- a) $S = K_M$
- b) $S = K_M / 2$
- c) $S = V_{\text{máx}} - K_M$
- d) $S = 1 / K_M$
- e) $S = K_M / V_{\text{máx}}$

Solución: a

La cinética enzimática estudia la velocidad de las reacciones químicas que son catalizadas por enzimas. Michaelis y Menten propusieron que dichas reacciones ocurren en dos fases. En la primera se forma el complejo enzima-sustrato, y en la segunda, dicho complejo se transforma en producto y se queda libre la enzima. La mayoría de las reacciones enzimáticas siguen la cinética de Michaelis-Menten.

En la ecuación de Michaelis-Menten, en primer lugar, se sustituye V_0 por $V_{\text{máx}}/2$ y posteriormente se despeja $[S]$:

$$V_{\text{máx}}/2 = V_{\text{máx}} \cdot [S] / K_M + [S]$$

$$V_{\text{máx}} \cdot (K_M + [S]) = 2 \cdot V_{\text{máx}} [S]$$

$$K_M + [S] = 2 \cdot [S]$$

$$K_M = 2 \cdot [S] - [S]$$

$$K_M = [S]$$

27. Las reservas energéticas de nuestro organismo son, además de las grasas, el glucógeno. Indica la contestación que consideres verdadera, respecto a ambas biomoléculas.

- a) Las grasas no se pueden utilizar como fuente de energía en ausencia de oxígeno.
- b) El glucógeno es un compuesto apolar y atrae moléculas de agua.
- c) Algunos órganos como el cerebro no pueden oxidar los ácidos grasos.
- d) El glucógeno se moviliza en el músculo más lentamente que la grasa.
- e) Las respuestas a) y c) son correctas.

Solución: e

Los monosacáridos que ingerimos en la dieta se transforman en glucógeno, que posteriormente se almacenan en el hígado y en los músculos. Este polisacárido energético está muy polarizado y atrae a muchas moléculas. Cada gramo de glucógeno almacenado precisa 2,7 ml de agua; por ello, se puede acumular poco glucógeno en nuestro cuerpo. Todo lo expuesto inhabilita, por tanto, la opción b). Asimismo, el glucógeno es el combustible orgánico más generalizado porque libera rápidamente energía.

Las grasas, por su parte, se hidrolizan en glicerina y ácidos grasos. El glicerol se oxida a dihidroxicetona fosfato, que se incorpora a la glucólisis para su degradación. Los ácidos grasos obtenidos sufren la llamada β -oxidación o hélice de Lynen. Consiste en una secuencia repetitiva de reacciones en las que, en cada vuelta de la hélice, se va oxidando siempre el carbono 3. Sin embargo, el cerebro normalmente utiliza glucosa como fuente energética porque los ácidos grasos no pueden atravesar la barrera hematoencefálica.

28. La fotosíntesis vegetal tiene una fase dependiente de la luz en la que se produce un flujo de electrones y se libera oxígeno a la atmósfera. ¿Cuál de las siguientes secuencias representa correctamente el flujo de electrones durante la fotosíntesis?

- a) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ fotosistema I \rightarrow fotosistema II
- b) NADPH \rightarrow clorofila \rightarrow ciclo de Calvin
- c) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ NADPH \rightarrow ácido 3 PG
- d) NADPH \rightarrow $\text{O}_2 \rightarrow$ CO_2
- e) NADPH \rightarrow cadena de transporte de electrones \rightarrow O_2

Solución: c

La molécula de agua (H_2O) sufre una fotólisis que da lugar a su escisión en 2 protones, 2 electrones y media molécula de O_2 . Los electrones pasan a través de una cadena transportadora formada por una serie de aceptores que se pasan los electrones unos a otros mediante un transporte a favor de gradiente donde se genera energía para la síntesis de una molécula de ATP. En este transporte intervienen también los fotosistemas I y II que impulsan los electrones en contra de gradiente gracias a la energía de la luz. Finalmente, estos electrones junto con los protones llegan a la coenzima NADP^+ , que se reduce a NADPH + H^+ . El NADPH es utilizado en el ciclo de Calvin para reducir el ácido 3 fosfoglicérico a gliceraldehído 3 fosfato, que sigue la vía hacia la síntesis de glucosa.

29. Tanto la glucosa como los ácidos grasos producen en su catabolismo moléculas de acetil-CoA. Indique el número de glucosas que se necesitan catabolizar para obtener el mismo número de acetil-CoA que se obtienen en la β -oxidación del ácido araquídico.

- a) 4,5
- b) 4
- c) 5
- d) 6
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Solución: c

El ácido araquídico o eicosanoico es un ácido graso saturado cuya fórmula es $\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$. Al sufrir la β -oxidación se originan 10 moléculas de acetil-CoA, ya que posee 20 átomos de carbono. Por otro lado, la glicólisis es una sucesión de reacciones en la que cada glucosa se transforma en dos moléculas de ácido pirúvico. Seguidamente, en condiciones aeróbicas, dichos ácidos de 3 átomos de carbono se oxidan y producen 2 moléculas de acetil-CoA.

30. Imagínese que en el laboratorio prepara dos tubos y echa a cada uno de ellos 5 ml de una disolución diluida de almidón. A continuación, añade a ambos tubos un poco de saliva. Deja actuar 30 minutos y, entonces, en el tubo 1 adiciona unas gotas de lugol y en el 2 de Fehling A y B. Seguidamente calienta este último tubo. Los resultados que observa son:

- a) El tubo 1 queda de color morado oscuro y el 2 de color azul.
- b) El tubo 1 no cambia de color y el 2 queda de color azul.

- c) El tubo 1 queda de color morado y el 2 de color rojo.
- d) El tubo 1 no cambia de color y el 2 queda de color rojo.
- e) Ningún tubo cambia de color.

Solución: d

La ptialina o amilasa es una enzima hidrolasa producida por las glándulas salivares, sobre todo por las parótidas. Sirve para romper los enlaces α (1 - 4) del almidón y originar maltosas. Por ello en los tubos 1 y 2, al añadir saliva, ya no hay almidón, sino maltosa. Dicho disacárido tiene la capacidad de reducir otros compuestos, porque posee un enlace monocarbonílico.

Por otro lado, el lugol es una disolución de yodo y yoduro potásico que, al estar en contacto con el almidón (en frío), adquiere un color azul-morado.

La reacción de Fehling sirve para el reconocimiento de los glúcidos reductores. Este licor de Fehling consta de dos soluciones. Una de ellas, la A, es de color azul y está formada por sulfato cúprico. La B, incolora, aporta el medio alcalino necesario para que se produzca la reacción y consta de tartrato mixto de potasio y sodio e hidróxido sódico. La mezcla de ambas con el azúcar reductor (en caliente) hace que el Cu^{2+} , de color azul, se reduzca y transforme en Cu^+ , de color rojo ladrillo.

31. En las células eucariotas el ADN genómico asociado a proteínas puede presentar distintos grados de empaquetamiento. Señale la respuesta correcta:

- a) La eucromatina impide la transcripción de los genes y tiene secuencias de nucleótidos repetitivas.
- b) La heterocromatina permite la transcripción génica y puede tener secuencias de nucleótidos repetitivas.
- c) La heterocromatina impide la transcripción de los genes y muestra una replicación tardía con respecto a la eucromatina.
- d) La eucromatina impide la transcripción de los genes y muestra una replicación tardía con respecto a la heterocromatina.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: c

La cromatina es la estructura resultante de la unión de la doble hélice de ADN con proteínas básicas, tipo histonas, con el fin de poder plegar y empaquetar todo el material genético en el núcleo. La cromatina puede presentarse como eucromatina o como heterocromatina, según su grado de empaquetamiento.

La eucromatina estará presente en el caso del material genético que se tenga que expresar asiduamente, ya que su grado de empaquetamiento es menor, y por ello las enzimas de transcripción pueden acceder fácilmente a cada uno de los genes.

La heterocromatina se forma a partir de un mayor grado de empaquetamiento de la cromatina, de manera que impide el acceso de las enzimas de transcripción. Puede encontrarse heterocromatina constitutiva, que no se transcribe nunca (específica para cada especie) y, facultativa, que se constituye dependiendo de la diferenciación celular. La replicación se produce más tardíamente por el difícil acceso de las enzimas de replicación.

32. Si para un carácter recesivo la frecuencia de individuos afectados es de 1 de cada millón, ¿qué nos sugeriría encontrar 4 casos en una población de 2 500 individuos?

- a) Que la población es consanguínea.
- b) Que puede haber un factor ambiental que incremente la tasa de mutación hacia el alelo recesivo.
- c) Que nuestra muestra es representativa de la distribución del carácter en la población.
- d) Las respuestas a) y b) son válidas.
- e) Las respuestas b) y c) son válidas.

Solución: a

Un carácter recesivo es aquel que no se puede poner de manifiesto si ambos progenitores no lo tienen, ya que queda enmascarado por el carácter dominante. Por ello, la probabilidad de que un alelo recesivo se ponga de manifiesto es mucho menor que si es dominante. Según la segunda ley de Mendel o ley de la segregación de los caracteres, si cruzamos dos individuos heterocigotos la probabilidad de que el alelo recesivo se ponga de manifiesto es solo de un 25 %.

A = alelo dominante }
a = alelo recesivo } A □ a

P Aa x Aa

Gametos (A) (a) (A) (a)

F1 AA Aa Aa aa

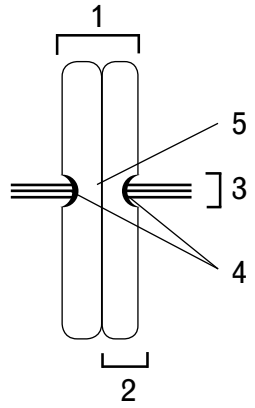
AA }
Aa } Carácter dominante 75 %

aa = Carácter recesivo 25 %

Por tanto, para que la frecuencia aumente en la población solo puede explicarse desde un punto de vista de consanguinidad, es decir, que los individuos estén emparentados y así la probabilidad de que el alelo recesivo se ponga de manifiesto aumenta, ya es más probable encontrar dicho alelo en la población.

33. El dibujo adyacente corresponde a un cromosoma en división celular. La fase en la que se encuentra y los números del esquema corresponden a:

- a) Telofase; 1 cromosoma; 3 microtúbulos; 4 centrómero.
- b) Anafase; 2 cromátida; 4 cinetocoro; 5 centrómero.
- c) Telofase; 2 cromátida; 3 actina; 5 centrómero.
- d) Metafase; 1 cromosoma; 2 cromátida; 4 cinetocoro.
- e) Metafase; 3 filamentos intermedios; 4 centrómero; 5 cinetocoro.



Solución: d

- Los cromosomas, en la fase S del ciclo celular, se replican haciendo dos copias, que permanecen unidas por el centrómero. Así, durante la división celular, que consta de cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase, el material genético se podrá repartir de forma equitativa entre las dos células hijas.
- Durante la profase, los cromosomas comienzan a condensarse y desaparece el nucleolo y la membrana nuclear.
- Durante la metafase, las fibras del huso acromático se desarrollan y se unen a las fibras cinetocóricas de los cromosomas, arrastrando a estos al ecuador de la célula.
- Durante la anafase, el centrómero se rompe y cada cromátida se verá arrastrada a uno de los polos.
- Durante la telofase, los cromosomas se descondensan y vuelven a formarse la membrana nuclear y el nucléolo.
- El dibujo representa un cromosoma (1) en metafase, puesto que las dos cromátidas (2) permanecen unidas por el centrómero (5) y no se intentan separar, como si estuvieran en anafase, por acción de las fibras del huso acromático y de las fibras cinetocóricas (3) organizadas a partir de los cinetocoros (4).

34. La clonación terapéutica es una técnica biotecnológica que consiste en transferir el núcleo de una célula somática de un donante al óvulo enucleado de otra, y mantenerlo en el laboratorio hasta alcanzar la etapa de blastocisto para extraer de él células totipotentes de las que se podría diferenciar cualquier tejido. Sobre esta técnica, es cierto que:

- a) Los tejidos solo podrían autotrasplantarse al donante del óvulo.
- b) Si los tejidos se trasplantan al donante del núcleo se necesitaría tratamiento inmunosupresor.
- c) Ninguno de los donantes necesitaría tratamiento inmunosupresor si recibe trasplante de estos tejidos.
- d) El rechazo no se produciría si el trasplante se realiza al donante del núcleo.
- e) El trasplante a cualquiera de los dos donantes requeriría tratamiento inmunosupresor.

Solución: d

El núcleo es el lugar de la célula donde se encuentra el material genético, y por tanto donde está la información para constituir un nuevo individuo. Además de en el núcleo existe material genético en otros orgánulos, como en las mitocondrias, y en los cloroplastos de las células vegetales pero no se tienen en cuenta en la clonación terapéutica.

Al transferir el núcleo de una célula somática a un óvulo enucleado (carente de núcleo y por tanto de la información genética), las nuevas células que comenzarán a diferenciarse tendrán la información genética de la célula somática,

por lo que si se realiza un trasplante de dichas células al individuo del que procede la célula somática, no se producirá rechazo inmunológico, ya que la información genética que contienen es la misma que las células del individuo al que se realiza el trasplante.

35. **Beadle y Tatum (biólogos moleculares que formularon la hipótesis un gen-un polipéptido, o un gen-una enzima) descubrieron varias clases de mutantes de *Neurospora* que eran capaces de crecer en un medio mínimo con adición de arginina.**

Mutantes de clase I: con mutación en el gen A

Mutantes de clase II: con mutación en el gen B

Mutantes de clase III: con mutación en el gen C

La vía metabólica de la síntesis de arginina es la siguiente, teniendo en cuenta que A, B y C son las enzimas que catalizan cada una de las reacciones y cuya síntesis está relacionada respectivamente con los genes A, B y C:

Precursor → Ornitina → Citrulina → Arginina

A B C

La conclusión fue que:

- Un gen codifica la vía metabólica completa.
- Los mutantes de clase III son incapaces de sintetizar ornitina.
- Los mutantes de clase I tienen una enzima inactiva en el paso A y los mutantes de clase II tienen una en el paso B.
- Los mutantes de clase II crecen solo si se les proporciona ornitina.
- Los mutantes de clase III tienen enzimas no funcionales en todos los pasos.

Solución: c

- Los genes A, B, C al expresarse permiten la síntesis de cada una de las enzimas necesarias para el catabolismo del precursor, obteniéndose arginina como producto final, un aminoácido necesario para el hongo *Neurospora*.
- Por lo tanto, la cepa de hongo silvestre puede crecer a partir del precursor, ya que las enzimas A, B, C, al actuar, le proporcionarán arginina.
- Los mutantes de clase I carecen de la enzima A, por lo que solo podrían crecer si se les suministraba ornitina, citrulina o arginina. Los mutantes de clase II carecen de la enzima B, por lo que solo pueden crecer si se les suministra citrulina o arginina.
- Los mutantes de clase III carecen de la enzima C, por lo que solo pueden crecer si se les suministra arginina.

36. **En la actualidad sabemos que el ADN contiene y transmite la información hereditaria de los organismos, excepto en los retrovirus. Indica qué científicos fueron los primeros en demostrar que dicha molécula constituía el material genético de las bacterias.**

- a) Watson y Crick.
- b) Nirenberg y Matthaei.
- c) Avery, MacLeod y McCarty.
- d) Messelson y Stahl.
- e) Beadle y Tatum.

Solución: c

Watson y Crick propusieron el modelo tridimensional de la doble hélice de ADN. Ambos investigadores recibieron conjuntamente el Premio Nobel en 1962. Nirenberg y Matthaei empezaron a descifrar el código genético y demostraron que el ADN dirige la síntesis de proteínas.

En 1928 los experimentos de Frederick Griffith demostraron que en las bacterias muertas (S) había un «principio transformante» que convertía las bacterias vivas no virulentas (R) en virulentas. En 1944 Avery, McLeod y McCarty fueron los científicos que probaron que dicho principio transformante era el ADN.

En 1957 Messelson y Stahl demostraron experimentalmente, en cultivos de *E. coli*, que la replicación del ADN seguía el modelo semiconservativo. Por último, Beadle y Tatum relacionaron el ADN y la secuencia de aminoácidos de un prótido y formularon la hipótesis «un gen-una enzima». Por ello recibieron el Premio Nobel en 1958.

37. Muchos medicamentos antialérgicos bloquean las respuestas de los mastocitos. ¿Por qué estos fármacos son efectivos para tratar las alergias como la fiebre del heno?

- a) La unión de los antígenos por moléculas de IgE unidas a los mastocitos libera histamina, que provoca síntomas alérgicos. Los fármacos antialérgicos evitan la liberación de histamina y otros agentes inflamatorios.
- b) Las células T reconocen pequeños fragmentos antigénicos que forman complejos con proteínas de la superficie celular de los mastocitos. Estos fármacos impiden la formación de esos complejos MHC.
- c) Las alergias son enfermedades autoinmunitarias por pérdida de la autotolerancia a elementos propios que no son reconocidos como tales. Los fármacos facilitan ese reconocimiento, impidiendo la manifestación alérgica.
- d) La alergia surge como respuesta a los patógenos extracelulares. La selección clonal de las células B genera células plasmáticas secretoras de anticuerpos. Los fármacos evitan la producción de dichos anticuerpos.
- e) En realidad, las alergias surgen por un problema de inmunodeficiencia que de forma congénita padece el individuo. Estos individuos no llegan a tener una respuesta inmunitaria ante la invasión de antígenos alérgicos, lo que se soluciona en parte con estos medicamentos que estimulan la respuesta inmune.

Solución: a

- Las alergias de tipo I son causadas por «alérgenos» sustancias inocuas que el sistema inmunitario de las personas alérgicas confunde con un agente «peligroso». Al detectarse el alérgeno, los linfocitos B liberan unos anticuerpos del tipo de las IgE, que pasarán a los tejidos y se unirán a los mastocitos.
- Tras el segundo contacto con el alérgeno, este se unirá a las IgE, las cuales estimularán a los mastocitos para que liberen histamina, provocándose una reacción inflamatoria.
- Por lo tanto, los medicamentos antihistamínicos son eficaces, ya que actúan bloqueando los receptores para la histamina, y así evitar la reacción inflamatoria.

38. La *Mantis religiosa* es un conocido insecto carnívoro capaz de disparar sus patas anteriores a gran velocidad para capturar a sus presas, a las que devora gracias a sus fuertes y afiladas mandíbulas. A lo largo de la historia distintos autores y teorías evolutivas han explicado la presencia de estas características de forma diferente. Señale la frase correcta:

- Según Darwin, estas características de la *Mantis* son el resultado del uso continuado, generación tras generación, de patas y mandíbulas, lo que ha determinado su gran desarrollo.
- Según Lamarck, la *Mantis* actual es descendiente de aquellas que presentaban las mejores características para sobrevivir a las condiciones variables del medio.
- Según Darwin, las condiciones adversas del medio, tales como la escasez de alimento, han provocado cambios genéticos en las *Mantis* hasta llegar a las actuales.
- Según el neodarwinismo, mutaciones al azar en las *Mantis* determinaron estas características, que fueron seleccionadas al ser favorables a las condiciones del medio.
- Según el neodarwinismo, las condiciones cambiantes del medio produjeron mutaciones en las *Mantis*, de entre todas, por selección natural, la capacidad de disparar las patas y las mandíbulas fuertes fueron las más ventajosas para la supervivencia en el medio.

Solución: d

La teoría del uso y del desuso de los órganos (Lamarck) y su posible influencia en la transformación de los organismos quedó desacreditada a finales del siglo XIX (Weissmann).

La frase del apartado b) no se podría nunca atribuir a Lamarck, sino a Darwin, que fue quien habló de la supervivencia del más apto.

En época de Darwin no se tenían conocimientos genéticos. Sin embargo, el neodarwinismo postula que las mutaciones contribuyen a la variabilidad, sobre la que actúa la selección natural.

En ningún caso, el neodarwinismo afirma que las condiciones cambiantes produzcan mutaciones.

39. Señale la secuencia correcta de mayor a menor consumo de agua para la excreción de los productos nitrogenados de desecho por los animales:

- a) Amoníaco, urea, guanina, ácido úrico.
- b) Amoníaco, guanina, urea, ácido úrico.
- c) Urea, amoníaco, guanina, ácido úrico.
- d) Amoníaco, urea, ácido úrico, guanina.
- e) Guanina, ácido úrico, urea, amoníaco.

Solución: d

Los animales pueden ser amoniotélicos (peces osteíctios, moluscos, crustáceos, etc.), ureotélicos (condrictios y mamíferos), uricotélicos (insectos, aves, reptiles) o guaninotélicos (arácnidos) según excreten el nitrógeno en forma de amoníaco, urea, ácido úrico o guanina. El amoníaco es tóxico y necesita mucha agua para su excreción, por lo que es propio de animales acuáticos.

El ácido úrico y la guanina se excretan de forma semisólida con un mínimo contenido en agua. En el caso intermedio está la urea que excretamos los mamíferos, que necesita cierta cantidad de agua para su eliminación.

40. La varicela es una enfermedad infectocontagiosa, generalmente benigna, que cursa con fiebre y erupción de pequeñas ampollas que se desecan al cabo de unos días. Sobre el agente causante de la enfermedad y los mecanismos inmunológicos que se desencadenan, es cierto que:

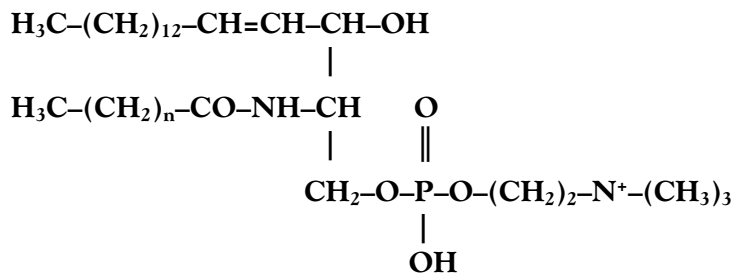
- a) Es producida por bacterias que serían opsonizadas por IgG.
- b) Es causada por un virus que sería opsonizado por IgG.
- c) La produce un protozoo ciliado que es fagocitado por macrófagos.
- d) El agente causante es un virus y las células infectadas por él son destruidas por linfocitos NK.
- e) El agente causante es bacteriano y en su eliminación participan linfocitos T y B.

Solución: d

La varicela es una enfermedad vírica causada por el virus de la varicela zóster. Su principal síntoma es la aparición de unas ampollas en la piel que producen mucho picor y además se trata de una enfermedad contagiosa desde dos días antes de que aparezcan las primeras ampollas.

Para combatir cualquier infección causada por virus, las células de nuestro cuerpo utilizan las denominadas células inmunocompetentes o linfocitos que se encuentran tanto en la sangre como en la linfa. Dentro de los linfocitos existen diferentes tipos que desempeñan diversas funciones, pero los linfocitos NK (*natural killer*) o células asesinas se encargan de destruir las células infectadas por virus, así como algunos tipos de células cancerosas.

41. La fórmula química representada corresponde a una biomolécula orgánica de carácter lipídico, en concreto a:



- a) Glicerofosfolípido.
- b) Esfingofosfolípido.
- c) Cerebrósido.
- d) Gangliósido.
- e) Vitamina A.

Solución: b

Los glicerofosfolípidos derivan del glicerol-3-P. En el carbono 1 suelen tener un ácido graso saturado, y en el 2, uno insaturado. El grupo fosfato está unido a un aminoalcohol o polialcohol.

Los esfingolípidos son lípidos de membrana cuya unidad estructural es la ceramida. Este compuesto resulta de la unión de la esfingosina (aminoalcohol formado por 18 átomos de carbono) con un ácido graso saturado o monoinsaturado, mediante un enlace amida. Hay dos grupos de esfingolípidos, según sea el grupo polar que se una al alcohol primario de la ceramida.

Este sustituyente puede ser un glúcido y entonces se llamarían los esfingoglucolípidos. Si el azúcar es un monosacárido, se formarían los cerebrósidos, y si fuera un oligosacárido ramificado, se constituiría un gangliósido.

En cambio, si el grupo polar está fosforilado, originaría los esfingofosfolípidos. En la molécula propuesta se puede observar que el grupo que se une a la ceramida es la fosfatidilcolina.

Por último, la vitamina A es un diterpeno y es insaponificable porque no lleva ácidos grasos en su molécula.

42. Las formas A, B y Z del ADN difieren en:

- a) El diámetro de A > B > Z.
- b) La forma A y B son dextrógiras y la Z levógira.
- c) La forma B tiene una mayor inclinación de los pares de bases respecto al eje de la hélice que la A y Z.
- d) El paso de hélice de la A es mayor que la de la B y Z.
- e) Son correctas las respuestas a) y b).

Solución: e

El ADN puede adoptar *in vivo* diversas formas debido a la capacidad de rotación de los nucleótidos alrededor de los enlaces. Existen tres principales conformaciones: la B –descrita por Watson y Crick–, la A y la Z. Las formas A y B son dextrógiras, es decir, que las dos hebras se enrollan hacia la derecha. Por el contrario, la Z es levógira porque el enrollamiento es hacia la izquierda.

El diámetro de la hélice en la variante A es de 2,55 nm, el de la B de 2,37 nm y el de la Z de 1,84 nm.

Sin embargo, la inclinación del plano de los pares de bases en la A es de 19°, en la B de 1,2° y en la Z de 9°. El paso de hélice de la A es de 2,53 nm, el de la B de 3,54 nm y el de la Z de 4,56 nm.

43. Si comparamos una planta C3, como por ejemplo el castaño, con una C4, el maíz, se observa que presentan una serie de diferencias. Busque, entre las siguientes respuestas, cuál es la falsa:

- a) En las plantas C4 el coste de fijar una molécula de CO₂ es 3 ATP y 2 NADPH y en las C3 es 5 ATP y 4 NADPH.
- b) En las C3 las células del mesófilo forman exclusivamente los parénquimas empalizada y lagunar y en las C4 existe además un conjunto de células mesófilas especializadas dispuestas en torno a los haces vasculares (células de la vaina).
- c) En las C4 el CO₂ es, en principio, captado por las células de la capa mesófila.
- d) En las plantas C3 la enzima que realiza la carboxilación es la rubisco y en las C4 es la PEP carboxilasa/rubisco.
- e) Con la fijación de la misma cantidad de CO₂ la producción de biomasa en las C3 es inferior que en las C4.

Solución: a

Las plantas C4 suponen una adaptación evolutiva respecto a las plantas C3, que las hace más adaptadas a climas cálidos y secos, al evitar, gracias a la compartimentación en mesófilo y vaina, el proceso indeseable de la fotorrespiración, responsable de disminuir la eficacia de captación del CO₂ en las plantas C3.

Las plantas C4 gastan mayor cantidad de ATP y de NADPH para fijar el CO₂ debido a que necesitan almacenarlo en forma de compuestos intermedios (por ejemplo, ácido málico), normalmente durante la noche, y después necesitan transformarlo de nuevo para poder entrar en el ciclo de Calvin.

La proporción de energía necesaria sería la indicada en la respuesta a) pero cambiando C3 por C4.

A pesar de este mayor gasto de energía en la fijación del CO₂ las plantas C4 son más eficaces al fijar el carbono, porque todo él se fija para formar moléculas orgánicas, mientras que en las plantas C3, en condiciones desfavorables, la fijación de carbono se puede reducir hasta en un 50 % debido a la fotorrespiración, que devuelve a la atmósfera parte del CO₂ captado.

44. Al estudiar la secuencia de ADN de una persona enferma de cáncer, se observa que presenta citosina en vez de timina en la novena base del segundo intrón de un gen regulador del ciclo celular. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) La mutación, por ser puntual, será reparada durante la transcripción.
- b) Las deleciones puntuales en el ADN no alteran el proceso de expresión de un gen.
- c) Esta mutación será la causa del cáncer, dado que se altera el marco de lectura.
- d) Esta sustitución no es importante por tratarse ambas de bases pirimidínicas.
- e) Esta mutación probablemente no es la causa del cáncer.

Solución: e

Una mutación es cualquier cambio que suceda en el material genético. Existen diversos tipos pero la que se indica en el enunciado es una mutación de tipo génico, es decir, es una alteración en la secuencia de nucleótidos de un gen, por ello también se dominan mutaciones puntuales. Dentro de este tipo de mutaciones se trata de una mutación por sustitución de bases, y más en concreto de una transición, ya que se ha sustituido una base pirimidínica por otra de la misma naturaleza.

Este tipo de mutaciones provocan la alteración de un único triplete del gen, y en ocasiones el mismo triplete puede codificar para el mismo aminoácido, por lo que la mutación no tendría consecuencias en la funcionalidad de la proteína sintetizada. En pocas ocasiones el aminoácido sintetizado por el cambio de la base nitrogenada no codifica para la síntesis de la misma proteína, por lo que esta perdería su funcionalidad.

45. Una de las características de la pared celular de las bacterias es la presencia de los peptidoglucanos. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es verdadera con respecto a los peptidoglucanos?

- a) Son moléculas características de los dominios *Archaea* y *Bacteria*.
- b) Sirven como anclaje para otras moléculas sobre la superficie de una bacteria.
- c) Las bacterias Grampositivas tienen una cantidad relativamente grande de estas moléculas.
- d) En su composición intervienen polímeros de la N-acetil glucosamina y N-acetil murámico.
- e) Se localizan en el exterior de la membrana plasmática de la mayoría de las bacterias.

Solución: a

Las arqueas tienen paredes celulares de composición diferente a las bacterias, ya que carecen de mureína (peptidoglucanos).

En las bacterias se presentan hacia el exterior de la membrana plasmática, siendo su estructura más gruesa en las Grampositivas (se tiñen con la tinción de Gram) y mucho más delgada en las Gramnegativas (no se tiñen).

La mureína (peptidoglicano) es una glucoproteína formada por la polimerización de la N-acetil glucosamina (derivado monosacárido) y el N-acetil murámico (con fragmentos tetrapeptídicos).

46. La tecnología del ADN recombinante ha sido fundamental para el desarrollo de la ingeniería genética, es decir, la manipulación de los genes con fines prácticos. Esta tecnología se asocia con muchas aplicaciones médicas y ha tenido numerosos usos. ¿Cuál de las siguientes herramientas de esta tecnología está apareada de forma incorrecta con su uso?

- a) Enzima de restricción → producción de RFLP (polimorfismos en la longitud de fragmentos de restricción).
- b) ADN ligasa → enzima que forma enlaces éster entre los extremos 3' y 5' de fragmentos de ADN.
- c) ADN polimerasa → enzima que añade nucleótidos al extremo 3' del ADN *in vivo*, pero carece de esta actividad *in vitro*.
- d) Transcriptasa inversa → producción de ADNc a partir de ARNm.
- e) Electroforesis → separación de fragmentos de ADN.

Solución: c

La ADN-polimerasa es una enzima que participa en la replicación del ADN, es decir, la síntesis de una nueva cadena de ADN a partir de una preexistente, tanto *in vivo* como *in vitro*. El problema que presenta la ADN-polimerasa es que es incapaz de reconocer el inicio de la replicación, ya que su función consiste en añadir los nucleótidos al extremo 3' libre, ya que no puede añadirlos al extremo 5' libre. La ADN-polimerasa sintetiza un nuevo fragmento de ADN que es complementario y antiparalelo al filamento patrón.

El primer experimento *in vitro* con la enzima fue llevado a cabo por Roger Kornberg en 1956, que aisló la ADN-polimerasa de la bacteria *Escherichia coli*.

47. Después de que un hijo Rh positivo nace de una madre Rh negativa, la madre recibe anticuerpos específicos para el factor Rh. La razón de este tratamiento es:

- a) Protegerla de los antígenos del bebé recién nacido.
- b) Impedir que lleguen a formarse las células B de memoria, específicas para el factor Rh.
- c) Proteger a sus futuros bebés Rh positivos.
- d) Inducir la respuesta inmunitaria a los anticuerpos Rh.
- e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: e

El factor Rh es una proteína integral de la membrana de los eritrocitos que funciona como antígeno, por lo que es rechazada por el sistema inmunitario que no la reconozca como propia. Si el antígeno Rh está presente en la membrana de los eritrocitos, se dice que esa persona es Rh +. Si no lo tiene, será Rh -.

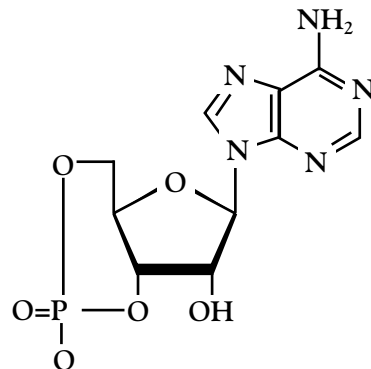
El sistema Rh es uno de los antígenos responsables de los grupos sanguíneos, junto con el sistema ABO. Las transfusiones sanguíneas pueden realizarse solo entre personas con grupos sanguíneos compatibles.

Durante el parto pueden pasar eritrocitos con el factor Rh positivo del hijo a la madre, lo que puede provocar que el sistema inmunitario de la madre se sensibilice y ante un segundo embarazo, produzca anticuerpos que atacarán los eritrocitos del embrión, si este también es Rh positivo.

Para evitar este grave problema se introducen anticuerpos específicos para el factor Rh a la madre.

48. La molécula representada a continuación interviene en la regulación de rutas metabólicas celulares. Sobre ella, es falso que:

- a) Se trata de un nucleótido que aparece en las secuencias de algunos ARN.
- b) Se genera en el interior celular tras recibirse en la membrana un mensaje externo.
- c) Tras su formación en el citoplasma se activan algunos genes.
- d) El precursor para su formación es el ATP.
- e) El enzima necesario para su formación se localiza en su forma inactiva en la membrana celular.



Solución: a

Este compuesto es un nucleótido no nucleico llamado AMPc. Se sintetiza en las células a partir de ATP intracelular. La enzima que cataliza la transformación de ATP en AMPc es la adenilciclase y está localizada en la membrana. Dicha enzima se activa cuando determinadas hormonas se unen en la membrana a ciertos receptores específicos.

Al AMPc se le llama «segundo mensajero» porque transduce las señales extracelulares como respuesta a un estímulo externo, como por ejemplo las hormonas. Igualmente, el AMPc es necesario para la transcripción de los genes de todos los operones, como por ejemplo el lactosa. Así, al disminuir la concentración de glucosa, se eleva la de AMPc y se estimula la transcripción con el operón Lac y al revés.

49. El ADN_c o complementario es una secuencia de ADN sintetizada artificialmente. Esta molécula presenta una serie de características especiales. Señala de todas ellas la afirmación falsa.

- a) Utiliza como molde el ARN mensajero.
- b) Todas las secuencias son codificantes.
- c) No tiene regiones reguladoras.
- d) No tiene regiones repetitivas.
- e) Se utiliza como fármaco en tratamientos contra el cáncer.

Solución: e

Un ADNc se forma utilizando como molde el ARNm maduro y realizando una transcripción inversa. Por ello, carecerá de secuencias no codificantes, reguladoras o repetitivas, eliminadas tras el proceso de maduración del ARNm.

Los ADNc se utilizan para crear bibliotecas de genes fundamentalmente. Pueden ser útiles para integrarlos por ejemplo en células procariotas y obtener determinadas proteínas, pero no pueden ser utilizados directamente en un tratamiento contra el cáncer o cualquier otra enfermedad, ya que no podrían ser reconocidos por las enzimas de transcripción en células eucariotas puesto que no tendría la estructura de un gen normal: discontinuo, con secuencias promotoras reguladoras, con intrones.

50. La inmunidad es la manera que tiene nuestro organismo de reconocer y autodefenderse contra microbios o sustancias que parecen extrañas o dañinas para él. Sobre este concepto es verdadera la afirmación de que:

- a) Las Ig son sintetizadas por los linfocitos T.
- b) Los linfocitos no-B y no-T tienen una actuación específica.
- c) Los linfocitos B se forman y diferencian en el timo.
- d) El complemento se une a células extrañas opsonizadas, para facilitar la acción de fagocitos y anticuerpos.
- e) El interferón activa los linfocitos T y B.

Solución: d

Las inmunoglobulinas son sintetizadas por los linfocitos B, por una serie de señales y procesos de transformación en las que participan otros tipos de células.

Los linfocitos no-B y no-T son los encargados de una inmunidad celular inespecífica, además los linfocitos B inician su maduración en la médula ósea, y la terminan en el tejido linfoide periférico.

El sistema del complemento es un mecanismo que ayuda y estimula los sistemas de la respuesta inmune. Se trata de unas veinte proteínas plasmáticas que se encuentran en el plasma. Parte de los sistemas del complemento se encargan de potenciar la reacción de inflamación y de fagocitosis, tras la opsonización o unión de anticuerpos a los organismos que se ha producido previamente, ya que la opsonización favorece la fagocitosis.

OCTAVA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

**Práctica en la Universidad
Autónoma de Madrid
(no puntuable)**

Docentes:

**José L. Bella y Paloma Martínez
Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias**

Madrid, 15 de marzo de 2010

VIII OLIMPIADA BIOLOGÍA (Práctica no puntuable)

1. INSTRUCCIONES GENERALES

- Se ruega la mayor puntualidad: la explicación comienza a las 15:30 y es esencial para el correcto desarrollo de la práctica.
- En todo momento se respetarán las normas de seguridad en el laboratorio: bata, guantes y/o gafas (cuando se indique), cuidado en el manejo de reactivos y aparatos, etcétera.
- Está terminantemente prohibido comer o beber en el laboratorio. El teléfono móvil debe estar en silencio y no se permite utilizarlo dentro del laboratorio. Tampoco está permitido utilizar audífonos para escuchar música, radio, etc.
- Al finalizar la práctica y antes de abandonar el laboratorio hay que lavarse las manos. En este laboratorio se utilizan productos potencialmente nocivos para la salud y/o el medio ambiente.
- Cada día hay que leer la parte correspondiente de la práctica del día siguiente (y traer las dudas).
- Es esencial trabajar en el laboratorio con un «cuaderno de prácticas» al lado, en el que se recojan observaciones personales, esquemas, diagramas, datos, hipótesis, dudas, etc. Lo correcto es ir pasando este material «a limpio», y unirlo al guion suministrado junto con la respuesta a todas las cuestiones y trabajos que se plantean durante y al final de la práctica.

2. PROGRAMACIÓN

Se realizarán 3 sesiones de 3 horas cada una (aproximadamente).

- **Primer día:** planteamiento del trabajo, familiarización con el laboratorio y elaboración de cálculos previos.
- **Segundo día:** amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y digestión con la enzima de restricción (nucleasa) adecuada.
- **Tercer día:** electroforesis de los productos de PCR digeridos, obtención y análisis de resultados. Debate y discusión.

3. GENÉTICA HUMANA: UTILIZACIÓN DE MARCADORES MOLECULARES

Introducción

Una situación que despierta el interés general es el raro fenómeno biológico que representa un parto múltiple en el que los gemelos tengan distinto padre, extremo este que se ha podido demostrar en diferentes ocasiones al utilizar técnicas avanzadas de genética molecular. No son situaciones comunes, lógicamente, pero aparecen ejemplos con cierta frecuencia (ver, por ejemplo, *El País* del 18 de junio de 1997: «El ADN resuelve un culebrón»; *El Mundo* del 19 de junio de 1997: «Fecundación por tiempos»); o *Pronto* del 30 de mayo de 2009: «Una madre ha dado a luz mellizos de padres distintos»).

El objetivo de esta práctica es familiarizarse con estas técnicas y reproducir un caso real que sirve para ilustrar cómo se realiza en la actualidad la identificación genética (genotipado) de un individuo, en este caso por un problema de paternidad dudosa, si bien es la manera habitual de proceder en genética legal y forense, genética evolutiva y de la conservación, mejora genética, etc., y, en general, cuando es necesario identificar de manera precisa a un ser vivo, en este caso humano. Ya hay empresas que ofrecen estos servicios incluso por Internet, y en algunos países se pueden comprar kits en las farmacias para realizar esta prueba (ver *El País* del 31 de marzo de 2008: «Las farmacias de EE UU venden pruebas de paternidad»).

Por otra parte servirá para realizar la caracterización de estos mismos individuos con respecto a su predisposición para padecer ciertas enfermedades con base genética (diagnóstico molecular) y, finalmente, para comprobar la gran disponibilidad de información de corte genético fiable que existe en la web y la necesidad de documentarse adecuadamente en estos casos, así como de elegir adecuadamente las fuentes de información.

Como objetivo general, se entra en contacto con un laboratorio estándar de genética y biología molecular y con la manera de trabajar en él, haciendo especial énfasis en la conveniencia de respetar las normas de trabajo y de seguridad, así como de tomar nota de todas las actividades que se realizan (en forma de «cuaderno de la práctica»/«cuaderno de laboratorio»).

Así mismo, se fomenta el trabajo en grupo y el debate y la discusión de los resultados obtenidos.

En esta práctica nos ocuparemos de resolver un caso del tipo citado anteriormente, utilizando diversos marcadores moleculares de los cuales uno, además, es potencialmente informativo con respecto a una enfermedad hereditaria. Para ello, y a partir de muestras de ADN de la pareja y de los gemelos, se realiza la caracterización de todos ellos con una serie de marcadores moleculares de entre los generalmente utilizados en este tipo de estudios. En el caso que nos ocupa, ya se ha determinado el genotipo de estos individuos para todos estos *loci*, exceptuando el correspondiente al gen DCP1 que codifica la enzima ACE, que será caracterizado durante esta práctica.

Objetivos

1. Determinar la constitución alélica de estas cuatro personas para el gen de la ACE mediante amplificación por PCR, digestión con la endonucleasa de restricción oportuna y electroforesis de los fragmentos obtenidos.
2. Prueba de paternidad en este supuesto, utilizando la información procedente de los análisis moleculares.
3. Diagnóstico de los individuos potencialmente afectados por una variante enzimática deficiente.
4. Búsqueda de información en Internet referente al gen que codifica ACE.

Desarrollo de la práctica

1) Determinar la constitución alélica de estas cuatro personas para el gen DCP1 mediante amplificación por PCR, digestión con la endonucleasa de restricción oportuna y electroforesis de los fragmentos obtenidos.

El angiotensinógeno es una proteína que se produce en el hígado, y que por acción de la renina se libera a la sangre en forma de angiotensina I. El gen DCP1 produce la enzima ACE (*angiotensin converting enzyme*), codificada por el gen DCP1, que es una dipeptidil carboxipeptidasa que hidroliza la angiotensina I, transformándola en angiotensina II, o angiotensina propiamente dicha. Esta hormona vasoconstrictora está implicada en el control de la presión sanguínea, en las contracciones del útero y en la estimulación de la secreción de aldosterona. Estudios recientes parecen indicar que una variante menos eficiente de esta enzima ACE, estaría producida por una mutación en el alelo salvaje que origina en su secuencia la aparición de una diana de restricción para PstI (CTGCA↓G). Esta mutación podría estar implicada en determinadas afecciones relacionadas con la propensión a la hipertensión, o a enfermedades renales y cardíacas. Por tanto, y mediante esta endonucleasa de restricción, podemos determinar

dos variantes alélicas en una electroforesis de los fragmentos correspondientes a esta secuencia de ADN. Esto nos define tres genotipos posibles en la población (con respecto a estos dos alelos) y otros tantos patrones electroforéticos:

- **Genotipo 1.** Homocigótico normal: una banda.
- **Genotipo 2.** Homocigótico afectado: dos bandas.
- **Genotipo 3.** Heterocigótico: tres bandas.

La técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) nos va a permitir obtener específicamente la cantidad necesaria de los fragmentos de ADN empleados en este análisis.

En el laboratorio disponemos de muestras de ADN obtenidas a partir de sangre periférica de la madre (MB), de los hijos (H1 y H2) y del padre legal (PL), así como de los oligonucleótidos que se utilizan para amplificar por PCR el fragmento del gen de la ACE susceptible de mostrar la mutación indicada:

«Primer 1»: 5'CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT3'

«Primer 2»: 5'GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT3'

Amplificación por PCR

Material

- ADN genómico de MB, H1, H2 y PL (100 ng/μL).
- Mezcla de reacción (MR):
 - Polimerasa Taq (2 unidades/μL).
 - «Primer 1» y «Primer 2» (5 μM cada uno).
 - Mezcla de nucleótidos (dNTPs): 2,5 mM de cada uno de ellos: dATP, dCTP, dGTP, dTTP.
 - Tampón para Taq (10X).
- MgCl₂ (25 mM)
- H₂O destilada, estéril.

Métodos

Completar las tablas con las cantidades necesarias de cada uno de los materiales indicados, hasta conseguir la concentración final de cada uno de ellos que se indica.

- Polimerasa Taq: 1 unidad.
- «Primers»: 10 pmoles de cada uno.
- dNTPs: 0.5 mM de cada nucleótido.
- Tampón 1X.
- MgCl₂ 3 mM.
- H₂O destilada, estéril hasta completar un volumen final de 50 μL.

Muestra	PL	MB	H1	H2	Control*
ADN (100 ng)					
MR					

* Se sustituye el ADN por H₂O

	Mezcla de reacción	Mezcla de reacción total
«Primer 1»		
«Primer 2»		
dNTPs		
Tampón		
MgCl ₂		
Taq pol.		
H ₂ O		

Preparar los tubos correspondientes a cada una de las reacciones en el orden indicado en la tabla. En el tubo control se sustituye el ADN por un volumen equivalente de agua destilada y estéril.

Muy importante: tanto los reactivos, como las reacciones, deberán mantenerse en hielo permanentemente hasta su amplificación en el termociclador.

Condiciones de amplificación

Desnaturalización del ADN 94 °C. 1 min.

Unión de los «primers» (*annealing*)..... 58 °C. 30 s.

Extensión (elongación) 72 °C. 30 s.

Nº ciclos: 20.

Extensión final 72 °C. 5 min.

El termociclador está programado para conservar los productos de la reacción a 4 °C, una vez finalizada la amplificación.

Digestión enzimática del ADN amplificado

Material

- ADN amplificado.
- Tampón específico de la enzima de restricción. 10X.
- Enzima de restricción PstI (10 u/μL).
- H₂O destilada, estéril.

Métodos

Completar las tablas con las cantidades necesarias de cada uno de los materiales indicados, hasta conseguir la concentración final de cada uno de ellos que se indica:

- ADN amplificado: 10 μL.
- Tampón de la enzima: 1X.
- Enzima de restricción: 10 unidades.
- H₂O destilada, estéril hasta completar un volumen final de 15 μL.

Muestra	PL	MB	H1	H2	Control*
ADN					
MR					

	Mezcla de reacción	Mezcla de reacción total
Tampón de la enzima		
Enzima de restricción		
H ₂ O		

Preparar y rotular los tubos correspondientes a cada una de las reacciones en el orden indicado en la tabla anterior.

Muy importante: tanto los reactivos, como las reacciones, deberán mantenerse en hielo permanentemente hasta su incubación en la estufa.

Incubar las reacciones a 37 °C un mínimo de 3 horas (en este caso se mantendrá hasta el día siguiente).

Electroforesis en geles de agarosa

Material

- Tampón de electroforesis TAE 50X.
- Agarosa.
- Bromuro de etidio (20 mg/mL).
- Equipo de electroforesis.
- Marcador de tamaño (Lambda digerido con HindIII 0,025 µg/µL).

Métodos

- Preparación del gel
- Pesar la agarosa necesaria para preparar un gel del 2 % p/v (80 mL).
- Diluir la agarosa en un matraz con el volumen adecuado de TAE 1X (800 mL).
- Llevar casi a ebullición en el microondas, agitando de vez en cuando hasta que la agarosa esté completamente disuelta.
- Dejar enfriar hasta 50 °C (aprox.) agitando de vez en cuando.
- Añadir el bromuro de etidio (1,5 µL/30 mL) y agitar.

Atención: el bromuro de etidio es un compuesto extremadamente peligroso (mutagénico: potencialmente carcinogénico), que se debe manipular necesariamente con guantes, evitando su inhalación: es imperativo utilizar la campana para añadir el bromuro de etidio y para polimerizar el gel.

- Verter esta solución en la bandeja de electroforesis, previamente enjuagada con agua y etanol, seca y sellada en sus extremos.
- Situar el peine en un extremo de la bandeja.
- Dejar polimerizar a temperatura ambiente en la campana.

Preparación de las muestras

- A cada muestra de 15 µL de ADN amplificado y digerido, se le añaden 3 µL de tampón de carga (30 % glicerol, 0,5 % xylencianol, 0,5 % bromofenol azul).
- En un tubo aparte se diluye 1 µL del marcador de tamaño con 5 µL de H₂O destilada y estéril y 1 µL del tampón de carga.

Electroforesis

- Polimerizado el gel, se retira la cinta adhesiva y se sitúa en la cubeta de electroforesis.
Atención: debido a la tinción del gel con bromuro de etidio, es necesario utilizar guantes en todas sus manipulaciones.
- Se llena la cubeta con tampón TAE 1X hasta cubrir el gel.
- Retirar el peine con cuidado.
- Cargar las muestras, empezando por la izquierda, situando en el primer pocillo el marcador de tamaño, y a continuación el resto de las muestras, tomando nota del orden en que estas se han dispuesto.
- La electroforesis se realizará a 50-70 V, hasta que el marcador asociado al tampón de carga haya recorrido los 2/3 de la longitud del gel.

Observación del gel

- Finalizada la electroforesis, se apaga la fuente de alimentación, se retira el gel (con guantes) y se observa en el transiluminador de UV con las gafas adecuadas.
- Los resultados obtenidos se registrarán adecuadamente en el cuaderno de prácticas, haciendo referencia al tamaño aproximado de los fragmentos.
- Recoge en el cuaderno la importancia que, a tu juicio, tiene la utilización de un control positivo y otro negativo en el experimento.
- ¿Qué función piensas que tiene el «tampón de carga» de la electroforesis, a la vista de sus componentes y de tus observaciones?
- ¿Qué te indica durante la electroforesis que, efectivamente, está circulando la corriente dentro de la cubeta?
- ¿Por qué crees que el bromuro de etidio es tan peligroso?

2) Prueba de paternidad en este supuesto, utilizando la información procedente de los análisis moleculares.

La determinación de la constitución alélica de estos individuos con respecto al gen DCP1, nos permite completar la siguiente tabla en la que se recoge el conjunto de marcadores moleculares utilizados en este estudio.

	D1	HUM	VW A	TH	F13 B	CSF 1	F13 A	TPOX	LDL R	GYPA	HBGG	D7S 8	GC	DCP
PL	21,30	8,11	14,18	6,9	8,9	8,8	4,7	6,8	2,2	2,2	1,2	2,2	1,2	
MB	21,21	10,12	14,18	8,10	6,6	10,14	6,15	8,12	1,1	1,2	1,3	2,2	1,2	
H1	21,30	10,11	14,18	8,6	6,9	10,8	15,7	12,8	1,2	2,2	1,2	2,2	1,2	
H2	21,21	12,14	14,20	8,7	6,6	14,11	15,8	8,8	1,1	1,1	3,3	1,2	1,2	

Para conocer la probabilidad de paternidad/maternidad se utiliza la fórmula de Essen-Moller:

$$p(W) = \frac{X}{X+Y}$$

Donde:

- $p(W)$ nos indica la probabilidad *a posteriori* de paternidad.
- X es la probabilidad que tiene ese individuo de ser el padre. En términos

operativos, es la probabilidad de que el PL transmita los genes al hijo, multiplicado por la probabilidad de que la MB transmita los genes al hijo. Es decir, este factor estima la probabilidad de que el padre legal y la madre biológica sean realmente los padres de la persona en estudio. En este cálculo, será importante tener en cuenta si PL y MB son homocigotos o heterocigotos para los marcadores que se están considerando.

- Y estima la probabilidad de que un hombre al azar, y con esa misma madre biológica, haya transmitido los genes que caracterizan al hijo. En términos operativos, esto se traduce en multiplicar la probabilidad de que la MB haya transmitido su parte correspondiente del genotipo del hijo, por la probabilidad de que el resto haya sido transmitido por un hombre al azar. En este caso, se debe tener en cuenta la frecuencia en población de los alelos del hijo no aportados por la madre.

Es evidente que la fiabilidad de este tipo de pruebas aumenta con el número de *loci* analizados, y que cuanto más polimórficos sean estos, menos probabilidades habrá de emitir un falso dictamen. Por otra parte, la validez del estudio requiere conocer con el mayor detalle posible la estructura genética de la población a la que pertenecen los individuos analizados (en concreto, las frecuencias alélicas de los genes implicados).

En nuestro caso se calculará la probabilidad de paternidad para los marcadores moleculares de cada uno de los hijos. Para ello, se rellenarán las tablas siguientes en las que se recoge el valor de X e Y de cada uno de los marcadores utilizados.

HIJO 1 (H1)

Marcador	X	Y
DIS80	$1 \times 0,5 = 0,5$	$1 \times \text{frec. alelo 30} (0,0038)$
HUMFES/FPS	$0,5 \times 0,5 = 0,25$	$0,5 \times \text{frec. alelo 11} (0,382)$
VWA	$0,5 \times 0,5 + 0,5 \times 0,5 = 0,5$	$0,5 \times \text{frec. alelo 14} + 0,5 \times \text{frec. alelo 18}$
TH01		
F13B		
CSF1PO		
F13A1		
TPOX		
LDLR		
GYPA		
HBGG		
D7S8		
GC		
DCP1		
Total	X_t=	Y_t=

HIJO 2 (H2)

Marcador	X	Y
D1S80		
HUMFES/FPS		
VWA		
TH01		
F13B		
CSF1P0		
F13A1		
TPOX		
LDLR		
GYPA		
HBBG		
D7S8		
GC		
DCP1		
Total	X_t=	Y_t=

Cálculo de W

- Dado que cada X representa la probabilidad de esa persona de ser hijo de esos padres determinados (con respecto a ese *locus*), la X total será el producto de todas las X (sucesos independientes).
- En el caso de Y, lo que determinamos es la probabilidad de que una persona al azar de esa misma población, tenga esa misma combinación genotípica en los *loci* considerados, por lo que el cálculo de la Y total se hace de la misma manera que en el caso anterior.

$$p(W) = \frac{X_t}{X_t + Y_t}$$

**Frecuencias estimadas en la población española de los alelos
correspondientes a los *loci* analizados**

DIS80 n=130 Alelo/frecuencia	HUMFES/FPS n=382 Alelo/frecuencia	VWA n=444 Alelo/frecuencia	TH01 n=488 Alelo/frecuencia	F13B n=392 Alelo/frecuencia
16/0,0038	8/0,008	14/0,106	6/0,217	6/0,115
17/0,0038	9/0,003	15/0,144	7/0,176	7/0,010
18/0,2234	10/0,319	16/0,227	8/0,167	8/0,250
19/0,0077	11/0,382	17/0,286	9/0,178	9/0,189
20/0,0154	12/0,246	18/0,149	9,3/0,256	10/0,431
21/0,0615	13/0,039	19/0,074	10/0,006	11/0,005
22/0,0538	14/0,003	20/0,014		
23/0,0231				
24/0,3384				
25/0,0500				
26/0,0269				
27/0,0077				
28/0,0346				
29/0,0385				
30/0,0038				
31/0,0615				
32/0,0154				
33/0,0077				
34/0,0038				
35/0,0038				
36/0,0077				
37/0,0077				

Frecuencias estimadas en la población española de los alelos correspondientes a los loci analizados (continuación)

CSF1PO n=374 Alelo/frecuencia	F13A1 n=398 Alelo/frecuencia	TPOX n=436 Alelo/frecuencia	LDLR n=404 Alelo/frecuencia	GYPA n=404 Alelo/frecuencia
8/0,003	3,2/0,085	6/0,002	1/0,450	1/0,527
9/0,011	4/0,043	8/0,546	2/0,550	2/0,473
10/0,267	5/0,206	9/0,096		
11/0,275	6/0,256	10/0,060		
12/0,374	7/0,372	11/0,268		
13/0,067	8/0,013	12/0,028		
14/0,003	13/0,013			
	14/0,005			
	15/0,008			

HBGG n=404 Alelo/frecuencia	D7S8 n=404 Alelo/frecuencia	GC n=404 Alelo/frecuencia	DCP1 n=236 Alelo/frecuencia
1/0,498	1/0,564	1/0,297	1/0,367
2/0,493	2/0,436	2/0,163	2/0,633
3/0,0010		3/0,540	

3) Diagnóstico de los individuos afectados por la enfermedad.

Como ya explicamos en el primer apartado, los alelos 1 y 2 del gen DCP1 se diferencian entre sí por la existencia en 2 de una modificación de su secuencia que incluye una diana de restricción para la enzima PstI. Por ello, esta variante alélica parece codificar una enzima menos eficiente, lo que podría traducirse en diversas afecciones relacionadas con una escasa actividad de la angiotensina. La amplificación del ADN y la posterior digestión con la enzima PstI nos permite conocer qué individuos están afectados y cuáles no, así como su condición homocigótica o heterocigótica para estos dos alelos.

En el cuaderno se debe reflejar el diagnóstico al respecto de cada uno de los individuos estudiados, así como un pronóstico sobre su posibilidad de padecer estas enfermedades y de transmitirlos: es decir, hacer un «consejo genético» a estas personas sobre esta enfermedad.

4) Búsqueda en Internet referente a este gen.

En toda búsqueda en la web es fundamental vigilar que la información obtenida esté debidamente contrastada, y provenga de fuentes realmente científicas (instituciones oficiales, universidades, revistas científicas, etc.).

El objetivo que se pretende es familiarizarse con la búsqueda en Internet de información de corte genético y completar conocimientos sobre el gen DCP1 en estudio, su producto, la enzima ACE, y su diana, la angiotensina. Informaciones obtenibles por este sistema serían, por ejemplo, la situación física de estos genes en los cromosomas (*loci*), sus variantes alélicas, enfermedades en las que están involucrados, homología con sus equivalentes en otros organismos, etc.

Para ello, se hará una primera búsqueda general en *Wikipedia* o en cualquier otra base de datos no especializada.

A continuación, se utilizarán las siguientes direcciones especializadas con el objetivo de comparar con los datos obtenidos en las otras bases de datos:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

En este caso, preferentemente la sección OMIM (*On line Mendelian Inheritance in Man*).

<http://www.genecards.org/>

La información obtenida por estos medios se debe imprimir y adjuntar al cuaderno de prácticas.

Algunas conclusiones de este apartado:

- La información que aparece en los buscadores generales puede ser correcta, pero habitualmente es discreta y poco actualizada.
- Existen buscadores científicos especializados para genética (así como para el resto de ciencias) que aportan información reciente, precisa, muy extensa y compleja de entender sin la formación adecuada.
- La información científica especializada y actual, se encuentra generalmente en inglés.
- ¿Qué otras conclusiones te sugiere esta última sección?
- ¿Y la práctica en su conjunto?

Nota: dado que el contenido de esta práctica está basado en algunas de las que se realizan habitualmente en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, agradecemos a nuestros compañeros/as sus contribuciones e inspiración, y dejamos constancia de su procedencia.

NOVENA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Autores:

**José Luis Díaz León, Javier Fernández-Portal Díaz del Río
Marisa González Montero de Espinosa
Consuelo Sánchez Cumplido**

Colaborador:

Rafael Roldán Pérez

Madrid, 4 de marzo de 2011

IX OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. 2011 está declarado como el Año Mundial de los Bosques. Por esa razón es fundamental conocer nuestros árboles.

Las gimnospermas (G) son vegetales que producen semillas desnudas mientras que las angiospermas (A) las tienen encerradas dentro de un fruto. Señala si las siguientes plantas pertenecen a las primeras o a las segundas:

- | | |
|--------------|------------|
| 1. Encina | 2. Secuoya |
| 3. Eucalipto | 4. Enebro |
| 5. Ciprés | 6. Trigo |

- a) 1: G; 2: G; 3: A; 4: G; 5: A; 6: A.
b) 1: A; 2: A; 3: A; 4: G; 5: G; 6: G.
c) 1: A; 2: G; 3: A; 4: G; 5: G; 6: A.
d) 1: A; 2: A; 3: A; 4: A; 5: G; 6: A.
e) 1: A; 2: G; 3: G; 4: G; 5: A; 6: A.

Solución: c

Las G son plantas leñosas, longevas, perennifolias y se suelen agrupar en extensos bosques. Las coníferas son las G más abundantes, como la secuoya, el enebro o el ciprés. Las A son plantas de tamaño muy diverso y se clasifican en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Las primeras poseen un cotiledón, como el trigo, y las segundas tienen dos, como la encina y el eucalipto.

2. Un investigador pretende caracterizar un ácido nucleico analizando el tipo de azúcar y las bases constituyentes. Pierde parte de los datos que ha tomado, quedándose solo con los siguientes:

$$A = 30 \% \quad C = 50 \% \quad G = 10 \%$$

A partir de ellos ¿qué conclusión puede sacar?

- a) Podría ser un ARN monocatenario.
b) Podría ser un ARN bicatenario.
c) Podría ser un ADN monocatenario.
d) Podría ser un ADN bicatenario.
e) Podría ser la a) y la c).

Solución: e

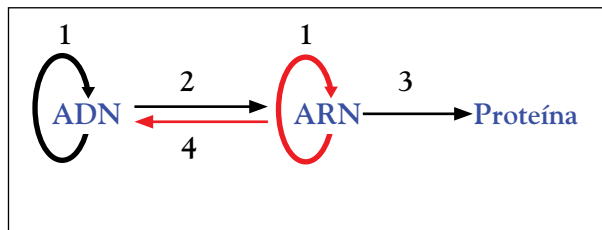
Tanto el ADN como el ARN están formados por nucleótidos que contienen bases nitrogenadas. Tres de estas bases son comunes a los dos ácidos nucleicos: la adenina (A), la guanina (G) y la citosina (C). Sin embargo, la timina (T) es exclusiva del ADN y el uracilo (U) del ARN.

Asimismo, los ácidos nucleicos pueden llevar una o dos cadenas. Todos los organismos presentan el ADN bicatenario y el ARN monocatenario, excepto los virus, que pueden contener cualquiera de los dos ácidos nucleicos, de una hebra o de dos.

En el caso de ser bicatenario, las dos cadenas permanecen unidas por puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas complementarias. Dicha complementariedad se establece entre la C y la G (en ambos ácidos nucleicos) y entre la A y la T -en el caso del ADN- y entre la A y el U, en el del ARN. Esto implica que los porcentajes de las bases que forman pareja será el mismo.

En el caso que nos ocupa el porcentaje de G y C es distinto. Por lo tanto, el ácido nucleico será monocatenario. Al mismo tiempo, no se sabe si el ácido nucleico lleva T o U, por lo que puede ser cualquiera de los dos.

3. **Francis Crick (1916-2004) ideó en el año 1970 un sistema de expresión y flujo de la información genética en los seres vivos que llamó dogma central de la biología molecular. Dicha aseveración ha sido posteriormente modificada, quedando en la actualidad esquematizada del siguiente modo:**



Identifica cada uno de los procesos señalados con un número.

- 1: transcripción; 2: replicación; 3: traducción; 4: transcripción inversa.
- 1: traducción; 2: transcripción; 3: replicación; 4: transcripción inversa.
- 1: replicación; 2: transcripción inversa; 3: traducción; 4: transcripción.
- 1: replicación; 2: transcripción; 3: traducción; 4: transcripción inversa.
- 1: replicación; 2: traducción; 3: transcripción; 4: transcripción inversa.

Solución: d

El 1 es la replicación, que permite que el ADN o el ARN se duplique. El 2 es el proceso de transcripción, que permite formar ARNm a partir del ADN. El 3 es la traducción o formación de proteínas, y el 4, la transcripción inversa propia de los retrovirus.

4. **En relación con los procesos de división de las células, ¿cuál de las siguientes afirmaciones no es cierta?**
- La mitosis produce nuevos núcleos con la misma composición cromosómica que el núcleo progenitor.
 - La mitosis puede ocurrir sin citocinesis.
 - La mitosis y la citocinesis son procesos obligados en la reproducción asexual.
 - Toda célula proviene de otra célula preexistente.
 - El huso mitótico está formado por microtúbulos tanto en procariotas como en eucariotas.

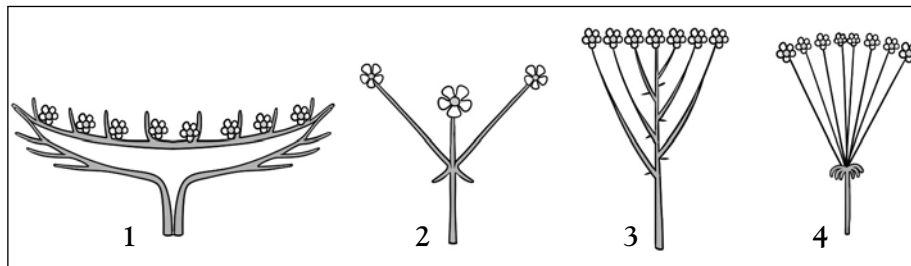
Solución: e

Aunque es cierto que el huso mitótico está constituido por una estructura de microtúbulos formada al inicio de la cariocinesis o mitosis, también es cierto que este proceso, la mitosis o división nuclear, únicamente se produce en células eucariotas.

El proceso por el cual se reproducen los procariontes se llama bipartición, duplicándose previamente el cromosoma bacteriano sin necesidad de huso mitótico ni estructuras análogas.

5. Se llama inflorescencia al agrupamiento de flores en un mismo pedúnculo. Según sean estas agrupaciones, reciben distintos nombres. Indica cómo se denominan las siguientes inflorescencias:

- a) 1: corimbo; 2: cima; 3: capítulo; 4: umbela.
- b) 1: capítulo; 2: corimbo; 3: cima; 4: umbela.
- c) 1: capítulo; 2: cima; 3: corimbo; 4: umbela.
- d) 1: umbela; 2: capítulo; 3: corimbo; 4: cima.
- e) 1: cima; 2: umbela; 3: capítulo; 4: corimbo.



Solución: c

Aquí aparecen cuatro tipos de inflorescencias: capítulo, cima, corimbo y umbela. El capítulo o cabezuela presenta un grueso pedúnculo que se ensancha en forma de copa, en la que aparecen sentadas gran cantidad de flores. Por ello el (1) es un capítulo.

En la cima, el eje principal termina en una flor y debajo de ella crecen dos yemas laterales, que también florecerán. La floración comienza en la flor principal y termina en las laterales. En consecuencia, la (2) es una cima. La (3) es un corimbo (flores situadas a la misma altura y originadas a diferentes distancias del ápice) y la (4) una umbela (igual que el corimbo, pero los pedúnculos de las flores tienen todos la misma longitud).

6. Durante dos décadas al menos, los biólogos han sabido que el núcleo de las células eucariotas contiene ADN y proteínas. La opinión predominante era que las proteínas, y no el ADN, eran las portadoras de la información genética. La razón era que las proteínas son más complejas que el ADN.

Esto es porque:

- a) El ADN puede presentar una mayor diversidad de formas tridimensionales que las proteínas.
- b) Las proteínas están constituidas por ocho diferentes aminoácidos, y el ADN por cuatro nucleótidos diferentes. De modo que las combinaciones posibles son mayores en las proteínas.
- c) Las proteínas están compuestas por 20 posibles aminoácidos, y el ADN está compuesto por cuatro posibles nucleótidos.
- d) Solo son ciertas, a) y c).
- e) Son ciertas a) y b).

Solución: c

Los aminoácidos son moléculas orgánicas de bajo peso molecular que, al unirse entre sí, pueden formar las proteínas. Existen 20 aminoácidos constituyentes de proteínas, aunque también existen aminoácidos no proteicos con otras funciones.

Las proteínas se disponen en el espacio formando una estructura tridimensional definida que puede tener hasta cuatro niveles de organización: estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Estas estructuras dependerán de la secuencia lineal de aminoácidos que forman la proteína. La combinación de los 20 aminoácidos en una cadena de cientos o miles de ellos dará lugar a multitud de formas proteicas tridimensionales y con ello a la gran variedad de funciones que tienen las proteínas.

El ADN, a su vez, es el resultado de la combinación de cuatro nucleótidos distintos, dependiendo de la base nitrogenada que llevan: adenina, citosina, timina o guanina. Presenta, fundamentalmente, estructura primaria y secundaria (el popular modelo de Watson y Crick), y en ocasiones se superenrolla y empaqueta formando una estructura terciaria.

7. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones no encaja con el concepto que Darwin propuso de selección natural?**
- a) En toda población hay variaciones entre los individuos que pueden hacerles más o menos aptos para sobrevivir en su ambiente, y por tanto para reproducirse.
 - b) Todo organismo tiene la capacidad de producir mayor número de descendientes de los que el medio puede soportar.
 - c) Los caracteres que presentan los individuos de una población se heredan a través de los genes, presentes en los cromosomas.
 - d) Los individuos mejor adaptados de una especie sobreviven y se reproducen con mayor éxito.
 - e) Muchos de los individuos de cualquier especie no llegan a sobrevivir para reproducirse.

Solución: c

La teoría de la evolución por selección natural es la gran contribución de Charles Darwin a las ideas evolutivas que tímidamente surgían a mediados del siglo XIX en la comunidad científica de la época.

Darwin hablaba de variabilidad de caracteres entre los individuos de la misma especie, que podía ser determinante ante un cambio en el medio, adaptándose los individuos portadores de aquellos caracteres que mejor encajaran con dicho cambio.

Ahora bien, las razones de esta variabilidad de caracteres dentro de una misma especie, actualmente atribuida a la diversidad genética y a su herencia a través de los genes, eran desconocidas para Darwin y sus contemporáneos. Pocos años después de la aparición de su obra *El origen de las especies*, se publica *Experimentos sobre hibridación de plantas* de Mendel, obra que pasó inadvertida hasta comienzos del siglo XX, cuando se inaugura la era de la genética, donde se dará explicación a las causas de la variabilidad de los caracteres dentro de una misma especie.

8. Los homínidos son una familia de mamíferos que incluye al hombre y otros primates, como los orangutanes, gorilas, chimpancés, etc. Ordena de más antiguo a más moderno las siguientes especies de homínidos:

Homo ergaster

Homo antecessor

Homo neanderthalensis

Ardipithecus ramidus

Paranthropus robustus

- a) *Paranthropus robustus*; *Ardipithecus ramidus*; *Homo antecessor*; *Homo ergaster*; *Homo neanderthalensis*.
- b) *Ardipithecus ramidus*; *Paranthropus robustus*; *Homo ergaster*; *Homo antecessor*; *Homo neanderthalensis*.
- c) *Ardipithecus ramidus*; *Paranthropus robustus*; *Homo antecessor*; *Homo ergaster*; *Homo neanderthalensis*.
- d) *Ardipithecus ramidus*; *Homo antecessor*; *Paranthropus robustus*; *Homo ergaster*; *Homo neanderthalensis*.
- e) *Paranthropus robustus*; *Ardipithecus ramidus*; *Homo ergaster*; *Homo antecessor*; *Homo neanderthalensis*.

Solución: b

El más antiguo es el *Ardipithecus ramidus*, cuya datación oscila entre 4,5 y 4,1 millones de años (m.a.).

Después surgió el *Paranthropus robustus*, cuyos fósiles datan de 2 a 1,7 m.a. Posteriormente, el *Homo ergaster*, que apareció hace 1,8 m.a. y se extinguió hace 1,5 m.a.

Más tarde vivió el *Homo antecessor*, que se remonta entre 900 000 y 800 000 m.a. y, por último, el *Homo neanderthalensis*, que existió hace 200 000 años.

9. Para poder clasificar a los seres vivos, utilizamos una serie de categorías taxonómicas o taxones. Indica cuál de los siguientes refleja correctamente el orden jerárquico, comenzando por el que abarca a un mayor número de organismos.

- a) Reino, orden, familia, phylum, clase, género, especie.
- b) Phylum, clase, orden, reino, familia, género, especie.
- c) Género, especie, reino, phylum, clase, orden, familia.
- d) Clase, orden, reino, phylum, familia, género, especie.
- e) Reino, phylum, clase, orden, familia, género, especie.

Solución: e

La taxonomía se encarga de la clasificación de los seres vivos, definiendo los métodos y fines de esta. La organización es jerárquica, empezando por los cinco grandes reinos (animal, vegetal, fungi, protocista y monera), que engloban a los demás taxones, y terminando por el millón y medio de especies distintas que se calculan que existen sobre la Tierra.

10. Los artrópodos son invertebrados que se caracterizan porque tienen apéndices articulados. Señala la respuesta correcta que relaciona los diferentes grupos de artrópodos con el número de patas y regiones del cuerpo.

- a) Arácnidos: 3 regiones y 8 patas; crustáceos: 2 regiones y 10 patas; miriápodos: sin clara separación en regiones y número variable de patas; insectos: 2 regiones y 6 patas.
- b) Arácnidos: 3 regiones y 10 patas; crustáceos: 2 regiones y 6 patas; miriápodos: sin clara separación en regiones y número variable de patas; insectos: 2 regiones y 6 patas.
- c) Arácnidos: 3 regiones y 6 patas; crustáceos: 2 regiones y 8 patas; miriápodos: sin clara separación en regiones y número variable de patas; insectos: 3 regiones y 8 patas.
- d) Arácnidos: 2 regiones y 8 patas; crustáceos: 2 regiones y 10 patas; miriápodos: sin clara separación en regiones y número variable de patas; insectos: 3 regiones y 6 patas.
- e) Arácnidos: 2 regiones y 8 patas; crustáceos: sin clara separación en regiones y 8 patas; miriápodos: 2 regiones y número variable de patas; insectos: 3 regiones y 6 patas.

Solución: d

Los artrópodos constituyen el *filum* más numeroso del reino animal, poseen un exoesqueleto y presentan el cuerpo dividido en regiones distintas. Se dividen en cuatro grupos: arácnidos, crustáceos, miriápodos e insectos.

Los arácnidos presentan el cuerpo dividido en dos regiones: cefalotórax y abdomen, y poseen dos quelíceros, dos palpos y cuatro pares de patas.

Los crustáceos también poseen dos regiones (cefalotórax y abdomen) y tienen cinco pares de patas. Con esta información ya se puede descartar la opción e).

11. La multiplicación vegetativa es un tipo de reproducción asexual de los vegetales, consiste en que los nuevos brotes se forman a partir de la planta madre. Busca la respuesta correcta que relaciona la planta con su tipo de multiplicación.

- a) Fresas → rizomas; tulipanes → bulbos; patatas → tubérculos; lirios → estolones.
- b) Fresas → estolones; tulipanes → rizomas; patatas → tubérculos; lirios → bulbos.
- c) Fresas → estolones; tulipanes → bulbos; patatas → tubérculos; lirios → rizomas.
- d) Fresas → rizomas; tulipanes → tubérculos; patatas → bulbos; lirios → estolones.
- e) Fresas → bulbos; tulipanes → estolones; patatas → tubérculos; lirios → rizomas.

Solución: c

Los rizomas son tallos subterráneos horizontales, de los que salen brotes que forman la planta. Lo presentan los lirios. Esto elimina las respuestas a), b) y d).

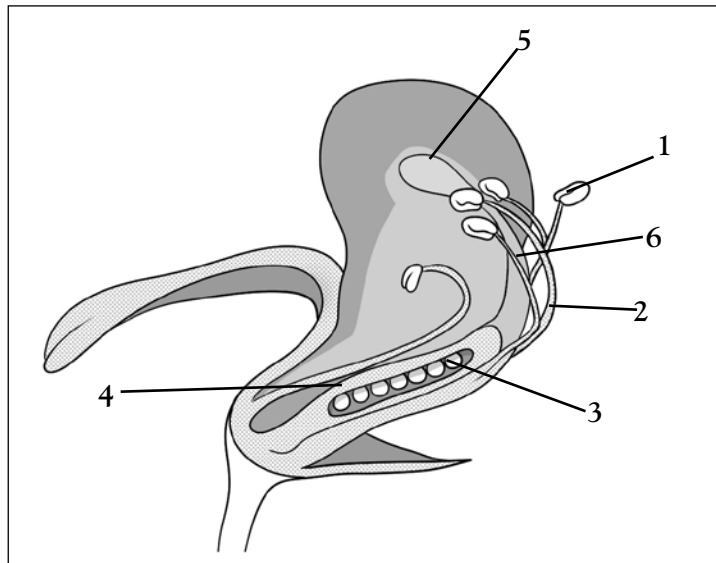
Los estolones, como los de la fresas, son tallos que crecen horizontalmente con respecto al nivel del suelo. Esto inhabilita también la contestación e).

En consecuencia, la respuesta verdadera es la c), porque las patatas son tubérculos (tallos subterráneos donde se acumulan las sustancias nutritivas) y los tulipanes son bulbos (engrosamiento de la base de las hojas para almacenar productos de reserva).

12. La flor es la estructura de la planta que contiene los órganos reproductores. Se dice que es completa cuando tiene cuatro verticilos: cáliz, corola, androceo y gineceo. En la imagen siguiente indica el nombre de cada parte señalada con un número.

- a) 1: estigma; 2: filamento; 3: óvulos; 4: ovario; 5: antera; 6: estilo.
- b) 1: antera; 2: filamento; 3: óvulos; 4: ovario; 5: estigma; 6: estilo.
- c) 1: antera; 2: estilo; 3: óvulos; 4: ovario; 5: estigma; 6: filamento.
- d) 1: estilo; 2: filamento; 3: óvulos; 4: ovario; 5: estigma; 6: antera.
- e) 1: antera; 2: filamento; 3: óvulos; 4: ovario; 5: estilo; 6: estigma.

Solución: d



- El 1 es la antera, donde se forman los granos de polen.
- El 2 es el filamento que soporta la antera.
- El 3, los óvulos, es decir, los gametos femeninos.
- El 4, el ovario, que contiene los óvulos.
- El 5, el estigma, que es la parte ensanchada del estilo.
- El 6 es el estilo, que es la parte intermedia del pistilo.

13. Una dieta equilibrada es la que aporta al organismo todos los nutrientes y la energía que necesita para realizar las actividades diarias. Las necesidades energéticas deben ser cubiertas por los glúcidos, los lípidos y las proteínas en las siguientes proporciones:

- a) Glúcidos: 30-35 %; lípidos: 10-15 %; proteínas: 50-55 %.
- b) Glúcidos: 10-15 %; lípidos: 30-35 %; proteínas: 50-55 %.
- c) Glúcidos: 50-55 %; lípidos: 30-35 %; proteínas: 10-15 %.
- d) Glúcidos: 50-55 %; lípidos: 10-15 %; proteínas: 30-35 %.
- e) Glúcidos: 40-45 %; lípidos: 30-35 %; proteínas: 30-35 %.

Solución: c

Para elaborar una dieta equilibrada hemos de tener en cuenta que debe ser una dieta mixta, es decir, ha de incluir alimentos de todos los grupos en la cantidad adecuada para asegurar el aporte necesario de los nutrientes, tiene que proporcionar la energía que necesitamos para realizar nuestras actividades diarias y ha de distribuir la procedencia de la energía, de modo que un 55 % debe proceder de los glúcidos, un 30 % de las grasas y un 10-15 % de las proteínas. Las grasas deben proceder de vegetales y de pescados azules.

14. En la mayoría de los animales las células no están en contacto con el exterior. Por ello, resulta imprescindible que existan unos órganos respiratorios que se encarguen de realizar el intercambio de gases. Indica el tipo de órganos que poseen los siguientes animales:

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Delfines | 2. Moscas |
| 3. Lombrices de tierra | 4. Mejillones |
| 5. Babosas | 6. Gambas |

- a) 1: pulmonar; 2: traqueal; 3: cutánea; 4: branquial; 5: pulmonar; 6: branquial.
- b) 1: pulmonar; 2: pulmonar; 3: cutánea; 4: traqueal; 5: branquial; 6: branquial.
- c) 1: branquial; 2: pulmonar; 3: cutánea; 4: traqueal; 5: pulmonar; 6: branquial.
- d) 1: pulmonar; 2: traqueal; 3: traqueal; 4: branquial; 5: cutánea; 6: branquial.
- e) 1: branquial; 2: traqueal; 3: traqueal; 4: branquial; 5: traqueal; 6: branquial.

Solución: a

La respiración pulmonar la presentan, dentro de los invertebrados, los caracoles terrestres o las babosas y, de los vertebrados, los anfibios adultos, reptiles, aves y mamíferos. Por tanto, el 1 y el 5 serán de respiración pulmonar.

La respiración traqueal la poseen los insectos, como por ejemplo las moscas. La cutánea o a través de la piel la tienen los anfibios y la lombriz de tierra. Por último, respiran por branquias los peces, larvas de anfibios y muchos invertebrados acuáticos, como los mejillones y las gambas.

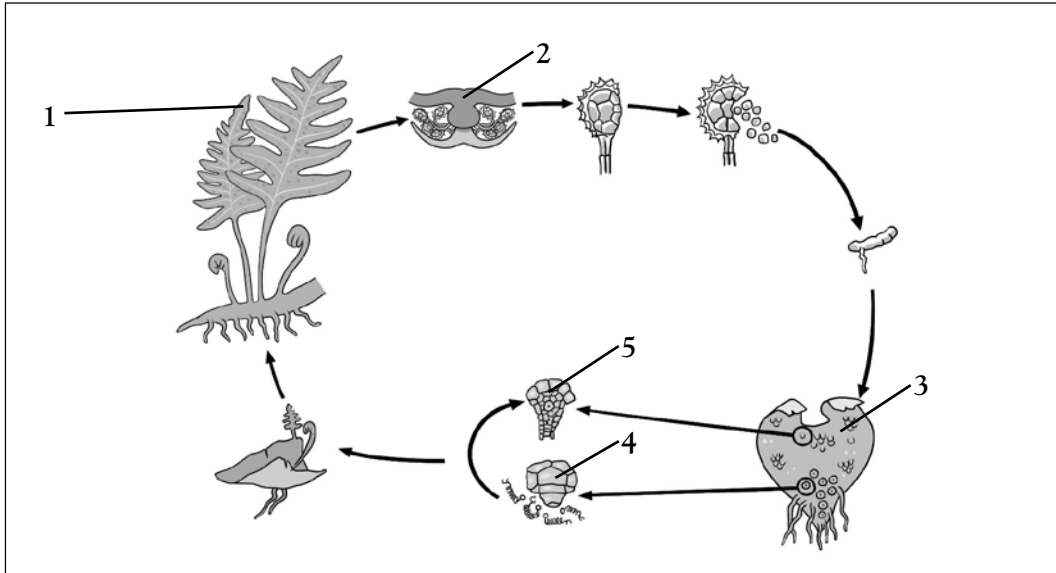
15. El latido cardiaco es el conjunto de sístoles y diástoles de los músculos del corazón. Durante estos movimientos las válvulas cardiacas se abren y cierran. De entre las siguientes opciones señala la única que no es correcta.

- a) En la sístole ventricular las válvulas mitral y tricúspide se cierran y las válvulas sigmoideas se abren.
- b) En la sístole auricular se abren las válvulas tricúspide y mitral.
- c) La diástole posibilita la entrada de sangre al corazón, por lo que las válvulas mitral y tricúspide se cierran.
- d) La sístole de las aurículas permite el cierre de las válvulas mitral y tricúspide y la apertura de las válvulas sigmoideas.
- e) La alternancia de los movimientos de sístole y diástole tiene lugar en fases sucesivas en las que las aurículas y los ventrículos se contraen y se relajan alternativamente.

Solución: d

Cuando las aurículas se contraen (sístole auricular), la sangre pasa de las aurículas a los ventrículos. Para eso deben abrirse las válvulas que las comunican, es decir, la mitral en el lado izquierdo y la tricúspide en el lado derecho. Los ventrículos se llenan y, por tanto, las válvulas situadas a la salida deben cerrarse. A la salida del ventrículo derecho está la válvula sigmoidea pulmonar que da acceso a la arteria pulmonar. A la salida del ventrículo izquierdo está la válvula sigmoidea aórtica en la arteria aorta.

16. Las Pteridófitas o helechos son plantas sin flores ni frutos que viven en lugares sombríos y húmedos. En su reproducción alternan una fase diploide con otra haploide. En esta imagen aparece su ciclo vital y tienes que sustituir los números por el nombre correspondiente.



- a) 1. esporofito; 2. soros; 3. gametofito; 4. anteridio; 5. arquegonio.
 b) 1. esporofito; 2. soros; 3. gametofito; 4. arquegonio; 5. anteridio.
 c) 1. esporofito; 2. arquegonio; 3. gametofito; 4. anteridio; 5. soros.
 d) 1. gametofito; 2. soros; 3. esporofito; 4. anteridio; 5. arquegonio.
 e) 1. esporofito; 2. gametofito; 3. soros; 4. arquegonio; 5. anteridio.

Solución: a

El (1) es el esporofito, la planta visible del helecho. Es normalmente un rizoma cuyos brotes tiene la hoja dividida. En el envés de dichas hojas se localizan los soros (2). Son los esporangios que contienen las células madre de las esporas ($2n$), las cuales por meiosis van a producir las esporas (n). Cuando los esporangios están maduros, se abren y dejan caer las esporas. Estas al germinar originan el gametofito (3), en el que se desarrollan los órganos reproductores masculinos o anteridios (4) y femeninos o arquegonios (5). La fecundación de los gametos masculino y femenino dará lugar a un nuevo esporofito.

17. La mancha amarilla o fóvea es la región de la retina más sensible a la visión. Está situada en el extremo posterior del diámetro ocular, por encima del punto ciego. ¿Por qué se perciben mejor los colores en ese lugar respecto a otro punto de la retina? Señala la respuesta correcta.

- a) Es una zona rica en células de los bastones.
 b) Es una región rica en células de los conos.
 c) Es la región de salida del nervio óptico.

- d) Es la zona donde la retina alcanza su máximo grosor.
- e) Es una región rica en células bipolares y ganglionares cuyos axones constituyen el nervio óptico.

Solución: b

Los fotorreceptores son células nerviosas modificadas situadas en la capa interna del ojo, es decir, en la retina. Se llaman conos y bastones. Los conos son los encargados de percibir los colores y los bastones perciben los tonos grises y negros. Eso se debe a los diferentes pigmentos que poseen, rodopsina y iodopsina. Por tanto, como en la mancha amarilla hay abundancia de conos, es la zona de máxima percepción de los colores.

En la salida del nervio óptico se encuentra el punto ciego de nula visibilidad porque no tiene conos ni bastones.

18. Si consideramos que las patatas están formadas casi exclusivamente por glúcidos (almidón) y por un 75 % de agua, calcula cuánta energía obtendríamos con 200 g de patatas.

- a) 85-100 kcal.
- b) 185-200 kcal.
- c) 375-400 kcal.
- d) 555-600 kcal.
- e) 750-800 kcal.

Solución: b

En 100 g de patatas hay 75 g de agua y 25 g de almidón. En 200 g de patatas, por tanto, habrá 50 g de almidón.

Si tenemos en cuenta que cada gramo de glúcido proporciona 3,75 kcal, multiplicamos $50 \times 3,75 = 187,5$ kcal. Se puede hacer el cálculo aproximado multiplicando por 4. De ese modo, $50 \times 4 = 200$ kcal.

19. El síndrome de Down se debe a la existencia de tres cromosomas, en lugar de dos, en el par 21. La probabilidad de que nazca un niño con dicho síndrome aumenta con la edad de la madre. Indica si alguna de las siguientes razones podría dar lugar a la existencia de dicho cromosoma supernumerario.

- a) Podría haber fallado la metafase de la meiosis I de alguno de los progenitores.
- b) Podría haber fallado la telofase de la meiosis II de alguno de los progenitores.
- c) Podría haber fallado la anafase de la meiosis I de alguno de los progenitores.
- d) Podría haber fallado la anafase de la meiosis II de alguno de los progenitores.
- e) Podrían ser correctas la c) o la d).

Solución: e

La meiosis es un tipo de división celular imprescindible para la formación de los gametos. Consta de dos mitosis, la primera es reduccional y la segunda es normal. En las profases, metafases o telofases no se separan ni los cromosomas completos (meiosis I) ni las cromátidas (meiosis II). Sin embargo, en las anafases de cada mitosis sí lo hacen, dirigiéndose cada grupo a un polo de la célula.

20. La insulina es:

- a) Una hormona de carácter proteico que se produce en el hígado y que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- b) Una hormona de carácter esteroideo que se produce en el hígado y que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- c) Una hormona de carácter proteico que se produce en el páncreas y que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- d) Una enzima de carácter proteico que se produce en el hígado y que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono.
- e) Una enzima de carácter proteico que se produce en el páncreas y que participa en el metabolismo de las grasas.

Solución: c

La insulina disminuye los niveles de azúcar en sangre. Se produce en los islotes de Langerhans del páncreas y actúa en el hígado favoreciendo la síntesis de glucógeno (hidrato de carbono) a partir de las glucosas que llegan procedentes de la digestión. La hormona antagónica es el glucagón, también proteica y cuya función es aumentar los niveles de glucosa en sangre.

21. ¿Qué es el asa de Henle?

- a) Un tubo en forma de U que sigue al tubo proximal y antecede al distal en la nefrona por el que el riñón reabsorbe agua.
- b) Un tubo recto que sigue al tubo distal y antecede al proximal en la nefrona por el que el riñón reabsorbe agua.
- c) Un tubo en forma de U que sigue al tubo proximal y antecede al distal en la nefrona por el que el riñón expulsa agua.
- d) Un tubo en forma de U que sigue al tubo proximal y antecede al distal en el hígado por el que discurre la bilis.
- e) Un tubo recto que sigue al tubo proximal y antecede al distal en la nefrona por el que el riñón reabsorbe principalmente metabolitos filtrados.

Solución: a

La unidad anatómica y fisiológica del riñón es la nefrona. Está formada por un conjunto de tubos epiteliales envueltos por capilares sanguíneos. Consta de la cápsula de Bowman, que engloba unos capilares sanguíneos constituyendo el glomérulo de Malpighi, y de una serie de túbulos contorneados proximal y distal

entre los cuales se encuentra el asa de Henle, un tubo en forma de U. En el glomérulo se filtra la sangre y a lo largo de los túbulos tiene lugar la reabsorción, es decir, la vuelta a la sangre de parte de lo que se filtró. La reabsorción de agua es muy importante, ya que de expulsarse causaría deshidratación. Esto está regulado por la hormona vasopresina de la hipófisis.

22. De las siguientes descripciones de seres vivos identificad la que no sea correcta:

- a) Los briófitos son vegetales que necesitan vivir en ambientes húmedos debido a que tienen que absorber agua por toda la superficie y a que los gametos (anterozoides) deben moverse en el agua.
- b) Los poríferos son animales sésiles que se alimentan por filtración del agua que les rodea, aprovechándose de las sustancias orgánicas disueltas.
- c) Los cnidarios son animales exclusivamente marinos que poseen en sus tentáculos unas células urticantes que se llaman cnidocitos.
- d) Los insectos son el grupo taxonómico más numeroso y diverso en cuanto a número de especies de todos los seres vivos descritos por los biólogos.
- e) La piña de los pinos no es considerada un fruto debido a que sus flores presentan los óvulos desnudos y no protegidos por un ovario.

Solución: e

Los pinos son árboles de la familia de las coníferas pertenecientes a las gimnospermas, plantas de semillas desnudas. La piña es un fruto con las semillas o piñones.

- El esporofito (árbol) produce meiosporas.
- En los conos masculinos, las células madre, por meiosis, dan lugar a las microsporas. Cada microspora se divide por mitosis y da un grano de polen (gametofito masculino).
- Los conos femeninos llevan escamas cada una con dos macrosporangios (primordios seminales) que por meiosis producen cuatro macrosporas, de las que tres degeneran y una crece por mitosis formando el saco embrionario (gametofito femenino).
- La fecundación da lugar al cigoto y este al embrión, que junto con el endospermo (del gametofito femenino) forma la semilla. Las semillas están dentro de la piña.

23. La relación entre presión arterial (pa), gasto cardiaco (gc) y resistencia periférica (rp) puede expresarse como $pa = gc \times rp$.

Todos los cambios siguientes podrían aumentar la presión arterial excepto:

- a) El aumento del volumen sistólico.
- b) El aumento de la frecuencia cardiaca.
- c) El aumento de la duración de la diástole ventricular.
- d) La contracción del músculo liso en las paredes de las arteriolas.
- e) La reducción del diámetro de las arteriolas.

Solución: c

La presión arterial es la presión que ejerce la sangre a su salida del corazón contra la pared de las arterias. Está entre 80 y 120 mmHg. La presión máxima se alcanza durante la sístole ventricular cuando la sangre sale por la arteria aorta y va disminuyendo a medida que nos alejamos del corazón. La presión mínima se alcanza cuando no sale sangre durante la diástole ventricular, ya que el ventrículo se está llenando.

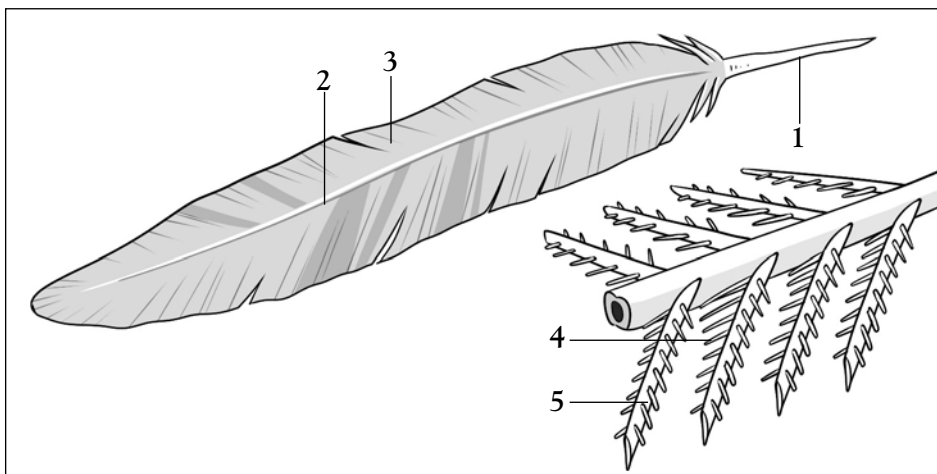
El gasto cardiaco resulta de multiplicar el ritmo cardiaco (70 latidos/min) por el volumen de sangre en cada latido (70 cm^3), lo que hace un total de 4900 cm^3 , es decir, casi 5 litros de sangre.

Resistencia vascular periférica es la fuerza que se opone al flujo sanguíneo al disminuir el diámetro, sobre todo de las arteriolas, y que está controlada por el sistema nervioso autónomo. Un aumento en la resistencia vascular periférica aumentará la presión en las arterias y viceversa.

Por tanto, todos los cambios excepto la diástole ventricular tienen que ver con el aumento de la presión arterial.

24. Identificad las partes correspondientes a esta pluma de ave.

- a) 1 → raquis, 2 → cálamo, 3 → barba, 4 → barbilla, 5 → barba.
- b) 1 → cálamo, 2 → raquis, 3 → barba, 4 → barba, 5 → barbilla.
- c) 1 → raquis, 2 → cálamo, 3 → barbilla, 4 → barba, 5 → barba.
- d) 1 → cálamo, 2 → raquis, 3 → barba, 4 → barbilla, 5 → barba.
- e) 1 → cálamo, 2 → raquis, 3 → barbilla, 4 → barba, 5 → barbilla.



Solución: b

Las plumas son unas estructuras queratinosas y epidérmicas que tienen como función evitar la pérdida de calor interno y proporcionar la capacidad de vuelo a las aves gracias a su facilidad de sustentación. Además, tienen otras funciones relacionadas con el apareamiento, el camuflaje, la comunicación, etc.

El eje de la pluma está dividido en dos partes: el cálamo, inserción hueca que se inserta en el cuerpo, y el raquis, eje de la parte externa de la pluma. A ambos lados del raquis surgen las ramificaciones denominadas barbas que, a su vez, se ramifican en barbillas con forma de ganchos y que se anastomosan unas a otras, generando la superficie alar necesaria para la sustentación en el vuelo.

25. Relaciona los científicos con el concepto más adecuado para ellos:

- | | |
|--|--|
| I. Selección natural. | a. Lamarck. |
| II. Mutaciones. | b. Darwin y Wallace. |
| III. Uso y desuso de los órganos. | c. H. de Vries, Bateson y Morgan. |
| IV. Equilibrio puntuado. | d. T. Dobzhansky. |
| V. Teoría sintética. | e. Gould, Eldredge. |

- a) (I.c) (II.b) (III.a) (IV.d) (V.e)
- b) (I.b) (II.c) (III.d) (IV.e) (V.a)
- c) (I.d) (II.a) (III.c) (IV.b) (V.e)
- d) (I.b) (II.c) (III.a) (IV.e) (V.d)
- e) (I.b) (II.c) (III.a) (IV.d) (V.e)

Solución: d

El francés Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), formuló la primera teoría de la evolución a tener en cuenta. El lamarckismo se basa en la teoría de caracteres adquiridos, esto es, el uso y desuso de órganos es el motor de la evolución ya que la función hace al órgano.

Más tarde los británicos Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russell Wallace (1823-1913) idearon, de forma separada, la teoría de la evolución basada en la selección natural de las especies. La selección natural se basa en que las condiciones del medio favorecen o dificultan la adaptación de los individuos de una especie, su reproducción y, por tanto, su supervivencia. En la selección natural, las ideas de la gradualidad evolutiva, así como la diversidad de individuos dentro de la especie son fundamentales.

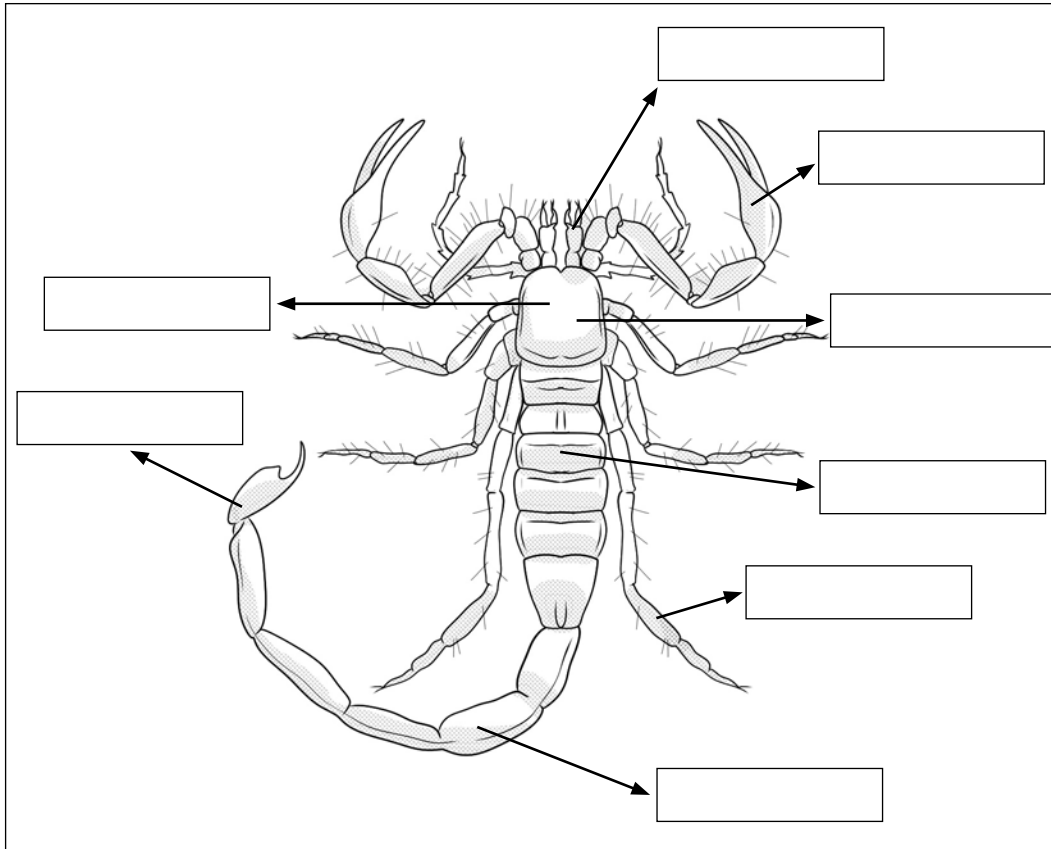
El holandés Hugo de Vries (1848-1935), el británico Willian Bateson (1861-1926) y el estadounidense Thomas Hunt Morgan (1866-1945) son considerados los padres de la genética moderna al redescubrir los trabajos olvidados de Mendel y relacionar la evolución de las especies con la genética, ya que proponen las mutaciones como motor de la evolución, una vez asentada la teoría cromosómica de la herencia.

El ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) fue un biólogo evolutivo muy importante por sus aportaciones a la genética y por el papel decisivo que desempeñó en la construcción de la teoría moderna de la evolución, también conocida como teoría sintética de la evolución, ya que fue con su obra *Genética y el origen de las especies*, de 1937, con la que empezó la formalización y establecimiento de las bases teóricas de la teoría evolutiva moderna.

El paleontólogo estadounidense Stephen Jay Gould (1941-2002) y el también estadounidense Niles Eldredge (n. 1943), experto en antropología, propusieron la teoría del equilibrio puntuado en 1972, en la que proponen que el ritmo de la evolución es discontinuo, apareciendo las nuevas especies de manera brusca, en relativamente poco tiempo; frente a la tesis gradualista darwiniana que invocaba un ritmo uniforme evolutivo.

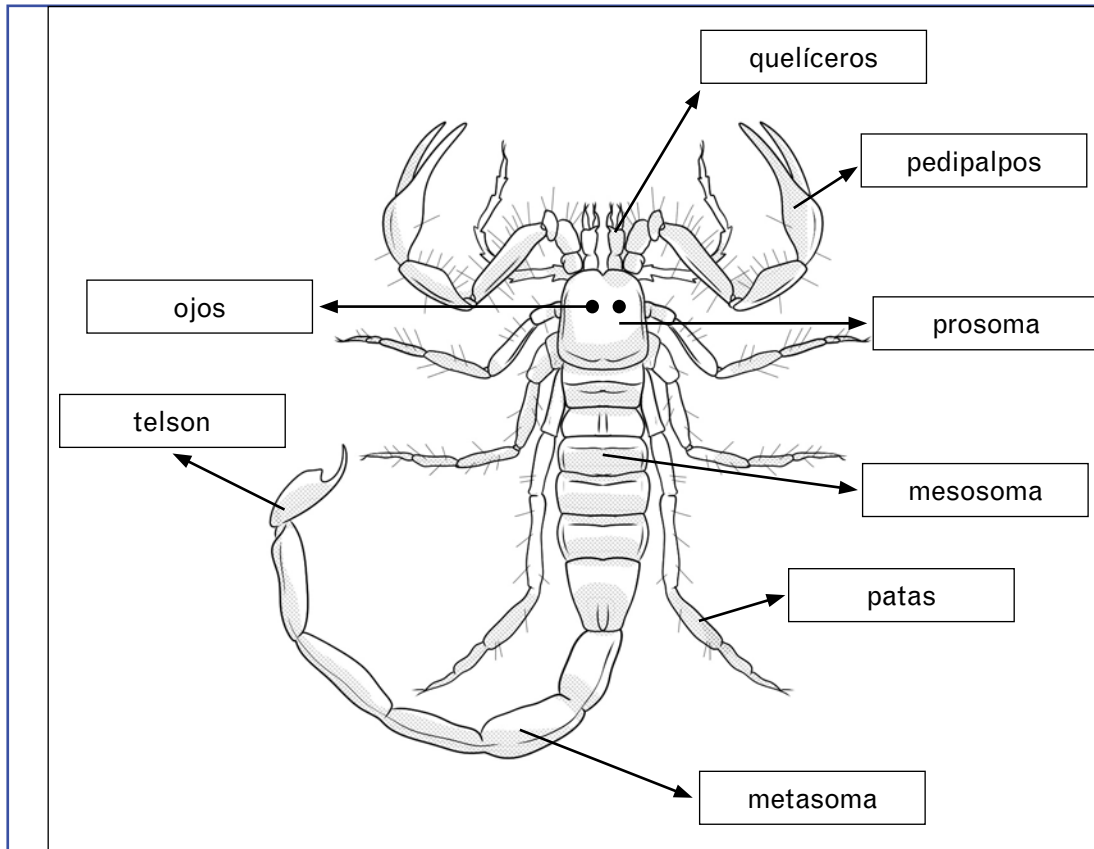
IX OLIMPIADA BIOLOGÍA (Preguntas cortas)

1. Los escorpiones son un grupo de arácnidos depredadores que viven en un amplio espectro de ecosistemas y que presentan una conocida anatomía. Por ello os pedimos que en los siguientes dibujos de la vista ventral y dorsal de un escorpión indiquéis las partes que vienen señaladas.



Solución

Los escorpiones son un grupo de animales invertebrados pertenecientes al subfilo quelicerados y al orden escorpiones, caracterizados por tener un par de apéndices en forma de pinza (los pedipalpos) y una cola acabada en un aguijón. Su cuerpo está dividido en tres segmentos: prosoma, desde donde parten las ocho patas marchadoras, los pedipalpos terminados en pinza y los quelíceros; el mesosoma, región intermedia que conecta las dos regiones; metasoma, parte final del cuerpo donde se encuentra el telson terminado en el temido aguijón.



2. El dueño de un bar de copas fue asesinado momentos antes de cerrar su establecimiento. En el lugar del crimen se encontró un vaso sin limpiar que se supone pudo pertenecer al asesino. La policía científica analizó la saliva del mismo e identificó la siguiente secuencia de ADN como la perteneciente al asesino:

5'.....ATG TCT CCC AAG GGT ATG TGA CAT...3'

La policía ha identificado a los últimos clientes del bar entre los que está supuestamente el asesino. Averiguad quién es el asesino comparando la secuencia de aminoácidos presentes en sus respectivas salivas, indicando los pasos que habéis seguido para su identificación.

		Segunda base					
		U	C	A	G		
P r i m e r a b a s e	U	UUU] - Fem UUC] UUA] - Leu UUG]	UCU] UCC] - Ser UCA] UCG]	UAU] - Tir UAC] UAA Alto UAG Alto	UGU] - CIS UGC] UGA Alto UGG Alto	U C A G	T e r c e r a b a s e
	C	CUU] CUC] - Leu CUA] CUG]	CCU] CCC] - Pre CCA] CCG]	CAU] - His CAC] CAA] - Glu CAG]	CGU] CGC] - Arg CGA] CGG]	U C A G	
	A	AUU] AUC] - Ile AUA] AUG Met inicio	ACU] ACC] - Tre ACA] ACG]	AAU] - Asn AAC] AAA] - Lys AAG]	AGU] - Ser AGC] AGA] - Arg AGG]	U C A G	
	G	GUU] GUC] - Val GUA] GUG]	GCU] GCC] - Ala GCA] GCG]	CCU] - Asp CCC] CCA] - Glu CCG]	CGU] CGC] - GLI CGA] CGG]	U C A G	

ACUSADO 1: Leu-Val-Arg-Lys-Arg-Leu-Met.

ACUSADO 2: Ser-Ala-Lys-Ala-Ala-Tyr-Arg-His.

ACUSADO 3: Met-Ser-His-Tre-Leu-Gli-Arg-His.

ACUSADO 4: Met-Leu-Ser-Lys-Ala-Met-Leu-Met.

Solución:

ACUSADO 3: Met-Ser-His-Tre-Leu-Gli-Arg-His

El ADN contiene la información para la síntesis de las proteínas necesarias para controlar el correcto funcionamiento de los seres vivos. Gracias al código genético se puede conocer la secuencia de ADN que codifica una proteína determinada y al revés, teniendo en cuenta que el mismo establece correspondencias entre tripletes de nucleótidos del ARNm y aminoácidos.

Para solucionar el misterio debemos convertir la secuencia problema de ADN a una secuencia de ARNm. Dicha secuencia quedaría así:

3'... UAC AGA GGG UUC CCA UAC ACU GUA... 5'

Si ahora hacemos la lectura de los tripletes en la dirección correcta, es decir, en sentido 5'... 3' siguiendo las normas de descifrado del código genético -cada triplete corresponde con un aminoácido -el acusado número 3 sería el asesino porque el ADN encontrado en la escena del crimen corresponde con la proteína hallada en las muestras de saliva de los acusados.

3. **En el Carbonífero Inferior (hace 325 m.a.) aparecieron los primeros grupos de reptiles que presentaban una serie de modificaciones, tanto fisiológicas como anatómicas. Esto les permitía desenvolverse sin problemas en el medio terrestre, donde la ausencia de agua era el factor limitante para cualquier población.**

¿Podéis indicarnos 5 modificaciones que tuvieron que sufrir este grupo de animales para adaptarse al medio terrestre?

Solución:

Las modificaciones necesarias para el cambio de forma de vida fueron:

- 1. Respiración pulmonar:** imprescindible para realizar el intercambio de gases en un medio terrestre. La concentración de gases en la atmósfera es superior a la que hay en agua pero la pérdida de agua corporal en este medio es mayor, lo que obliga a realizar toda una serie de adaptaciones fisiológicas para intercambiar gases evitando la pérdida del líquido elemento.
- 2. Extremidades para la locomoción:** la mayor acción de la gravedad, sin la ayuda de la fuerza de empuje del agua, obliga al desarrollo de extremidades adaptadas a levantar el cuerpo del suelo y permitir su movimiento. La adaptación se desarrolló con la modificación de las aletas y el desarrollo de las escápulas y caderas que permitirán la locomoción cuadrúpeda.

4. **Huevo amniota:** una adaptación que permite el desarrollo embrionario sin la necesidad de que el proceso se realice en un medio acuoso, como sí pasa en los peces y, en menor medida, en los anfibios. Es la manera de independizarse de la búsqueda de agua para la reproducción. De esta forma también aumenta la tasa de supervivencia de las crías por la protección extra que la cáscara del huevo les proporciona.
5. **Excreción sin pérdida de agua:** insistimos en que este es el mayor problema existente en el cambio de medio debido a su escasez. Por esa razón es necesario generar sustancias de desecho que no consuman mucha agua para su dilución y eliminación. Dichas sustancias son el ácido úrico y la urea, que permiten su excreción con menor gasto de agua, en comparación con el agua que es necesaria para diluir el amonio que excretan los peces.
6. **Estructuras cutáneas que impidan la transpiración:** a través de la piel se pierde una gran cantidad de agua que es necesario mantener en el interior del organismo. Para ello, los primeros colonizadores del medio terrestre desarrollaron estructuras córneas que impiden la transpiración. Dichas estructuras están constituidas por engrosamientos cutáneos que también son utilizados como sistemas de defensa e identificación.

4. Rellenad el siguiente cuadro indicando qué tipo de relación inter o intraespecífica se produce entre los distintos grupos de seres vivos que os presentamos a continuación.

EJEMPLOS	TIPO DE RELACIONES
La anémona y el pez payaso	Inquilinismo
Pez rémora y el tiburón	Comensalismo
Zorro y conejo	Depredación
Pólipos de coral y zooxantelas	Simbiosis
<i>Taenia solium</i> y humano	Parasitismo

Solución:

EJEMPLOS	TIPO DE RELACIONES
La anémona y el pez payaso	Inquilinismo. Es el tipo de relación en la que una especie encuentra acomodo vital en el interior de otra especie que le sirve de cobijo y protección. El pez payaso segrega una cubierta protectora en su piel que le permite resistir los cnidocitos urticantes de la anémona en la que vive y así no es atacado por el resto de peces del arrecife.

EJEMPLOS	TIPO DE RELACIONES
Pez rémora y el tiburón	Comensalismo. Es la relación en la cual un miembro de la misma se ve beneficiado sin perjuicio del otro. En el ejemplo dado, el pez rémora acompaña al tiburón alimentándose de los restos de comida sobrantes del tiburón. La relación es tan íntima que ha generado adaptaciones en el pez rémora como la presencia de una ventosa que le sirve para adherirse al tiburón en sus desplazamientos.
Zorro y conejo	Depredación. Es una relación de beneficio para un miembro y perjuicio para el otro conllevando su desaparición. Las especies depredadoras pueden ser monófagas, si predan sobre una sola especie, o polífagas, si sus objetivos son varios.
Pólipos de coral y zooxantelas	Simbiosis. Interacción biológica en la que los dos miembros obtienen beneficios. Se diferencia del mutualismo en la persistencia de la relación y lo íntima que puede llegar a ser, siendo vital para la supervivencia de las especies que la forman. En el ejemplo tenemos las algas simbiontes presentes en ciertos corales, y otros animales, que completan la alimentación de los mismos beneficiándose de protección y obtención de los nutrientes necesarios para la fotosíntesis.
<i>Taenia solium</i> y humano	Parasitismo. Es una relación en la que el parásito obtiene beneficio del hospedador sin llegar a producirle la muerte. Hay parásitos internos, como el del ejemplo, y externos, como las pulgas. Son causa de muchas enfermedades oportunistas en el hospedador por la merma en sus funciones vitales.

5. Identificad los fallos que se han introducido en el siguiente texto justificando brevemente la causa de su error.

Las levaduras son organismos unicelulares sencillos pertenecientes al reino Monera y son utilizados desde la Antigüedad por los seres humanos para elaborar numerosos productos alimenticios.

*La levadura más utilizada se denomina *saccharomyces cerevisiae*. Se utiliza en la producción de yogures, en la fabricación de bollos y pan y en la elaboración de vinos y cervezas.*

Está especializada en la fermentación celular de la glucosa que convierte en etanol y monóxido de carbono, los cuales son liberados al medio como productos de desecho. Esta reacción metabólica característica de los seres vivos heterótrofos quimio-organótrofos se realiza en la mitocondria de la levadura y es la causante de la esponjosidad de los bizcochos o el pan que tomamos por las mañanas.

Solución:

Las levaduras son organismos unicelulares sencillos pertenecientes al reino Monera y son utilizados desde la Antigüedad por los seres humanos para elaborar numerosos productos alimenticios.

Las levaduras son organismos unicelulares eucariontes, por lo tanto, no pueden pertenecer al reino Monera. Pertenecen al reino de los Hongos.

La levadura más utilizada se denomina saccharomyces cerevisiae.

El nombre científico está mal escrito según las reglas de nomenclatura binomial por presentar el nombre genérico en minúsculas. La forma correcta de nombrar las especies es mediante dos nombres: el genérico, que se escribe empezando por letra mayúscula y el específico empezado en minúscula, siendo el nombre completo anotado en cursiva o, en su defecto, subrayado. Por lo tanto, el nombre correctamente nombrado sería: *Saccharomyces cerevisiae*.

Se utiliza en la producción de yogures, en la fabricación de bollos y pan y en la elaboración de vinos y cervezas.

Para la fabricación de yogures no se utilizan estos microorganismos sino bacterias lácticas del género *Lactobacillus*. Para el resto de productos alimentarios sí se usa la levadura nombrada.

Está especializada en la fermentación celular de la glucosa que convierte en etanol y monóxido de carbono, los cuales son liberados al medio como productos de desecho. Esta reacción metabólica característica de los seres vivos heterótrofos quimio-organótrofos se realiza en la mitocondria de la levadura y es la causante de la esponjosidad de los bizcochos o el pan que tomamos por las mañanas.

El proceso metabólico que realiza la levadura, y que es aprovechado para la fabricación de distintos productos alimentarios, es una fermentación de tipo etélica, en la que se libera etanol y dióxido de carbono como productos de desecho. Este proceso no se realiza en la mitocondria sino en el citosol y tiene como objetivo regenerar el poder reductor gastado en la glucólisis, proceso previo para la obtención de energía a partir de la glucosa.

6. Busca el organismo que no guarda relación con el resto de sus compañeros de agrupación y explica el motivo.

- a) Urogallo, lince ibérico, lagarto gigante de El Hierro, quebrantahuesos y buitre leonado.
- b) Barracuda, tiburón, lucio, pez roca y caballito de mar.
- c) Bichos bola o cochinillas de humedad, nécora, garrapata, langostino, percebe.
- d) Gynkgo, ciprés, cactus, pino, abeto.

- e) Ornitorrinco, gallina, pingüino, koala, serpiente.
- f) Coleópteros, miriápodos, ortópteros, lepidópteros, hemípteros.

Solución:

- a) El buitre leonado es el animal que sobra de la relación debido a que es el único que no está en peligro de extinción actualmente.
- b) El pez sobrante sería el lucio debido a su hábitat dulceacuícola. Los restantes son marinos.
- c) Todos son artrópodos crustáceos salvo la garrapata, que es un quelicerado.
- d) Todos son representantes del grupo de las plantas gimnospermas salvo el cactus, que pertenece a las angiospermas.
- e) En esta relación el animal que desentona es el koala debido a que no es ovíparo como el resto, sino un mamífero marsupial.
- f) El miriápodo es el artrópodo de la lista que no comparte todas las características taxonómicas con el resto por no ser del orden Hexápoda, aun formando parte del grupo de los Unirrámicos.

7. Rellena los espacios con los conceptos correctos:

«Después de una comida abundante en, la
(cantidad de glucosa en sangre) se eleva por encima de sus niveles normales.

Como respuesta a dicho estímulo, las células del segregan
que es vertida a la sangre. Esto provoca la entrada de glucosa en las células
musculares y el, consiguiendo con ello disminuir los niveles de
glucosa en sangre. Cuando dicho nivel desciende, y se establecen los valores
normales, el deja de producir

Por el contrario, cuando la cantidad de glucosa en sangre desciende por debajo
de los límites normales, el segrega
Esta hormona estimula al para que sus células liberen glucosa,
que es vertida a la sangre».

Solución:

«Después de una comida abundante en **azúcares**, la **glucemia** (cantidad de
glucosa en sangre) se eleva por encima de sus niveles normales.

Como respuesta a dicho estímulo, las células del **páncreas** segregan **insulina**
que es vertida a la sangre. Esto provoca la entrada de glucosa en las células
musculares y el **hígado**, consiguiendo con ello disminuir los niveles de glucosa
en sangre. Cuando dicho nivel desciende, y se establecen los valores normales,
el **páncreas** deja de producir **insulina**.

Por el contrario, cuando la cantidad de glucosa en sangre desciende por debajo
de los límites normales, el **páncreas** segrega **glucagón**. Esta hormona estimu-
la al **hígado** para que sus células liberen glucosa, que es vertida a la sangre».

La glucemia es uno de los parámetros homeostáticos que el cuerpo debe regular y tener controlado en todo momento para que no sobrepase en ningún momento ciertos parámetros de seguridad que alterarían el funcionamiento del mismo. Los niveles óptimos de glucosa en sangre en ayunas son de 70 a 100 mg/dl. Por encima o por debajo de estos niveles se considera que los niveles están alterados y hablamos de:

- Hipoglucemia: cuando los niveles de glucosa en sangre están por debajo de ese valor.
- Hiperoglucemia: cuando los valores son superiores, lo que nos puede indicar que se sufre diabetes.

8. Relaciona las siguientes hormonas con las glándulas que los producen.

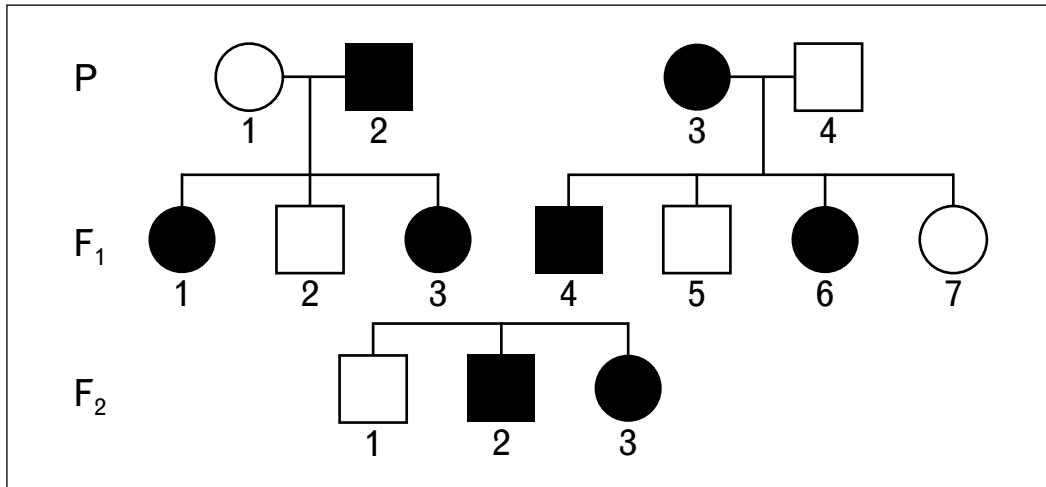
GLÁNDULA	HORMONA
1. Neurohipófisis	A. Adrenalina
2. Adenohipófisis	B. Cortisona
3. Tiroides	C. Oxitocina
4. Ovarios	D. Factores inhibidores o liberadores de la hipófisis
5. Testículos	E. Testosterona
6. Paratiroides	F. Calcitonina
7. Corteza de las cápsulas suprarrenales	G. Estrógenos
8. Páncreas	H. Hormona del crecimiento
9. Médula de las cápsulas suprarrenales	I. Parathormona
10. Hipotálamo	J. Glucagón

Solución: 1C, 2H, 3F, 4G, 5E, 6I, 7B, 8J, 9A, 10D

El sistema endocrino de los vertebrados está constituido por el conjunto de todas las glándulas endocrinas y sus secreciones, denominadas hormonas, y se halla estrechamente ligado al sistema nervioso. Las hormonas son moléculas que se liberan en las glándulas y ejercen su acción lejos de su zona de secreción, en las denominadas células diana, donde realizan su función reguladora.

Las glándulas están repartidas por el cuerpo y cada una se encarga de la producción de una determinada hormona con su función correspondiente. Las hormonas segregadas por las glándulas endocrinas regulan el crecimiento, el desarrollo y las funciones de muchos tejidos, y coordinan los procesos metabólicos del organismo.

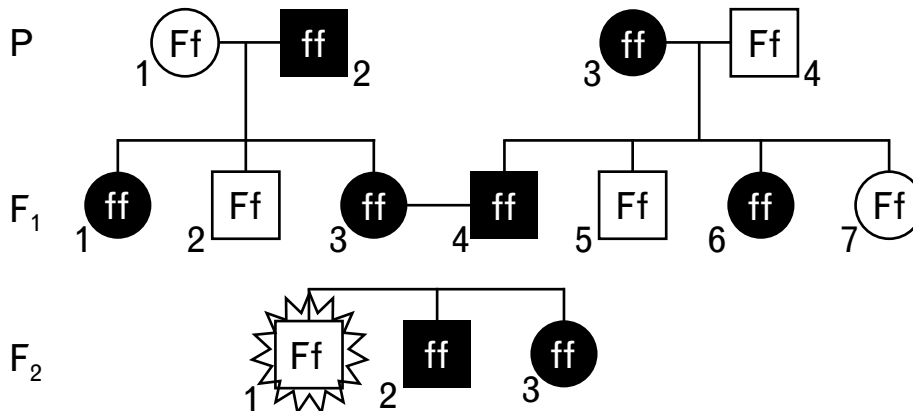
9. La fenilcetonuria es una enfermedad hereditaria causada por un alelo recesivo autosómico presente en el cromosoma 12. Averigüad si el siguiente pedigrí representa la transmisión del alelo que porta la enfermedad. Indica, en cualquier caso, los genotipos de todos los individuos. El color negro representa la persona enferma.



Solución:

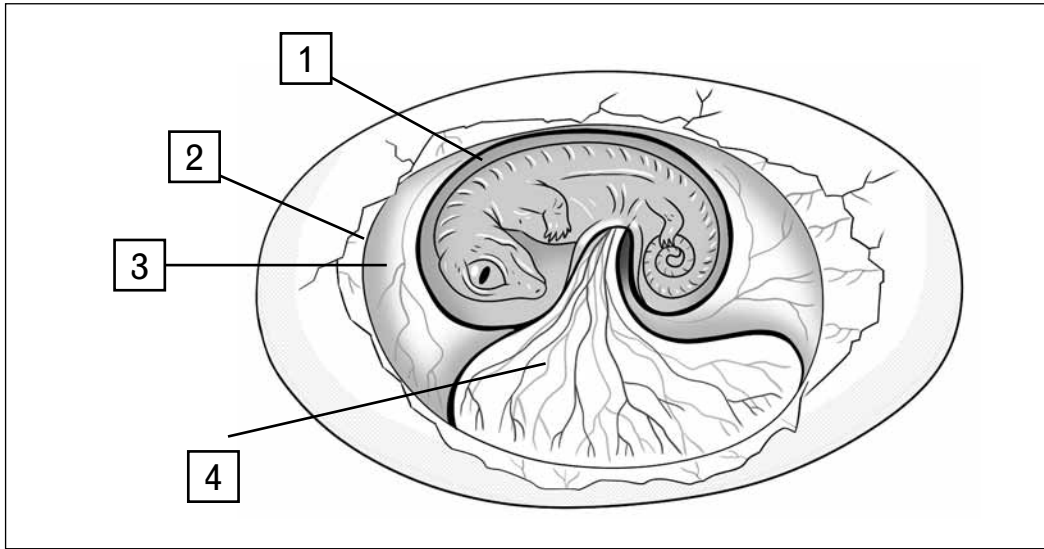
La fenilcetonuria es una enfermedad causada por la carencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa, lo que se traduce en la incapacidad de metabolizar el aminoácido tirosina a partir de fenilalanina en el hígado, lo que genera un aumento de concentración de una molécula tóxica para el sistema nervioso, ocasionando daño cerebral. Es una enfermedad congénita con un patrón de herencia recesivo, por lo que solo sufrirán la enfermedad los portadores de los dos alelos recesivos.

La resolución del pedigrí quedaría de la siguiente manera:



Se observa que es imposible que el individuo 1 de la F₂, marcado con la estrella, sea sano por presentar los progenitores la combinación de alelos recesivos en su totalidad. Por lo tanto, debería ser genotípicamente ff y estar enmarcado en un cuadrado de color oscuro.

10. El huevo de los amniotas contiene membranas especializadas para proteger al embrión denominadas amnios (AM), alantoides (AL), corion (CO) y saco vitelino (SV). El dibujo representa estas membranas extraembrionarias en el huevo con cáscara de un reptil. Señala cuál de las siguientes características corresponde a cada una y marca su posición en el dibujo.



Solución:

- 1.....= amnios
 2.....= alantoides
 3.....= corion
 4.....= saco vitelino

Los amniotas son un grupo de vertebrados que se caracterizan por la posesión del denominado huevo amniótico, ventaja evolutiva que permitió la conquista de la tierra por parte de este grupo animal, formado por reptiles, aves y mamíferos. Este huevo permite el desarrollo del embrión sin la necesidad de poner la puesta en el agua, como ocurre con sus antecesores los peces y los anfibios. Al independizarse de la inmersión en agua necesitan una serie de estructuras que suplan los requerimientos del embrión. Estas estructuras (modificadas en función de los grupos) son:

Amnios: envoltura llena de líquido donde crece el embrión. El amnios protege al embrión en una cavidad llena de líquido que evita la deshidratación y amortigua los golpes.

Alantoides: membrana encargada del intercambio gaseoso y de la excreción. El alantoides funciona como receptor de desperdicios metabólicos producidos por el embrión. Su membrana también funciona junto al corion como órgano respiratorio.

Corion: membrana que limita la transpiración de agua a través de la cáscara. El corion y la membrana del alantoides intercambian gases entre el embrión y el aire que lo rodea.

Saco vitelino: estructura que contiene el vitelo, a partir del cual se alimenta el embrión. El saco vitelino se expande sobre el vitelo, que es una acumulación de nutrientes almacenados en el huevo. Los vasos sanguíneos de la membrana del saco vitelino transportan nutrientes desde el vitelo hasta el embrión.

NOVENA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Autores:

**José Luis Díaz León, Javier Fernández-Portal Díaz del Río,
Marisa González Montero de Espinosa,
Consuelo Sánchez Cumplido**

Colaborador:

Rafael Roldán Pérez

Madrid, 4 de marzo de 2011

IX OLIMPIADA DE BIOLOGÍA

1. El 2011 está declarado como el Año Mundial de los Bosques, por esa razón es necesario saber cuáles son las causas de la pérdida de masas boscosas en España. De las siguientes causas que se describen indica cuál no es una causa de deforestación.
- Los incendios naturales provocados por los rayos y que arrasan grandes hectáreas de bosque.
 - El sobrepastoreo que obliga a talar espacios de bosques para tener espacio para el ramoneo del ganado.
 - La grafiosis, una enfermedad fúngica que afecta a los olmos (*Ulmus minor*), que reduce la masa forestal a nivel global.
 - La eutrofización de las aguas, causada por los nutrientes que llegan a los acuíferos y provocan la intoxicación de los árboles.
 - Los incendios intencionados que buscan vender la madera quemada y aumentar la superficie edificable.

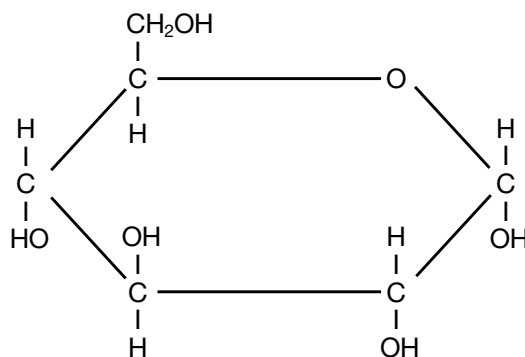
Solución: d

La deforestación es el proceso de degradación de las masas forestales que están sufriendo los bosques de nuestro planeta. Se calcula que perdemos alrededor de 5,2 millones de hectáreas por año de superficie forestal, según datos del PNUMA del año 2011. Aunque este dato es más preocupante en centro África, Asia y centro América.

Las razones de la deforestación son variadas: desde el sobrepastoreo y la expansión de terrenos para la agricultura; los incendios, tanto intencionados como fortuitos o naturales; las enfermedades que afectan a los árboles, como la grafiosis y otras; etc.

La eutrofización no es una causa de este problema ambiental, aunque es un gran problema de las masas de aguas continentales y empieza a serlo en las marinas. Es un tipo de contaminación que afecta a las masas de agua y está provocada por el vertido de gran cantidad de nutrientes (P, S y N principalmente) que rompen los equilibrios existentes en estos ecosistemas provocando su extinción. Pero no es una causa directa de la deforestación.

2. La α -D-glucopiranososa es un monosacárido cuya fórmula cíclica es la siguiente:



GLUCOSA (α -D-glucopiranososa)

Como todos los monosacáridos, tiene una serie de isómeros. De entre las siguientes afirmaciones destaca la correcta.

- a) La β -D-glucopiranososa es el enantiómero correspondiente.
- b) La α -L-glucopiranososa es su correspondiente anómero.
- c) La α -D-galactosa es un epímero en 4 de la α -D-glucosa.
- d) Los isómeros de la glucosa son 2^n siendo «n» el n.º de carbonos asimétricos, por tanto son un total de 8, ya que $n = 3$.
- e) Los anómeros se diferencian entre sí por la posición relativa del OH del carbono anomérico 1, siendo α la posición cis y β la posición trans en la proyección de Haworth.

Solución: c

La α -D-glucopiranososa es un anómero de la β -D-glucopiranososa que difiere en la posición del OH del carbono anomérico (C1). La posición cis corresponde a las formas β , y la posición trans corresponde a las formas α .

La α -L-glucopiranososa es un enantiómero de la α -D-glucopiranososa que es su imagen especular. Las formas D tienen el OH del C asimétrico más alejado del grupo carbonilo (cetona o aldehído) a la derecha. Las formas L lo tienen a la izquierda.

Los epímeros difieren en la posición relativa de los OH de carbonos asimétricos distintos del que sirve para determinar las formas enantiómeras D y L.

La glucosa tiene 4 C asimétricos, por tanto, el n.º de isómeros correspondiente es de 16.

3. La célula procariota es el tipo de organización celular más sencillo que existe. Sus estructuras tienen una serie de características muy peculiares. Entre las siguientes frases solo hay una que podemos considerar verdadera. Señala cuál.

- a) Todas las membranas plasmáticas de los organismos de organización procariota son exactamente iguales.
- b) Todos los microbiólogos reconocen la existencia de flagelos en las bacterias compuestas por tubulina.
- c) El único material genético bacteriano está en el cromosoma circular.
- d) Los pelos o pili son estructuras bacterianas que intervienen en el intercambio sexual entre células.
- e) La membrana plasmática de la célula procariota tiene fosfolípidos y colesterol.

Solución: d

La membrana de los procariotas no es igual en todos los casos. Concretamente las *Archaea* poseen bastantes diferencias en la composición de su bicapa lipídica. Los enlaces entre los ácidos grasos y las glicerinas son diferentes; es frecuente la presencia de isoprenos y algunas presentan una monocapa en vez de la bicapa, por unión de las dos cadenas de lípidos. Esto puede tener relación con su característica de organismos extremófilos que viven en condiciones extremas de temperatura o acidez.

Los flagelos de las bacterias son apéndices largos formados por un filamento móvil que se utiliza para el movimiento de la célula. Su estructura es diferente a la de los flagelos de eucariotas y está formado por la proteína flagelina.

En el plásmido se encuentran fragmentos pequeños de ADN extracromosómico de forma circular. Estos plásmidos pueden ser transferidos a otras bacterias a través de los pelos sexuales o pili.

La membrana plasmática de la célula procariota carece de colesterol u otros esteroides.

4. La administración de aspirina (ácido acetilsalicílico) está contraindicada durante los días de la menstruación de la mujer. Ello es debido a que:

- a) Interacciona con los estrógenos de modo que interfiere en la aparición de dicha hormona.
- b) La aspirina es un inhibidor de la síntesis de prostaglandinas y como estas están implicadas en el proceso de coagulación de la sangre, disminuiría la capacidad de recuperación de las paredes uterinas de la hemorragia menstrual.
- c) La aspirina es un ácido que actúa como inhibidor de las reacciones enzimáticas, ya que tiene una estructura similar a uno de los aminoácidos de la enzima encargada de fabricar la hormona progesterona.
- d) Los estrógenos y la progesterona son hormonas esteroideas que se ven alteradas por los cambios de pH debidos a la ingestión de la aspirina.
- e) Ninguna de las respuestas es válida, ya que no existe ninguna interacción entre aspirina y menstruación.

Solución: b

Las prostaglandinas son unos lípidos insaponificables derivados de la ciclación de algunos ácidos grasos poliinsaturados, como por ejemplo el ácido araquidónico (C 20:4). Poseen una gran variedad de acciones hormonales y reguladoras, entre otras la de provocar la vasodilatación periférica y como agregante plaquetario. Su síntesis es a partir de los ácidos grasos componentes de los fosfolípidos de la membrana. Se ha comprobado que el ácido acetilsalicílico, componente de la aspirina, inhibe su formación, de ahí su poder analgésico y antipirético. La aspirina es por tanto un antiagregante plaquetario.

5. En el ADN del erizo de mar, el 17,5 % de las bases son citosinas. ¿Qué porcentaje de las otras tres bases posee?

- a) G = 17,5 %; A = 32,5 %; T = 32,5 %.
- b) A = 17,5 %; T = 32,5 %; G = 32,5 %.
- c) G = 17,5 %; A = 16,25 %; T = 16,25 %.
- d) A = 27,5 %; T = 27,5 %; G = 27,5 %.
- e) G = 17,5 %; A = 17,5 %; T = 47,5 %.

Solución: a

En 1950, el checo-estadounidense Erwin Chargaff comprobó que en muchos organismos las cantidades de adenina y timina, por un lado, y citosina y guanina, por otro, eran aproximadamente iguales. Este y otros descubrimientos permitieron que el bioquímico estadounidense James Watson y el biofísico británico Francis Crick, que estaban trabajando en la Universidad de Cambridge, elaboraran el modelo de la doble hélice para el ADN.

Según la ley de Chargaff, se cumple que $A + G = C + T$.

Ya que el número de citosinas debe ser igual al de guaninas, $(C) = (G)$ base complementaria con la que forma puentes de H, la cantidad de G es igual a C, o sea 17,5 %. Por lo tanto, $A + T = 65 \%$, y como $(A) = (T)$, es decir el número de adeninas es igual al de timinas, su base complementaria, la cantidad de cada una de ellas es la mitad, 32,5 %.

6. ¿De qué puede estar compuesta la matriz extracelular de las células?

I. Polisacáridos

II. Glucoproteínas

III. Fosfolípidos

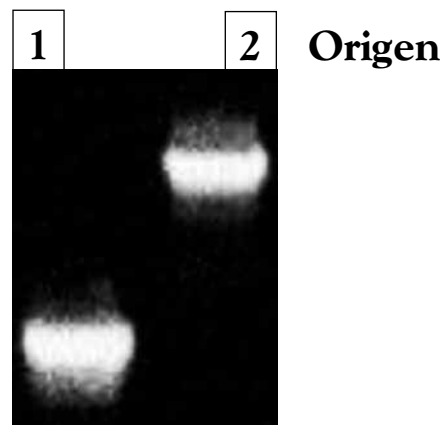
- a) I solo.
- b) I y II solo.
- c) II y III solo.
- d) I y II solo.
- e) I, II y III.

Solución: b

La matriz extracelular es el medio en el que se encuentran las células de los tejidos animales. Las propias células del tejido fabrican y segregan los compuestos de esta matriz, que son fundamentalmente proteínas, como el colágeno y la elastina, y polisacáridos, como los glucosaminoglucanos (GAG), entre los que se encuentra el ácido hialurónico. Los GAG se asocian a una cadena polipeptídica central, formando proteoglucanos.

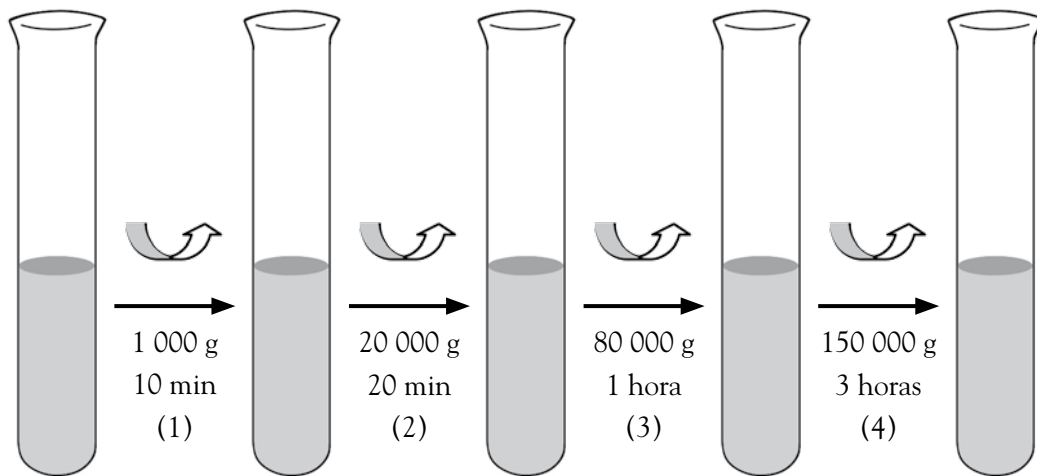
Por otra parte, los fosfolípidos son los principales constituyentes de las membranas celulares, no formando parte de la matriz extracelular.

7. La electroforesis es una técnica que permite separar biomoléculas a lo largo de un campo eléctrico en función de su tamaño y de su carga. La siguiente imagen de una electroforesis en gel presenta dos carriles. El ADN se carga en el gel, en el origen. Para separar los fragmentos, se aplica una carga negativa en el origen del gel. ¿Qué conclusión se podría extraer sobre los fragmentos de ADN a la vista de la imagen obtenida?



9. La centrifugación es una técnica que consiste en separar partículas de distinto tamaño. Se pretende hacer un fraccionamiento celular por ultracentrifugación y, para ello, se realizan cuatro centrifugaciones. Señala qué orgánulos sedimentan en cada una de ellas

- a) (1) mitocondrias; (2) microsomas; (3) ribosomas; (4) núcleos.
- b) (1) núcleos; (2) ribosomas; (3) microsomas; (4) mitocondrias.
- c) (1) ribosomas; (2) microsomas; (3) mitocondrias; (4) núcleos.
- d) (1) microsomas; (2) ribosomas; (3) núcleos; (4) mitocondrias.
- e) (1) núcleos; (2) mitocondrias; (3) microsomas; (4) ribosomas.



Solución: e

La centrifugación diferencial permite separar los componentes de la célula en función de la forma, tamaño y densidad. Las partículas mayores y más densas precipitan primero y, en sucesivas centrifugaciones de los sobrenadantes obtenidos, se van separando el resto de los orgánulos.

En el caso que nos ocupa, después de (1) quedarían en el sedimento los núcleos.

Seguidamente, se separa el sobrenadante y se centrifuga de nuevo en las condiciones (2). De este modo, en el precipitado se obtienen las mitocondrias. Así sucesivamente se lograría del sedimento (3) los microsomas y del (4) los ribosomas.

10. El agua es la molécula más abundante en la materia viva. Sus funciones biológicas están íntimamente relacionadas con su estructura química. Indica a qué característica del agua se debe el fenómeno de solvatación iónica.

- a) Alta fuerza de cohesión.
- b) Elevada constante dieléctrica.
- c) Bajo grado de ionización.
- d) Gran tensión superficial.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: b

La molécula de agua es eléctricamente neutra aunque sus átomos presentan diferente capacidad para atraer electrones. Así, los electrones de los dos hidrógenos están desplazados hacia el oxígeno, con lo que la molécula presenta un exceso de carga negativa (donde está el oxígeno) y de carga positiva, sobre los núcleos de los dos hidrógenos. Por esto dichas moléculas son dipolos y entre ellas se establecen puentes de hidrógeno.

La elevada fuerza de cohesión entre los puentes de hidrógeno de las moléculas de agua justifica que dicho líquido sea prácticamente incompresible. También explica que el agua posea una elevada tensión superficial, es decir, que su superficie oponga una resistencia a romperse.

La solvatación iónica es un fenómeno químico por el que las moléculas de agua, debido a su carácter polar, se colocan alrededor de los grupos polares del soluto y facilitan así su disociación en aniones y cationes. Este fenómeno se debe a la elevada constante dieléctrica que hace que el agua se oponga a las atracciones electrostáticas entre los iones del soluto.

11. Un tripéptido tiene en el extremo amino terminal un aminoácido con radical hidrófilo, en el extremo carboxilo terminal un aminoácido hidrofóbico y el central tiene un radical ácido. Elige los tres aminoácidos que podrían formar dicho tripéptido.

- a) Lisina, arginina y ácido aspártico.
- b) Alanina, valina y glicocola.
- c) Treonina, serina e histidina.
- d) Tirosina, ácido aspártico y leucina.
- e) Lisina, histidina y treonina.

Solución: d

Los aminoácidos se caracterizan por llevar, como mínimo, un grupo amino y uno carboxilo. Los grupos amino y carboxilo que quedan en ambos extremos de la cadena polipeptídica se llaman amino terminal y carboxilo terminal, respectivamente. Los residuos se numeran desde el aminoácido N terminal (izquierda de la cadena) hasta el C terminal, a la derecha.

Existen 20 aminoácidos que forman parte de las proteínas y otros 150 que no forman parte de ellas. Los aminoácidos proteicos se clasifican en función de la polaridad de sus radicales. En virtud de ello, son hidrofílicos la tirosina, glicocola, cisteína, serina, treonina, asparragina y glutamina. Son hidrófobos la prolina, leucina, isoleucina, alanina, fenilalanina, valina, metionina y el triptófano. Son ácidos el glutámico y el aspártico. Son básicos la lisina, la histidina y la arginina.

12. El mundo de los microorganismos es sumamente variado. Tienen diferentes tipos de nutrición, formas de vida, etc., y pertenecen a diversos reinos. ¿Qué tienen en común las diatomeas y los foraminíferos?

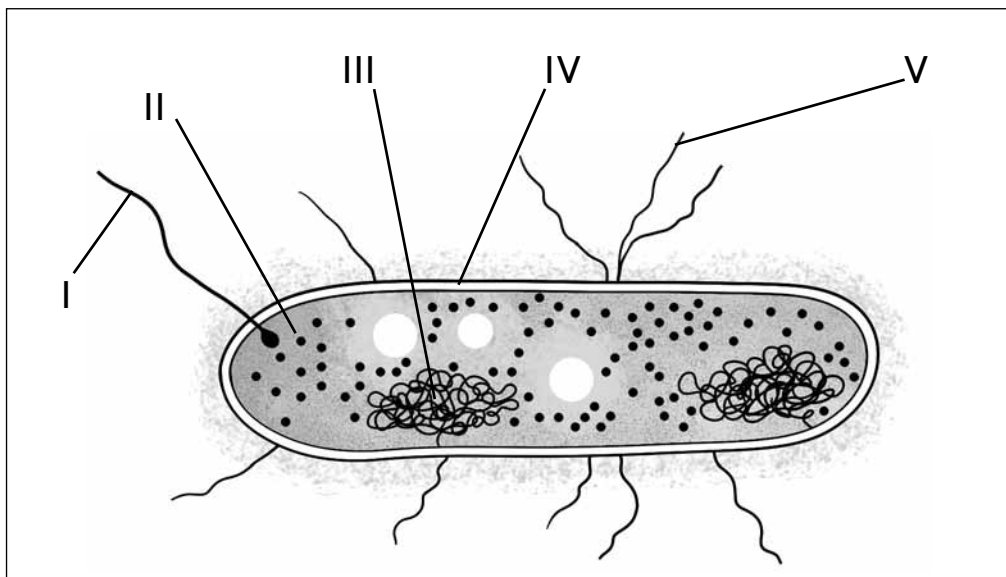
- a) Tienen un esqueleto calcáreo.
- b) Tienen un esqueleto silíceo.
- c) Ambos son heterótrofos.
- d) Forman parte del plancton marino.
- e) Pertenecen al reino Protocista. Ambos son protozoos.

Solución: d

Las diatomeas y los foraminíferos son un grupo de microorganismos que forman parte del plancton marino -seres vivos que se encuentran en suspensión y no se mueven por sí mismos sino por las oscilaciones de las masas de agua- y están clasificados dentro del reino Protocista. Estas son las únicas características que tienen en común, por lo tanto, el resto son diferencias:

- Aun perteneciendo al mismo reino, forman parte de grupos distintos, siendo algas las diatomeas y protozoos los foraminíferos.
- Las algas presentan alimentación autótrofa, y los foraminíferos, heterótrofa.
- El esqueleto externo que presentan también difiere en cuanto su composición: silíceo las diatomeas y calcáreo los foraminíferos.

13. El siguiente es un diagrama de un procariota.



¿Qué dos estructuras se requieren para la síntesis de proteínas en esta célula?

- a) III y IV.
- b) II y IV.
- c) II y III.
- d) I y II.
- e) I y IV.

Solución: c

Las estructuras señaladas en el diagrama son: I: flagelo; II: ribosomas; III: nucleóide o cromosoma bacteriano; IV: membrana plasmática, que puede estar, a su vez, rodeada de una pared celular bacteriana; V: pili, cuya función está relacionada con el intercambio de material genético.

Para que tengan lugar los procesos de transcripción y traducción, es decir, de síntesis de proteínas, son necesarios los ribosomas, que leerán las secuencias de ARNm, copia a su vez de la información que se encuentra en el ADN que forma el cromosoma bacteriano.

Con la información del ARNm, los ribosomas formarán las distintas combinaciones de aminoácidos que darán lugar a las proteínas.

14. La membrana plasmática presenta una permeabilidad selectiva, es decir, regula el paso de las moléculas químicas. De las siguientes relaciones selecciona la respuesta correcta.

- a) Urea → difusión facilitada.
- b) Glúcidos → difusión simple a través de canales.
- c) Iones calcio → difusión simple a través de canales.
- d) Bomba sodio-potasio → difusión facilitada.
- e) a, b y d son correctas.

Solución: c

La membrana plasmática permite el paso de moléculas de poco y de alto peso molecular. Las primeras, que son las que plantea la cuestión, pueden realizarse por transporte pasivo o activo, según se realice a favor o en contra de gradiente.

En el transporte pasivo existen dos mecanismos: la difusión simple y la facilitada. La simple es propia de moléculas solubles que se deslizan entre los fosfolípidos, como la urea.

La difusión simple a través de canales permite el paso de sustancias cargadas. Por último, la bomba sodio-potasio actúa en contra de gradiente y, por ello sería transporte activo.

15. La recombinación es un proceso que promueve nuevas combinaciones de alelos de los distintos genes en organismos con reproducción sexual. Indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) La recombinación no es un proceso estrictamente meiótico.
- b) Los machos de *Drosophila*, por ser aquiasmáticos, no presentan recombinación.
- c) La recombinación se produce exclusivamente a través de los quiasmas (*crossing over*).
- d) Hay dos procesos biológicos que producen gametos recombinantes: el sobrecruzamiento (*crossing over*) y la segregación cromosómica.
- e) La recombinación puede ocurrir en mitosis y en meiosis.

Solución: d

La meiosis es un tipo de división celular que tiene como objetivo producir células haploides, esto es, con la mitad de cromosomas, de manera que constituyan los gametos necesarios en los organismos con reproducción sexual.

Durante la meiosis, en su primera fase, sucede un fenómeno de recombinación génica consistente en el intercambio de material hereditario entre las cromátidas de cromosomas homólogos. Una de las cromátidas de cada cromosoma estará entonces formada por fragmentos alternos de procedencia paterna y materna. La consecuencia de esto será la existencia de cuatro cromátidas distintas en cada uno de los pares de cromosomas homólogos.

Si al proceso anterior le sumamos el fenómeno de segregación cromosómica, esto es, de separación de cada una de las cuatro cromátidas pertenecientes a un par de cromosomas homólogos que han experimentado el sobrecruzamiento en cuatro células haploides como resultado final de la meiosis, la variabilidad genética aumenta considerablemente, produciéndose un elevado número de combinaciones de los distintos alelos para un gen determinado.

En *Drosophila melanogaster*, los machos son aquiasmáticos, es decir, no entrecruzan, pero esto no significa que no recombinen, ya que sí experimentan la segregación clásica mendeliana para generar recombinantes.

16. Cierta orgánulo celular presenta características semejantes a las de determinados procariotas. Algunas de esas características son: genes con secuencias de bases muy semejantes, ribosomas 70 S, membrana carente de colesterol, ADN desprovisto de histonas, etc. El nombre de ese orgánulo y su probable origen respectivamente son:

- a) Retículo endoplásmico rugoso y cianobacterias primitivas.
- b) Cloroplasto y cianobacterias primitivas.
- c) Cloroplasto y bacterias quimiosintéticas.
- d) Mitocondrias y bacterias anaerobias.
- e) Aparato de Golgi y mitocondria.

Solución: b

Según la teoría de la simbiogénesis o endosimbiosis de L. Margulis sobre el origen de las células eucariotas, hubo varios procesos de endosimbiosis entre células procariotas primitivas aerobias y anaerobias, autótrofas y heterótrofas, como resultado de los cuales se formaron las células que dieron origen a los animales, por un lado, y a las plantas, por otro. Esta teoría ha acabado imponiéndose debido a las numerosas pruebas que se han aportado. Las mitocondrias serían primitivas bacterias aerobias. Los cloroplastos, primitivas cianobacterias, es decir, bacterias autótrofas fotosintéticas, etc. Ambos orgánulos contienen en su interior ADN circular y desprovisto de histonas, ribosomas procariotas 70 S, membrana interna similar a las procariotas, o sea sin colesterol, etc.

17. El estudio del origen y de la evolución celular ha dado lugar a numerosas hipótesis más o menos acertadas. De entre todas las afirmaciones siguientes, señala la única que es falsa:

- a) Hoy se acepta que las arqueas (arqueobacterias), como indica su nombre, son las más antiguas en la evolución celular, dando origen a bacterias y eucariotas.
- b) Las arqueas se parecen en algunos aspectos moleculares más a los eucariotas que a las bacterias.
- c) Arqueas y bacterias comparten una organización celular de tipo procariota.
- d) Solamente las eucariotas constituyen organismos verdaderamente pluricelulares.
- e) Las formas primitivas de las células denominadas protobiontes se diferencian, por un lado a las arqueas, y por otro a las eubacterias.

Solución: a

El árbol filogenético de la vida, según Woese, divide a los organismos en tres dominios, las bacterias por un lado y por otro las *Archaea* y los *Eukarya*. Bacterias y arqueas comparten organización celular procariota, pero las *Archaea* y los *Eukarya* son más próximos desde el punto de vista molecular. A pesar de su nombre, las arqueas no son el origen de bacterias y eucariontes, sino que los tres dominios comparten un antepasado común.

18. Los crustáceos son artrópodos típicamente acuáticos, si bien presentan algunas especies terrestres. ¿Cuáles son los factores limitantes principales que les han impedido conquistar plenamente el medio terrestre?

- a) La respiración, que al ser branquial les impide totalmente utilizar el aire atmosférico, y la reproducción, al tener la mayoría larvas acuáticas.
- b) La locomoción (por el principio de Arquímedes) y la reproducción, al tener la mayoría larvas acuáticas.
- c) La locomoción (por el principio de Arquímedes) y la respiración, que al ser branquial les impide totalmente utilizar el aire atmosférico.
- d) La excreción de amoníaco y la reproducción, al tener la mayoría larvas acuáticas.
- e) La respiración y la locomoción.

Solución: d

Ni la respiración ni la locomoción son factores determinantes para la vida terrestre, ya que las branquias se han convertido evolutivamente en sistemas semejantes a pulmones en algunos crustáceos; la locomoción (dificultada por el sostenimiento de todo el peso en el medio terrestre) se ha resuelto en muchos artrópodos reduciendo el tamaño y así se adaptan a un medio poco denso como el aire. Sin embargo, la excreción de amoníaco es muy inapropiada en la vida terrestre dada la cantidad de agua necesaria para la dilución hasta niveles tolerables del amoníaco, ya que es tóxico; igualmente, la reproducción ha de adaptarse a la vida terrestre, puesto que la inmensa mayoría de los crustáceos tienen larvas planctónicas. Tanto excreción como reproducción han sido procesos biológicos evolutivamente muy condicionados.

19. En los siguientes procesos: glucolisis, paso de piruvato a acetil-CoA y ciclo de Krebs, únicamente una pequeña porción de la energía acumulada en la glucosa se ha transformado en ATP. ¿Dónde está contenida la mayor parte de la energía que contenía dicho glúcido?

- a) NAD^+ y FADH_2
- b) NADH y FAD
- c) CO_2
- d) NAD^+ y FAD
- e) NADH y FADH_2

Solución: e

Los electrones y protones que se mueven en la glucolisis, paso de piruvato a acetil-CoA y ciclo de Krebs son aceptados por el NAD^+ y el FAD que se transforman en NADH y FADH_2 . Esta propiedad de ambos nucleótidos no nucleicos les permite intervenir como dadores de energía. Efectivamente, los electrones captados por NADH y FADH_2 se mueven a través de la cadena respiratoria, van pasando a niveles energéticos inferiores y, en consecuencia, liberan energía.

20. «El mal de las vacas locas pudo tener su origen en una suerte de canibalismo animal, es decir, vacas a las que se les puso en el pesebre harinas producidas a partir de despojos de sus compañeras rumiantes, cabras, ovejas o las propias vacas muertas. Así que, desde que en noviembre de 2000 el ministro de Agricultura Miguel Arias Cañete anunció la muerte entre temblores de la vaca Parrula, la legislación sobre las harinas animales se puso exigente, en línea con lo ocurrido en el resto de la UE». (El País, 08/04/2008). ¿De qué modo puede afectar el llamado mal de las vacas locas a los seres humanos? ¿Cuál es el agente causante?

- a) Causándoles la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob por medio de priones.
- b) Causándoles la llamada encefalopatía espongiforme bovina por medio de priones.
- c) Causándoles una enfermedad vírica llamada herpes bovino.
- d) Causándoles una enfermedad llamada lengua azul por medio de un virus.
- e) De ninguna manera, ya que esta enfermedad es exclusiva del ganado.

Solución: a

Los priones son agentes infecciosos constituidos por proteínas anómalas que producen alteraciones degenerativas en el sistema nervioso central. La encefalopatía espongiforme bovina (EEB) o mal de las vacas locas, el *scrapie* en las ovejas, y la variante humana de Creutzfeldt-Jakob son causadas por este tipo de partículas subvirales. Se cree que en la superficie de las neuronas hay determinadas proteínas relacionadas con la identificación celular. Por algún mecanismo que se desconoce, los priones modifican estas proteínas, provocándoles cambios conformacionales, o en la actividad de los genes que las codifican. Estos cambios se manifiestan en el tejido neuronal formando huecos que le dan aspecto de esponjas. El resultado es la muerte neuronal progresiva.

21. Señala cuál de las siguientes afirmaciones sobre los peroxisomas es correcta:

- a) Son orgánulos de doble membrana pertenecientes al sistema de endomembranas.
- b) Tienen un origen filogenético similar a las mitocondrias, pues ambos contienen ADN y se escinden por división.
- c) Se originan a partir del aparato de Golgi donde se carga de enzimas oxidasas y catalasas.
- d) En los tejidos que almacenan grasa de las semillas vegetales se denominan glioxisomas y contienen enzimas que transforman los ácidos grasos en hidratos de carbono.
- e) Son esenciales para la degradación de los plasmalógenos, los fosfolípidos de membrana dañados en células cardíacas y nerviosas.

Solución: d

Los peroxisomas son unos pequeños orgánulos de membrana sencilla, con varios tipos de enzimas (oxidasas, catalasas...) implicadas en varias rutas metabólicas, como la oxidación de distintas moléculas, aportando energía a la célula y ayudando a detoxificar moléculas tóxicas.

En semillas vegetales que están germinando, además los peroxisomas son responsables de la conversión de los ácidos grasos en glúcidos en el ciclo del glioxilato, denominándose en este caso a los peroxisomas, glioxisomas.

22. ¿Cuál de las siguientes respuestas señala correctamente la relación entre el proceso y la localización en la formación de piruvato?

	PROCESO	LOCALIZACIÓN
a)	Glucólisis	citosol
b)	Fotorrespiración	cloroplasto
c)	Fotosíntesis	citoplasma
d)	Fotosíntesis	cloroplasto
e)	Fermentación	mitocondria

Solución: a

El ácido pirúvico, también llamado piruvato en su forma iónica, es una molécula formada por tres átomos de carbono, resultado de la oxidación de la glucosa (formada por seis átomos de carbono) tras una sucesión de reacciones metabólicas producidas en el citosol de la célula y sin necesidad de oxígeno, cuyo conjunto recibe el nombre de glucólisis o ruta de Embden-Meyerhof.

El balance final de esta ruta, la glucólisis, es:



23. De los siguientes procesos indica cuáles pueden considerarse propios de organismos quimio-organotrofos:

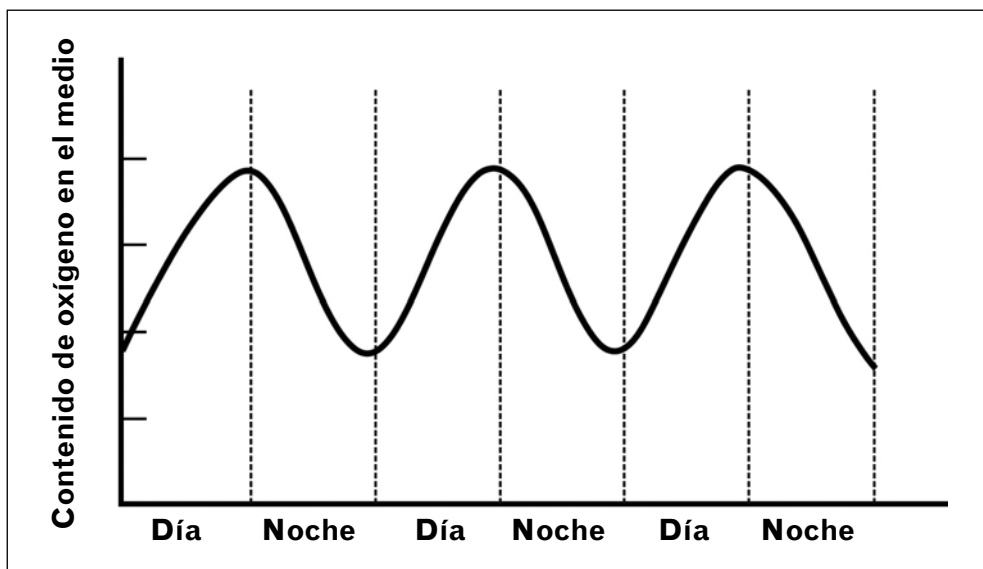
- a) Fermentación y ciclo de Calvin-Benson.
- b) Reducción de azufre inorgánico a orgánico.
- c) Vía de Embden-Meyerhof y hélice de Lynen.
- d) Síntesis de aminoácidos esenciales.
- e) Ninguna de las anteriores es correcta.

Solución: c

Los organismos quimioorganotrofos son aquellos seres vivos que utilizan como fuente primaria de energía la procedente de reacciones químicas que obtienen de moléculas orgánicas o reducidas. Dichos organismos incluyen a muchas bacterias, todos los animales y a los hongos.

De las reacciones propuestas solo cumplen los requisitos completos la Vía de Embden-Meyerhof o glucólisis y la hélice de Lynen. La fermentación sí es propia de esos organismos, pero al ir incluida con el ciclo de Calvin-Benson, propio de organismos autótrofos, quedaría anulada. Lo mismo ocurre con la síntesis de aminoácidos esenciales que es exclusiva de organismos autótrofos, mientras que la reducción de azufre inorgánico es propia de bacterias quimiolitotrofas.

24. La gráfica adjunta representa la variación del contenido de oxígeno en un cultivo de algas. ¿A qué se debe el aumento y disminución del contenido de oxígeno a lo largo del tiempo?



- a) A la mayor capacidad de disolución del oxígeno atmosférico en el agua durante el día.
- b) A la fotólisis del agua que tiene lugar durante el día.

- c) A la fotólisis del agua durante la noche.
- d) A la mayor actividad metabólica de las algas durante la noche.
- e) A la mayor fijación de CO₂ que libera más O₂.

Solución: b

En la etapa dependiente de la luz o fotoquímica de la fotosíntesis se produce la fotólisis del agua, que da lugar a la escisión de esta molécula en dos protones, dos electrones y la liberación de media molécula de O₂. Es decir, el oxígeno se libera durante el día.

La fijación de CO₂ nada tiene que ver con la producción de O₂, sino con la de azúcar que tiene lugar en el ciclo de Calvin, o sea, en la fase independiente de la luz.

- 25. Si se extrae el ADN del fago φX174, se encontrará que su composición es del 25 % de A, el 33 % de T, el 24 % de G y el 18 % de C. ¿Qué explicación encuentras en esta composición de bases?**
- a) El análisis del ADN está mal realizado ya que no sigue las reglas de Chargaff.
 - b) Al tratarse de un virus bacteriófago la proporción de las bases AT y CG no se rige por las leyes de Chargaff.
 - c) Se trata de un ADN monocatenario.
 - d) La proporción de A y G es prácticamente la misma, de manera que en estos virus A y G son bases complementarias.
 - e) Se trata de una cadena de ADN circular bicatenario que antes de duplicarse ha desdoblado una de sus cadenas para ser copiada.

Solución: c

Según la ley de Chargaff, el número de bases púricas es igual al número de bases pirimidínicas, ya que el número de bases A es igual al de bases T (su complementaria), y el número de bases G es igual al de bases C (su complementaria). Esto se cumple en un ADN bicatenario como los de la mayoría de los organismos. Sin embargo, sabemos que hay en los virus y formas de ADN monocatenario, así como ARN bicatenario.

En este caso, el porcentaje de A no coincide con el de T, ni el de G con el de C. Eso demuestra que no se trata de dos cadenas complementarias, sino de una sola.

- 26. Desde hace algún tiempo se vende en ciertos establecimientos un compuesto que promete reducir los excesos de grasa corporal, siempre y cuando se haga ejercicio tras su toma. En una página de Internet dedicada a las dietas de adelgazamiento se ha encontrado el siguiente artículo:**

«El aminoácido L-carnitina contribuye a oxidar las grasas favoreciendo su eliminación al utilizarlas como combustible. La función de la L-carnitina sería, pues, la de facilitar el uso de las grasas. Cuando estamos bajitos de L-carnitina, las grasas, al tener más dificultad en oxidarse, tenderían a quedarse o ser

eliminadas muy lentamente en nuestras células y torrente sanguíneo. Por eso la L-carnitina para adelgazar es eficaz pero también para combatir el colesterol y los triglicéridos».

Habiendo leído el texto, descubre el comentario correcto de entre los siguientes:

- a) La L-carnitina es una molécula eficaz porque es la encargada de transportar, por sangre, las moléculas de ácidos grasos.
- b) Los niveles de L-carnitina son fundamentales porque permiten a los ácidos grasos, reducidos a acil-CoA traspasar la membrana mitocondrial y ser degradados en la matriz.
- c) Uniéndose a las moléculas de acil-CoA permite su paso a la matriz mitocondrial, donde esos grupos acilo serán degradados totalmente.
- d) Es el transportador por excelencia de grupos acilo hacia el interior de las células acelerando el paso de las grasas al interior celular.
- e) La L-carnitina debe su éxito a que es una enzima especial de la β -oxidación que la regula y activa.

Solución: c

La L-carnitina es una proteína transportadora de grupos acilo localizada en la membrana interna de la mitocondria, que no en la membrana celular. Se encarga de introducir moléculas de acil-CoA a la matriz mitocondrial, y no acetil-CoA; para ser degradados en el proceso metabólico de la β -oxidación o espiral de Lynen. No se trata de una molécula propia del proceso catabólico. Se encarga solo del transporte con la ayuda de una translocasa, sin regular ni activar dicho proceso, solo facilitándolo.

27. En una barrica llena de mosto, se añade una porción de fermento compuesto por levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Durante la primera hora (P) se mantiene el caldo en un batido constante, después se cierra la barrica. Se aísla del aire exterior y se deja reposar durante un tiempo. Pasado suficiente tiempo (S), se vuelve a estudiar la mezcla y se observa la situación. Se toman medidas de consumo de glucosa y producción de ATP en los momentos P y S. Señala la frase correcta:

- a) En P se consume más ATP que en S, puesto que hay oxígeno.
- b) Durante P se producirá respiración aerobia y durante S se producirá respiración anaerobia.
- c) En S se producirá fermentación, de modo que se obtendrá más ATP que en P.
- d) Se producirá alcohol en S, mientras que en P no es posible.
- e) Las levaduras no hacen fermentación, son las bacterias las que fermentan.

Solución: d

La fermentación es un proceso de obtención de energía de organismos como algunas bacterias, levaduras y células animales, en la que en ausencia de oxígeno se oxida de manera incompleta la molécula de glucosa. Existen distintos tipos de fermentación, dependiendo del resultado de esta. La fermentación no es lo mismo que la respiración anaerobia, donde existe una cadena transportadora de electrones, a semejanza de la respiración aerobia, con la diferencia de que en la anaerobia el aceptor final no es el oxígeno.

Saccharomyces cerevisiae es una levadura, un hongo unicelular, del grupo de los ascomicetos, que tiene la capacidad de realizar la fermentación alcohólica a partir de los azúcares de la masa con que se hace el pan o del mosto de la uva, produciendo pan esponjoso o bebidas alcohólicas como el vino y la cerveza y generando dióxido de carbono y alcohol etílico o etanol. El primero es un gas que provoca que la masa del pan suba (y las burbujas del cava), mientras que el segundo es el origen de las bebidas alcohólicas. La fermentación proporciona energía a la levadura sin que sea necesaria la presencia de oxígeno.

EL rendimiento energético neto de la fermentación (dos moléculas de ATP por molécula de glucosa oxidada) es mucho menor que en condiciones aeróbicas (36 moléculas de ATP).

En el caso del ejercicio, en el tiempo P se produce respiración aerobia, mientras que en el caso S, en las condiciones de falta de oxígeno se produce la fermentación alcohólica, con menor producción de ATP por tanto, y producción de alcohol.

28. Supón que en el futuro un científico explora un planeta distante y descubre una forma original de ácido nucleico de doble cadena. Cuando este ácido se expone a la ADN polimerasa de *E. coli*, la replicación se produce en forma continua en ambas cadenas. ¿A qué conclusión puedes llegar en relación con la estructura de este ácido nucleico diferente?

- a) Las cadenas de ácido nucleico de doble cadena extraterrestre deben ser paralelas entre sí y tener la misma dirección.
- b) Las cadenas de ácido nucleico extraterrestre deben ser antiparalelas para que la replicación se produzca de manera continua en ambas.
- c) Las cadenas de ADN deben estar desprovistas de histonas para que se pueda leer de manera continua.
- d) No se puede concluir nada respecto de su estructura, ya que empleamos ADN polimerasa de un procarionte que no tiene relación con el organismo del que proceda el ADN extraterrestre encontrado.
- e) Son ciertas la a) y la c).

Solución: a

Una de las características de la replicación del ADN es que la síntesis es siempre en sentido 5' → 3'. La cadena nueva crece al unirse a su extremo hidroxilo 3' el grupo fosfato del nucleótido complementario, mediante un enlace fosfodiéster. La replicación es por tanto bidireccional, es decir, que a partir de un punto dado la replicación avanza hacia los dos lados pero de forma diferente.

Una de las hebras se sintetiza de manera continua pero la otra, que es antiparalela, necesita muchos puntos de iniciación, dando lugar a pequeños fragmentos (llamados de Okazaki) de 1000-2000 nucleótidos, cada uno de los cuales requiere su correspondiente cebador ARN.

Como el ADN extraterrestre al que se refiere la pregunta se ha sintetizado de manera continua en ambas hebras, hemos de suponer que se trata de un ADN con ambas cadenas paralelas en la misma dirección.

29. Dos estudiantes deciden repetir el experimento de Hershey y Chase con algunas modificaciones, para presentarlo a la Feria de la Ciencia. Marcan el nitrógeno del ADN en lugar del fósforo. ¿Por qué crees que fallará este experimento?

- a) No hay isótopos radiactivos del nitrógeno.
- b) El nitrógeno radiactivo tiene una vida media de 100 000 años, y el material sería demasiado peligroso.
- c) Griffith ya hizo este experimento.
- d) Aunque hay más nitrógeno en un nucleótido, los fósforos marcados tienen 16 neutrones más que el isótopo normal, de modo que será más radiactivo.
- e) No sería posible distinguir entre ADN y proteínas.

Solución: e

Alfred Hershey y Martha Chase, en 1952, mediante experimentos *in vivo* con el bacteriófago T2, demostraron definitivamente que el ADN es el material genético. Hicieron crecer una población de fagos en un medio con fósforo radiactivo para marcar selectivamente el ADN. Marcaron, además, las proteínas de la cubierta de otra población de fagos con azufre radiactivo. Cuando los fagos con proteínas marcadas infectaban las bacterias, el marcaje no aparecía ni en las bacterias ni en los nuevos fagos. Sin embargo, al infectarlas con fagos que contenían ADN marcado radiactivamente, el marcaje aparecía en ambos. Probaron así que el material genético de los fagos es ADN.

El experimento de Griffith sobre transformación bacteriana de 1928 se realizó con diferentes cepas del neumococo *Diplococcus pneumoniae* sobre ratones.

No sería posible distinguir entre ADN y proteínas si se marca el N, ya que ambas tienen nitrógeno. Sin embargo, el fósforo existe en el ADN pero no en las proteínas. El azufre solo existe en proteínas.

30. Entre las células de la línea linfóide se encuentran los linfocitos B y los linfocitos T. Indica cuáles de estas propiedades son de ambos tipos de linfocitos.

- a) Forman células plasmáticas.
- b) Maduran en el timo.
- c) Maduran en la médula ósea.
- d) Llevan en su membrana receptores para reconocimiento celular.
- e) Son responsables de la respuesta celular.

Solución: d

Los linfocitos se dividen en tres tipos: linfocitos T (maduran en el timo), linfocitos B (maduran en la médula ósea) y linfocitos citolíticos o células asesinas. Los primeros son los encargados de reconocer elementos extraños y crear memoria inmunológica. Los citolíticos tienen un papel importante en la lucha contra virus y tumores.

En la superficie celular de estos linfocitos hay moléculas que se usan como marcadores celulares. En las células B hay receptores específicos (BCR) que reconocen al antígeno y permiten que las células se activen transformándose en células plasmáticas que sintetizan anticuerpos específicos. En las células T hay receptores TCR que se asocian a otras moléculas de membrana denominadas complejos CD y otras moléculas correceptoras que varían según el tipo de linfocito T.

Los linfocitos B son responsables de la respuesta inmune humoral, es decir, la mediada por anticuerpos, mientras que los linfocitos T son responsables de la respuesta inmune celular.

31. Morgan y sus colaboradores, en el año 1911, estudiaron cómo se transmite el color del cuerpo y la longitud de las alas de la *Drosophila melanogaster*. Al cruzar genotipos dihíbridos, para ambos caracteres, resultantes del cruzamiento entre razas puras de color gris con alas normales y negro con alas vestigiales, obtuvieron los siguientes resultados:

Cuerpo gris y alas normales	41,5 %
Cuerpo negro y alas vestigiales	41,5 %
Cuerpo gris y alas vestigiales	8,5 %
Cuerpo negro y alas normales	8,5 %

¿Qué explicación le dieron los autores a estas cifras?

- a) Que los genes estaban ligados, pero dicho ligamiento no era total.
- b) Que los genes estaban ligados, pero dicho ligamiento era total.
- c) Hay recombinación genética entre los genes implicados.
- d) La herencia es poligénica.
- e) Son correctas la a) y la c).

Solución: e

Pensaron los autores que los genes implicados en la transmisión de estos caracteres (color de los ojos y tamaño de las alas) estaban situados en el mismo cromosoma, es decir, que estaban ligados. Pero si el ligamiento fuera total, el resultado habría sido 50 % de moscas grises y alas normales y 50 % de cuerpo negro y alas vestigiales.

Morgan y colaboradores dedujeron entonces que este ligamiento no era total. Por tanto, es cierta la respuesta a). Al mismo tiempo, concluyeron que las cifras se debían a que había existido recombinación genética en el sobrecruzamiento de la profase I.

32. De una determinada especie de mamífero se tienen preparaciones de tejido cardiaco (miocardio) y de tejido del páncreas, en las que se aprecian numerosas células. ¿Cuál de los dos tejidos tendrá células con mayor abundancia de mitocondrias? ¿Cuál tendrá más ribosomas?

- a) Más ribosomas el tejido cardiaco, más mitocondrias el pancreático.
- b) Más ribosomas y más mitocondrias el pancreático.
- c) Más ribosomas y más mitocondrias el cardiaco.
- d) Más ribosomas el pancreático y más mitocondrias el cardiaco.
- e) Ambos tendrán un número parecido de mitocondrias y de ribosomas.

Solución: d

Las células del tejido muscular cardiaco necesitan mucha energía en forma de ATP para el movimiento de contracción muscular. Las mitocondrias son los orgánulos encargados de proporcionar esa energía.

Las células del tejido pancreático son de tipo glandular con secreciones proteicas tanto de carácter exocrino como endocrino. La síntesis de proteínas tiene lugar en los ribosomas, de ahí la mayor abundancia de estos orgánulos en este tipo de células.

33. La ley del equilibrio genético fue demostrada en 1908 por el matemático Hardy y por el médico Weinberg. Este principio solo se cumple en determinadas condiciones ideales de una población. ¿Reconoces aquí alguna de ellas?

- a) Que la población no esté genéticamente aislada de otras.
- b) Que actúe la selección natural.
- c) Que los cruzamientos se produzcan al azar.
- d) Que la población tenga un tamaño pequeño.
- e) Ninguna respuesta es correcta

Solución: c

La ley de Hardy-Weinberg solo se cumple en determinadas condiciones de estabilidad de la población. Estos requisitos ideales son: primero, que el tamaño de la población sea suficientemente grande. En segundo lugar, que la población esté genéticamente aislada. En tercer término, que no actúe la selección natural. Por último, que los cruzamientos entre organismos sean totalmente al azar.

34. Las aneuploidías son unas mutaciones genéticas en las que los organismos afectados presentan un cromosoma de más o de menos. Indica la respuesta correcta que relaciona el síndrome humano con la mutación ocurrida.

- a) Edwards → trisomía 13; patau → trisomía 18; Klinefelter → dos cromosomas X y uno Y; Turner → un cromosoma X.
- b) Edwards → trisomía 18; patau → trisomía 13; Klinefelter → dos cromosomas X y uno Y; Turner → un cromosoma X.
- c) Edwards → trisomía 13; Patau → un cromosoma X; Klinefelter → dos cromosomas X y uno Y; Turner → trisomía 18.
- d) Edwards → trisomía 18; Patau → trisomía 13; Klinefelter → un cromosoma X; Turner → dos cromosomas X y uno Y.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: b

Las mutaciones pueden clasificarse en función del mecanismo que origina el cambio en el ADN. Dicha variación puede afectar a la secuencia de nucleótidos de un gen (mutaciones génicas), a la colocación de los genes de un determinado cromosoma (cromosómicas) o al número de cromosomas (genómicas). Estas últimas, a su vez, pueden catalogarse en euploidías, si se altera el número de dotaciones cromosómicas, y aneuploidías.

Por su parte, los tipos más frecuente de aneuploidías son trisomías, si los individuos poseen un cromosoma de más, y monosomías, si es de menos. Son trisomías los síndromes de Edwards (18), de Patau (13) y de Klinefelter (XXY). Sin embargo, el de Turner es monosomía (X).

35. Las inmunoglobulinas (Ig) son proteínas plasmáticas formadas por 4 cadenas polipeptídicas, dos pesadas (H) y dos ligeras (L). En los mamíferos existen cinco tipos que difieren en la estructura de las H. Relaciona cada Ig con su cadena pesada correspondiente

- a) Ig A → ε; Ig D → δ; Ig E → α; Ig G → γ; Ig M → μ
- b) Ig A → α; Ig D → δ; Ig E → ε; Ig G → γ; Ig M → μ
- c) Ig A → δ; Ig D → γ; Ig E → μ; Ig G → ε; Ig M → α
- d) Ig A → γ; Ig D → μ; Ig E → δ; Ig G → α; Ig M → ε
- e) Ig A → μ; Ig D → α; Ig E → γ; Ig G → ε; Ig M → δ

Solución: b

Los anticuerpos son sustancias producidas por los linfocitos B o células derivadas de ellos, que están presentes en el plasma sanguíneo u otros fluidos biológicos. Son capaces de reconocer específicamente a los antígenos y formar complejos antígeno-anticuerpo para frenar la toxicidad del antígeno que el organismo detecta como perjudicial. Son proteínas del grupo de las globulinas que, por sus propiedades inmunológicas, se llaman inmunoglobulinas.

Las Ig A son monómeros o dímeros con cadenas H tipo α . y ϵ . La Ig D son monómeros con cadenas tipo δ , las Ig E son también monómeros que llevan cadenas ϵ , las Ig G son igualmente monómeros con cadenas γ y las Ig M son pentámeros con μ .

36. En la fotosíntesis se usa la energía lumínica para descomponer moléculas de agua. ¿Qué productos se forman y cuál es el nombre de la reacción?

	PRODUCTOS FORMADOS	REACCIÓN
a)	Hidrógeno y ATP	Fotolisis
b)	Protones, electrones y oxígeno	Fotolisis
c)	Hidrógeno y ATP	Hidrólisis
d)	Hidrógeno y oxígeno	Hidrólisis
e)	Hidrógeno y NAD ⁺	Hidrólisis

Solución: b

El agua absorbida por las raíces de la planta llega a los cloroplastos de las células que realizan la fotosíntesis. Allí, mediante un proceso enzimático, se rompe su molécula, rindiendo protones, que quedan en el espacio luminal del tilacoide, electrones y el oxígeno molecular que pasa a la atmósfera, haciendo posible la existencia de vida aerobia en la tierra.

El concepto de fotolisis hace referencia a esta rotura de la molécula de agua por causa de energía luminosa procedente del sol, ya que un fotón con energía suficiente puede descomponer los enlaces de la molécula, alterando su composición y dando lugar a los protones, electrones y al oxígeno.

37. Los microbios patógenos alteran el funcionamiento normal del cuerpo y son responsables de las enfermedades infecciosas. Señala la respuesta correcta que relaciona la patología con el microorganismo causante de ella.

- a) Peste bubónica → virus; Candidiasis → hongos; Poliomiélitis → protozoos; Toxoplasmosis → bacteria.
- b) Peste bubónica → bacteria; Candidiasis → protozoos; Poliomiélitis → virus; Toxoplasmosis → hongos.
- c) Peste bubónica → bacteria; Candidiasis → hongos; Poliomiélitis → virus; Toxoplasmosis → protozoos.
- d) Peste bubónica → protozoos; Candidiasis → bacteria; Poliomiélitis → hongos; Toxoplasmosis → virus.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: c

La infección es una enfermedad producida en el organismo por la invasión de gérmenes patógenos. Dicho proceso infeccioso puede ser originado por virus, hongos, bacterias, protozoos, priones, etc., los cuales producen daños al hospedador. Ante la presencia de antígenos el sistema inmunitario del individuo fabrica anticuerpos, los cuales anulan o destruyen a los antígenos.

La peste bubónica está producida por la bacteria *Yersinia pestis*. La candidiasis está originada por la levadura *Candida albicans*. La poliomielitis la origina el poliovirus y la Toxoplasmosis la produce el esporozoo *Toxoplasma gondii*.

38. En la serie policíaca CSI Las Vegas, en la que el comandante Greeson siempre encontraba las pruebas más complicadas e irrefutables para encarcelar a los asesinos, se hizo famosa una técnica genética denominada PCR. De los siguientes comentarios de la técnica PCR elige la opción que no sea cierta:

- a) La PCR es una técnica que permite clonar tantas veces como se quiera una secuencia de ADN en muy poco tiempo.
- b) En esta técnica se utilizan ARN polimerasas procedentes de bacterias termófilas.
- c) Se utiliza para estudiar muestras forenses que contienen poca cantidad de ADN o en mal estado de conservación.
- d) Consiste en romper los enlaces de hidrógeno de las cadenas y generar copias de las mismas cuando están separadas.
- e) Se basa en la posibilidad de desnaturalizar el ADN por calor sin cambiar su secuencia de nucleótidos.

Solución: b

La PCR (reacción en cadena de la polimerasa) es una técnica de análisis que tiene como objetivo realizar tantas copias como sean necesarias a partir de una muestra total o parcial de ADN procedente de diversas fuentes, como las forenses, paleontológicas, pruebas de paternidad, etc.

Esta técnica se basa en la repetida desnaturalización por calor de la muestra de ADN, que conlleva la separación en dos cadenas y que van a servir de molde para la generación de sendas copias mediante la utilización de nucleótidos y ADN polimerasas resistentes al calor, procedentes de bacterias termófilas. Este proceso de hibridación de las nuevas cadenas y desnaturalización se repite tantas veces como sea necesario en función de la cantidad de ADN que tengamos que sintetizar.

39. Cuando se realizan estudios de diversidad entre poblaciones, se observan determinados marcadores para conocer cuál ha sido la población originaria con respecto a la otra. Esos marcadores son variaciones de la secuencia originadas por mutaciones puntuales que se han ido generando a lo largo de la evolución.

Te mostramos dos secuencias de las mismas regiones de ADN pertenecientes a dos poblaciones distintas para que nos ayudes a identificar el tipo de mutación que se presenta. Para ello, de las siguientes opciones, elige la que sea correcta.

1.ª Población: GATGGTCGTCAGACGTAC

2.ª Población: GATAGTCGGTAGTCGTAC

- a) Se observa 1 transición y 3 transversiones.
- b) Hay las mismas transversiones que transiciones: 2.
- c) Hay 1 transversión y 3 transiciones.
- d) Se presentan 2 transiciones, 1 transversión y 1 inserción.
- e) Ninguna de las anteriores es correcta.

Solución: b

Las mutaciones son cambios que se presentan en el material hereditario y que pueden transmitirse a la descendencia. Según la extensión del material genético afectado, las mutaciones pueden ser: génicas, si producen cambios en la secuencia de un gen determinado; cromosómicas, si afectan a la disposición de los genes de un cromosoma; genómicas, si alteran aumentando o disminuyendo el número de cromosomas característicos de una especie.

El caso que nos ocupa trata de las mutaciones génicas, las cuales se pueden clasificar a su vez en:

- Sustitución de unas bases por otras, como las transiciones -se sustituye una base púrica por otra púrica o pirimidínica por pirimidínica- o las transversiones, en las que una base púrica se sustituye por una pirimidínica o al revés.
- Corrimiento de la pauta de lectura por inserción de una base o delección o pérdida de otra.

En el caso del ejercicio tenemos dos transversiones -de T a G y A a T- y dos transiciones -de G a A y de C a T-.

40. En el proceso de replicación del ADN intervienen una gran cantidad de enzimas para realizar su labor de manera correcta, debido a la importancia del proceso en el cual son partes protagonistas.

Para ello te pedimos que coloques ciertas enzimas necesarias para la replicación en el orden en que deben aparecer en el proceso.

- a) Helicasa, girasa y topoisomeras, primasa, SSB, ADN ligasa.
- b) Helicasa, girasa y topoisomeras, SSB, primasa, ADN ligasa.
- c) Girasa y topoisomeras, helicasa, SSB, primasa, ADN ligasa.
- d) Girasa y topoisomeras, helicasa, primasa, SSB, ADN ligasa.
- e) Helicasa, girasa y topoisomeras, primasa, ADN ligasa, SSB.

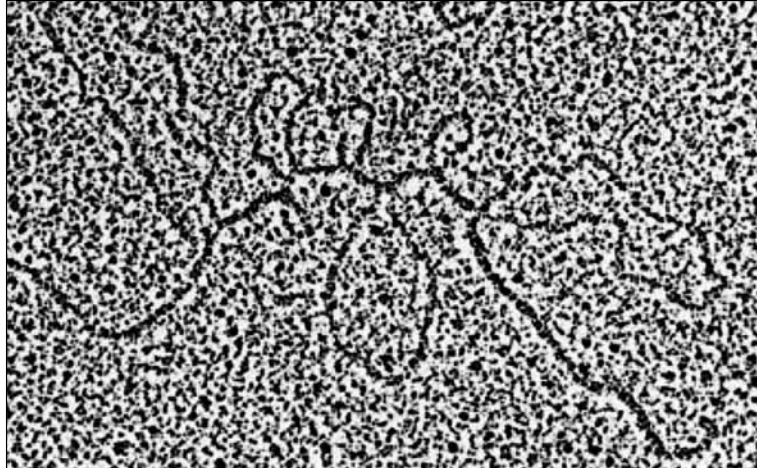
Solución: b

El proceso de replicación del ADN es el paso previo para la multiplicación celular y es imprescindible que el proceso se realice de la manera más fidedigna posible, para lo cual hay toda una legión de moléculas que controlan y regulan el proceso. En procariontes la replicación está dividida en dos fases:

- La de iniciación, en la cual el material genético se prepara para su copia e intervienen las helicasas que rompen los puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas, abriendo las hebras como si de una cremallera se tratase. Las girasas y topoisomerasas se encargan de disipar las tensiones generadas por la torsión de las hebras de ADN, evitando su ruptura. Para evitar que las cadenas recién separadas se vuelvan a juntar, las proteínas SSB se colocan a ambos lados de la horquilla de replicación haciendo de tensores de los extremos.
- La fase de elongación, en la que las enzimas ADN polimerasas y sus tipos se encargan de la copia de las cadenas, generando una hebra líder y otra retardada gracias a la intervención de los cebadores que permiten la acción de dichas enzimas. Debido a la presencia de cebadores de naturaleza ribonucleica, en mayor número en la hebra retardada, es necesario que una enzima denominada ADN ligasa los una a las cadenas de ADN para hacer de ellas un continuo.

Posteriormente habrá una corrección de errores por parte de otras enzimas específicas para dar por terminado el proceso.

41. Para estudiar la expresión de un gen, se hibridaron muestras de ARN con el ADN correspondiente. Se obtuvo la siguiente imagen de microscopía:



Indica qué afirmación explica mejor lo que se observa:

- En la imagen se observa bien la hebra mixta de ADN con ARN, aunque al hacer la preparación se ha retorcido un poco la hebra y por eso se ven lazos.
- Es imposible llegar a ver una molécula de ADN o ARN con tanta resolución, de modo que no puede ser cierta esta imagen.
- La hibridación no es completa y hay zonas que no están hibridadas, ya que no eran complementarias.
- Las burbujas corresponden a las regiones del gen que no se traducirán, y por eso la hibridación no es completa.
- El ARN no puede hibridar con el ADN.

Solución: d

Un gen es un fragmento de ADN que contiene información para que los aminoácidos constituyentes de una proteína se unan en un determinado orden, dando lugar a dicha proteína. Como la síntesis de proteínas se realiza en los ribosomas, es necesaria la existencia de una molécula que actúe como intermediaria entre el núcleo de las células eucariotas, donde se encuentra el ADN, y el ribosoma.

Esta molécula es el ARN mensajero (ARNm), que se formará en un proceso de transcripción. Debido a la complementariedad de las bases nitrogenadas, el ADN se transcribe a ARN.

Posteriormente, en organismos eucariotas, el ARNm sufre una maduración al estar los fragmentos traducibles de los genes fragmentados, constando cada gen de intrones (que no se traducirán) y exones. La maduración consiste en la eliminación de los intrones y la unión de los exones mediante un procedimiento denominado *splicing*.

Por lo tanto, el ARNm resultante de la maduración es más corto que el gen de ADN del que fue transcrito, ya que han sido eliminados los intrones sobrantes. Si se realiza una hibridación entre el ARNm y su ADN original, únicamente hibridarán las secuencias correspondientes a los exones, quedando como «burbujas» las zonas del gen sin hibridar, es decir, los intrones. Esto es lo que se puede observar en la anterior fotografía, realizada con las técnicas de microscopía electrónica, que permiten observar estas estructuras moleculares utilizando miles de aumentos.

42. Las fitohormonas son hormonas vegetales capaces de regular determinados fenómenos fisiológicos de las plantas. El ácido abscísico es una de ellas y se caracteriza porque:

- a) Es un inhibidor del desarrollo de las yemas.
- b) Provoca la activación del cambium.
- c) Interviene en los tropismos.
- d) Favorece la caída de las hojas, flores y frutos.
- e) Todas las respuestas son correctas.

Solución: a

Las fitohormonas son sustancias producidas por células no específicas de las plantas y que pueden actuar o bien donde se generan o trasladarse a otros lugares, a través de los vasos conductores. Su función es muy parecida a la de las hormonas animales, aunque presentan particularidades propias. Controlan diversas actividades de los vegetales, como el crecimiento, la floración, la germinación, el tamaño de los frutos, la cicatrización de las heridas, etc. Las más importantes son el ácido abscísico, las auxinas, las giberelinas, las citocininas y el etileno.

El ácido abscísico tiene efectos contrarios a otras fitohormonas del crecimiento. Sus funciones son: en primer lugar, impedir el crecimiento y desarrollo de la planta. Además, inhibe tanto la germinación de las semillas como el desarrollo de las yemas. El etileno origina la caída de las hojas, flores y frutos. Las auxinas provocan la activación del cambium e intervienen en los tropismos.

43. Entre las células del sistema inmunitario, desempeñan un papel muy importante los linfocitos. Un modo de diferenciar las poblaciones de estas células es conocer los antígenos que presentan en superficie. Las principales subpoblaciones de linfocitos T maduros, que se llaman respectivamente colaboradores y citotóxicos, son:

- a) CD1 y CD4.
- b) CD2 y CD7.
- c) CD3 y CD5.
- d) CD4 y CD8.
- e) Ninguno de los anteriores.

Solución: d

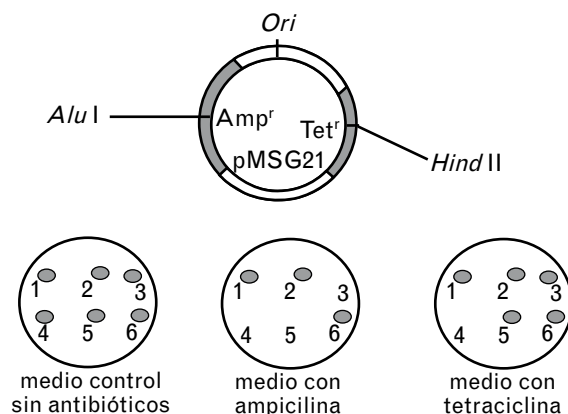
Los linfocitos T maduran en el timo, no pueden producir anticuerpos y son los responsables de coordinar la respuesta inmune celular. Estas células sanguíneas, con sus receptores de membrana, descubren antígenos que se encuentran en la superficie de otras células.

Los linfocitos T tienen como receptores de membrana los denominados CD (*cluster of differentiation*) que, tanto en el caso de colaboradores como de citotóxicos, son glucoproteínas. En concreto, los linfocitos colaboradores llevan los CD4, que es una glucoproteína monomérica, y los citotóxicos los CD8, que es una glucoproteína dimérica.

44. En un experimento de ingeniería genética se usó el plásmido pMSG21, que posee genes para la resistencia a ampicilina y tetraciclina, y además sitios de restricción *Alu I* y *Hind II* como se muestra en la figura.

Además tenemos un determinado ADN que queremos incorporar en el plásmido.

El plásmido y ese determinado ADN son cortados con *Alu I*, e incubados para posteriormente incorporar los plásmidos recombinantes en *E. coli* mediante transformación. ¿En qué colonias (indica el número) es seguro que se encuentran bacterias que contienen el plásmido recombinante?



- a) Hay bacterias que contienen el plásmido recombinante en las cepas 3, 4 y 5.
- b) Hay bacterias que contienen el plásmido recombinante en las cepas 1, 2 y 6.
- c) Hay bacterias que contienen el plásmido recombinante en las cepas 1, 2, 3, 5 y 6.
- d) Hay bacterias que contienen el plásmido recombinante en las cepas 3 y 5.
- e) Hay bacterias que contienen el plásmido recombinante en la cepa 4.

Solución: d

Según los resultados expuestos, las cepas 1, 2 y 6 son resistentes a ampicilina, lo que significa que el gen que codifica esta resistencia no ha sido cortado por la enzima de restricción Alu I. Por lo tanto, no se ha recombinado el ADN que queremos incorporar. Las opciones b) y c) quedan descartadas.

La cepa 4 no es resistente a la tetraciclina ni a la ampicilina, lo que nos hace pensar que no tiene insertados en el plásmido a estudiar ninguno de los genes resistentes a ambos antibióticos. Descartamos por consiguiente las opciones a) y e).

Las cepas 3 y 5 sí tienen insertados los genes resistentes, pero no crecen en presencia de ampicilina, luego se ha insertado el ADN que queremos recombinar en el sitio de restricción Alu I, formando el plásmido recombinante.

45. En su ensayo *Investigación sobre las causas y los efectos de la viruela vacuna* Edward Jenner describe la siguiente experiencia:

«Para observar mejor cómo evolucionaba la infección, inoculé la viruela vacuna a un niño sano de ocho años. La vacuna procedía de una pústula del brazo de una ordeñadora, a quien había contagiado la vaca de su señor. El 14 de mayo de 1796 se la inyecté al niño a través de dos cortes superficiales en el brazo, cada uno de los cuales tenía la anchura de un pulgar.

Para cerciorarme de que el niño, levemente infectado por la viruela vacuna, había quedado realmente inmunizado contra la viruela humana, el 1 de julio le inyecté materia virulosa que había extraído con anterioridad de una pústula humana. Se la apliqué profusamente mediante varios cortes y punturas, pero no dió lugar a ningún ataque de viruela».

De las siguientes opciones elige la que describe correctamente la experiencia anterior:

- a) Se trata de una inmunización pasiva que genera memoria inmunológica gracias a la introducción de preparados de antígenos víricos.
- b) El texto narra la primera experiencia de vacuna, que consiste en la inyección de preparados con anticuerpos que proporcionan resistencia ante infecciones de viruela por la creación de memoria inmunológica.
- c) Lo que se inoculara en el niño es una vacuna que proporciona anticuerpos que servirán para curar la enfermedad una vez que se ha infectado de ella.
- d) La vacuna de la viruela vacuna proporciona los antígenos necesarios para inmunizarse ante la viruela humana generando células memoria.
- e) Ninguna de las anteriores es cierta.

Solución: d

El ejercicio exige el conocimiento de los distintos tipos de sistemas de inmunización o, lo que es lo mismo, la inducción artificial de resistencia o inmunidad ante un determinado agente antigénico.

De esta manera, tenemos dos tipos de inmunización: la pasiva, que consiste en dar protección frente a una enfermedad en curso, mediante la inyección de un suero que contiene los anticuerpos necesarios para detectar y eliminar la enfermedad y que no genera memoria inmunitaria por no desarrollar una respuesta inmune; la inmunización activa, que, mediante la inyección de una vacuna previa al desarrollo de la infección, desencadena una respuesta inmune y, en consecuencia, memoria inmunitaria. Dicha vacuna contiene antígenos purificados que protegen al organismo tratado ante futuras infecciones.

46. Los científicos, dirigidos por Felisa Wolfe-Simon, han descubierto una bacteria capaz de cambiar completamente el arsénico por fósforo hasta el punto de que incluso incorpora arsénico en su ADN. Se conoce como la bacteria de la sal, y es un miembro de la familia *Halomonadaceae* de las protobacterias, procede de Mono, un lago tóxico y salobre de California. De entre las siguientes afirmaciones señala la correcta:

- a) Sin necesidad de tener más datos se puede afirmar que esta bacteria no tendrá pared celular, dado que se trata de una bacteria primitiva.
- b) Dado que en esta bacteria el arsénico sustituye al fósforo, en sus proteínas, los aminoácidos seguramente quedarán unidos por enlaces «arsénico diéster».
- c) Esta bacteria, si es extremófila como parece, debemos incluirla dentro del grupo de las Eubacterias.
- d) Si no tiene pared celular es porque la concentración de sales de su citoplasma es igual a la del lago en que vive.
- e) No podemos afirmar ninguna de las anteriores.

Solución: e

La pared celular es característica de todos los tipos de bacterias excepto de los micoplasmas (que no es el grupo de la bacteria descubierta por Wolfe-Simon). Por lo tanto, las opciones a) y d) quedarían descartadas.

Según Wolfe-Simon, al sustituir el fósforo por arsénico, este podría incorporarse en su ADN, no en sus proteínas, donde los enlaces entre los aminoácidos son peptídicos entre sus grupos amino y sus grupos carboxilo. La opción b) también se descarta.

Aunque la bacteria descubierta por Wolfe-Simon pertenece al dominio bacteria, la mayoría de los organismos extremófilos pertenecen al dominio *Archaea*. Eliminamos la opción c) entonces.

En julio de 2012, la revista científica norteamericana *Science* publicó las conclusiones de unas investigaciones que refutan los resultados del estudio de Wolfe-Simon, demostrando que la bacteria descubierta (llamada GFAJ-1) necesita pequeñas cantidades de fosfato para crecer, no pudiéndose sustituir el fósforo por arsénico para sobrevivir.

47. El balance hídrico de los vegetales está determinado por dos factores importantes. El primero, el aporte de agua en función de la humedad del suelo y, el segundo, la pérdida de dicha sustancia por transpiración. Señala la respuesta que indica el camino seguido por el agua desde que entra por las raíces hasta que sale por las hojas.

- a) Pelos absorbentes → parénquima cortical → xilema → periciclo → endodermis → estomas.
- b) Pelos absorbentes → parénquima cortical → periciclo → endodermis → xilema → estomas.
- c) Pelos absorbentes → parénquima cortical → endodermis → periciclo → floema → estomas.
- d) Pelos absorbentes → parénquima cortical → endodermis → periciclo → xilema → estomas.
- e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: d

El agua se incorpora a la planta por las raíces, pero la máxima absorción se realiza a través de los llamados pelos radicales o absorbentes. Ya dentro de las células epidérmicas, el agua se va desplazando hacia las zonas más internas de la raíz; así atraviesa primero el parénquima cortical y después la endodermis o capa más interna de la corteza.

A continuación pasa por el periciclo, que es el tejido que rodea al sistema vascular, y luego el agua alcanza los vasos del xilema. Por el floema circula la savia elaborada, desde las hojas al resto de la planta que no fotosintetiza.

El agua, junto con iones y moléculas disueltas, asciende por los conductos leñosos y llega a las hojas. Allí, a través de los estomas, se pierde una parte de ella por transpiración.

48. Un intermediario ha comprado una partida de fresas de Huelva, y se encuentra con un problema de huelga general de transportes. Debe mantener almacenada la partida de fresas más tiempo del que inicialmente previó. Se le plantea la posibilidad de favorecer la conservación de esta fruta mediante la utilización de cierta hormona vegetal:

- a) Giberelinas.
- b) Citoquininas.
- c) Etileno.
- d) Auxinas.
- e) Ácido abscísico.

Solución: b

Las fitohormonas u hormonas vegetales son producidas en distintos puntos de la planta, teniendo distintos efectos en esta.

En hortofruticultura se realiza un uso de las distintas hormonas vegetales según se desee controlar el crecimiento y/o la maduración de frutos y hortalizas. Así, si queremos retrasar la maduración de la planta, se utilizará citoquinina, fitohormona producida en los ápices de las raíces fundamentalmente. Para el caso contrario, la maduración del fruto, se utiliza el etileno. Las giberelinas, auxinas y ácido abscísico tienen además otras utilidades relacionadas con el crecimiento de la planta.

49. En un análisis forense encontramos algún resto de tejido muscular liso. Parece ser que se trata de restos que proceden de alguno de los siguientes orígenes. Indica cuál.

- a) En el árbol bronquial.
- b) En las vías urinarias.
- c) En el tubo digestivo.
- d) En los vasos circulatorios.
- e) Todas son posibles.

Solución: e

El tejido muscular liso, también llamado no voluntario, ya que está enervado por el sistema nervioso autónomo, está formado por células alargadas en forma de huso. No poseen las estrías transversales del músculo estriado, de ahí su nombre. Lo podemos encontrar en los aparatos respiratorio, urinario, digestivo y circulatorio, donde se requiere una contracción lenta y sostenida.

50. Las células tienen más desarrollados sus orgánulos en función de las actividades vitales que realicen en el organismo del que formen parte, por esta misma razón los espermatozoides tienen gran cantidad de mitocondrias y las células laticíferas de las plantas tienen grandes vacuolas.

De las siguientes afirmaciones elige la que no se corresponda con la realidad.

- a) Las glándulas sebáceas poseen unos desarrollados sistemas de cisternas del aparato de Golgi y retículo endoplásmico liso.
- b) Los glóbulos rojos humanos no poseen nucléolo.
- c) Las células de los meristemos radiculares poseen gran cantidad de cloroplastos.
- d) Las células de la endodermis radicular contienen muchas proteínas de membrana y mitocondrias para el transporte activo de sales minerales.
- e) Ninguna de las anteriores es falsa.

Solución: c

La pluricelularidad conlleva la especialización de las células del organismo para un mejor reparto de tareas en el trabajo global de supervivencia del mismo. Esta

especialización de tareas trae consigo una serie de modificaciones en la fisiología y anatomía de las propias células adaptándose al tipo de tarea requerida.

De esta forma, las glándulas sebáceas desarrollan los orgánulos encargados de la fabricación de lípidos, retículo endoplasmático liso, y de transporte de sustancias al exterior, aparato de Golgi; los glóbulos rojos no tienen núcleo para aumentar la capacidad de transporte de hemoglobina; las células de endodermis radicular que transportan de manera activa sales minerales necesitan mitocondrias para suministrar la energía necesaria y proteínas de membrana para facilitar el paso de las sales.

Por la misma razón, los meristemos radiculares o células en crecimiento de la raíz no necesitan aumentar el número de cloroplastos, ya que son innecesarios para su función en el conjunto de la planta.

NOVENA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

**Práctica en la Universidad
Autónoma de Madrid**

Docentes:

José L. Bella y Pedro del Castillo

Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias

Madrid, 10 de marzo de 2011

IX OLIMPIADA BIOLOGÍA (Práctica 1)

1. INSTRUCCIONES GENERALES

- En todo momento se respetarán las normas de seguridad en el laboratorio: empleo de bata, guantes y/o gafas (cuando se indique), ser cuidadoso en el manejo de reactivos y aparatos, etc.
- Está terminantemente prohibido comer o beber en el laboratorio. El teléfono móvil debe estar en silencio y no se permite utilizarlo dentro del laboratorio. Tampoco está permitido utilizar audífonos para escuchar música, radio, etc.
- Ya que se utilizan en el laboratorio productos potencialmente nocivos para la salud y/o el medio ambiente, al finalizar la práctica y antes de abandonar el laboratorio hay que lavarse las manos.
- Es esencial que el alumno realice en el laboratorio un «cuaderno de prácticas» en el que se recojan observaciones personales, esquemas, diagramas, datos, hipótesis, dudas, etc. Este se entregará al final de la práctica, junto con la respuesta a las cuestiones que se plantean.

2. PROGRAMACIÓN

- Se realizarán dos prácticas sobre la división celular (mitosis y meiosis) a lo largo de la sesión, con una duración de unas dos horas y media aproximadamente.
- Se comenzará leyendo las instrucciones que se facilitan para realizar las prácticas (este documento), antes de exponer las dudas y preguntas que surjan.
- A continuación, primero se colocarán las raíces de ajo (*Allium sativum*) de la práctica de mitosis para su tinción en el reactivo de Schiff durante el tiempo indicado en el guion (ver más adelante). Mientras, se realizará la práctica de meiosis en el ortóptero (*Eyprepocnemis plorans*). Finalizada la coloración de las raíces, se dejan en un pocillo en agua, a la espera de abordar su estudio una vez finalizado el de la meiosis.

3. ANÁLISIS CROMOSÓMICO. CROMOSOMAS MEIÓTICOS

Introducción

En algún momento indeterminado de la historia de la vida, los organismos con reproducción sexual desarrollaron un mecanismo que les permitía reducir regularmente a la mitad el número de cromosomas de cada gameto. La meiosis es el proceso por el cual los cromosomas se separan en las células sexuales y su número se reduce de la condición diploide a la haploide.

Cualquier organismo con reproducción sexual podría ser utilizado, en principio, para visualizar las distintas etapas que conforman el proceso de reducción cromosómica en su totalidad. Sin embargo, la experiencia nos indica que algunos materiales presentan unas condiciones de trabajo más favorables que otros. En general, los ortópteros se han mostrado como un material idóneo para el análisis del proceso meiótico y por ello han sido seleccionados para la elaboración de esta práctica.

Desarrollo de la práctica

- Material biológico: testículos fijados de ortóptero (*Eyprepocnemis plorans*).
- Técnica: aplastamiento.
- Tinción: orceína lacto-acética al 2 %.
- Material de laboratorio:
 - Pinzas, aguja enmangada y lanceta.

- Porta y cubre objetos.
 - Guantes de látex o de vinilo.
 - Esmalte de uñas.
 - Papel de filtro.
 - Lupas y microscopio binoculares.
1. Los ortópteros fueron recolectados en su momento en el campo. Después de su extracción, las gónadas se fijaron en una mezcla de etanol absoluto y acético glacial (3:1) y se conservaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este es el material biológico que se suministra.
 2. Disección de la gónada en el líquido fijador para separar dos o tres folículos que se colocarán sobre una gota de colorante (orceína) previamente depositada sobre un portaobjetos limpio y desengrasado.
 3. Se dejan macerar los folículos en la gota de orceína lacto-acética durante 2 min. **Atención:** la orceína no es un colorante tóxico en su uso normal, sin embargo se tiene que utilizar con cuidado, ya que mancha la ropa de manera indeleble (de la piel humana desaparece con el paso del tiempo).
 4. Depositar un cubreobjetos desengrasado y limpio sobre el material macerado, tras lo cual se tapará la preparación con una hoja doblada de papel de filtro para eliminar el exceso de colorante; disgregar el material con la parte posterior de la aguja enmangada dando pequeños golpes en la región coloreada de la preparación. A continuación se vuelve a tapar la preparación con papel de filtro y se aplasta el material apoyando con fuerza el dedo pulgar sobre el papel de filtro que está encima de la preparación.
 5. Para evitar que entre aire en la preparación, se sellan los bordes del cubreobjetos con una pequeña cantidad de laca de uñas transparente. Se deja secar antes de proceder a su observación en el microscopio (10x y 40x).

Cuestiones

1. ¿Qué funciones desempeña la mezcla en la que se ha fijado el material?
2. El alumno deberá dibujar (o hacer un esquema) de las distintas fases, observadas al microscopio, que encuentre del proceso meiótico, así como señalar cuáles son las ausentes (las que no ha visto).
3. Describir las distintas fases (tanto observadas como no), indicando en cada caso el número de cromátidas presentes y el proceso biológico principal que ocurre en esa fase (esta información puede acompañar los dibujos/esquemas del apartado anterior).
4. Averiguar el número cromosómico que caracteriza a esta especie. Para ello se deberán analizar cuidadosamente fases donde exista una clara definición de los bivalentes (diplotene y metafase-I) y comprobar el número obtenido en células de metafase-II o anafase-II. Se debe tener en cuenta que los individuos sometidos a análisis son machos, y el determinismo del sexo queda establecido de la forma XX (hembra)/XO (macho).
5. El cromosoma sexual X se puede identificar con cierta facilidad durante el inicio de la primera profase, en diplotene y en metafase I, por presentar una tinción y condensación diferencial con respecto al resto de la cromatina, además de por no presentar pareja con la que hacer entrecruzamientos (quiasmas). Señala su posición en los dibujos/esquemas del apartado 2.

6. Una de las funciones biológicas principales de la meiosis es la recombinación del material hereditario: citar en qué consiste y cómo se produce.

4. ANÁLISIS CROMOSÓMICO. CROMOSOMAS MITÓTICOS

Introducción

Los seres diploides pluricelulares se desarrollan a partir de una célula original, el cigoto, quien reúne la información hereditaria de ambos parentales aportada en los gametos haploides. Este cigoto inicia sucesivas divisiones celulares, dando lugar a distintos linajes celulares que, por diferenciación, originarán tejidos, órganos, aparatos y sistemas. Los organismos haploides pluricelulares, a su vez también se forman por divisiones celulares sucesivas (así como algunos organismos unicelulares). Tanto en unos casos como en otros, estas divisiones celulares reciben el nombre de «mitosis». Posteriormente, este proceso se ocupará así mismo del crecimiento de los organismos sujetos a ello, así como de la reposición de las células allí donde sea necesario.

En esta práctica vamos a observar la mitosis en las células del meristemo radicular del ajo (*Allium sativum*), por ser este un material especialmente idóneo para estos fines, ya que tiene pocos y grandes cromosomas metacéntricos.

Desarrollo de la práctica

- Material biológico: raíces de ajo (*Allium sativum*), fijadas con una solución de etanol absoluto y ácido acético en proporción 3:1.
 - Técnica: aplastamiento.
 - Tinción: reactivo de Schiff (se suministra a la concentración de uso).
 - a. Poner las raíces en un vial con reactivo de Schiff en oscuridad y temperatura ambiente, durante 30 minutos.
 - b. Retirar la solución de tinción (desagüe).
 - c. Lavar en agua corriente (2 cambios).
 - d. Las raíces se pueden quedar en agua, a la espera de ser aplastadas (ver punto 1 de esta página).
 - Material de laboratorio:
 - Pinzas, aguja enmangada y lanceta.
 - Porta y cubre objetos.
 - Guantes de látex o de vinilo.
 - Ácido acético al 50 % en agua.
 - Esmalte de uñas.
 - Papel de filtro.
 - Lupas y microscopios binoculares.
1. Sobre un portaobjetos limpio se deposita una gota de ácido acético en agua al 50 %.
 2. Sobre la gota se deposita una raíz teñida procurando que la parte del meristemo radicular (la más teñida) quede en la parte central de la gota.
 3. Con unas pinzas se sujeta la raíz por la parte opuesta al meristemo y con una lanceta se corta la porción meristemática, que se quedará en la gota de ácido acético; el resto de la raíz se desecha.

4. Sobre la punta de la raíz se deposita un cubreobjetos y con ayuda de papel de filtro se retira el exceso de líquido.
5. Sobre una esquina del cubreobjetos se sitúa un papel de filtro para evitar que el portaobjetos se mueva. Con la ayuda de la punta de un lápiz de grafito, y golpeando suavemente sobre el cubreobjetos, se disgregan las células meristemáticas, que se extenderán entre portaobjetos y cubreobjetos.
6. Para que las células disgregadas queden todas en el mismo plano, se coloca un trozo de papel de filtro sobre la preparación y, con ayuda del dedo pulgar se presiona suavemente.
7. Sellar con laca de uñas transparente los bordes del cubreobjetos.
8. Observación microscópica del preparado (10x y 40x).

Cuestiones

1. ¿Qué diferencias fundamentales se observan con respecto a la meiosis?
2. ¿Qué fase de la mitosis es la más frecuente? ¿A qué se puede deber?
3. Realizar un esquema de cada una de las fases de la mitosis e indicar el proceso biológico que ocurre en cada una de ellas, así como el número de cromátidas que participan. Indicar aquellas fases que se han observado y las que no han sido encontradas.
4. Averiguar el número cromosómico de esta especie.

Nota

Dado que el contenido de estas prácticas está basado en algunas de las que se realizan habitualmente en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, agradecemos a nuestros compañeros/as sus contribuciones e inspiración, y dejamos constancia de su procedencia parcial.

NOVENA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Práctica en la Universidad de Alcalá

Docente:

Ángel Herráez Sánchez

Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular

Madrid, 11 de marzo de 2011

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AMINOÁCIDOS MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

La cromatografía es un método físico para separar e identificar compuestos. Se basa en que cualquier sustancia disuelta, en contacto con dos disolventes inmiscibles (es decir, que no se mezclan), se reparte entre ambos con arreglo a su solubilidad o a otro tipo de interacciones.

Si uno de los disolventes se mantiene fijo (fase estacionaria), se puede hacer desplazar el otro disolvente (fase móvil) sobre el primero. Las sustancias a cromatografiar se verán sometidas a un reparto entre las fases estacionaria y móvil, de modo que las más solubles o afines por la fase móvil avanzarán más que las que sean retenidas por la fase estacionaria.

De acuerdo con el soporte físico sobre el que se realiza la separación, se habla de cromatografía en capa fina si la fase estacionaria se extiende sobre una placa, mientras que si rellena una columna se denomina cromatografía en columna. En ambos casos la fase móvil es un líquido. Si la fase estacionaria está en una columna y se utiliza gas como fase móvil, se denomina cromatografía de gases.

De acuerdo con el mecanismo que produce la separación, se puede hablar de distintos tipos de cromatografía:

A. Cromatografía de afinidad

Se puede considerar como un tipo particular de cromatografía de adsorción (descrita a continuación). La clave está en que la fase estacionaria tiene afinidad molecular por alguna de las sustancias que se quieren separar. Se utilizan, por ejemplo, parejas antígeno-anticuerpo, enzima-inhibidor, etc.

B. Cromatografía de intercambio iónico

La fase estacionaria retiene a las sustancias debido a su carga eléctrica, ya que posee multitud de grupos cargados (positivamente en resinas de intercambio aniónico y negativamente en las de intercambio catiónico). Las sustancias que tengan carga opuesta quedarán retenidas en la fase estacionaria, mientras que las que tengan la misma carga que la fase estacionaria serán arrastradas por la fase móvil.

C. Cromatografía de adsorción

La fase estacionaria retiene con más o menos intensidad a las sustancias a cromatografiar debido a un mecanismo de adsorción, o fijación de las moléculas sobre una superficie.

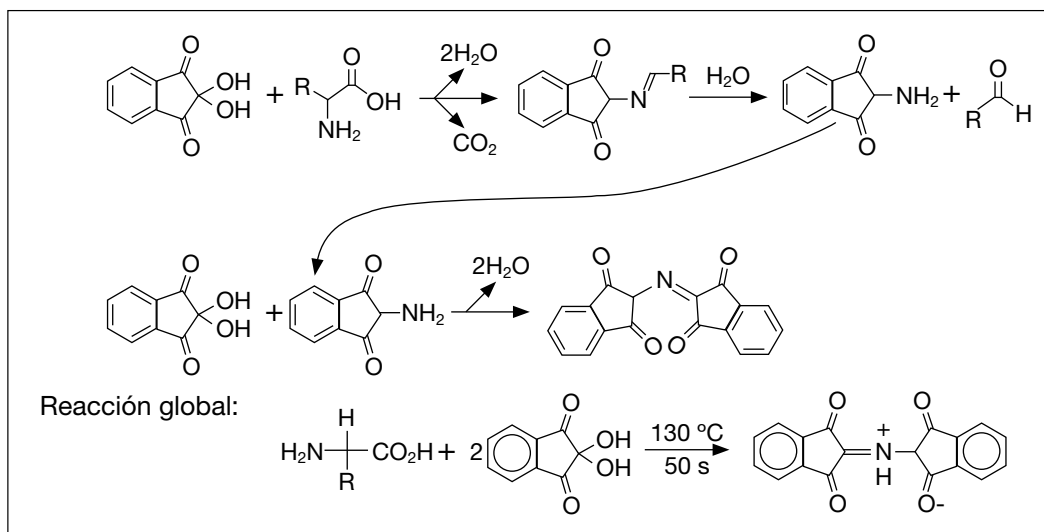
D. Cromatografía de reparto

Se basa únicamente en la solubilidad. La fase estacionaria suele ser agua, que se mantiene fija sobre un soporte inerte poroso (papel o celulosa). La fase móvil suele ser una mezcla de disolventes medianamente miscibles con el agua. Cuanto más soluble en agua sea la sustancia a cromatografiar, más retenida y retrasada quedará en el desarrollo cromatográfico.

En esta práctica vamos a realizar la separación de aminoácidos por cromatografía en capa fina sobre gel de sílice (fase estacionaria polar) con una fase móvil poco polar; el mecanismo de separación es una combinación de adsorción y reparto, de tal modo que los aminoácidos son más retenidos cuanto mayor es su polaridad.

Para detectar y valorar cuantitativamente los aminoácidos en cantidades pequeñas se suele utilizar su reacción con ninhidrina. La ninhidrina reacciona en caliente con los

aminoácidos. El producto formado tiene color púrpura para todos los aminoácidos que poseen un grupo α -amino libre, mientras que es amarillo cuando se trata de prolina, que tiene el grupo amino sustituido.



2. MATERIAL Y REACTIVOS

MATERIAL

- Tanque o cubeta de cromatografía (frasco de vidrio con tapa).
- Fase estacionaria: cromatoplaqa, soporte de plástico recubierto con gel de sílice.
- Capilares o micropipeta (para aplicar las muestras).

REACTIVOS

- Fase móvil: mezcla de metanol, cloroformo y amoníaco, 60:40:20 en volumen.
- Disoluciones de aminoácidos patrón: Ser, Arg, Phe.
- Disolución problema: mezcla de aminoácidos.
- Ninhidrina al 0,2 % en etanol 96 %.

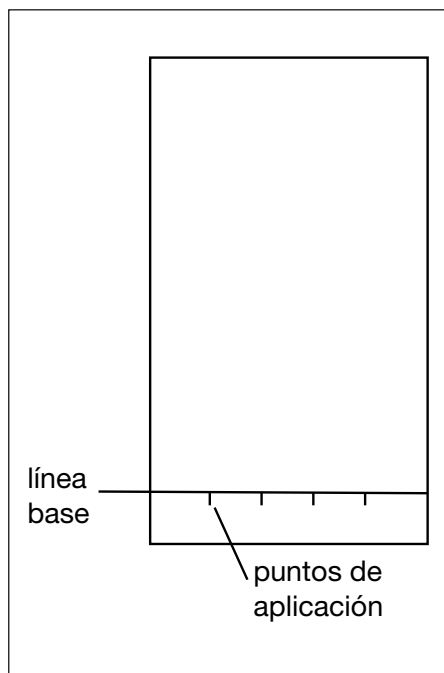
3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El objetivo de esta práctica es la separación e identificación de una mezcla de aminoácidos. Para ello se dispone de disoluciones patrón de aminoácidos conocidos y de una disolución problema con una mezcla de aminoácidos que hay que identificar.

En primer lugar, se preparan 12 mL de la fase móvil, se añaden al tanque de cromatografía, se tapa y se mantiene así hasta la realización de la cromatografía.

Precauciones

- Evita tocar la superficie de gel de sílice con los dedos (dejaría restos con aminoácidos).
- No utilices bolígrafo ni rotulador para las marcas (la tinta ascenderá durante la cromatografía y enmascararía la posición de los aminoácidos).
- Al marcar la placa, evita eliminar la sílice por rascado o perforar la placa.
- Evita que el disolvente llegue al borde superior de la placa.



En la cromatoplaaca que recibe cada alumno se marca suavemente con lápiz una línea a 1 cm del borde corto inferior y sobre esa línea se señalan débilmente cuatro posiciones, separadas 1 cm entre sí, así como del borde lateral (obsérvese el dibujo).

En esas cuatro marcas se aplican separadamente gotas de las disoluciones patrón y de la disolución problema, empleando capilares o micropipeta. Debe procurarse que el diámetro de cada gota sea lo menor posible. Anota qué muestra pones en cada posición.

Una vez que la primera gota se haya secado por completo, puede aplicarse una segunda gota en el mismo punto, especialmente si la disolución que se utiliza tuviese baja concentración.

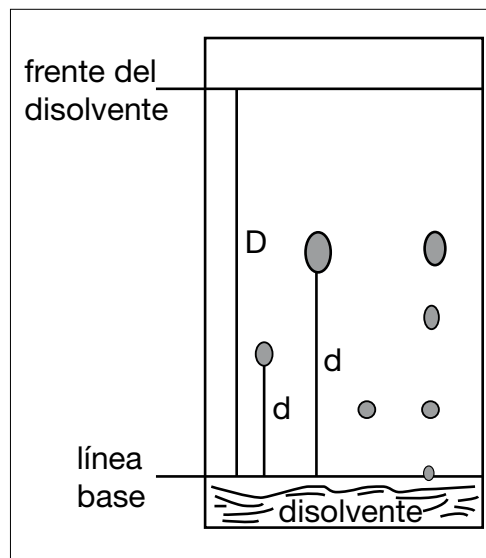
A continuación se coloca la placa en el tanque de cromatografía, se cierra este y se espera. Un poco antes de que el disolvente alcance el borde superior de la placa, se saca esta con cuidado, se marca con lápiz la altura alcanzada por el disolvente y se espera hasta que este se evapore por completo (en campana).

Para proceder al revelado se pulveriza (en campana) la placa con una disolución de ninhidrina al 0,2 % en etanol y se calienta suavemente en una estufa hasta la aparición de las manchas.

Es conveniente marcar a un lado con lápiz la posición del centro de cada mancha, por si el color se debilitase.

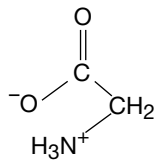
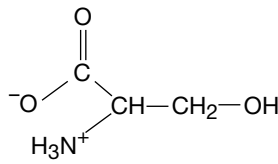
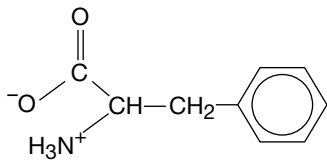
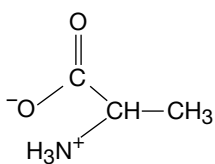
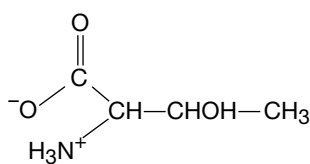
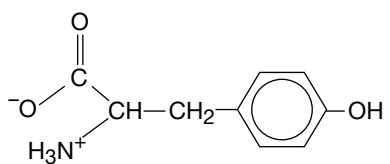
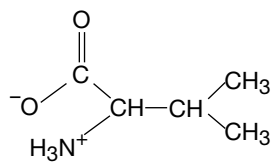
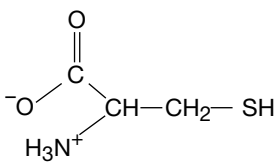
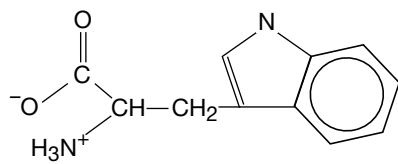
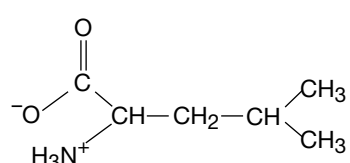
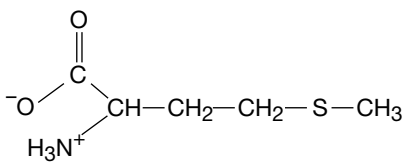
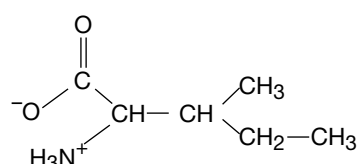
La identificación de los diversos aminoácidos se hace por comparación con los patrones, mediante su factor R_f , que es la relación entre el camino recorrido por el compuesto (desde el punto de aplicación al centro de la mancha) y el camino recorrido por el disolvente (desde el punto de aplicación hasta el frente de avance).

$$R_f = d/D \text{ (véase figura)}$$



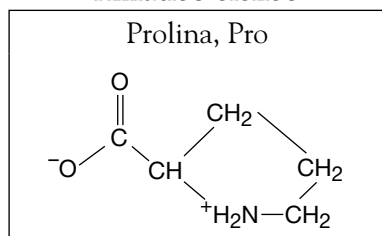
4. TRATAMIENTO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Dibuja un esquema con las manchas obtenidas en la cromatoplaaca.
- Identifica cuáles son los aminoácidos componentes de la muestra problema.
- Calcula el R_f para todas las manchas, de patrones y problema.
- Razona, basándote en su estructura química, qué aminoácido de cada una de estas parejas tendrá mayor R_f en el sistema cromatográfico empleado:
 - a) Ala y Lys
 - b) His y Phe
 - c) Asp y Leu
 - d) Gly y Ser
- Explica por qué se emplea la ninhidrina en este ensayo.

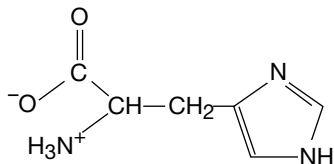
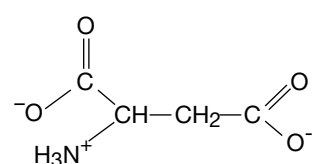
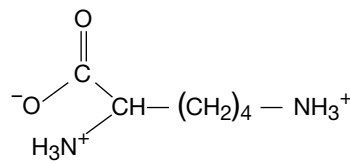
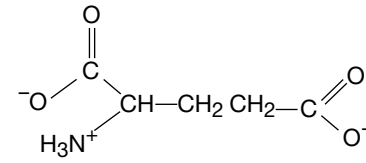
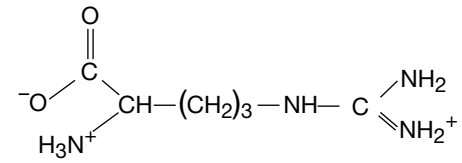
AMINOÁCIDOS PROTEICOS		
Alifáticos	Derivados	Aromáticos
Glicina, Gly 	Serina, Ser 	Fenilalanina, Phe 
Alanina, Ala 	Treonina, Thr 	Tirosina, Tyr 
Valina, Val 	Cisteína, Cys 	Triptófano, Trp 
Leucina, Leu 	Metionina, Met 	<i>aromáticos hidrófobos</i>
Isoleucina, Ile 	<i>polares alcoholes tiol y tioéter enlaces disulfuro</i>	

hidrófobos

Alifático cíclico

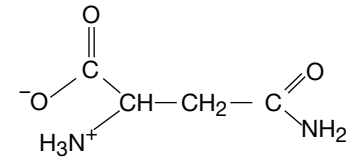
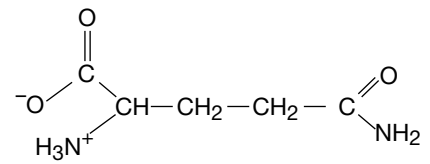


hidrófobos

AMINOÁCIDOS PROTEICOS	
Con carga positiva	Con carga negativa
<p>Histidina, His</p> 	<p>Aspártico, Asp</p> 
<p>Lisina, Lys</p> 	<p>Glutámico, Glu</p> 
<p>Arginina, Arg</p> 	<p>«ácidos» polares cargados</p>

«básicos» polares cargados

Derivados de los ácidos

<p>Asparagina, Asn</p> 
<p>Glutamina, Gln</p> 

menos polares

Dirección editorial: **Antonio Brandi**

Dirección de arte: **José Crespo**

Ilustración: **Jordi Baeza, Carlos Aguilera**

Jefe de desarrollo de proyecto: **Javier Tejeda**

Dirección técnica: **Jorge Mira**

Confeción y montaje: **Artext Ediciones, S.L.**

Corrección: **Ángeles San Román**

Documentación y selección fotográfica: **Nieves Marinas**

Fotografías: C. Jiménez/photoAlquimia; J. Jaime; GETTY IMAGES SALES SPAIN/Getty; Thinkstock; ARCHIVO SANTILLANA

© 2015 by José Luis Bella Sombría, Pedro del Castillo Escassi, Javier Fernández-Portal del Río, José Luis Díaz León, Marisa González Montero de Espinosa, Carmen García González, María Isabel García Serrano, Ángel Herráez Sánchez, Paloma Martínez, Eduardo Moreno Heras, María Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro, Rafael Roldán Pérez, Consuelo Sánchez Cumplido.

Avda. de los Artesanos, 6.
28760 Tres Cantos, Madrid
PRINTED IN SPAIN
Impreso en España por

ISBN: 978-84-680-3017-3

CP: 673948

Depósito legal: M-9316-2015

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículos 270 y siguientes del Código Penal).