Olimpiadas de Biología

DE LA COMUNIDAD DE MADRID

ORGANIZA

Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

Santillana

OLIMPIADAS DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Autores:

M.ª Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro, Eduardo Moreno Heras

Colaboradora:

Raquel San Sotero Arriscado

ORGANIZA

Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

EDITA

Santillana

COLABORAN

Universidad Complutense de Madrid

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

PATROCINA

La Suma de Todos

Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid

A la memoria de
Lara Callejo Gea

Índice

Introducción 7
Bases y premios 14
Participantes y premiados. 16

CUARTA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO 19
Cuestionario de la categoría Bachillerato. 47

QUINTA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO 81
Cuestionario de la categoría Bachillerato. 109

SEXTA OLIMPIADA

Cuestionario de la categoría ESO 145
Cuestionario de la categoría Bachillerato. 175

Introducción

La preocupación por la enseñanza de la Biología reunió a un grupo de profesores de Secundaria en el seno del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM) para impulsar iniciativas destinadas a fomentar entre los estudiantes de ESO y Bachillerato el interés por esta Ciencia. De esta manera se constituyó el grupo de trabajo encargado de diseñar y organizar las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid, pioneras en todo el ámbito nacional.

El 24 de mayo de 2003 tuvo lugar en la Facultad de Biología de la UCM la I Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid. La buena acogida inicial ha sido superada en convocatorias sucesivas. Son ya ocho las ediciones celebradas, lo que nos permite afirmar que, en la actualidad, las Olimpiadas de Biología cuentan con gran difusión entre los centros educativos de nuestra Comunidad y están convenientemente consolidadas.

Los alumnos de cuarto de ESO participan en grupos de tres; el trabajo en equipo favorece la argumentación, el consenso y la toma de decisiones. Para los alumnos de segundo de Bachillerato, que realizan la prueba individualmente, requiere una visión global de la Biología, útil para su formación científica y sus estudios posteriores. Por nuestra parte, nos sentimos satisfechos de proporcionar a los participantes en este evento –estudiantes y profesores– la posibilidad de intercambiar ideas y opiniones sobre temas relacionados con la Biología y su enseñanza.

Desde el año 2006, los tres alumnos de segundo de Bachillerato con mejores resultados participan en la Olimpiada Española de Biología (OEB), que inició su andadura en ese año. Por este motivo, desde su VI edición, nuestra Olimpiada anticipó al mes de marzo la fecha de celebración. En las dos convocatorias –VI y VII– en las que participaron los premiados de la Comunidad de Madrid, obtuvieron los primeros puestos, lo que les llevó a participar en las Olimpiadas Internacional e Iberoamericana. Los alumnos de Madrid consiguieron medalla de bronce en la Olimpiada Internacional de Biología de los años 2008 y 2009, celebradas en la India y Japón, y medalla de plata en la Olimpiada Iberoamericana de 2008, que tuvo lugar en Brasil.

En este libro se recogen los cuestionarios de la IV, V y VI Olimpiada y su solución con un comentario explicativo. Hemos pretendido que los argumentos de solución se limiten estrictamente al planteamiento de la pregunta; y es precisamente por ello por lo que el texto final puede entrañar ciertas dificultades para los alumnos, que precisarán la ayuda de su profesor. Esperamos que para los docentes sea 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.

Agradecemos a centros, profesores y alumnos participantes el interés mostrado, e invitamos a aquellos centros de la Comunidad que aún no lo han hecho a

unirse en próximas convocatorias: las Olimpiadas constituyen una actividad educativa, científica y motivadora para sus indiscutibles protagonistas, los alumnos. Nuestro agradecimiento también a la Dirección General de Centros Docentes de la Consejería de Educación y a las facultades de Biología de la UCM y UAM, que ponen a nuestra disposición la infraestructura necesaria para la celebración de las pruebas y la entrega de premios, y organizan prácticas para los participantes con mejores resultados.

Os presento este nuevo libro, especialmente dedicado a la memoria de Lara Callejo Gea. Recoge los cuestionarios de las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid celebradas en los años 2006, 2007 y 2008, y que, como en la edición anterior, serán de gran utilidad para los centros, profesores y alumnos. La publicación se enmarca en la finalidad del COBCM de contribuir y ayudar a la docencia y conocimiento de la Biología.

Las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid, y también esta publicación, son posibles gracias al trabajo de las personas que han formado parte del comité organizador de la Olimpiada, en todas o en algunas de las ediciones celebradas hasta la fecha: Lara Callejo Gea, José Luis Díaz León, Javier Fernández-Portal Díaz del Río, Andrés García Ruiz, Marisa González Montero de Espinosa, Eduardo Moreno Heras, Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro, Consuelo Sánchez Cumplido y Raquel Sansotero Arriscado; a la colaboración de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, Editorial Santillana, Cosmocaixa, ZOEA y Vita-Aidelos, y al apoyo de todas las personas que en estas instituciones y empresas han apostado por nuestra iniciativa.

El interés por las Olimpiadas de Biología ha ido creciendo año tras año. Cada curso son más los centros, profesores y alumnos que participáis en la Olimpiada, a los que desde el COBCM reconocemos el esfuerzo que hacéis, y no en vano, ya que los alumnos de la Comunidad de Madrid han alcanzado buenas posiciones en las Olimpiadas Nacionales e Internacionales.

Pieza fundamental en el desarrollo organizativo son dos personas que desde la modesta oficina del COBCM han coordinado a todos los participantes y han sabido colocar perfectamente todo el «atrezo» que las Olimpiadas precisan, incluyendo la ilusión: Amaia Barriocanal y Teresa Torrijos. Enhorabuena a ambas.

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

La Biología irrumpe con fuerza inusitada en el siglo XXI. Aunque se haya dicho numerosas veces, no por ello deja de ser cierto: así como el siglo XX fue el de los grandes avances tecnológicos, el siglo XXI es el siglo de la Biología. Los biólogos tienen y tendrán que dar respuesta a los retos de una sociedad compleja que se desliza peligrosamente por el filo de la cuchilla. El biólogo se enfrenta a una gran responsabilidad porque en sus manos estará dar solución a muchos de los retos de nuestros tiempos. Cambio climático, pérdida de biodiversidad, contaminación de ecosistemas, biocombustibles, células madre, clonación, secuenciación, transgénesis, biomedicina y un largo etcétera. Nuestra sociedad tendrá que sustentarse en el avance científico para mejorar las condiciones de vida de la humanidad en un contexto de respeto al planeta Tierra. El potencial de las tecnologías biológicas es tan grande que a veces podría convertirnos en aprendices de brujo. El biólogo debe ser consciente de ello y actuar de manera responsable teniendo en consideración limitaciones éticas a su trabajo. En sus manos gravita una importante parte del presente y del futuro de la humanidad en particular y de la vida en general. Podemos afirmar, sin ser triunfalistas, que en el futuro del planeta Tierra los biólogos tendremos mucho que opinar, decidir y hacer.

Europa armoniza sus estudios. Ante este reto las Universidades españolas han reorganizado sus estudios en tres niveles: Grado, Máster y Doctorado. Esta reorganización de los estudios universitarios supone un gran avance educativo. El estudiante pasa a ser considerado como un trabajador del aprendizaje. Él es el protagonista de su proceso de adquisición de conocimientos, mientras que la tarea del profesor debería ser la tutorización y guía de su proceso de aprendizaje. Los estudios generalistas y profesionalizantes del Grado han sido discutidos y consensuados en los Libros Blancos y en las Conferencias de Decanos para que, manteniendo y potenciando la personalidad de cada Universidad, haya una armonización en las materias que se consideran fundamentales. La organización en tres niveles tiene un claro objetivo. El Grado, 240 créditos con cuatro años de duración, es un período basado en la adquisición de conocimientos generales y de competencias profesionales. El Máster, 60-120 créditos con uno-dos años de duración, es un período de adquisición de conocimientos y competencias específicos. Finalmente, el Doctorado representa el comienzo de una carrera investigadora. Todos aquellos que comencéis los estudios universitarios a partir de 2010-2011 os enfrentaréis a este nuevo sistema educativo universitario, que promete situar a nuestra Universidad en niveles de excelencia. Futuros universitarios, futuros biólogos, estáis de enhorabuena.

En un mundo globalizado es de capital importancia que el conocimiento trascienda de las fronteras que hemos creado los humanos. En este contexto, las Olimpiadas representan un rasero para medir la eficacia de nuestros estudios. Además, son una inyección de aire fresco. Los participantes representan a una juventud dinámica, ilusionada y responsable en busca del conocimiento. Las Olimpiadas no deben entenderse como una simple competición para que triunfe el que más sepa. No. Son mucho más. Son un ejemplo de lucha por la superación y por la excelencia. Los auténticos triunfadores son aquellas sociedades que premian el conocimiento por encima de las actitudes banales e intrascendentes que tanto proliferan en Occidente. La Biología española comienza a cosechar éxitos. Los estudiantes de nuestra Comunidad dejan el pabellón de sus conocimientos en lo alto, no sólo en las Olimpiadas nacionales, sino también en las internacionales, donde, en una

gran competición en la India, David López Martínez obtuvo una medalla de bronce. Y aunque los premios son importantes, más lo es la competición y el afán de superación.

Antes de terminar estas breves palabras introductorias quisiera expresar mi tristeza por la falta de reconocimiento oficial que tienen estas Olimpiadas de Biología. Pese a varios contactos realizados ante nuestras autoridades educativas por los organizadores de las Olimpiadas y por la Conferencia Española de Decanos de Biología, seguimos sin gozar del reconocimiento que claramente merecen y que sin embargo tienen otras.

Quiero terminar con el convencimiento de la utilidad que tienen las Olimpiadas. Representan ansiedad de conocimiento y de superación. Creo que la sociedad española estaría de enhorabuena si los maravillosos estudiantes olímpicos de la Biología optaran por continuar sus estudios en la disciplina en la que sobradamente han mostrado su preparación y valía.

Antonio Tormo Garrido
Decano
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid

Uno de los objetivos del marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación para 2020 es el de intensificar la cooperación existente para mejorar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias en los niveles superiores de la educación y la formación, y reforzar la enseñanza de las ciencias.

Al igual que el resto de Olimpiadas que se organizan en la Comunidad de Madrid, las Olimpiadas de Biología fomentan entre el alumnado de Enseñanza Secundaria y Bachillerato el interés por el estudio de diversas asignaturas, en este caso la Biología.

La Consejería de Educación impulsa y apoya aquellas actividades complementarias que contribuyan a la formación integral de los alumnos. La Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid cuenta con un adecuado apoyo institucional, y está considerada dentro de las actividades de especial dedicación, que reconocen al profesorado que participa el trabajo de preparación de sus alumnos fuera de su horario lectivo.

La participación en estas Olimpiadas supone para los alumnos un esfuerzo adicional que les sirve para mejorar sus conocimientos en esta importante asignatura y les proporciona una mejor preparación de cara a su desarrollo profesional y personal.

Xavier Gisbert da Cruz
Director General de Mejora de la Calidad de la Enseñanza
Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid

Bases y premios

La Olimpiada de Biología de la CAM está planteada para 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 de 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 diez 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.

Los centros ganadores reciben una placa acreditativa del premio obtenido por su alumnado.

Se premia a los tres mejores estudiantes en la categoría A y a los tres mejores equipos de la categoría B.

Año 2006

- Primer premio de cada categoría: 300,00 euros y diploma.
- Segundo premio de cada categoría: 200,00 euros y diploma.
- Tercer premio de cada categoría: 100,00 euros y diploma.

Años 2007 y 2008:

Categoría A:

- Primer premio: 300,00 euros y diploma.
- Segundo premio: 200,00 euros y diploma.
- Tercer premio: 100,00 euros y diploma.

Categoría B:

- Primer premio: 150,00 euros y diploma para cada alumno integrante del equipo.
- Segundo premio: 100,00 euros y diploma para cada alumno integrante del equipo.
- Tercer premio: 50,00 euros y diploma para cada alumno integrante del equipo.

Los alumnos ganadores de la categoría A representan a nuestra Comunidad en la Olimpiada Española de Biología.

Todos los alumnos participantes en la Olimpiada del año 2007 recibieron una entrada gratuita a CosmoCaixa facilitada por su Obra Social.

Los diez alumnos mejor clasificados en la categoría A de la Olimpiada celebrada en 2008 participaron en un curso de prácticas de laboratorio organizado e impartido por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid.

Tanto las pruebas como las entregas de premios se han celebrado hasta la fecha en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

Participantes y premiados

IV Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid
Sábado 27 de mayo de 2006

Participantes

414 alumnos pertenecientes a 73 centros.

Premiados categoría A

1.er premio: Beatriz Sánchez Moreno, Colegio Jesús María.
2.º premio: Álvaro Sainz Vacas, Colegio LOGOS.
3.er premio: Alberto Haddad Riesgo, Colegio Hermanos Maristas de Chamberí.

Premiados categoría B

1.er premio: Mónica López Riñón, Ana Santos Sánchez-Reig y Clara Subirana Santos, Colegio Montealto.
2.º premio: Nicolás González Senac, Blanca Hernanz Fernández-Aguado y Raquel del Solar Bravo, Colegio Nuestra Señora del Recuerdo.
3.er premio: Javier Felices Triviño, Lucía Garriga Ferrer-Bergúa y David López Martínez, Colegio Nuestra Señora del Buen Consejo.

V Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid
Sábado 26 de mayo de 2007

Participantes

452 alumnos pertenecientes a 82 centros.

Premiados categoría A

1.er premio: Alberto Villena Guerras, IES José del Hierro.
2.º premio: Elena Gil de la Cruz, IES José del Hierro.
3.er premio: Carlos Sobrino Armas, IES San Juan Bautista.

Premiados categoría B

1.er premio: Álvaro Lafuente Romero, Carmen Ramírez Gómez de la Torre y Estefanía Arredondo Hortigüela, Colegio Nuestra Señora del Recuerdo.
2.º premio: Juan Casanova Jaquete, Pablo Elliott García y Carlos Dapena Fernández, Colegio Base.
3.er premio: Alberto García Gómez, Álvaro Maroto Iglesias e Iyara Jiménez Álvarez, IES Jorge Manrique.

VI Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid
Viernes, 28 de marzo de 2008

Participantes

495 alumnos pertenecientes a 92 centros.

Premiados categoría A

1.er premio: David López Martínez, Colegio Nuestra Señora del Buen Consejo.
2.º premio: Christian Villena Martín, IES María Zambrano.
3.er premio: Víctor Rodríguez Fernández, IES Ágora.

Premiados categoría B

1.er premio: Rodrigo Blázquez García, Raquel Castillo González y Fernando Revuelta Salgado, IES Gran Capitán.
2.º premio: Rafael Álvarez Sanz, Adrián Fabio Bracero y Daniel García Hernández, Colegio Santa Beatriz de Silva.
3.er premio: Irene Bellón Vallinot, Fátima Chávez Pérez y Olga Gutiérrez Bergón, Colegio Nuestra Señora de las Escuelas Pías.

David López Martínez obtuvo una medalla de oro en la III Olimpiada Española de Biología (Las Palmas de Gran Canaria, abril 2008) y una medalla de bronce en la XIX Olimpiada Internacional de Biología (Mumbay – India, julio de 2008).

Christian Villena Martín obtuvo una medalla de plata en la II Olimpiada Internacional de Biología (Río de Janeiro – Brasil, septiembre de 2008).

¡Felicidades a todos!

CUARTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 27 de mayo de 2006

1. El hígado produce bilis que se acumula en la vesícula biliar. ¿En qué parte del tracto digestivo se vierte la bilis durante la digestión?:

a) Ciego.
b) Intestino delgado.
c) Páncreas.
d) Colon.
e) Estómago.

Solución: b

Todos los órganos mencionados en las soluciones intervienen en el proceso digestivo. La bilis producida en el hígado sale del órgano por el conducto hepático y se acumula en la vesícula biliar, a la que llega a través del conducto cístico. La evacuación de la vesícula durante la digestión conduce la bilis al colédoco, conducto que desemboca en el duodeno, primer tramo del intestino delgado. El jugo biliar carece de enzimas, su función es emulsionar las grasas, es decir, dispersarlas en pequeñas gotas lo que favorece su digestión química por las lipasas de los jugos intestinal y pancreático.

La secreción pancreática exocrina llega al mismo punto del duodeno donde se vierte la bilis, pero por un conducto independiente. Ciego y colon son tractos del intestino grueso, en ellos se reabsorbe agua y contienen la mayor parte de la flora intestinal sintetizadora de vitaminas. Por último, al estómago no vierte ninguna glándula aneja.

2. El corazón humano está dividido en dos mitades separadas por un tabique longitudinal y cada mitad tiene dos cavidades, una aurícula y un ventrículo. De las afirmaciones siguientes, ¿cuál no es cierta?:

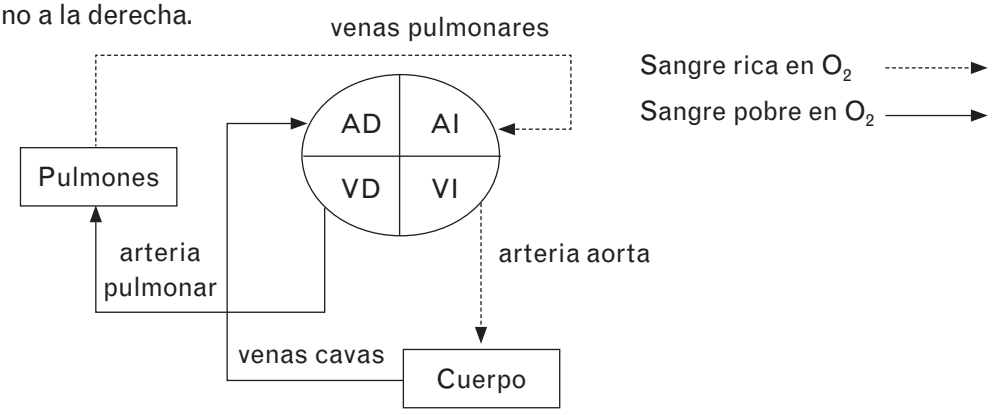
a) La válvula mitral permite el paso de la sangre de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo y la válvula tricúspide lo hace desde la aurícula derecha al ventrículo derecho.
b) Las venas pulmonares llevan sangre a la aurícula derecha.
c) Las venas cava superior e inferior llevan sangre desoxigenada al corazón.
d) Del ventrículo derecho sale la arteria pulmonar y está separada de éste por la válvula pulmonar que impide el retroceso de la sangre durante la diástole.
e) Los movimientos del corazón son sístole (contracción) y diástole (relajación).

Solución: b

Para resolver la cuestión hay que considerar que las aurículas reciben sangre a través de las venas durante la diástole auricular y los ventrículos expulsan sangre por las arterias en la sístole ventricular.

A la aurícula izquierda (AI) llegan las venas pulmonares con sangre oxigenada resultado del intercambio gaseoso pulmonar, mientras que a la aurícula derecha (AD) lo hacen las cavas con sangre desoxigenada procedente de los tejidos y órganos corporales. La sangre pasa de las aurículas a los ventrículos y de estos a las arterias. Para impedir su retroceso, el corazón posee cuatro válvulas que abren en una sola dirección y determinan el sentido del flujo sanguíneo: **mitral** entre aurícula y ventrículo izquierdo, **tricúspide** entre las mismas cámaras del lado derecho, **aórtica** a la salida de la arteria aorta y **pulmonar** a la salida de la arteria del mismo nombre.

Todas las opciones son correctas excepto la b), como se explica en el texto y puede apreciarse en el esquema las venas pulmonares llegan a la aurícula izquierda y no a la derecha.



3. De las siguientes parejas de enfermedades, ¿cuáles son ambas infecciosas?:

a) Salmonelosis y varicela.
b) Arterioesclerosis y sida.
c) Malaria y Alzheimer.
d) Botulismo e hipertensión.
e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: a

Las enfermedades infecciosas son las causadas por microorganismos patógenos: virus, bacterias, protozoos, hongos, etc. que consiguen desarrollarse y colonizar un hospedador. Algunas son **trasmisibles** –varicela y sida– al propagarse directamente de un individuo infectado a otro sano a través de la piel, contacto sexual, etc. o indirectamente a través de alimentos –salmonelosis–, agua, aire, etc. Otras son **no trasmisibles** –botulismo y tétanos– el microorganismo no pasa de un individuo a otro ni directa ni indirectamente, sino que la infección depende de accidentes o condiciones medioambientales especiales.

De las propuestas, son infecciosas salmonelosis y botulismo causadas por bacterias o sus toxinas, varicela y sida de origen vírico, y la malaria producida por el protozoo *Plasmodium* y transmitida por el mosquito *Anopheles* que actúa de vector.

Hipertensión y arterioesclerosis son enfermedades cardiovasculares, y el Alzheimer es una enfermedad degenerativa progresiva, hoy en día aún incurable, que afecta al sistema nervioso.

4. Con respecto al origen de la vida, ¿cuál/es de las siguientes afirmaciones son verdaderas?:

a) En la Antigua Grecia, Aristóteles expuso la idea de la generación espontánea.
b) Stanley Miller, reprodujo en el laboratorio las supuestas condiciones de la atmósfera primitiva para demostrar la Teoría de la «sopa caliente» o «sopa primordial» de Oparin.
c) Louis Pasteur, demostró que era falsa la Teoría de la generación espontánea.
d) Son verdaderas a) y c).
e) Todas son verdaderas.

Solución: e

El origen de la vida ha sido desde la antigüedad un tema de interés para pensadores, filósofos y científicos. Los primeros en proporcionar explicaciones razonadas basadas en la observación y no en fenómenos sobrenaturales o mitológicos fueron los griegos. Aristóteles expuso la idea de la generación espontánea, los seres vivos surgían, según él, de otros seres u objetos que en nada tenían que ver con la existencia de unos progenitores parecidos a ellos; esta idea prevaleció en la Edad Media y perduró incluso hasta el siglo XVIII. Van Helmont aseguraba en el siglo XVII: «basta colocar ropa sucia en un tonel, que contenga además unos pocos granos de trigo, y al cabo de 21 días aparecerán ratones». Las primeras experiencias científicas en contra de esta teoría se llevaron a cabo por Redi (1668) y Spallanzani (1767), pero hasta 1862 Louis Pasteur no demostró definitivamente su falsedad.

Oparin en 1923 propuso la hipótesis de la «sopa caliente», en la que sostiene que la vida se originó en la Tierra espontáneamente por la influencia de la energía solar y descargas eléctricas sobre los gases –amoniaco, vapor de agua, metano, etc.– presentes en la atmósfera primitiva, que pudieron reaccionar y generar moléculas orgánicas sencillas como aminoácidos simples. Estas moléculas se acumularían en los océanos formando lo que él denominó «sopa primordial» donde concentradas pudieron interaccionar y evolucionar hacia coacervados y las primeras formas de vida.

Stanley Miller en 1953 reprodujo en el laboratorio las condiciones atmosféricas primitivas propuestas por Oparin. En un circuito cerrado introdujo una mezcla de agua, amoniaco, metano e hidrógeno, colocó unos electrodos para provocar descargas eléctricas sobre la mezcla durante días, al cabo de los cuales pudo comprobar la síntesis de aminoácidos, moléculas orgánicas que forman proteínas.

5. Se piensa que los antecesores del hombre aparecieron en África aproximadamente hace unos 7 u 8 millones de años. En los años 70 fue descubierto un esqueleto casi completo de un homínido hembra en las excavaciones de Etiopía, al que se llamó «Lucy». Vivió hace unos 3-3,6 millones de años y, por la organización de su pelvis, se determinó que «Lucy» caminaba en posición bípeda. ¿Sabrías decir a que especie pertenece «Lucy»?:

a) *Homo antecesor*.
b) *Homo neanderthalensis*.
c) *Australopithecus afarensis*.
d) *Australopithecus habilis*.
e) *Homo africanus*.

Solución: c

«Lucy in the sky with diamons» de los Beatles, sonaba de fondo cuando en los años 70 en Etiopia, y bajo la dirección del Dr. Leaky, se encontró el esqueleto casi completo de un homínido. Por su organización pélvica se determinó que se trataba de una hembra adaptada al bipedismo. La apodaron «Lucy», pero científicamente recibió el nombre de *Australopithecus afarensis* (mono del sur de la región de Afar). Se han encontrado posteriormente restos de este homínido en Tanzania (yacimientos de Olduvai y pisadas de Laetoli).

Homo antecessor y *H. neanderthalensis*, propuestos en las soluciones a) y b) son más tardíos; los restos del primero han sido hallados en Atapuerca y en Europa y Asia los del segundo.

Las opciones d) y e) contienen errores al no haber correspondencia entre género y especie de homínido. En el registro fósil están catalogadas las especies *Australopithecus africanus* (3-2,5 m.a.), encontrada en Sudáfrica y de datación posterior a *A. afarensis*, y *Homo habilis* (2,5-1,8 m.a.) encontrada en el valle del Rift (África subsahariana), la que se asocia con la fabricación de los primeros instrumentos.

6. Uno de los caracteres ligados al sexo (al cromosoma X) es el color de ojos de *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta o del vinagre). El color normal (salvaje) del ojo es rojo, dominante sobre el blanco recesivo. Si cruzamos una hembra homocigótica de ojos rojos con un macho de ojos blancos y después cruzamos entre sí a los descendientes de los anteriores, obtendremos:

a) En la F_1, hembras con ojos rojos y machos con ojos rojos.

b) En la F_1, todas las hembras serán portadoras del gen «color blanco», sus ojos serán rojos, y todos los machos tendrán los ojos rojos.

c) En la F_2 un 50 % de las hembras tendrán ojos rojos y no serán portadoras del gen ojos blancos y un 50 % de machos tendrán ojos rojos.

d) En la F_2 un 25 % serán hembras con ojos rojos y portadoras del gen ojos blanco, y un 25 % serán machos con ojos blancos.

e) Todas las respuestas son correctas.

Solución: e

Con los datos del planteamiento: Rojo > Blanco

$X^R > X^r$

Las posibilidades genotípicas y fenotípicas son:

Hembras:
- $X^R X^R$: homocigóticas dominantes; ojos rojos
- $X^R X^r$: heterocigóticas; ojos rojos (portan el gen recesivo pero se expresa el dominante)
- $X^r X^r$: homocigóticas recesivas; ojos blancos

Machos:
- $X^R Y$: hemicigóticos dominantes; ojos rojos
- $X^r Y$: hemicigóticos recesivos; ojos blancos

Si realizamos el cruzamiento:

P: hembra homocigótica ojos rojos × macho de ojos blancos

$X^R X^R$ ——— $X^r Y$

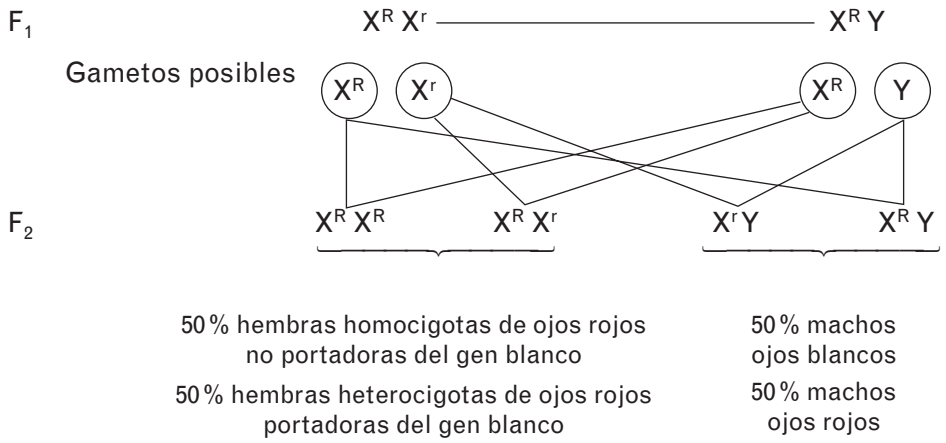
Gametos posibles: X^R ; X^r ; Y

F_1: $X^R X^r$; $X^R Y$

Todas las hembras heterocigóticas de ojos rojos portadoras del gen blanco

Todos los machos de ojos rojos

Si cruzamos cualquier hembra y macho de la F_1 obtendremos:



Como se observa en la F_2, el 25 % son hembras homocigotas de ojos rojos ($X^R X^R$), 25 % hembras heterocigóticas de ojos rojos ($X^R X^r$), 25 % machos de ojos blancos ($X^r Y$) y el 25 % machos de ojos rojos ($X^R Y$).

Si se consideran las proporciones por sexos: todas las hembras tienen ojos rojos siendo, el 50 % portadoras del gen blanco ($X^R X^r$) y el 50 % no portadoras ($X^R X^R$). Entre los machos el 50 % son de ojos rojos ($X^R Y$) y el 50 % de ojos blancos ($X^r Y$).

7. Respecto a las relaciones bióticas de los ecosistemas, no es cierto que:

a) Las relaciones intraespecíficas se dan entre individuos de la misma especie y las interespecíficas entre individuos de distinta especie.

b) Piojos y pulgas tienen una relación interespecífica de ectoparasitismo y las tenias de endoparasitismo con respecto a su hospedador.

c) Los pólipos de los corales son colonias, relación interespecífica, en las que los individuos se especializan en una determinada función: unos en la nutrición, otros en la reproducción y otros en la relación.

d) En los líquenes existe una relación interespecífica de mutualismo simbiótico entre un alga y un hongo.

e) En las poblaciones gregarias, relación intraespecífica, los individuos que se reúnen para un propósito común, forman agrupaciones temporales o permanentes.

Solución: c

Todas las afirmaciones son correctas, excepto la opción c). Los pólipos de los corales son agrupaciones de individuos de una misma especie, relación intraespecífica. Las colonias se forman por gemación de un progenitor inicial, todos los individuos están unidos y comparten estructuras corporales. Las colonias pueden ser homomorfas, cuando todos los individuos son iguales, caso de las madréporas, o heteromorfas, en las que existen individuos especializados en distintas funciones: captura de alimento, reproducción, defensa, etc., como el caso de hidrozoos.

8. Elige las palabras que completarían la siguiente frase:

«Debido a la permeabilidad selectiva que presenta la membrana celular, el intercambio de nutrientes y sustancias se realiza por _____ en el caso del agua, regulándose así el equilibrio entre las concentraciones del interior y exterior celular, mientras que el _____ y _____ lo hacen por _____, pasando del lado en el que se encuentran en mayor concentración hacia el de menor concentración.»

a) Transporte activo, oxígeno, proteínas, difusión.
b) Ósmosis, oxígeno, proteínas, endocitosis.
c) Difusión, dióxido de carbono, lípidos, transporte activo.
d) Endocitosis, dióxido de carbono, lípidos, ósmosis.
e) Ósmosis, oxígeno, dióxido de carbono, difusión.

Solución: e

Las palabras que completan correctamente el texto son:

«Debido a la permeabilidad selectiva que presenta la membrana celular, el intercambio de nutrientes y sustancias se realiza por **ósmosis** en el caso del agua, regulándose así el equilibrio entre las concentraciones del interior y exterior celular, mientras que el **oxígeno** y **dióxido de carbono** lo hacen por **difusión**, pasando del lado en el que se encuentran en mayor concentración hacia el de menor concentración».

El intercambio de sustancias entre la célula y el medio está controlado por la membrana plasmática que posee permeabilidad selectiva.

El *transporte pasivo* se realiza a favor de gradiente y sin gasto de energía. La entrada y salida de agua para igualar las concentraciones a ambos lados de la membrana es la *ósmosis*; O_2, CO_2 y pequeñas moléculas apolares la atraviesan por *difusión simple* y moléculas polares e iones lo hacen por *difusión facilitada* mediante proteínas transportadoras o de canal.

El *transporte activo* es el paso de moléculas contra gradiente con gasto de energía. Las macromoléculas o partículas entran o salen de la célula por *endocitosis* y *exocitosis* englobadas en vesículas y con gasto energético.

9. Sobre la inmunización, <u>es cierto</u> que:

a) La inmunización activa se realiza con sueros.
b) Los sueros son concentrados de antibióticos que se emplean contra determinadas infecciones.
c) La inmunización pasiva se realiza con vacunas.
d) Las vacunas son concentrados de anticuerpos que se emplean para prevenir determinadas enfermedades.
e) Todas las respuestas son falsas.

Solución: e

La inmunización es un procedimiento por el que se aumenta la eficacia de la respuesta inmunitaria del organismo frente a la infección; puede ser activa o pasiva.

La inmunización activa se realiza por medio de vacunas como prevención de enfermedades infecciosas, y no con sueros. Las vacunas contienen microorganismos muertos o atenuados, antígenos purificados o toxinas bacterianas modificadas que inyectados en el organismo sano inducen al sistema inmunitario a producir anticuerpos contra la enfermedad que se quiere prevenir. Los sueros son concentrados de anticuerpos específicos contra el agente infeccioso de una enfermedad determinada y producen una inmunidad artificial pasiva en individuos que ya están afectados por la misma.

10. En relación a los ciclos biológicos de animales y plantas, no es cierto que:

a) El ciclo biológico de los animales se denomina diplonte porque los individuos adultos son diploides (2n).

b) El ciclo biológico de las plantas espermáfitas y helechos se denomina diplohaplonte por presentar dos generaciones adultas alternantes.

c) Todas las células de los animales son diploides (2n) sin excepción, por presentar ciclos diplontes.

d) Las dos generaciones alternantes de las plantas son: adulto esporofito (2n) y adulto gametofito (n).

e) La meiosis esporogénica, se da en ciclos diplohaplontes y la gametogénica en los ciclos diplontes.

Solución: c

Todas las células de los animales son diploides (2n), excepto los gametos haploides (n). Éstos proceden de células madre también diploides, espermatogonias u ovogonias, que, tras una meiosis gametogénica dan lugar a los espermatozoides y óvulos haploides (n). En la fecundación los gametos se fusionan formando una célula diploide denominada zigoto que se desarrollará tras mitosis sucesivas en un nuevo individuo diploide.

El ciclo biológico de las espermáfitas (plantas con semillas) y pteridofitas (helechos) es diplohaplonte con predominio de la fase diploide, coexisten dos generaciones adultas que se alternan, el esporofito diploide y el gametofito haploide. En el envés de los frondes (hojas) del esporofito (2n) de los helechos se encuentran los esporangios agrupados en estructuras llamadas soros, donde tras sufrir meiosis esporogénica se forman meiosporas (n). Al caer al suelo al final de verano germinan si las condiciones son favorables y producen un adulto de pequeño tamaño, el protalo o gametofito (n), que origina por mitosis las células reproductoras (n). El encuentro de éstas se produce en medio acuoso, formándose el cigoto (2n) que dará lugar al embrión o esporofito juvenil diploide (2n).

En las plantas espermáfitas, gimnospermas y angiospermas, el gametofito femenino o saco embrionario está encerrado en el óvulo y el masculino o núcleos espermáticos en el grano de polen; ambos han sido producidos tras meiosis esporogénica.

11. Animales y plantas se adaptan a medios en los que existen cambios de temperatura. Los anfibios y reptiles, entre otros, regulan su temperatura interior por mecanismos externos. Son animales:

a) Homeotermos.
b) Estenotermos.
c) Poiquilotermos.
d) Heliófilos.
e) Endotermos.

Solución: c

La temperatura es un factor físico que influye de manera fundamental en la actividad y presencia de los seres vivos en un determinado lugar. Depende en gran parte de la radiación solar y en menor medida de la energía interna de la Tierra.

Los animales desarrollan adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas frente a la temperatura. Los homeotermos –mamíferos y aves– mantienen la temperatura estable por mecanismos fisiológicos de control interno, y los poiquilotermos -invertebrados, peces, anfibios y reptiles- la regulan mediante mecanismos externos: consiguen el calor con la exposición al sol y lo eliminan por convección, conducción y evaporación; su temperatura por tanto oscila en función de la temperatura ambiente.

En relación a la procedencia de la fuente de calor, los endodermos producen el calor que mantiene su temperatura corporal en su propio metabolismo y los ectotermos necesitan una fuente de calor externa al animal.

Los prefijos euri- y esteno- se refieren a la valencia ecológica de una especie en relación a una variable concreta. La valencia es la capacidad que tiene una especie para vivir en un medio que presenta variaciones en los factores bióticos y abióticos. Así pues los estenotermos solo sobreviven en zonas con un estrecho margen de variación térmica y los euritermos toleran grandes oscilaciones de temperatura en el medio.

El término heliófilo no hace referencia a animales sino a plantas que necesitan una gran cantidad de luz para vivir.

12. El Sistema Nervioso Central (SNC) está formado por encéfalo y médula espinal y protegido por una serie de estructuras. Es cierto que:

a) En la médula espinal se distinguen dos zonas: la sustancia gris en la parte externa, formada por los axones neuronales y la sustancia blanca en la parte interna, formada por los cuerpos neuronales.
b) El encéfalo está protegido por el cráneo y las meninges, dos membranas protectoras y nutritivas, del exterior al interior: piamadre y duramadre.
c) La médula espinal es el centro de la actividad refleja y el encéfalo dirige, coordina y controla las actividades vitales y automáticas. Ambos están unidos por el tronco encefálico cuya función está relacionada con la conducta instintiva.
d) Son correctas las respuestas a) y b).
e) Son correctas las respuestas b) y c).

Solución: c

El sistema nervioso central, encéfalo y médula espinal, posee protecciones de diferente naturaleza, una ósea, constituida por cráneo y columna vertebral, y otra interna formada por tres membranas conjuntivas denominadas meninges, que

desde el exterior al interior son: duramadre, aracnoides y piamadre. Entre las dos últimas existe un espacio lleno de líquido cefalorraquídeo proveniente de la filtración del plasma sanguíneo que aporta nutrientes y sirve de amortiguador mecánico.

La médula espinal, situada dentro de la columna vertebral, posee en su parte interna la sustancia gris constituida por los cuerpos o somas neuronales y, en la externa la sustancia blanca formada por los axones agrupados en fibras nerviosas. Sus funciones son conducir los impulsos nerviosos hacia y desde el encéfalo y ser un centro de la actividad refleja (actos reflejos), respuestas simples e involuntarias ante un estímulo.

El encéfalo por su parte dirige y coordina actividades involuntarias (latido cardiaco, deglución, etc.) y voluntarias o conscientes (habla, movimientos, etc.). Está unido a la médula por el tallo o tronco encefálico, parte más primitiva del encéfalo.

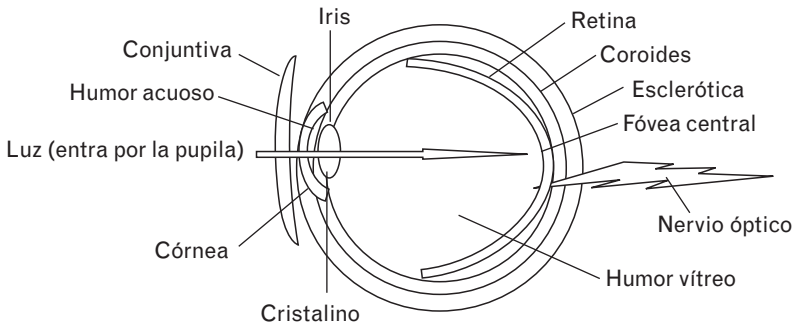
13. Respecto a la estructura del ojo:

a) Del exterior al interior está formado por: retina, coroides y esclerótica.
b) La parte anterior de la esclerótica forma el iris, en cuyo centro hay un orificio llamado pupila.
c) La coroides tiene pocos vasos sanguíneos y en su parte anterior es transparente, denominándose córnea.
d) Los fotorreceptores que hay en la membrana interna del ojo son los conos y los bastones. Los primeros son sensibles a la luz aunque sea muy tenue permitiendo ver sólo en blanco y negro, mientras que los segundos permiten ver los colores necesitando para ello mayor intensidad luminosa.
e) Todas las respuestas son falsas.

Solución: e

El ojo es una estructura globular limitada por una pared formada por tres capas: esclerótica, coroides y retina, nombradas desde el exterior hacia el interior.

La esclerótica, blanca, fibrosa y opaca se hace transparente en su parte anterior formando la córnea. La coroides intermedia es una fina membrana provista de abundantes vasos sanguíneos que en la parte anterior dispone el iris, músculo coloreado con un orificio central, la pupila. En la capa interna, la retina, se encuentran los fotorreceptores, conos y bastones, los primeros responsables de la visión en color y los segundos de la visión en blanco y negro. El lugar donde existe un mayor número de receptores es la fóvea y el punto ciego, zona por la que sale el nervio óptico, carece de ellos.



14. En los ecosistemas la materia y la energía fluyen conjuntamente a través de los niveles tróficos. El flujo de energía es lineal mientras que los elementos que constituyen la materia lo hacen de forma cíclica. Con respecto a los ciclos biogeoquímicos puede decirse que:

a) Expresan los procesos biológicos y no biológicos en los que se produce la transferencia de materia entre los seres vivos y el medio.

b) El fósforo es un factor limitante en la producción de los ecosistemas, se acumula en esqueletos y caparazones.

c) El N_2 es fijado biológicamente por cianobacterias.

d) El CO_2 es transformado en carbono orgánico por los consumidores.

e) Son correctas las respuestas a), b) y c).

Solución: e

Los ciclos biogeoquímicos son el conjunto de procesos biológicos y no biológicos de transformación de la materia a través de los cuales los elementos químicos circulan por los diferentes sistemas medioambientales: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. En la cuestión se recogen algunos aspectos de los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y fósforo.

El carbono abunda en la atmósfera en forma de CO_2, molécula gaseosa estable y soluble en H_2O que difunde bien a otros sistemas. Los organismos autótrofos, productores de los ecosistemas, lo utilizan en fotosíntesis para fabricar el carbono orgánico que fluye a los demás niveles tróficos. El Carbono es devuelto de nuevo a la atmósfera en forma de CO_2 tras la respiración de productores, consumidores y descomponedores.

El nitrógeno en su forma molecular N_2 es el gas más abundante de la atmósfera, pero debido a la inercia química de la molécula resulta inaccesible para la mayoría de los seres vivos; es por ello limitante en la productividad de muchos ecosistemas. Sin embargo existen microorganismos, entre otros cianobacterias, capaces de captarlo en un proceso de fijación biológica. También es posible su fijación abiótica al ser transformado en óxidos de nitrógeno (NO, NO_2 y N_2O) por tormentas eléctricas, radiaciones solares o la acción humana.

El reservorio de fósforo son las rocas fosfatadas del fondo oceánico, la mayoría constituyen sedimentos profundos de poca solubilidad, motivo por el que su movilización es muy lenta y dependiente de la actuación de los agentes geológicos, hasta el punto de considerarse un recurso no renovable. La necesidad de fósforo de los seres vivos –forma parte de ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos, esqueletos y caparazones, etc.– unida a su escasa disponibilidad hacen de este elemento el principal factor limitante, por encima del nitrógeno, en la producción de los ecosistemas.

15. Las mutaciones son variaciones o cambios en el material genético que pueden aparecer de forma espontánea o ser inducidas por agentes mutágenos; además:

a) Si se producen alterando la secuencia normal de los fragmentos génicos de un cromosoma se denominan mutaciones genómicas.

b) Si provocan variación en el número de cromosomas del ser vivo, se dice que éste sufre una mutación cromosómica.

c) Sólo son heredables cuando afectan a las células germinales.
d) Son correctas las respuestas a) y b).
e) Son correctas las respuestas b) y c).

Solución: c

El término mutación lo acuñó Hugo de Vries en 1901, pero fue T.H. Morgan quien lo aplicó tal como se utiliza en la actualidad, cambios aleatorios en el material genético causa de variabilidad en los seres vivos.

Las mutaciones pueden originarse en cualquier célula de un organismo, pero solo son heredables si afectan a las células germinales, ya que son éstas las que darán lugar, tras la fecundación, al nuevo ser que poseerá en su genoma la mutación.

Atendiendo a la cantidad de material genético afectado las mutaciones se clasifican en:

– mutaciones génicas o puntuales: alteración de la secuencia de bases del ADN. Supone la alteración de un gen que puede ocasionar la modificación en la secuencia de aminoácidos del polipéptido que codifica.
– mutaciones cromosómicas: modificación de la secuencia génica normal de un cromosoma debido a inversión, duplicación, delección o translocación de segmentos cromosómicos.
– mutaciones genómicas: variación en el número de cromosomas de un individuo. Puede estar modificado el número de juegos cromosómicos –haploidías, triploidías, etc.– o el número de ejemplares de un par de homólogos –monosomías, trisomías, etc.–.

16. En referencia a los tejidos vegetales:

a) El xilema conduce la savia elaborada desde la raíz a las demás partes de la planta.
b) Los denominados esclerénquima y colénquima sirven de sostén al vegetal porque acumulan gran cantidad de celulosa en las paredes de sus células.
c) El cambium y el felógeno son meristemos primarios localizados en los ápices del tallo, raíz y yemas.
d) Por el floema o tejido liberiano fluye la savia bruta desde las hojas a las demás partes de la planta.
e) Las respuestas a) y c) son ciertas.

Solución: b

Un tejido es un conjunto de células diferenciadas y coordinadas para realizar una misma función. Los tejidos vegetales se caracterizan por la ausencia de sustancia extracelular y se agrupan en relación con su función en meristemáticos o embrionarios, parenquimáticos, protectores, de sostén, conductores y secretores. Unos de otros difieren en la forma de sus células, el espesor y constitución de la pared, así como en la naturaleza del contenido celular.

Los tejidos de sostén, colénquima y esclerénquima, dan solidez y resistencia a la planta al estar constituidos por células con paredes muy engrosadas de celulosa. El colénquima, formado por células vivas, proporciona consistencia a las partes jóvenes y flexibles, y el esclerénquima compuesto por células muertas y lignificadas, confiere resistencia a las partes ya desarrolladas.

Las respuestas a), c) y d) contienen errores:

Los tejidos conductores, el xilema y el floema, son los encargados del transporte de nutrientes por todo el vegetal. El primero transporta la savia bruta, formada por agua y sales minerales, desde la raíz hasta el tallo y hojas donde se realiza la fotosíntesis. Está compuesto por vasos leñosos, células muertas con paredes parcialmente lignificadas que se unen formando tubos. El floema conduce la savia elaborada, materia orgánica y agua, desde las hojas al resto de la planta. Está constituido por células vivas unidas entre sí por tabiques de separación perforados, la placa cribosa por donde pasa la savia.

Los tejidos meristemáticos o embrionarios son los responsables del crecimiento vegetal. Sus células son pequeñas y poco especializadas, con paredes delgadas y núcleos grandes. Los meristemos primarios, localizados en los ápices de raíces, tallo y yemas producen el crecimiento en longitud. Los secundarios, cambium y felógeno, se disponen en capas concéntricas a lo largo del vegetal y su división da lugar al crecimiento en grosor de la planta.

17. Para el buen funcionamiento del sistema nervioso, la dieta ha de contener todo tipo de nutrientes, pero específicamente:

a) Glucosa, fósforo y vitaminas del grupo B.
b) Fructosa, hierro y vitamina D.
c) Glucosa, hierro y vitamina C.
d) Fructosa, fósforo y vitamina E.
e) Glucosa, hierro y vitamina A.

Solución: a

Los nutrientes propuestos pertenecen a tres grupos de biomoléculas: monosacáridos con función energética; minerales, con función estructural y reguladora, y vitaminas, exclusivamente reguladora.

Obviando que todos los nutrientes son necesarios para el correcto funcionamiento del organismo, se hace a continuación una revisión de cuáles de ellos son requeridos en mayor cuantía por el SN y cuáles provocan por déficit mayor perjuicio a su funcionamiento.

Glucosa y fructosa son glúcidos monosacáridos principal fuente de energía de la célula. De los dos, la glucosa es la molécula energética más utilizada por los seres vivos y la unidad componente más común de los polisacáridos. Las neuronas son las células con mayor gasto metabólico por lo que necesitan un aporte casi continuo de glucosa, único combustible que utilizan.

Respecto a los bioelementos, el fósforo se encuentra en los seres vivos en forma de fosfato disuelto, con funciones reguladoras del pH y el equilibrio osmótico, o precipitado formando parte de esqueletos y otras estructuras de sostén. Se une también a diversas moléculas orgánicas, nucleótidos como el ATP, ácidos nucleicos y lípidos. Teniendo en cuenta los requerimientos energéticos y estructurales del SN, es éste el bioelemento prioritario: las neuronas precisan para su correcto funcionamiento la energía transferida por el ATP (cada molécula posee tres fosfatos) y las vainas de mielina que recubren la mayoría de los axones están formadas por lípidos que incorporan fosfatos. La carencia de este mineral produce alteraciones del sistema nervioso, somnolencia, debilidad muscular, etc.

El hierro, sin embargo, interviene en la formación de hemoglobina y otras proteínas con actividad enzimática.

De las vitaminas mencionadas son las del grupo B las que tienen relación directa con el SN. La tiamina –vitamina B_1– regula los iones que atraviesan las membranas celulares, principalmente durante la transmisión del impulso nervioso, interviene además en la absorción de glucosa por parte de las neuronas. El ácido fólico –vitamina B_9– es imprescindible para la formación del sistema nervioso embrionario y su posterior desarrollo y funcionamiento. La cobalamina –vitamina B_{12}– mantiene la vaina de mielina de las fibras nerviosas y participa en la síntesis de neurotransmisores.

El resto de vitaminas no tiene una actividad tan directamente relacionada con el SN.

18. Sobre los procesos metabólicos, es falso que:

a) Las reacciones del metabolismo celular están controladas por enzimas.
b) Al conjunto de reacciones químicas de degradación de moléculas complejas se le denomina catabolismo.
c) La fotosíntesis es un proceso catabólico.
d) La célula transfiere energía mediante el ATP.
e) En las reacciones de catabolismo se libera energía, mientras que en las de anabolismo se consume.

Solución: c

El conjunto de reacciones químicas y transferencias energéticas que tienen lugar en las células se denomina metabolismo; todas las transformaciones metabólicas requieren la participación de enzimas. En el metabolismo existen dos grandes procesos: el metabolismo catabólico, que produce la degradación de moléculas, es decir, transforma moléculas grandes ricas en energía en otras más pequeñas con liberación de energía en forma de ATP, y el anabolismo o metabolismo de síntesis de moléculas propias de la célula a partir de otras más simples con gasto de energía. El ATP, adenosín trifosfato, acumula la energía liberada en el catabolismo en los enlaces fosfatos de su molécula, al romperse puede proporcionarla en los procesos anabólicos que la requieran.

La fotosíntesis no es un proceso catabólico sino anabólico, en el que utilizando energía lumínica los organismos autótrofos fotosintéticos crean materia orgánica a partir de dióxido de carbono, agua y sales.

19. La Microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos, seres vivos que por su tamaño sólo pueden verse al microscopio; de ellos puede decirse que:

a) Las bacterias son organismos procariotas y su único tipo de nutrición es autótrofa.
b) Los hongos son eucariotas y heterótrofos, algunos son unicelulares aunque también existen pluricelulares.
c) Las algas unicelulares eucariotas autótrofas no forman parte del fitoplancton.
d) Los protozoos son procariotas heterótrofos.
e) Son correctas las respuestas b) y c).

Solución: b

Los microorganismos constituyen un grupo heterogéneo de seres vivos en cuanto a morfología, capacidades metabólicas y ecología que comparten su reducido tamaño, lo que hace necesario el uso de técnicas microscópicas para su observación. Además de los virus de estructura acelular, incluyen representantes de tres reinos, moneras, protoctistas y hongos.

Las bacterias son microorganismos unicelulares procariotas. La heterogeneidad del grupo incluye representantes con nutrición autótrofa –bacterias foto y quimiosintéticas– y heterótrofas –bacterias parásitas, saprófitas, simbióticas, etc.–

Las algas unicelulares viven flotando en aguas dulces y marinas con abundante luz formando el fitoplancton. Son responsables de la mayor parte de la fotosíntesis acuática, asimilan la energía solar y fabrican la materia orgánica que circula en los ecosistemas acuáticos liberando enormes cantidades de oxígeno.

Los protozoos son eucariotas unicelulares heterótrofos que habitan en el agua o en ambientes terrestres húmedos donde degradan la materia orgánica; algunas especies parásitas también causan enfermedades como la malaria, amebiasis, etc.

Los hongos son organismos unicelulares o pluricelulares eucariotas que poseen pared celular de quitina y nutrición heterótrofa con digestión externa. Pueden ser saprófitos, se desarrollan sobre materia orgánica que descomponen, parásitos de animales y plantas a los que causan enfermedades o vivir en simbiosis con autótrofos, caso de los líquenes.

20. En unos laboratorios se ha producido el robo de material y productos guardados en una vitrina. Para acceder a la sala en la que se encontraban es necesaria la utilización de una clave identificadora personal, por lo que se sospecha de los únicos cuatro empleados que quedaron registrados en la entrada. La vitrina se encontró rota y con restos de sangre.

Se ha procedido a secuenciar un fragmento de ADN extraído de la sangre hallada, obteniéndose el siguiente:

5'AACGGTACCATGGTA 3'

Si tras tomar muestras de ADN a los sospechosos, los resultados nos proporcionan los siguientes datos, indica la persona a la que inculparían las pruebas:

a) El guardia de seguridad tiene una secuencia 3' ATGGTAGGATGGCAA5'.
b) Al jefe de departamento se le ha secuenciado el ARN 5'AACGCUACCAUCGAA3'.
c) El técnico de laboratorio tiene una secuencia de ADN 3'TTGCCATGGTACCAT5'.
d) El becario posee un fragmento de ADN 3'TAGCCATGGTCCCAT5'.
e) Ninguno de los empleados ha cometido el robo ya que su secuencia de ADN no coincide con la muestra de ADN encontrado.

Solución: c

Para poder comparar los ácidos nucleicos de los sospechosos con el ADN procedente de la muestra se determinan primero todas las secuencias que se derivan del segmento obtenido. Como el ADN es bicatenario, tanto el fragmento

secuenciado como su complementario deben compararse con los ADN de los sospechosos, teniendo además en cuenta la polaridad de las cadenas. Por otra parte, se dispone solo del ARN de uno de los implicados, habrá que hallar la secuencia de ADN que le ha servido de molde para compararla con la muestra.

ADN de la muestra:

5' AACGGTACCATGGTA 3'	**cadena secuenciada**
3' TTGCCATGGTACCAT 5'	**cadena complementaria**

ADN del guardia de seguridad

3' ATGGTAGGATGGCAA 5'	cadena secuenciada
5'TACCATCCTACCGTT 3'	cadena complementaria

ARN del jefe de departamento:

5' AACGCUACCAUCGAA 3'	cadena secuenciada
3'TTGCGATGGTAGCTT 5'	cadena de ADN molde del ARN secuenciado
5' AACGCTACCATCGAA 3'	cadena complementaria

ADN del técnico de laboratorio

3'TTGCCATGGTACCAT 5'	cadena secuenciada
5' AACGGTACCATGGTA3'	cadena complementaria

ADN del becario

3'TAGCCATGGTCCCAT 5'	cadena secuenciada
5' ATCGGTACCAGGGTA 3'	cadena complementaria

La comparación de los ADN debe hacerse en el mismo sentido. Si orientamos todas las cadenas en dirección 3'- 5' se obtendría:

Muestra { **3' ATGGTACCATGGCAA 5'**
3' TTGCCATGGTACCAT 5'

Guardia { 3' ATGGTAGGATGGCAA 5'
3'TTGCCATCCTACCAT 5'

Jefe { 3'TTGCGATGGTAGCTT 5'
3' AAGCTACCATCGCAA 5'

Técnico { **3' TTGCCATGGTACCAT 5'**
3' ATGGTACCATGGCAA 5'

Becario { 3'TAGCCATGGTCCCAT 5
3' ATGGGACCATGGCTA 5'

Queda comprobado que el ADN del técnico de laboratorio es el único que coincide con la muestra hallada en la vitrina.

21. ¿Qué ha permitido a lo largo de la historia del hombre el hecho de tener el dedo pulgar oponible?:

a) Mejorar su locomoción bípeda al apoyarse mejor en el suelo.
b) Fabricar y usar herramientas.
c) Poder acceder a nuevos recursos alimenticios.
d) Mejorar el lenguaje gestual y confeccionar un lenguaje oral.
e) Son ciertas las respuestas b) y c).

Solución: e

La pregunta se refiere lógicamente a la mano ya que el pulgar de los pies no es oponible, dejó de serlo cuando la locomoción pasó a ser bípeda. Tener el pulgar de la mano oponible, hace posible que los humanos, y en general los primates antropomorfos, puedan tocar con él los otros cuatro dedos de la misma mano desde su punta hasta su base, e incluso acceder a la parte superior de la palma. Esta característica permite la manipulación de objetos grandes apoyándose en la palma y objetos medianos o pequeños con la ayuda de uno o más dedos de la otra mano. Supone una gran facilidad para asir y manipular diversos objetos –palos, piedras, etc.– con los cuales pudieron fabricar posteriormente herramientas, armas, etc. que posibilitaron, junto a la liberación de las extremidades anteriores por la locomoción bípeda, el acceso a nuevas fuentes de alimentos: tubérculos, raíces, carroña, caza, etc. La adquisición del lenguaje fue muy posterior y, aunque utilizamos en muchas ocasiones las manos para reforzar el mensaje oral, el pulgar oponible no tiene gran importancia en esta función.

22. Las plantas presentan discontinuidades por las que se realiza el intercambio gaseoso, entre ellas las denominadas:

a) Estromas.
b) Estomas.
c) Conductos resiníferos.
d) Conductos laticíferos.
e) Son correctas las respuestas b) y c).

Solución: b

Para poder llevar a cabo la fotosíntesis y la respiración celular, la planta realiza un intercambio mecánico de gases con la atmósfera, O_2 y CO_2, a través de los estomas localizados en la epidermis del envés de las hojas, las lenticelas del tallo y la raíz. Los estomas están constituidos por dos células oclusivas con forma de riñón o judía, entre las que existe una abertura u ostiolo que conecta con una cámara subestomática. La apertura y cierre del ostiolo controla también la transpiración, pérdida de agua, de la planta y está regulada por factores como la luz, los niveles de CO_2, pH, disponibilidad de agua, temperatura, etc.

Los conductos laticíferos y resiníferos son tejidos secretores formados por células vivas cuya función es fabricar sustancias que pueden almacenarse o expulsarse al exterior: látex, caucho, resinas etc.

En cuanto a la respuesta a), el estroma es la matriz del cloroplasto, el espacio interior donde se localizan los tilacoides.

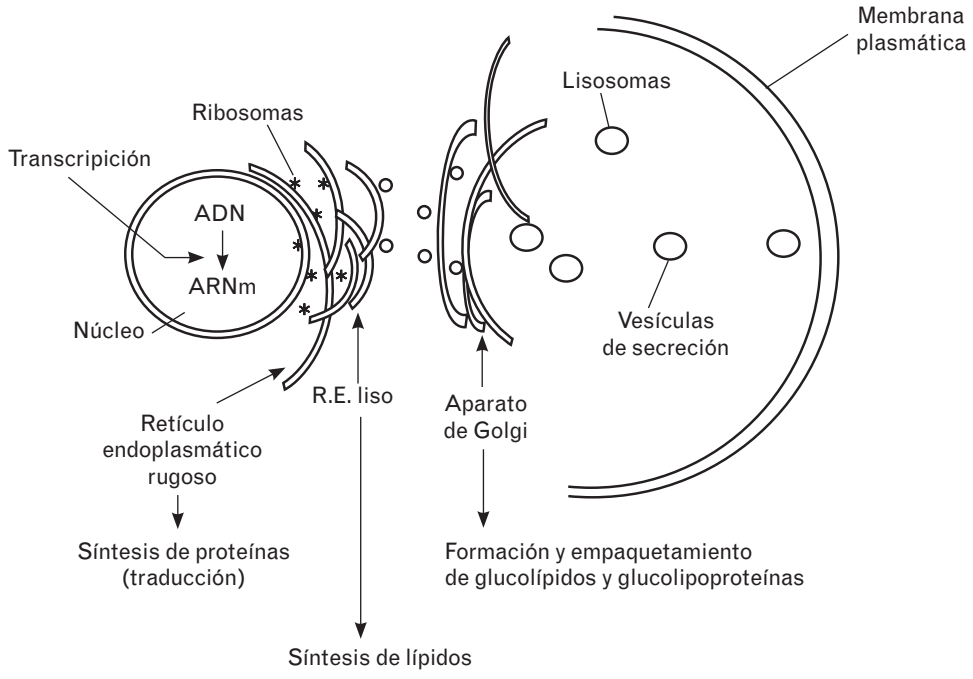
23. Respecto a los diferentes orgánulos que componen el sistema de membranas celular, es cierto que:

a) En el aparato de Golgi se empaquetan las proteínas producidas en el núcleo.
b) Los lisosomas se originan en el aparato de Golgi.
c) El retículo endoplasmático se encarga de llevar el ARNm procedente del núcleo hasta el aparato de Golgi.
d) Las vesículas de secreción procedentes del retículo endoplasmático transportan proteínas hacia el núcleo.

e) Retículo endoplasmático rugoso, membrana nuclear externa y aparato de Golgi poseen ribosomas adosados en su cara externa.

Solución: b

Los lisosomas son pequeñas vesículas producidas en el aparato de Golgi que poseen en su interior enzimas digestivos. El núcleo no sintetiza proteínas, lo hacen exclusivamente los ribosomas, que pueden encontrarse libres o adosados a la cara externa del retículo endoplasmático rugoso y de la membrana nuclear. El aparato de Golgi carece de ribosomas, su función es modificar, clasificar y empaquetar biomoléculas procedentes del retículo endoplasmático. Las proteínas salen del aparato de Golgi envueltas por membrana, las transportadas hacia el exterior celular lo hacen en las llamadas vesículas de secreción.



24. A la hora de realizar cualquier modificación del entorno, construcción de carreteras, polígonos industriales, etc. es obligatorio realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). ¿En qué momento debe realizarse este tipo de evaluación?:

a) A priori, durante la realización del proyecto.
b) A posteriori, después de causar el impacto, para poder evaluar los perjuicios que la infraestructura ha producido.
c) Durante la realización de la obra, para llevar a cabo medidas correctoras que minimicen el impacto.
d) A la conclusión del proyecto y en el momento en que éste es aprobado en el Ayuntamiento.
e) A la finalización del proyecto, pero llevándose a cabo por técnicos cualificados.

Solución: a

Es importante en nuestra sociedad la implantación de una adecuada gestión ambiental encaminada hacia un modelo de desarrollo sostenible. Se hace especialmente necesaria la ordenación y planificación del territorio que permita su uso racional dedicando cada lugar a la actividad más adecuada.

Se precisan herramientas que busquen medidas de tipo preventivo y correctivo, y que puedan servir para evitar o reparar los daños del entorno atendiendo a los posibles riesgos e impactos ambientales. Una de ellas es la EIA, un proceso de recogida de información, análisis y predicción, encaminado a identificar, predecir, corregir, prevenir y comunicar los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente.

La EIA consta de dos partes claramente diferenciadas: la técnica, realizada por especialistas, donde se incluyen estudios sobre clima, agua, suelo, fauna, flora, patrimonio arquitectónico, agricultura, empleo, etc., y la parte institucional, en la que la Administración emite el dictamen positivo o negativo respecto a la declaración de impacto ambiental (DIA) que determina la conveniencia o inconveniencia de realizar el proyecto.

25. Claude Bernard fue un fisiólogo francés, que entre otros, formuló los conceptos de secreción interna y de medio interno. ¿Qué entendemos por esto último?:

a) Líquidos que circulan por el interior de vasos tales como plasma sanguíneo, linfa, etc.
b) Células que se encuentran en el interior de un órgano concreto.
c) Líquido intracelular que da forma y consistencia a las células.
d) Líquido extracelular que baña las células.
e) Son correctas las respuestas a) y d).

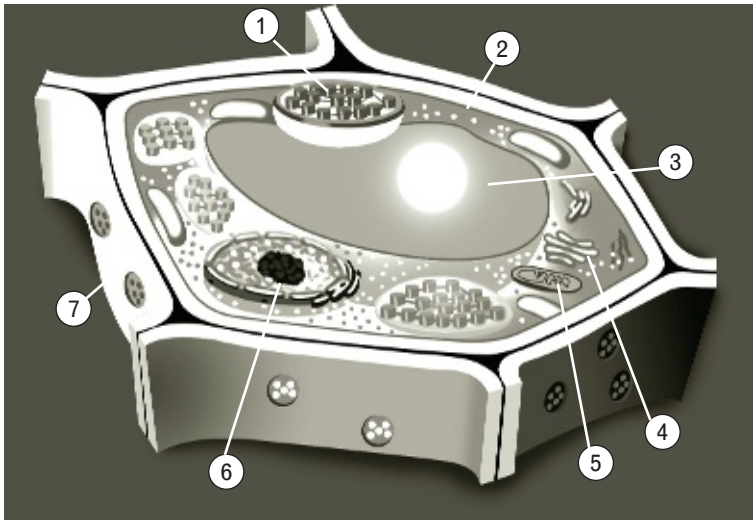
Solución: e

Este término puede llevar a confusión debido a la palabra «interno». Podemos plantearnos así varios interrogantes: ¿Interior del cuerpo dentro de los vasos sanguíneos que contienen gran cantidad de agua? ¿Interior de las células? ¿Células de la médula de un órgano determinado? ¿Hace referencia al agua citoplasmática que da forma a las células?

Tal como C. Bernard afirmó «los organismos no viven en el medio externo sino en su propio medio interno que baña sus elemento tisulares». Podemos así definir el **milieu intèrieur** de C. Bernard como el líquido extracelular que rodea las células y tejidos, y posee una composición constante muy parecida en todos ellos, donde se producen los intercambios de nutrientes, gases respiratorios y sustancias de desecho celulares.

En vertebrados el líquido extracelular está distribuido en distintos compartimentos interrelacionados: el líquido intersticial que ocupa los espacios intercelulares, la linfa y el plasma sanguíneo contenidos en los vasos circulatorios, los líquidos celomáticos de la cavidad corporal y otros líquidos de menor volumen, como el líquido cefalorraquídeo del SNC, los líquidos sinoviales de articulaciones, los humores del ojo y oído, etc.

1. Pon los nombres que se correspondan con los números y completa.



1. ....., en él se lleva a cabo .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. ....., en su interior se encuentra .....
7. ....., está formada principalmente por .....

Solución

1. Cloroplasto, **en él se lleva a cabo** la fotosíntesis.
2. Membrana plasmática.
3. Vacuola.
4. Aparato de Golgi.
5. Mitocondria.
6. Núcleo, **en su interior se encuentra** la cromatina. (Además de cromatina, son válidas también otras respuestas: ADN, cromosomas o nucléolo).
7. Pared celular, **está formada principalmente por** celulosa.

2. Un hombre cuyo grupo sanguíneo es 0, ¿puede ser el padre de una persona del grupo B, cuya madre es del grupo A? Razónalo indicando los genotipos.

Solución

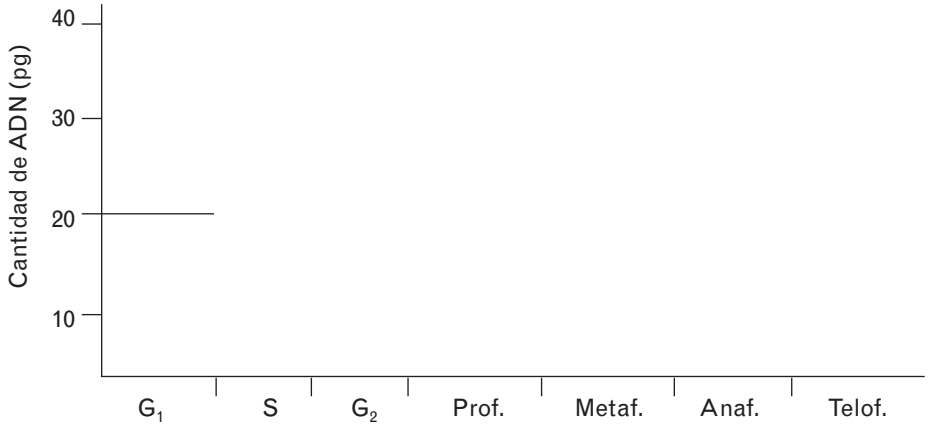
De los diversos sistemas de clasificación de la sangre –Rh, Lewis, Duffy, HLA, etc.– el más utilizado es el AB0, que se basa en la presencia o ausencia de componentes antigénicos en la membrana de los glóbulos rojos.

El gen autosómico responsable de este carácter posee tres alelos, denominados A, B y 0, siendo A y B codominantes o equipotentes, se expresan ambos, y dominantes sobre 0, que es recesivo (A = B > 0).

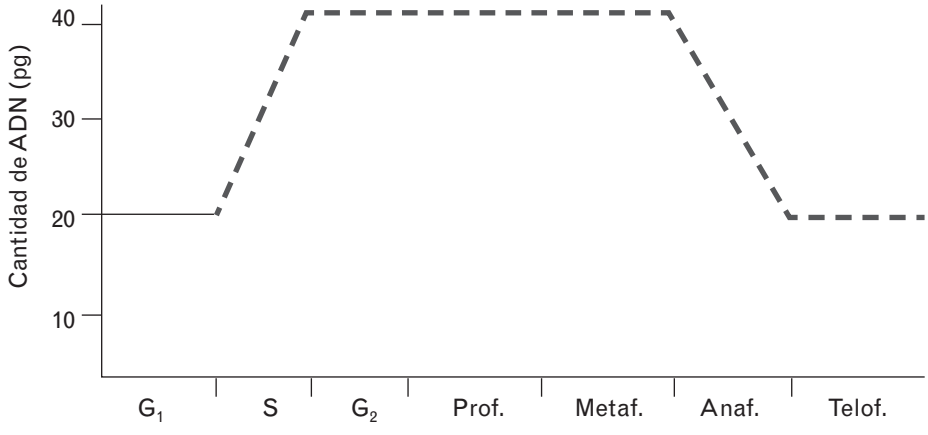
El fenotipo del padre (representado por un cuadrado) es 0, por tanto su genotipo es homocigoto recesivo, 00. La madre (representada por un círculo) de fenotipo A tiene dos posibilidades de genotipo, homocigota dominante AA o heterocigota A0. Así pues, el alelo B no lo posee ninguno de los dos parentales por lo que es imposible que aparezca en la descendencia.

Fenotipo	grupo 0	grupo A
Genotipo	00	AA (primera posibilidad) A0 (segunda posibilidad)

3. El siguiente gráfico representa las fases del ciclo celular. Continúa la gráfica con la variación de ADN que se producirá en cada una de las fases.



Solución



La gráfica representa la variación de la cantidad de ADN en el ciclo celular, período de tiempo comprendido entre la formación de una célula por división hasta que ésta se divide generando nuevas células. Se trata de una secuencia repetitiva

de crecimiento y división celular con dos etapas: interfase (G_1, S, G_2) y división o fase M (profase, metafase, anafase y telofase con citocinesis), correspondiente a una mitosis, un solo ciclo de división, y no a meiosis, dos ciclos de división.

Durante toda la interfase el ADN se encuentra descondensado en forma de cromatina. En el periodo G_1, de duración variable dependiendo del tipo celular, la célula crece sin modificar la cantidad de ADN. En la fase S se produce la replicación del ADN, por lo su cantidad se hace doble, pasando de 20 a 40 pg, desde este momento cada fibra de cromatina es doble. En G_2 se prepara la célula para iniciar la división, manteniendo constante la cantidad de ADN.

La división del núcleo por mitosis se inicia con la condensación de la cromatina, originando cromosomas de dos cromátidas que se mantienen hasta anafase, periodo en el que tiene lugar el reparto equitativo del ADN en dos núcleos.

4. Completa el texto con las siguientes palabras:

Vegetativa, bulbos, bipartición, esquejes, protozoos, gemación, unicelulares, estolones, reproducción asexual y tubérculos.

La ....., es rápida y eficaz, ya que basta un único individuo progenitor para formar en poco tiempo una gran población de descendientes idénticos entre sí.

Este tipo de reproducción, se da en organismos ....., como los ...., que lo hacen por .....

En el caso de las plantas, la reproducción asexual, se llama también, ... Ejemplos de estructuras reproductoras de este tipo son los ..... (caso de las fresas), los ..... (como las patatas), y los ..... (como las cebollas).

Por otra parte, este tipo de reproducción se puede realizar de manera artificial por medio de .....

Hay animales que también se reproducen de esta manera, por ejemplo: la hidra de agua dulce, los corales y otros cnidarios, en este caso se denomina .....

Solución

El texto completo, rellenando los huecos con las palabras dadas, quedaría:

La **reproducción asexual**, es rápida y eficaz, ya que basta un único individuo progenitor para formar en poco tiempo una gran población de descendientes idénticos entre sí.

Este tipo de reproducción, se da en organismos **unicelulares**, como los **protozoos**, que lo hacen por **bipartición**.

En el caso de las plantas, la reproducción asexual, se llama también, **vegetativa.** Ejemplos de estructuras reproductoras de este tipo son los **estolones** (caso de las fresas), los **tubérculos** (como las patatas), y los **bulbos** (como las cebollas).

Por otra parte, este tipo de reproducción se puede realizar de manera artificial por medio de **esquejes.**

Hay animales que también se reproducen de esta manera, por ejemplo: la hidra de agua dulce, los corales y otros cnidarios, en este caso se denomina **gemación.**

5. **Sabiendo que las unidades de clasificación se estructuran en un sistema jerárquico en el que cada grupo de rango superior engloba a otros de rango inferior, clasifica a los humanos (*Homo sapiens*):**

	Solución
a) Especie:	
b) Género:	
c) Familia:	
d) Orden:	
e) Clase:	
f) Subphylum:	
g) Phylum:	
h) Reino:	

Solución

La clasificación solicitada es:

	Solución
a) Especie:	*Homo sapiens*
b) Género:	*Homo*
c) Familia:	*Homínidos*
d) Orden:	*Primates*
e) Clase:	*Mamíferos*
f) Subphylum:	*Vertebrados*
g) Phylum:	*Cordados*
h) Reino:	*Metazoos (Animal)*

6. **El agua es imprescindible para la vida. Los organismos que han conseguido dominar el medio terrestre han tenido que desarrollar numerosas adaptaciones para sobrevivir en él. Indica tres adaptaciones anatómicas y/o fisiológicas de las plantas que viven en ambientes muy secos como los desiertos.**

Solución

En el medio terrestre la disponibilidad de agua es limitada. Para poder disponer de ella los seres vivos han tenido que desarrollar diversas adaptaciones anatómicas, fisiológicas y conductuales: jorobas de grasa en camellos y dromedarios, aumento de la longitud del asa de Henle de la nefrona, hábitos nocturnos, adaptación del ciclo vital a la época de lluvias, etc. En el caso de las plantas capaces de vivir en ambientes áridos, denominadas xerófitas, dichas adaptaciones se han desarrollado principalmente para evitar la pérdida de agua, entre ellas podemos citar:

- Reducción de la superficie de las hojas, que adoptan distintas formas: acículas, espinas, púas o escamas.
- Aislamiento e impermeabilización de tallos y hojas mediante cutículas céreas.
- Cierre de los pocos estomas que poseen durante las horas más calurosas del día para evitar la transpiración.
- Extensión de sus raíces en superficie y profundidad para captar mejor el agua.

Un ejemplo típico de este tipo de plantas son los cactus, que han reducido sus hojas a espinas, han engrosado sus tallos para acumular agua (parénquima acuífero), y disponen de raíces muy extendidas, lo que hace posible recoger agua en una zona mucho más amplia de suelo.

7. Después de un entrenamiento y para celebrar el cumpleaños de un deportista que practica atletismo de fondo, se ha preparado el siguiente buffet:

- Jamón, lomo, queso, chorizo y salchichón.
- Langostinos.
- Huevos rellenos de atún.
- Croissants rellenos de cangrejo.
- Canapés de caviar y salmón.
- Tarta de chocolate y helados variados.
- Vino y cava.

a) Con los conocimientos actuales sobre nutrición, ¿este buffet es equilibrado?
b) ¿Qué le falta?
c) ¿Qué le sobra?

Solución

a) Una dieta equilibrada ha de aportar todos los nutrientes que necesita el organismo en la cantidad adecuada. Las calorías necesarias se obtienen principalmente de los hidratos de carbono en un 55-60 % del total, las grasas han de proporcionar entre un 25-30 % y las proteínas entre un 10-15 %. Además ha de incluir agua, minerales, vitaminas y fibra vegetal.

Hay que considerar que este menú está dirigido a un atleta de fondo, el cual practica diariamente ejercicios aeróbicos con un algo gasto energético. Por tanto en su dieta deben predominar, además de una gran cantidad de agua, los alimentos que le proporcionen energía inmediata, principalmente hidratos de carbono.

Así pues no se trata de un buffet equilibrado por muchos motivos, los más significativos se argumentan con los alimentos que faltan o que son excesivos en el menú.

b) Faltan:
- Hidratos de carbono de naturaleza polisacárida: cereales, arroz, pasta, patatas, legumbres, etc.
- No hay frutas, verduras ni hortalizas y por tanto falta fibra, vitaminas y minerales.

c) Son excesivos:
- Los embutidos por su alto porcentaje de grasas.
- Pastelería industrial, rica en grasas saturadas.
- Los dulces con calorías vacías de hidratos y lípidos.
- Alcohol en vez de agua: al ser deportistas tendría que haber gran cantidad de agua, zumos o bebidas isotónicas ante la falta de frutas.

8. A las representaciones gráficas de las relaciones tróficas de los ecosistemas se les denomina pirámides ecológicas, en ellas la base corresponde al primer nivel trófico y los tramos sucesivos a los siguientes niveles.

a) ¿Qué tipos de pirámides ecológicas conoces?
b) ¿En qué unidades se miden?

Solución

a) • Pirámides numéricas o de números: representan el número de individuos que componen un nivel trófico por unidad de superficie (o volumen) del ecosistema. Generalmente existen muchos más productores que consumidores primarios (herbívoros) y más herbívoros que consumidores secundarios (carnívoros). Pueden aparecer invertidas, por ejemplo un árbol y muchos insectos.

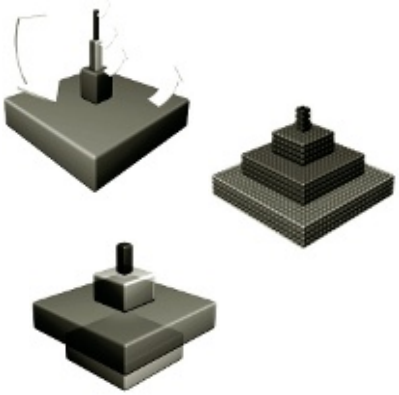
• Pirámides de biomasa: en cada nivel trófico existe una determinada cantidad de materia orgánica a la que se denomina biomasa, y en el paso de un nivel trófico a otro superior se pierde materia y energía, por lo que la cantidad de biomasa de un nivel trófico es mayor que la del inmediatamente superior y menor respecto al que le precede. En algunos ecosistemas estas pirámides también pueden aparecer invertidas temporalmente, por ejemplo en ecosistemas marinos donde la biomasa del zooplancton es mayor a la del fitoplancton por la noche.

• Pirámides de energía: representan la energía acumulada en cada nivel trófico. Nunca pueden estar invertidas ya que solamente alrededor del 10 % de la energía almacenada en un nivel trófico se transforma en biomasa en el siguiente nivel trófico; el 90 % restante se pierde en la respiración, en forma de calor, es biomasa no disponible para el siguiente nivel, plumas, pelo, etc., o corresponde a biomasa no ingerida. Un ecosistema no puede perdurar en el tiempo si un nivel superior no obtiene la energía necesaria para sus funciones vitales del nivel que le precede.

b) Las pirámides de números miden el número de individuos por unidad de superficie o volumen (número/m^2, número/m^3, etc.).

Las pirámides de biomasa representan la cantidad de masa, o su equivalente en energía, por unidad de superficie o volumen (mg/m^2, Kg/ha, kcal/m^3, o Kj/m^3).

Las pirámides de energía o producción se miden en masa o energía por unidad de superficie o volumen y tiempo (mg/m^2 · día, Kg/ha · año, kcal/m^3 · año).



9. El albinismo, falta de producción de melanina, es una alteración hereditaria independiente del sexo controlada por un gen localizado en el par 15, que se manifiesta cuando el individuo es homocigótico recesivo.

Si representamos este par de alelos con las letras A y a:

a) ¿Cómo es el genotipo de una persona albina?

b) ¿Cuáles han de ser los genotipos de los padres para que tengan un hijo albino?

c) Una mujer no albina, ¿tendrá un hijo albino si el padre lo es?

Solución

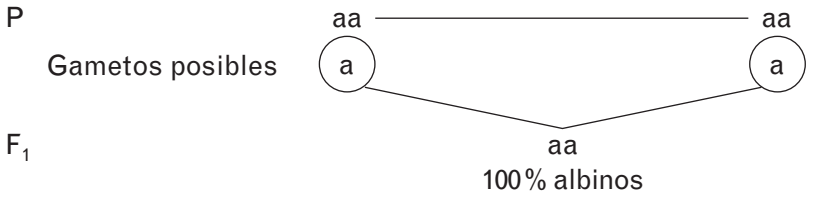
Como indica el enunciado, el albinismo es una enfermedad autosómica determinada por un gen con dos formas alélicas. Se representa con **A** la forma dominante, producción de melanina, y con **a**, la forma alélica recesiva, no producción de melanina (**A** > **a**). Por tanto, las posibilidades fenotípicas y genotípicas para este carácter son:

Fenotipo	*Genotipo*
No albino (normal)	AA (homocigoto dominante) Aa (heterocigoto)
Albino	aa (homocigoto recesivo)

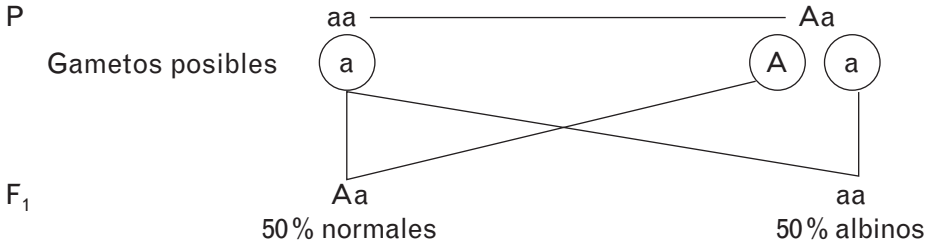
a) La única posibilidad de que una persona sea albina es que posea genotipo homocigoto recesivo, **aa**.

b) Para que un hijo sea albino debe ser homocigoto recesivo **aa**, cada alelo **a** procede de un progenitor. Existen varias posibilidades genotípicas para los parentales, pero en ninguno puede ser homocigoto dominante. Tenemos así:

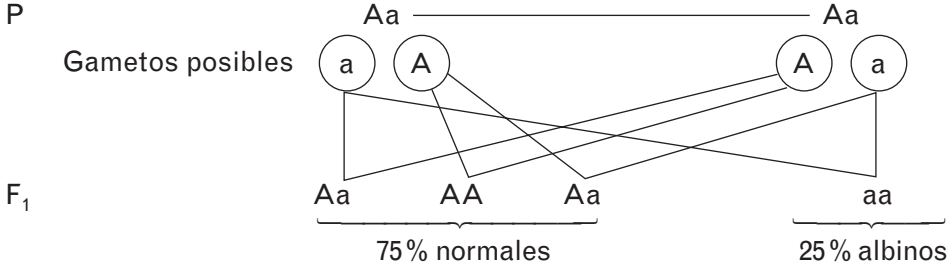
- Que los parentales sean ambos albinos (homocigotos recesivos):



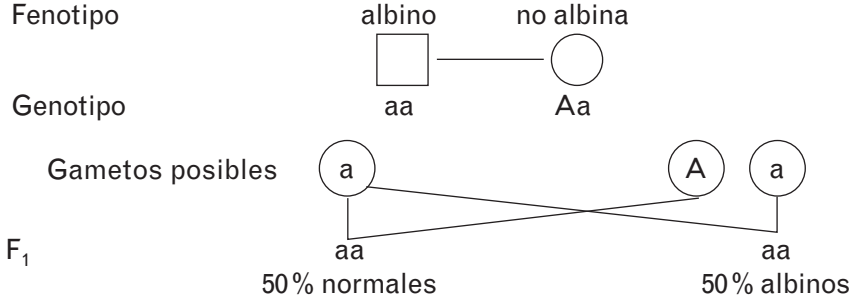
- Que un parental sea albino y el otro normal heterocigoto:



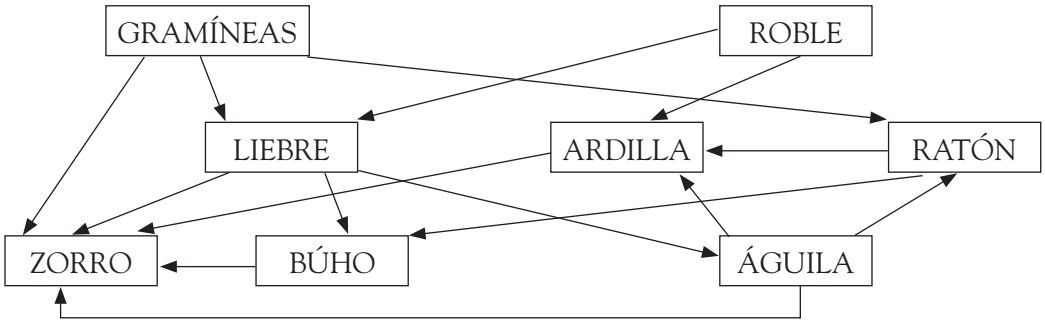
- Que ambos parentales sean normales heterocigóticos (segunda ley de Mendel):



c) Existen dos posibilidades: que la madre sea homocigota dominante y la descendencia sería toda normal heterocigota (primera ley de Mendel); o que la madre sea heterocigota, la descendencia sería 50 % normal y 50 % albina.



10. Tras varios días de estudio en un bosque, un grupo de alumnos de 4.º curso de ESO ha observado, entre otros, los siguientes seres vivos: zorros, robles, gramíneas, ratones, búhos, ardillas, liebres, águilas. Su profesor les ha pedido que construyan una red trófica lo más completa posible con los datos anotados. Presentan la siguiente:

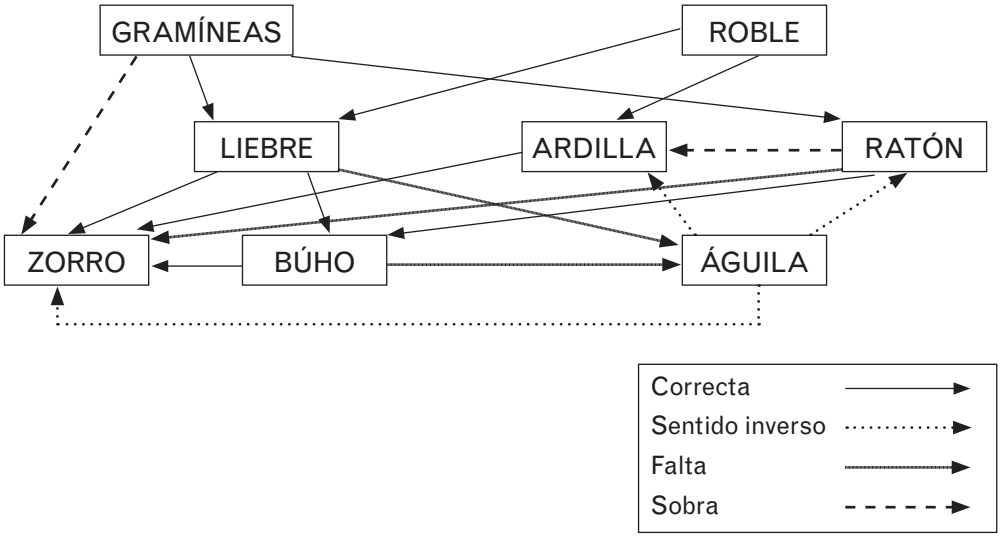


Señala con un aspa los errores que han cometido (falta, sobra o el sentido de la flecha no corresponde).

Solución

Se puede abordar el estudio de un ecosistema desde diferentes puntos de vista. Respecto a las relaciones alimentarias, es decir, al flujo de materia y energía y la forma de conseguirla, un ecosistema está organizado en diferentes niveles tróficos. Cada nivel trófico incluye a todos los organismos del ecosistema que tienen una fuente de alimento semejante y por tanto comparten una misma forma de aprovechamiento de los recursos energéticos. En el esquema se representan los tres primeros: productores (organismos autótrofos fotosintéticos), consumidores primarios (herbívoros) y consumidores secundarios (carnívoros).

En relación con los datos suministrados a los alumnos y considerando un bosque mixto mediterráneo donde existen muchas más posibilidades, se indican las relaciones más probables:



CUARTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

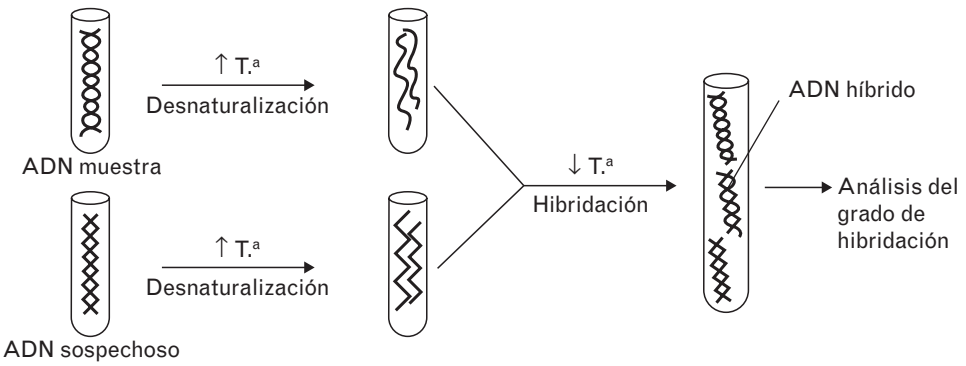
Madrid, 27 de mayo de 2006

1. **Suponga que el requisito para ser elegido becario del CSI-Madrid es obtener los primeros puestos en esta *IV Olimpiada de Biología 2006*. ¡¡¡MUCHA SUERTE!!! Para valorar su capacidad de investigador debe resolver el siguiente caso: «En la escena de un crimen se recogen, entre otras pruebas, un arma blanca manchada de sangre y células epiteliales en las uñas del muerto que se trasladan al laboratorio para su análisis. Existe un sospechoso que niega su presencia en el lugar del asesinato». El protocolo que usted debe seguir incluiría:**

   a) Extraer los ADN de la sangre y de las células epiteliales encontradas, amplificarlos con la PCR, desnaturalizarlos e hibridarlos con ADN del sospechoso.
   b) Extraer, desnaturalizar y clonar el ADN de las muestras y del sospechoso.
   c) Extraer, desnaturalizar y traducir el ADN de la sangre del arma y del muerto.
   d) Extraer, cortar con endonucleasas de restricción e insertar el ADN de las células epiteliales en el ADN del sospechoso.
   e) Extraer, replicar, transcribir, traducir, desnaturalizar e hibridar todos los ADN entre sí.

Solución: a

Los materiales biológicos encontrados en la escena del crimen son la sangre del arma y las células epiteliales, de ambos es posible obtener ADN para investigar su procedencia. El protocolo a seguir sería, por tanto, proceder a la **extracción** del ADN de las muestras y después **amplificarlo** con el fin de disponer de mayor cantidad de material base en la investigación; la técnica más sencilla y rápida es la PCR o reacción en cadena de la polimerasa. Determinar si el ADN de las muestras corresponde al muerto, al sospechoso o a ninguno de ellos, puede hacerse por la técnica de **hibridación**, que requiere la **desnaturalización previa** de los ADN en estudio y, puestos en contacto los ADN monocatenarios obtenidos, analizar el grado de parentesco entre ellos, determinado por el número de apareamientos intercatenarios o grado de hibridación. La investigación exhaustiva incluirá analizar los resultados de la hibridación de las dos muestras recogidas en el lugar del crimen con el ADN del sospechoso y del muerto.



Aunque los procesos recogidos en la respuesta b) son correctos, el protocolo quedaría inconcluso al no contemplar la etapa clave de hibridación, que determinaría si los ADN en estudio corresponden o no a las personas implicadas. Las soluciones restantes son totalmente erróneas por proponer procesos celulares como la transcripción, la traducción y otras técnicas biotecnológicas que no se corresponden con el planteamiento.

2. En una explotación ecológica de ganadería vacuna de la sierra de Guadarrama en su vertiente madrileña se realiza la siguiente experiencia: se marca CO_2 atmosférico con el fin de determinar los sistemas medioambientales que recorre el C en su ciclo biogeoquímico natural. Al cabo de cierto tiempo, tras haber pasado por la vaca *Maliciosa*, se detectan de nuevo átomos de C marcados en el CO_2 atmosférico. El orden de los procesos en los que podría haber estado implicado el átomo de C, sin mencionar los seres vivos donde se producen, sería:

a) CO_2 atmosférico → ingestión → fotosíntesis → digestión → absorción → espiración → CO_2 atmosférico.

b) CO_2 atmosférico → fotosíntesis → ingestión → defecación → descomposición → CO_2 atmosférico.

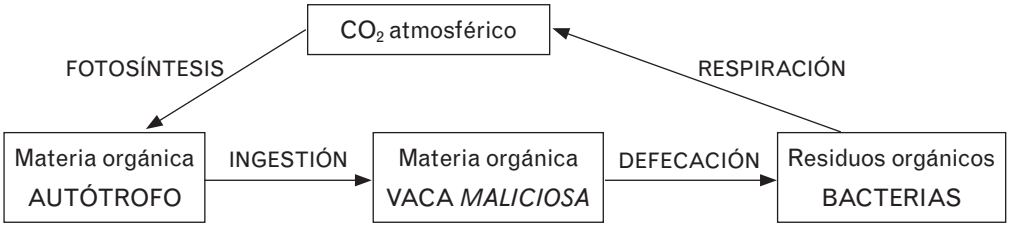
c) CO_2 atmosférico → inspiración → glucogénesis → respiración celular → CO_2 atmosférico.

d) CO_2 atmosférico → fotosíntesis → fotorrespiración → inspiración → glucogénesis → respiración celular → CO_2 atmosférico.

e) Podrían producirse la secuencia de procesos propuestos en las respuestas a) y d).

Solución: b

Solución: b). El CO_2 atmosférico sería fijado por un organismo autótrofo mediante fotosíntesis, pasando a formar parte de la materia orgánica contenida en su estructura. Tras la ingestión del autótrofo por la vaca *Maliciosa*, la materia orgánica portadora del C marcado es sometida a procesos digestivos sin que se produzca la absorción de algunas moléculas marcadas; quedarán estas como residuos en la heces que el animal expulsa al medio por defecación. Finalmente, los microorganismos heterótrofos del suelo descompondrán estos residuos orgánicos durante sus procesos de nutrición que, al incluir la obtención de energía por respiración, devuelven el CO_2 a la atmósfera.



Respecto a las demás respuestas: a) Aun suponiendo que la fotosíntesis se hubiera omitido en la solución y la ingestión se refiera a la materia orgánica de un autótrofo incorporada por la vaca, no sería posible el proceso fotosintético por parte del animal. c) y d) El aire inspirado contiene CO_2, pero no pasaría al medio interno de la vaca porque lo impide la diferencia de las presiones parciales de este gas entre la sangre y el aire alveolar.

3. Sabiendo que los codones sin sentido son UAG, UAA y UGA, encuentre uno de los anticodones del ARNt que intervendría en la síntesis del péptido codificado en la siguiente secuencia de ADN:

5' TAC CTA GAT CAA CAT 3'

a) 3' UTC 5' b) 5' CAA 3' c) 3' AUC 5' d) 3' CAU 5' e) 5' AAC 3'

Solución: b

Para la resolución de este ejercicio es necesario prestar atención a la polaridad de los ácidos nucleicos, la complementariedad entre ellos y al sentido correcto de lectura en los procesos de síntesis.

El ARNm obtenido por transcripción es antiparalelo y complementario al ADN que le sirve de molde; a partir del ADN propuesto la secuencia transcrita sería:

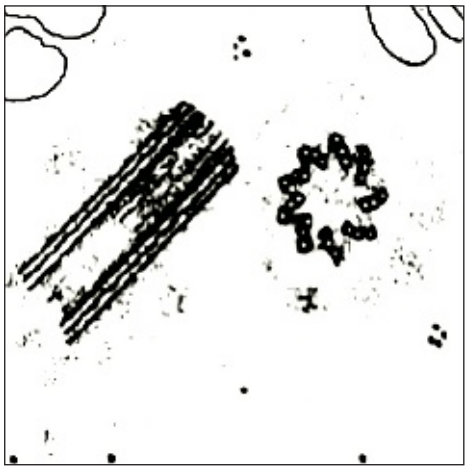
3' AUG GAU CUA GUU GUA 5'

STOP ← Dirección de lectura

Durante la síntesis proteica el ARNm es leído por el ribosoma desde el extremo 5' hacia el 3', deteniéndose el proceso en un codón sin sentido, 5' UAG 3' en la secuencia obtenida. Los codones que determinan aminoácido serán: 5' AUG 3', 5' UUG 3' y 5' AUC 3'. Los aminoácidos son aportados por los ARNt, que se acoplan en el complejo ribosomal de manera que su anticodón es complementario y antiparalelo al codón del ARNm. Participan en la síntesis los ARNt portadores de los anticodones 3' UAC 5', 3' AAC 5' y 3' UAG 5', sólo el segundo está recogido en las soluciones.

4. Sobre la estructura representada en el esquema, es cierto que:

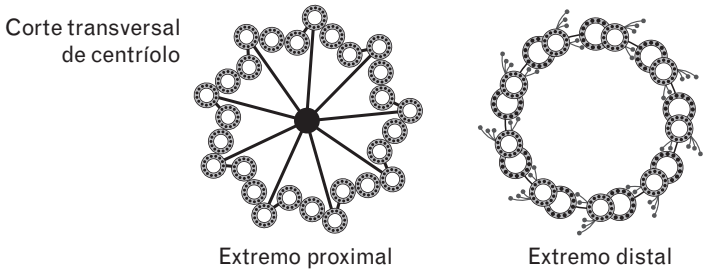
a) Aparece en algunas células animales como una o varias expansiones citoplasmáticas.
b) Está formada por nueve tripletes periféricos de filamentos intermedios.
c) Es necesaria para organizar el huso mitótico de las células vegetales.
d) En su extremo proximal el corte transversal no correspondería con el representado.
e) Su función es proporcionar movimiento a la célula o al medio que la rodea.



Solución: d

El orgánulo celular representado corresponde a un diplosoma en el que uno de los centriolos aparece en corte longitudinal y el otro, perpendicular al anterior, en corte transversal. Cada centriolo consta de nueve tripletes de microtúbulos periféricos unidos entre sí por fibras de nexina; sin embargo, la estructura interna del centriolo difiere en cada polo. En el extremo proximal, orientado hacia el núcleo de la célula, existe un microtúbulo central que se une mediante fibras radiales a cada uno de los tripletes periféricos, formándose la denominada estructura en rueda de carro de la que carece el extremo distal. La diferente estructura de cada polo centriolar se aprecia en el corte longitudinal de la figura, el corte transversal pertenece al extremo distal.

Aunque este orgánulo interviene en la formación del huso mitótico durante las divisiones celulares, es exclusivo de células eucariotas animales. Por otra parte, es posible confundir la estructura interna de un centriolo con la de cilios o flagelos al estar ambas formadas por microtúbulos. Los cilios y flagelos eucariotas son expansiones citoplasmáticas relacionadas con el movimiento celular o del medio que las rodea, provistas de una estructura microtubular distinta a los centriolos y rodeadas de membrana.



5. De las propiedades físico-químicas del agua derivan sus funciones biológicas, es cierto que su:

a) Bajo calor específico se relaciona con su capacidad termorreguladora.
b) Elevado calor de vaporización se relaciona con su capacidad de transporte de sustancias.
c) Alta constante dieléctrica le proporciona capacidad disolvente.
d) Baja tensión superficial le confiere poder reactivo.
e) Alto grado de ionización le da propiedades amortiguadoras de las variaciones del pH.

Solución: c

Las funciones que el agua ejerce en los seres vivos dependen de sus especiales propiedades físico-químicas; algunas de ellas son: **alto calor específico** y **elevado calor de vaporización**, a las que debe su capacidad termorreguladora; **alta tensión superficial**, que le permite ser un excelente medio de reacción y facilita el transporte, además de hacer del agua un fluido de difícil compresibilidad que proporciona soporte a los seres vivos; **bajo grado de ionización**, propiedad que no interviene en la amortiguación del pH; **alta constante dieléctrica**, u oposición que ejerce a la atracción entre cargas de distinto signo, que le confiere gran capacidad disolvente sobre sustancias iónicas y polares, además de dispersar a las de carácter heteropolar.

6. Las bacterias son microorganismos con un metabolismo muy versátil, una especie que reduzca materia inorgánica a orgánica a partir de la oxidación de NO_2^- se denominaría:

a) Quimiolitótrofa.
b) Fotótrofa.
c) Desnitrificante.
d) Quimiorganótrofa.
e) Las respuestas a) y c) son verdaderas.

Solución: a

La nutrición es el proceso de intercambio de materia y energía entre las células y el medio. Según las fuentes de materia y energía utilizadas, se establecen diferentes modalidades de nutrición en la naturaleza.

Atendiendo al tipo de energía, los organismos son:

- Fotótrofos → Utilizan energía lumínica.
- Quimiótrofos → Obtienen la energía química liberada en la oxidación de moléculas diversas.

Y según el tipo de materia incorporada:

- Litótrofos → Materia inorgánica
- Organótrofos → Materia orgánica

El dominio **Bacteria** incluye estirpes que realizan todas las modalidades de nutrición conocidas, determinadas por la combinación de energía y materia anteriores; existen especies fotolitótrofas, fotoorganótrofas, quimiolitótrofas y quimiorganótrofas.

La bacteria del planteamiento utiliza la energía química que obtiene de la oxidación de NO_2^- del medio e incorpora materia inorgánica como fuente de carbono, será quimiolitótrofa. Son estas las conocidas como autótrofas quimiosintéticas, la propuesta pertenece en concreto al grupo de las nitrificantes, al oxidar NO_2^- produce NO_3^- como producto final, que se acumula y enriquece el suelo. En cuanto a las bacterias desnitrificantes, recogidas en c), realizan el proceso inverso, reducen NO_3^- hacia NO_2^- y N_2 atmosférico, limitando la producción primaria.

7. Las enfermedades autoinmunes se relacionan con la alteración del normal funcionamiento del sistema inmunológico que, al no reconocer determinadas moléculas como propias, desencadena contra ellas una reacción inmunológica. Sobre estas enfermedades, es falso que:

a) Se relacionan con la vulneración de la tolerancia.
b) Algunas se desencadenan tras la infección por microorganismos que poseen estructuras miméticas a las del individuo infectado.
c) La diabetes, la psoriasis y la esclerosis múltiple son algunas enfermedades autoinmunes conocidas.
d) Con frecuencia aparecen en personas con el HLA anómalo.
e) En los individuos que las padecen se detectan bajos niveles de linfocitos B.

Solución: e

La autoinmunidad es un fallo del sistema inmunológico caracterizado por la vulneración de la tolerancia, es decir, la no discriminación entre lo propio y lo extraño. Se consideran múltiples las causas, algunas desconocidas, que pueden desencadenar una enfermedad autoinmune. Se han descrito casos en los que su desarrollo ha tenido lugar tras una infección trivial, y en la mayoría de las personas afectadas aparecen moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC o HLA humano) anómalas. Estas moléculas, específicas de cada individuo, exponen la fracción antigénica del microorganismo a las células T y activan a las células B

del sistema inmunológico, desencadenando la respuesta inmunitaria. Cuando las HLA anómalas muestran fragmentos del microorganismo que son miméticos de moléculas propias, confunden a las células del sistema inmunológico que consideran, a partir de ese momento, determinadas moléculas propias como elementos extraños. Al desencadenarse una respuesta inmunitaria, los niveles del clon correspondiente de linfocitos T y B aumentarán. Algunas enfermedades autoinmunes conocidas son la diabetes, la psoriasis, la esclerosis múltiple, la artritis reumatoide y el lupus eritematoso.

8. En el laboratorio se realiza un estudio sobre una determinada reacción metabólica. Se dispone de cuatro tubos de ensayo a los que se añaden diversas sustancias de las que se pretende identificar su función, obteniéndose los siguientes resultados:

Tubo ensayo	A	B	C	D^{2+}	Resultados
1	+	+	−	+	A, B, D^{2+}
2	+	+	+	+	A, B oxidado, C reducido, D^{2+}
3	+	+	+	−	A, B, C
4	−	+	+	+	B, C, D^{2+}

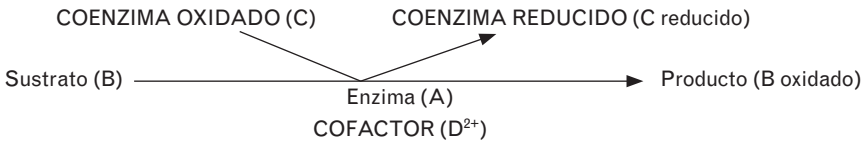
(+) presencia de la sustancia. **(−) ausencia** de la sustancia.

a) A = sustrato; B = enzima; C = coenzima; D^{2+} = cofactor
b) A = coenzima; B = sustrato; C = cofactor; D^{2+} = enzima
c) A = enzima; B = sustrato; C = coenzima; D^{2+} = cofactor
d) A = enzima; B = sustrato; C = cofactor; D^{2+} = coenzima
e) A = coenzima; B = sustrato; C = enzima; D^{2+} = cofactor

Solución: c

En toda reacción química o bioquímica se produce una transformación de los reactivos o sustratos en productos finales. El primer análisis de los datos suministrados es determinar en qué tubos de ensayo ha tenido lugar la reacción: solo en el tubo 2 se observa la transformación de algunas de las sustancias iniciales. Por otra parte, todas las reacciones metabólicas cursan con intervención de enzimas, moléculas que no se transforman en la reacción y, por tanto, deben encontrarse inalteradas entre los productos finales. Los enzimas pueden precisar para ser activos, la presencia adicional de determinadas moléculas, tales como coenzimas de naturaleza orgánica, y/o cofactores, que frecuentemente son iones inorgánicos. Los coenzimas pueden o no modificarse en el transcurso de la reacción, mientras que los cofactores nunca se alteran.

Según lo expuesto, y analizando los resultados del tubo 2, al determinar que no se modifican las sustancias A y D^{2+}, las identificamos como enzima y cofactor; de la misma manera, las sustancias B y C, que se transforman, se corresponden con sustrato y coenzima. Solo en la solución c) se dan estas correspondencias.



9. En la dieta de las personas diabéticas se utiliza fructosa como edulcorante en lugar de glucosa o sacarosa; el motivo es que la fructosa:

a) Rinde menos energía que la glucosa, por eso puede utilizarse también en dietas hipocalóricas.

b) Sustituye en diabéticos a la glucosa porque el metabolismo de estas personas no incluye fermentaciones que eliminen la glucosa acumulada en sangre.

c) Se metaboliza mucho más gradualmente y no dispara los niveles de insulina en sangre.

d) Utiliza un mecanismo de entrada a la célula diferente al de la glucosa.

e) Compensa en diabéticos los bajos niveles de insulina en sangre.

Solución: d

Glucosa y fructosa son monosacáridos del grupo de las hexosas que, en las células de cualquier persona, sea o no diabética, son sometidos a los mismos procesos metabólicos produciendo igual rendimiento energético. La entrada en las células de ambas moléculas se realiza por difusión facilitada, para lo cual requieren un transportador de membrana específico. El transportador de glucosa precisa para activarse la presencia de insulina, mientras que esta hormona no es necesaria para activar los transportadores de fructosa.

10. Los telómeros, o extremos terminales de los cromosomas, contienen secuencias repetidas que evitan pérdidas de información cuando se acortan en cada ciclo de replicación. El acortamiento de estas estructuras se relaciona con el envejecimiento celular, y:

a) Se debe a la aparición del enzima telomerasa que produce cortes en los extremos cromosómicos a partir de un determinado número de ciclos celulares.

b) Se produce tras la eliminación de los ARN cebadores terminales de la hebra retardada durante la replicación del ADN.

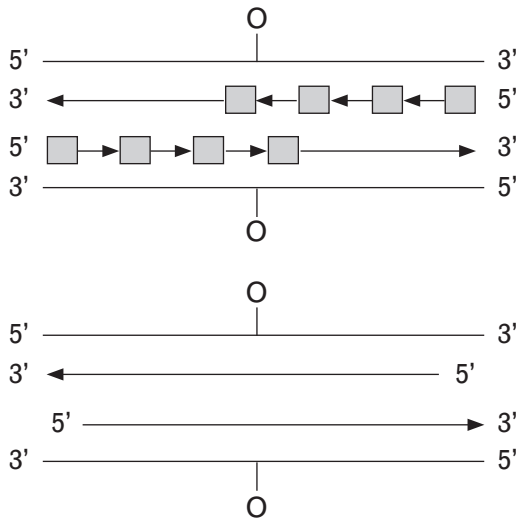
c) Ocurre por la pérdida de segmentos terminales tras su anclaje a la membrana nuclear durante la condensación de la cromatina.

d) No se produce en células procariotas porque la cromatina se ancla a los mesosomas.

e) No tiene lugar en células eucariotas tumorales al carecer de telomerasa, y por ello se dividen indefinidamente.

Solución: b

En cada ciclo de replicación del ADN quedan, en los extremos 5' terminales de las dos cadenas hijas, sendos segmentos de ARN cebador que, tras su eliminación por la ADN polimerasa I, no pueden ser sustituidos por nucleótidos de ADN, ya que el enzima ADN polimerasa I que realiza esta función precisa el -OH 3' libre de un ácido nucleico, ARN o ADN, que alargar. Debido a esto, las nuevas cadenas de ADN son acortadas repetidamente en cada duplicación. Para evitar la pérdida de información, los extremos, llamados telómeros, disponen de secuencias repetidas que permiten la división un número determinado de veces, sobrepasado el cual se inicia el envejecimiento celular.



Situación de los cebadores (▢) en las cadenas hijas de ADN

Tras la actuación de los enzimas replicativos quedan las cadenas hijas acortadas en sus extremos 5'

Los enzimas telomerasas, encontrados en algunas células, entre ellas las cancerosas, son los únicos conocidos capaces de rellenar con ADN los fragmentos incompletos, lo que permite que las células tumorales no envejezcan y se dividan indefinidamente. La razón por la que las células procariotas no pierden fragmentos de ADN durante la replicación es que su ADN es circular.

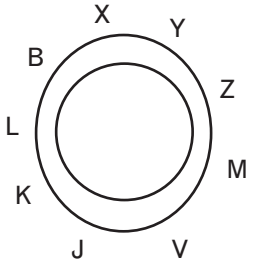
11. El tétanos es producido por la toxina de la bacteria *Clostridium tetani*. La potente acción de esta toxina sobre el sistema nervioso central provoca hipercontracción muscular y finalmente muerte por parada cardiorrespiratoria. El tratamiento con antibióticos no es suficientemente eficaz dada la rápida liberación de la toxina, siendo necesaria otra actuación, que consistiría en:

a) Vacunación con toxoides de la bacteria si el individuo se ha infectado.
b) Vacunación con cepas bacterianas inactivas tras la infección.
c) Inyección de sueros humanos, de caballo o bovinos con gammaglobulinas antitetánicas con posterioridad a la infección.
d) Las respuestas a) y c) son ciertas.
e) Todos estos tratamientos son eficaces.

Solución: c

La **inmunización** frente a un determinado microorganismo invasor puede conseguirse de manera **activa**, mediante vacunación, o **pasiva**, mediante sueroterapia. La vacunación es una medida profiláctica que estimula la producción de anticuerpos específicos en individuos sanos, para lo cual se inyectan al individuo toxoides, microorganismos inactivados, fragmentos celulares, etc., que desencadenarán una respuesta primaria y la consiguiente memoria inmunológica. Las respuestas a) y b) no son correctas puesto que el individuo está ya infectado. La sueroterapia consiste en la inyección, a un individuo infectado o con sospecha de infección, de sueros cargados con las gammaglobulinas específicas contra el agente infeccioso que conseguirán anular al microorganismo o sus toxinas mediante reacciones antígeno-anticuerpo. Al no desencadenarse ninguna respuesta inmunológica no se genera memoria.

12. En un proceso de transformación en el que la bacteria donadora posee el genoma indicado en la figura (cada letra es un gen), aparecerían bacterias receptoras con los genes (dados en orden) siguientes:



a) Gen X-gen Y-gen L-gen K-gen J.
b) Gen Z-gen M-gen Y-gen X.
c) Gen L-gen K-gen B.
d) Gen L-gen K-gen J.
e) Ninguna de las citadas es cierta, ya que la receptora tendría siempre todos los genes de la donadora.

Solución: d

La transformación es un proceso de transferencia horizontal de genes entre bacterias. Fragmentos de ADN desnudo dispersos en el medio, procedentes de bacterias lisadas, son captados por las bacterias receptoras a través de sus pili e incorporados a su genoma quedando así transformadas. Independientemente del tamaño del fragmento de ADN captado, los genes guardarán el mismo orden que mantenían en la bacteria donante. En cuanto a la respuesta e): debido a la fragilidad de la molécula de ADN, solo de manera excepcional incorporaría una bacteria el genoma completo de otra.

13. La fotofosforilación y la fosforilación oxidativa son dos procesos en los que se sintetiza ATP utilizando la energía liberada en el transporte de electrones. Ambos presentan aspectos comunes así como diferencias, una de ellas es que la fotofosforilación ocurre en los cloroplastos y la fosforilación oxidativa en las mitocondrias. En los citados procesos el transporte de electrones se produce desde una molécula:

a) Con alto potencial redox como el H_2O a una con más bajo potencial como el $NADP^+$, en la fotosíntesis.
b) De bajo potencial redox como el O_2 a una de más alto potencial como el NAD^+, en la respiración.
c) Que posee alto potencial redox como el $NADH^+H^+$ a una de más bajo potencial que es el O_2, en la respiración.
d) Con alto potencial redox a una con más bajo potencial, en ambos casos.
e) De un bajo potencial redox a una con más alto potencial, en ambos casos.

Solución: a

En cualquier proceso de oxidorreducción que no se produzca con gasto energético los electrones fluyen desde el componente de menor al de mayor potencial redox. En la fosforilación oxidativa mitocondrial los electrones se desplazan desde el $NADH^+H^+$ o el $FADH_2$ hasta el O_2, liberando una cantidad de energía que depende de la diferencia de potencial redox entre dador y aceptor. En la fotofosforilación acíclica los electrones se transfieren desde el H_2O, molécula de alto potencial redox, hasta el $NADP^+$, de menor potencial. La energía necesaria para el transporte electrónico la proporciona la luz solar.

14. En el grupo de los lípidos se incluyen sustancias de composición heterogénea solubles en disolventes orgánicos. Utilice el criterio de polaridad creciente para ordenar las siguientes sustancias lipídicas: ceras, fosfolípidos y monoacilglirécidos.

a) Ceras < fosfolípidos < Monoacilglicéridos.
b) Monoacilglicéridos = Ceras < Fosfolípidos.
c) Ceras < Monoacilglicéridos = Fosfolípidos.
d) Ceras < Monoacilglicéridos < Fosfolípidos.
e) Todas estas sustancias son apolares por su carácter lipídico.

Solución: d

Aunque los lípidos se definen como sustancias apolares, ciertos grupos presentan algún grado de polaridad que viene determinado por el número y carácter de los radicales polares en relación al tamaño total del resto apolar de la molécula. Según este criterio, el orden de polaridad creciente de las moléculas mencionadas en el planteamiento, será: **Ceras**, formadas por un ácido graso y un monoalcohol, ambos de larga cadena hidrófoba. **Monoacilglicéridos**, constituidos por el trialcohol glicerina esterificado con un ácido graso, quedando dos grupos hidroxilo libres en la glicerina con débiles cargas. **Fosfolípidos**, compuestos por ácido fosfatídico (dos ácidos grasos esterificados con glicerina y esta con un ácido ortofosfórico) unido a un alcohol o aminoalcohol polar, la molécula presenta en el seno del agua cargas netas tanto en el ácido ortofosfórico como en el grupo amino del alcohol.

15. Supongamos un gen dominante *A* que determina el color rosa en las panteras frente al alelo recesivo *a* de piel negra. Del cruce de dos heterocigotos (*Aa* × *Aa*), encuentre cuál de las siguientes probabilidades entre sus descendientes no es cierta:

a) 1/4 de que siendo el primer cachorro rosa el segundo sea negro.
b) 3/16 de que el primer cachorro sea rosa y el segundo negro.
c) 3/8 de que de dos cachorros uno sea rosa y otro negro.
d) 1/4 de que el primer cachorro sea un macho negro.
e) 9/16 de que el primer cachorro sea rosa y el segundo también.

Solución: d

En el cruce propuesto la probabilidad fenotípica de la F_1 es 3/4 de panteras rosas y 1/4 de negras.

P	Aa	×	Aa
Gametos	1/2 A 1/2 a		1/2 A 1/2 a
F_1	1/4 AA: 1/2 Aa: 1/4 aa		
Fenotipos	3/4 rosas: 1/4 negras		

La respuesta a) es cierta, puesto que el color de un cachorro es independiente del que presenten sus hermanos anteriores, sucesos seguros.

También son ciertas las respuestas b) y e) que se refieren a hechos futuros donde se fija el color del primer y del segundo cachorro, sucesos independientes –el color

del primero no determina el del segundo–. La probabilidad de ambos sucesos se obtiene por la multiplicación de la probabilidad de cada uno de ellos: en el caso b) 3/4 (probabilidad del primero rosa) × 1/4 (probabilidad del segundo negro) = = 3/16; en el caso e) 3/4 (probabilidad del primero rosa) × 3/4 (probabilidad del segundo rosa) = 9/16.

La respuesta c) también es verdadera, al referirse a dos cachorros de distinto color y no fijar el orden de nacimiento, se pueden dar dos sucesos favorables: que el primero sea rosa y el segundo negro (3/16) o que el primero sea negro y el segundo rosa (3/16); por tanto se debe sumar la probabilidad de ambos (3/16 + 3/16 = 3/8).

Finalmente, la respuesta d) es falsa porque la probabilidad de ser macho es independiente de ser negro, por lo que se multiplican ambas probabilidades: 1/2 × 1/4 = 1/8.

16. Con respecto al catabolismo de glúcidos en células eucariotas, es cierto que:

a) La fosforilación de la molécula de glucosa para dar dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato y la oxidación posterior de este en ácido pirúvico reduciendo NAD^+ se produce en el hialoplasma celular.

b) La descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico tiene lugar en la membrana mitocondrial interna, obteniéndose por cada molécula de ácido pirúvico una de acetil-CoA y una de CO_2 además de NAD^+ reducido.

c) La cadena respiratoria de transporte de electrones se encuentra ubicada en la matriz mitocondrial.

d) Son correctas las respuestas a) y b).

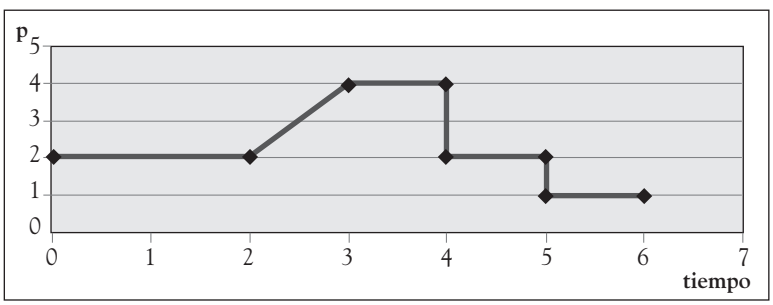
e) Ninguna respuesta es correcta.

Solución: a

La ruta metabólica descrita en esta solución se refiere a la glucólisis, proceso anaeróbico oxidativo que ocurre en el hialoplasma celular. El pirúvico obtenido sufre descarboxilación oxidativa con liberación de CO_2 y producción de NADH y acetil-CoA durante su entrada a la matriz mitocondrial, pero el sistema piruvato-deshidrogenasa que cataliza la reacción no se localiza en la membrana mitocondrial interna sino en la matriz. Sin embargo, sí se localizan en esta membrana los transportadores de electrones de la cadena respiratoria.

17. La variación del contenido en ADN medido en picogramos a lo largo del ciclo de una célula madre vegetal y después en una sola de sus células hijas, aporta los datos representados en la gráfica:

A: intervalo 0-2; **B**: intervalo 3-4; **C**: intervalo 4-5; **D**: intervalo 5-6.



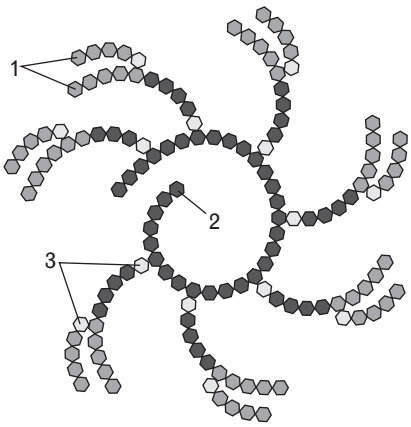
a) B = 2 × 2n C = 2 × n D = n
b) A = 2n B = 2 × 2n C = 2n
c) A = n B = 2n D = n
d) A = 2n C = 2n D = n
e) B = 4n C = 2n D = n

Solución: a

Al observarse que la cantidad final de ADN celular es la mitad que la inicial, se deduce que la gráfica representa la variación de la cantidad de ADN en una célula durante su división meiótica. Solo las células diploides se dividen por meiosis, por ello las respuestas que parten de célula **n** son incorrectas. Durante el intervalo de tiempo 2-3 se duplica el ADN, que pasa de 2 a 4 picogramos, hecho que se representa como **2 × 2n**. Tras la primera división meiótica, cuyo resultado corresponde al intervalo C, se obtienen dos células **n** que, al tener cromosomas dobles, se representan como **2 × n**. De la segunda división meiótica se obtienen cuatro células **n** con material cromosómico simple, una de ellas representada en el intervalo D. Resumiendo, la cantidad de ADN por célula correspondiente a cada intervalo sería:

A = 2n **B = 2 × 2n** **C = 2 × n** **D = n**

18. El esquema representa un polímero natural de glucosa que deberá reconocer por su estructura:



a) El número 1 señala extremos reductores por donde se inicia la hidrólisis de la molécula por α-amilasas.
b) El número 2 señala un extremo no reductor donde β (1-6) glucosidasas inician la hidrólisis de la molécula.
c) El número 3 representa ramificaciones α (1-6) que son hidrolizadas por β-amilasas.
d) El polímero corresponde a la amilosa contenida en el almidón y es hidrolizado por enzimas α y β-amilasas.
e) α y β-amilasas son incapaces de hidrolizar los enlaces señalados con el número 3.

Solución: e

La molécula representada corresponde a un polímero ramificado de glucosa, que podría corresponder al glucógeno o a la fracción amilopectina del almidón, ambos de similar estructura e hidrolizados por los mismos enzimas. La glucosa se polimeriza mediante enlaces O-glucosídicos α (1-4) formando cadenas lineales que se unen entre sí con enlaces α (1-6) en los puntos de ramificación (numerados con 3). En el polímero solo existe un extremo reductor, portador del –OH hemiacetálico libre, no del todo definido en el esquema, puesto que en principio podría corresponder tanto al extremo numerado con 2 como al no numerado de la misma cadena, pero de hecho el –OH hemiacetálico queda protegido en el núcleo

de la molécula (2). El resto de los extremos, 1 y equivalentes, son no reductores. Los enlaces α (1-4) de la molécula son hidrolizados por enzimas α y β-amilasas, mientras que los α (1-6) requieren la intervención de enzimas desramificantes α (1-6) glucosidasas.

19. El síndrome de Klinefelter es una anomalía genética humana en la que los afectados tienen los cromosomas sexuales XXY. Es correcto que:

a) El individuo presenta una mutación genómica (posee 47 cromosomas) correspondiendo su fenotipo a mujer al tener dos cromosomas X y uno extra Y.
b) Se trata de una mutación que se origina por meiosis anómala en cualquiera de sus progenitores.
c) Las células somáticas del individuo tendrán una dotación cromosómica normal 2n = 46 y solo las células germinales se verán afectadas por la anomalía.
d) El fenotipo será hombre estéril, pues contendrá gónadas femeninas.
e) Será un hombre al poseer XY, y el cromosoma X adicional hará que toda su descendencia sea de fenotipo femenino.

Solución: b

El síndrome de Klinefelter es una **trisomía** del par sexual –tres en lugar de dos cromosomas sexuales–, mutación **genómica** humana –variación del número de cromosomas de la especie– del tipo de las **aneuploidías** –la modificación numérica afecta a un par cromosómico y no al juego completo–. La causa de esta mutación, al igual que otras trisomías, es la segregación anómala de cromosomas homólogos durante la meiosis en uno de los progenitores, que origina gametos con dos cromosomas sexuales, XX en la madre o XY en el padre. Tras la fecundación de uno de estos gametos con un gameto normal se obtendrá un cigoto con 47 cromosomas y el individuo contendrá este número de cromosomas en todas sus células. En cuanto al fenotipo, la presencia del cromosoma Y determina que los afectados sean de sexo **masculino** aunque, por la falta de espermatogénesis, son estériles.

20. El organismo en ocasiones produce cuerpos cetónicos, compuestos que:

a) Se forman por un exceso de acetil-CoA.
b) Son sintetizados en el hígado.
c) Producen acidosis en la sangre.
d) Aparecen principalmente cuando el cuerpo no degrada suficientes azúcares.
e) Todas las respuestas son ciertas.

Solución: e

Los cuerpos cetónicos, moléculas de longitud variable con grupos químicos ceto y carboxilo en su estructura, se producen por la degradación excesiva de ácidos grasos cuando no existen azúcares disponibles. El número elevado de moléculas de acetil-CoA que se originan, al no degradarse en su totalidad en el ciclo de Krebs, son transformados por el hígado en cuerpos cetónicos: ácido cetoacético,

ácido β-hidroxibutírico y acetona originada por descarboxilación del primero. Algunas de estas moléculas se catabolizan con rendimiento energético, pero si son abundantes pasan a la sangre ocasionando acidosis, trastorno grave, frecuente en personas con problemas de malnutrición, que puede conducir al coma y a la muerte.

21. La materia que constituye cualquier ser vivo se organiza de modo jerárquico, es decir, cada nivel de organización contiene a los niveles inferiores y es componente de los superiores. Es cierto que:

a) Algunos organismos como bacterias, protozoos y virus solo alcanzan el nivel de célula.
b) Las células se especializan y forman tejidos que pueden agruparse en orgánulos.
c) Los hongos pluricelulares contienen el nivel de tejidos.
d) Las funciones realizadas por grupos de órganos en los animales, en las plantas son realizadas por grupos de tejidos ya que no disponen de órganos.
e) Ninguna afirmación es correcta.

Solución: e

El concepto de nivel de organización de la materia viva propuesto por Needham en 1936 supuso una revolución en el entendimiento de la composición e interrelación de los sistemas vivos. Propone una organización jerárquica de la materia con propiedades emergentes en cada nivel. Básicamente, de menor a mayor complejidad incluye los niveles atómico, molecular, celular, organismo, población, comunidad y ecosistema. Algunos de los niveles contienen subniveles que no existen de manera independiente, tales como orgánulos, tejidos, órganos, etc.

Todas las soluciones propuestas tienen errores: a) Los virus son estructuras acelulares que se incluyen en el nivel supramolecular. b) Los tejidos pueden agruparse en órganos dentro de un organismo pluricelular, no en los orgánulos típicos de las células. c) Los hongos pluricelulares poseen células que se reparten el trabajo, pero no están organizadas en tejidos morfológicamente diferenciados. d) Las plantas vasculares organizan sus tejidos en órganos –raíz, tallo y hojas– con funciones específicas.

22. Los virus son organismos acelulares portadores de genes en su ácido nucleico, el cual puede ser de distintos tipos. Es verdad que virus con:

a) ADN bc → a partir de cualquiera de las hebras se fabrica el ARNm.
b) ADN mc → obtienen el ARNm directamente por transcripción.
c) ARN bc → no existe este tipo de virus.
d) ARN mc^+ → sintetizan la cadena menos del ARN y esta actúa de mensajero.
e) ARN mc^- → es la cadena molde para la síntesis del ARNm.

Solución: e

Todas las modalidades conocidas de ácidos nucleicos se han encontrado en los virus, criterio que se utiliza actualmente para su clasificación. El ácido nucleico vírico puede ser ADN o ARN, monocatenario (mc) o bicatenario (bc) y de cadena

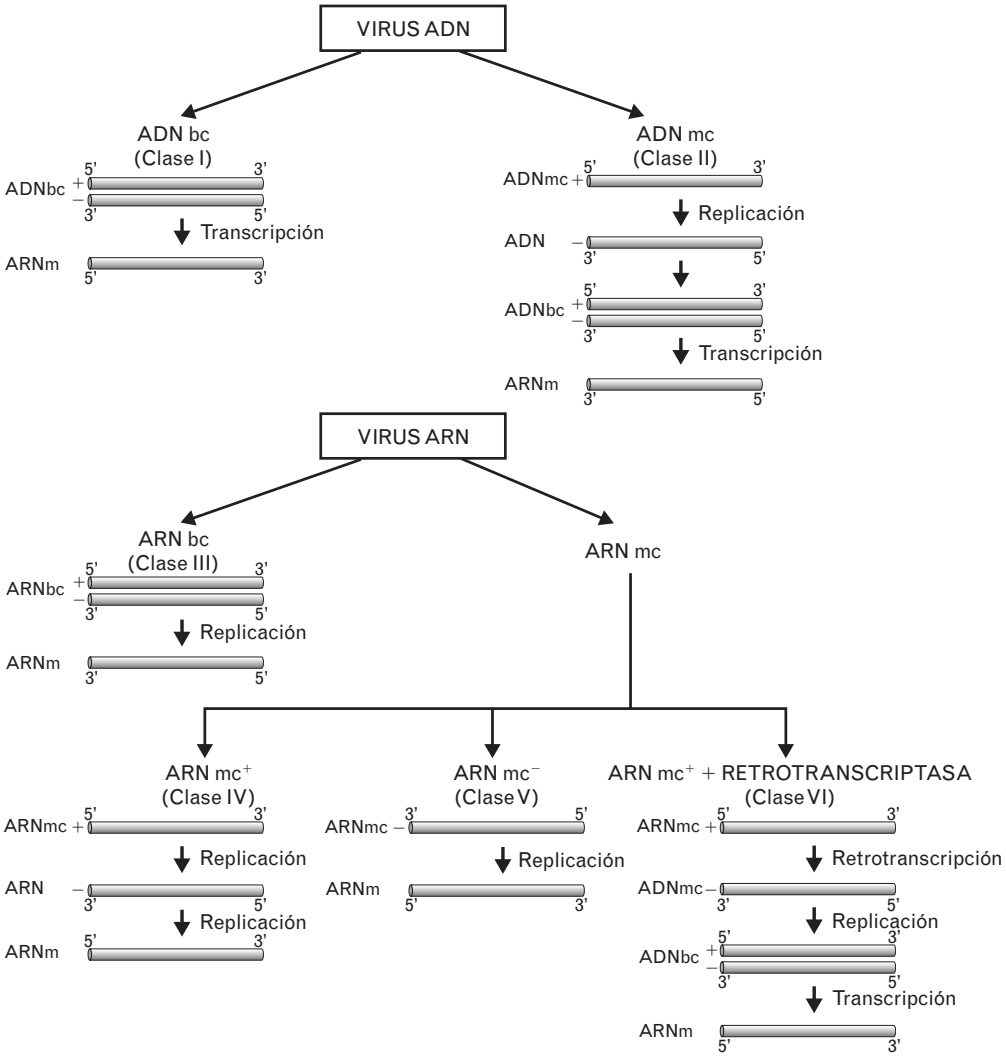
lineal o circular. La polaridad positiva (+) o negativa (−) de los ácidos nucleicos se establece en base a si se trata de una hebra formadora de ARNm o cadena (−), o su complementaria (+).

En virus portadores de ácidos nucleicos bicatenarios, ADNbc o ARNbc, cada una de las cadenas posee polaridad distinta, en ambos casos la cadena negativa se transcribe en el ARNm a partir del cual se sintetizan las proteínas víricas.

El ADNmc es siempre positivo, necesita la síntesis de la hebra complementaria negativa a partir de la que se obtiene por transcripción el ARNm.

Existen dos grupos de virus ARNmc$^+$, los que por replicación de su ARN forman el ARNmc$^-$ que será molde del ARNm, y los retrovirus portadores de retrotranscriptasa, enzima que sintetiza a partir del ARNmc$^+$ el ADNmc$^-$ del que posteriormente se obtiene el ADNbc que transcribe su cadena negativa.

La transcripción de ARNmc$^-$ origina directamente ARNm.



23. Un microscopio óptico con un poder de resolución de 0,3 µ tiene colocada una lente ocular de 10 aumentos y un objetivo de 50. Una mitocondria de 3 µ de longitud y 0,8 µ de anchura, podría observarse:

a) Con un aumento de $0{,}3 \times 10 \times 50 = 150$ veces su tamaño.
b) $10 \times 50 = 500$ veces aumentada, distinguiéndose la presencia de doble membrana y matriz.
c) Como un orgánulo de membrana simple y matriz 500 veces aumentado.
d) $10 + 50 = 60$ veces aumentada con aspecto de trazo lineal.
e) Si la imagen obtenida se proyecta ampliada sobre una pantalla conseguiríamos distinguir su ADN interno.

Solución: c

El número de aumentos de los microscopios ópticos se calcula multiplicando los de sus lentes ocular y objetivo; en el caso propuesto, el microscopio aumentará la imagen $10 \times 50 = 500$ veces. Otro factor que interviene en la precisión de la imagen es el poder de resolución, distancia mínima a la que deben encontrarse dos puntos para poder ser observados como independientes. Dado que la dimensión del orgánulo está próxima al límite de resolución del microscopio óptico, se observaría difícilmente la mitocondria y en absoluto su ultraestructura, crestas, doble membrana, ADN mitocondrial, etc. Las imágenes obtenidas y ampliadas por proyección en pantalla se verán más grandes pero con la misma resolución, no aportando en ningún caso nuevos detalles.

24. A lo largo de la reproducción sexual de una especie animal se producen una serie de procesos, algunos de los cuales, ordenados en el tiempo son:

a) Gametogénesis → fecundación → segmentación → cariogamia.
b) Gametogénesis → reacción acrosómica → cariogamia → segmentación.
c) Fecundación → reacción acrosómica → cariogamia → activación meiosis ovocito.
d) Segmentación → gastrulación → metamorfosis → organogénesis.
e) Cariogamia → gastrulación → segmentación → organogénesis.

Solución: b

La reproducción sexual de animales se inicia con la gametogénesis, formación por meiosis de las células reproductoras o gametos. El espermatozoide maduro dispone en su parte anterior del acrosoma, estructura portadora de los enzimas hidrolíticos responsables de la disolución de las cubiertas del óvulo, que permite la fecundación o entrada del pronúcleo masculino. Es esta la señal que activa la meiosis en el ovocito, detenida hasta entonces en su primera división meiótica. Tras la fusión de los pronúcleos en la cariogamia se forma el cigoto diploide que segmentará en mitosis sucesivas originando primero la mórula y después la blástula. La gastrulación posterior supone la organización en capas de las células blastodérmicas; se produce una nueva estructura, la gástrula di o triblástica, disposición que determina su diferenciación en tejidos y órganos durante la organogénesis.

Atendiendo a lo expuesto, el orden de los procesos mencionados en las soluciones es:

Gametogénesis → reacción acrosómica → fecundación →
→ activación de la meiosis del ovocito → cariogamia → segmentación →
→ gastrulación → organogénesis.

La metamorfosis, exclusiva de algunos grupos animales, supone una reorganización de los tejidos y órganos posterior a la organogénesis embrionaria, se produce en las larvas durante el desarrollo postembrionario.

25. De las siguientes moléculas determine cuál/es presentan actividad óptica:

A: $CH_2OH–CHOH–CH_2O–CO–R$ acilglicérido

B: H_2CO_3 ácido carbónico

C: $H_2N–CH\ (CH_3)–COOH$ aminoácido

D: $CHO–CHOH–CHOH–CHOH–CH_2OH$ pentosa

E: $H_3C–CH_2OH$ etanol

a) A, C y D. b) A, C, D y E. c) B. d) Ninguna. e) Todas.

Solución: a

La actividad óptica, capacidad de desviar el plano de vibración de la luz polarizada cuando atraviesa una disolución de la sustancia, viene determinada por la presencia de carbonos asimétricos en la estructura molecular, es decir, carbonos unidos a cuatro sustituyentes distintos. Son asimétricos el carbono 2 del acilglicérido (A), el carbono α del aminoácido (C) y los carbonos 2, 3 y 4 de la pentosa (D); serán estas las moléculas que presenten actividad óptica.

26. Muchas líneas de investigación actuales se encaminan a desarrollar técnicas de biorremediación, que consisten en:

a) Superproducción de especies de alto rendimiento con el fin de paliar la hambruna mundial.
b) Producción masiva de vacunas mediante técnicas biotecnológicas para erradicar enfermedades endémicas.
c) Búsqueda de nuevas especies y su clonación para la obtención de nuevos fármacos.
d) Curación de enfermedades hereditarias mediante la modificación de genes defectuosos.
e) Utilización de microorganismos o productos biológicos para corregir contaminaciones en el medio natural.

Solución: e

El concepto de biorremediación incluye la utilización de seres vivos, generalmente plantas y microorganismos o sus productos biológicos –componentes celulares, enzimas, etc.– para eliminar contaminantes del medio, tales como hidrocarburos, metales pesados, residuos industriales, pesticidas, herbicidas, etc., y también su uso en el tratamiento de aguas residuales. Los microorganismos empleados pueden ser autóctonos de la zona contaminada, a los que se suministran nutrientes para estimular su actividad, o ser introducidos artificialmente por el hombre, bien en su forma natural o tras modificarlos genéticamente.

27. En procariotas el codón AUG codifica formil-metionina y UGA, UAA y UAG son los codones sin sentido, ninguno de ellos omitido en la secuencia propuesta. De la traducción del siguiente ARNm extraído de una bacteria, se obtendría:

5' AUG... 180 bases ... UAG ... 21 bases ... AUG... 150 bases... UAA... 36 bases .... UGA 3'

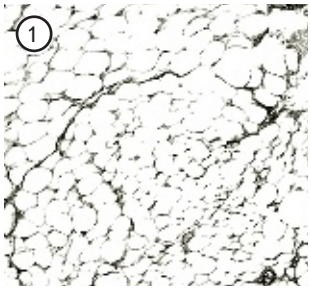
a) Una proteína de 61 aminoácidos.
b) Una proteína de 61 aminoácidos y otra de 51 aminoácidos.
c) Una proteína de 127 aminoácidos.
d) Una proteína de 62 aminoácidos y otra de 52 aminoácidos.
e) Una proteína de 128 aminoácidos.

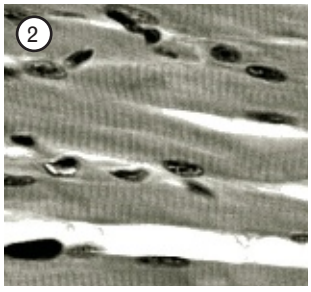
Solución: b

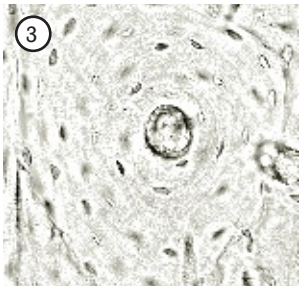
La traducción en bacterias se inicia en el codón AUG leído desde el extremo 5' del ARNm, que codifica el aminoácido formil-metionina, y termina en un codón sin sentido que no especifica aminoácido. Por otra parte, en procariotas el ARNm es policistrónico, es decir, contiene secuencias informativas para la síntesis de varias cadenas polipeptídicas. En consecuencia, para resolver el ejercicio habrá que considerar todos los segmentos que contengan codón de inicio y de fin y el número de tripletes intermedio que codifican aminoácido. En el ARNm dado encontramos la secuencia AUG-60 tripletes-UAG que determina una cadena polipeptídica de 61 aminoácidos (formil-metionina más 60) y, tras 21 bases que no intervienen en esta síntesis, otra secuencia AUG-50 tripletes-UAA que determina una cadena polipeptídica de 51 aminoácidos (formil-metionina más 50). El resto del ARNm, al no especificar codón de inicio, no se traducirá.

28. En muchos organismos pluricelulares las células se especializan adquiriendo distintas formas y funciones, constituyendo los denominados tejidos. En las siguientes fotografías aparecen representados tres tejidos animales, se observa que:

a) 1 es cartilaginoso y 2 sanguíneo.
b) 3 es epitelial y 2 cartilaginoso.
c) 1 es adiposo y 3 óseo.
d) 2 es muscular y 3 nervioso.
e) 3 es sanguíneo y 1 cartilaginoso.







Solución: c

Para identificar las fotografías conviene atender exclusivamente a las alternativas propuestas en las soluciones. Se plantean dos opciones para la imagen 1, los tejidos cartilaginoso y adiposo. La ausencia de matriz extracelular y de grupos celulares en lagunas descarta como posible al tejido cartilaginoso. Sin embargo, el tamaño, la disposición y forma de las células, así como el interior claro y

homogéneo en el que no se aprecian estructuras diferenciadas indican que podría tratarse de tejido adiposo. En la fotografía 2 se trata de discernir entre sangre y tejido muscular. Se reconoce fácilmente la estriación transversal en bandas claras y oscuras características de las fibras musculares estriadas. La sangre es un tejido fluido con células independientes, en ella sería evidente al menos la forma típica en disco bicóncavo de los glóbulos rojos anucleados y los leucocitos, más grandes y con núcleos evidentes. Para la fotografía 3 se proponen los tejidos óseo y nervioso. La imagen representa la estructura típica del tejido óseo compacto, la osteona, donde se observan las capas concéntricas de sustancia fundamental sólida interrumpidas por lagunas donde se alojan los osteocitos y el canal central o de Havers. Es difícil la confusión con el tejido nervioso formado exclusivamente por células provistas de abundantes ramificaciones.

29. El método tradicional de fabricación del queso incluye uno de los siguientes procesos:

a) La coagulación de la lactosa con cuajo extraído del estómago de rumiantes que acidifica la leche.
b) La fermentación de la lactosa con levaduras que producen ácido láctico.
c) La fermentación de la lactosa por una especie purificada de *Saccharomyces*.
d) La producción de ácido láctico tras la obtención de glucosa a partir del azúcar de la leche.
e) La producción de CO_2 durante la fermentación, que será responsable de los agujeros del queso.

Solución: d

La etapas clásicas de la fabricación de queso incluyen: 1) Coagulación de la leche mediante la adición de cuajo o renina, enzima del estómago de rumiantes que produce la desnaturalización de las proteínas lácticas; coagulan proteínas y no el azúcar lactosa como se propone en la solución a). 2) Separación de la cuajada del suero sobrante. 3) Fermentación láctica, producida por las bacterias de los géneros *Lactobacillus* o *Streptococcus* y no por levaduras, como *Saccharomyces*, características de la fermentación alcohólica, presupuestos de las soluciones b) y c). 4) Maduración, producida por diversas bacterias y hongos.

La fermentación láctica no libera CO_2, los característicos agujeros se producen por los gases liberados en el proceso de maduración realizado por otros microorganismos en algunas variedades de queso.

30. Los peroxisomas son orgánulos de células eucariotas relacionados con el metabolismo oxidativo en los que se producen las siguientes reacciones:

1: $\text{Sustrato}_1 + O_2 \rightarrow \text{Sustrato}_1 \text{ oxidado} + H_2O_2$
2: $\text{Sustrato}_2 + H_2O_2 \rightarrow \text{Sustrato}_2 \text{ oxidado} + 2\ H_2O$
3: $2\ H_2O_2 \rightarrow O_2 + H_2O$

a) La reacción 1 es catalizada por la peroxidasa con el fin de eliminar algunos sustratos como aminoácidos, ácidos grasos, etc., que se acumulan en exceso en la célula.
b) La catalasa interviene en la reacción 1 con la finalidad de obtener ATP suplementario cuando existen grandes requerimientos energéticos en la célula.

c) La reacción 2 es catalizada por la peroxidasa cuando oxida sustratos tóxicos para la célula (alcoholes, fenoles...).
d) La peroxidasa cataliza la reacción 3 para eliminar el H_2O_2, muy tóxica por su alto poder oxidante.
e) Este conjunto de reacciones se produce para obtener ATP suplementario sin gasto de O_2, puesto que este finalmente se recupera.

Solución: a

En los peroxisomas se han encontrado más de cincuenta enzimas distintos entre los que destacan dos enzimas oxidativos: peroxidasa y catalasa. La peroxidasa oxida diversos sustratos –aminoácidos, ácidos grasos, etc.– acumulados en exceso en la célula, utilizando para ello O_2 como aceptor de electrones, el cual se reduce a H_2O_2 (reacción 1). El H_2O_2 es una sustancia altamente reactiva y tóxica que la catalasa degrada rápidamente a la vez que oxida otros tóxicos –fenoles, alcoholes, aldehídos, etc.– presentes en la célula; son procesos detoxificantes característicos de hígado o riñón (reacción 2). O bien, si no existe disponibilidad de estos sustratos, la catalasa degrada directamente el H_2O_2 con liberación de O_2 (reacción 3). La finalidad de estas reacciones no es la obtención de energía química, la energía se libera únicamente en forma de calor.

31. En un estudio sobre la herencia de dos caracteres se encuentra un individuo dihíbrido, que producirá:

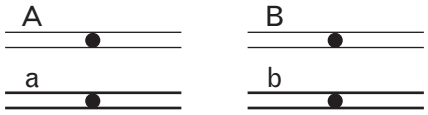
a) Siempre cuatro tipos de gametos con probabilidad de ¼ para cada uno de ellos.
b) Dos tipos de gametos si los loci de estos genes se localizan en el mismo cromosoma.
c) Cuatro tipos de gametos con mayor proporción de parentales que de recombinantes si los loci de estos genes están en distintos cromosomas.
d) Cuatro tipos de gametos si los genes están situados en distinto cromosoma.
e) Las respuestas b) y c) son verdaderas.

Solución: d

Un individuo dihíbrido, o doble heterocigótico, es aquel que posee dos alelos diferentes para cada uno de los dos caracteres en estudio. Ahora bien, los loci de estos alelos pueden estar situados en el mismo o diferente cromosoma. En el primer caso se trataría de genes ligados y, por tanto, con probabilidad dependiente de la distancia que los separa de entrecruzamiento. Si los genes se sitúan en diferentes cromosomas, se heredan de manera independiente y nunca es posible entre ellos el sobrecruzamiento. Los tipos y probabilidades de gametos dependerán de que se trate de una u otra situación.

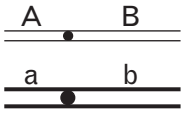
Suponiendo un dihíbrido **AaBb**, tendríamos los siguientes casos:

1. **Genes en cromosomas diferentes**: se obtendrían 1/4 de cada tipo de gameto **AB**, **Ab**, **aB**, **ab** que, al combinarse entre sí, producirían la proporción fenotípica 9:3:3:1 como propuso Mendel en su tercera ley o ley de la herencia independiente de los factores hereditarios.

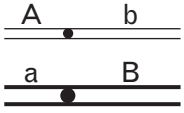


2. **Genes en el mismo cromosoma**: se heredan juntos, genes ligados, pero dependiendo de la distancia de separación puede o no producirse sobrecruzamiento entre ellos:

– **Si no existe entrecruzamiento,** cuando se formen los gametos el alelo **A** permanece asociado al **B**, y el alelo **a** al **b**. Los únicos gametos del individuo son 1/2 **AB** y 1/2 **ab**, o bien 1/2 **Ab** y 1/2 **aB**, dependiendo de la distribución de los alelos en los cromosomas homólogos.



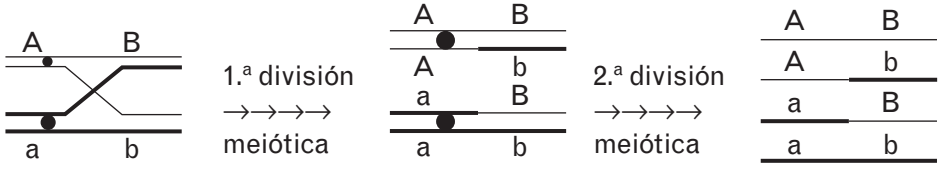
Alelos ligados en fase de acoplamiento: los únicos gametos posibles son AB y ab.



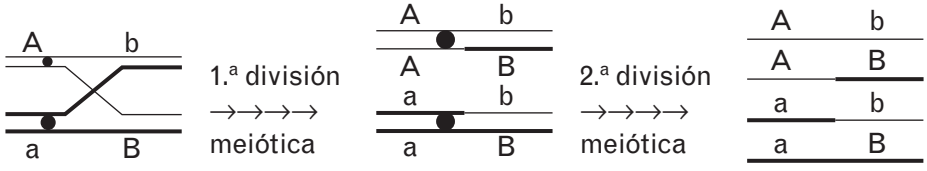
Alelos ligados en fase de repulsión: los únicos gametos posibles son Ab y aB.

– **Si durante la meiosis se diese entrecruzamiento** en el segmento de ADN que separa dichos genes, los gametos obtenidos serían **AB**, **Ab**, **aB**, **ab** con probabilidades diferentes, mayor la de los parentales que la de los recombinantes.

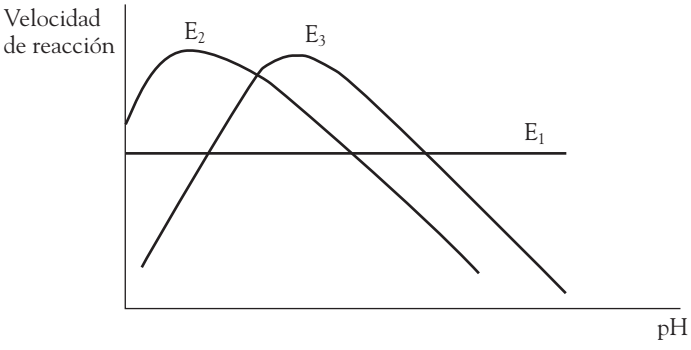
Sobrecruzamiento entre alelos ligados en fase de acoplamiento:



Sobrecruzamiento entre alelos ligados en fase de repulsión:



32. La gráfica representa la actividad de tres enzimas diferentes (E_1, E_2 y E_3) con respecto al pH. De su interpretación se deduce que:



a) El enzima E_2 podría ser la tripsina pancreática porque su máxima actividad se corresponde con pH ácido.
b) El enzima E_1 es la más dependiente del pH, puesto que su velocidad de reacción es constante.
c) El enzima que consigue mayor velocidad de reacción al pH más básico es E_1.
d) E_3 presenta un pH óptimo más ácido que E_2.
e) Las respuestas a) y c) son verdaderas.

Solución: c

Del análisis de la gráfica se deduce que: 1) E_1 es un enzima cuya actividad es independiente del pH, las modificaciones del pH no afectan a la velocidad de la reacción que cataliza. 2) E_1 es el enzima que consigue la mayor velocidad de reacción a los pH más básicos, los enzimas E_2 y E_3 disminuyen rápidamente su actividad al hacerse básico el pH . 3) E_2 posee un pH óptimo –pH al que se alcanza la mayor velocidad de reacción– ácido y de menor valor que E_3.

Por otra parte, E_2 no podría ser la tripsina pancreática puesto que el pH de los jugos pancreáticos es básico.

33. En una célula en anafase se encuentran cuatro cromosomas en cada polo celular. Si:

a) Todos los cromosomas pertenecen al mismo juego cromosómico, podría tratarse de una célula n = 8.
b) Todos lo cromosomas pertenecen al mismo juego cromosómico, su célula madre sería una célula n = 4.
c) Existen dos juegos cromosómicos, uno en cada polo celular, la célula procedería de otra 2n = 8.
d) Existen dos juegos cromosómicos en cada polo celular, podría tratarse de una célula 2n = 8.
e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: e

Tal como se recoge en las soluciones, estudiamos los casos de células haploides (n) o diploides (2n). Las células haploides poseen un único juego cromosómico y se dividen exclusivamente por mitosis. Por tanto, la respuesta a) es falsa porque la anafase mitótica de una célula n = 8 presentaría 8 cromosomas en cada polo celular. Por esta misma razón la respuesta b) es correcta, pues una célula n = 4 tendrá 4 cromosomas de una cromátida en cada polo, todos pertenecientes al único juego presente en la célula madre.

Las células diploides 2n = 8 que se proponen en las respuestas c) y d), solamente en división meiótica podrían contener cuatro cromosomas en cada polo. En ningún caso existirían dos juegos cromosómicos en cada uno, respuesta d), lo que supondría la duplicación previa de los dos juegos originales con alteración de la ploidía inicial. Sin embargo, la respuesta c) es cierta, correspondería a la anafase I o II de la meiosis de una célula 2n = 8 según que los cromosomas se encuentren duplicados o no.

Anafase mitótica
n = 4

Anafase meiótica I
2n = 8

Anafase meiótica II
2n = 8

34. La envuelta nuclear de células eucariotas es una doble membrana interrumpida por los poros nucleares, estos complejos:

a) Contienen nucleoporinas que controlan el paso de las subunidades ribosómicas.
b) Son estructuras altamente organizadas a las que se asocian proteínas de tipo histónico que regulan el paso de los ARN.
c) Contienen seis subunidades proteicas en las que se anclan los cromosomas durante la sinapsis meiótica.
d) Son orificios que comunican libremente hialoplasma y nucleoplasma.
e) Reconocen la cola de poli A asociada al extremo 5' de los ARNt permitiendo su salida al hialoplasma.

Solución: a

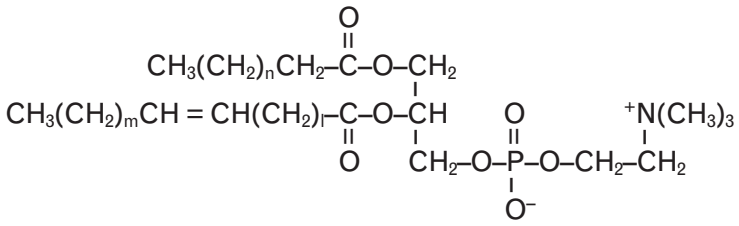
Los poros nucleares se forman por fusión de la doble membrana nuclear y asociación a la zona de un complejo proteico constituido por proteínas no histónicas llamadas nucleoporinas. Los poros están dotados de un sistema de regulación que controla el tráfico de macromoléculas entre nucleoplasma y citosol, entre otras, los ARNt y ARNm y las subunidades ribosómicas que se exportan al citosol. Es la cola poliA del extremo 3' del ARNm la reconocida en el poro, no la del ARNt propuesta en la solución e). Los cromosomas en la profase meiótica se anclan a proteínas de la lámina nuclear situadas en la cara interna de la envoltura, no al complejo del poro.

35. La lecitina de soja es conocida popularmente como sustancia habitual en las dietas de personas con niveles altos de colesterol. Sabrá usted que la lecitina es la fosfatidil-colina, por tanto <u>es falso</u> que esté compuesta por:

a) Ácido ortofosfórico y colina.
b) Diacilglicérido, ácido ortofosfórico y colina.
c) Dos ácidos grasos, ácido ortofosfórico, colina y glicerina.
d) Ácido fosfatídico y colina.
e) Un ácido graso saturado, un ácido graso insaturado, glicerina, ácido ortofosfórico y colina.

Solución: a

La fosfatidil-colina es un glicerofosfolípido de membrana que por hidrólisis total produce dos ácidos grasos, uno de ellos insaturado, glicerina, ácido ortofosfórico y colina. La esterificación de los dos ácidos grasos con la glicerina forma un diacilglicérido, que si esterifica un ácido ortofosfórico al –OH que queda libre en la glicerina produce ácido fosfatídico, constituyente común de todos los glicerofosfolípidos. A su vez, el ácido fosfatídico puede esterificarse con distintos alcoholes o aminoalcoholes, de cuya naturaleza depende la molécula final. En el caso de la lecitina se trata del aminoalcohol colina (N-trimetil-etanolamina).



36. Relacione las estructuras celulares de la primera columna con alguna de sus funciones mencionadas en la segunda:

1. Nucleolo	**a) Dirigir el transporte en los axones neuronales**
2. Vacuola	**b) Destoxificación**
3. Retículo endoplasmático liso	**c) Síntesis de ARNr**
4. Microtúbulo	**d) Anclaje de membranas celulares**
5. Desmosomas	**e) Almacén de aceites esenciales**

a) 1→ c; 2 → e; 3 → b
b) 1→ d; 3 → e; 5 → a
c) 2→ b; 3 → e; 4 → a
d) 1→ c; 4 → a; 5 → b
e) 2→ e; 4 → d; 5 → a

Solución: a

La correspondencia entre los orgánulos y las funciones mencionadas, es:

1 → c: El ADN concentrado en el nucleolo contiene los genes para la síntesis del ARNn que se escinde posteriormente en los ARNr 28 S, 18 S y 5,8 S.

2 → e: Las vacuolas son almacenes de sustancias diversas, algunas especies vegetales acumulan en ellas aceites esenciales.

3 → b: Además de en la síntesis de algunos lípidos, el REL interviene en funciones de degradación de sustancias liposolubles de carácter tóxico.

4 → a: Los axones neuronales mantienen su forma por la disposición longitudinal de microtúbulos a los que se asocian proteínas transportadoras que los utilizan como raíles.

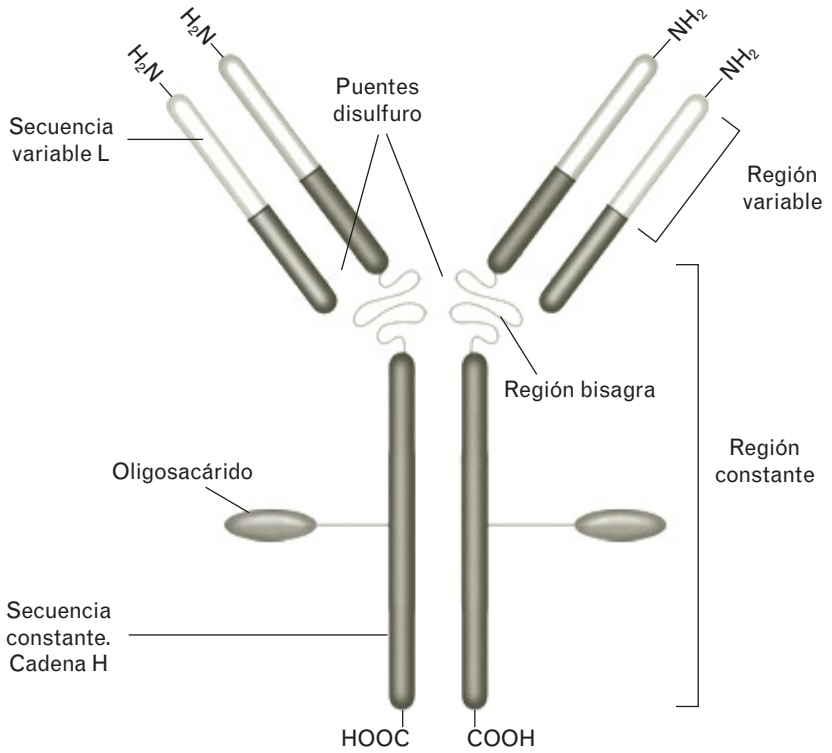
5 → d: Los desmosomas son especializaciones de la membrana plasmática en los que proteínas del citoesqueleto de células adyacentes se mantienen fuertemente unidas, adquieren de este modo resistencia a tensiones mecánicas. Abundan en tejidos sometidos a tracción, tales como los epitelios.

37. Los anticuerpos son moléculas proteicas formadas por:

a) Dos cadenas ligeras y dos pesadas unidas por puentes de hidrógeno.
b) Dos regiones constantes y una variable a la que se une el antígeno.
c) Dos regiones variables y una constante por la que se une al antígeno.
d) Una región bisagra que permite la deformación de la molécula.
e) Dos cadenas ligeras cuya variación da lugar a los distintos tipos de anticuerpos.

Solución: d

Los anticuerpos o inmunoglobulinas (Ig) son glucoproteínas formadas por cuatro cadenas polipeptídicas: dos ligeras (L) y dos pesadas (H). Cada cadena H se une a otra del mismo tipo y a una de las L mediante puentes disulfuro. Todas las cadenas, L y H, poseen una secuencia constante localizada en el extremo C-terminal y una secuencia variable en el N-terminal que definen en el conjunto del anticuerpo una región constante y dos regiones variables a las que se unen antígenos específicos. La estructura de la molécula contiene también una región rica en prolina, llamada región bisagra, que permite la deformación de la molécula para facilitar su unión a los antígenos.



38. En toda ruta metabólica se consumen y se liberan sustancias. Encuentre la relación correcta entre ruta y compuesto consumido o liberado:

a) En la β-oxidación se obtiene CO_2.
b) En el ciclo de Krebs se consume O_2.
c) Durante el ciclo de Calvin se obtiene O_2.
d) Durante la glucólisis se libera H.
e) En la fotofosforilación cíclica se consume H_2O.

Solución: d

La glucólisis es una ruta oxidativa donde H procedentes de la glucosa se transfieren al NAD^+, coenzima que se obtiene como producto final en su forma reducida NADH. El resto de las respuestas son falsas por los motivos siguientes: a) Los productos finales de la β-oxidación son acetil-CoA y coenzimas reducidos (NADH y $FADH_2$); b) El ciclo de Krebs es independiente del O_2 en cuanto a la oxidación del acetil-CoA, son los coenzimas reducidos obtenidos en él los que, en una fase posterior conocida como cadena respiratoria, transfieren sus electrones al O_2 si se trata de respiración aerobia; c) El O_2 liberado en fotosíntesis corresponde a la fase fotoquímica y no al ciclo de Calvin de la fase biosintética donde esta molécula no interviene; e) Aunque la fotofosforilación cíclica se produce en la fase fotoquímica de la fotosíntesis, los electrones no proceden del H_2O, lo que liberaría O_2, sino que se mueven en un recorrido cíclico que parte y termina en el fotosistema I con la única finalidad de obtener ATP.

39. En la siguiente frase se han eliminado algunos enzimas que intervienen en la replicación. Encuentre en las soluciones aquellas que encajan en los huecos, teniendo en cuenta que están ordenados de forma correlativa:

Las _____ cortan, desenrollan y cierran la doble hélice del ADN para eliminar tensiones durante su replicación. La _____ sintetiza el cebador y después la _____ añade desoxirribonucleótidos sobre su extremo 3'. La _____ con su actividad exonucleasa 5'-3' hidroliza el cebador y posteriormente con su acción polimerasa rellena los huecos producidos mientras lee el ADN en dirección 3'-5'; finalmente, la _____ produce el último enlace fosfodiéster entre los distintos fragmentos.

a) Topoisomerasas, ARN polimerasa, ADN polimerasa III, ADN polimerasa I, ADN ligasa.
b) Helicasas, ADN polimerasa I; ADN polimerasa II, ADN polimerasa III, ADN ligasa.
c) Helicasas, ARN polimerasa, ADN polimerasa III, ADN polimerasa I, Topoisomerasa.
d) Topoisomerasas, ARN polimerasa, ADN polimerasa I, ADN polimerasa III, ADN ligasa.
e) Topoisomerasas, ARN polimerasa, ADN polimerasa I, ADN polimerasa II, ADN ligasa.

Solución: a

La frase completa, rellenando los huecos con los enzimas solicitados, es:

Las **topoisomerasas** cortan, desenrollan y cierran la doble hélice del ADN para eliminar tensiones durante su replicación. La **ARN polimerasa** sintetiza el cebador y después la **ADN polimerasa III** añade desoxirribonucleótidos sobre su extremo 3'. La **ADN polimerasa I** con su actividad exonucleasa 5'-3' hidroliza el cebador y posteriormente con su acción polimerasa rellena los huecos producidos mientras lee el ADN en dirección 3'-5'; finalmente, la **ADN ligasa** produce el último enlace fosfodiéster entre los distintos fragmentos.

En cuanto a la función de los otros enzimas mencionados en las respuestas: Las helicasas en la replicación rompen puentes de hidrógeno entre bases nitrogenadas de la doble hélice y la ADN polimerasa II interviene en procesos de reparación del ADN, pero se desconoce si tiene alguna función en la síntesis del ADN.

40. La célula puede obtener el monosacárido glucosa a partir del ácido pirúvico, dicho proceso se caracteriza por ser:

a) Catabólico y llamarse glucólisis.
b) Anabólico y denominarse glucogenogénesis.
c) Catabólico y realizarse en la mitocondria.
d) Anabólico y llamarse gluconeogénesis.
e) Todas las respuestas son falsas.

Solución: d

La síntesis de glucosa a partir de ácido pirúvico supone la reducción química de este compuesto con gasto de energía, se trata por tanto de un proceso anabólico. Esta ruta, denominada gluconeogénesis –síntesis de glucosa de novo–, comprende un conjunto de reacciones inversas a las de la glucólisis, ruta con la que comparte localización celular, el citosol; sin embargo, algunas reacciones de ambos procesos son irreversibles y con distinta regulación enzimática, por ello glucólisis y gluconeogénesis son procesos independientes. Glucogenogénesis es la ruta anabólica donde se obtiene glucógeno a partir de glucosa libre.

41. La variación, dentro de unos límites normales para el desarrollo de la vida, de determinados factores físico-químicos del medio influye en la eficacia de la fotosíntesis. Entre las respuestas dadas elija el factor cuyo aumento *no incrementa* la eficacia fotosintética:

a) Concentración de CO_2.
b) Intensidad lumínica.
c) Concentración de O_2.
d) Humedad.
e) Temperatura.

Solución: c

En fotosíntesis se producen compuestos orgánicos y O_2 a partir de CO_2, H_2O y energía lumínica según la ecuación:

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O + E_{lumínica} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

El aumento de la concentración o intensidad de los sustratos iniciales y la elevación de la temperatura supondrá mayor rendimiento del proceso hasta llegar al valor de saturación o a la alteración por desnaturalización de los enzimas implicados. Aunque de manera general el incremento de los productos finales no afecta al rendimiento de las reacciones químicas irreversibles, la fotosíntesis es una excepción respecto a la concentración de O_2; las altas concentraciones de O_2 estimulan la actividad oxigenasa del enzima Rubisco y promueven la fotorrespiración en plantas C_3, como consecuencia disminuye la eficacia fotosintética.

Por último, la humedad favorece la apertura de los estomas, estructuras que permiten el intercambio de gases necesario para la fotosíntesis.

42. Los mesosomas son estructuras membranosas características de las bacterias, donde:

a) Se produce el intercambio de sustancias.
b) Hay transporte de electrones.
c) El ADN se duplica.

d) A veces se localizan pigmentos fotosintéticos.
e) Todas las respuestas son verdaderas.

Solución: e

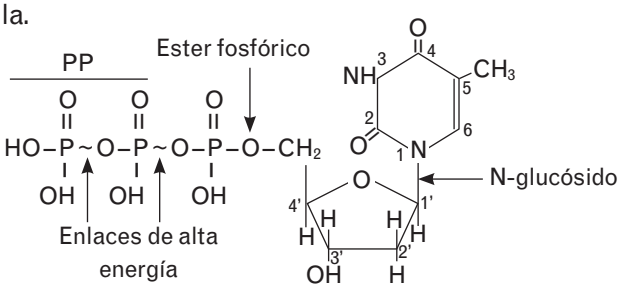
Las bacterias son células procariotas que carecen de los orgánulos membranosos internos típicos de las eucariotas. Muchas funciones celulares recaen por ello en la membrana plasmática que, para incrementar su funcionalidad, se extiende en repliegues de distinta morfología –tubular, ramificada, laminar, etc.- conocidos como mesosomas. Además de las funciones propias de cualquier membrana, como es el intercambio selectivo de sustancias, cada grupo bacteriano contiene en los mesosomas enzimas característicos de su metabolismo. Las especies fotosintéticas disponen de bacterioclorofila y otros pigmentos que intervienen en la fotosíntesis, además de los transportadores de electrones para este proceso y para la respiración celular. Por otra parte, también la duplicación del ADN está dirigida en bacterias por las ADN polimerasas ancladas en su membrana.

43. El TTP es una molécula orgánica que, además de intervenir en diversas rutas metabólicas, actúa como precursor en la síntesis de ácidos nucleicos. Respecto a su composición, es cierto que contiene:

a) Un enlace N-glucosídico entre la timina y la ribosa.
b) Un enlace éster-fosfórico de alta energía entre el nucleótido y un pirofosfato.
c) Un enlace N-glucosídico entre el nitrógeno en posición 9 de la base y el carbono 1' de la pentosa.
d) Tres enlaces éster fosfóricos de alta energía entre la base nitrogenada y tres ácidos ortofosfóricos.
e) Un enlace fosfodiéster entre el fosfato terminal y la ribosa.

Solución: b

La timidina-trifosfato (TTP) es un nucleótido no nucleico que actúa como coenzima en diversas rutas metabólicas y es precursor de la timidina-monofosfato (TMP) en la síntesis de ADN. Un nucleótido está formado por una base nitrogenada que se une mediante enlace N-glucosídico al C1' de una pentosa y esta, a su vez, por su C5' a un ácido ortofosfórico mediante enlace éster-fosfórico, no por el fosfodiéster característico de los polinucleótidos que se propone en la respuesta e). La base nitrogenada del TTP es timina derivada del heterociclo de 6 átomos pirimidina, carece por tanto de N en posición 9 (respuesta c). La timina nunca se une a ribosa (respuesta a y e), lo hace exclusivamente a desoxirribosa. Al tratarse de TTP, el fosfato terminal del TMP está esterificado a un pirofosfato (PP) mediante enlace éster-fosfórico de alta energía. Son dos los enlaces de alta energía que contiene la molécula.



44. La cromatina es un complejo nucleoproteico del que no es cierto que:

a) Presenta dos tipos de empaquetamiento, la eucromatina más laxa y la heterocromatina con mayor grado de empaquetamiento.

b) Presenta diferentes niveles de organización: collar de perlas o fibra de 100 Å y solenoide o fibra de 300 Å.

c) En determinados periodos del desarrollo algunas regiones pueden estar inactivadas en determinadas células.

d) En cualquier célula eucariota está compuesta por la asociación de ADN con proteínas histónicas.

e) Segmentos procedentes de distintas fibras cromatínicas se reúnen formando el nucleolo.

Solución: d

Todas las proposiciones sobre la cromatina son correctas excepto que siempre se asocie a histonas en células eucariotas. Las células que requieren mayor empaquetamiento de la cromatina, como los espermatozoides, asocian el ADN a protaminas, proteínas de carácter más básico que las histonas y que permiten una disposición más compacta del ADN denominada estructura cristalina. Los niveles estructurales de la asociación protaminas-ADN difieren de los característicos de histonas-ADN: collar de perlas o fibra de 100 Å, solenoide o fibra de 300 Å, etc.

45. A lo largo de la evolución de los vertebrados se observan una serie de modificaciones en las estructuras del aparato circulatorio y en la circulación sanguínea. Es cierto que evolucionó de:

a) Abierta en peces a cerrada en el resto de vertebrados.

b) Doble e incompleta en anfibios a tener 4 cavidades en el corazón de aves.

c) Simple en anfibios a doble en todos los reptiles, aves y mamíferos.

d) Corazón con 2 aurículas y 1 ventrículo en anfibios y cocodrilos a tener 4 cavidades en el resto de reptiles.

e) Tener hemocianina como pigmento respiratorio en peces y anfibios a poseer hemoglobina en reptiles, aves y mamíferos.

Solución: b

El aparato circulatorio de todos los vertebrados consta de un corazón tabicado con número variable de cámaras y de un sistema cerrado de vasos sanguíneos que forman un circuito simple o doble según el número de veces que pase por el corazón. El líquido circulatorio es siempre sangre con hemoglobina como pigmento respiratorio. Las diferencias entre las distintas clases de vertebrados se establecen por el número de circuitos circulatorios y de cámaras cardiacas así como por su circulación completa o incompleta, carácter que depende de que la sangre oxigenada y desoxigenada se mezclen en el corazón, hecho determinado por la disposición del tabique ventricular.

En peces la circulación es **cerrada**, **simple y completa**. El corazón, con una aurícula y un ventrículo, solo recibe e impulsa sangre desoxigenada que se renueva en las branquias desde donde fluye a los tejidos y regresa de nuevo al corazón.

Los anfibios y reptiles, a excepción de cocodrilos, tienen circulación **cerrada**, **doble e incompleta**. Su corazón posee dos aurículas que envían sangre desoxigenada y oxigenada respectivamente a un ventrículo parcialmente tabicado donde en parte se mezcla.

La circulación de cocodrilos, aves y mamíferos es **cerrada**, **doble y completa**. La tabicación cardiaca es total, su corazón dispone de cuatro cámaras, dos aurículas y dos ventrículos, por las que circula independientemente la sangre, la desoxigenada por el lado derecho y la oxigenada por el izquierdo.

46. En referencia al reino Metafita o vegetal se emplean distintos términos que engloban especies con características morfológicas o reproductoras comunes. Dentro de los grupos citados es cierto que:

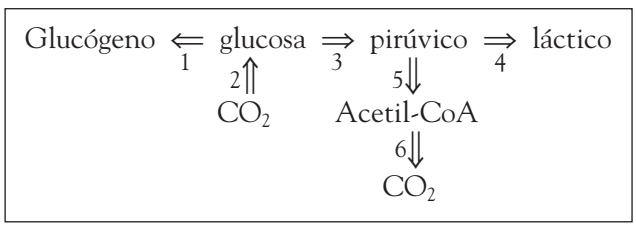
a) Espermatofitas se caracterizan por poseer siempre flores y frutos.
b) Gimnospermas, como el pino y el abeto, tienen flores y semillas.
c) Talófitas, tienen raíces por donde exclusivamente se da la absorción del agua.
d) Fanerógamas, son las que durante su ciclo reproductor forman semillas pero nunca frutos.
e) Cormófitas, son aquellas que poseen raíz, tallo y hojas, todas ellas pertenecen a Gimnospermas y Angiospermas.

Solución: b

El reino Metafita engloba las plantas talófitas, que carecen de tejidos y órganos verdaderos, como las Briofitas o musgos, y las cormófitas, provistas de las estructuras anteriores, en las que se incluyen los demás grupos, Pteridofitas o helechos y Espermatofitas o plantas con semilla. Las Espermatofitas, antes denominadas Fanerógamas, se caracterizan por la presencia de flores como estructuras reproductoras y de semillas que encierran, alimentan y protegen el embrión. A este grupo pertenecen Gimnospermas y Angiospermas, las primeras no protegen la semilla con un fruto, mientras que las segundas sí lo hacen.

Los términos talófitas, cormofitas y fanerógamas no tienen actualmente carácter sistemático.

47. En el siguiente esquema se muestran una serie de reacciones típicas del metabolismo celular. El nombre que se asigna a estos procesos es:



a) 1-glucogénesis, 2-fotosíntesis.
b) 3-glucólisis, 5-ciclo de Krebs.
c) 5-fermentación, 6-β-oxidación.

d) 3 y 4-glucólisis, 5-fermentación.
e) 4-fermentación, 6-ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Solución: e

La correspondencia entre números y procesos representados es:

1 → Glucogenogénesis, síntesis de glucógeno a partir de glucosa.

2 → Fotosíntesis, reducción del CO_2 durante la fase quimiosintética independiente de la luz.

3 → Glucólisis, oxidación anaerobia de la glucosa en la primera fase de su catabolismo.

4 → Fermentación láctica, proceso anaerobio del citosol característico de bacterias y células musculares.

5 → Descarboxilación oxidativa del pirúvico, fase previa a su entrada en el ciclo de Krebs.

6 → Ciclo de los ácidos tricarboxílicos o ciclo de Krebs, oxidación del acetil-CoA procedente de la degradación de glúcidos, lípidos y algunos aminoácidos.

48. Si en una célula 2n = 18 durante la profase I meiótica se producen 25 sobrecruzamientos, se observarán en:

a) Metafase I: 9 tétradas, 0 quiasmas y 36 cinetocoros.
b) Anafase I: 18 cromosomas, 0 quiasmas y 36 cinetocoros.
c) Metafase II, dos células con: 18 cromosomas, 25 quiasmas y 36 cinetocoros.
d) Anafase II, dos células con: 9 cromosomas, 0 quiasmas y 18 cinetocoros.
e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: b

Durante la profase I meiótica se produce el apareamiento y el sobrecruzamiento de cromosomas homólogos, proceso este último que se pone en evidencia por la visualización microscópica de los quiasmas o puntos de entrecruzamiento. El par de homólogos unido por los quiasmas recibe el nombre de tétrada cuando al final de la profase I se hacen visibles las cuatro cromátidas que lo componen. La asociación en tétradas se mantiene hasta que en anafase I se rompen los quiasmas y cada homólogo del par se dirige a un polo celular.

Cada cromosoma dispone de dos puntos de inserción de microtúbulos situados a ambos lados del centrómero, los cinetocoros, a los que se unen microtúbulos que orientan y dirigen los cromosomas durante la división.

Dado que la célula propuesta es 2n = 18, se formarán 9 tétradas con 25 quiasmas resultado de los sobrecruzamientos planteados, que perdurarán hasta la anafase I. El número de cinetocoros está en relación con el número de cromosomas, serán 36 mientras existan 18 cromosomas de dos cromátidas en la célula, y la mitad cuando estos sean simples.

Con los conceptos expuestos y teniendo en cuenta los acontecimientos de la meiosis, tendríamos:

- Metafase I: 9 tétradas, 25 quiasmas y 36 cinetocoros.

- Anafase I: 18 cromosomas (9 cromosomas de dos cromátidas en cada polo), 0 quiasmas y 36 cinetocoros.
- Metafase II, dos células con: 9 cromosomas de dos cromátidas, 0 quiasmas y 18 cinetocoros.
- Anafase II, dos células con: 18 cromosomas (9 cromosomas de una cromátida en cada polo), 0 quiasmas y 18 cinetocoros.

49. Las levaduras son microorganismos que pertenecen al Reino Fungi, se caracterizan por ser:

a) Pluricelulares, procariotas y autótrofos.
b) Unicelulares, procariotas y fermentadores.
c) Pluricelulares, eucariotas y fotosintetizadores.
d) Unicelulares, eucariotas y heterótrofos.
e) Pluricelulares, procariotas y quimiosintetizadores.

Solución: d

Los organismos agrupados en el reino Fungi son eucariotas uni o pluricelulares de nutrición heterótrofa. Se caracterizan por la presencia de una pared celular desprovista de celulosa y rica en quitina, lo que junto a la ausencia de cloroplastos diferencia sus células de las vegetales. Todas las levaduras son unicelulares de morfología oval casi esférica o cilíndricas y se multiplican por gemación. Existen especies simbióticas y patógenas, pero la mayoría son de vida libre, se desarrollan sobre materia orgánica rica en azúcares que fermentan. Es el caso de **Saccharomyces**, que produce la fermentación alcohólica de los azúcares de la uva y otros frutos.

50. En el ciclo del carbono participan diversas bacterias, unas aportan CO_2 a la atmósfera mientras que otras lo absorben sintetizando distintos compuestos a partir de él. Es falso que:

a) Las metanógenas oxidan CO_2.
b) Las fotosintéticas reducen CO_2.
c) Las metanotróficas al oxidar CH_4 liberan CO_2.
d) Las quimiorganotróficas liberan CO_2 al oxidar compuestos orgánicos.
e) Las que realizan la respiración oxidan compuestos orgánicos liberando CO_2.

Solución: a

Todos los grupos bacterianos mencionados participan en el ciclo biogeoquímico del carbono mediante la oxidación o reducción de compuestos carbonados. Las bacterias metanógenas, anaerobias estrictas típicas de la flora digestiva de los rumiantes, reducen –no oxidan como propone la respuesta a)– el CO_2 a CH_4, mientras que las metanotróficas utilizan CH_4 como sustrato para realizar el proceso inverso. La fotosíntesis, proceso en el que el CO_2 es reducido a materia orgánica, es producida por bacterias autótrofas fotosintéticas además de por algas y vegetales. La oxidación de compuestos orgánicos con liberación de CO_2 corresponde al proceso de respiración, aerobia o anaerobia, realizada por bacterias heterótrofas, también denominadas quimiorganotróficas, y autótrofas.

QUINTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 26 de mayo de 2007

1. **A mediados del siglo XIX se inicia el desarrollo de la teoría celular: «Todos los seres vivos están formados por células y estas se originan por división de otras existentes». ¿A qué científicos se les atribuyen los primeros postulados de la teoría celular clásica?**

a) Hooke y Pasteur.
b) Van Leeuwenhoek y Schwann.
c) Schleiden y Schwann.
d) Van Leeuwenhoek y Hooke.
e) Schleiden y Pasteur.

Solución: c

El término célula fue utilizado por primera vez por Hooke en 1665 para describir pequeños compartimentos en los tejidos suberosos de las plantas que llamó *cellulae*. Su obra *Micrografía* recoge una serie de dibujos obtenidos de las observaciones realizadas con un microscopio compuesto que él mismo construyó. Van Leeuwenhoek, en 1673, construye y perfecciona lentes que proporcionan hasta 300 aumentos con las que examina agua de las charcas y diversos fluidos internos en los que observa protozoos, células sanguíneas, espermatozoides, etc. que denomina *animáculos*. En 1831 Brown descubre el núcleo celular, y Purkinje en 1839, el protoplasma o medio interno en células vegetales.

Es a partir de los postulados del botánico Schleiden (1838) y del zoólogo Schwann (1839) cuando se inicia el desarrollo de la teoría celular al formularse sus dos primeros principios:

- La célula es la unidad morfológica o estructural de los seres vivos: todos los seres vivos están constituidos por una o más células.
- La célula es la unidad fisiológica o funcional de los seres vivos: es la mínima unidad de materia que puede llevar a cabo las funciones necesarias para la vida.

En 1839 Virchow mejora y completa la teoría celular clásica al enunciar el tercer principio:

- *Omnis cellula ex cellula*. Toda célula se origina por división de otra preexistente.

Con sus experimentos sobre la multiplicación de microorganismos unicelulares, Pasteur (1861) dio lugar a la aceptación rotunda y definitiva de los postulados propuestos.

Ramón y Cajal generaliza la teoría celular al descubrir que el tejido nervioso también está constituido por células independientes (1899).

En 1902 Sutton y Boveri proponen que la información hereditaria, los genes, se localiza en los cromosomas de las células. Los conocimientos actuales sobre genética han permitido añadir un cuarto principio:

- La célula es la unidad genética de los seres vivos: contiene la información necesaria para desarrollar su estructura y controlar sus funciones y es capaz de transmitir su información a la descendencia.

2. **Se puede afirmar que respiramos para que a través de reacciones:**

a) Anabólicas que utilizan el oxígeno, las células obtengan energía.
b) Catabólicas, las células gasten energía para poder mantener la vida.
c) Anabólicas, en las células se sinteticen moléculas energéticas.

d) Catabólicas, las células que utilizan oxígeno puedan conseguir energía.

d) Todas las respuestas son falsas.

Solución: d

El aparato respiratorio se encarga del intercambio de gases con el entorno; es decir, proporciona oxígeno a las células y elimina el dióxido de carbono que en ellas se produce tras la combustión metabólica de materia orgánica para producir energía. Por tanto, la verdadera respiración tiene lugar en las células, concretamente en las mitocondrias, ya que es en estos orgánulos donde se consume el oxígeno.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas desarrolladas en las células y consta de dos tipos de procesos:

- Catabolismo: reacciones en las que se desprende energía por oxidación de moléculas órgánicas. Por ejemplo:

  Materia orgánica + O_2 $\rightarrow$ CO_2 + H_2O + Energía (ATP)

- Anabolismo: reacciones de síntesis de moléculas complejas a partir de moléculas sencillas con consumo de energía.

  Moléculas sencillas + Energía (ATP) $\rightarrow$ Moléculas orgánicas complejas

3. Las hojas de las espermafitas son verdes porque:

a) Poseen pigmentos en sus células, tales como taninos, carotenos, cloroplastos, etc.

b) Las células eucariotas vegetales poseen clorofila dentro de grandes vacuolas.

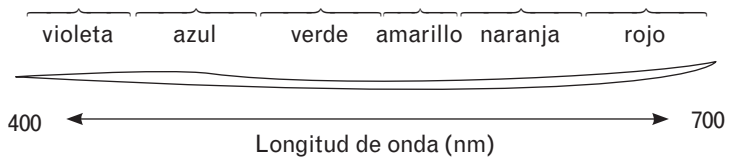
c) Las células vegetales poseen cloroplastos donde se realiza la fotosíntesis.

d) Sus células contienen lignina, que es un pigmento que capta la luz.

e) Las células vegetales carecen de mitocondrias, y realizan de forma más eficiente la fotosíntesis.

Solución: c

Los cloroplastos son orgánulos exclusivos de la célula eucariota vegetal de color verde por poseer clorofila, principal pigmento que capta luz y permite que se lleve a cabo la fotosíntesis. Las clorofilas se ven de color verde al reflejar luz de longitud de onda correspondiente al verde y absorber el violeta, el azul y el rojo.



Los carotenos son pigmentos anaranjados de naturaleza lipídica (tetraterpenos) que, además de ser precursores de la vitamina A, participan en la fotosíntesis absorbiendo energía lumínica de distinta longitud de onda que la clorofila.

Los taninos almacenados en vacuolas celulares son polímeros complejos de color amarillo, pardo o incoloro, generalmente tóxicos, que en plantas cumplen funciones de defensa frente a herbívoros. En muchos alimentos, como el vino, inciden de manera importante en las características organolépticas por su astringencia (sensación de aspereza, sequedad y amargor). Desde la antigüedad se han usado para curtir pieles al aumentar la resistencia de estas al calor, a la putrefacción y al ataque de microorganismos.

La lignina, polímero complejo orgánico de las paredes celulares de plantas leñosas, abunda en tejidos de sostén y conductores, esclerénquima y xilema, a los que confiere resistencia y rigidez.

Las células vegetales no carecen de mitocondrias, es en ellas donde se realizan los procesos implicados en la respiración celular, utilización de la materia orgánica obtenida en los cloroplastos mediante fotosíntesis para obtener energía.

4. Indica cómo será la descendencia femenina de un hombre daltónico y una mujer de visión normal heterocigótica:

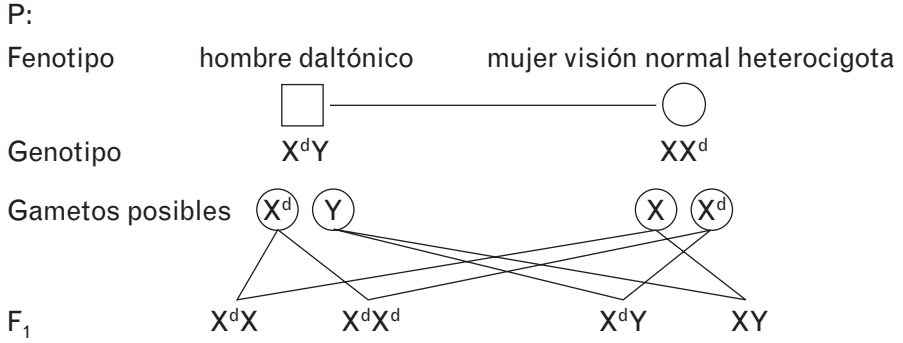
a) Todas las hijas serán daltónicas.
b) 25 % normales, 50 % daltónicas y 25 % con visión normal y portadoras.
c) Todas presentarán visión normal.
d) 50 % normales, 25 % daltónicas y 25 % con visión normal y portadoras.
e) 50 % con visión normal y 50 % daltónicas.

Solución: e

El daltonismo o ceguera parcial para los colores es un transtorno genético hereditario regulado por un gen recesivo ligado al cromosoma X, su herencia está ligada al sexo. Las posibilidades genotípicas para este carácter son:

XX: mujer visión normal
XX^d: mujer visión normal, portadora (heterocigota)
X^dX^d: mujer daltónica (homocigota recesiva)
XY: hombre visión normal
X^dY: hombre daltónico

El cruzamiento que se plantea es:



En la F_1 la mitad de la descendencia son hombres, y la otra mitad, mujeres. Como se pregunta solo por la descendencia femenina, el 50 % de las mujeres tendrán visión normal (XX^d) y el 50 % serán daltónicas (X^dX^d).

5. **El sistema locomotor está constituido por huesos y músculos esqueléticos. Señala los que corresponden a las extremidades inferiores:**

a) Tibia, supinador largo, metatarso, tibial anterior, fémur, vasto externo.

b) Glúteo, metacarpo, trapecio, escafoides, sartorio, rótula.

c) Fémur, sartorio, peroné, vasto interno, falanges, gemelos.

d) Rótula, deltoides, tibia, tríceps, tarso, trapecio.

e) Ninguna de las opciones es correcta.

Solución: c

En las extremidades inferiores, unidas al tronco por la cintura pélvica, se diferencian cuatro zonas:

– Cadera, formada por dos huesos coxales que resultan de la unión del ileón, isquión y pubis.
– Muslo, contiene el fémur articulado en su parte superior a la cadera y en la inferior a la tibia a la altura de la rodilla. La rótula cubre la cara anterior de la rodilla.
– Pierna, porción entre la rodilla y el tobillo, compuesta por la tibia y el peroné. La tibia se articula al fémur por arriba, a los huesos del tarso por abajo y lateralmente, en sus extremos proximal y distal, al peroné.
– Pie, conjunto complejo de los huesos dividido en tres regiones: tarso, metatarso y falanges.

En cuanto a los músculos mencionados en la respuesta c), el sartorio se localiza en la parte anterior del muslo; el vasto interno, en la cara interna del muslo, y los gemelos, en la parte posterior de la tibia.

En la tabla adjunta se distingue entre los huesos y los músculos mencionados en las respuestas con referencia a su ubicación:

Huesos		**Músculos**	
Escafoides	Mano	Deltoides	Hombro
Metacarpo	Mano	Tríceps	Brazo
Fémur	Muslo	Supinador largo	Antebrazo
Rótula	Rodilla	Trapecio	Tronco
Tibia	Pierna	Glúteo	Cadera
Peroné	Pierna	Sartorio	Muslo
Tarso	Pie	Vasto interno	Muslo
Metatarso	Pie	Vasto externo	Muslo
Falanges	Dedos	Tibial anterior	Pierna
		Gemelos	Pierna

6. **Sobre las teorías evolutivas, es cierto que:**

a) Darwin postulaba que la función crea al órgano.

b) Lamarck era un ardiente defensor de la selección natural como mecanismo de evolución.

c) El neodarwinismo implica de manera conjunta a las mutaciones y a la selección natural en los procesos evolutivos.

d) Si una persona, tras un constante ejercicio físico a lo largo de su vida, adquiere una fuerte musculatura, según Wallace este carácter adquirido se transmitirá a su descendencia.

e) La selección natural es la llevada a cabo por el ser humano a lo largo de la historia.

Solución: c

Las teorías evolutivas proponen que las especies actuales descienden de antepasados comunes que han cambiado y siguen haciéndolo a lo largo del tiempo. Sin embargo, sugieren distintas explicaciones para el origen del cambio. En el siglo XIX, Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck, formula una teoría completa, el transformismo, que rechaza la invariabilidad de las especies y propone que los organismos más complejos evolucionan a partir de formas más simples. Según Lamarck, los organismos tienen una tendencia innata a evolucionar, las modificaciones que en ellos se producen son consecuencia del uso o desuso de un determinado órgano para adaptarse a su entorno (la función crea el órgano), por lo que los caracteres originales se van sustituyendo por otros adquiridos que son además heredables, pueden transmitirse a la siguiente generación.

Para Darwin y Wallace el mecanismo por el cual las especies cambian a lo largo del tiempo es la selección natural; dentro de una especie los individuos que presenten una variación ventajosa para un determinado ambiente tienen mayor probabilidad de sobrevivir, y por tanto transmiten en mayor medida sus características a la siguiente generación. De esta manera las especies van cambiando de forma gradual y continua.

En el siglo XX los avances en genética, paleontología, bioquímica, ecología, etc., permiten dar nuevas interpretaciones a la teoría darwinista. La teoría sintética o neodarwinista explica que la variabilidad de los organismos se produce por las mutaciones y la recombinación genética en la reproducción sexual. Sobre esta variabilidad de las poblaciones actúa la selección natural, aumentando en ellas la frecuencia de los genotipos con mayor eficacia biológica.

A lo largo de la historia, el ser humano también ha ido eligiendo fenotipos de especies más productivas en agricultura y ganadería para fijar caracteres de interés, mecanismo conocido como selección artificial.

7. Entre los siguientes elementos químicos que forman parte de la corteza terrestre, señala el que se encuentra en menor abundancia en la materia orgánica:

a) Fósforo.
b) Silicio.
c) Oxígeno.
d) Carbono.
e) Hidrógeno.

Solución: b

En la tabla se comparan las proporciones de los elementos más abundantes de la corteza terrestre y el cuerpo humano:

Corteza terrestre		Cuerpo humano	
oxígeno	46,6 %	oxígeno	65 %
carbono	0,027 %	carbono	18,5 %
hidrógeno	0,2 %	hidrógeno	9,5 %
nitrógeno	0,0019 %	nitrógeno	3,3 %
calcio	3,6 %	calcio	1,5 %
fósforo	0,5 %	fósforo	1 %
potasio	2,5 %	potasio	0,4 %
sodio	2,8 %	sodio	0,2 %
silicio	27,7 %	silicio	0,02 %
hierro	5 %	hierro	0,004 %
azufre	0,1 %	azufre	0,3 %

Los bioelementos que constituyen la materia viva se clasifican según su abundancia en **primarios**: C, H, O, N, P y S que constituyen más del 95 % de la materia viva; bioelementos **secundarios**: Ca, Na, K, Cl y Mg, que se encuentran siempre presentes en pequeñas proporciones, y **oligoelementos**: Fe, I, Si, Cu, Zn, F, etc., en cantidades ínfimas pero imprescindibles para el buen funcionamiento del ser vivo.

El silicio, al contrario que el carbono, es muy abundante en la corteza terrestre, donde forma silicatos (SiO_2), y escaso en los seres vivos. Es debido a que el C posee cuatro electrones de valencia en su capa más externa y forma cuatro enlaces covalentes muy estables con él mismo y con otros átomos, lo que le faculta para formar los esqueletos estructurales de las moléculas orgánicas. El Si, también con cuatro electrones de valencia, es un átomo más voluminoso que el C, la longitud de los enlaces Si–Si es mayor y, al contener la mitad de energía que los enlaces C–C, se rompen más fácilmente. Como oligoelemento el silicio cumple importantes funciones en el metabolismo óseo, interviene en la formación de tejido conjuntivo, piel, pelo y uñas y previene la arteriosclerosis al aumentar la elasticidad de los vasos sanguíneos.

El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), del ATP (adenosín trifosfato) y de otras moléculas que almacenan energía química; también se encuentra en los fosfolípidos de las membranas celulares y en los huesos y dientes de los animales.

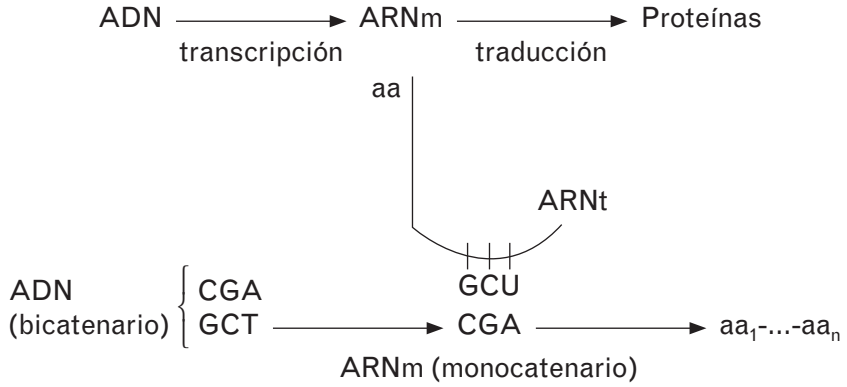
8. ¿Cuál de los siguientes anticodones correspondientes a un ARNt es el complementario del codón CGA de un ARNm?

a) GCT.
b) GCA.
c) CGT.
d) GCU.
e) CGU.

Solución: d

Para la síntesis de proteínas o traducción la información contenida en los genes debe transcribirse en una secuencia de ARNm. El ARNm transcrito es complementario y antiparalelo a la cadena de ADN molde con la excepción de que la base nitrogenada T es sustituida por U. En los ribosomas la secuencia de ARNm se lee por codones o tripletes, tres nucleótidos, en dirección 5'-3'. Los aminoácidos (aa) son transportados hasta el ribosoma por un ARNt específico que acopla su anticodón de manera antiparalela y complementaria al codón del ARNm. La proteína se forma mediante la unión de los aminoácidos en el orden que indica la sucesión de codones o tripletes del ARNm.

Dado que en el planteamiento no se dan direcciones de los ácidos nucleicos, para resolver la cuestión solo hay que considerar la complementariedad de bases entre el codón dado y los anticodones de los ARNt propuestos en las soluciones.



9. **Desgraciadamente todos los años se produce un número elevado de muertes en accidentes de tráfico. En muchas ocasiones esta situación se podría evitar usando el cinturón de seguridad o el casco si vamos en ciclomotores, ya que en este caso un golpe en la nuca es letal porque:**

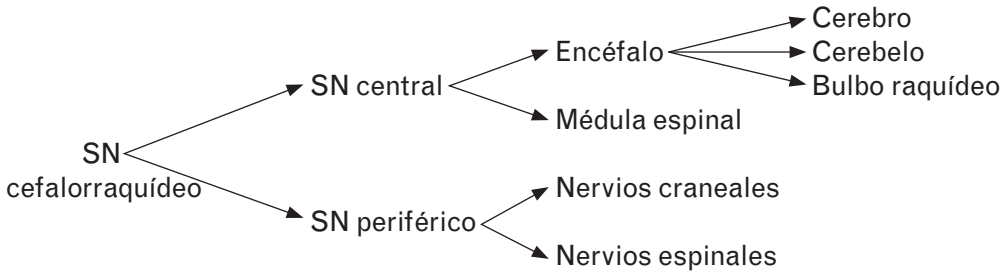
a) Es la zona con mayor superficie de la cabeza y por tanto de mayor rotura neuronal.
b) En ella se encuentra el hipotálamo que controla el sistema nervioso somático.
c) En la nuca se comunica la médula con el cerebro.
d) Se encuentra en ella el bulbo raquídeo que controla movimientos involuntarios tales como la respiración, el ritmo cardíaco, etc.
e) Todas las respuestas son verdaderas.

Solución: d

La nuca no es la zona con mayor superficie de la cabeza, sino que es el lugar donde se comunica la médula espinal con el bulbo raquídeo, situado en la región posterior del encéfalo. El bulbo raquídeo contiene los centros nerviosos que regulan de modo reflejo los movimientos respiratorios, el latido cardíaco, la dilatación y constricción de vasos, la tos, la deglución y el vómito. Una lesión puede provocar la muerte instantánea al cesar la actividad cardíaca y respiratoria.

Por su parte, el hipotálamo es la región del diencéfalo situado en la base del cerebro que regula los procesos de apetito y saciedad, la sed, la temperatura, la

agresividad, el placer, el ciclo de sueño vigilia, la presión arterial, etc. Además es un centro neurosecretor que controla la secreción de la hipófisis.



10. Recientemente ha entrado en vigor una Ley que prohíbe el uso del término «bio» en ciertos alimentos. El producto que posea esta denominación se caracterizará por:

a) Ser elaborado de manera artesanal.

b) Contener vitaminas que ayudan a la defensa del organismo.

c) Favorecer el mantenimiento de la flora intestinal.

d) Favorecer la absorción de hidratos de carbono.

e) Todas las opciones son falsas.

Solución: e

El prefijo **bio**, debido a la creciente demanda por parte de los consumidores de productos identificados bajo dicho término, ha sido utilizado como reclamo de forma indiscriminada por la industria alimentaria. Se comercializan multitud de productos cuyo etiquetado asegura prevenir enfermedades, contener ingredientes beneficiosos para la salud, que mejoran el equilibrio de la flora intestinal, que reducen el riesgo de tener caries, estreñimiento, obesidad, etc., pero no son los considerados **bio** sino que se denominan alimentos funcionales o probióticos.

Desde 2005, como indica la normativa europea, solo podrá utilizarse la denominación **bio, eco**, **orgánico**, etc., en el etiquetado, publicidad o documentos comerciales de los productos obtenidos con arreglo al método de producción ecológica y que carezcan de compuestos químicos de síntesis en todas las fases de su elaboración. Los principales beneficios de estos productos ecológicos son reducir el impacto ambiental generado en la producción y no perjudicar nuestra salud al carecer de sustancias químicas potencialmente nocivas. No está muy claro que estos productos suministren mayor aporte de nutrientes, pero sí contienen menos agua, por ello más nutrientes en el mismo peso, y mayor sabor. Además conservan y mantienen la variabilidad genética de las especies autóctonas, muchas veces con propiedades organolépticas menos llamativas para el consumidor, y mejoran la cultura, gastronomía y economía de una zona concreta.

Un alimento puede elaborarse de forma artesanal y utilizar o no ingredientes provenientes de una agricultura o ganadería intensiva que emplea pesticidas, aditivos, etc.

11. Las plantas efectúan ciertos movimientos llamados tropismos provocados por estímulos tales como la gravedad, luz, sustancias químicas, etc. En una selva, ¿qué tropismo está relacionado con la competencia interespecífica?:

a) Hidrotropismo.
b) Gravitropismo.
c) Quimiotropismo.
d) Fototropismo.
e) Geotropismo.

Solución: d

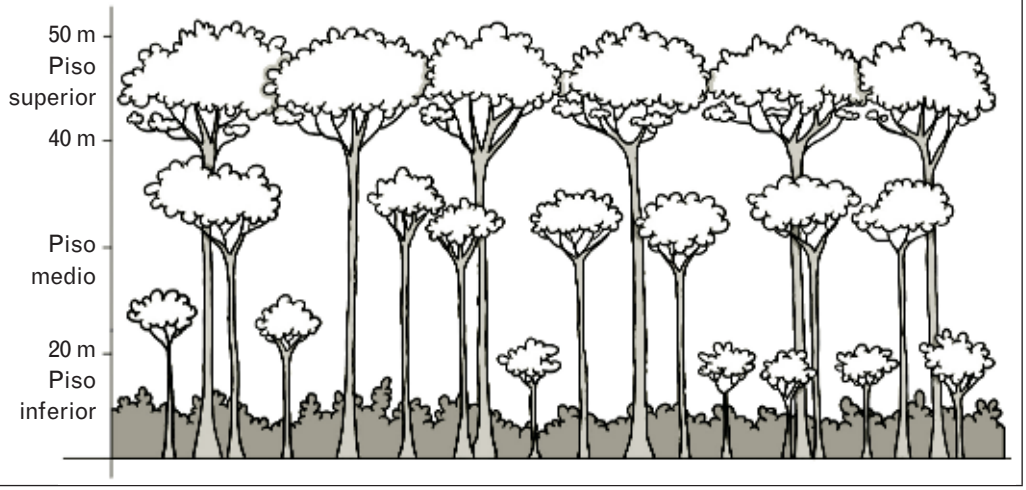
Las plantas, al igual que el resto de los seres vivos, perciben estímulos o variaciones del medio ambiente respondiendo con diferentes movimientos de sus órganos pero sin desplazamiento del organismo. Los **tropismos** son movimientos de crecimiento que producen cambios permanentes provocados y dirigidos por un estímulo, son positivos si están orientados hacia él y negativos si se realizan en sentido opuesto. Según la naturaleza del estímulo, pueden darse fototropismos estimulados por la luz, hidrotropismos debidos a la presencia de agua, quimiotropismos causados por sustancias químicas y gravitropismos o geotropismos cuyo estímulo es la gravedad.

En cambio, las **nastias** son movimientos transitorios indiferentes a la procedencia del estímulo que realizan determinadas partes del vegetal.

Las selvas son biomas caracterizados por abundantes precipitaciones y temperaturas medias alrededor de 25 °C, son los ecosistemas más productivos de la Tierra y los de mayor densidad y diversidad. El principal factor limitante es la luz, causa de competencia interespecífica, que condiciona la respuesta de las distintas especies vegetales aumentando o disminuyendo su tasa de crecimiento, ángulo de inclinación, superficie de la hoja, etc.

Debido a la competencia por la luz las plantas realizan movimientos de dos tipos: fototropismo, crecimiento del tallo y orientación de las hojas para captar la energía lumínica, y fotonastias, apertura y cierre de flores y hojas por cambios de intensidad de la luz.

El resultado es una distribución vertical en estratos de vegetación. El estrato superior con árboles que pueden alcanzar grandes alturas (40-50 m), donde se encuentran también las epífitas, plantas parásitas que viven en la copa de los árboles buscando la luz. En el estrato medio, formando el dosel o sotobosque, existen árboles y arbustos entre 15-30 m adaptados a menor luminosidad. El estrato inferior lo forman arbustos delgados y plantas umbrófilas o de sombra.



12. La fermentación es un tipo de reacción catabólica que se caracteriza porque:

a) Produce más cantidad de energía que la respiración celular.
b) Se realiza en las mitocondrias.
c) Necesita la presencia de O_2.
d) Se degradan anaeróbicamente las moléculas de glucosa.
e) Las respuestas b) y d) son correctas.

Solución: d

A través de los procesos catabólicos las moléculas orgánicas complejas se transforman en otras más sencillas, liberando energía en forma de ATP.

La fermentación es un proceso catabólico que tiene lugar en el citosol o hialoplasma celular mediante el cual las células obtienen energía en condiciones anaerobias, sin oxígeno, por oxidación parcial de la glucosa y de otros combustibles orgánicos. El aceptor final de electrones es un compuesto de naturaleza orgánica, generalmente formado en la propia ruta metabólica.

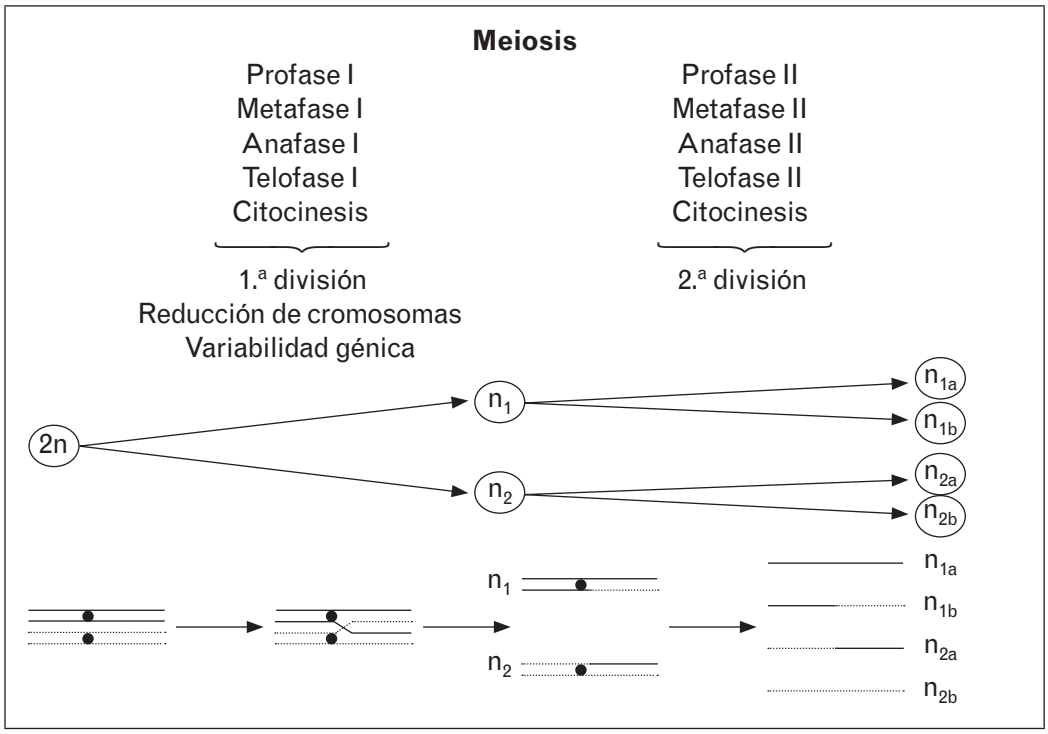
Los procesos fermentativos liberan menor cantidad de energía que la respiración aerobia mitocondrial debido a que la oxidación del sustrato no es completa. De la glucosa se obtienen únicamente 2 ATP por vía fermentativa, frente a los 38 ATP que se pueden llegar a obtener mediante la respiración celular.

13. Durante la meiosis de los mamíferos <u>no</u> se produce:

a) Recombinación genética.
b) Formación de cuatro células diploides.
c) La citocinesis después de la telofase II.
d) Formación de células haploides.
e) Reducción del número de cromosomas a la mitad en la primera división meiótica.

Solución: b

La meiosis es un tipo de división celular relacionada con la reproducción sexual. En animales se produce en las células germinales diploides (2n), espermatogonias y ovogonias, dando lugar a cuatro gametos haploides (n). Consta de dos divisiones celulares sucesivas, la primera de ellas es una división reduccional, se reduce el número de cromosomas a la mitad, lo que permite la constancia numérica de cromosomas en la especie tras la fecundación. Produce también variabilidad genética, ya que en la profase I meiótica tiene lugar la recombinación, intercambio de fragmentos cromosómicos entre cromosomas homólogos, formándose así gametos con información única e irrepetible. La segunda división meiótica es similar a una mitosis. Tras las telofases I y II se produce el reparto citoplasmático o citocinesis.



14. Con respecto a la circulación humana, de las venas podemos afirmar que:

a) Conducen la sangre desde las arterias hasta los órganos.

b) Hacen posible el intercambio de gases en los pulmones.

c) Llevan la sangre desde el corazón al resto del cuerpo.

d) Tienen válvulas semilunares.

e) Salen del ventrículo derecho.

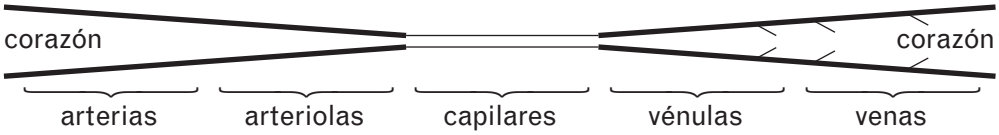
Solución: d

En el cuerpo humano hay aproximadamente unos 150000 km de vasos sanguíneos que distribuyen la sangre por todo el organismo.

Las arterias salen del corazón hasta los órganos corporales, son los vasos de mayor diámetro y elasticidad para soportar la presión con la que el corazón bombea la sangre.

Las venas transportan la sangre desde los órganos al corazón y por ello la presión venosa es menor que la arterial. Para compensar la caída de presión y vencer la gravedad, las venas poseen válvulas semilunares que impiden el retroceso de la sangre en su retorno al corazón.

Los capilares conectan arterias y venas, poseen paredes muy delgadas porque en ellos se produce el intercambio de nutrientes, gases, productos de desecho, mensajeros, etc., entre las células y el medio interno.



15. De las siguientes afirmaciones señala cuál no es correcta:

a) Todas las proteínas son enzimas, las moléculas más activas de las células.

b) Los enzimas catalizan reacciones del metabolismo celular.

c) Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por la unión de otras más sencillas denominadas aminoácidos.

d) Algunas hormonas son proteínas y regulan las funciones de distintos órganos.

e) La diferencia entre las distintas proteínas viene dada por el número, tipo y orden en que se disponen los aminoácidos que las forman.

Solución: a

Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos; se diferencian unas de otras por la secuencia, es decir, el número, tipo y orden en el que están dispuestos los aminoácidos que las componen, lo que determina su estructura tridimensional y en consecuencia la actividad biológica.

La diversidad de proteínas permite su intervención en funciones variadas: de reserva –caseína, ovoalbúmina–, de transporte –hemoglobina, hemocianina–, contráctil –actina, miosina–, defensiva –inmunoglobulinas, trombina–, hormonal –insulina, glucagón–, de transformación de señales –rodopsina–, estructural –histonas, colágeno–, homeostática, reconocimiento de señales químicas en las membranas celulares y también la función enzimática, realizada por las proteínas –enzimas– que catalizan las reacciones químicas que tienen lugar en la célula.

16. Los trabajos de Mendel publicados en 1865 fueron redescubiertos en 1900 independientemente pero de forma simultánea por tres científicos: Hugo de Vries, Carl Correns y Erich von Tschermak. El desarrollo de la genética desde ese momento ha sido espectacular; en los últimos años estamos viviendo la culminación del Proyecto Genoma Humano. Las posibles utilidades de este trabajo son:

a) Detectar las enfermedades que podría sufrir una persona.

b) Tratar enfermedades incurables hasta ahora.

c) Obtener nuevos fármacos terapéuticos para tratar enfermedades.

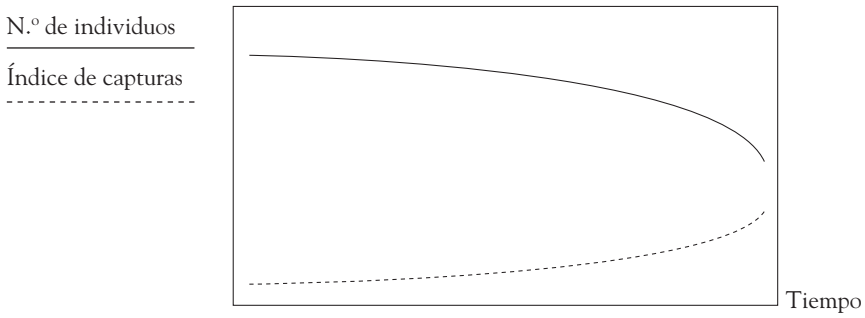
d) Mejorar los estudios de evolución al conocer su información genética.

e) Todas las respuestas son verdaderas.

Solución: e

La genética clásica se basa en buscar el loci del gen o genes responsables de un fenotipo y su mecanismo de transmisión. Sin embargo, la genética molecular intenta averiguar el mecanismo de expresión génica a partir de su secuencia de nucleótidos. El objetivo del Proyecto Genoma Humano consiste en conocer la secuencia y localización precisa de cada gen en los 23 pares de cromosomas que componen el material hereditario humano y estudiar sus mecanismos de expresión. Con este conocimiento podemos estudiar la base génica de las enfermedades hereditarias y elaborar estrategias terapéuticas para enfermedades como el cáncer o el Alzheimer, personalizando medicamentos, bloqueando la actividad de genes, etc. También ha permitido profundizar en el conocimiento del desarrollo embrionario y de la evolución.

17. El incremento del precio del pescado se debe fundamentalmente a la sobreexplotación que conduce a la pérdida de poblaciones. En la gráfica se aprecia una disminución de la población de *Sucundula migratoris* en relación al número de capturas. Para mejorar esta situación se debería:



a) Realizar una parada biológica para que la población pueda aumentar su número.

b) Alimentar artificialmente el caladero con grandes barcos para aumentar «in situ» la población.

c) Encontrar nuevos caladeros, ya que casi todas las especies comerciales tienen capacidad de migración.

d) Favorecer el consumo de pescado procedente de piscifactorías.

e) Son correctas las respuestas a) y d).

Solución: e

En los últimos años los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de flotas con enorme capacidad de captura y almacenamiento, incrementándose espectacularmente la actividad pesquera. Esta es la principal causa, junto con una gestión insostenible, de la sobreexplotación y agotamiento de los recursos marinos.

Otros factores que influyen en la rotura del equilibrio del medio marino son las de malas prácticas de pesca que arrasan el fondo, la pesca ilegal que agota las poblaciones y lleva a la ruina a muchos pescadores locales, las capturas accidentales de especies no comerciales que abocan a la desaparición de poblaciones amenazadas, como tortugas, tiburones, etc.

Una medida para paliar estos efectos es realizar paradas biológicas; es decir, interrumpir de forma temporal la actividad pesquera para que las poblaciones de especies comerciales puedan regenerarse, de este modo los ejemplares más jóvenes alcanzan la madurez y se reproducen. Pero esta medida es insuficiente si no se acompaña de otras, como por ejemplo establecer una red de reservas marinas, aplicar principios de pesca sostenible, imponer límites en las capturas, crear normativas internacionales que reduzcan y controlen las grandes flotas industriales y las ilegales, ampliar el número de estudios científicos, etcétera.

Es importante potenciar también una acuicultura sostenible, cría de plantas y animales acuáticos que no destruya y contamine los ecosistemas locales, como es el caso de la destrucción de manglares para el cultivo del langostino tropical.

Además, debemos ser consumidores conscientes, escoger artículos que sean respetuosos con los ecosistemas y con los derechos humanos, y exigir especies pescadas con artes selectivas y de talla legal.

18. Con respecto a los polisacáridos de reserva que existen en animales y vegetales podemos decir que:

a) El almidón está formado por largas cadenas de fructosa y se encuentra presente tanto en células animales como vegetales.

b) El glucógeno es una de las principales moléculas de reserva energética de las células animales.

c) La celulosa y la quitina son las moléculas de reserva mayoritarias en las células vegetales y animales respectivamente.

d) Son correctas a) y b).

e) Todas las respuestas son falsas.

Solución: b

Los polisacáridos son hidratos de carbono o glúcidos formados por la unión de monosacáridos. Pueden desempeñar funciones estructurales, celulosa y quitina, y de reserva energética, glucógeno y almidón.

El almidón es un polisacárido de reserva de células vegetales formado por largas cadenas de glucosa, no de fructosa, molécula que se encuentra libre en la fruta o unida a la glucosa formando el disacárido sacarosa o azúcar común.

El glucógeno es también un polímero de glucosa con función de reserva energética en animales. Se acumula en células con necesidades energéticas especiales, como las musculares, y en el hígado, desde donde se suministra glucosa a la sangre.

La celulosa y la quitina son polisacáridos estructurales, el primero forma la pared en células vegetales y el segundo es un componente del exoesqueleto de los artrópodos y de las paredes celulares de los hongos.

19. En 1888 Ramón y Cajal enuncia la teoría neuronal, que supuso la revolución de la neurología tradicional. Respecto a la neurona, ¿las bandas de sustancia lipídica que protegen el axón y aceleran la transmisión del impulso nervioso se denominan:

a) Nódulos de Cuvier.

b) Bandas de lanolina.

c) Nódulos de Ranvier.

d) Vainas de mielina.

e) Bandas de Caspari.

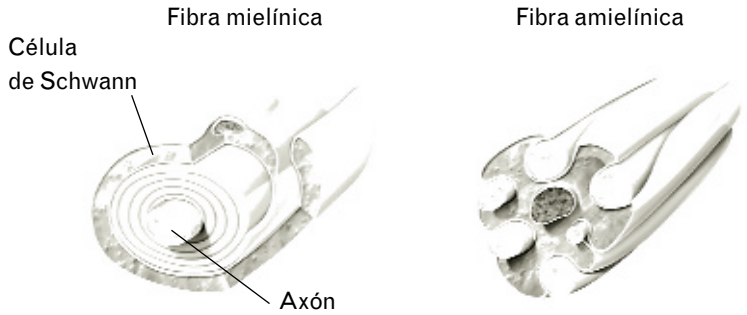
Solución: d

La neurona es la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso. Sus axones, nunca el soma y las dendritas, pueden estar recubiertos de una envuelta lipídica formada por membranas de células gliales –células de Schwann y oligodendrocitos–, que enrolladas en capas concéntricas alrededor del axón forman una vaina impermeable de mielina. Este aislamiento no es continuo y origina los nódulos de Ranvier, zonas sin mielina entre dos células gliales consecutivas, y los internódulos con mielina. En las fibras mielínicas el impulso nervioso se conduce a saltos entre los nódulos, lo que aumenta la velocidad de propagación respecto a las fibras amielínicas.

Cuvier fue un destacado paleontólogo de principios del siglo XIX, creador de la teoría del catastrofismo y precursor de la anatomía comparada, sin relación con el sistema nervioso.

La lanolina es un lípido, concretamente una cera segregada por las glándulas sebáceas de los animales que producen lana, en especial las ovejas, con función impermeabilizante; evita que se acumule la humedad en la lana.

Las bandas de Caspari se encuentran en las raíces primarias de las plantas, en la parte interna del córtex, endodermis; es una banda cérea que interviene en el control del paso de sustancias entre el exterior y el interior de la raíz.



20. Las hormonas responsables de los caracteres sexuales secundarios masculinos y femeninos son, respectivamente:

a) Paratirina y progesterona.
b) Adrenalina y testosterona.
c) Estrógenos y aldosterona.
d) Testosterona y aldosterona.
e) Testosterona y estrógenos.

Solución: e

La testosterona y los estrógenos producidos en las gónadas, testículos y ovarios respectivamente, estimulan el desarrollo y actividad de los órganos reproductores primarios, favorecen la aparición y el mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios masculinos y femeninos, además de incrementar el metabolismo celular.

También es una hormona sexual femenina la progesterona, sintetizada en el cuerpo lúteo del ovario y en la placenta. Induce el desarrollo del endometrio, mantiene el embarazo y estimula las últimas etapas del desarrollo de las glándulas mamarias.

La adrenalina se produce en la médula suprarrenal y prepara al organismo para situaciones de emergencia aumentando el ritmo cardíaco, la glucemia, la vasoconstricción, la dilatación de la pupila, etc.

La aldosterona, segregada por la corteza suprarrenal, favorece en el riñón la retención de agua y sodio, así como la eliminación de potasio.

La paratohormona es producida por la glándula paratiroides, aumenta la concentración de calcio en sangre al movilizarlo desde el hueso y favorece su absorción en el riñón, disminuyendo la de fósforo.

21. Para esclarecer un crimen se utiliza con frecuencia una técnica que permite amplificar la cantidad de ADN de las muestras recogidas. Se trata de:

a) Una técnica de clonación utilizando exopolimerasas.
b) Electroforesis y cromatografía.
c) PCR o reacción en cadena de la polimerasa.
d) Una técnica de multiplicación de proteínas específicas.
e) Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

Solución: c

En criminología se realizan pruebas que requieren grandes cantidades de ADN. Una técnica rápida y adecuada para multiplicar el ADN es la reacción en cadena de la polimerasa o PCR (*Polymerase Chain Reaction*), desarrollada en 1985 por Kary Mullis. La PCR se basa en la capacidad de la ADN polimerasa para replicar ADN y con muy pocos elementos obtener en un corto periodo de tiempo múltiples copias de un fragmento determinado de ADN.

Tanto la electroforesis como la cromatografía son técnicas de separación de moléculas. En la primera se aplica un campo eléctrico que provoca la distinta movilidad de las moléculas según su carga eléctrica y masa. En la cromatografía los componentes de una mezcla son distribuidos en una fase estacionaria o lecho que retiene, y por tanto separa, las diferentes moléculas en función de su peso molecular.

Los enzimas exopolimerasas se han inventado mezclando dos conceptos, las polimerasas implicadas en la replicación del ADN y las exonucleasas, enzimas que eliminan nucleótidos apareados erróneamente tras la replicación.

22. En la Unión Europea se están creando zonas comunes de protección para la flora y la fauna en las que se reintroducen especies amenazadas, se crean bancos genéticos para proteger especies en peligro de extinción y se establecen corredores. Estos últimos son:

a) Zonas dentro de un espacio protegido para favorecer la movilidad y comunicación entre sus individuos.
b) Zonas protegidas entre dos o más espacios que a su vez están protegidos, para permitir la movilidad y comunicación entre distintas poblaciones.
c) Pasos que se hacen en un espacio protegido para evitar los incendios forestales y que las distintas especies puedan huir.
d) Pasos que comunican zonas inaccesibles dentro de un espacio protegido para mejorar la observación y el estudio de poblaciones con comportamientos esquivos.
e) Todas las respuestas son falsas.

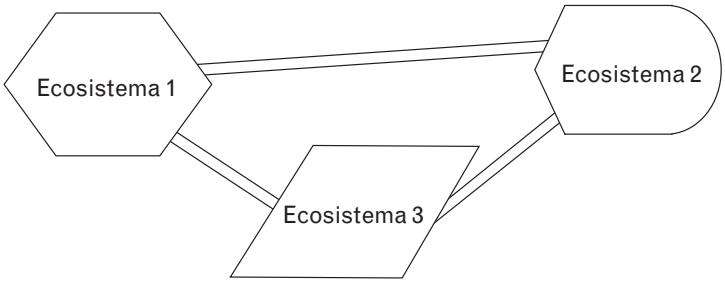
Solución: b

La fragmentación del hábitat es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad. La actividad humana modifica el paisaje, segmentándolo por el ejercicio de la agricultura, el desarrollo urbanístico, infraestructuras, gestión de los recursos minerales e hídricos, incendios forestales, etc. La actividad antrópica

ha disminuido la superficie de los bosques, quedando en muchos casos únicamente reductos, manchas o islas de vegetación. En un primer momento se protegieron estos parajes, pero es necesario crear una red de espacios protegidos conectados entre sí a través de corredores que permitan la continuidad de los ecosistemas, la movilidad de especies y que hagan posible el intercambio génico entre individuos de distintas poblaciones.

Los corredores son elementos de extensión variable cuya disposición y grado de conservación resultan esenciales para la migración, la distribución geográfica y la variabilidad genética de las especies. Pueden ser, entre otros, los cursos y masas de aguas y sus zonas ribereñas, cadenas montañosas, sotos, deslindes, etc.

Esquema de tres ecosistemas interconectados por corredores:



23. Existen fósiles denominados guía que por ser abundantes, exclusivos de un periodo geológico concreto y de amplia distribución, nos permiten datar otros restos que encontramos. ¿Cuál de los siguientes no se considera «fósil guía»?:

a) Braquiópodos.
b) *Archaeopteryx*.
c) Ammonites.
d) Trilobites.
e) Belemnites.

Solución: b

Los fósiles guía son idóneos para determinar la edad de los estratos donde se encuentran, al cumplir las siguientes características: proceden de seres vivos de fácil fosilización y abundantes en un periodo geológico determinado, su amplia dispersión geográfica permite relacionar estratos de regiones alejadas, tuvieron una evolución rápida y se extinguieron en un periodo corto, por lo que son de restringida dispersión vertical, localizándose en estratos de épocas concretas. Son fósiles guía:

– Braquiópodos, pequeños animales marinos bivalvos, parecidos a las almejas, muy abundantes a partir del Paleozoico. Se conocen más de 12000 especies, pero en la actualidad solo viven 325 de ellas.
– Ammonites, grupo de cefalópodos parecidos a los calamares, abundantes desde el Devónico hasta el Cretácico en medios marinos de aguas poco profundas; solían tener una concha única, muy larga, y generalmente enrollada en una espiral plana.
– Trilobites, artrópodos marinos extintos. Vivieron durante el Paleozoico y marcan el límite con el Mesozoico. Su nombre se debe a la disposición de su exoesqueleto o caparazón en tres lóbulos.
– Belemnites, son también un grupo extinto de cefalópodos marinos con una concha interna, semejantes a las sepias actuales, que se extinguieron al final del Cretácico.

Archaeopteryx vivió en el Jurásico superior y su importancia radica en que posee una morfología transicional entre los reptiles y las aves por tener dientes, garras y una larga cola como los primeros y alas con plumas como los segundos. No son fósiles guía, ya que se han encontrado pocos esqueletos y muchos de ellos incompletos.

24. En los últimos años se han estrenado numerosas películas que tienen como tema central la clonación, tales como *La guerra de los clones*, *La isla*, *Deep Blue Sea*, etc. Con respecto a la clonación de seres humanos tenemos que considerar que:

a) El genotipo de una persona depende exclusivamente del ambiente, que varía constantemente, y por tanto nunca podrá repetirse.

b) El ser humano es irrepetible aunque las condiciones ambientales sean las mismas, porque sus gametos se producen por mitosis.

c) El fenotipo de una persona puede repetirse tras sucesivas divisiones mitóticas del embrión.

d) El genotipo de una persona es reproducible, ya que la recombinación meiótica produce cigotos únicos.

e) El fenotipo de un humano adulto es irrepetible, ya que las condiciones ambientales nunca serán las mismas.

Solución: e

Como se ha expuesto en la pregunta 13, de la meiosis se originan gametos con bajísimas probabilidades de repetirse. La fecundación, unión de dos gametos, produce un cigoto con una dotación génica exclusiva. Así pues, el genotipo, conjunto de genes de un individuo, es el mismo en todas sus células, formadas por división mitótica del cigoto. El fenotipo, manifestación externa del genotipo, puede variar al ser resultado de la interacción entre el genotipo y el ambiente.

El ambiente de un gen lo constituyen los otros genes, el citoplasma celular y el medio externo donde se desarrolla el individuo, modula la expresión de los genes y siempre es cambiante y dinámico, por tanto las condiciones ambientales del genotipo nunca serán las mismas.

25. El cambio climático está provocando numerosas alteraciones en los ecosistemas. Entre sus consecuencias se encuentra el aumento de la temperatura en ciertas zonas marinas donde habitan los corales; estos corren riesgo de desaparecer porque son:

a) Isotermos b) Estenotermos c) Homeotermos d) Euritermos e) Equitermos

Solución: b

Los corales marinos son animales del filum cnidarios que se alimentan de zooplancton y viven en colonias que pueden alcanzar grandes dimensiones. Poseen un esqueleto calcáreo, duro, de color blanco y necesitan aguas transparentes con poca sedimentación para desarrollarse.

Otros parámetros físico-químicos que determinan la distribución y supervivencia de los corales son la salinidad y principalmente la temperatura. Los corales son extremadamente sensibles a los cambios térmicos, es decir son estenotermos. Requieren para su desarrollo temperaturas del agua entre 23 y 25 °C. Por encima de los 30 °C se produce el blanqueamiento del coral y los pólipos mueren.

Los arrecifes de coral se encuentran en grave peligro por el calentamiento y la acidificación del agua de los océanos, al absorber esta las emisiones de dióxido de carbono producidas por combustión, lo que dificulta la producción del carbonato de calcio de su esqueleto.

Otras acciones antrópicas que están provocando la desaparición de numerosos arrecifes son la contaminación del medio por aguas residuales, los vertidos de basuras y petróleo, la deforestación que aumenta la erosión de la costa y por tanto la sedimentación y la turbidez en las aguas, la actividad turística, la sobrepesca, etc.

1. Lee detenidamente las descripciones siguientes e identifica el tipo de célula al que se refieren y el tejido en el que se encuentran.

a) En su citoplasma abundan los filamentos de actina y miosina que, al deslizarse los unos sobre los otros, provocan el acortamiento de la célula.

b) Estos fragmentos celulares liberan componentes proteicos que aceleran la coagulación. Desempeñan un papel muy activo en la cicatrización de heridas.

c) Salen de los capilares y se desplazan libremente por el tejido fagocitando materia ajena al mismo, incluidas las bacterias.

d) Las gotas de grasa se van uniendo unas con otras hasta formar una sola de gran tamaño. Los orgánulos citoplasmáticos y el núcleo son empujados hacia la periferia celular.

e) Presentan unas extensiones citoplasmáticas, a modo de ramificaciones, que se especializan en recibir los impulsos y conducirlos al cuerpo celular.

Solución

La correspondencia entre las descripciones dadas y las células y el tejido al que pertenecen son:

a) En su citoplasma abundan los filamentos de actina y miosina que, al deslizarse los unos sobre los otros, provocan el acortamiento de la célula.

– Célula o fibra muscular. /Tejido muscular.

b) Estos fragmentos celulares liberan componentes proteicos que aceleran la coagulación. Desempeñan un papel muy activo en la cicatrización de heridas.

– Plaquetas. /Tejido sanguíneo.

c) Salen de los capilares y se desplazan libremente por el tejido fagocitando materia ajena al mismo, incluidas las bacterias.

– Monocitos. /Tejido sanguíneo/linfático.

– Macrófagos. /Tejido conjuntivo.

d) Las gotas de grasa se van uniendo unas con otras hasta formar una sola de gran tamaño. Los orgánulos citoplasmáticos y el núcleo son empujados hacia la periferia celular.

– Adipocitos. /Tejido conjuntivo/adiposo.

e) Presentan unas extensiones citoplasmáticas, a modo de ramificaciones, que se especializan en recibir los impulsos y conducirlos al cuerpo celular.

– Neuronas. /Tejido nervioso.

2. **Completa el cuadro adjunto, con los organismos productores, consumidores primarios o consumidores secundarios.**

Encina, rana, águila, cerdo, gallina, abeja, oruga, conejo, pulga y rosal.

Solución

Productores	Consumidores primarios	Consumidores secundarios
encina	cerdo	rana
rosal	gallina	águila
	abeja	pulga
	oruga	
	conejo	

En este ejemplo los organismos autótrofos fotosintéticos son la encina y el rosal, productores de los ecosistemas, que ponen a disposición del siguiente nivel trófico sus hojas, frutos y polen. Los consumidores son organismos heterótrofos; los primarios o herbívoros son depredados o parasitados por los secundarios.

3. **El lenguaje científico utiliza habitualmente prefijos y sufijos procedentes del latín y del griego. Con los que se proponen a continuación nombra al menos tres conceptos relacionados con la Biología:**

Solución

Existen múltiples opciones para responder la pregunta. Se dan algunos ejemplos que probablemente los alumnos han manejado durante los cursos de tercero y cuarto de ESO.

Hemo-: (sangre). Hemoglobina, hemocianina, hemorragia, hemolinfa, hematoma, hemorroides.

Meso-: (medio). Mesodermo, mesocarpio, mesosomas, mesófilo, mesonefro, mesozoico, mesolítico.

-cito: (célula). Eritrocito, osteocito, condrocito, linfocito, adipocito, fibrocito.

-itis: (inflamación). Faringitis, apendicitis, otitis, conjuntivitis, amigdalitis, gastritis, hepatitis.

Hom(e)o-: (semejante). Homólogo, homeotermo, homeostasis, homocigoto, homogéneo.

Bio-: (vida). Biología, biótico, biotopo, bioelemento, biomolécula, biosíntesis.

4. **Algunos genes se localizan en cromosomas sexuales (X o Y) por lo que su herencia está ligada al sexo. La hemofilia, enfermedad caracterizada por la incapacidad de coagular la sangre, es un carácter regulado por un gen recesivo localizado en el cromosoma X.**

Mediante esquemas, calcula las probabilidades de hijos/as que heredarán el alelo X^h, si:

1. **La madre es portadora y el padre normal.**
2. **El padre es hemofílico y la madre normal no portadora.**

Solución

Posibilidades genotípicas para este carácter ligado al sexo:

- XX: mujer sana
- XX^h: mujer sana, portadora (heterocigota)
- X^hX^h: mujer hemofílica (homocigota recesiva)
- XY: hombre sano
- X^hY: hombre hemofílico

1. La madre es portadora y el padre normal.

P: XX^h —— XY

Gametos posibles: X, X^h, X, Y

F_1: XX, XX^h, X^hY, XY

El 50 % de la descendencia heredará el alelo X^h.

Por sexos: el 50 % de las chicas y el 50 % de los chicos heredan el alelo X^h.

2. El padre es hemofílico y la madre normal no portadora.

P: XX —— X^hY

Gametos posibles: X, X^h, Y

F_1: XX^h, XY

El 50 % de la descendencia heredará el alelo X^h.

Por sexos: todas las chicas heredan el alelo X^h y ningún chico lo recibe.

5. **Siguiendo el ejemplo, indica el tipo de relación que existe entre los siguientes seres vivos:**

Solución

– **León-cebra:** Relación interespecífica de depredación (depredador-presa).

– **Colmena de abejas:** Relación intraespecífica. Sociedad.

– **Liquen (alga-hongo):** Relación interespecífica. Mutualismo simbiótico.

– **Perro-garrapata:** Relación interespecífica. Ectoparasitismo (hospedador-parásito).

– **Bandada de gansos:** Relación intraespecífica. Gregarismo.

– **Mariquita-pulgón:** Relación interespecífica. Depredación (depredador-presa).

6. Ordena de menor a mayor antigüedad los siguientes restos de homínidos.

***Homo neanderthalensis*, *Australophitecus afarensis*, *Homo antecessor*, *Ardipitecus ramidus*, *Homo ergaster*, *Homo sapiens*, *Homo habilis*.**

Solución

La datación de menor a mayor antigüedad es:

1. *Homo sapiens*.
2. *Homo neanderthalensis*.
3. *Homo antecessor*.
4. *Homo ergaster*.
5. *Homo habilis*.
6. *Australophitecus afarensis*.
7. *Ardipithecus ramidus*.

7. Un profesor de Biología de 4.º de ESO propone a sus alumnos, como ejercicio práctico, una excursión en la que realizarán el estudio de una charca; para ello les pide que hagan una lista con los materiales de laboratorio que necesitarán llevar y los seres vivos que se encontrarán en el agua.

Solución

Se indican algunos de los posibles materiales y los seres vivos que con ellos pueden encontrarse, pero lógicamente pueden existir muchos más.

Materiales: disco de Secchi para medir la luminosidad y profundidad, mangas de plancton, indicador de pH, brújula, prismáticos, pinzas, termómetro, cinta métrica, botes de vidrio, guantes de látex, bolsas de plástico, claves dicotómicas, guías (de aves, artrópodos, etc.), tablas y cuadros de observación, mapas y planos, etiquetas, libreta, lápiz, etc.

Seres vivos: bacterias, fitoplancton: algas verdes filamentosas y coloniales, diatomeas, etc.; zooplancton: protozoos ciliados, flagelados, amebas, etc.; rotíferos, platelmintos y artrópodos: ostrácodos, copépodos, branquiópodos. Larvas de invertebrados, moluscos gasterópodos, peces y otros pequeños vertebrados.

Copépodo

Alga verde unicelular

Larva

Pulga de agua

8. Una proteína está formada por la siguiente cadena de aminoácidos:

Met – Arg – Leu – Lys – Ile – Val – Ala – Tyr – Pro

Teniendo en cuenta el código genético, halla la molécula de ADN que codifica dicha proteína.

CÓDIGO GENÉTICO

	U	**C**	**A**	**G**	
U	UUU} Phe	UCU} Ser	UAU}Tyr	UGU} Cys	**U**
	UUC} Phe	UCC} Ser	UAC}Tyr	UGC} Cys	**C**
	UUA} Leu	UCA} Ser	UAA} Stop	UGA} Stop	**A**
	UUG} Leu	UCG} Ser	UAG} Stop	UGG}Trp	**G**
C	CUU} Leu	CCU} Pro	CAU} His	CGU} Arg	**U**
	CUC} Leu	CCC} Pro	CAC} His	CGC} Arg	**C**
	CUA} Leu	CCA} Pro	CAA} Gln	CGA} Arg	**A**
	CUG} Leu	CCG} Pro	CAG} Gln	CGG} Arg	**G**
A	AUU} Ile	ACU}Thr	AAU} Asn	AGU} Ser	**U**
	AUC} Ile	ACC}Thr	AAC} Asn	AGC} Ser	**C**
	AUA} Ile	ACA}Thr	AAA} Lys	AGA} Arg	**A**
	AUG} Met	ACG}Thr	AAG} Lys	AGG} Arg	**G**
G	GUU}Val	GCU} Ala	GAU} Asp	GGU} Gly	**U**
	GUC}Val	GCC} Ala	GAC} Asp	GGC} Gly	**C**
	GUA}Val	GCA} Ala	GAA} Glu	GGA} Gly	**A**
	GUG}Val	GCG} Ala	GAG} Glu	GGG} Gly	**G**

Solución

Para resolver este ejercicio hay que tener en cuenta: 1) El orden y significado de los procesos de transcripción y traducción, que en este caso deben ejecutarse a la inversa, primero la traducción, a partir de la secuencia de aminoácidos obtener el ARNm que la codifica, y después la transcripción, conocido el ARNm determinar la secuencia de ADN que le ha servido de molde. 2) El código genético es degenerado; es decir, la mayoría de los aminoácidos, excepto metionina y triptófano, están codificados por más de un codón o triplete. De los diferentes ARNm que podrían codificar la secuencia del planteamiento, se trabajará en esta solución solo con uno. 3) El ADN es bicatenario y portador de timina, el ARN, monocatenario y sustituye el nucleótido timina por uracilo.

Proteína — Met – Arg – Leu – Lys – Ile – Val – Ala – Tyr – Pro

↑ Traducción

ARNm — 5' AUGAGAUUAAAAAUUGUUGCUUAUCCU 3'

↑ Transcripción

ADN — *3' TACTCTAATTTTTAACAACGAATAGGA 5'*
5' ATGAGATTAAAAATTGTTGCTTATCCT 3'

9. **Muchos animales, domésticos y salvajes, sobre todo los artrópodos, pueden actuar como vectores de transmisión de enfermedades graves a los humanos (infecciosas y parasitarias). Completa la siguiente tabla indicando cuál es el vector animal que transmite la enfermedad:**

Solución

La tabla propuesta completada con las soluciones es:

Enfermedad	Vector animal
Rabia	Murciélagos, perros, gatos, lobos, zorros, etc.
Paludismo	Mosquito *Anopheles*.
Carbunco y brucelosis	Ganado porcino, bovino, ovino, caprino y equino.
Peste	Pulgas, ratas (reservorio).
Tripanosomiasis o enfermedad del sueño	Mosca Tse-tsé.

10. **Dentro de los siguientes grupos de términos hay uno que no está relacionado con los demás. Indica de cuál se trata:**

Solución

a) **Gameto, mitosis, citocinesis, sobrecruzamiento, huso.**

Mitosis. División celular en la que, al contrario que en la meiosis, no se produce sobrecruzamiento ni se forman gametos.

b) **Canales de Havers, osteocitos, canales de Volkman, cartílago elástico, sales de calcio.**

Cartílago elástico. El resto de términos hace referencia al tejido óseo.

c) **Peristaltismo, latido, pulso, aurícula, válvulas.**

Peristaltismo. Movimiento de contracción de la pared del tubo digestivo, no relacionado con el sistema circulatorio.

d) **Agua, oxígeno, dióxido de carbono, sales minerales, proteínas.**

Proteína. Es la única biomolécula orgánica entre las inorgánicas.

e) **Gen, ribosomas, traducción, ARNm, haploide.**

Haploide. Dotación cromosómica (n) de un individuo o célula con solo un juego de cromosomas. Los demás términos se refieren a la síntesis proteica.

f) **Protozoos, algas, bacterias, hongos, eucariotas.**

Bacterias. Son organismos procariotas, los otros seres vivos son eucariotas uni o pluricelulares.

g) Asa de Henle, uréter, glomérulo, tubo contorneado, cápsula de Bowman.

Glomérulo. Es el ovillo capilar que forma la arteria renal donde se filtra la sangre hacia la nefrona. El resto de términos son estructuras tubulares del riñón que contienen orina.

h) Hígado, amígdalas, vesícula biliar, páncreas, glándulas salivares.

Amígdalas. Pertenece al sistema linfático y los otros son órganos del aparato digestivo.

i) Linfocitos, fibrocitos, eritrocitos, coagulación, leucocitos.

Coagulación. Se trata de un proceso sanguíneo introducido entre diversos tipos celulares: fibrocitos del tejido conjuntivo y eritrocitos, linfocitos y leucocitos de la sangre.

j) Vitamina A, vitamina C, vitamina D, vitamina E, vitamina K.

Vitamina C. Son todas vitaminas liposolubles excepto la vitamina C, que es hidrosoluble.

QUINTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Madrid, 26 de mayo de 2007

1. La película documental *Una verdad incómoda* (Al Gore, 2006) intenta concienciar a la población mundial sobre el calentamiento global que, entre otras causas, se debe a las emisiones a la atmósfera de gases relacionados con el efecto invernadero, sobre todo CO_2. Algunos procesos biológicos se relacionan con la absorción y liberación de este gas. Como estudiante de Biología, sabrá determinar cuáles de los mencionados actúan en uno u otro sentido:

a) Se consume en quimiosíntesis y se desprende en fermentación láctica y ciclo de Krebs.

b) Se fija en ciclo de Calvin y fotorrespiración y se libera en la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico.

c) Se absorbe en el ciclo de Hatch-Slack y se libera en fermentación alcohólica y respiración anaerobia.

d) Se absorbe en neoglucogénesis y se produce en la respiración aerobia.

e) Se fija en el ciclo de Hatch-Slack y se libera en la fotorrespiración y quimiosíntesis.

***Solución:* c**

El dióxido de carbono es la fuente inorgánica de carbono utilizada por los organismos autótrofos para la síntesis de materia orgánica. La asimilación de CO_2 se produce en quimiosíntesis y fotosíntesis, ambos procesos comparten el ciclo de Calvin, donde el CO_2 es fijado y reducido a compuestos orgánicos. Las plantas C4 –maíz, caña de azúcar y otras– poseen un sistema particular de fijación del CO_2 atmosférico, el ciclo de Hatch-Slack, ruta previa al ciclo de Calvin en la que el dióxido de carbono se acumula en forma de malato en las células del mesófilo para evitar la pérdida de eficacia debida a fotorrespiración.

Los seres vivos liberan CO_2 a la atmósfera o a la hidrosfera por oxidación de moléculas orgánicas en los procesos de respiración aerobia o anaerobia, en algunas fermentaciones y en fotorrespiración. La descarboxilación oxidativa del pirúvico y el ciclo de Krebs son rutas metabólicas pertenecientes al proceso global de respiración, en ambas se oxidan compuestos orgánicos a la vez que por descarboxilación pierden CO_2. La fermentación alcohólica es una oxidación anaerobia de azúcares en la que se obtienen etanol y CO_2 como productos finales. En cuanto a la fotorrespiración, es un proceso oxidativo estimulado por la luz y la alta concentración de O_2 que se inicia en el cloroplasto de plantas C3 y en el que finalmente se consume O_2 y se libera CO_2, disminuyendo el rendimiento de la fijación fotosintética de carbono.

La fermentación láctica y la neoglucogénesis son procesos metabólicos en los que no interviene el CO_2.

2. El esquema representa un proceso celular en el que están implicados varios orgánulos. Sobre los que aparecen numerados, es cierto que:

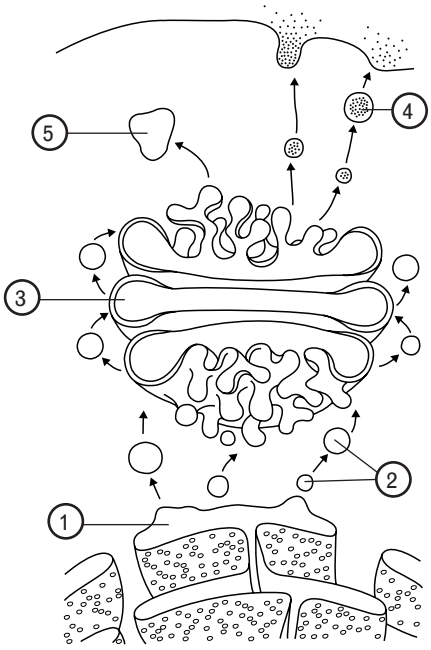
a) El número 5 es una vesícula con residuos digestivos.

b) En 3 se clasifican y concentran proteínas y lípidos.

c) Con el número 4 se representa un proceso de excreción.

d) Los polisacáridos de reserva seguirían el camino 1→2→3→5 para su almacenamiento en la célula.

e) Son ciertas las respuestas b) y c).



Solución: b

El esquema representa la relación entre algunos orgánulos de membrana propios de células eucariotas. Los números corresponden a: 1 → Retículo endoplasmático rugoso; 2 → Vesículas de transición o transporte; 3 → Cisternas del aparato de Golgi; 4 → Vesícula de secreción, y 5 → Lisosoma, o bien vesícula de transporte.

En el RER se sintetizan y acumulan proteínas, y en el REL, lípidos. Las vesículas de transición, desprendidas del RER o del REL con contenido proteico o lipídico, se fusionan formando las cisternas golgianas, donde su contenido se glucosila, concentra, clasifica y finalmente se empaqueta en vesículas (números 4 y 5 del dibujo) con destino diverso: secreción (vesícula 4), o almacén (vesícula 5).

Sin embargo, las vesículas con residuos digestivos se producen después de la actividad de los lisosomas, ninguna de las procedentes del Golgi podría contenerlos. Los productos de excreción no salen de la célula por exocitosis, difunden a través de la membrana. Por último, los polisacáridos de reserva, almidón o glucógeno, no se sintetizan en ninguno de los retículos, sino en el citosol celular.

3. Para determinar la estructura primaria de proteínas se realizan cortes específicos en su secuencia. La termolisina es una proteasa bacteriana que corta el enlace peptídico cuando el grupo amino es aportado por leucina, isoleucina y valina. El bromuro de cianógeno corta el mismo enlace cuando el grupo carboxilo lo aporta metionina. De la siguiente secuencia, cuyo primer aminoácido es isoleucina, se obtendrá tras el tratamiento simultáneo con estas dos sustancias:

Ile-Ser-Gly-Leu-Lys-Ala-Met-Ser-Glu-Val-Ala

a) Dos aminoácidos libres, un dipéptido, un tripéptido y un tetrapéptido.

b) Dos aminoácidos libres y tres tripéptidos.

c) Un aminoácido libre, dos tripéptidos y un tetrapéptido.

d) Un dipéptido y tres tetrapéptidos.

e) Dos dipéptidos, un tripéptido y un tetrapéptido.

Solución: e

Teniendo en cuenta la polaridad y la dirección de los enlaces peptídicos del polipéptido propuesto, los cortes proteolíticos realizados por los dos enzimas se indican con flechas:

Termolisina ↓

H_2N-**Ile**-CO-NH-**Ser**-CO-NH-**Gly**-CO-NH-**Leu**-CO-NH-**Lys**-CO-NH-**Ala**-

Bromuro de cianógeno ↓ Termolisina ↓

CO-NH-**Met**-CO-NH-**Ser**-CO-NH-**Glu**-CO-NH-**Val**-CO-NH-**Ala**-COOH

Tras los cortes específicos de la secuencia se obtendrían los fragmentos siguientes:

- El tripéptido H_2N-Ile-Ser-Gly-COOH
- El tetrapéptido H_2N-Leu-Lys-Ala-Met-COOH
- Los dipéptidos H_2N-Ser-Glu-COOH
  H_2N-Val-Ala-COOH

4. Elija la opción que más se ajuste a la definición de gen:

a) Segmento de ADN con información para la síntesis de un enzima.

b) Segmento de ADN, o en casos determinados de ARN, con información para la síntesis de una cadena polipeptídica.

c) Segmento de ADN, o en casos determinados de ARN, con información para la síntesis de una cadena polipeptídica o un ARN.

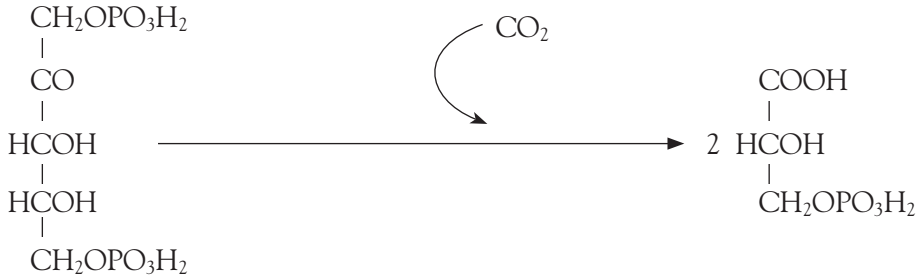
d) Segmento de ADN con información para la síntesis de una proteína con estructura cuaternaria.

e) Segmento de ADN con información para la síntesis de una cadena de ARNm.

Solución: c

El concepto de gen ha evolucionado con el desarrollo de la genética molecular, la definición actual más completa es la que se expone en c). Las proteínas codificadas en los genes tienen diversas funciones –estructural, transporte, hormonal, defensiva, etc.– y no exclusivamente enzimática. Una proteína funcional puede estar formada por una o más cadenas polipeptídicas, en este último caso cada una de las diferentes cadenas estaría codificada por distinto gen. Por otra parte, la expresión de algunos genes conduce a la síntesis de ARN diferente al ARNm –ARNt, ARNr, etc.– que no concluyen en la síntesis de una proteína. Finalmente, algunos virus son portadores de un genoma de ARN, por tanto será este el ácido nucleico responsable de la información.

5. La siguiente reacción metabólica tiene lugar en un orgánulo celular y cursa con un intermediario inestable que no aparece representado. Identifique sustrato, producto y enzima de la reacción:



	Sustrato	Producto	Enzima
a)	Fructosa-diP	Gliceraldehído-3-P	Fructosa-diP-Carbohidrolasa
b)	Ribulosa-diP	3-Fosfoglicerato	Ribulosa-diP-Descarboxilasa
c)	Ribulosa-diP	3-Fosfoglicerato	Ribulosa-diP-Carboxilasa-Oxigenasa
d)	Ribosa-diP	Gliceraldehído-3-P	Ribosa-diP-Carboxilasa-Oxigenasa
e)	Ribulosa-diP	Fosfoenolpirúvico	Ribulosa-diP-Carbohidrolasa

Solución: c

La reacción representada corresponde a la primera etapa del ciclo de Calvin donde el enzima ribulosa-diP-carboxilasa-oxigenasa, conocida por el nombre aceptado de rubisco, fija una molécula de CO_2 sobre la ribulosa-diP (5 carbonos), obteniéndose un intermediario inestable de 6 carbonos no representado en la reacción que se escinde rápidamente en 2 moléculas de 3-fosfoglicerato, producto de la reacción propuesta.

6. Las técnicas de fraccionamiento celular permiten la separación de los orgánulos subcelulares con el fin de estudiarlos independientemente. Se basan en romper la membrana celular manteniendo intacta la de los orgánulos y someter el homogeneizado obtenido a centrifugación diferencial que provoca su precipitación dependiendo de la velocidad de sedimentación. Si se somete a células hepáticas humanas a este tratamiento, el orden consecutivo de precipitación de los orgánulos sería:

a) ribosomas → cisternas golgianas → mitocondrias → núcleos.
b) lisosomas → mitocondrias → núcleos → ribosomas.
c) mitocondrias → cisternas golgianas → núcleos → lisosomas.
d) núcleos → mitocondrias → cisternas golgianas → ribosomas.
e) retículos → cisternas golgianas → lisosomas → mitocondrias.

Solución: d

El orden de sedimentación de las partículas sometidas a centrifugación depende de su peso que, a su vez, en el caso de los orgánulos celulares está en relación con su tamaño. Estableciendo el tamaño relativo general en las células de los orgánulos propuestos, obtendríamos el orden de precipitación siguiente: núcleos, mitocondrias, cisternas golgianas y ribosomas, que se corresponden con las fracciones clásicas obtenidas con las técnicas de separación de orgánulos: nuclear, mitocondrial, microsómica y soluble. La fracción microsómica contiene partes fragmentadas de retículo endoplasmático, Golgi, otras membranas y ribosomas. Sometiendo esta fracción a una nueva centrifugación, los ribosomas, al ser los orgánulos celulares más pequeños, quedarán en el sobrenadante.

7. Identifique la posible molécula, extraída de una célula, que tras su análisis dio los siguientes resultados:

- **Los estudios de solubilidad mostraron que era heteropolar.**
- **Tras su hidrólisis se aislaron moléculas que dieron positiva la reacción de Fehling.**
- **Se comprobó que la molécula presentaba capacidad de amortiguar el pH.**
- **Los estudios de su estructura evidenciaron que se trataba de un polímero.**

a) Lipoproteína.
b) Polisacárido.
c) Glucolípido.
d) Glucoproteína.
e) Esfingoglucolípido.

Solución: d

Siguiendo el orden de los resultados obtenidos en el análisis, se llega a las conclusiones siguientes: 1) A excepción del polisacárido, que es polar, el resto de las moléculas propuestas podrían ser heteropolares, portadoras de zonas hidrófilas e hidrófobas; 2) Si tras la hidrólisis se aíslan moléculas que dan positiva la reacción de Fehling característica de glúcidos reductores, se descarta como posible la lipoproteína que no posee fracción glucídica; 3) La capacidad de tamponamiento depende de la posibilidad de la molécula de aceptar o ceder H^+, carecen de ella los esfingoglucolípidos, sin embargo esta característica es propia de proteínas y glucolípidos si estos poseen fosfato en su composición; 4) Al tratarse de un polímero, el glucolípido no lo es, queda la glucoproteína como única molécula que reúne todas las características propuestas.

8. La siguiente imagen corresponde a:

a) Núcleo celular en fase G_2.
b) Anafase I de célula 2n = 12.
c) Metafase mitótica de célula 2n = 12.
d) Metafase mitótica de célula n = 12.
e) Metafase II de célula 2n = 24.

Solución: c

El recuento de los cromosomas presentes en la microfotografía determina que su número es 12. Para establecer si la célula es haploide (n) o diploide (2n) es necesario buscar entre los cromosomas la presencia de homólogos: se observan morfologías pares de las que se deduce la dotación 2n = 12. La disposición de cromosomas independientes en placa ecuatorial, fotografiada desde uno de los polos, conduce a una metafase mitótica. En metafase meiótica I se observarán tétradas y en metafase II no existen homólogos.

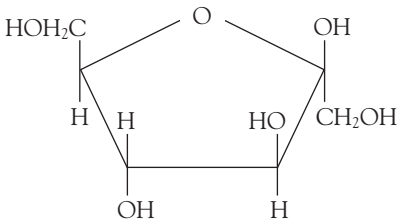
9. En un ADN bacteriano se encontró que en una hebra el porcentaje de bases púricas era del 40 %. Deduzca la afirmación correcta para la cadena complementaria:

a) La suma de C y G será el 60 %.
b) La relación C + A/T + G = 1.
c) La relación C + T/A + G = 1.
d) La relación C + T/A + G < 1.
e) La relación C + T/A + G > 1.

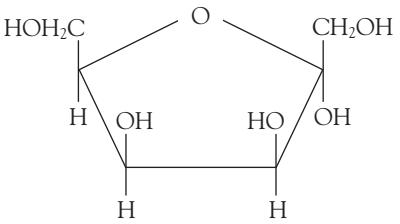
Solución: d

Por la complementariedad de bases nitrogenadas en la doble hélice del ADN, se cumple que si en una de las cadenas las bases púricas (A y G) suman el 40 %, en su cadena complementaria este porcentaje le corresponde a la suma de bases pirimidínicas (T y C). Así, el porcentaje de bases en la cadena buscada será A + G = 60 % y T + C = 40 %. Por tanto, la relación C + T/A + G = 40/60 < 1. En cuanto a la relación C + A/T + G propuesta en b), es indeterminada, no siempre se cumple su igualdad a 1. En una sola hebra de ADN el porcentaje correspondiente a la suma de dos bases no tiene por qué estar distribuido homogéneamente entre ellas. Sin embargo, esta relación, C + A/T + G = 1, se cumple siempre en ADN bicatenarios, al contener el numerador las bases complementarias del denominador.

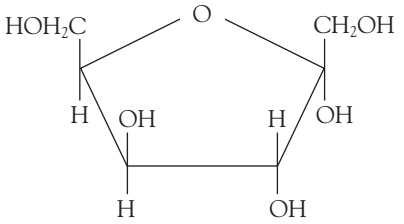
10. Establezca la relación de isomería entre las siguientes cetohexosas:



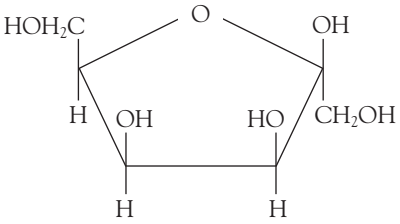
Molécula 1



Molécula 2



Molécula 3



Molécula 4

a) Las moléculas 1 y 3 son anómeros.
b) Las moléculas 1 y 4 son epímeros.
c) Las moléculas 1 y 3 son epímeros.
d) Las moléculas 1 y 4 son anómeros.
e) Las moléculas 1 y 2 son enantiómeros.

Solución: b

Las soluciones recogen varios tipos de estereoisómeros característicos de monosacáridos. Son epímeros aquellos isómeros que difieren en la disposición espacial de un solo –OH no hemiacetálico. Las únicas moléculas entre las propuestas que cumplen esta condición son 1 y 4, ambas isómeros β-D de una cetohexosa que varían la posición del –OH del C4. No es el caso propuesto en c), en el que las moléculas tienen distinta disposición espacial de los –OH de los C3 y C4. Aunque no recogidas en las soluciones, las moléculas 2 y 3 son también epímeros.

Por otra parte, los anómeros son los isómeros que en estructura cíclica se diferencian únicamente en la disposición del –OH hemiacetálico, unido al C2 en las cetohexosas representadas, situación que se da entre las moléculas 2 (α) y 4 (β), pero no en los casos propuestos en a) y d).

Los enantiómeros son isómeros espaciales en los que uno es la imagen especular del otro, denominados como D y L. En su forma cíclica difieren en la disposición de todos los radicales unidos a los C asimétricos que presentaba la estructura lineal. No existe esta relación entre ninguna de las moléculas dadas.

11. El sistema inmunológico de los seres vivos actúa en la defensa frente a la infección. Comprende órganos, células y moléculas que trabajan coordinadamente, y sobre él es cierto que:

a) Células humanas lesionadas por microorganismos liberan mediadores de la inflamación, como prostaglandinas, que provocan vasoconstricción y liberación de anticuerpos.
b) En las plantas, el sistema inmunitario es un antivirus que emplea ADNi.
c) Los órganos linfoides de vertebrados son el timo, la médula ósea roja, el bazo, los nódulos linfáticos y los tejidos linfoides mucosales.
d) En vertebrados la inmunidad innata actúa contra un agente patógeno concreto, y es llevada a cabo por el interferón y los anticuerpos.
e) Son ciertas las respuestas c) y d).

Solución: c

En vertebrados el sistema inmunológico se compone de órganos, células y moléculas responsables de la defensa frente a la invasión de agentes extraños. Uno de sus constituyentes son los órganos linfoides, lugar en el que se producen y maduran linfocitos de diversas estirpes. Estos órganos se clasifican en ***primarios***: médula ósea roja y timo, donde maduran los linfocitos, y ***secundarios***: bazo, nódulos linfáticos y tejidos linfoides mucosales (amígdalas, apéndice, adenoides, etc.), en ellos los linfocitos contactan con los patógenos.

El resto de respuestas son falsas por: a) Los mediadores de la inflamación, liberados por células lesionadas, provocan vasodilatación que facilita la afluencia a la zona, desde la sangre, de otras células defensivas. Las células lesionadas por microorganismos no liberan anticuerpos, lo hacen los linfocitos B diferenciados en células plasmáticas. b) El sistema inmunitario de plantas emplea ARNi y no ADNi como antiviral, impidiendo probablemente la propagación de transposomas. d) La inmunidad innata es inespecífica y actúa del mismo modo frente a cualquier patógeno.

12. Sobre la envoltura nuclear presente en células eucariotas, es cierto que:

a) Se compone de una doble membrana que deja un espacio perinuclear al cual se translocan proteínas sintetizadas en los ribosomas adosados a su membrana externa.

b) Adosado a la membrana interna existe un reforzamiento proteico conocido como lámina del complejo sinaptonémico, fundamental para la formación de cromosomas.

c) Una de sus funciones es regular la entrada al interior del núcleo de ribosomas, histonas, ADN polimerasas, etc.

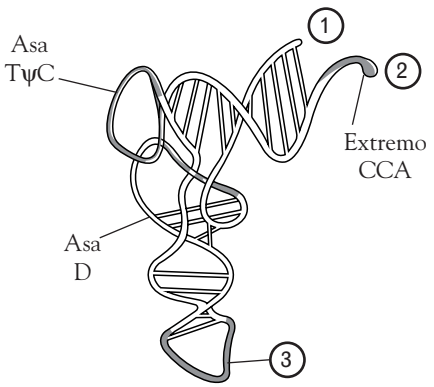
d) Contiene los poros nucleares, que permiten el intercambio libre de sustancias entre nucleoplasma y citosol.

e) Todas las respuestas anteriores son falsas.

Solución: a

La envoltura nuclear es una especialización del RER formada por una doble membrana y ribosomas adosados a su cara citosólica, las proteínas sintetizadas en ellos son translocadas al espacio perinuclear. La cara nucleoplasmática de la envuelta nuclear posee un reforzamiento proteico de filamentos intermedios conocido como lámina nuclear o lámina fibrosa que facilita la organización de la cromatina; nada tiene que ver con el complejo sinaptonémico, estructura proteica que interviene en el apareamiento de homólogos durante la sinapsis meiótica. La envuelta nuclear, como toda membrana, regula el paso de sustancias entre los medios que separa y en ningún caso permite su libre intercambio. En cuanto a la respuesta c), es cierto que histonas y ADN polimerasas, al ser macromoléculas, entran al núcleo por los poros nucleares desde el citosol, pero los componentes ribosómicos se mueven en sentido contrario.

13. El esquema representa una molécula que interviene en la síntesis proteica. Sobre ella debe usted saber que:



a) El número 1 señala el extremo –OH terminal, al que se une un aminoácido específico.
b) El número 2 señala el extremo fosfato terminal al que se une el péptido en formación.
c) El número 3 señala el asa anticodón paralela y complementaria al ARNr del ribosoma.
d) El asa D es reconocida por un enzima peptidiltransferasa específico durante la elongación de la cadena polipeptídica.
e) El asa TψC reconoce el lugar de acoplamiento de la molécula en el ribosoma.

Solución: e

La molécula representa la estructura terciaria del ARNt, ácido ribonucleico monocatenario que transporta aminoácidos desde el citosol hasta el ribosoma durante la síntesis proteica. En ella aparecen numeradas las zonas 1 → extremo 5' fosfato, 2 → extremo 3'-OH al que se une un aminoácido específico por su extremo carboxilo mediante enlace éster, 3 → asa anticodón complementaria y antiparalela a un codón del ARNm, asa D → reconocida por el enzima aminoacil-ARNt-sintetasa específico del ARNt y su aminoácido, asa TψC → que acopla el aminoacil-ARNt en el lugar correspondiente del ribosoma.

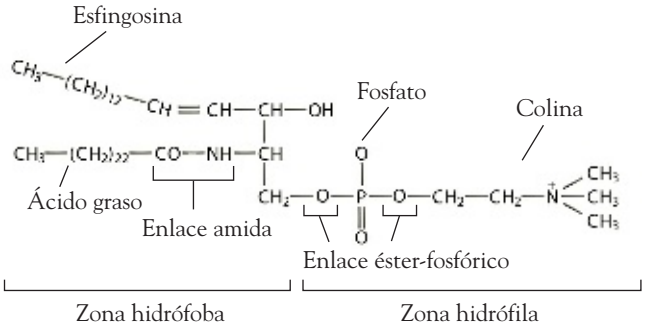
14. Un esfingofosfolípido común es la esfingomielina, molécula que forma las vainas de mielina en los axones neuronales. Los enlaces que intervienen en la formación de esta molécula son:

a) Dos enlaces éster y dos enlaces éster-fosfórico.
b) Un enlace amida y dos enlaces éster-fosfórico.
c) Un enlace amina, un enlace éster y un enlace éster-fosfórico.
d) Dos enlaces éster y un enlace éster-fosfórico.
e) Un enlace éster y un enlace O-glucosídico.

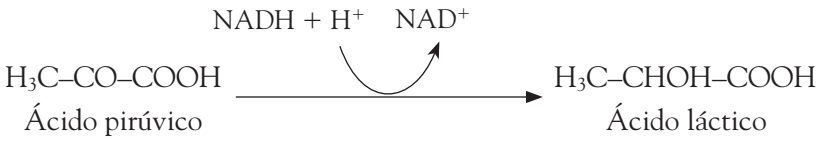
Solución: b

Los esfingolípidos están constituidos por el aminoalcohol esfingosina unido por enlace amida a un ácido graso (ácido lignocérico generalmente) y por enlace éster a un ácido ortofosfórico, el cual a su vez se esterifica con un aminoalcohol que, en el caso de la esfingomielina, corresponde a la colina (N-trimetil-etanolamina).

Esfingomielina



15. La reacción química representada es una oxidorreducción; identifique el comportamiento químico de las sustancias que intervienen en ella:



a) El pirúvico se oxida y el láctico se reduce.
b) El láctico se oxida y el pirúvico se reduce.
c) El pirúvico es reductor y el láctico oxidante.
d) El pirúvico es oxidante y el NADH + H^+ reductor.
e) El láctico es oxidante y el NAD^+ es reductor.

Solución: d

Las reacciones de oxidorreducción son procesos químicos de transferencia de electrones donde estos son cedidos por una molécula que se oxida (molécula reductora) a otra que se reduce (molécula oxidante) al aceptarlos. En la reacción de oxidorreducción propuesta los electrones parten del coenzima NADH, que actúa como reductor al oxidarse a NAD^+, y son aceptados por al ácido pirúvico, es esta la molécula que se reduce a ácido láctico y se comporta como oxidante.

16. El citocromo c, proteína que forma parte de la cadena respiratoria, ha sido secuenciado en numerosas especies, elaborándose a partir de a su comparación árboles filogenéticos. La tabla recoge una hipotética matriz de diferencias entre los citocromos de las especies indicadas. Se podría concluir que:

Especies	Animal 1	Animal 2	Planta 1	Planta 2	Hongo 1	Hongo 2
Animal 1	0	–	–	–	–	–
Animal 2	34	0	–	–	–	–
Planta 1	48	45	0		–	–
Planta 2	49	47	31	0	–	–
Hongo 1	42	46	44	46	0	–
Hongo 2	44	48	46	45	32	0

a) Las plantas proceden de los hongos.
b) Los hongos pueden considerarse plantas no verdes.
c) El grupo de los hongos dio lugar a las plantas y a los animales.
d) Dentro de los vegetales deben incluirse plantas y hongos.
e) No se puede afirmar ninguna de las anteriores opciones.

Solución: e

El estudio de las relaciones filogenéticas o parentesco evolutivo entre grupos taxonómicos puede realizarse mediante diversas técnicas: estudio de homologías y analogías entre órganos, hibridación de ADN, secuenciación de ADN o de proteínas, inmunología, etc. En la cuestión se recogen datos sobre las diferencias halladas en la secuencia de aminoácidos del citocromo c de especies pertenecientes a distintos reinos. El citocromo c es una proteína de las crestas mitocondriales de todos los organismos eucariotas aerobios, motivo por el cual se usa habitualmente para establecer comparaciones de su secuencia en distintos organismos, y a partir de las analogías y diferencias encontradas, deducir la relación de filogenia entre ellos.

El análisis de los datos suministrados en el planteamiento muestra que:

- El rango de diferencias entre especies del mismo reino es 31-34:
  - Planta 1 – planta 2: 31 diferencias
  - Hongo 1 – hongo 2: 32 diferencias
  - Animal 1 – animal 2: 34 diferencias
- El rango de diferencias entre los reinos es 42-49:
  - Hongos – plantas: 44-46 diferencias
  - Hongos – animales: 42-48 diferencias
  - Animales – plantas: 45-49 diferencias

Dado que el valor de los rangos de diferencias entre reinos es muy similar, no puede concluirse basándose en estos datos ninguna proximidad significativa que determine su relación filogenética.

No obstante, independientemente de los datos suministrados, según las teorías sobre origen y evolución celular todas las afirmaciones sobre filogenia recogidas en las respuestas son falsas.

17. El agua actúa como termorregulador en los seres vivos. Esta función biológica se debe a:

a) Su facilidad de absorber o ceder calor inversamente a la temperatura ambiental.

b) Su alto calor de vaporización, 540 calorías para evaporar 1 g de agua.

c) La abundancia de puentes de hidrógeno que hay que romper para aumentar la velocidad de sus moléculas.

d) El número de enlaces covalentes que se rompen cuando cambia de estado.

e) Las respuestas b) y c) son verdaderas.

Solución: e

La función termorreguladora del agua está en relación con su alto calor específico, 1 000 cal/L, o energía necesaria para aumentar 1 °C la temperatura de 1 L de agua. Es debido al alto número de puentes de hidrógeno que se establecen entre sus moléculas, que forman estructuras reticulares que han de romperse para aumentar la velocidad de las moléculas e incrementar la temperatura. De manera inversa, el agua debe perder mucha energía para disminuir su temperatura. Como el medio interno de los seres vivos es acuoso, esta característica determina la amortiguación térmica

frente a cambios externos de temperatura. Otra propiedad del agua que interviene en la termorregulación es su alto calor de vaporización, 540 cal/g. Los organismos utilizan el agua como sistema de refrigeración mediante la transpiración.

Las respuestas a) y d) son falsas, el agua no puede comportarse de manera inversa a la temperatura del medio, y los cambios de estado solo afectan a enlaces débiles, nunca a los covalentes.

18. Si en la secuencia de ADN propuesta se produce una mutación por transición en la base subrayada, determine las consecuencias en la cadena peptídica codificada:

3' TAC GTA GCA GGG CGG ATT 5'

a) No tendría consecuencias, el péptido obtenido sería el mismo.
b) Cambiaría un aminoácido al cambiar un codón en el ARNm.
c) Cambiarían todos los aminoácidos a partir del punto de mutación.
d) Se detendría en ese punto la síntesis proteica.
e) El péptido final contendría un aminoácido menos.

Solución: a

Las transiciones son mutaciones génicas producidas por sustitución de bases del mismo tipo: base púrica por púrica o base pirimidínica por pirimidínica. En el caso propuesto, la mutación consistiría en la sustitución de la adenina señalada por guanina, ambas púricas. Tras la transcripción del gen mutado existiría un único triplete afectado en el ARNm, el portador de la base sustituida.

Si se compara la expresión del gen normal y el mutado:

ADN normal:	3' TAC GTA GCA GGG CGG ATT 5'
ARNm normal:	5' AUG CA**U** CGU CCC CCC UAA 3'
Proteína normal:	H_2N-Met-His-Arg-Pro-Pro-COOH
ADN mutado:	3' TAC GTG GCA GGG CGG ATT 5'
ARNm mutado:	5' AUG CA**C** CGU CCC CCC UAA 3'
Proteína mutada:	H_2N-Met-His-Arg-Pro-Pro-COOH

Debido a que el código genético es degenerado tanto el triplete alterado como el normal codifican para el mismo aminoácido, dando lugar a una mutación silenciosa sin consecuencias para la célula.

19. Los peptidoglucanos son característicos de las paredes bacterianas. Están formados por cadenas donde alternan:

a) N-acetil-glucosamina y N-acetil-murámico, unidas por cortas cadenas peptídicas.
b) Ácidos teicoicos, unidas por cortas cadenas peptídicas.
c) Ácido glucurónico y ácido galacturónico, unidas por cortas cadenas peptídicas.
d) Secuencias repetidas de aminoácidos, unidas por cortas cadenas de N-acetil-murámico.
e) Largas secuencias de aminoácidos, unidas por ácidos teicoicos y N-acetil-glucosamina.

Solución: a

Los peptidoglucanos o mureína son glucoconjugados constituyentes de las paredes de bacterias formados por polímeros de heteropolisacáridos donde se repiten alternativamente los derivados monosacáridos N-acetil-glucosamina (NAG) y N-acetil-murámico (NAM). Las moléculas de NAM se unen a cadenas tetrapeptídicas que enlazan una cadena heteropolisacárida con su adyacente. Las bacterias Gram positivas poseen una pared de peptidoglucano pluriestratificada y por ello más gruesa que la monoestratificada de Gram negativas. Los ácidos teicoicos se enlazan en la parte externa de la pared de peptidoglucano en bacterias Gram positivas.

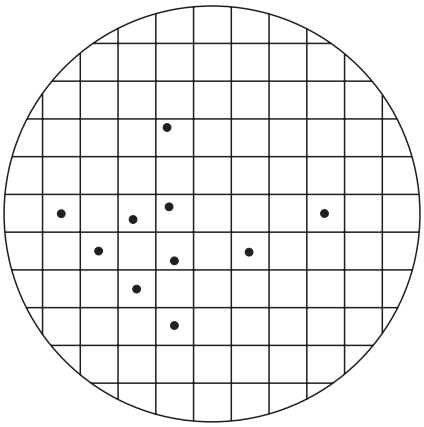
20. Las primeras células madre se obtuvieron en 1988. Actualmente se trabaja con dos estirpes, las células madre embrionarias y las adultas. Sobre las células madre embrionarias, es falso que:

a) Se obtienen de un blastocisto de 4 a 8 días.
b) Mantienen la capacidad de proliferación indefinidamente.
c) Se trata de células pluripotentes.
d) Son útiles en terapéutica, no producen rechazo y siempre producen curación.
e) Las respuestas a) y b) son correctas.

Solución: d

Las células madre son células capaces de multiplicarse indefinidamente por mitosis o, en determinados ambientes, diferenciarse en diversos tipos celulares. Tras la fecundación se produce un cigoto, única célula **totipotente** capaz de originar cualquier tipo celular del organismo, incluida la placenta. La división mitótica del cigoto da lugar a una masa celular que a los 4-8 días corresponde al blastocisto, las células de su parte interna son células madre embrionarias **pluripotentes**, que al extraerse y cultivarse en el laboratorio en un medio apropiado mantienen su capacidad de proliferación indefinida y pueden programarse hacia la diferenciación de todas las células del organismo excepto la placenta. A medida que avanza el desarrollo embrionario las células van perdiendo parte de su potencialidad a la vez que se especializan para formar tejidos y órganos. Entre las células diferenciadas de un organismo adulto permanecen grupos de células madre localizadas en diferentes tejidos, médula ósea roja, sangre del cordón umbilical, cerebro, piel, etc., se trata de células madre adultas **multipotentes**, con menor capacidad de originar tejidos diversos que las embrionarias.

21. En la industria alimentaria para comprobar la idoneidad sanitaria de los productos se realizan recuentos de unidades formadoras de colonias (UFC) o células microbianas viables. Para ello se efectúan siembras a partir de una cierta cantidad de alimento en placas de Petri, se observa el crecimiento y se cuentan las colonias transcurridas 24 horas. Teniendo en cuenta que se ha sembrado 0,1 mL de una disolución de leche diluida en agua hasta 10^{-2} en volumen, indique la estimación de UFC en una botella de 1 litro de leche:



a) 10^3 b) 10^5 c) 10^6 d) 10^7 e) 10^{10}

Solución: d

Se parte de leche diluida en agua hasta 10^{-2} en volumen, lo que significa que un volumen determinado de leche se ha diluido 100 veces. De esta disolución se toman 0,1 mL y se siembran. El gráfico muestra el número de colonias (10) que han crecido tras el cultivo. Para estimar el número de colonias contenidas en 1 litro de leche basta con hacer el cálculo siguiente:

- Volumen de disolución sembrado: 0,1 mL
- Volumen de leche pura contenida en el sembrado: $0{,}1 \cdot 10^{-2} = 10^{-3}$ mL
- Número de colonias: 10 colonias/10^{-3} mL = 10^4 colonias/mL
- Colonias en 1 litro: 10^4 colonias/mL · 10^3 mL/litro = 10^7 colonias/litro

22. La respiración anaerobia y la fermentación son procesos que se caracterizan por:

a) Tener como dador y aceptor de electrones moléculas orgánicas.
b) Ser llevadas a cabo por bacterias.
c) Participar una cadena transportadora de electrones.
d) Producir diferente rendimiento energético partiendo del mismo sustrato.
e) Las respuestas b) y d) son verdaderas.

Solución: e

Ambos procesos, respiración anaerobia y fermentación, son producidos, entre otros organismos, por bacterias que oxidan sustratos orgánicos con la finalidad de obtener energía. En la respiración anaerobia la oxidación es completa y el aceptor de electrones es un compuesto inorgánico diferente al oxígeno. Sin embargo, en la fermentación, aun pudiendo partir del mismo sustrato, el aceptor de electrones es una molécula orgánica y la oxidación no es completa, por lo que el rendimiento energético es menor. En cuanto a la respuesta c), aunque la respiración anaeróbica, exclusiva de bacterias, utiliza una cadena de transporte de electrones, no existe participación de cadena alguna en los procesos fermentativos.

23. Aunque el medio interno de las células y los líquidos extracelulares mantienen regulado su pH dentro de límites muy estrictos, algunos fluidos internos trabajan a un pH específico. Teniendo en cuenta los factores que afectan a la regulación del pH, determine la respuesta correcta:

a) La adición de pequeñas cantidades de bases a la sangre aumentaría la concentración de H_2CO_3.

b) La ingesta de $NaHCO_3$ aumentaría la concentración de H^+ en el estómago.

c) El pH ácido del jugo gástrico se contrarresta en el duodeno por la liberación de HCO_3^-.

d) La liberación de H^+ en sangre produciría un aumento de la concentración de HCO_3^-.

e) La digestión de grasas en el estómago libera ácidos grasos que aumentan la acidez.

Solución: c

El par H_2CO_3/HCO_3^- es un sistema tampón que actúa fundamentalmente en líquidos extracelulares. La adición al medio de H^+ aumenta la concentración de H_2CO_3, mientras que el aumento de la concentración de HCO_3^- se produce por la adición de bases. El $NaHCO_3$ ingerido reacciona con el HCl del estómago, originándose H_2CO_3 y NaCl con la consiguiente disminución de la concentración de H^+. Cuando el quimo pasa al duodeno desde el estómago, mantiene el pH ácido específico de este órgano, pero es contrarrestado por la liberación de HCO_3^- aportado por el jugo pancreático. La digestión de grasas se produce por la actividad de las lipasas pancreática e intestinal en el duodeno.

24. Las células NK «Natural Killer» detectan y eliminan las células a través de mecanismos en los que intervienen moléculas del MHC. <u>Es falso</u> que:

a) Participan en la eliminación de tumores.

b) Se activan por interferón y otras citocinas.

c) No destruyen células infectadas por virus.

d) No necesitan una inmunización previa del individuo para actuar.

e) Son linfocitos pero no pertenecen ni al grupo de los T ni al de los B.

Solución: c

Las células NK son linfocitos que difieren de los T y B por el contenido de sus granulaciones citoplasmáticas, por el tipo de receptores de membrana y por su mecanismo de actuación. Desde el punto de vista morfológico son linfocitos grandes con abundantes gránulos citoplasmáticos. Pertenecen al conjunto de defensas inespecíficas, no requieren sensibilización previa y carecen de especificidad inmunológica. Son capaces de reconocer el MHC –complejo mayor de histocompatibilidad– de las células propias y diferenciar las que no lo poseen o lo tienen alterado. Los linfocitos NK son citotóxicos, destruyen mediante perforinas la membrana plasmática de células propias invadidas por virus o células tumorales con MHC alterado. Se activan mediante el interferón liberado por las células infectadas o por otras interleucinas producidas por linfocitos T activados o por anticuerpos.

25. Según el modelo de mosaico fluido propuesto por Singer y Nicolson (1972) para las membranas celulares:

a) Los componentes moleculares de la membrana forman una estructura cuya fluidez varía con la temperatura.

b) Las proteínas se desplazan entre una bicapa estática de fosfolípidos.

c) Los fosfolípidos disponen sus colas polares hacia los medios extracelular y citosólico.

d) Todas las proteínas toman contacto a la vez con el medio externo e interno de la célula debido a su función transportadora.

e) Los glúcidos se sitúan uniendo las fracciones lipídicas con las proteicas.

Solución: a

Singer y Nicolson en su modelo del mosaico fluido proponen para la constitución de las membranas celulares una bicapa dinámica de fosfolípidos que orientan sus cabezas polares hacia los medios acuosos extracelular y citosólico, manteniendo las colas hidrófobas en el interior de la bicapa.

Entre los fosfolípidos se sitúan proteínas intrínsecas embebidas en la membrana parcial o totalmente que toman contacto con el medio externo celular, con el interno o con ambos, y proteínas extrínsecas, situadas en la periferia de cualquiera de las dos caras de la membrana.

Los glúcidos de membrana son fracciones oligosacáridas siempre unidas a lípidos o proteínas y orientadas exclusivamente hacia el exterior en la membrana plasmática.

El conjunto molecular de la membrana no es estático, sino que lípidos y proteínas mantienen dinamismo y movilidad dependiente de diversos factores, entre ellos la temperatura, que dificulta la formación de enlaces intermoleculares.

26. Razone sobre el siguiente caso más que hipotético: el perezoso, mamífero del género *Choloepus*, se caracteriza por sus lentos movimientos y su desplazamiento en posición colgante evitando la posición vertical. Genes de este animal, que se comportan en él como dominantes, fueron hallados en ciertos grupos de adolescentes humanos, en los que se manifiestan solo en homocigosis. La futura descendencia de dos miembros heterocigóticos de este grupo tendría la probabilidad de:

a) 1/2 de que su primer descendiente sea chica normal portadora del alelo perezoso.

b) 2/3 de que entre la descendencia normal haya un chico portador del alelo perezoso.

c) 1/16 de que de dos hijos, uno sea chica perezosa y otro chico portador del alelo perezoso.

d) 1/16 de que de dos hijos, el primero sea chica perezosa y el segundo chico portador del alelo perezoso.

e) Las respuestas c) y d) son ciertas.

Solución: c

Para que el alelo perezoso se manifieste en el fenotipo de humanos solo cuando está en homocigosis, debe ser recesivo. Se representa con **P** al alelo normal y con **p** al perezoso.

Del cruce de dos heterocigotos se obtendría:

Parentales: **Pp** × **Pp**

F_1: 1/4 **PP**: 1/2 **Pp**: 1/4 **pp**

Fenotipos: 3/4 normal: 1/4 perezoso

El cálculo de la probabilidad para los casos planteados es:

a) Probabilidad de que el primer descendiente sea chica normal portadora del alelo perezoso:

Dado que se plantean dos sucesos independientes, ser chica y portadora, su probabilidad simultánea será el producto de la probabilidad de cada suceso independiente.

1/2 ser chica × 1/2 ser normal portadora del alelo **p** = 1/4

b) Probabilidad de que entre la descendencia normal haya un chico portador del alelo perezoso:

De la descendencia normal, 1/3 corresponde al genotipo homocigótico **PP** y 2/3 al **Pp** portador del alelo perezoso.

1/2 ser chico × 2/3 ser portador del alelo **p** = 1/3

c) Probabilidad de que de dos hijos uno sea chica perezosa y otro chico portador del alelo perezoso:

Puesto que no se especifica el orden de nacimiento de los hijos, podrían darse dos sucesos válidos, que el primero sea chica perezosa y el segundo chico portador del alelo perezoso, o viceversa. En consecuencia, deben sumarse las probabilidades de ambos sucesos.

Por otra parte, en cada uno de los sucesos la probabilidad de los dos descendientes propuestos es independiente.

Primer suceso:

(1/2 ser chica × 1/4 ser perezosa **pp**) ×
× (1/2 ser chico × 1/2 ser portador del alelo **p**) = 1/32

Segundo suceso:

(1/2 ser chico × 1/2 ser portador del alelo **p**) ×
× (1/2 ser chica × 1/4 ser perezosa **pp**) = 1/32

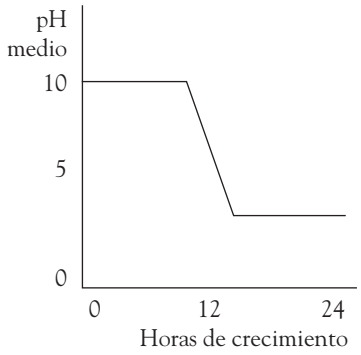
Probabilidad total: 1/32 + 1/32 = 1/16

d) Probabilidad de que de dos hijos, el primero sea chica perezosa y el segundo chico portador del alelo perezoso:

Como las probabilidades genotípicas del primer y segundo hijo son independientes, la probabilidad simultánea de ambos sucesos será el producto de sus probabilidades.

(1/2 ser chica × 1/4 ser perezosa **pp**) ×
× (1/2 ser chico × 1/2 ser portador del alelo **p**) = 1/32

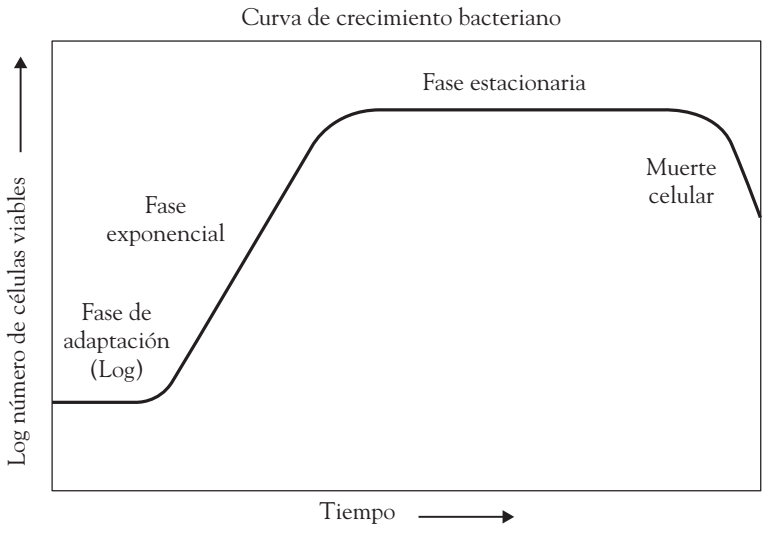
27. La bacteria *Streptococcus lactis* es inoculada en un medio de cultivo con abundante lactosa, el valor del pH inicial es 10 y transcurridas unas horas se observa que:



a) El pH baja hasta que la bacteria entra en la fase de crecimiento exponencial.
b) Cuando la bacteria alcanza la fase estacionaria de crecimiento el pH deja de descender.
c) El pH desciende porque este microorganismo sigue un metabolismo fermentativo.
d) El pH deja de descender cuando se agota el oxígeno.
e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: c

Streptococcus lactis es una bacteria anaerobia facultativa que fermenta la lactosa de la leche en ausencia de O_2 en ácido láctico como producto final, motivo por el que el pH desciende en un cultivo de estos microorganismos. La modificación de la acidez del medio de cultivo está en relación con la curva de crecimiento bacteriano. Al comparar ambas gráficas puede observarse que el primer tramo, donde el pH se mantiene constante, corresponde a la fase de latencia, en la que el número de bacterias no crece significativamente. Tras ese periodo comienza la fase de crecimiento exponencial del microorganismo, incrementándose el proceso fermentativo y la producción de ácido láctico que hace descender el pH. Sigue la fase estacionaria, durante la cual se estabiliza el número de *Streptococcus*, el proceso fermentativo continúa y en consecuencia también el descenso del pH. Es en la fase final o muerte bacteriana por agotamiento de la lactosa cuando el pH se estabiliza al no modificarse la concentración de ácido láctico en el medio.



28. En la siguiente frase se han eliminado algunos términos referidos a la transcripción. Encuentre en las soluciones las palabras que encajan en los huecos, teniendo en cuenta que están ordenadas de forma correlativa:

En eucariotas el enzima _____ se une al promotor y reconoce el punto de inicio de la transcripción, a partir del cual lee una hebra del ADN patrón en dirección _____ y sintetiza el ARNm en dirección _____. El ARNm en síntesis se va separando del ADN patrón y su extremo 5' se protege con una caperuza de _____ invertida. El ARNm transcrito primario es sometido a transformaciones en un proceso de maduración que incluye el corte de _____ y la unión de _____, así como la adición en su extremo 3' de una cola de _____.

a) ARNpol II → (5'-3') → (3'-5') → metil-G-PPP → intrones → exones → poliadenina.
b) ARNpol II → (3'-5') → (5'-3') → metil-G-PPP → exones → intrones → poliadenina.
c) ARNpol II → (3'-5') → (5'-3') → poliadenina → intrones → exones → metil-G-PPP.
d) ARNpol II → (3'-5') → (5'-3') → metil-G-PPP → intrones → exones → poliadenina.
e) ARNpol I → (3'-5') → (5'-3') → metil-G-PPP → exones → intrones → poliadenina.

Solución: d

La frase completa, rellenando los huecos solicitados, es:

En eucariotas el enzima **ARNpol II** se une al promotor y reconoce el punto de inicio de la transcripción, a partir del cual lee una hebra del ADN patrón en dirección **(3'-5')** y sintetiza el ARNm en dirección **(5'-3')**. El ARNm en síntesis se va separando del ADN patrón y su extremo 5' se protege con una caperuza de **metil-G-PPP** invertida. El ARNm transcrito primario es sometido a transformaciones en un proceso de maduración que incluye el corte de **intrones** y la unión de **exones**, así como la adición en su extremo 3' de una cola de **poliadenina**.

En cuanto al enzima ARNpol I es la responsable de la síntesis de los ARN.

29. Dentro del amplio espectro de proteínas se encuentran los enzimas, que intervienen en las numerosas reacciones del metabolismo celular y se caracterizan por:

a) Depender para su correcto funcionamiento solo de su estructura secundaria o terciaria.
b) Actuar aumentando la energía de activación de las reacciones.
c) Catalizar reacciones y transformarse en parte de los productos obtenidos.
d) Participar en reacciones aceptando o cediendo grupos químicos.
e) Todas las opciones son falsas.

Solución: e

Los enzimas son proteínas con estructura terciaria o cuaternaria que, al rebajar la energía de activación necesaria para que se produzca una reacción metabólica, consiguen aumentar su velocidad y actuar como biocatalizadores. Todos los enzimas trabajan a concentraciones muy bajas y no se transforman

en el curso de la reacción, se recuperan inalterados al final del proceso. El mecanismo de actuación consiste en el acoplamiento del centro activo del enzima al sustrato, lo que está en relación con sus correspondientes conformaciones espaciales. Como en cualquier proteína, la conformación, disposición de la molécula en el espacio, viene determinada por la secuencia de la cadena polipeptídica correspondiente a la estructura primaria, que a su vez determina los plegamientos estructurales posteriores. Algunos enzimas precisan para su actuación de la colaboración de otras sustancias, los cofactores o coenzimas. Son estas últimas las moléculas orgánicas que aceptan o ceden grupos químicos en el curso de la reacción.

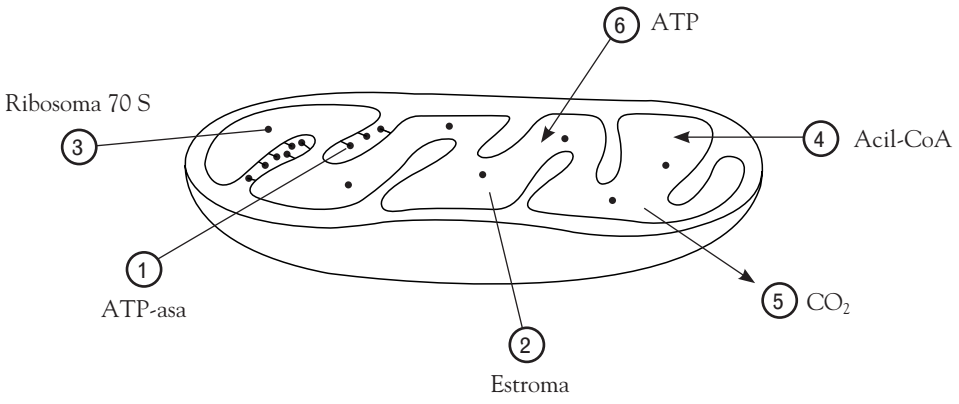
30. Los pares de cromosomas homólogos que se observarán en metafase mitótica, anafase mitótica y en metafase II de meiosis en una célula 2n = 16 son:

a) 8 en metafase mitótica, 8 en anafase mitótica y 8 en metafase II.
b) 8 en metafase mitótica, 16 en anafase mitótica y 0 en metafase II.
c) 16 en metafase mitótica, 8 en anafase mitótica y 4 en metafase II.
d) 8 en metafase mitótica, 8 en anafase mitótica y 4 en metafase II.
e) 16 en metafase mitótica, 8 en anafase mitótica y 0 en metafase II.

Solución: b

Una célula 2n = 16 contiene dos juegos de 8 cromosomas. En la metafase mitótica se observarán los 2n cromosomas en la placa ecuatorial, por tanto 8 pares de homólogos que mantienen su individualidad. En anafase mitótica en cada polo celular habrá 2n cromosomas de una cromátida, luego 16 pares de homólogos, 8 pares en cada polo. Las células en metafase II meiótica contienen n cromosomas, en consecuencia ningún homólogo, dado que en meiosis I tiene lugar la reducción a la mitad del número de cromosomas.

31. En el siguiente esquema que representa algunas estructuras de un conocido orgánulo celular así como la entrada y salida de sustancias relacionadas con su función, se han incluido errores de diversa índole. Los errores se encuentran en los elementos señalados con:



a) 2 y 6
b) 1, 2 y 6
c) 4, 2 y 6
d) 1, 2, 3 y 6
e) 1, 2, 4 y 6

Solución: b

El esquema corresponde a una mitocondria donde se señalan algunos componentes y moléculas relacionadas con su función. 1→ Representa los sistemas ATP sintetasa de la membrana mitocondrial interna, pero su disposición está invertida porque la fracción F1 debería proyectarse hacia la matriz, no al espacio intermembranoso; 2 → Matriz mitocondrial y no estroma, que corresponde al medio interno del cloroplasto; 3 → Ribosomas mitocondriales 70 S; 4 → Acil-CoA, molécula que ingresa en la matriz mitocondrial para oxidarse en β-oxidación; 5 → CO_2 que sale de la mitocondria procedente de ciclo de Krebs; 6 → ATP erróneamente orientado, pues se forma en el interior mitocondrial para ser exportado.

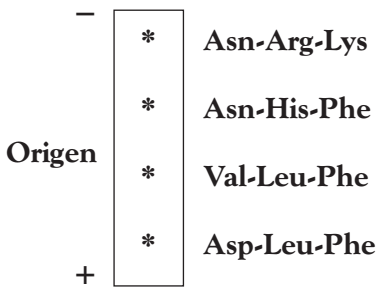
32. Al inocular a un individuo fragmentos de la pared celular de una bacteria patógena, se producirá en el organismo inoculado:

a) Nada, porque no está la bacteria completa.
b) Inflamación.
c) Neutralización.
d) Liberación de anticuerpos.
e) Las respuestas b), c) y d) son ciertas.

Solución: e

La pared celular bacteriana contiene moléculas extrañas al organismo inoculado que se comportan como antígenos. Estas moléculas provocan la liberación de mediadores de la inflamación, tales como bradiquininas y proteínas del complemento que desencadenan una reacción inflamatoria local, proceso inespecífico que actúa como primera barrera para aislar al agente infeccioso y que se caracteriza por la vasodilatación de capilares cercanos al punto de entrada del patógeno, que enrojece y aumenta la temperatura de la zona, la diapédesis o salida de los vasos sanguíneos hacia los tejidos de diferentes estirpes de células sanguíneas: basófilos, neutrófilos y monocitos. Los basófilos liberan histamina que incrementa la propia reacción inflamatoria, los neutrófilos y monocitos con su capacidad fagocítica eliminan el patógeno. A su vez, los monocitos, transformados en macrófagos en los tejidos, segregan interleucinas activadoras de la respuesta específica mediada por linfocitos B. Las células B que previamente han contactado con el antígeno mediante sus receptores de membrana, al ser estimuladas por los macrófagos se diferencian en células plasmáticas liberadoras de anticuerpos específicos. Los anticuerpos o inmunoglobulinas se unen al antígeno produciendo su neutralización al bloquear e impedir sus efectos patógenos.

33. Se sintetizan varios tripéptidos y se realiza una electroforesis a pH 4,5 para observar la migración hacia el polo positivo (+) o negativo (−). Teniendo en cuenta las huellas que han dejado se deduce que:



a) El tripéptido: Asn-Arg-Lys contiene aminoácidos ácidos.

b) Los aminoácidos Val, Leu y Phe son de gran tamaño, por eso no migra el tripéptido que los contiene.

c) Al menos dos de los tripéptidos contienen uno o más aminoácidos básicos.

d) Ningún tripéptido tiene carga neta negativa.

e) Ningún tripéptido presenta carga neta positiva.

Solución: c

Los péptidos poseen cargas iónicas que varían en función del pH del medio en el que se encuentran. Los grupos ionizables son el $–NH_2$ y el –COOH terminales y los radicales de los aminoácidos que los forman, siempre que estén provistos de grupos ácidos o básicos que también son susceptibles de ionizarse. La carga neta del péptido dependerá del balance entre las cargas positivas y negativas que contenga la molécula, y determinará su migración al ánodo (polo positivo), si la carga es negativa (péptido Asp-Leu-Phe), o al cátodo (polo negativo) si es positiva (péptidos Asn-Arg-Lys y Asn-His-Phe). Si la carga neta es cero, la molécula no se desplaza (péptido Val-Leu-Phe), permanece en el punto de origen independientemente del tamaño de sus radicales. En cuanto a la composición de los aminoácidos que componen los péptidos, son básicos asparragina (Asn), arginina (Arg), lisina (Lys) e histidina (His), es ácido el aspártico (Asp) y neutros leucina (Leu), fenilalanina (Phe) y valina (Val).

34. Suponga la existencia de caballos procedentes del mítico caballo blanco alado Pegaso. Las características fenotípicas de las alas y el color se deben a dos pares de genes: el alelo *A* de un gen determina la presencia de alas, siendo mortal en homocigosis; su alternativa alélica *a* determina ausencia de alas. El alelo dominante de otro gen *G*, produce pelaje gris frente a *g* de color blanco. Del cruce de un Pegaso con un caballo heterocigótico con alas, se obtendrían las siguientes proporciones fenotípicas en la descendencia viable:

a) 1/3 Pegaso y 2/3 caballos alados.

b) 1/8 caballos blancos y 1/6 caballos grises.

c) 1/3 caballos alados portadores del alelo blanco.

d) 2/3 de la progenie blanca son caballos.

e) 1/3 de la progenie gris tiene alas.

Solución: c

Del cruce de un Pegaso **Aagg** con un caballo heterocigoto con alas **AaGg** se obtendría la siguiente generación F_1:

Pegaso caballo

P: **Aa gg × Aa Gg**

F_1:

Gametos	1/4 AG	1/4 Ag	1/4 aG	1/4 ag
1/2 Ag	1/8 AAGg	1/8 AAgg	1/8 AaGg	1/8 **Aagg**
1/2 ag	1/8 AaGg	1/8 **Aagg**	1/8 aaGg	1/8 aagg

Dado que el genotipo **AA** es mortal, 1/4 de la descendencia muere, los sombreados en la tabla, por lo que deben modificarse las proporciones genotípicas de los individuos que sobreviven (6/8). Para ser Pegaso se requiere la presencia de alas (genotipo **Aa***)* y pelaje blanco (**gg**), 1/3 de los descendientes vivos, los señalados en negrita. El resto de la descendencia viva, 2/3, son caballos, distribuidos en 1/3 alados portadores del alelo blanco (**AaGg**), 1/6 sin alas y de pelaje gris (**aaGg**) y 1/6 sin alas de pelaje blanco (**aagg**).

Si se considera la progenie blanca, todos con genotipo gg, 1/3 son caballos y 2/3 Pegaso. Y de la progenie gris (G–), todos caballos, 1/3 carece de alas y 2/3 son alados.

35. A partir del tripéptido dado, determine la secuencia mínima de ARN que lo codifica:

HOOC-Gln-Cys-Tyr-NH_2

a) 5' CAA UGU UAU UAA 3'
b) 5' AUG CAA UGU UAU UAA 3'
c) 3' AUG CAG UGC UAU UAA 5'
d) 5' AUG UAU UGC CAA UAG 3'
e) 5' UAU UGC CAA UAG 3'

Solución: d

Para determinar la secuencia de ARN que codifica el tripéptido deben considerarse las siguientes circunstancias: 1) El primer aminoácido de cualquier secuencia peptídica es el portador del grupo NH_2, el orden de síntesis de la molécula propuesta seguirá la dirección NH_2-Tyr-Cys-Gln-COOH (nótese que en el enunciado se ha escrito en sentido inverso). 2) El ARNm se lee en el ribosoma en sentido 5' → 3', el extremo -NH_2 del péptido se corresponde con el 5' del ARNm. 3) La síntesis proteica comienza en el codón de inicio AUG correspondiente a metionina, aminoácido que no figura en el tripéptido final, pero que debe incluirse en la secuencia del ARNm. 4) La síntesis termina en un codón sin sentido o de fin que

no codifica aminoácido. 5) De los posibles ARNm que debido a la degeneración del código genético podrían codificar el péptido propuesto, en las soluciones se recoge el siguiente:

5' AUG UAU UGC CAA UAG 3'

Met Tyr Cys Gln Stop

36. Un cloroplasto tras ser iluminado pasa a estar en oscuridad. Al faltarle la luz se observará durante un cierto tiempo que los niveles de algunas moléculas descienden mientras que los de otras aumentan (↓ baja; ↑ sube):

a) 1,3-diPG (ácido 1,3-difosfoglicérico) ↓

b) GA-3-P (gliceraldehído-3-fosfato)↑

c) CO_2 ↓

d) Las respuestas a) y b) son ciertas.

e) Las respuestas b) y c) son ciertas.

Solución: e

En ausencia de luz, pero provisto de ATP y NADPH sintetizados en la fase fotoquímica con la energía lumínica, el cloroplasto puede realizar el ciclo de Calvin de la fase biosintética, en el que se reduce CO_2 para formar moléculas orgánicas. El CO_2 se consume al fijarse sobre la ribulosa 1,5-bisfosfato, formando un compuesto que se escinde en dos moléculas de ácido-3-fosfoglicérico. Tras la fosforilación de este último se obtiene ácido 1,3-difosfoglicérico, molécula que se reduce a gliceraldehído-3-fosfato. Por tanto, las concentraciones de las moléculas inicial y final se modifican (CO_2↓ y GA-3-P↑) y la concentración de los intermediarios (3-PG y 1,3-diPG) se mantiene constante al consumirse en la medida que se forman. La ribulosa 1,5-bisfosfato tampoco modifica su concentración porque se regenera en el proceso.

37. La salmonelosis, producida por distintas especies de bacterias del género *Salmonella*, cursa con diarrea, vómitos, dolores intestinales, cefaleas y fiebre. Tras el consumo de huevos contaminados con este microorganismo se desencadena una respuesta inmunológica en la que intervienen, entre otros:

a) Macrófagos que liberan histamina e inician la reacción inflamatoria.

b) Macrófagos que presentan los antígenos a los linfocitos B, los cuales al ser estimulados producen anticuerpos.

c) Neutrófilos que atraviesan los vasos sanguíneos por diapédesis fagocitando a las bacterias en los tejidos donde se multiplican.

d) Basófilos que atraviesan los vasos sanguíneos por diapédesis hacia los tejidos, donde participan en la fagocitosis e inician la reacción inflamatoria.

e) Macrófagos que presentan los antígenos a los linfocitos T que, al ser estimulados, fagocitan las bacterias.

Solución: c

Los neutrófilos son estirpes de leucocitos que intervienen en la respuesta inespecífica, acuden al tejido infectado desde la sangre por diapédesis donde fagocitan al agente invasor. Las demás respuestas son falsas, puesto que los macrófagos **no liberan** histamina, afirmación expuesta en a), sino que esta función corresponde a los basófilos, que a su vez ***no son*** células fagocíticas, supuesto en d). Aunque los macrófagos son células presentadoras de antígeno lo hacen a linfocitos T y no a linfocitos B como se propone en la respuesta b). Por último, los linfocitos T no destruyen bacterias por fagocitosis, sino que son células citotóxicas.

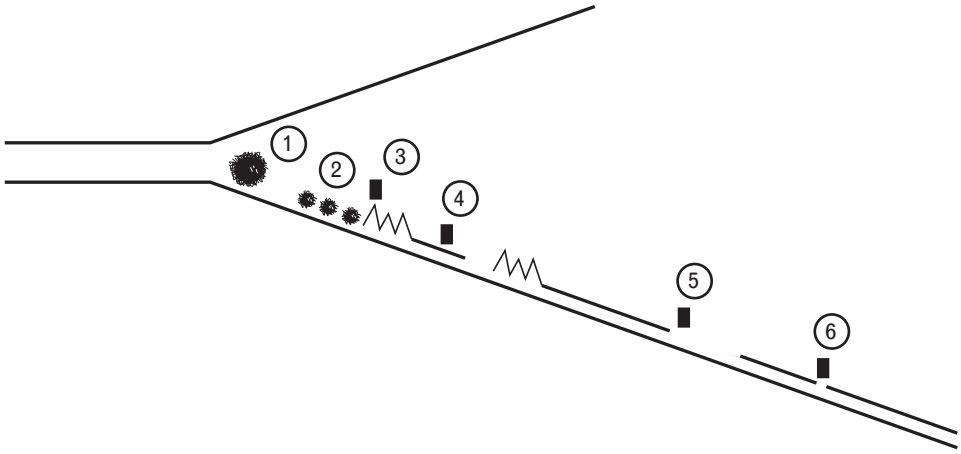
38. En una célula con respiración aerobia se realiza un experimento que consiste en efectuar un marcaje radiactivo de los carbonos de la glucosa para seguir su destino en la célula. Se observará marcaje y por tanto liberación de carbonos de la siguiente manera:

a) Un carbono en el hialoplasma y el resto en la mitocondria.
b) Todos en la mitocondria.
c) Dos en el hialoplasma y cuatro en la mitocondria.
d) La mitad en el hialoplasma y la otra mitad en la mitocondria.
e) Todos en el hialoplasma.

Solución: b

La respiración aerobia de la glucosa es una oxidación total de la molécula en la que todos los carbonos se liberan en forma de CO_2. El desprendimiento del CO_2 tiene lugar en las reacciones de descarboxilación oxidativa que ocurren en la mitocondria. En el hialoplasma, durante la etapa glucolítica previa a la respiración la glucosa se oxida transformándose en dos moléculas de ácido pirúvico. El pirúvico entra en la mitocondria, donde se produce la primera descarboxilación por acción del complejo enzimático de la piruvato deshidrogenasa localizado en la membrana mitocondrial interna, como resultado se obtiene acetil-CoA y CO_2. Serán dos las moléculas de CO_2 liberadas en esta fase, una por cada pirúvico descarboxilado. El acetil-CoA se incorpora al ciclo de Krebs de la matriz mitocondrial y sufre dos descarboxilaciones oxidativas más, reacciones catalizadas sucesivamente por los complejos de la isocitrato deshidrogenasa y de la α-cetoglutarato deshidrogenasa, ambos localizados en la membrana mitocondrial interna. Se liberan dos moléculas de CO_2 por acetil-CoA que ingresa en el ciclo de Krebs, cuatro en total en esta fase.

39. La replicación del ADN es un proceso complejo en el que intervienen numerosas moléculas. Teniendo en cuenta que en el siguiente dibujo el cebador se representa con el símbolo «⋀⋀⋀» y los enzimas replicativos por medio de «▮», <u>es falso</u> que:



a) 1 son enzimas helicasas y topoisomerasas y 2 proteínas estabilizadoras SSBP.
b) 3 es ARN polimerasa.
c) 4 es ADN polimerasa III.
d) 5 es ADN polimerasa II.
e) 6 es ADN ligasa.

Solución: d

El esquema representa una horquilla de replicación en la que únicamente figura la síntesis discontinua, en forma de fragmentos de Okazaki, de la hebra seguidora o retardada de ADN. La apertura de la doble hélice es producida por enzimas helicasas y topoisomerasas (1) que rompen puentes de hidrógeno intercatenarios y evitan tensiones y superenrollamientos, respectivamente. Las proteínas estabilizadoras SSBP (2) mantienen estable la separación de las dos cadenas impidiendo que se formen de nuevo puentes de hidrógeno entre las bases complementarias de ambas. Como las ADN polimerasas precisan un cebador, el proceso de duplicación lo inicia la ARN polimerasa o primasa (3) con la formación de un primer fragmento pequeño de ARN sobre el que la ADN polimerasa III (4) añade desoxirribonucleótidos. Es la ADN polimerasa I (5) el enzima que elimina el cebador de ARN y rellena el hueco dejado por él con desoxirribonucleótidos. Finalmente el enzima ADN ligasa (6) forma el enlace fosfodiéster que termina uniendo los fragmentos.

Al enzima ADN polimerasa II no se le reconoce participación directa en la síntesis de ADN, interviene en la reparación de errores.

40. En 1861 Louis Pasteur observó que cuando las levaduras que están en situación de anaerobiosis se exponen a condiciones aeróbicas el consumo de glucosa baja y la producción de etanol también, denominándose a este proceso efecto Pasteur. De este hecho se deduce que:

a) Los fabricantes de vino para mejorar la producción prefieren inyectar O_2 ya que se consume menos glucosa.
b) Es más rentable para la levadura desde un punto de vista energético la anaerobiosis.

c) La levadura utiliza dos rutas para oxidar la glucosa.

d) En presencia de oxígeno la levadura aumenta el proceso fermentativo.

e) La oxidación de glucosa haya o no oxígeno produce la misma cantidad de ATP.

Solución: c

Las levaduras son hongos unicelulares utilizados desde la antigüedad en los procesos fermentativos para la obtención de pan, vino, cerveza y licores. Diversas especies del género *Saccharomyces* son responsables de la fermentación alcohólica de los azúcares contenidos en frutos, tubérculos, semillas, etc., de los que se obtienen diferentes productos alcohólicos. La levadura es un microorganismo anaerobio facultativo que puede realizar dos tipos de metabolismo, dependiendo de la ausencia o presencia de O_2 en el medio. En condiciones anaerobias sigue una ruta fermentativa en la que oxida parcialmente la glucosa obteniendo dos moléculas de etanol, dos de CO_2 y dos de ATP. Sin embargo, en presencia de O_2 oxida totalmente la glucosa en la respiración aerobia y obtiene en este caso seis moléculas de CO_2, seis de H_2O y 38 de ATP. Lógicamente a los fabricantes de vino les interesa la vía fermentativa por ser la única en la que se obtiene etanol.

41. En el mecanismo de adquisición y expresión de material genético de una bacteria a partir de otra donante por medio de un virus, siempre tiene lugar:

a) Formación de una molécula transductora.

b) Lisis de la bacteria donante.

c) Recombinación de la región homóloga del cromosoma bacteriano con ADN donante.

d) Intervención de estructuras bacterianas llamadas pili.

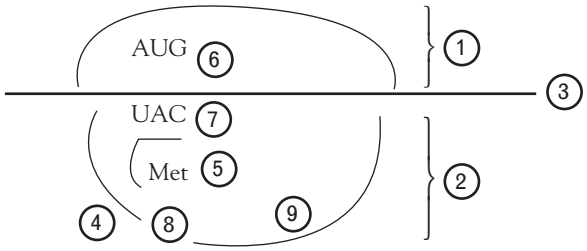
e) Las respuestas c) y d) son verdaderas.

Solución: b

La transferencia horizontal de material genético entre bacterias puede realizarse por distintos mecanismos. La cuestión hace referencia a la transducción, proceso en el que un virus actúa como vector transportando ADN de una bacteria donante a otra receptora. La transducción requiere que un virus bacteriófago parasite a la bacteria donante, en ella se multiplica mediante un ciclo lítico. En ocasiones, al replicarse el ADN vírico arrastra un segmento del cromosoma bacteriano que se ensambla en la estructura de los nuevos virus. El ciclo lítico se completa con la fase de liberación o salida del virus que produce la lisis de la bacteria. Los virus liberados infectan nuevas bacterias e inyectan junto al suyo el ADN de la bacteria donante, ambos se integran en el cromosoma de la receptora si el virus se comporta como lisogénico. La bacteria receptora adquiere características de la donante al expresar el ADN incorporado.

Los pili son estructuras tubulares de las bacterias que intervienen si la transferencia de material genético se produce por los mecanismos de conjugación o transformación.

42. El ribosoma es un orgánulo cuya función es sintetizar polipéptidos, en este proceso de alta complejidad participan numerosos componentes que debe identificar en el siguiente dibujo. Elija la opción correcta:



a) 1-subunidad 40 S y 2-subunidad 70 S; en eucariotas.
b) 3-ARNm leído 3'-5' y 6-codón de iniciación AUG.
c) 4-ARNt con aminoácido en extremo 3' y 7-anticodón UAC que se une en dirección 3'-5' al codón.
d) 8-sitio A y 9-sitio P.
e) Ninguna opción es verdadera.

Solución: c

La correcta relación entre números y componentes del esquema es:
1 → Subunidad menor del ribosoma: 30 S en procariotas y 40 S en eucariotas.
2 → Subunidad mayor del ribosoma: 50 S en procariotas y 60 S en eucariotas.
3 → ARNm leído en sentido 5'-3'.
4 → ARNt con aminoácido unido al –OH del extremo 3'.
5 → Metionina (Met) unido por su grupo carboxilo al –OH 3' del ARNt.
6 → Codón AUG de inicio del ARNm leído en sentido 5'-3'.
7 → Anticodón UAC del ARNt complementario y antiparalelo al codón AUG del ARNm.
8 → Centro peptidil o sitio P del complejo ribosomal donde se sitúa el péptido en formación y se descarga el ARNt.
9 → Centro aminoacil o sitio A del complejo ribosomal donde se incorporan nuevos ARNt cargados de aminoácido.

43. Tras la fecundación se producen una serie de cambios en el cigoto que corresponden a su desarrollo embrionario. Este es un proceso continuo que suele dividirse en etapas sucesivas en el tiempo, la última de las cuales es la organogénesis. Sobre este proceso en vertebrados es cierto que:

a) La dermis se origina a partir del ectodermo.
b) Los sistemas óseo y muscular proceden del endodermo.
c) El aparato respiratorio tiene origen mesodérmico.
d) El sistema nervioso se forma a partir del ectodermo.
e) Las respuestas a) y b) son ciertas.

Solución: d

Durante el desarrollo embrionario de vertebrados se producen a partir del cigoto diversas estructuras –mórula, blástula y gástrula– resultado de los procesos de segmentación y gastrulación. En vertebrados, organismos triblásticos celomados, la gástrula consta de tres hojas embrionarias: ectodermo, mesodermo con la cavidad celomática en su interior y endodermo.

La organogénesis es el proceso de diferenciación celular en el que se forman los tejidos, órganos, aparatos y sistemas del futuro individuo a partir de las células de las hojas embrionarias. La capa celular externa de la gástrula, el ***ectodermo*** origen a la epidermis de la piel y sus formaciones tegumentarias (pelos, plumas, glándulas sebáceas, sudoríparas, etc.), al sistema nervioso y a las células receptoras de los órganos sensoriales. El ***mesodermo***, hoja gastrular media, da lugar a los aparatos circulatorio, excretor, reproductor, todos ellos de origen celomático, y de origen no celomático al sistema esquelético-muscular, la dermis de la piel, a los revestimientos de las cavidades naturales del cuerpo (boca, ano, fosas nasales, etc.) y de las cavidades internas. De la hoja embrionaria interna, el ***endodermo***, proceden el tubo digestivo y sus glándulas anejas, y los componentes epiteliales del aparato respiratorio.

El sistema nervioso tiene su origen en una hendidura longitudinal del ectodermo situada en la parte dorsal del embrión, el surco neural, que se oblitera formando el tubo neural y termina diferenciándose en las distintas regiones del sistema nervioso.

44. Asigne a cada Filum animal la/s característica/s que corresponde a su sistema nervioso:

Filum	Características
1. Cnidarios	**a. Ganglionar**
2. Platelmintos	**b. Escaleriforme**
3. Anélidos	**c. Red difusa**
4. Equinodermos	**d. Anular**
5. Artrópodos	**e. Cordal**
	f. Dorsal
	g. Ventral

a) 1 → d	2 → c y f	3 → a, b y f	4 → d, e y g	5 → a, b y f
b) 1 → c	2 → c y g	3 → a, b y f	4 → a, d y f	5 → a, b y f
c) 1 → d y g	2 → d y g	3 → a, e y g	4 → a, b y g	5 → b, e y g
d) 1 → c	2 → e y g	3 → a, b y g	4 → a, d y g	5 → a, b y g
e) 1 → c y g	2 → e y g	3 → b, e y g	4 → a, d y f	5 → b, d y f

Solución: d

Las tendencias evolutivas del sistema nervioso en invertebrados han consistido en la transición de una red difusa de células nerviosas, característica de cnidarios, a la agrupación de células en ganglios nerviosos situados en la zona anterior del animal. De los ganglios parten cordones nerviosos ventra-

les a lo largo del cuerpo, conformación que adquiere el sistema nervioso en platelmintos.

En anélidos se incrementa el número de ganglios cefálicos y aparecen estructuras ganglionares en los dos cordones nerviosos longitudinales unidos mediante cordones transversales a nivel de cada segmento corporal, disposición denominada escaleriforme. La misma estructura se mantiene en artrópodos con aumento de la cefalización. El sistema nervioso de equinodermos es también ganglionar, los ganglios se organizan en un anillo ventral alrededor del esófago del que parten cinco cordones radiales provistos a su vez de ganglios.

45. El *Herpesvirus* es el agente causante de la varicela y del herpes zoster que, entre otros efectos, produce erupciones cutáneas prominentes. Se trata de un virus cubierto con cápsida icosaédrica y ADN de doble hélice. Es falso que:

a) Contendrá una capa lipoproteica procedente de las células parasitadas.

b) Su cubierta externa es la cápsida, formada por hexones y pentones de naturaleza proteica.

c) Su mecanismo de penetración consiste en la fusión de su envuelta con la membrana celular.

d) El genoma vírico no contiene la información necesaria para la síntesis de todos los componentes presentes en el virión.

e) Durante la fase de eclipse se sintetizarán ADN y proteínas víricas.

Solución: b

Al tratarse de un virus cubierto su capa más externa será la envuelta lipoproteica procedente de la célula infectada, que adquiere en la fase de liberación o salida de la célula. El genoma vírico no tiene, por tanto, información para la síntesis de esta cubierta, aunque inserta en ella algunas proteínas codificadas por su ADN. En el interior de la capa lipoproteica se encuentra la cápsida de naturaleza proteica, formada por el ensamblaje de los capsómeros que se organizan en pentones y hexones para formar finalmente la estructura icosaédrica que envuelve al ácido nucleico. Los virus envueltos suelen penetrar en las células mediante fusión de su membrana con la celular; tras la denudación, o rotura de la cápsida, se libera el ADN que dirige la síntesis de los componentes víricos utilizando la maquinaria metabólica de la célula huésped, fase conocida como eclipse.

46. La LDH o lactato deshidrogenasa participa en una reacción metabólica que consiste en obtener lactato a partir de pirúvico. Se encuentra principalmente en corazón, riñón, hígado y músculo. Su actividad se verá incrementada durante el siguiente suceso:

a) Respiración aerobia.

b) Ejercicio físico intenso.

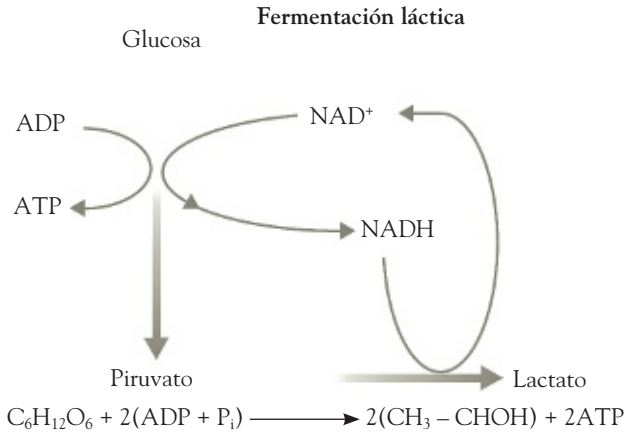
c) Respiración anaerobia.

d) β-oxidación.

e) Fermentación alcohólica.

Solución: b

La obtención de ácido láctico a partir de pirúvico es la reacción específica de la fermentación láctica, ruta metabólica catalizada por el enzima lactato deshidrogenasa. La fermentación láctica es propia de los microorganismos que transforman la lactosa de la leche y de células musculares, hepáticas y renales que fermentan glucosa cuando el aporte de oxígeno es insuficiente para satisfacer el requerimiento energético. La glucosa se degrada en la glucólisis hasta ácido pirúvico, molécula que en condiciones aerobias ingresa en la respiración mitocondrial, mientras que en anaerobiosis sigue la vía fermentativa en el citosol, con producción de ácido láctico. El lactato acumulado cristaliza y es responsable de las características agujetas que se producen tras un ejercicio físico intenso.



47. Las membranas de los orgánulos celulares contienen proteínas específicas relacionadas con su función. Algunas de estas proteínas son:

a) Las bombas de H^+ de los lisosomas.

b) Las ATP sintetasas de las crestas mitocondriales y del estroma del cloroplasto.

c) Las bombas de Na^+/K^+ de la membrana nuclear externa.

d) Los carotenos de los tilacoides.

e) Son correctas las respuestas a) y d).

Solución: a

Los lisosomas, orgánulos digestivos celulares, contienen enzimas hidrolasas que funcionan a pH ácido. Este pH se consigue por la actividad de las bombas de H^+ específicas de su membrana, que transportan H^+ desde el citosol hacia el interior del lisosoma contra gradiente de concentración. Aunque las ATP sintetasas se localizan en las crestas mitocondriales y tilacoides del cloroplasto, no están presentes en el estroma de este orgánulo. Las bombas de Na^+/K^+ son proteínas transportadoras de la membrana plasmática que la mantienen polarizada. En cuanto a los carotenos no son proteínas, sino pigmentos lipídicos de naturaleza isoprenoide localizados en la membrana tilacoidal del cloroplasto.

48. Una tendencia evolutiva en los animales, que puede apreciarse en anélidos, artrópodos y cordados, ha sido la repetición seriada de unidades corporales a lo largo del eje longitudinal del organismo que afecta a estructuras internas y externas. A este proceso se le denomina:

a) Cefalización.
b) Simetría.
c) Celomización.
d) Gastrulación.
e) Metamerización.

Solución: e

La metamerización consiste en la diferenciación del cuerpo del animal en segmentos equivalentes dispuestos en serie lineal a lo largo del eje corporal. Aparece por primera vez en anélidos, filum en el que todos los segmentos corporales o metámeros son similares, pero la tendencia evolutiva ha sido fusionar los metámeros anteriores del tronco a la cabeza no segmentada. En vertebrados han surgido modificaciones diversas con pérdida de la metamería externa y reducción de la interna. Solo en algunos órganos –columna vertebral, músculos de peces…– se aprecia el origen metamérico. El metamerismo parece haberse producido dos veces en la historia evolutiva: en anélidos como adaptación al amadrigamiento y en cordados como adaptación a la natación ondulatoria.

Los otros términos recogidos en las respuestas aluden a características o procesos biológicos diferentes. La cefalización se refiere al agrupamiento de los órganos sensoriales y ganglios nerviosos en la parte anterior del animal. La simetría a la repetición de unidades a lo largo o alrededor de ejes o planos. El término celomización es inusual; podría hacer referencia a la formación del celoma, cavidad interna del mesodermo embrionario. La gastrulación es la etapa de formación de la gástrula a partir de la blástula durante el desarrollo embrionario.

49. Se pretende comparar la energía, contabilizada en número de ATP, necesaria para la síntesis de una molécula de gliceraldehído-3-P (G3P) en fotosíntesis con la que rinde la misma molécula en respiración aerobia. Suponga que para realizar el cálculo pudiera considerarse el mismo equivalente energético, tres ATP, para los coenzimas NADH y NADPH obtenidos o consumidos. El balance comparativo sería:

a) Se consume la misma cantidad de ATP en fotosíntesis que se produce en oxidación.
b) Se gastan al menos 10 ATP más de los que se producen.
c) Se producen al menos 12 ATP más de los que se consumen.
d) Se gastan de 2 a 4 ATP más de los que se producen.
e) Se gastan al menos 7 ATP más de los que se producen.

Solución: e

Síntesis de G3P:

La síntesis de gliceraldehído-3-P (G3P) en fotosíntesis se produce en el ciclo de Calvin. El CO_2 se fija sobre la ribulosa-1,5-difosfato formándose dos moléculas de ácido 3-fosfoglicérico, estas se fosforilan con gasto de 2 ATP a dos ácidos

1,3-difosfoglicérico, que se reducen con los electrones aportados por 2 NADPH, uno por molécula reducida, a dos de gliceraldehído-3-P. Para que un gliceraldehído-3-P salga del ciclo deben fijarse 3 CO_2 sobre la ribulosa-1,5-difosfato, lo que supondrá tres vueltas del ciclo. La ribulosa-1,5-difosfato se regenera con gasto de 1 ATP por cada CO_2 fijado.

Balance del ciclo de Calvin: deben contabilizarse tres vueltas.

– Consumo de ATP directo: 3 ATP/ciclo × 3 ciclos = 9 ATP

– Consumo de NADPH: 2 NADPH/ciclo × 3 ciclos = 6 NADPH × 3 ATP = 18 ATP

TOTAL = 27 ATP consumidos

Degradación aerobia de G3P:

El gliceraldehído-3-P es un intermediario de la glucólisis que completa esta ruta mediante su oxidación a ácido pirúvico, proceso en el que rinde 1 NADH y 2 ATP. El ácido pirúvico por descarboxilación oxidativa transfiere sus electrones al NAD^+ a la vez que se une a la CoA, formándose CO_2, NADH y acetil-CoA. Esta última molécula ingresa en el ciclo de Krebs, donde terminará de oxidarse con producción de 1 GTP, 3 NADH y 1 $FADH_2$. Todos los coenzimas reducidos ceden sus electrones en la cadena respiratoria mitocondrial que son aceptados finalmente por el O_2. En el transporte de electrones se obtienen 3 ATP por NADH y 2 ATP por $FADH_2$ que ingresan en la cadena respiratoria.

Balance de la respiración aerobia:

– Liberación de ATP directo: 2 ATP (glucólisis) + 1 GTP (ciclo de Krebs) = 3 ATP

– NADH liberados: 1 NADH (glucólisis) + 1 NADH (descarboxilación oxidativa pirúvico) + 3 NADH (ciclo de Krebs) = 5 NADH × 3 ATP = 15 ATP

– $FADH_2$ liberados: 1 $FADH_2$ (ciclo de Krebs) × 2 ATP = 2 ATP

TOTAL = 20 ATP liberados

El balance comparativo arroja 7 ATP más gastados en la síntesis de gliceraldehído-3-P que los generados en su oxidación. Debe entenderse el resultado como un ejercicio de cálculo teórico.

50. En abril de 2007 saltó a los medios de comunicación la noticia de un grupo científico argentino que había obtenido una vaca transgénica productora de leche rica en insulina humana. La técnica empleada podría basarse en que:

a) El gen humano de la insulina provisto del promotor de una proteína láctica de la vaca se inyecta en células mamarias de la vaca.

b) El gen humano de la insulina con su promotor se introduce en un cigoto de vaca.

c) El gen humano de la insulina provisto del promotor de una proteína láctica de la vaca se inyecta en un cigoto vacuno.

d) Un gen de una proteína láctica de la vaca se modifica en el cigoto añadiéndole el promotor de la insulina humana.

e) El gen de la insulina de la vaca se modifica genéticamente en un óvulo para que exprese insulina humana.

Solución: c

Un organismo es transgénico cuando todas sus células son portadoras de genes de otro ser vivo, para ello la modificación genética debe hacerse en el cigoto que originará dicho organismo. En el caso propuesto es el gen de la insulina humana el que ha de insertarse en un cigoto de vaca para constituir el transgénico. La expresión génica requiere de un promotor del gen, al que se unen los enzimas de la transcripción, pero como se desea que la proteína humana esté contenida en un producto concreto del transgénico, la leche en este caso, será necesario asociar el gen de la insulina al promotor de una proteína láctica. De esta manera la leche de la vaca contendrá, además de sus propias proteínas lácticas, la insulina deseada.

ANEXO

Código genético

	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

SEXTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 28 de marzo de 2008

1. En el año 2007 ganó la carrera de Indianápolis un coche utilizando como combustible únicamente bioetanol obtenido a partir del maíz. El uso de estos biocombustibles tiene ciertas desventajas como:

a) Liberar a la atmósfera la misma cantidad de CO_2 que utilizan las plantas en su crecimiento.

b) Los precios en alza hacen que los agricultores labren más suelo, y para ello deforestan grandes áreas.

c) Los cultivos requieren gran cantidad de pesticidas y abonos nitrogenados.

d) Las respuestas a) y c) son correctas.

e) Las respuestas b) y c) son correctas.

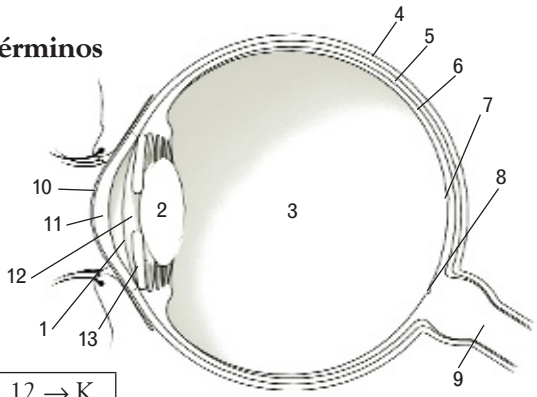
Solución: e

Existe gran controversia en la utilización de biocombustibles como carburantes en automoción. Con respecto a los tradicionales, estos combustibles presentan como principal ventaja un teórico balance cero en la emisión de CO_2, entendido este como la diferencia entre el CO_2 absorbido para la génesis de la biomasa que servirá de combustible y el devuelto de nuevo a la atmósfera tras su combustión. Otras ventajas atribuidas a este tipo de carburantes son la mayor independencia energética de los países que no disponen de combustibles fósiles y la creación de nuevos puestos de trabajo en zonas deprimidas.

Sin embargo, el cultivo de especies destinadas a su obtención –maíz, soja, caña de azúcar, girasol– requiere gran cantidad de pesticidas y abonos nitrogenados que causan graves deterioros medioambientales en la zona de producción: contaminación fluvial, eutrofización de aguas subterráneas, etc. Un incremento de la demanda de biocombustibles puede llevar a los agricultores a sustituir cultivos tradicionales por otros más rentables destinados a este fin, con la consiguiente pérdida de biodiversidad al desaparecer determinadas especies vegetales y los animales asociados. Además, podrían deforestarse áreas boscosas para incrementar las zonas de cultivo, lo que favorecería la erosión y la pérdida de suelo. El cultivo de los ecotonos, zonas de transición entre dos o más ecosistemas con enorme biodiversidad, desestabilizaría los ecosistemas y las relaciones entre especies.

2. Encuentra la relación correcta entre los términos del recuadro y los números del esquema:

A: pupila
B: esclerótica
C: humor vítreo
D: fóvea
E: cristalino
F: conjuntiva
G: nervio óptico
H: retina
I: punto ciego
J: humor acuoso
K: iris
L: coroides
M: córnea



a)	4 → L	5 → B	6 → H	10 → F	12 → K
b)	1 → J	3 → C	4 → H	8 → I	10 → M
c)	2 → E	5 → L	7 → D	11 → M	13 → K
d)	2 → J	3 → C	6 → H	8 → I	9 → G
e)	1 → C	4 → L	9 → G	11 → M	12 → A

Solución: c

La correspondencia entre los números del esquema y las estructuras oculares identificadas con letras es:

1 → **J: Humor acuoso**, sustancia líquida incolora.

2 → **E: Cristalino**, órgano transparente que actúa como lente biconvexa y modifica su curvatura para enfocar los objetos.

3 → **C: Humor vítreo**, sustancia viscosa que da consistencia al ojo.

4 → **B: Esclerótica**, capa blanca externa de la pared del globo ocular, que se hace transparente y abombada en la parte anterior formando la córnea.

5 → **L: Coroides**, capa media rica en melanina, que proporciona color negro. Está provista de abundantes vasos sanguíneos que aportan nutrientes al ojo.

6 → **H: Retina**, capa interna de la pared ocular que contiene los receptores visuales, conos y bastones.

7 → **D: Fóvea**, lugar de la retina con la máxima agudeza visual.

8 → **I: Punto ciego**, salida del nervio óptico que carece de receptores.

9 → **G: Nervio óptico**, conduce a la corteza cerebral impulsos nerviosos con información de las sensaciones visuales.

10 → **F: Conjuntiva**, membrana transparente de naturaleza mucosa que tapiza externamente el globo ocular.

11 → **M: Córnea**, membrana gruesa y transparente con propiedades refractantes que protege al iris y al cristalino.

12 → **A: Pupila**, orificio del iris por donde pasa la luz.

13 → **K: Iris**, membrana discoidal de color variable formada por tejido muscular liso que al contraerse modifica el diámetro de la pupila para regular la luminosidad.

3. Con respecto a la reproducción de las plantas angiospermas, plantas con flores típicas, es cierto que:

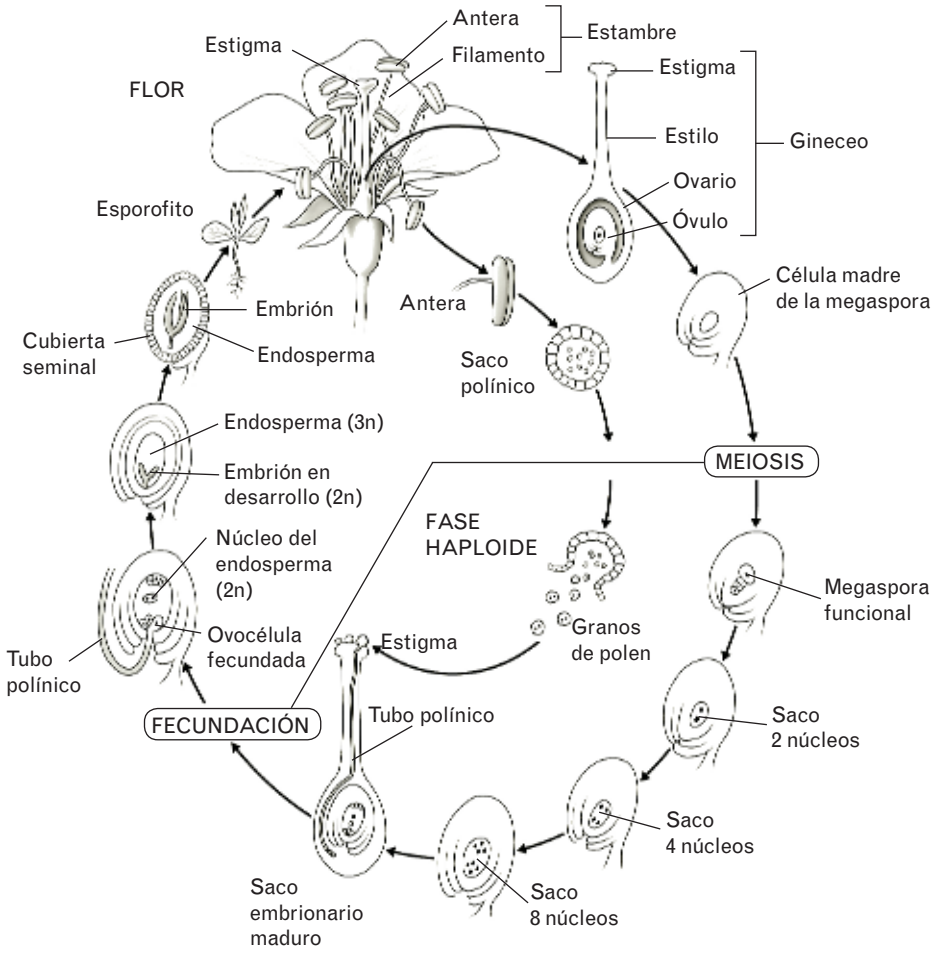
a) Los rizomas son tallos subterráneos relacionados con la reproducción asexual.
b) El grano de polen es el gameto masculino.
c) El óvulo tras la fecundación origina la semilla.
d) El embrión se forma tras la fecundación de la semilla.
e) Las respuestas a) y c) son verdaderas.

Solución: e

Las angiospermas se reproducen asexual y sexualmente. A partir de rizomas, bulbos, tubérculos, etc., puede originarse un nuevo individuo de forma asexual. Los rizomas, mencionados en la respuesta a), son tallos subterráneos cargados de sustancias de reserva que crecen horizontalmente y poseen yemas de las que se desarrollan nuevos organismos.

Los órganos sexuales de las angiospermas están contenidos en las flores, hermafroditas en su mayoría. Los estambres son los órganos sexuales masculinos

productores en sus anteras de los granos de polen, en su interior provistos de dos núcleos espermáticos o gametos masculinos. El ovario contiene los óvulos, cada uno portador de un gameto femenino u oosfera. Durante la reproducción sexual se produce una doble fecundación, por una parte la oosfera se une con uno de los núcleos espermáticos originando el cigoto que dará lugar al embrión, y por otra, dos núcleos secundarios presentes en el óvulo se unen al segundo gameto masculino formando los tejidos nutritivos, endosperma o albumen, que envuelven al embrión. Tras la fecundación el óvulo origina la semilla que contiene el embrión, y el ovario se transforma en un fruto portador de las semillas.



4. La mayoría de las personas utilizan al fregar agua caliente, con esto se consigue:

a) Evitar infecciones, ya que el agua caliente mata algunos de los microorganismos existentes.
b) Aumentar la fluidez de los lípidos, ya que poseen un punto de fusión bajo.
c) Desnaturalizar y solubilizar los polisacáridos.
d) Hidrolizar las proteínas, ya que así aumentan de volumen y se eliminan con facilidad.
e) Las respuestas b) y d) son ciertas.

Solución: b

Los lípidos, entre los que se incluyen las grasas, son un grupo heterogéneo de moléculas orgánicas que tienen en común su nula o escasa solubilidad en agua, por lo que es difícil eliminar sus restos al fregar solo con agua.

Por su punto de fusión, temperatura a la que pasan de estado sólido a líquido, las grasas se clasifican en **sebos**, sólidos a temperatura ambiente, **mantecas** semisólidas y **aceites** líquidos. El punto de fusión está en relación con su composición en ácidos grasos; por ejemplo, el ácido oleico del aceite de oliva tiene un punto de fusión de 13,4 °C y el ácido palmítico presente en carnes y mantequillas, de 63 °C. Al usar agua caliente, además del efecto de barrido por presión, se consigue fusionar parcialmente o aumentar la fluidez de las grasas, eliminándolas con mayor facilidad.

La exposición de los microorganismos a elevadas temperaturas es uno de los métodos físicos de esterilización más utilizado. La temperatura aplicada y el tiempo de exposición dependen de la resistencia del microorganismo; protozoos y hongos mueren al ser sometidos a 50-70 °C durante 5 o 10 minutos y la mayoría de las bacterias lo hacen entre 70-100 °C. Por tanto, el agua caliente de las casas (agua sanitaria) con temperaturas entre 40-60 °C, y un tiempo corto de acción tiene escasa capacidad bactericida o fungicida.

Las respuestas c) y d) mezclan conceptos: la desnaturalización se produce en proteínas y ácidos nucleicos por aumento de la temperatura, variación del pH, etc., y nunca en glúcidos.

La hidrólisis es una reacción química que rompe por incorporación de agua los enlaces de una molécula. En el caso de las proteínas afectaría a los enlaces peptídicos con liberación de péptidos y aminoácidos. Esta reacción no se produce por la mera presencia de agua aunque se eleve la temperatura, se precisa para ello enzimas hidrolíticos o moléculas agresivas, como ácidos o bases.

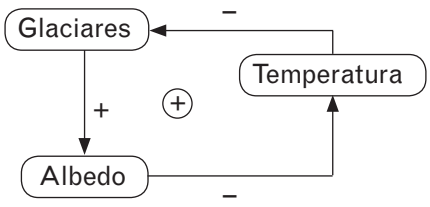
5. El albedo, energía reflejada por la Tierra, aumenta de valor en superficies blancas. La NASA realiza mediciones del albedo periódicamente y publica los datos en su web. En los últimos mapas se puede observar que el albedo está disminuyendo debido a:

a) El incremento de las superficies heladas.
b) La disminución del efecto invernadero y el crecimiento del «agujero» en la capa de ozono.
c) El aumento del efecto invernadero.
d) La modificación de las corrientes marinas, que aumentan el ozono troposférico.
e) Las respuestas a) y c) son ciertas.

Solución: c

El albedo es el porcentaje de radiación solar que reflejan la superficie terrestre y la atmósfera. En la Tierra su valor medio es del 30%, y varía en función del color de la superficie reflectora; cuanto más clara sea esta mayor será su albedo y, por tanto, al devolver más energía, favorece la disminución de su temperatura. En las superficies cubiertas por hielo o nieve, muy reflectoras, se da el siguiente bucle de retroalimentación positiva: al aumentar la superficie helada, se incre-

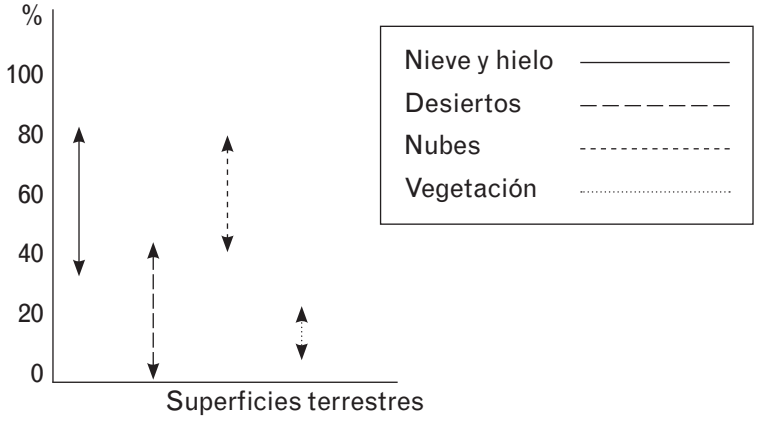
menta el albedo, que disminuye la temperatura y, por consiguiente, aumenta dicha superficie.



Sin embargo, el incremento del efecto invernadero tiene como consecuencia la subida de temperatura que provocará la disminución de la superficie glaciar, y por tanto el albedo. Se rompe el equilibrio del efecto invernadero y el albedo sobre la temperatura, por lo que esta aumentará aún más.

En cuanto a la respuesta a), no existe ninguna relación entre las corrientes marinas y el ozono troposférico.

La gráfica muestra el albedo de diferentes superficies del planeta:



6. De una determinada especie vegetal 2n = 30 se obtuvo una célula con 15 cromosomas. Podría tratarse de un/a:

a) Gameto.

b) Meiospora.

c) Célula somática con reducción a 15 cromosomas por mutación génica.

d) Célula germinal en profase I meiótica.

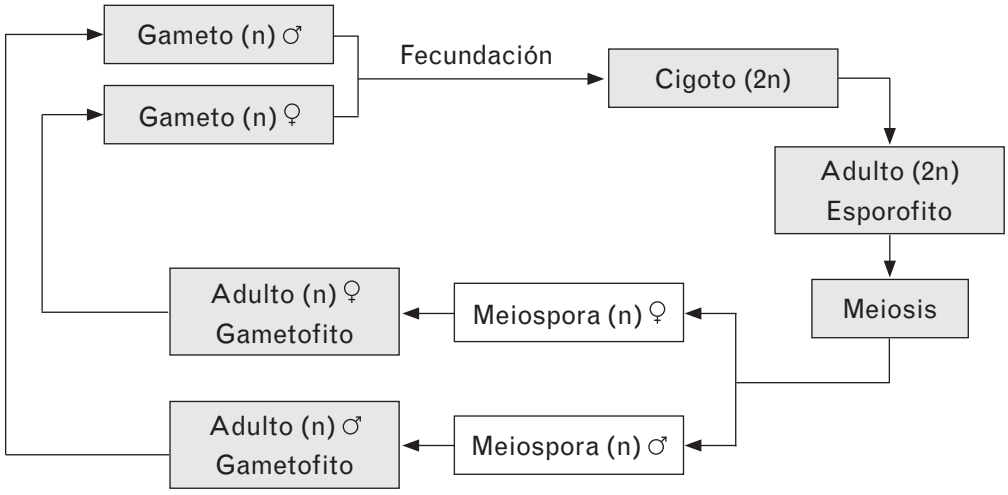
e) Las respuestas a) y b) son ciertas.

Solución: e

La dotación cromosómica de la célula en cuestión, 15 cromosomas, es la mitad que la de las células diploides de la especie, 30 cromosomas, será en consecuencia una célula haploide. En algún momento del ciclo vital de estos organismos ha de producirse un proceso meiótico. Al ser la propuesta una especie

vegetal, su ciclo es diplohaplonte con meiosis esporogénica, caracterizada esta por producir esporas haploides –meiosporas– que al germinar originan individuos haploides –gametofitos–. Los gametofitos se reproducen sexualmente con formación de gametos haploides por mitosis. La fusión de los gametos origina un cigoto diploide del que, tras su desarrollo, resulta un adulto diploide –esporofito– productor de esporas meióticas haploides.

Las mutaciones génicas no afectan al número de cromosomas de las células, como se proponen en c). En cuanto a la afirmación de la respuesta d), la reducción cromosómica 2n a n tiene lugar en la anafase I meiótica.



7. Relaciona los elementos de la primera columna con los procesos de la nutrición en los que intervienen, recogidos en la segunda. Ten en cuenta que alguna estructura puede intervenir en más de un proceso, o no intervenir en ninguno:

A: Xilema	1: Transporte
B: Hidrolinfa	2: Absorción
C: Raíz	3: Intercambio de gases
D: Capilar	4: Ingestión
E: Estomas	5: Transpiración
F: Asa de Henle	6: Reabsorción

a)	A → 1	C → 4	E → 3 y 4	F → 1
b)	B → 1	C → 6	D → 1	E → 2 y 3
c)	A → 2	B → 1 y 4	E → 2 y 5	F → 1
d)	A → 1	B → 1	C → 1, 2 y 3	E → 3 y 5
e)	C → 1 y 4	D → 1, 3 y 5	E → 2, 3 y 5	F → 6

Solución: d

La relación entre los órganos de la primera columna y los procesos nutritivos recogidos en la segunda es la siguiente:

A→ 1: Xilema → transporte.

El xilema es el tejido conductor de la savia bruta en plantas vasculares.

B→ 1: Hidrolinfa → transporte.

El líquido circulatorio de equinodermos, la hidrolinfa, no transporta gases respiratorios pero sí distribuye los nutrientes.

C→ 1, 2: Raíz → transporte, absorción.

La raíz absorbe agua y sales minerales del suelo por los pelos absorbentes y los transporta hasta los tejidos vasculares (xilema) desde donde se distribuyen al resto de la planta.

D→ 1, 2, 3, 6: Capilar → transporte, absorción, intercambio de gases y reabsorción.

Los vasos circulatorios de calibre fino o capilares realizan los intercambios de sustancias entre el medio o las células y el líquido circulatorio. Intervienen en la absorción de nutrientes, el intercambio de gases, la reabsorción renal, etc., además de contener el líquido circulatorio de transporte.

E→ 3, 5: Estoma → intercambio de gases y transpiración.

Los estomas son estructuras de las hojas provistas de un orificio de apertura y cierre regulado por el que se intercambian gases con el medio externo y se pierde agua por transpiración.

F→ 1, 6: Asa de Henle → transporte y reabsorción.

El asa de Henle es un túbulo de las nefronas renales que transporta la orina primitiva y reabsorbe sustancias útiles hacia la sangre.

8. Los virus son microorganismos que causan enfermedades a animales, plantas y bacterias. Una de las siguientes características no es propia de los virus:

a) No se destruyen mediante antibióticos.
b) Solo son visibles al microscopio electrónico.
c) Algunos son parásitos y otros tienen vida libre.
d) No tienen estructura celular.
e) Se reproducen en el interior de una célula.

Solución: c

Todas las afirmaciones recogidas en las respuestas son características que definen a los virus, excepto que tengan vida libre. Los virus, al carecer de estructura celular, no disponen de la maquinaria metabólica necesaria para su nutrición y reproducción. Requieren de una célula viva para autoperpetuarse, por tanto todos son parásitos intracelulares obligados. Su pequeño tamaño, no mayor de 100 Å, hace necesario el microscopio electrónico para su observación. Los antibióticos no afectan a la estructura vírica, que consta básicamente de un ácido nucleico rodeado de una cápsida proteica.

9. Las células autótrofas gastan energía química almacenada para realizar muchas de sus funciones. De los procesos mencionados a continuación, en el caso de las células autótrofas quimiosintéticas es falso que gasten energía almacenada en:

a) Formar estructuras.
b) Realizar quimiosíntesis.
c) Aumentar de tamaño.
d) Obtener nutrientes.
e) Responder a estímulos del medio.

Solución: b

Todos los seres vivos utilizan la energía química almacenada en forma de materia orgánica en sus funciones vitales: desarrollo y crecimiento, reproducción, relación, búsqueda y obtención de nutrientes en contra de gradiente, etc. La diferencia entre seres vivos con distinta modalidad de nutrición es el origen de la materia orgánica. Los autótrofos quimiosintéticos transfieren la energía que obtienen de reacciones químicas que provocan en el medio a la materia inorgánica transformándola en materia orgánica. En consecuencia, por quimiosíntesis se obtiene, no se gasta, energía química para la célula en forma de materia orgánica que puede almacenarse.

10. En una excursión a la sierra de Madrid encuentras un animal de cuerpo cilíndrico, con metamería y aparato circulatorio cerrado. Lo clasificarías en el grupo de los:

a) Nematodos.
b) Platelmintos.
c) Moluscos.
d) Anélidos.
e) Cnidarios.

Solución: d

Solo al filum Anélidos, con la lombriz de tierra como representante más conocido, le corresponden las tres características anatómicas mencionadas. Aunque el cuerpo cilíndrico es un rasgo compartido con el filum Nematodos –*Ascaris* y otros gusanos cilíndricos–, este grupo no presenta la metamería, repetición de segmentos corporales, propia de anélidos y cordados. El único filum invertebrado que posee aparato circulatorio cerrado es precisamente el de los anélidos. Los platelmintos –*Tenia* y otros gusanos planos–, los moluscos –bivalvos, gasterópodos y cefalópodos– y los cnidarios –pólipos y medusas– no cumplen ninguna de las tres características del animal encontrado, a excepción de cefalópodos cuyo aparato circulatorio es cerrado.

Platelminto

Anélido

Nematodo

Molusco

Cnidario

11. Uno de los mayores descubrimientos del siglo XX fue la estructura molecular de los ácidos nucleicos y su importancia en la transferencia de información en los seres vivos. Este hallazgo fue llevado a cabo por:

a) Mendel.
b) Lynn Margulis.
c) Severo Ochoa.
d) Scheleiden y Schwann.
e) Watson y Crick.

Solución: e

James Watson y Francis Crick, basándose en estudios previos, entre ellos fotografías de difracción de rayos X realizadas por Rosalind Franklin, propusieron en 1953 el modelo en doble hélice para la estructura tridimensional del ADN. El modelo propone una doble hélice formada por dos cadenas antiparalelas de nucleótidos con sus bases nitrogenadas complementarias enfrentadas y unidas por puentes de hidrógeno.

Al resto de científicos mencionados en las soluciones se deben importantes y numerosas aportaciones a la ciencia:

La bióloga Lynn Margulis, además de trabajos sobre clasificación de los seres vivos, teoría Gaia, reproducción sexual en bacterias y otros, es autora de la teoría endosimbiótica sobre el origen de la célula eucariota.

Severo Ochoa fue premio Nobel en 1959 por sus descubrimientos sobre los mecanismos de la síntesis biológica del ácido ribonucleico (ARN) y del ácido desoxirribonucleico (ADN). Destacó también en trabajos con enzimas metabólicas pertenecientes al ciclo de Krebs y en el descifrado del código genético.

En 1838 Scheleiden (botánico) y Schwann (zoólogo), al realizar estudios paralelos e independientes, llegaron a la misma conclusión, la célula es la unidad anatómica y funcional de todos los seres vivos. Se les considera los padres de la teoría celular.

Mendel publicó en 1866 *Ensayos sobre híbridos en vegetales*, donde describió las leyes que rigen la herencia genética.

12. Tras la digestión se encuentran en el intestino delgado distintos nutrientes, que deben llegar a la célula a través de la circulación. Para ello recorren el siguiente camino:

a) Glucosa: capilares sanguíneos intestinales → vena porta → hígado → arteria suprahepática → circulación mayor.
b) Ácidos grasos: capilares linfáticos intestinales→ venas linfáticas → vena subclavia izquierda → vena cava superior → corazón → circulación pulmonar → corazón → circulación mayor.
c) Aminoácidos: capilares linfáticos intestinales→ vena porta → hígado → vena hepática→ vena cava inferior → corazón → circulación pulmonar → corazón → circulación mayor.
d) Fructosa: capilares sanguíneos intestinales → vena porta → hígado → vena suprahepática → vena cava superior → corazón → circulación mayor.
e) Todas las respuestas anteriores contienen errores.

Solución: b

Los ácidos grasos son absorbidos por los enterocitos intestinales donde forman de nuevo grasas que se transportan por vía linfática hasta la vena subclavia izquierda evitando de este modo su paso por el hígado. Desde la subclavia la linfa intestinal se incorpora a la circulación sanguínea para su distribución celular. El resto de los nutrientes absorbidos en el intestino difunde directamente a los capilares sanguíneos desde los enterocitos, y llegan al hígado por la vena porta, motivo por el que es errónea la respuesta c). Del hígado parte hacia el corazón la vena suprahepática y no la arteria del mismo nombre, error contenido en la respuesta a). A su vez, la vena suprahepática desemboca en la vena cava inferior y no en la cava superior como se propone en d).

13. Al comparar el desarrollo embrionario de un pez, un anfibio, un ave y un ser humano se observa que:

a) En los estadios tempranos de su desarrollo los embriones son muy similares pero en los últimos divergen considerablemente.
b) No guardan ninguna relación desde el inicio del desarrollo.
c) El estadio embrionario final de un animal refleja su historia evolutiva.
d) En todos los estadios existe similitud entre los animales mencionados.
e) La semejanza aumenta al avanzar el desarrollo embrionario.

Solución: a

Muchas ciencias, la paleontología, la anatomía comparada, la biogeografía, la bioquímica y la embriología han aportado importantes datos y pruebas para demostrar e interpretar la teoría de la evolución propuesta por Darwin y Wallace.

Las pruebas embriológicas se basan en el estudio comparado del desarrollo embrionario de los animales. Revelan, que en las fases o estadios tempranos de su desarrollo los embriones de diferentes vertebrados presentan muchas semejanzas (arcos branquiales, cola, etc.) que van desapareciendo en fases más avanzadas. La persistencia de similitudes entre embriones de ciertas especies indica mayor grado de parentesco entre ellos respecto a aquellos que divergen en etapas anteriores. La opción c) no es correcta, ya que es durante todo el proceso embrionario, y no solo en la última fase, donde se refleja la historia evolutiva del animal.

14. La datación de fósiles requiere el empleo combinado de métodos, tales como los basados en las propiedades de los estratos, su disposición relativa, y:

a) Granoselección.
b) Principio de superposición de estratos.
c) Isótopos radiactivos.
d) Fósiles guía.
e) Todas las respuestas son verdaderas.

Solución: e

Todos los citados son utilizados como métodos de datación. Existen técnicas que permiten determinar con exactitud la edad de un fósil, por ejemplo, el empleo de isótopos radiactivos. Los isótopos son átomos del mismo elemento con igual número de protones pero distinto de neutrones. Se puede calcular la edad de un fósil por el tiempo medio de desintegración de un elemento radiactivo en su isótopo; por ejemplo, el carbono 14 tarda 5730 años en transformarse en carbono 12; por tanto, al medir en el fósil las proporciones de ambos isótopos se determina su edad exacta.

Otros métodos que permiten aproximarse de manera indirecta a la edad de los fósiles se basan en el orden de los acontecimientos geológicos acaecidos en una región. El principio de superposición de estratos indica que los estratos más modernos se sitúan encima de los más antiguos. La presencia en ellos de fósiles guía, restos de organismos con evolución rápida que vivieron en una época determinada y poblaron grandes extensiones del planeta, sirve para determinar las condiciones ambientales y la época en la que se formó un estrato concreto. Algunos fósiles guía son *Ammonites*, *Belemnites*, *Trilobites*, etc.

La granoselección hace referencia a la disposición gravitatoria de los sedimentos según su tamaño y densidad. A través de las variaciones de esta disposición, aporta datos de la edad relativa de los estratos y los restos de organismos contenidos en ellos.

15. Una de las aplicaciones que se derivan de los avances en el conocimiento de la genética es:

a) Estudio evolutivo de las especies.
b) Gestión de especies en peligro de extinción.
c) Resolución de delitos por la policía científica.
d) Producción de alimentos transgénicos.
e) Todas las respuestas son verdaderas.

Solución: e

El descubrimiento de la estructura en doble hélice del ADN sentó las bases de la genética molecular. Los avances en genética han permitido conocer nuevos aspectos sobre los mecanismos biológicos, como la influencia de mutaciones en la evolución de los seres vivos, el origen de enfermedades hereditarias, la posición de los genes en los cromosomas y la posibilidad de manipular los genes con las nuevas técnicas de ingeniería genética: ADN recombinante, PCR, mutaciones dirigidas, etc., que tienen enormes aplicaciones científicas en medicina, farmacología, ganadería, agricultura y otros campos.

El estudio evolutivo de especies puede hacerse con la técnica de hibridación: se separan las cadenas de ADN de las especies comparadas y, tras ponerlos en contacto, se calcula el porcentaje de hibridación (apareamiento intercatenario) que determina el grado de parentesco entre ellas. Esta misma técnica es utilizada asiduamente por la policía científica para identificar personas desaparecidas, esclarecer delitos, demandas de paternidad, etc.

En la gestión de especies en peligro de extinción se utilizan métodos de reproducción artificial en laboratorio, se conservan materiales génicos por criocongelación para su posible utilización en terapia génica o mejorar genéticamente las fuentes alimentarias.

Los organismos transgénicos son aquellos a los que se introduce un gen procedente de otro ser vivo con el objetivo de obtener variedades agrícolas y ganaderas con características de interés –resistencia a plagas, mayor eficacia fotosintética, retraso de la maduración de frutos, mejorar sus productos y producir determinadas sustancias –fármacos, vacunas–.

16. En los últimos años la Comisión Antidopaje ha denunciado a varios deportistas por la administración de EPO (eritropoyetina); esta hormona produce:

a) Un aumento del número de glóbulos rojos.

b) Un aumento del tamaño de los glóbulos rojos.

c) Mayor resistencia en ejercicios anaeróbicos.

d) Menor resistencia en ejercicios aeróbicos.

e) Las respuestas a) y d) son verdaderas.

Solución: a

La eritropoyetina o EPO es una hormona producida principalmente en los riñones y en el hígado que estimula la formación, no el aumento de tamaño de los glóbulos rojos, células que transportan los gases en sangre. El uso de EPO en el deporte se considera dopaje al aumentar el hematocrito, porcentaje de hematíes en sangre, lo que permite mayor aporte de oxígeno a los tejidos y en consecuencia el incremento del rendimiento del deportista en actividades aeróbicas y de resistencia muscular, a la vez que se retrasa la aparición de fatiga.

La diferencia entre ejercicio aeróbico y anaeróbico radica en el proceso de obtención de energía por el organismo; en presencia de oxígeno se desarrolla el metabolismo aeróbico por respiración, y en su ausencia, el metabolismo anaeróbico fermentativo. En todo ejercicio físico intervienen ambos procesos aunque predomina uno u otro en función de la intensidad y duración del mismo. El ejercicio aeróbico es de baja o media intensidad y larga duración; los músculos obtienen la energía de la oxidación de glúcidos y grasas por respiración celular (senderismo, correr, nadar, etc.). El ejercicio anaeróbico es de alta intensidad y corta duración, los músculos utilizan reservas de ATP y degradan la glucosa por vía fermentativa (musculación, carrera de velocidad, etc.).

17. Las especies exóticas invasoras constituyen, tras la destrucción de los hábitats, el segundo factor de riesgo de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas. De las siguientes especies, solo una no es invasora en la Península Ibérica:

a) Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).

b) Visón americano (*Mustela vison*).

c) Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*).

d) Nutria (*Lutra lutra*).

e) Cotorra (*Myiopsitta monachus*).

Solución: d

Las especies invasoras son organismos introducidos por el ser humano, de forma voluntaria o accidental, fuera de su área de distribución natural que han conseguido establecerse y dispersarse en la nueva región, donde compiten e incluso llegan a desplazar a las especies autóctonas. Además producen cambios importantes en la composición, en la estructura o en los procesos de los ecosistemas, a los que son más susceptibles los hábitats alterados o degradados. El control y la erradicación de estas especies son muy costosos y no siempre posibles.

La única especie autóctona entre las propuestas es la nutria, un mamífero carnívoro propio de ecosistemas acuáticos continentales de agua limpia y vegetación espesa.

El mejillón cebra es un molusco bivalvo no comestible de agua dulce, resistente también a las aguas salobres, que se caracteriza por su rápida propagación. Su expansión desde los mares Negro y Caspio, principalmente al Delta del Ebro, está provocando graves impactos ecológicos y económicos: disminuye el fitoplancton, altera la composición de los fondos, afecta a las especies presentes en los ríos –destaca su efecto adverso sobre los bivalvos autóctonos en peligro de extinción–. También daña las construcciones hidráulicas y ocasiona graves pérdidas económicas.

El visón americano, carnívoro de mayor tamaño y más agresivo que el europeo, fue introducido con fines peleteros y, tras escaparse de las granjas de cría, ha desplazado al visón autóctono por su facilidad de adaptación a todo tipo de hábitats y alimentos: peces, cangrejos, aves acuáticas y pequeños mamíferos que ven amenazada su supervivencia.

Procedente de la cuenca del Amazonas, el jacinto de agua fue introducido como planta ornamental en estanques y actualmente es una de las plantas acuáticas más dañinas del mundo. Por su rápido crecimiento bloquea las vías fluviales restringiendo el tráfico de barcos, la producción de electricidad, el uso recreativo y la pesca. Además impide la entrada de luz y oxígeno en la columna de agua, reduciendo la diversidad biológica en los ecosistemas acuáticos.

La cotorra es un ave originaria de Sudamérica aclimatada principalmente a parques y jardines urbanos, donde se está convirtiendo en plaga por la falta de depredadores naturales y su gran capacidad colonizadora.

18. Dado que el hielo flota en el agua líquida, es posible la vida dentro de un lago helado. Indica qué ocurre en el agua si disminuye su temperatura por debajo de 4 ºC (↑ significa aumenta; ↓ disminuye):

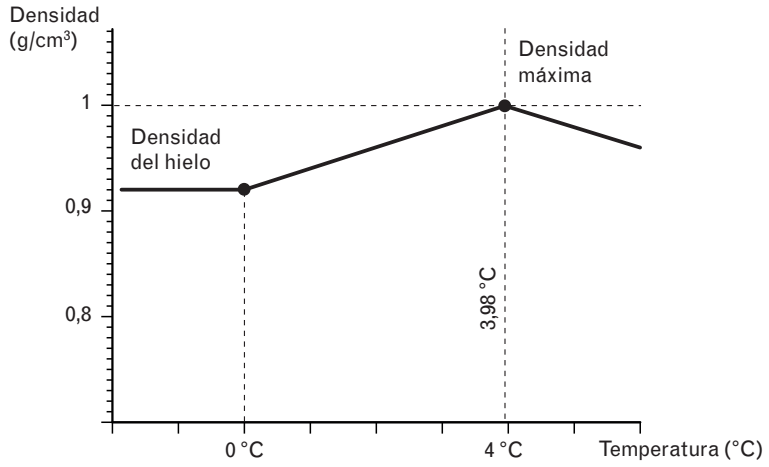
a) ↑ volumen ↓ densidad
b) ↓ volumen ↓ densidad
c) ↑ volumen ↑ densidad
d) ↓ volumen ↑ densidad
e) volumen constante ↑ densidad

Solución: a

De manera general los cuerpos se dilatan cuando al absorber calor aumentan de temperatura y se contraen al enfriarse disminuyendo de volumen. El agua se comporta de la misma manera, disminuye su volumen al enfriarse, pero cuando alcanza una temperatura de unos 4 °C deja de contraerse y comienza una dilatación que continúa hasta alcanzar el punto de congelación a 0 °C. Esta propiedad es conocida como **dilatación anómala del agua** y es el motivo de que el hielo sea menos denso que el agua líquida.

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo ($d = m / V$); por ello, un aumento de volumen disminuye la densidad. A una temperatura aproximada de 4 °C el agua alcanza su densidad máxima (1 g/cm^3), por encima y por debajo de esta temperatura la densidad disminuye. Al hielo le corresponde un valor de 0,92 g/cm^3.

La dilatación anómala del agua es trascendental para la supervivencia de los organismos en ecosistemas acuáticos de climas fríos. Al descender la temperatura hasta 0 °C el agua se congela pero, por ser el hielo menos denso, queda flotando en la superficie y constituye una capa aislante que protege de los efectos térmicos del exterior al agua líquida que queda debajo. Gracias a ello puede continuar la vida acuática en estas regiones.



19. En relación con el ciclo del nitrógeno, indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

a) El nitrógeno atmosférico, en forma de gas nitrato, solo puede ser aprovechado por algunas bacterias, que lo transforman en NH_3.

b) El NO_2^- es transformado en amoniaco por la acción quimiosintética de bacterias nitrificantes.

c) El N_2 puede ser utilizado directamente por las plantas para formar compuestos nitrogenados como proteínas y ácidos nucleicos.

d) El nitrógeno regresa al suelo, como nitritos, con los desechos y cadáveres de los organismos vivos.

e) En el suelo, el nitrógeno puede ser transformado por las bacterias quimiosintéticas en nitratos que, a su vez, pueden ser reutilizados por los organismos autótrofos.

Solución: e

La atmósfera es el reservorio del nitrógeno terrestre donde se encuentra en forma de N_2, gas inerte inaccesible para la mayoría de los seres vivos. La movilización a otros sistemas terrestres depende de su fijación atmosférica y biótica hacia nitratos (NO_3^-) o amoniaco (NH_3) que pueden ser utilizados por los organismos autótrofos fotosintéticos.

La fijación atmosférica del N_2 se consigue con la energía aportada por tormentas eléctricas y otras radiaciones que provocan su reacción con el oxígeno, originando óxidos de nitrógeno. Estos reaccionan con el vapor de agua formando ácido nítrico que, arrastrado por las precipitaciones al suelo, aporta los nitratos asimilables por las plantas.

$$N_2 + O_2 \rightarrow NO_x$$
$$NO_x + H_2O \rightarrow HNO_3$$

El N_2 atmosférico es fijado bióticamente por microorganismos de vida libre (*Azotobacter* y cianobacterias) o simbióticos (*Rhizobium*) que lo reducen a amoniaco y lo asimilan, ellos mismos o la planta simbiótica, incorporándolo a proteínas y otros compuestos orgánicos nitrogenados.

$$N_2 \rightarrow NH_3$$

Otros procesos de nitrificación del suelo son llevados a cabo por bacterias quimiolitótrofas, *Nitrosomonas* oxida el amoniaco (NH_3) procedente de materia orgánica en descomposición a nitritos (NO_2^-), proceso de nitrosación, y *Nitrobacter* oxida estos nitritos a nitratos, proceso de nitratación.

$$NH_3 \xrightarrow[\text{Nitrosación}]{\textit{Nitrosomas}} NO_2^- \xrightarrow[\text{Nitratación}]{\textit{Nitrobacter}} NO_3^-$$

Los tres procesos anteriores enriquecen el suelo en nitratos, que suelen ser un factor limitante en el desarrollo de muchos ecosistemas. Sin embargo, *Pseudomonas* y otras bacterias desnitrificantes devuelven a la atmósfera N_2 en un proceso que empobrece el suelo por desnitrificación.

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_x \rightarrow N_2$$

20. Durante la pubertad aumentan los niveles de hormonas sexuales, algunas glándulas se vuelven más activas y provocan un aumento en la producción de grasa, que pueden taponar el folículo piloso y favorecer la aparición de acné. Las hormonas y glándulas implicadas son:

a) Estrógenos y sudoríparas.
b) Andrógenos y sebáceas.
c) Estrógenos y mucosas.
d) Andrógenos y sudoríparas.
e) Todas son verdaderas.

Solución: b

El acné es una afección cutánea multifactorial que aparece sobre todo en la cara, espalda y pecho, haciendo que el folículo sebáceo se tapone y se inflame por la presencia de bacterias (*Propionibacterium acnes* y *Staphylococcus aureus*).

En la pubertad, cuando las hormonas sexuales masculinas –andrógenos– aumentan su producción, tanto en chicos como en chicas, provocan que las glándulas sebáceas de la piel se vuelvan más activas. El incremento de la producción de sebo facilita la aparición del acné, que puede verse favorecido por una dieta inadecuada con alto porcentaje de lípidos, falta de higiene, estrés o ansiedad y alergias.

21. Para la síntesis de proteínas en las células eucariotas es necesaria una secuencia cronológica de procesos que ocurren en distintos orgánulos:

a) Duplicación en el núcleo → Transcripción en el núcleo → Traducción en ribosomas.
b) Duplicación en el núcleo → Transcripción en el citoplasma → Traducción en ribosomas.
c) Transcripción en el núcleo → Traducción en ribosomas.
d) Transcripción en el núcleo → Duplicación en el núcleo → Traducción en ribosomas.
e) Transcripción en el citoplasma → Traducción en ribosomas.

Solución: c

El ADN nuclear, portador de la información genética, debe duplicarse antes de la división celular en un proceso conocido como **replicación**, que tiene lugar en el núcleo eucariota, y del que se obtienen dos copias iguales de ADN con el fin de transmitirlo a las células hijas. Así la información genética se hereda sin cambios de generación en generación. La replicación es independiente de la expresión de la información que contiene el ADN en sus genes. Por su parte, la expresión genética requiere dos procesos: la **transcripción**, copia de la información de un gen en una molécula de ARNm, se produce en el núcleo de células eucariotas por estar allí confinado el ADN, y la **traducción**, síntesis de proteínas, en los ribosomas del citoplasma a partir de la lectura del ARNm transcrito.

22. La primera ley de Mendel dejaría de cumplirse si:

a) Existen más de dos alelos posibles para un carácter.
b) Los alelos tienen la misma fuerza de expresión.
c) Existen varios genes que controlan ese carácter.
d) Los parentales no fueran homocigóticos.
e) Todas las respuestas son ciertas.

Solución: e

Primera ley de Mendel o ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial: los individuos de la primera generación (F_1) resultantes del cruzamiento entre dos variedades de raza pura (homocigotos) son iguales entre sí y a un parental respecto al carácter en estudio.

La ley solo se cumple si se trata de alelos dominantes y recesivos, y deja de cumplirse si existen más de dos alelos para el mismo carácter (por ejemplo, alelos A, B y O del sistema ABO sanguíneo), si hay varios genes que controlan ese carácter, si los alelos presentan codominancia o si los parentales no son homocigotos, ya que en la F_1 aparecería más de un genotipo y fenotipo.

A > a

P AA ——— aa

Gametos posibles A a

F1

100 % Aa

100 % Fenotipo dominante

23. La fecundación en los mamíferos euterios se produce en:

a) La placenta.

b) El útero.

c) La trompa de Falopio.

d) La vagina.

e) El ovario.

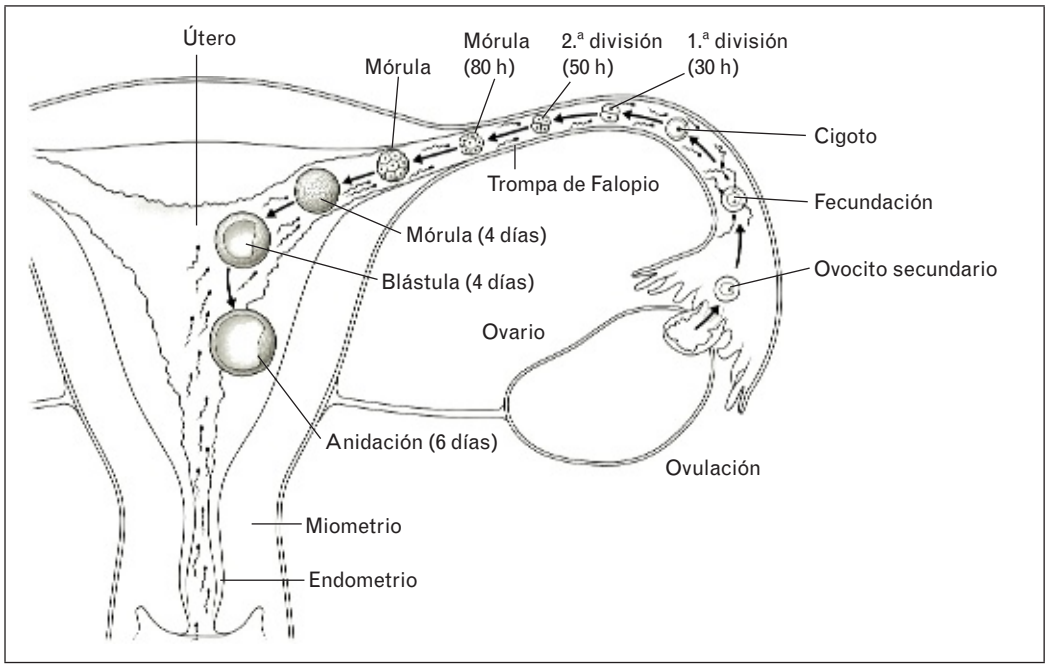
Solución: c

Los **euterios** o mamíferos placentarios son vivíparos con desarrollo embrionario completo en el útero, reciben el alimento de la madre a través de la placenta.

Su fecundación, unión de los gametos masculino y femenino, es interna como en todos los mamíferos. Los espermatozoides son introducidos en el cuerpo de la hembra durante la cópula mediante el acoplamiento de los órganos copuladores, el pene del macho y la vagina de la hembra. Desde la vagina, los espermatozoides se desplazan por movimiento flagelar al útero desde donde acceden a las trompas de Falopio.

Los óvulos se producen en los folículos del ovario, al ser expulsados en la ovulación son recogidos por las trompas de Falopio. Es en ellas donde se encuentran óvulo y espermatozoides y donde se produce la fecundación.

Tras la fecundación se forma el cigoto, que iniciará inmediatamente el desarrollo embrionario, a la vez que avanza por las trompas hacia el útero impulsado por el movimiento ciliar del epitelio. A los pocos días el embrión se implanta en el útero, anidación. Allí se desarrolla y forma con participación de tejido materno la placenta, órgano mixto materno-fetal a través del cual se producen los intercambios de nutrientes, gases respiratorios y sustancias de desecho entre la madre y el feto.



24. Los elementos químicos mayoritarios en los seres vivos difieren de los que lo son en la superficie terrestre y en el universo. Es cierto que los dos más abundantes son:

a) H y Ca en los seres vivos.
b) H y He en el universo.
c) C y O en la corteza terrestre.
d) O y Si en el universo.
e) N y O en los seres vivos.

Solución: b

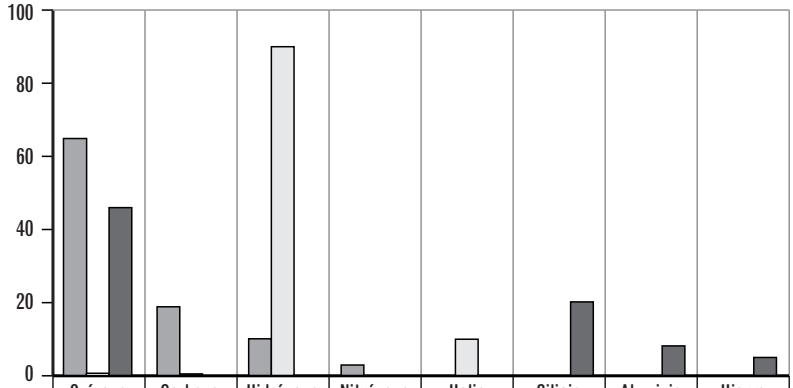
Los elementos mayoritarios del universo, hidrógeno (90 %) y helio (8 %), son los de menor masa atómica, fueron producidos en las reacciones de fusión nuclear que ocurrieron supuestamente poco tiempo después del Big Bang.

En la corteza terrestre son oxígeno (46 %) y silicio (28 %) los elementos químicos más abundantes, ambos se encuentran combinados formando parte de silicatos.

Los átomos de oxígeno (65 %) y carbono (19 %) son los mayoritarios en los seres vivos. El carbono constituye la estructura de las moléculas orgánicas y el oxígeno forma parte del agua y de otras moléculas inorgánicas, además de componer numerosos grupos funcionales en las moléculas orgánicas. El nitrógeno, aunque bioelemento primario, siempre participa en cantidades mucho menores (3 %).

En la tabla y en la gráfica puede observarse la abundancia relativa de algunos elementos químicos en los seres vivos, el universo y la corteza terrestre.

Seres vivos	Universo	Corteza terrestre
Oxígeno 65 %	Hidrógeno 90 %	Oxígeno 46 %
Carbono 19 %	Helio 8 %	Silicio 28 %
Hidrógeno 10 %	Oxígeno 0,8 %	Aluminio 8 %
Nitrógeno 3 %	Carbono 0,4 %	Hierro 5 %



	Oxígeno	Carbono	Hidrógeno	Nitrógeno	Helio	Silicio	Aluminio	Hierro
Seres vivos	65	19	10	3				
Universo	0,8	0,4	90		10			
Corteza terrestre	46					28	8	5

25. En relación con el modelo evolutivo del equilibrio puntuado, es cierto que:

a) Discute el carácter gradual del cambio evolutivo, sin negar la uniformidad de su ritmo.

b) Sostiene que las nuevas especies se mantienen estables, en equilibrio, a lo largo de su existencia.

c) El cambio evolutivo se produce por lentos procesos de especiación.

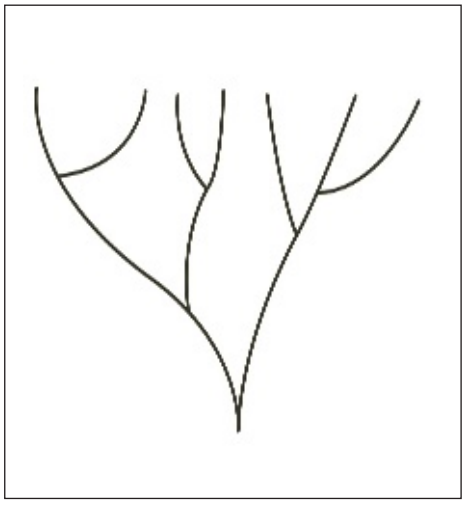
d) La especiación se produciría sobre todo en situaciones de crisis, en poblaciones distribuidas en regiones amplias y con un número elevado de individuos.

e) Defiende que el registro fósil es completo como consecuencia directa del modo en que las especies evolucionan.

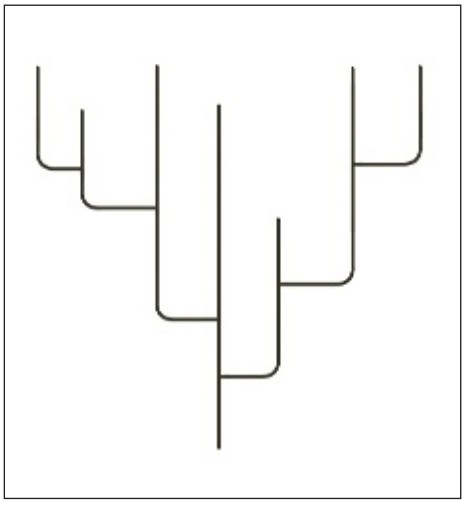
Solución: e

Hacia los años setenta del siglo XX, la única teoría aceptada para explicar el mecanismo evolutivo era la teoría neodarwinista o sintética, pero nuevos descubrimientos en biología molecular y en paleontología propiciaron otras alternativas para explicar el proceso. Una de ellas, propuesta en 1972 por los paleontólogos S. J. Gould y N. Eldredge, es la teoría del equilibrio puntuado, la cual entra en contradicción en algunos aspectos con la teoría neodarwinista. El puntualismo defiende que el registro fósil es completo y muestra con fidelidad lo ocurrido en la evolución. Estos autores no discuten el carácter gradual del cambio evolutivo, sino que niegan la uniformidad de su ritmo; coinciden con los neodarwinistas en una evolución

gradual, lenta y continua, microevolución de la especie, en periodos de calma o estasis. Lo específico de la teoría tiene que ver con el tiempo en que se produce la especiación. Propone que aunque la mayor parte del tiempo una especie es estable o con cambios menores, estasis, el gran cambio evolutivo se produce en el proceso de especiación, que sería una revolución genética –mutaciones en genes reguladores que controlan la expresión de otros genes– en poblaciones con número reducido de individuos y breve en términos de tiempo geológico.



Neodarwinismo



Equilibrio puntuado

1. En marzo de 2008, en una hipotética área geográfica de factores abióticos homogéneos y sin barreras físicas, se encontraron los siguientes seres vivos:

- **Pinos: 1 650 (*Pinus sylvestris*: 1 100; *Pinus nigra*: 550).**
- **Rosales silvestres: 125 (*Rosa canina*).**
- **Helechos: 70 (*Pteridium aquilinum*: 10; *Dryopteris filix-mas*: 60).**
- **Níscalos: 50 (*Lactarius deliciosus*).**
- **Ardillas comunes: 40 (*Sciurus vulgaris*).**
- **Búhos chicos: 6 (*Asio otus*).**
- **Picos picapinos: 17 (*Dendrocopus major*).**
- **Hormigas: 8 142 (*Formica rufa*: 5 500; *Lasius niger*: 2 642).**
- **Mariposa nocturna del pino: 100 (*Panolis flammea*).**

a) Indica, sobre los seres vivos encontrados:
- Número de especies.
- Número de poblaciones.
- Número de biocenosis.
- Número de ecosistemas.
- Número de individuos.

b) Con una palabra define el papel de los níscalos en este área geográfica:

Solución

a) Para solucionar la cuestión es preciso conocer los conceptos de:
- **Individuo**: Cada uno de los seres vivos del ecosistema.
- **Especie**: Conjunto de individuos con características físicas semejantes que se reproducen originando descendencia fértil. El nombre científico de una especie es único y obedece a la nomenclatura binomial que consta de dos palabras, la primera hace referencia al género, y la segunda, a la especie. Precisamente por la nomenclatura se puede identificar el número de especies presentes en el ecosistema.
- **Población**: Conjunto de individuos de la misma especie que conviven en el mismo lugar al mismo tiempo, que se relacionan y se reproducen entre sí. El número de poblaciones del ecosistema se corresponde con el número de especies.
- **Biocenosis**: Coincide con el término comunidad, se refiere al conjunto de poblaciones que interaccionan en el ecosistema.
- **Ecosistema**: Comprende la biocenosis, el biotopo o medio físico-químico y las relaciones que se establecen entre ambos.
  - Número de especies: 12.
  - Número de poblaciones: 12.
  - Número de biocenosis: 1.
  - Número de ecosistemas: 1.
  - Número de individuos: 10200.

b) Descomponedores.

Los níscalos son hongos, organismos heterótrofos que descomponen materia orgánica transformándola en inorgánica, contribuyen de este modo al reciclaje de la materia en el ecosistema.

2. A través de la clave dicotómica propuesta, identifica la planta del dibujo:

- **Hojas simples**
  - **altenas**
    - **dentadas** *Arbutus unedo*
    - **aserradas** *Ulmus minor*
  - **opuestas**
    - **lobuladas** *Acer pseudoplatanus*
    - **enteras** *Nerium oleander*
  - **verticiladas**
    - **lobuladas** *Crataegus monogyna*
    - **enteras** *Erica arborea*

- **Hojas compuestas**
  - **paripinnadas** *Gleditsia triacanthos*
  - **imparipinnadas**
    - **con espinas** *Robinia pseudoacacia*
    - **sin espinas** *Sophora japonica*

Solución

Crataegus monogyna

Una clave dicotómica es una herramienta utilizada con frecuencia en ciencias y otras áreas del conocimiento para identificar y clasificar seres vivos, minerales, rocas, etc., a través de la observación directa de sus caracteres morfológicos y propiedades. La clave se organiza en grupos de características observables en los ejemplares que ponen de manifiesto las diferencias entre ellos. A cada grupo se le asigna el mismo número arábigo o romano, letra, etc., que conduce a otro conjunto de características, hasta llegar a la determinación final.

Por ejemplo:

1a. Hoja simple 2
1b. Hoja compuesta..... 3
2a. Con pecíolo 4
2b. Sentada o apeciolada 5
x. ..... Especie A

En el ejercicio se proporciona una clave muy simplificada que discrimina entre el número de foliolos, la disposición de las hojas en el tallo y la forma del borde del limbo.

Distingue entre hojas **simples**, a cada pecíolo le corresponde una sola superficie foliar, y **compuestas**, con el limbo dividido en varios fragmentos o foliolos que llegan hasta el nervio principal; son paripinnadas cuando el número de estos foliolos es par e imparipinnadas cuando es impar.

En cuanto a la **disposición** en el tallo, las hojas son aisladas, sin pauta fija de nacimiento; alternas, cuando nacen una por nudo en lados contrarios del tallo; opuestas, se disponen en pares una a cada lado del tallo; verticiladas, si están situadas en grupos a la misma altura.

Atendiendo al **borde** del limbo, las hojas se clasifican en enteras –de borde liso–, o en dentadas, aserradas, lobuladas y partidas, según la forma y profundidad de la escotadura.

La planta de la imagen posee hojas simples verticiladas y lobuladas. Siguiendo la clave se determina que pertenece a la especie *Crataegus monogyna*, cuyo nombre común es majuelo o espino albar.

3. En el V Congreso Internacional de trompetistas, el avión que transportaba los instrumentos del evento sufrió un incendio en la bodega, solo una trompeta quedó intacta y fue reclamada como propia por cuatro músicos. El análisis del ADN de la saliva de la boquilla dio la siguiente secuencia:

5' … AATCACGCTTTCGCCGAATACATAT…3'

La secuencia encontrada hibridó solo con el ADN de uno de los músicos, el dueño de la trompeta. Averigua quién es comparando la secuencia proteica que se obtiene de este fragmento con las pertenecientes a cada músico:

- **Músico nº 1: Leu – Val – Arg – Lys – Arg – Leu – Met - Tyr**
- **Músico nº 2: Ser – Ala – Lys – Ala – Ala – Tyr - Val**
- **Músico nº 3: Met – Tyr – Ser – Ala – Lys – Ala**
- **Músico nº 4: Ile – Cys - Ile – Arg – Arg – Lys – Arg - Asp**

	U	C	A	G	
U	UUU} Phe UUC} Phe UUA}Leu UUG} Leu	UCU} Ser UCC} Ser UCA} Ser UCG} Ser	UAU} Tyr UAC} Tyr UAA} Stop UAG} Stop	UGU} Cys UGC} Cys UGA} Stop UGG} Trp	U C A G
C	CUU} Leu CUC} Leu CUA} Leu CUG} Leu	CCU} Pro CCC} Pro CCA} Pro CCG} Pro	CAU} His CAC} His CAA} Gln CAG} Gln	CGU} Arg CGC} Arg CGA} Arg CGG} Arg	U C A G
A	AUU} Ile AUC} Ile AUA} Ile AUG} Met	ACU} Thr ACC} Thr ACA} Thr ACG} Thr	AAU} Asn AAC} Asn AAA} Lys AAG} Lys	AGU} Ser AGC} Ser AGA} Arg AGG} Arg	U C A G
G	GUU} Val GUC} Val GUA} Val GUG} Val	GCU} Ala GCC} Ala GCA} Ala GCG} Ala	GAU} Asp GAC} Asp GAA} Glu GAG} Glu	GGU} Gly GGC} Gly GGA} Gly GGG} Gly	U C A G

Solución: El músico 3 es el dueño de la trompeta.

La obtención de una proteína a partir del ADN requiere dos procesos: la **transcripción**, por la que se obtiene el ARNm antiparalelo y complementario al ADN, y la **traducción**, en la que los ribosomas leen el ARNm en sentido 5'→ 3' para la síntesis de la proteína, empezando por el codón de inicio AUG y terminando por un triplete de fin.

Transcripción:

ADN 5' ... AATCACGCTTTCGCCGAATACATAT... 3'

ARN 3' ... UUAGUGCGAAAGCGGCUUAUGUAUA ... 5'

Traducción: leyendo de 5' → 3', los codones que intervienen son:

5' ... AU AUG UAU UCG GCG AAA GCG UGA UU ... 3'

inicio fin

Utilizando el código genético, se determina que la proteína codificada es:

Met – Tyr – Ser – Ala – Lys – ala

4. En la tabla se recogen algunos aspectos de la anatomía comparada de diversos animales. Utiliza los datos suministrados, con sus correspondientes números, para rellenarla según los ejemplos. Ten en cuenta que:

- **Los números pueden utilizarse más de una vez.**
- **Para completar una casilla puede necesitarse más de un número.**
- **Algunos números no corresponden a ninguna de las casillas.**

Animal	Líquido circulante	Tipo de sistema circulatorio	Estructura respiratoria
Mariposa			
Besugo			
Pato	13	8, 11	
Medusa			

1. Tráqueas 2. Simple 3. Mixta 4. Hemolinfa
5. No posee 6. Abierto 7. Piel 8. Doble
9. Pulmones 10. Branquias 11. Cerrado 12. Hidrolinfa
13. Sangre 14. Glándula verde 15. Tubos de Malpigio

Solución

Animal	Líquido circulante	Tipo de sistema circulatorio	Estructura respiratoria
Mariposa	4 Hemolinfa	6 Abierto	1 Tráqueas
Besugo	13 Sangre	2, 11 Simple, cerrado	10 Branquias
Pato	13 Sangre	8, 11 Doble, cerrado	9 Pulmones
Medusa	5 No posee	5 No posee	5 No posee

5. Completa los espacios en blanco del texto:

El ciclo sexual femenino está regulado por las gonadotropinas segregadas en ....., que transportadas por ..... llegan al ovario. La FSH provoca en el ovario ..... Solo uno de estos completa su maduración y su célula principal es expulsada del ovario, proceso conocido como ....., las células acompañantes permanecen en el ovario transformándose en ....., que segrega .....

La pared interna del útero llamada ..... experimenta cambios simultáneos al ciclo ovárico. Aumenta de grosor por influencia de los ..... segregados por ..... Esta pared se mantiene engrosada si hay embarazo por influencia de la hormona ..... En caso contrario se desprende, proceso conocido como menstruación.

Solución

El ciclo sexual femenino está regulado por las gonadotropinas segregadas en **la hipófisis**, que transportadas por **la sangre** llegan al ovario. La FSH provoca en el ovario **la maduración de los folículos de Graff**. Solo uno de estos completa su maduración y su célula principal es expulsada del ovario, proceso conocido como **ovulación**, las células acompañantes permanecen en el ovario transformándose en **el cuerpo amarillo o lúteo**, que segrega **progesterona**.

La pared interna del útero llamada **endometrio** experimenta cambios simultáneos al ciclo ovárico. Aumenta de grosor por influencia de los **estrógenos** segregados por los **folículos del ovario**. Esta pared se mantiene engrosada si hay embarazo por influencia de la hormona **progesterona**. En caso contrario se desprende, proceso conocido como menstruación.

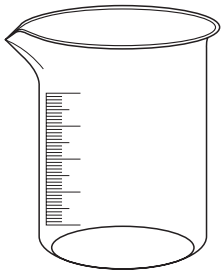
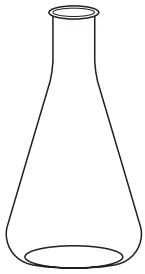
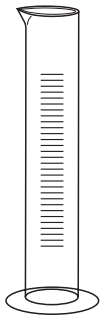
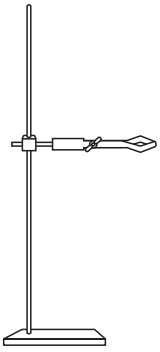
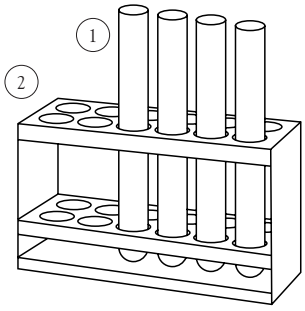
6. Indica el nombre y el número de los diferentes tipos de dientes de un ser humano adulto:

Nombre del diente	Número (en toda la dentadura)
	Total

Solución

Nombre del diente	Número (en toda la dentadura)
Incisivo	8
Canino	4
Premolar	8
Molar	12
Total	32

7. **A lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria habrás realizado algunas prácticas de laboratorio y te habrás familiarizado con los siguientes materiales. Indica su nombre:**

Materiales		
 **Nombre:** *Vaso de precipitados*	 **Nombre:** *Erlenmeyer*	**Nombre:** *Espátula*
 **Nombre:** *Probeta*	**Nombre:** *Pipeta*	**Nombre:** *Escobilla*
Nombre: *Bureta*	 **Nombre:** *Pie, soporte*	 **Nombre de 1:** *Tubo de ensayo* **Nombre de 2:** *Gradilla*

8. **Se cruzaron ratones de ojos redondos con ratones de ojos achinados. La F_1 fue de ratones de ojos redondos y en la F_2 se obtuvieron 69 ratones de ojos redondos y 23 de ojos achinados. ¿Cuántos ratones de ojos redondos de la F_2 se espera que sean homocigóticos y cuántos heterocigóticos?:**

Solución

De la descendencia homogénea de ojos redondos F_1, se deduce que los parentales son homocigotos y que el fenotipo redondo domina sobre el achinado. Así, llamamos **R** al alelo que determina ojos redondos frente al recesivo **r** que los produce achinados.

El cruzamiento será:

P: **RR** (redondos) × **rr** (achinados) ↓

F_1: **Rr** (redondos) × **Rr** ↓

F_2: ¼ **RR** : ½ **Rr** : ¼ **rr**

¾ redondos : ¼ achinados

Como la pregunta se refiere a los ratones de ojos redondos de la F_2, tomando estos como la totalidad debe determinarse en ellos qué proporción representan los homocigóticos y cuál los heterocigóticos. Las proporciones genotípicas de F_2 muestran que el número de heterocigóticos (½) es el doble que el de homocigóticos (¼), se encontrarán entonces en la proporción 2 heterocigóticos : 1 homocigótico, o lo que es lo mismo, 2/3 del total son heterocigóticos respecto a 1/3 de homocigóticos. Se obtuvieron 69 ratones de ojos redondos, de los cuales $1/3 \times 69 = 23$ serán homocigotos y $2/3 \times 69 = 46$ heterocigotos.

9. Para interpretar el lenguaje científico es importante conocer el significado de múltiples prefijos y sufijos procedentes del latín y del griego que se utilizan habitualmente en su terminología. Escribe el significado de los que se proponen y como ejemplo forma dos términos científicos:

Solución: La solución es múltiple, se proponen aquí algunos ejemplos que probablemente los alumnos han manejado durante los cursos de ESO.

Terminología	Significado	Ejemplos
-algia	Dolor	Lumbalgia Neuralgia Mialgia Gastralgia
-fago	Comer	Macrófago Esófago Antropófago Fitófago
Cromo(a)-	Color	Cromosoma Cromatina Cromátida Cromatografía

Terminología	Significado	Ejemplos
-tomo/tomía	Corte, cortar	Átomo Anatomía Dicotomía Apendicectomía
Foto-	Luz	Fotosíntesis Fototropismo Fotofobia Fotón

10. Fotosíntesis y respiración celular son dos procesos en los que se producen transformaciones de materia y energía. Teniendo esto en cuenta, completa:

	Fotosíntesis	**Respiración celular**
¿Qué se requiere inicialmente? (nombra todos los elementos)	(4)	(2)
¿Qué se obtiene? (nombra todo lo producido)	(2)	(3)
¿En qué orgánulo celular ocurre?		

Solución

	Fotosíntesis	**Respiración celular**
¿Qué se requiere inicialmente? (nombra todos los elementos)	(4) Dióxido de carbono Agua Sales minerales Energía lumínica	(2) Biomoléculas orgánicas Oxígeno
¿Qué se obtiene? (nombra todo lo producido)	(2) Biomoléculas orgánicas Oxígeno	(3) Dióxido de carbono Agua Energía química (ATP)
¿En qué orgánulo celular ocurre?	Cloroplasto	Mitocondria

SEXTA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Madrid, 28 de marzo de 2008

1. Suponga que, preparándose para participar en la VI Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid 2008, su profesor propone a los participantes diseñar un método para determinar el grado de parentesco de cuatro periquitos que conviven en una jaula. Un compañero presenta un estudio basado en observaciones fenotípicas, pero usted alega que no existen suficientes datos genealógicos en los que apoyarse. Propone, como forma más rápida para determinar el parentesco de los periquitos, estudiar el grado de hibridación de sus ADN. Le suministramos a continuación los resultados del estudio de hibridación, de los que podrá deducir el parentesco:

Grado de hibridación	1	2	3	4
1	++++	+	–	++
2	+	++++	+	++
3	–	+	++++	++
4	++	++	++	++++

Grado de hibridación

++++ 100 %
– Individuos no emparentados

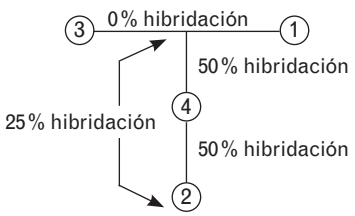
a) El periquito 2 es nieto del 3 e hijo del 4.
b) Los periquitos 1 y 3 son padres del 2.
c) Los periquitos 1 y 4 son padres del 3.
d) Los periquitos 4 y 2 son hijos del 3.
e) El periquito 2 es nieto del 1 y del 4.

Solución: a

Se pretende que en la resolución del ejercicio solo se considere la proporción de ADN transmitida a la descendencia, tomando como referencia marcadores genotípicos familiares. Dicha proporción es ½ en el caso de padres a hijos y ¼ entre abuelos y nietos. A partir de los datos proporcionados sobre hibridación se deduce que:

- Los periquitos 1 y 3 no hibridan su ADN (0% de hibridación), lo que indica que no comparten antecesores. Sin embargo, ambos hibridan en el mismo grado su ADN con el del periquito 4 (50% de hibridación) y con el ADN del periquito 2 (25% de hibridación). Podría tratarse de los parentales (1 y 3), su hijo (4) y su nieto (2), respectivamente.
- El análisis del resto de los datos proporcionados corroboran la hipótesis –el periquito 4 hibrida con el 2 un 50% de su ADN– y descartan las otras soluciones propuestas.

++++	100% hibridación
++	50% hibridación
+	25% hibridación
–	0% hibridación



2. Se ilustra a continuación el famoso experimento de Pasteur en el que introdujo un caldo de cultivo en matraces de cuello de cisne, dobló el cuello en S e hizo hervir su contenido. En relación con este experimento, es cierto que:

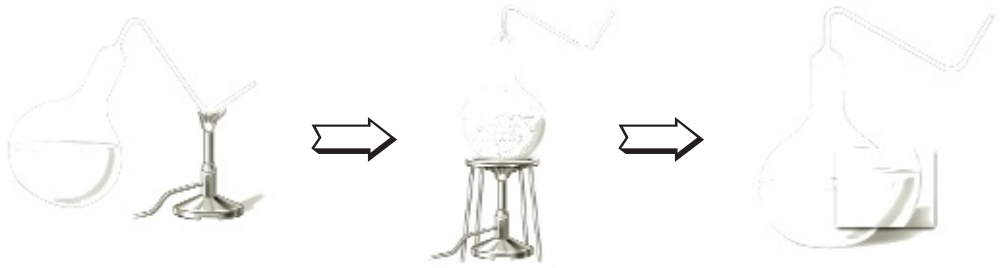
a) Pasteur pretendía demostrar experimentalmente la generación espontánea de vida.

b) La finalidad de doblar el cuello del matraz es evitar el contacto de los microorganismos del aire con el caldo de cultivo estéril.

c) Al doblar el cuello del matraz se impide el contacto de los microorganismos ambientales con el interior del matraz y no es necesario esterilizar el medio de cultivo.

d) Un medio de cultivo estéril dentro de un matraz con el cuello doblado en S se contaminará inevitablemente si la boca del matraz permanece abierta.

e) Las respuestas a) y b) son ciertas.



Solución: b

Con este experimento Pasteur pretendía y consiguió refutar definitivamente la teoría de la generación espontánea de vida. Dispuso en matraces de cuello de cisne un caldo de cultivo, a continuación dobló en forma de S el cuello de los matraces y esterilizó con calor el caldo. La finalidad de doblar el cuello es permitir el contacto del medio de cultivo con el aire, pero a la vez, impedir que los microorganismos accedan a él por gravedad, ya que de este modo quedan atrapados en la curvatura del cuello. Los matraces así dispuestos se mantuvieron estériles, aún hoy se conservan algunos de ellos en el Instituto Pasteur de París. Si se corta el cuello del matraz se permite la contaminación con microorganismos del aire y estos proliferan en el cultivo, demostrándose que el medio no ha perdido ningún principio vital como postulaban los defensores de la teoría de la generación espontánea.

3. En el hígado existen mecanismos detoxificantes catalizados por sistemas enzimáticos que introducen grupos químicos, tales como –OH y –NH_2, sobre moléculas tóxicas. La finalidad de esta adición es:

a) Impedir la salida del tóxico hacia el torrente sanguíneo.

b) Aumentar la solubilidad de las moléculas para favorecer su excreción.

c) Aumentar la producción de orina para expulsar con mayor velocidad el tóxico.

d) Modificar químicamente la molécula para hacerla útil a la célula.

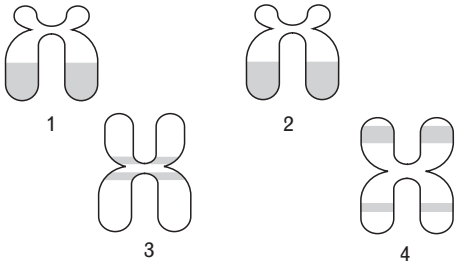
e) Aumentar el peso molecular del tóxico para favorecer su precipitación.

Solución: b

El hígado es un órgano vital en la transformación y distribución de nutrientes, y por sus funciones homeoestáticas y detoxificantes resulta imprescindible para mantener una adecuada composición del medio interno. Algunos tóxicos liposolubles que llegan al hígado a través del torrente sanguíneo son sometidos en este órgano a una transformación química que aumenta su solubilidad en agua mediante la adición de grupos polares, el aumento de la hidrofilia facilita su excreción renal. Otros se metabolizan hacia sustancias atóxicas. En ambos casos la detoxificación no afecta al volumen de líquido excretado. En cuanto a la respuesta e), es falsa porque la adición de pequeños grupos funcionales no determina la precipitación de la sustancia tóxica, en caso de precipitar se dificultaría la excreción renal.

4. A continuación se esquematizan cuatro cromosomas donde se aprecia el bandeado característico tras su tinción con acridina. Sobre ellos, <u>es falso</u> que:

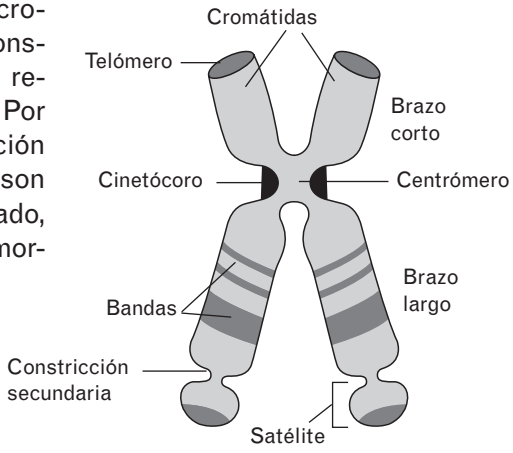
a) Son metafásicos.
b) Tienen cuatro telómeros.
c) Carecen de satélites y de constricciones secundarias.
d) 1 y 2 son acrocéntricos, 3 y 4 metacéntricos.
e) 3 y 4 son homólogos.



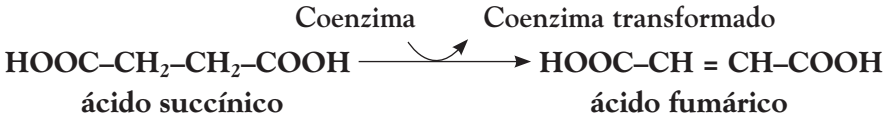
Solución: e

Los cromosomas propuestos poseen dos cromátidas, son por tanto metafásicos y portadores de cuatro telómeros, los dos extremos de cada cromátida. En todos ellos se aprecia una sola constricción primaria a nivel del centrómero, no poseen satélites al carecer de otras constricciones. La posición del centrómero determina la longitud de los brazos cromosómicos y su clasificación como **metacéntricos**, dos brazos iguales (cromosomas 3 y 4); **submetacéntricos**, brazos ligeramente desiguales; **acrocéntricos**, con brazos muy desiguales (cromosomas 1 y 2), y **telocéntricos**, uno de los brazos limitado a un pequeño satélite.

Cuando los cromosomas son sometidos a técnicas de tinción, se evidencian en ellos bandas transversales que corresponden a los distintos tipos de cromatina. En la misma especie estas variantes de cromatina son de tamaño y disposición constante, siguiendo un patrón específico y repetible para cada tipo de cromosoma. Por el bandeado que adquieren tras su tinción deducimos que los cromosomas 1 y 2 son homólogos, de igual morfología y bandeado, pero no los cromosomas 3 y 4, de igual morfología y diferente bandeado.



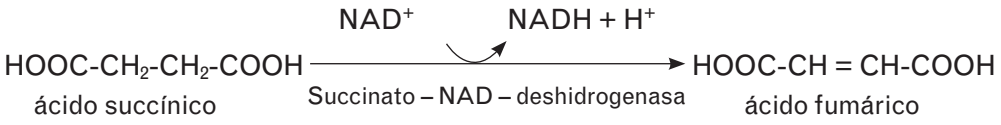
5. En una determinada ruta metabólica se produce la transformación del ácido succínico en ácido fumárico. Sobre esta reacción, es cierto que:



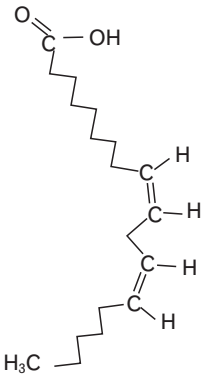
a) Pertenece al catabolismo de glúcidos y lípidos, y en ella el coenzima se oxida.
b) Ocurre en la matriz mitocondrial durante la β-oxidación de ácidos grasos.
c) Pertenece al ciclo de Krebs, y en ella el coenzima se reduce.
d) Tiene lugar en el hialoplasma celular y el ácido succínico se oxida.
e) Es exclusiva del catabolismo de glúcidos y ocurre en la matriz mitocondrial.

Solución: c

La reacción representada es una oxidorreducción perteneciente al ciclo de Krebs de la matriz mitocondrial, donde el ácido succínico se oxida por deshidrogenación a ácido fumárico. La reacción está catalizada por el enzima succinato-NAD-deshidrogenasa, que transfiere los electrones desde el ácido succínico a la coenzima NAD^+, molécula que al aceptarlos se reduce a NADH. El ciclo de Krebs es una ruta común del catabolismo respiratorio de glúcidos, lípidos y aminoácidos.



6. Sobre la molécula representada que corresponde al ácido linoleico, <u>es falso</u> que:



a) Se trata del isómero cis, configuración de la molécula más frecuente en los seres vivos.
b) Se trata de un ácido graso polinsaturado cuya fórmula corresponde a la notación 18: 2ω9.
c) Es un ácido graso esencial precursor de lípidos eicosanoides como las prostaglandinas.
d) Su punto de fusión es más bajo que el de su homólogo saturado.
e) Por su carácter anfipático tiende a formar micelas en el seno del agua.

Solución: b

En la fórmula se observa un ácido graso de 18 carbonos con dos dobles enlaces en configuración cis –nótese la disposición de los hidrógenos en el mismo lado del plano definido por el doble enlace– y situados en las posiciones 6 y 9 contadas desde el extremo ω o carbono terminal $–CH_3$, lo que corresponde a una notación 18: 2ω6. La configuración cis es la más frecuente en los ácidos grasos naturales. La presencia de dobles enlaces disminuye el punto de fusión de las moléculas respecto a sus homólogas saturadas. El carácter anfipático viene determinado por la existencia de dos zonas de distinta polaridad, el grupo carboxilo hidrófilo y la

cadena hidrocarbonada hidróbofa, esta propiedad es responsable de la orientación de la molécula en el seno del agua, que tienden a formar micelas o bicapas. Los ácidos grasos polinsaturados ω3 y ω6 son esenciales al no sintetizarse en el organismo y ser precursores de otras moléculas lipídicas, como leucotrienos, prostaglandinas, tromboxanos, etc.

7. Se pretende que una sustancia medicamentosa llegue lo más rápidamente posible al cerebro. Utilizando sus conocimientos de anatomía y fisiología humana y el criterio de rapidez, deduzca la vía de administración que resultaría más adecuada:

a) Epitelial, puesto que el tejido adiposo favorecería la absorción.

b) Sublingual, debido a que la fina mucosa bucal facilita la rápida absorción.

c) Oral, porque el medicamento llegaría rápidamente al hígado, órgano de paso imprescindible para todas las sustancias absorbidas.

d) Intravenosa, puesto que al ir directamente a la circulación llegaría rápidamente al cerebro.

e) Inhalación pulmonar, porque al pasar solo una vez por el corazón llegaría antes al cerebro.

Solución: e

Como la premisa es la rapidez con la que el medicamento llega al cerebro, no la cantidad de sustancia absorbida, se debe elegir la ruta sanguínea más corta entre el punto de entrada y el cerebro que, entre las propuestas, corresponde a la inhalación pulmonar. El medicamento llegaría a los alvéolos y difundiría a la sangre, siguiendo el camino: capilares alveolares → venas pulmonares → corazón (lado izquierdo) → arteria aorta → arterias carótidas → cerebro. El resto de respuestas proponen rutas de distribución más largas en las que la sustancia debe recorrer el doble circuito circulatorio: órgano de entrada → sangre → corazón (lado derecho) → arteria pulmonar → capilares pulmonares (confluencia con la ruta anterior).

8. De entre las siguientes afirmaciones relacionadas con el sistema inmunológico humano, elige la <u>opción falsa</u>:

a) La mayoría de los antígenos poseen varios determinantes antigénicos.

b) Los haptenos son pequeñas moléculas que por sí solas provocan respuesta inmune.

c) Los determinantes antigénicos son zonas del antígeno que se unen específicamente a un receptor de linfocito o a un anticuerpo.

d) Los antígenos son captados y transportados a los órganos linfoides, donde son expuestos a los linfocitos.

e) Por los órganos linfoides circulan continuamente linfocitos T y B.

Solución: b

Los antígenos (Ag, *Antibody generators*) son moléculas propias o extrañas capaces de desencadenar una respuesta inmunitaria específica. Tienen esta propiedad proteínas, polisacáridos y lípidos complejos que componen la superficie externa

de células tumorales o trasplantadas, sustancias liberadas por microorganismos –toxinas– o presentes en su estructura externa –componentes de la pared o cápsula bacteriana y cápsida vírica–.

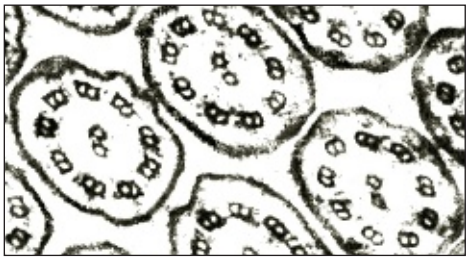
Los antígenos presentan en su superficie uno o varios determinantes antigénicos o epítopos, cada uno de los cuales se une específicamente a un anticuerpo o a un receptor de membrana de las células presentadoras de antígeno o de linfocito T o B. Un solo antígeno puede estimular la respuesta de diversas estirpes o clones de linfocitos y la producción de diferentes anticuerpos, tantos como epítopos contenga la molécula.

Existen también ciertas moléculas de pequeño tamaño, los haptenos, que no inducen por sí mismas la formación de anticuerpos, aunque si se unen a una proteína transportadora pueden comportarse como moléculas antigénicas.

En vertebrados los mecanismos de inmunidad comprenden dos tipos de respuestas: la innata y la adaptativa, que actúan de forma coordinada frente a la presencia de antígenos. La respuesta innata se basa en un conjunto de mecanismos celulares y moleculares no específicos –fagocitos, células NK, células de la reacción inflamatoria, sistema del complemento– que se activan directamente por la presencia del patógeno o la célula portadora del antígeno. Si esta respuesta no es suficiente, se induce la respuesta adaptativa o específica basada en el reconocimiento del antígeno y mediada por linfocitos T y B. Los primeros, responsables de la respuesta específica celular, destruyen las células invadidas por microorganismos portadores del antígeno, y los segundos a las células tumorales, transformados en células plasmáticas productoras de anticuerpos, son los responsables de la respuesta específica humoral.

Los linfocitos T y B se originan y maduran en los órganos linfoides primarios –timo, médula ósea e hígado fetal– posteriormente circulan por la sangre hasta los órganos linfoides secundarios –bazo, ganglios linfáticos, amígdalas, tejido linfoide asociado a mucosas– donde entran en contacto por primera vez con los antígenos mostrados por una célula presentadora de antígeno desencadenando la respuesta inmunitaria específica.

9. La imagen representa una estructura celular tomada por fotomicrografía a 110 000 aumentos. Es cierto que se trata de:

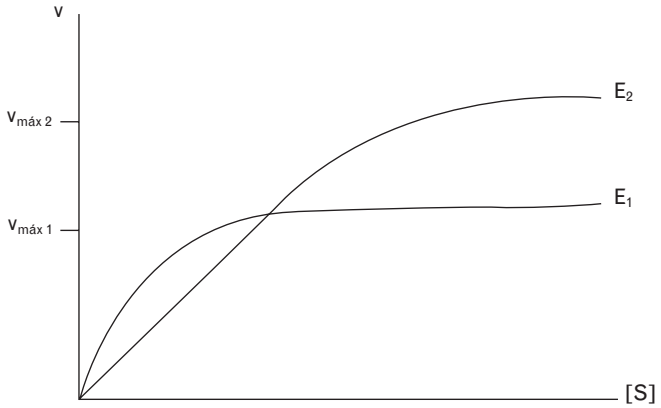


a) Células vivas observadas mediante microscopía electrónica.
b) Flagelos pertenecientes a una célula animal.
c) Corte transversal de microvellosidades de células intestinales.
d) Flagelos pertenecientes a múltiples células.
e) Extensiones ciliares, cortas y múltiples de una única célula.

Solución: e

La fotomicrografía muestra el corte transversal repetido del tallo de una prolongación citoplasmática. Se observa la membrana plasmática rodeando al axonema, estructura interna constituida por nueve pares de microtúbulos periféricos (microtúbulos A y B), con brazos de dineína asociados al microtúbulo A, más dos microtúbulos centrales independientes. Puede deducirse que corresponde a cilios por su abundancia y proximidad, requisito que no cumplen los flagelos aun teniendo la misma estructura. Al estar tomada por microscopía electrónica, técnica incompatible con la supervivencia celular, no puede tratarse de una célula viva. Las microvellosidades, también expansiones citoplasmáticas, poseen una estructura interna diferente, formada por microfilamentos dispuestos en haces paralelos y no la microtubular 9 + 2 característica del axonema.

10. En la gráfica se representa la actividad catalítica de dos enzimas (E_1 y E_2) que actúan sobre un mismo sustrato, en función de la velocidad de reacción y la concentración del sustrato. De su observación se deduce que:



a) Los dos enzimas tienen la misma afinidad por el sustrato, puesto que tienen un punto de intersección en el cual alcanzan igual velocidad con la misma concentración de sustrato.

b) E_1 tiene mayor afinidad por el sustrato que E_2, puesto que con menor concentración de sustrato se alcanza ½ $v_{máx\ 1}$.

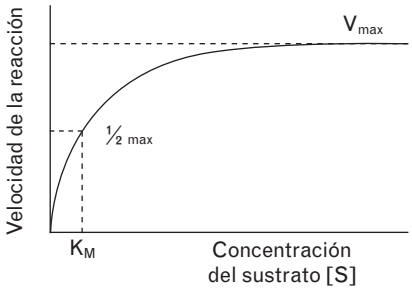
c) E_2 tiene mayor afinidad por el sustrato que E_1, puesto que ½ $v_{máx\ 2}$ > ½ $v_{máx\ 1}$.

d) E_1 tiene menor afinidad que E_2, porque $v_{máx\ 1} < v_{máx\ 2}$.

e) La afinidad de los enzimas por el sustrato no puede deducirse de los datos de la gráfica.

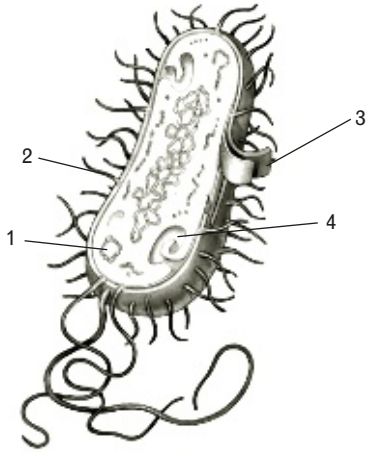
Solución: b

La afinidad de los enzimas por sus sustratos se mide mediante la constante de Michaelis-Menten (K_M), que determina la concentración del sustrato a la que se alcanza ½ de la velocidad máxima de la reacción. Cuanto menor es el valor de K_M mayor es la afinidad del enzima por el sustrato; es decir, el enzima consigue alta eficacia aunque la concentración de sustrato sea baja. En la gráfica se observa que E_1 alcanza ½ $v_{máx\ 1}$ a menor concentración de sustrato que E_2, por tanto su K_M es menor, y su afinidad por el sustrato, mayor.



$$V = V_{máx} \cdot \frac{[S]}{K_M + [S]}$$

11. En el esquema se ilustra la estructura bacteriana. Algunas de las funciones de los elementos señalados son:



a) El elemento 1 interviene en el proceso de transmutación.
b) El elemento 2 participa en el movimiento celular.
c) El elemento 3 es responsable de la resistencia a antibióticos.
d) El elemento 4 interviene en la división celular.
e) El elemento 4 no interviene en la respiración.

Solución: d

Los elementos numerados corresponden a: 1 → Plásmido, ADN extracromosómico que se replica y transfiere independientemente del ADN cromosómico, es portador en algunas bacterias de genes responsables de la resistencia a antibióticos. 2 → Pili sexual, estructura tubular que participa en el intercambio de material genético entre bacterias durante los procesos de conjugación y transformación bacteriana. Por tratarse de un esquema simple, los dibujados podrían interpretarse como fimbrias, estructuras similares a los pili pero más cortas y finas con funciones relacionadas con la adherencia de la bacteria a un sustrato o una superficie celular. 3 → Cápsula bacteriana, capa externa de algunas bacterias que confiere a las que la poseen propiedades de adherencia, resistencia a la desecación y al reconocimiento inmunológico. 4 → Mesosoma, expansión de la membrana plasmática relacionada con funciones metabólicas –respiratorias, fotosintéticas, etc.– y con la división bacteriana, durante la cual dirige la duplicación del ADN. Las últimas investigaciones apuntan a que estas estructuras son artefactos generados en la preparación microscópica ausentes en la bacteria viva.

12. Para la identificación de una biomolécula se cuenta con los siguientes datos obtenidos de su análisis:

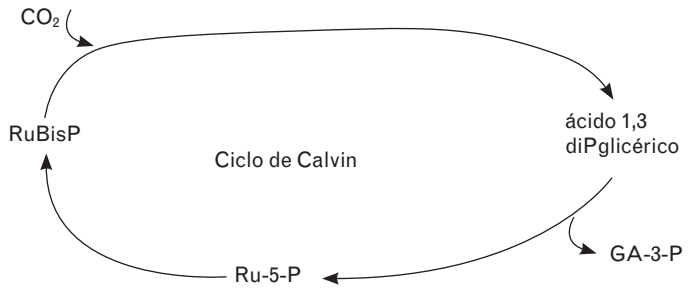
- **Se trata de un polímero de alta masa molecular.**
- **Contiene puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals y otros enlaces débiles entre algunos de sus radicales.**
- **La sustancia es coloreada.**
- **Su función está en relación con el átomo metálico que contiene.**
- **En un mismo organismo se encuentran moléculas de este tipo asociadas a dos átomos metálicos diferentes.**

a) β-caroteno.
b) Clorofila.
c) Cromatina nuclear.
d) Hemoglobina.
e) Citocromo.

Solución: e

La clorofila, metalporfirina portadora de un átomo metálico de Mg, es la única molécula entre las propuestas que no es polimérica. El β-caroteno es un tetraterpeno constituido por ocho moléculas de isopreno al que no corresponde una masa molecular alta ni contiene todos los enlaces mencionados característicos de proteínas, grupo al que pertenecen el resto de las moléculas. La cromatina, formada por ADN asociado a proteínas, cumple otros requisitos –es un polímero, contiene los enlaces propuestos– pero carece de átomo metálico. Hemoglobina y citocromo son heteroproteínas cuyo grupo prostético es una metalporfirina, se ajustan a todas las proposiciones excepto que la hemoglobina contiene exclusivamente un tipo de átomo metálico, el Fe, mientras que algunos citocromos, además de contener el grupo hemo con Fe, pueden asociarse al Cu.

13. El esquema recoge solo algunos de los intermediarios del ciclo de Calvin y no está ajustado. Suponiendo la fijación de tres moléculas de CO_2, es cierto que:



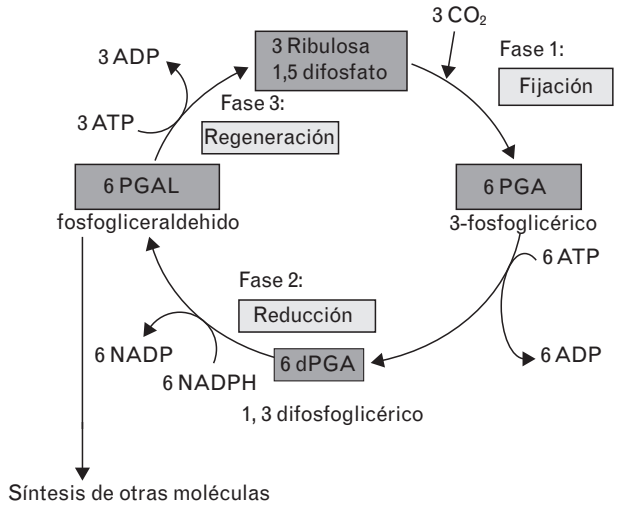
a) Se forman 3 moléculas de ácido-1,3-difosfoglicérico.
b) Son necesarias 9 moléculas de ATP.
c) Se consumen 9 moléculas de NADPH + H^+.
d) Se obtienen 3 moléculas de gliceraldehído-3-P.
e) Son verdaderas las respuestas b) y c).

Solución: b

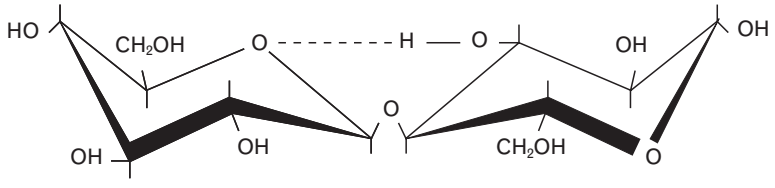
En el ciclo de Calvin para la síntesis y exportación de una molécula de de tres carbonos; el gliceraldehído-3-P (PGAL) es necesaria la fijación de tres moléculas de CO_2 sobre tres de ribulosa-1,5-bifosfato (RuBisP) de cinco carbonos, formándose de esta manera seis moléculas de ácido-3-fosfoglicérico (PGA). El PGA se fosforila a partir de ATP a ácido-1,3-difosfoglicérico; que posteriormente se reduce, con gasto de NADPH, obteniéndose seis moléculas de gliceraldehído-3-P. Se requiere para ello 1 ATP y 1 NADPH por molécula reducida, un total de 6 ATP y 6 NADPH en esta fase.

De los seis gliceraldehído-3-P obtenidos, uno sale del ciclo y se utiliza para la síntesis de fructosa, glucosa y otros compuestos orgánicos. Los cinco PGAL restantes permanecen en el ciclo y son destinados a la regeneración de las tres moléculas de RuBisP gastadas inicialmente, con gasto de 3 ATP más.

El balance final es un gasto de 9 ATP y 6 NADPH + H^+ y la salida de un gliceraldehído-3-P del ciclo.



14. La molécula formulada es un disacárido de glucosa, cuya nomenclatura es:



a) β-D-glucopiranosil (1-4) α-L-glucopiranosa.
b) β-D-glucopiranosil (1-4) β-D-glucopiranosa.
c) α-D-glucopiranosil (1-4) β-L-glucopiranosa.
d) β-L-glucopiranosil (1-2) α-D-glucopiranosa.
e) β-D-glucopiranosil (1-2) β-D-glucopiranosa.

Solución: b

Se trata de identificar los isómeros de glucosa que forman el disacárido y el enlace O-glucosídico que los une. El primer monosacárido corresponde al isómero β-D-glucopiranosa por poseer el –OH hemiacetálico y el C6 en disposición cis, al mismo lado del plano definido por el ciclo. El segundo monosacárido se encuentra invertido respecto al primero, resultado de un giro de 180º anteroposterior; si se numeran sus carbonos se observa que es el C4 el que interviene en la formación del enlace O-glucosídico, que el –OH hemiacetálico queda libre y al mismo lado del plano que el alcohol primario (C6), como resultado el monosacárido aparece en configuración β-D como el primero. El disacárido constituido por dos moléculas de β-D-glucopiranosa unidas por enlace O-glucosídico β (1-4) corresponde a la celobiosa, que se obtiene por hidrólisis de la celulosa. El enlace señalado con puntos suspensivos es un puente de hidrógeno.

Por la disposición relativa de los –OH respecto al alcohol primario del C6 en ningún caso los monosacáridos corresponderían a formas L de la glucosa. En los enantiómeros L el C6 quedaría debajo del plano y los C2, C3 y C4 dispondrían sus –OH en posición inversa a la que adoptan en los monosacáridos formulados.

15. El ion bicarbonato, HCO_3^-, interviene en variadas funciones orgánicas; de las mencionadas a continuación, <u>es falso</u> que:

a) Disminuye su concentración si sube el pH del medio.

b) Se encuentra disuelto en el plasma sanguíneo.

c) No forma parte de estructuras óseas.

d) Se comporta como base a pH bajos.

e) En medios de pH bajo libera H^+.

Solución: a

El sistema tampón de los carbonatos, presente en medios extracelulares como el plasma sanguíneo, está formado por el ácido carbónico, H_2CO_3, y su base conjugada, el ion bicarbonato, HCO_3^-, que se encuentran en equilibrio químico:

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

El descenso de la concentración de H^+ por adición de bases se contrarresta con la disociación del H_2CO_3 en H^+ y HCO_3^-; la reacción se desplaza a la derecha aumentando la concentración de HCO_3^-. Cuando el pH baja, se hace más ácido, el ion HCO_3^- acepta el exceso de H^+ comportándose como base, la reacción se desplaza hacia el H_2CO_3 y disminuye la concentración de HCO_3^-.

En las estructuras óseas los carbonatos depositados se encuentran en estado sólido, como Ca_2CO_3, y no ionizados.

16. Sobre el esquema siguiente, que representa un núcleo celular en división, es cierto que:

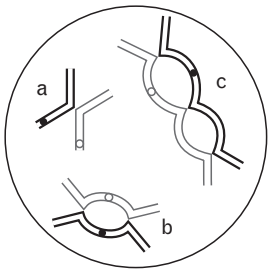
a) En la figura **c** se observan dos quiasmas y en la figura **a** ninguno.

b) El esquema representa la leptotena de la profase I meiótica.

c) Las cromátidas recombinantes de las figuras **a** y **b** intercambiarán dos fragmentos.

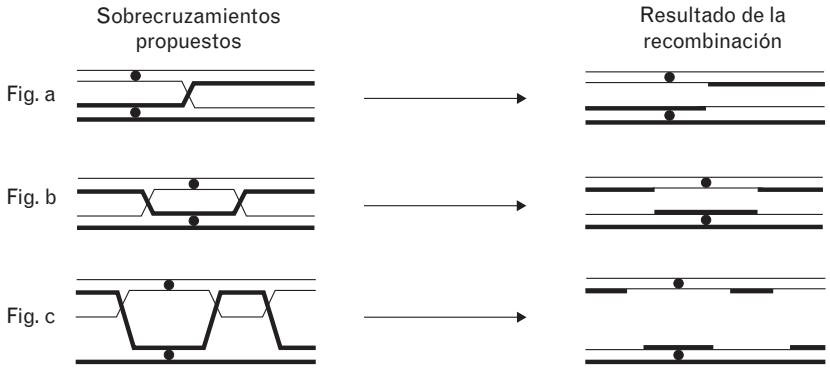
d) Las cromátidas recombinantes de la figura **a** intercambiarán un segmento mientras que las de la figura **c** intercambiarán dos.

e) Las cromátidas recombinantes de las tres figuras intercambiarán el mismo número de segmentos.



Solución: d

En el dibujo se aprecia la profase meiótica I de una célula 2n = 6 en la que se ha producido sobrecruzamiento, reconocido por la presencia de quiasmas, en los tres pares de cromosomas homólogos. El sobrecruzamiento o intercambio de segmentos cromatídicos entre homólogos se produce durante la paquitena; en la fase posterior, la diplotena, se separan los homólogos, que quedan unidos únicamente por los puntos de intercambio o quiasmas, visualizándose como tétradas. Es esta fase, o la diacinesis que la sigue, a la que corresponde el esquema. En el par de homólogos **a** se observa un quiasma entre las cromátidas adyacentes, significa que han intercambiado un segmento, quedando en cada cromosoma una cromátida original y otra recombinante. En el par de cromosomas **b** los quiasmas son dos y la cromátida recombinante de cada cromosoma contiene dos segmentos de su homóloga. El par **c** posee tres quiasmas, pero se han intercambiado solo dos segmentos entre cromátidas homólogas, ya que el segundo quiasma contado a partir del centrómero devuelve el extremo terminal a su cromátida original.



17. Supongamos que la invisibilidad está determinada por un par de genes. El alelo recesivo *i* de un gen determina ser invisible, frente a su alternativa *I* normal. En el otro gen, el alelo recesivo *n* permite elegir voluntariamente el momento en que se expresa la invisibilidad, mientras que *N* no permite esta posibilidad. Los superhéroes son los fenotipos capaces de expresar voluntariamente la invisibilidad. En la descendencia de dos individuos heterocigóticos se obtendrá la proporción fenotípica:

a) 9 normales: 6 invisibles: 1 superhéroe

b) 9 normales: 3 invisibles: 4 superhéroes

c) 12 normales: 1 invisibles: 3 superhéroes

d) 4 normales: 9 invisibles: 3 superhéroes

e) 12 normales: 3 invisibles: 1 superhéroe

Solución: e

Del cruzamiento pedido se obtendría la siguiente descendencia:

P Ii Nn x Ii Nn

F_1

Gametos	**¼ IN**	**¼ In**	**¼ iN**	**¼ in**
¼ IN	1/16 II NN	1/16 II Nn	1/16 Ii NN	1/16 Ii Nn
¼ In	1/16 II Nn	1/16 II nn	1/16 Ii Nn	1/16 Ii nn
¼ iN	1/16 Ii NN	1/16 Ii Nn	1/16 ii NN	1/16 ii Nn
¼ in	1/16 Ii Nn	1/16 Ii nn	1/16 ii Nn	1/16 ii nn

Dado que el alelo dominante **I** determina la normalidad, todos los individuos que lo portan tendrán fenotipo normal, 12/16 = ¾ como puede observarse en la tabla. Los 4/16 = ¼ restantes, de genotipo **ii** señalados en gris, son invisibles, y solo uno de ellos, 1/16 del total, de genotipo **ii nn**, es superhéroe con capacidad de expresar voluntariamente la invisibilidad. La proporción fenotípica de la descendencia es 12 normales: 3 invisibles: 1 superhéroe.

18. De las siguientes funciones enzimáticas una de ellas <u>no es realizada</u> por la ADN polimerasa I:

a) Exonucleasa 5'→ 3'

b) Polimerasa 3' → 5'

c) Exonucleasa 3'→ 5'

d) Polimerasa 5'→ 3'

e) La actividad a) va siempre seguida de la actividad d) en la replicación.

Solución: b

El enzima ADN polimerasa I interviene en la replicación, donde con su capacidad exonucleasa 5'→ 3' elimina los cebadores de ARN que sirvieron de primers a la ADN polimerasa III para la síntesis de ADN. Al mismo tiempo, con su actividad polimerasa 5'→ 3' añade desoxirribonucleótidos para rellenar de ADN los huecos dejados por el cebador. La función exonucleasa 3'→ 5' de la ADN polimerasa I es utilizada en el proceso de corrección de pruebas de la replicación para eliminar de la secuencia los nucleótidos incorrectos antes de introducir el siguiente. Ninguna ADN polimerasa sintetiza en dirección 3' → 5'.

19. El esquema representa la cascada de activaciones enzimáticas que podría desencadenarse cuando una persona entra en estado de «alerta». En esa situación el mensajero químico AMPc liberado activaría a la quinasa A, enzima que actúa a distintos niveles. Observando la presente cascada, es lógico pensar que la quinasa A además provocaría:

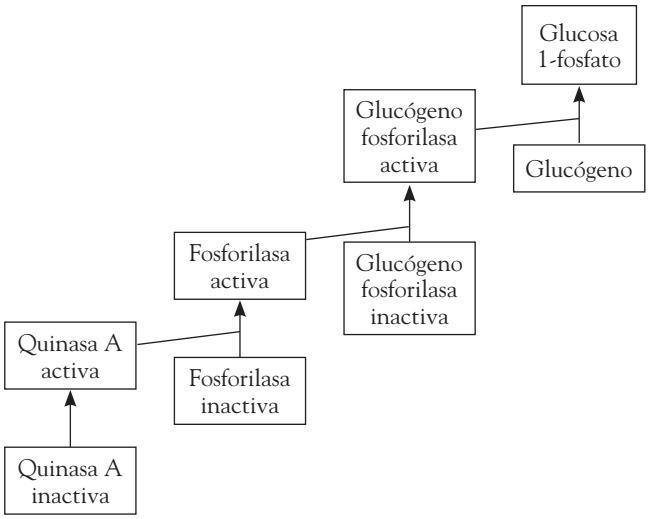
a) Estimulación del enzima glucógeno sintasa.

b) Inhibición de la gluconeogénesis.

c) Inhibición de la glucólisis.

d) Estimulación de la glucogenolisis.

e) Las respuestas b) y d) son ciertas.



Solución: d

Toda cascada bioquímica consiste en una secuencia de reacciones en la que cada enzima cataliza la transformación de un proenzima inactivo (sustrato) en su correspondiente enzima activado (producto), que a su vez cataliza la transformación de otro proenzima inactivo en su enzima activo, y así sucesivamente hasta que el último enzima transforma un sustrato en el producto final, el glucógeno en glucosa-1-fosfato en la ruta propuesta. El efecto cascada de unos enzimas actuando sobre otros consigue en pocos segundos incrementar la velocidad de reacción y amplificar la señal que recibe la célula.

En este caso la adrenalina, hormona proteica liberada en situaciones de alerta, actúa de primer mensajero al unirse a receptores específicos de la superficie externa de la membrana celular, la unión provoca la activación del enzima adenilato-ciclasa localizada en la cara interna celular. El enzima activado transforma el ATP en AMPc que actúa como segundo mensajero en el hialoplasma, activando a la proteína quinasa A. Esta a su vez estimula una serie de modificaciones en enzimas fosforilasas inactivos que culminan en la activación del enzima glucógeno-fosforilasa, catalizador de la glucogenolisis o degradación del glucógeno en unidades de glucosa-1-fosfato. El destino de esta última molécula es su oxidación catabólica para obtener energía. La glucólisis es en cualquier caso la primera fase de su oxidación, por lo que esta ruta no sería inhibida como se propone en c), ni tampoco sería inhibida la formación de glucosa recogida en la solución b).

La respuesta a) queda descartada, un enzima que estimula la degradación del glucógeno no puede simultáneamente activar su síntesis.

20. El reactivo o licor de Fehling es una disolución azulada, descubierta por el químico alemán Hermann von Fehling, que se utiliza para la determinación de ciertos azúcares. Sobre esta reacción, que precisa calor y se detecta por el cambio de color, es cierto que en presencia de:

a) Sacarosa: el reactivo cambia a rojo, debido a que el hidroxilo hemiacetálico se oxida y la sal de cobre se reduce.

b) Glucosa: el reactivo permanece azul, ya que el hidroxilo hemiacetálico se oxida y la sal de cobre se reduce.

c) Fructosa: el reactivo permanece azul, puesto que el hidroxilo hemiacetálico se reduce y la sal de cobre se oxida a Cu^{2+}.

d) Maltosa: el reactivo cambia a rojo, debido a que el hidroxilo hemiacetálico se oxida y la sal de cobre se reduce.

e) Glucógeno: el reactivo cambia a rojo, porque el hidroxilo hemiacetálico se oxida y la sal de cobre se reduce.

Solución: d

La capacidad reductora de los glúcidos se debe a la presencia en la molécula de un grupo carbonilo que es capaz de oxidarse perdiendo electrones. El carácter reductor puede ponerse de manifiesto por medio de una reacción redox entre el glúcido y las sales de cobre presentes en la disolución de Fehling. Tras la reacción con el glúcido reductor, el Cu^{2+}, de color azul, se reduce a Cu^{+} de color rojo. El cambio de color indica un resultado positivo de la reacción.

Todos los monosacáridos, de los propuestos lo son glucosa y fructosa, poseen poder reductor por ser portadores de grupo carbonilo, aldehído o cetona.

La capacidad reductora de los disacáridos, sacarosa y maltosa de los mencionados, depende de la existencia de un –OH hemiacetálico libre en su molécula, a partir del cual puede formarse por apertura del ciclo el grupo carbonilo reductor. Este hecho está relacionado con el tipo de enlace O-glucosídico –mocarbonílico o dicarbonílico– establecido entre los monosacáridos que los componen. El enlace monocarbonílico se forma por reacción del grupo –OH del carbono anomérico del primer monosacárido, –OH hemiacetálico, y un grupo –OH cualquiera no hemiacetálico del segundo. Al quedar libre el –OH hemiacetálico del segundo monosacárido, la molécula tiene posibilidad de oxidarse perdiendo electrones; es decir, poder reductor. Sin embargo, los enlaces dicarbonílicos se establecen entre los grupos –OH hemiacetálicos de ambos monosacáridos, perdiendo en este caso la capacidad reductora. La maltosa, con enlace monocarbonílico, es reductora, dará positiva la reacción de Fehling, pero no la sacarosa que, al formarse por enlace dicarbonílico, es un disacárido no reductor.

Los polisacáridos, como el glucógeno recogido en la solución e), carecen de poder reductor al ser poliméricos. Los –OH hemiacetálicos de los monosacáridos que los componen están bloqueados, excepto el terminal, al intervenir en los sucesivos enlaces O-glucosídicos. Un solo grupo reductor en un polímero de muchas unidades no determina este carácter en la totalidad de la molécula.

21. Suponga que en la cadena de transporte mitocondrial se oxidan 1 NADH + H^+ y 4 $FADH_2$. El número de moléculas de O_2 consumidas y de H_2O y ATP liberadas sería:

	O_2	H_2O	ATP
a)	5	5/2	11
b)	5	5	15
c)	5/2	5	11
d)	5/2	5	15
e)	5/2	5	10

NOTA: No se contabilizan las moléculas de agua formadas en la síntesis de ATP.

Solución: c

Los coenzimas reducidos NADH + H^+ y $FADH_2$ ceden 2 H (2 H^+ + 2 e^-) a la cadena respiratoria; los electrones, tras pasar por sucesivos transportadores de las crestas mitocondriales, son finalmente aceptados por el O_2 que se reduce formando H_2O. El balance global para el número y tipo de coenzimas propuestos es:

$$1\ NADH + H^+ + \tfrac{1}{2}\ O_2 \rightarrow 1\ NAD^+ + H_2O$$

$$4\ FADH_2 + 4 \cdot (\tfrac{1}{2}\ O_2) \rightarrow 4\ FAD + 4\ H_2O$$

$$1\ NADH + H^+ + 4\ FADH_2 + 5/2\ O_2 \rightarrow 1\ NAD^+ + 4\ FAD + 5\ H_2O$$

Durante el transporte de los electrones se produce una translocación de protones desde la matriz al espacio intermembrana de la mitocondria. El regreso de los H^+ a la matriz se efectúa por los sistemas ATP-sintasa activándose la síntesis de ATP; es necesario el retorno de 2 H^+ para la formación de una molécula de ATP. Cuando los electrones ingresan en la cadena respiratoria desde el NADH + H^+ se bombean 6 H^+ al espacio intermembrana y cuando los transfiere el $FADH_2$ solo 4 H^+. El total de protones bombeados será, para el caso propuesto, $6 + 4 \times 4 = 22$, por lo que se obtendrán 11 ATP tras su retorno a la matriz mitocondrial.

22. En la cara externa de la membrana plasmática aparece una estructura, ausente en las membranas de los orgánulos celulares, denominada glicocálix. Esta estructura, constituida por oligosacáridos, es responsable de:

a) La adherencia celular y la incompatibilidad en transfusiones de sangre, injertos o trasplantes de órganos.

b) Mantener el medio intracelular diferenciado del entorno, gracias a su naturaleza aislante en medio acuoso.

c) Intervenir en la creación de la presión de turgencia en el interior de las células, fundamental para el crecimiento.

d) Constituir una capa rígida que da forma a la célula y amortigua y protege a la membrana citoplasmática.

e) Proteger la célula de la presión interna causada por las altas concentraciones de proteínas y otras moléculas.

Solución: a

Las células animales poseen en su cara externa un recubrimiento de aspecto afieltrado, el glucocálix, constituido por la fracción glucídica oligosacárida que se mantiene unida a lípidos y proteínas de la membrana plasmática. Las funciones más destacables de esta estructura son la protección de la superficie celular de posibles agresiones por agentes físicos y químicos, la adherencia celular, el reconocimiento de células adyacentes, hormonas, bacterias o virus, además de actuar como antígeno específico de membrana, interviniendo como tal en los procesos de rechazo a injertos, trasplantes, transfusiones, etc. Aunque la permeabilidad selectiva recae en la bicapa lipídica y las proteínas de membrana, el glucocálix interviene en el filtrado de sustancias y en ningún caso es aislante ni rígido.

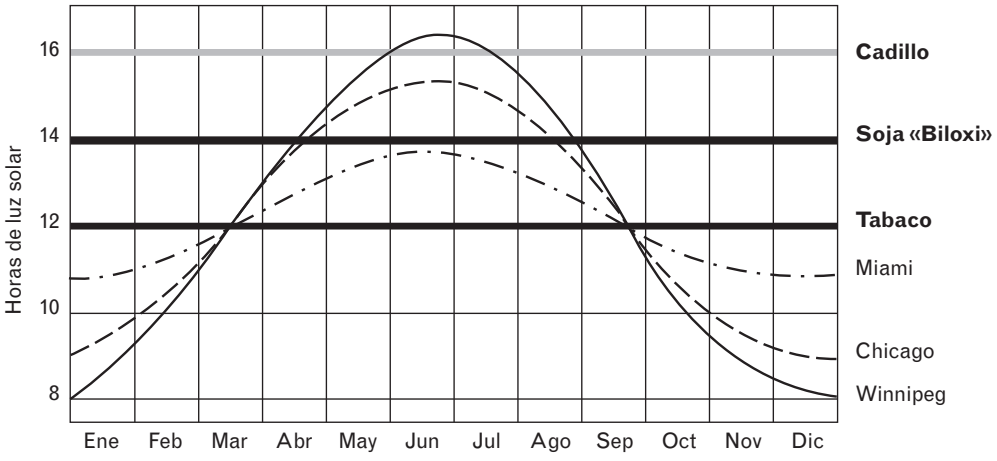
23. El efecto de la duración del día sobre la floración, fotoperiodo, fue descubierto hace ya más de 70 años. En relación a él, se encontraron tres tipos de plantas:

1. Plantas de día corto (PDC), florecen con periodos de luz inferiores a un cierto valor crítico.

2. Plantas de día largo (PDL), florecen si los periodos de iluminación son mayores que un valor crítico.

3. Plantas de día neutro (PDN), florecen sea cual sea la longitud del día.

Las tres curvas representan los cambios anuales en la longitud del día en ciudades de Norteamérica que están a diferentes latitudes (Miami, 26º N; Chicago, 40º N; y Winnipeg, 50º N). Las líneas horizontales nos muestran el fotoperiodo efectivo de tres plantas PDC; por ejemplo, se observa que en el cadillo la floración es inducida por 16 horas o menos de luz.



a) En Winnipeg las flores del cadillo florecen en junio.

b) En Chicago las flores del tabaco florecen en invierno.

c) En junio la soja florece en Chicago y Winnipeg, pero no lo hace en Miami.

d) Si la espinaca es una PDL de fotoperiodo 14 horas, es cierto que al contrario que la soja, florecerá en junio en Miami.

e) Las respuestas c) y d) son ciertas.

Solución: b

El fotoperiodo es la respuesta de los vegetales a las variaciones estacionales de la longitud del día o número de horas solares. Determina procesos de crecimiento y desarrollo: germinación, floración, crecimiento vegetativo, etc.

La longitud del día se relaciona con la latitud terrestre y la estacionalidad anual. Al aumentar la latitud, la variación estacional es mayor, permaneciendo estable en las zonas próximas al ecuador. Como puede observarse en la gráfica, a latitudes mayores las curvas que representan la iluminación se hacen más agudas respecto a las más planas correspondientes a latitudes menores.

La intersección entre los fotoperiodos efectivos de las plantas y los valores de iluminación diaria determinan los intervalos de floración.

Para facilitar la comprensión se trasladan los datos de la gráfica a una tabla donde se representan los meses de **no floración** de cada especie PDC.

	Cadillo	**Soja**	**Tabaco**	
Máximo de iluminación para floración (horas)	16 h	14 h	12 h	
Winnipeg (50º N)	Junio-mitad julio	Mitad abril-finales agosto	Mitad marzo-mitad septiembre	Intervalo anual en el que se **sobrepasa** el máximo
Chicago (40º N)	----------	Mitad abril – mitad agosto	Mitad marzo-mitad septiembre	
Miami (26º N)	----------	----------	Mitad marzo-mitad septiembre	

En Chicago durante en los meses de invierno, desde diciembre hasta mediados de marzo, no se sobrepasa el valor crítico de una PDC como el tabaco, 12 horas, en estos meses florecerá la planta en esas latitudes.

La falsedad del resto de las respuestas puede confirmarse en la tabla. En cuanto a la respuesta d), la espinaca no puede florecer en junio en Miami; en esta ciudad hay menos de 14 horas diarias de sol, la citada especie al ser una PDL requiere más horas de luz para florecer; sin embargo, la soja por ser una PDC sí puede hacerlo en esta latitud.

24. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es una técnica que permite duplicar un número ilimitado de veces un fragmento de ácido desoxirribonucleico en un tubo de ensayo. Se caracteriza por ser un proceso cíclico donde:

a) La molécula de ADN que va a duplicarse se calienta para que se desnaturalice y se separen sus dos hebras.

b) Cada una de las hebras del ADN es copiada por la ARN-polimerasa de una bacteria que vive en aguas termales, así el enzima puede trabajar a altas temperaturas.

c) Las cadenas híbridas ADN-ARN recién formadas comienzan otro nuevo ciclo.

d) La reacción necesita grandes cantidades de ADN procedentes de gotas de sangre, de muestras histológicas o de cadáveres.

e) Solo se precisa un tubo de ensayo, una fuente de calor, unas pequeñas cadenas de nucleótidos que actúan como cebadores y una determinada bacteria.

Solución: a

La reacción en cadena de la polimerasa (K. Mullis, 1986) es una técnica biotecnológica que permite, en breve tiempo, con pocos elementos y material de laboratorio sencillo, obtener gran número de copias –amplificar– un segmento de ADN para su posterior utilización en diferentes estudios.

Las fases del proceso son:

1. Desnaturalización térmica del ADN (95 °C), que consigue separar las dos cadenas de la molécula que se va a clonar.
2. Hibridación (55 °C), unión de oligonucleótidos cebadores a sus secuencias complementarias que flanquean el gen.
3. Replicación de las cadenas (78 °C). Son necesarios desoxirribonucleótidos trifosfato libres y ADN polimerasa resistente a la temperatura (obtenida generalmente de la bacteria termófila *Thermus aquaticus*).

En cada nuevo ciclo las moléculas de ADN obtenidas son sometidas sucesivamente a las fases anteriores, que amplifican exponencialmente la cantidad de ADN.

El resto de las respuestas son falsas. La ARN polimerasa se precisa *in vivo* para la síntesis del cebador, en la PCR se suministra una pequeña secuencia de oligonucleótidos complementaria al ADN molde que actúa como primers. En ningún momento del proceso se sintetiza ARN, es imposible la obtención de híbridos ADN-ARN como propone la respuesta c). Respecto la solución e), es la ADN polimerasa de la bacteria y no la propia bacteria la utilizada en esta técnica.

25. Utilice sus conocimientos de Inmunología humana para relacionar correctamente los elementos de la primera y segunda columnas:

1. Ig A	**a. Respuesta celular específica**
2. Vacuna	**b. Ig E**
3. Asma	**c. Inmunidad activa**
4. Macrófago	**d. Leche materna**
5. Linfocito T_4	**e. Inmunidad innata**

a) 3 → a 4 → b 5 → c
b) 1 → e 2 → c 4 → a
c) 1 → d 3 → b 4 → e
d) 2 → c 3 → b 4 → d
e) 2 → b 4 → c 5 → a

Solución: c

La relación entre los elementos de la primera columna y las características expresadas en la segunda son: 1 → d: La Ig A es la gammaglobulina propia de la secreciones seromucosas: leche materna, lágrimas, saliva, etc. 2 → c: La vacunación es un procedimiento por el que se inoculan antígenos a un organismo para estimular la respuesta y la memoria inmunológica; el sistema inmunológico del organismo vacunado interviene activamente en la adquisición de la inmunidad. 3 → b: El asma es un síntoma de reacción alérgica mediada por Ig E que, insertada en la membrana de basófilos y mastocitos, provoca tras unirse al alérgeno la liberación de histamina desencadenándose una reacción inflamatoria. 4 → e: Los macrófagos son leucocitos fagocitarios que actúan de modo inespecífico sobre cualquier patógeno. 5 → a: Los linfocitos T_4 o T_H son células mediadoras de la respuesta celular específica, tras reconocer a los antígenos mostrados por células presentadoras liberan interleucinas, moléculas que desencadenan la respuesta específica por parte de células B y T.

26. En el siguiente dibujo se observa un transporte de pequeñas sustancias a través de la membrana celular; es cierto que:

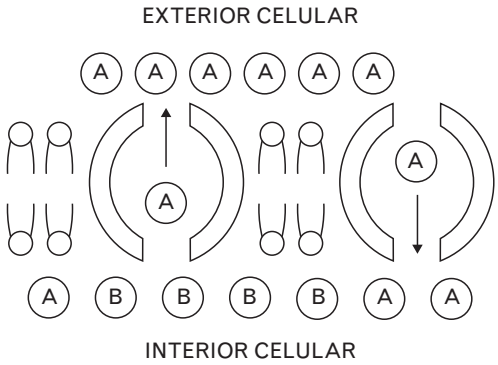
a) Hay dos proteínas de canal participando, que solo intervienen en transporte pasivo.

b) Hay dos proteínas transportadoras, que solo intervienen en transporte activo.

c) La molécula B se transportará activamente hacia el exterior cuando A entre por transporte pasivo.

d) La molécula A entrará en la célula pasivamente aunque sea una molécula cargada.

e) Las respuestas c) y d) son ciertas.



Solución: d

Una de las funciones de la membrana plasmática es la permeabilidad selectiva, regular el paso de sustancias entre los medios externo e interno celular. En el transporte influye el tamaño, la polaridad y el gradiente electroquímico de las moléculas. Cuando se realiza en contra de gradiente se trata de un **transporte activo** que requiere energía y la participación de proteínas transportadoras llamadas bombas. En caso contrario, las moléculas se mueven a favor de gradiente sin gasto de energía por **transporte pasivo** en cualquiera de sus modalidades, **difusión simple** si las sustancias son apolares o pequeñas moléculas sin carga que se desplazan entre los lípidos de la bicapa, o **facilitada** cuando se trata de moléculas polares algo mayores o iones que atraviesan la membrana por proteínas específicas.

La molécula A sale de la célula en contra de gradiente de concentración, se desplazará por transporte activo. Sin embargo, cuando A se introduce en la célula a

favor de gradiente lo hace por transporte pasivo, se tratará de una molécula polar que será transportada por medio de una permeasa específica, o bien un ion, que atravesará la membrana por un canal iónico, procesos ambos de difusión facilitada.

No hay ningún dato que justifique la afirmación c); en cualquier caso, si interviene en un cotransporte saldrá pasivamente.

27. El agua es una biomolécula inorgánica que participa en numerosos procesos celulares; sobre su actuación, es cierto que:

a) En reacciones de hidrólisis se descompone en los iones H^+ y HO^-.

b) Con hidrolasas actúa como reactivo formando un nuevo enlace.

c) Se genera en la respiración.

d) Se produce en la fotosíntesis.

e) Son ciertas las respuestas a) y c).

Solución: e

Las reacciones de hidrólisis son rupturas de enlaces covalentes de moléculas orgánicas mediante incorporación de agua. A los átomos implicados en el enlace se adiciona un H^+ y un HO^- respectivamente.

$$A - B + H_2O \longrightarrow A - H + HO - B$$

En las células estas reacciones son catalizadas por enzimas hidrolasas específicos del sustrato y del tipo de enlace que hidrolizan.

Respecto a las rutas metabólicas mencionadas, en la respiración celular se genera agua como resultado del catabolismo aerobio de moléculas orgánicas, el oxígeno acepta los electrones liberados en la oxidación y se reduce formando agua. En la fase fotoquímica de la fotosíntesis, el fotosistema II utiliza el agua como dador de electrones, liberando oxígeno.

28. La figura representa esquemáticamente la actividad metabólica más importante de una mitocondria. Identifique las sustancias señaladas con números en la figura:

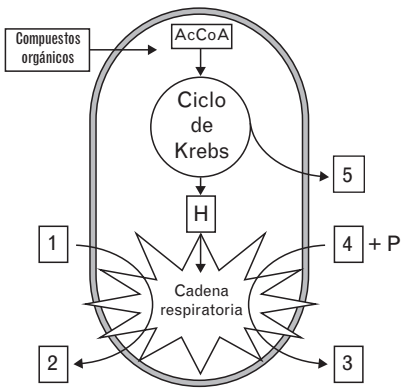
a) 1→ O_2 2→ H_2O 3→ ATP 4→ ADP 5→ CO_2

b) 1→ H_2O 2→ O_2 3→ ATP 4→ ADP 5→ CO_2

c) 1→ O_2 2→ H_2O 3→ ADP 4→ ATP 5→ CO_2

d) 1→ CO_2 2→ H_2O 3→ ATP 4→ ADP 5→ O_2

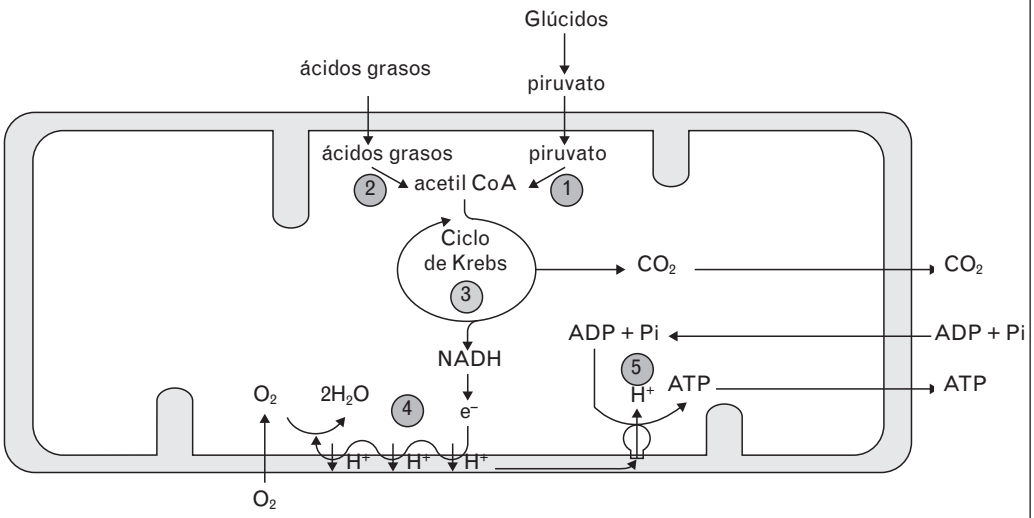
e) 1→ CO_2 2→ O_2 3→ ATP 4→ ADP 5→ H_2O



Solución: a

El esquema recoge las rutas metabólicas de la respiración aeróbica. Diversos combustibles metabólicos –glúcidos, ácidos grasos, aminoácidos– inician el catabolismo en el hialoplasma y sus productos ingresan en la mitocondria, donde rinden un número variable de moléculas de acetil-CoA que son oxidadas en el ciclo de Krebs.

Por cada acetil-CoA que ingresa en el ciclo de Krebs se obtienen por oxidación del grupo acetilo dos moléculas de CO_2 (número 5) y ocho hidrógenos (H). Los electrones liberados, contenidos en hidrógenos, ingresan en la cadena respiratoria de la membrana interna mitocondrial donde, después de pasar por distintos transportadores, son aceptados finalmente por el oxígeno molecular, O_2 (número 1), que se reduce a H_2O (número 2). Acoplada al transporte de electrones se produce la fosforilación de ADP (número 4) a ATP (número 3) en los sistemas ATP sintasa.



① Descarboxilación oxidativa del piruvato.
② ß-oxidación de ácidos grasos.
③ Ciclo de Krebs.
④ Cadencia respiratoria.
⑤ Fosforilación oxidativa.

29. Un operón es un conjunto de genes relacionados funcionalmente más los elementos que regulan su expresión; así, por ejemplo, el *operón lac* controla el transporte y metabolismo de lactosa en la bacteria *Escherichia coli*. Sobre los elementos constituyentes de un operón, es cierto que:

a) El promotor es la región del ADN donde se une la proteína reguladora para impedir la transcripción de los genes estructurales.

b) El operador es la región del ADN donde su une el enzima ARN polimerasa encargado de la transcripción de los genes reguladores.

c) El gen regulador se encarga de activar la ARN polimerasa para que inicie la transcripción de los genes estructurales.

d) El operador es una proteína represora que se sintetiza para detener la transcripción de los genes estructurales.

e) Los genes estructurales se transcriben cuando la proteína represora deja libre el operador.

Solución: e

El operón (Jacob y Monod, 1961) es un modelo para explicar la regulación de la expresión génica en bacterias. Se trata de un sistema autorregulable constituido por:

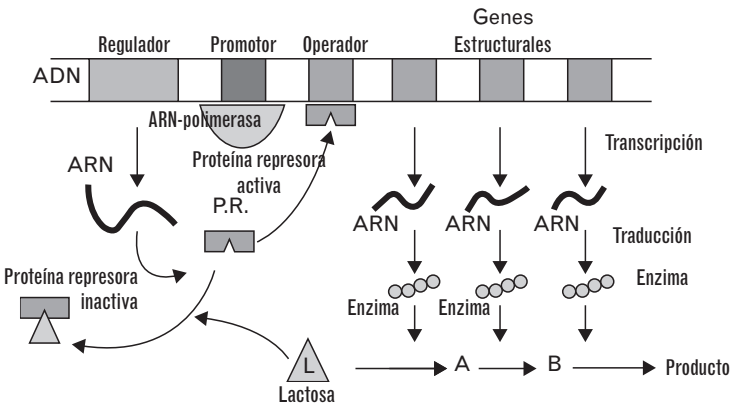
- Genes estructurales: codifican proteínas, generalmente enzimáticas, implicadas en el mismo proceso bioquímico o procesos estrechamente relacionados.
- Gen regulador: codifica para una proteína reguladora de la expresión de los genes estructurales.
- Promotor: secuencia de ADN a la que se une la ARN polimerasa, enzima encargada de la transcripción de los genes estructurales.
- Operador: región intercalada entre el promotor y los genes estructurales a la que se asocia la proteína represora en su conformación activa, impidiendo que la ARN polimerasa acceda a los genes estructurales.

La proteína reguladora presenta dos conformaciones, en su conformación activa se une al operador bloqueando la transcripción; en forma inactiva se separa de él haciendo accesible los genes estructurales a la ARN polimerasa. El paso de la proteína reguladora de la forma activa a la inactiva, o viceversa, está condicionado por la unión de una sustancia moduladora.

Cuando el operón funciona por inducción, el modulador, sustrato inicial de una ruta catabólica, se une a la proteína reguladora inactivándola; permite así su propia transformación bioquímica. Por ejemplo, en el *operón lac* es la lactosa el modulador que inactiva al represor permitiendo su transformación catabólica.

En los operones que actúan por represión, el modulador, producto final de una ruta anabólica, se une a la proteína reguladora activándola y bloqueando la vía que conduce a su síntesis. Por ejemplo, en el *operón his* es la histidina sintetizada en cantidad suficiente la que activa al regulador, inhibiendo la ruta que determina su síntesis.

Esquema del *operón lac*:



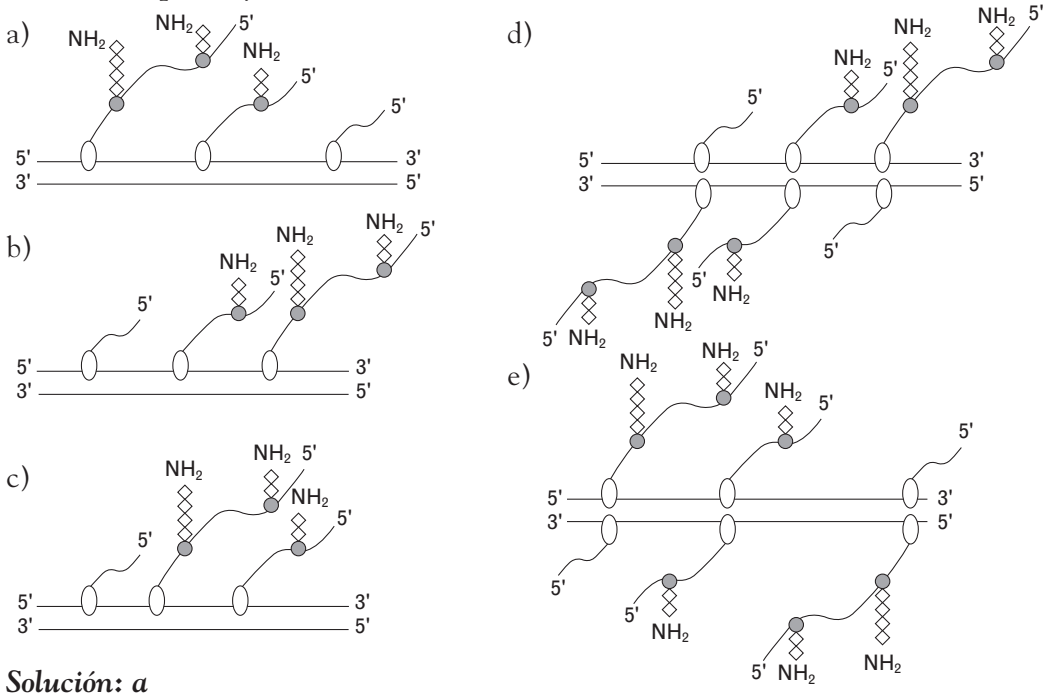
30. Los viroides son agentes infecciosos muy sencillos que se caracterizan por:

a) Producir enfermedades en vegetales.
b) Estar formados por ARN monocatenario.
c) Replicarse a través de la ARN polimerasa del hospedador.
d) No codificar proteínas.
e) Todas las respuestas son ciertas.

Solución: e

Los viroides son moléculas de ARN monocatenario desnudo que se comportan como agentes infecciosos en plantas superiores, a las que acceden a través de traumatismos generalmente ocasionados por aperos de cultivo infectados o por picadura de insectos. El viroide no se comporta como ARNm ni induce la síntesis de moléculas de este tipo, por lo que no codifica proteínas ni tan siquiera enzimáticas para su propia replicación, utiliza para replicarse los enzimas de la célula hospedadora. Su patogenia se relaciona con la interferencia en la regulación genética de la célula infectada. Se han descrito unas cuarenta enfermedades causadas por estos agentes que ocasionan pérdidas económicas importantes en diversos cultivos: exocortis de los cítricos, enfermedades en las patatas –ahusadas y filiformes– que afectan a su morfología, atrofiamiento del tomate, etc. Los viroides son resistentes al calor, a la radiación UV y a los rayos X.

31. Encuentre, entre los cinco esquemas propuestos, el que corresponde a la transcripción y traducción bacterianas:



Solución: a

La interpretación de los esquemas determina que el ADN (líneas paralelas) está siendo leído por varias ARN polimerasas (círculos blancos). El ARNm transcrito (líneas curvas) es a su vez traducido por ribosomas (círculos grises) de los que emergen las cadenas peptídicas en crecimiento (rombos que representan aminoácidos).

La transcripción es asimétrica, solo una de las hebras del ADN actúa como molde, razón por la que los esquemas d) y e) son erróneos. La hebra molde es leída por las ARN polimerasas en dirección 3' → 5', la longitud del ARN transcrito debe aumentar en este sentido; este hecho determina que las respuestas b) y c) no sean correctas. Así mismo, las ARN polimerasas sintetizan en sentido 5'→ 3', el extremo libre del ARN transcrito que se separa del ADN molde debe ser el 5'.

Los ribosomas durante la traducción, simultánea en procariotas a la transcripción, leen el ARNm en dirección 5'→ 3'; la cadena polipeptídica más larga, con mayor número de aminoácidos, será la más alejada del extremo 5'. Las proteínas en síntesis tendrán libre el extremo $-NH_2$ correspondiente al primer aminoácido.

32. Los microorganismos son capaces de realizar numerosas transformaciones de materia en los ciclos biogeoquímicos. Es falso que:

a) Degradan materia orgánica compleja en materia orgánica sencilla.
b) Transforman materia orgánica sencilla en materia inorgánica.
c) Incorporan materia inorgánica a los ecosistemas impidiendo que esta se vaya agotando.
d) Ponen a disposición de los organismos vegetales materia orgánica utilizable.
e) Realizan fermentaciones pútridas en las que se degrada materia nitrogenada, como los aminoácidos, y producen amoniaco.

Solución: d

La gran diversidad metabólica de los microorganismos los hace fundamentales en los ciclos biogeoquímicos. Por una parte, junto con algas y vegetales, constituyen el nivel trófico de los productores autótrofos, al elaborar por fotosíntesis o quimiosíntesis materia orgánica a partir de inorgánica, que se transfiere de unos seres vivos a otros por las cadenas tróficas.

Por otra parte, descomponen los restos orgánicos en materia orgánica sencilla y, posteriormente, la transforman en inorgánica, proceso de mineralización, cerrando así el ciclo de la materia. La mineralización pone a disposición de vegetales y otros autótrofos la **materia inorgánica** utilizable. Un ejemplo es la fermentación pútrida, en la que microorganismos degradan proteínas o aminoácidos de cadáveres a materia orgánica sencilla –indol, escatol, cadaverina–, y posteriormente otros microorganismos transforman estos compuestos en amoniaco.

33. En las disciplinas científicas, como la Biología, una determinada información conduce a la deducción de otras cuestiones; así, por ejemplo, la combinación de la organización celular –eucariota, procariota– con el tipo de nutrición –autótrofa, heterótrofa– determina qué orgánulos contiene cada tipo celular. Sin tener en cuenta las excepciones, es cierto que una célula:

a) Eucariota heterótrofa contiene mitocondrias y cloroplastos.
b) Procariota heterótrofa contiene mitocondrias y no cloroplastos.
c) Eucariota autótrofa casi nunca posee mitocondrias y sí cloroplastos.
d) Procariota heterótrofa posee mitocondrias y cloroplastos.
e) Procariota heterótrofa no contiene ni mitocondrias ni cloroplastos.

Solución: e

Las células procariotas carecen de orgánulos citoplasmáticos a excepción de ribosomas. Las funciones de nutrición, tales como fotosíntesis y respiración, dependen del tipo de metabolismo de la célula. En caso de producirse lo hacen en la membrana celular, donde se encuentran los sistemas enzimáticos encargados de realizar estas funciones. Las células eucariotas, independientemente del tipo de nutrición autótrofa o heterótrofa, poseen siempre mitocondrias, orgánulos responsables de la respiración celular, y por tanto de obtener la energía necesaria para todos los procesos celulares. Los cloroplastos son exclusivos de células eucariotas autótrofas fotosintéticas, en ellos se genera materia orgánica a partir de materia inorgánica.

34. La obtención de plantas transgénicas tiene como principal finalidad la mejora de especies de uso agrícola o la producción de determinadas sustancias. El proceso de obtención se realiza en varias fases, indicadas en el esquema adjunto:

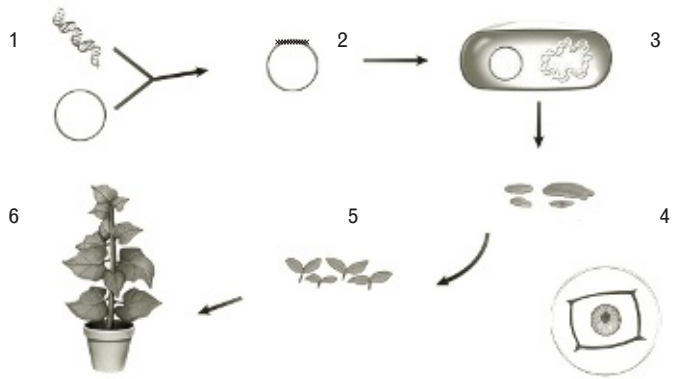
a) 1 → aislar el gen; 3 → introducir el plásmido en un virus.

b) 3 → obtener copias del gen; 4 → transformar la planta.

c) 2 → introducir el gen en el plásmido bacteriano; 4 → clonar la planta.

d) 1 → duplicar el gen; 3 → hacer copias del gen.

e) 4 → recombinar los genomas del virus y de la planta; 5 → cultivar planta transformada.



Solución: b

A través de la técnica del ADN recombinante que permite introducir en un organismo genes procedentes de otros seres vivos, se pueden llevar a cabo diferentes mejoras en cultivos vegetales, tales como resistencia a herbicidas y plagas, mejora de las propiedades organolépticas, aumento de tamaño, producción de vacunas, etc.

Los pasos básicos seguidos en el proceso de obtención de una planta transgénica son:

1 → **Aislar el gen** con la característica deseada a partir del ADN de un organismo donante.

2 → **Introducir el gen en un plásmido bacteriano**, utilizando para cortar el ADN donante y el plásmido receptor el mismo enzima de restricción.

3 → **Obtiener copias del gen** introduciendo en una bacteria el plásmido recombinante y cultivando la bacteria en un medio adecuado.

4 → **Transformar la planta**, se transfiere el gen con el vector apropiado a las células vegetales que lo incorporarán a su genoma.

5 → **Cultivo *in vitro* de la planta transformada**.

6 →Trasplantar las plántulas obtenidas.

35. Todas las bacterias rojas son eubacterias Gram negativas capaces de realizar la reacción indicada, en la que se observa que:

$$\textbf{Ácido acético} + 2\ H_2O \rightarrow 2\ CO_2 + 8\ H^+$$

a) Es una reacción de oxidación.

b) Se trata de una reacción aeróbica utilizada industrialmente para obtener vinagre.

c) El ácido acético se reduce.

d) El ácido acético posee dos átomos de carbono, dos de oxígeno y cuatro hidrógenos.

e) Las respuestas a) y d) son ciertas.

Solución: e

En la reacción propuesta puede apreciarse que de una molécula orgánica, el ácido acético, se obtiene carbono inorgánico totalmente oxidado en forma de CO_2 y H^+. Se trata de una reacción oxidativa del sustrato. Por el recuento de los átomos se deduce que el ácido acético aporta a los productos finales dos átomos de carbono, dos de oxígeno y cuatro de hidrógeno ($H_3C–COOH$), no se especifica el destino de los ocho electrones que se desprenden en la reacción. La reacción ajustada es:

$$CH_3–COOH + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ CO_2 + 8\ H^+ + 8\ e^-$$

En cuanto a la respuesta b) es falsa, existe un proceso mal llamado por ser aeróbico fermentación acética con el que podría confundirse la reacción expuesta. En dicho proceso el etanol se oxida a ácido acético, sustancia que se obtiene como producto final.

36. Se determinó el sistema AB0 de una familia, observándose los fenotipos A y B en los padres y 0 en el hijo. Entre las probabilidades fenotípicas propuestas para su segundo y tercer descendiente existe una errónea, encuéntrela:

a) 1/64 de que el segundo y el tercero sean dos chicas del grupo A y 0, respectivamente.

b) 1/32 de que el segundo sea de grupo AB y el tercero chico de grupo 0.

c) 1/16 de que un hijo sea de grupo A y el otro del grupo B.

d) 1/64 de que el segundo sea chica de grupo A y el tercero chico de grupo B.

e) 1/32 de que el segundo hijo sea chico de grupo AB y el tercero de grupo B.

Solución: c

El sistema AB0 humano está determinado por una serie de tres alelos, en la que $\mathbf{I^A}$ e $\mathbf{I^B}$ son codominantes y ambos dominantes sobre **i**. Los genotipos y sus correspondientes fenotipos son:

Genotipo	Fenotipo
$I^A I^A$ $I^A i$	Grupo A
$I^B I^B$ $I^B i$	Grupo B
$I^A I^B$	Grupo AB
ii	Grupo 0

Si del cruzamiento de dos fenotipos dominantes nace un hijo homocigótico recesivo de grupo 0 (ii), los padres deben ser heterocigotos portadores ambos del alelo i, y la probabilidad de su descendencia será:

P: $I^A i \times I^B i$

$\downarrow$

F_1: Genotipos $\frac{1}{4}\, I^A I^B : \frac{1}{4}\, I^A i : \frac{1}{4}\, I^B i : \frac{1}{4}\, ii$

Fenotipos $\frac{1}{4}$ **AB** : $\frac{1}{4}$ **A** : $\frac{1}{4}$ **B** : $\frac{1}{4}$: **0**

Para la correcta resolución del ejercicio se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- La probabilidad de cada sexo es ½ y resulta un suceso independiente del grupo sanguíneo.
- La probabilidad fenotípica de un hijo es independiente de la de otro.
- Si el orden de nacimiento de los fenotipos está determinado, la probabilidad simultánea de dos fenotipos será el producto de sus probabilidades independientes.
- Si el orden de nacimiento de los fenotipos no está determinado, podrían darse dos sucesos válidos, que el primero tenga uno de los fenotipos planteados y el segundo el otro, o que nazcan en el orden contrario; en consecuencia, deben sumarse las probabilidades de los dos casos posibles.

Utilizando las premisas expuestas se analizan a continuación los casos planteados en las soluciones:

Respuesta c): Al no especificarse el sexo ni el orden de nacimiento:

(¼ segundo hijo A × ¼ tercer hijo B) + (¼ segundo hijo B × ¼ tercer hijo A) = = 1/16 + 1/16 = 1/8

Para el resto de respuestas, donde se concreta el fenotipo del segundo y tercer hijo, debe aplicarse igual razonamiento en todos los casos:

a) (½ ser chica × ¼ grupo A) × (½ ser chica × ¼ grupo 0) = 1/64
b) (¼ grupo AB) × (1/2 ser chico × ¼ grupo 0) = 1/32
d) (½ ser chica × ¼ grupo A) × (½ ser chico × ¼ grupo B) = 1/64
e) (½ ser chico × ¼ grupo AB) × (¼ grupo B) = 1/32

37. Los intrones son fragmentos de ácido nucleico que:

a) Contienen secuencias génicas reguladoras del inicio y fin de la transcripción.
b) Presentan secuencias repetitivas con baja actividad de transcripción.

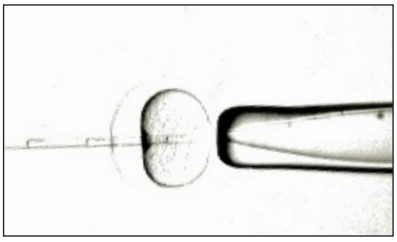
c) Están localizados en la heterocromatina facultativa.
d) Permiten formar distintas secuencias de ARN mensajero.
e) Abundan en organismos eucariotas y bacterias.

Solución: d

En las células eucariotas el ARNm transcrito primario sufre un proceso de maduración que incluye la eliminación de determinadas secuencias no codificantes, los *intrones*, intercaladas entre las secuencias codificantes, los *exones*, y la unión posterior de estos, lo que se conoce como *splicing*. La posibilidad de unir los exones en diferente orden según los requerimientos celulares –*splicing* alternativo– permite configurar distintas secuencias de ARNm maduro, cuya traducción producirá proteínas diferentes que facultan a la célula para adaptarse a diversos ambientes. En las células procariotas el ARNm transcrito se traduce directamente, no precisa maduración. En cuanto a las secuencias génicas reguladoras del inicio y fin de la transcripción, se localizan en el ADN, no en el ARN.

38. La inyección introplasmática de esperma a un ovocito (ver foto) corresponde a un/una:

a) Recombinación nuclear a través de un vector.
b) Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
c) Tipo de transferencia núcleo celular.
d) Recombinación transgénica.
e) Proceso de ingeniería genética.



Solución: c

La imagen muestra una técnica de reproducción asistida por inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI) en un ovocito. Es utilizada en parejas con problemas de esterilidad masculina en las que han fracasado otros intentos de fecundación *in vitro* o cuando el hombre está vasectomizado. La esterilidad masculina puede obedecer a causas diversas: oligospermia o baja producción de espermatozoides, motilidad insuficiente, morfología anormal o también a un fallo de la reaccion acrosomial, incapacidad del espermatozoide para romper las cubiertas del ovocito y penetrar en su interior. Los óvulos se extraen quirúrgicamente del ovario de la mujer previamente estimulada con hormonas. Los espermatozoides se obtienen por eyaculación normal o desde el testículo o epidídimo mediante técnicas quirúrgicas. Con una microaguja se recoge de la muestra un único espermatozoide y su cabeza es inyectada al interior del ovocito, momento que recoge la microfotografía. El óvulo fecundado se cultiva en un medio especial hasta confirmar el éxito de la fecundación en unas 48 horas. Por último, trascurridos de uno a seis días se transfiere el embrión al útero de la mujer.

Las técnicas de reproducción asistida no son procesos de ingeniería genética al no incluir manipulación génica.

39. Los linfocitos T son glóbulos blancos, que maduran en el timo, capaces de reconocer antígenos de la superficie externa de otras células. También pueden:

a) Producir moléculas proteicas destinadas a unirse específicamente a los antígenos.
b) Intervenir activamente en la inmunidad de tipo humoral.
c) Resistir radiaciones altamente energéticas.
d) Entrar en contacto con un antígeno y convertirse en células plasmáticas.
e) Destruir células cancerosas de manera muy poco específica.

Solución: c

Los linfocitos T y B son responsables de la respuesta inmunitaria específica. Mientras que los linfocitos B se inactivan con facilidad por rayos X, los T soportan radiaciones altamente energéticas. Las afirmaciones recogidas en las respuestas a), b) y d) hacen referencia a propiedades de los linfocitos B, células que tras su activación se diferencian en células plasmáticas productoras de anticuerpos, proteínas que se unen específicamente a antígenos, haciéndose cargo de la respuesta humoral. Por su parte, las diferentes estirpes de linfocitos T son responsables de la respuesta inmunológica celular. Los linfocitos T_H activan a linfocitos T_C, B y macrófagos para que proliferen e inicien la destrucción del patógeno. Los T_C son citotóxicos, destruyen células tumorales y células invadidas por virus tras reconocer antígenos de su superficie, participan también en reacciones de hipersensibilidad y en el rechazo a injertos. Los linfocitos T_{reg} y T_S intervienen en la supresión de la respuesta inmunológica, inhiben la proliferación y actividad de linfocitos B y T mediante la liberación de citoquinas supresoras cuando el patógeno ha sido ya eliminado. Los destructores inespecíficos de células cancerosas son los linfocitos NK o *Natural Killer*, constituyen las defensas naturales contra el cáncer al lisar las células tumorales por perforación de su membrana.

40. Las coníferas suelen tener tallos rectos, conductos resiníferos y hojas de forma acicular o escuamiforme. Respecto a sus flores:

a) Nunca aparecen en el mismo pie de planta las flores masculinas y femeninas.
b) Suelen ser pequeñas y vistosas, atractivas para los insectos por su néctar.
c) Las masculinas suelen ser pequeñas y estar formadas por numerosos estambres.
d) Las femeninas contienen dos óvulos desnudos en la base de una bráctea.
e) Las femeninas una vez fecundadas producen un fruto denominado piña.

Solución: d

Las coníferas son plantas vasculares del grupo de las gimnospermas que tuvieron su máximo desarrollo en el Devónico y Jurásico. Predominan en los climas fríos de latitudes altas y en la alta montaña de latitud media, incluso tropical. Su porte es leñoso y, como adaptación a la baja temperatura y desecación, poseen hojas reducidas y perennes. Son plantas monoicas o dioicas, pero sus flores agrupadas en estróbilos son siempre unisexuales y carentes de las estructuras típicas de la flor angiosperma: periantio, estambres y pistilo. Las flores masculinas, verdes y pequeñas, se sitúan en la parte alta de la planta, poseen dos sacos polínicos en la base de cada bráctea provistos del abundante polen necesario para la polini-

zación anemófila. Los estróbilos femeninos se sitúan en las ramas bajas y contienen brácteas con dos óvulos desnudos en su base. Al no estar los óvulos contenidos en el ovario, tras la fecundación no se forma el fruto producido a partir de las paredes de este órgano característico de angiospermas; las brácteas endurecidas forman una estructura denominada cono o piña que contiene las semillas.

41. Indica en qué fases de la meiosis se producen respectivamente la recombinación y la reducción de 2n a n:

a) Metafase I y anafase I.
b) Profase I y anafase I.
c) Diplotena y anafase II.
d) Telofase I y metafase II.
e) Profase I y anafase II.

Solución: b

Durante la paquitena de la profase I meiótica los cromosomas homólogos apareados intercambian segmentos cromatínicos, produciéndose la recombinación de genes maternos y paternos. En metafase I los homólogos unidos por sus quiasmas, o puntos de recombinación, se disponen en la placa ecuatorial, donde habrá **n** pares de cromosomas homólogos o **n** tétradas. Es en anafase I cuando se produce la reducción a la mitad del número de cromosomas, al emigrar **n** componentes, uno de cada par de homólogos metafásico a un polo celular. En todas las fases de la meiosis II las células contienen **n** cromosomas.

42. En la fotosíntesis oxigénica se produce un transporte cíclico de electrones. Respecto a este proceso, indique cuál de las siguientes afirmaciones <u>es falsa</u>:

a) Los electrones fluyen en un circuito cerrado al ser desviados desde la ferredoxina al citocromo b.
b) Se forma NADPH + H^+.
c) Interviene solo el PS I.
d) No se libera oxígeno.
e) Se produce ATP.

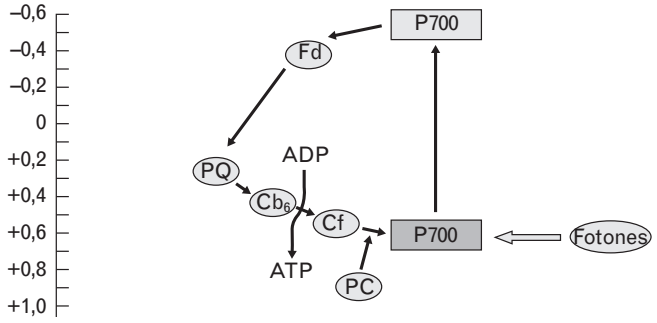
Solución: b

El transporte cíclico de electrones o fotofosforilación cíclica es un proceso que ocurre en las membranas tilacoidales del cloroplasto durante la fase fotoquímica de la fotosíntesis. En este transporte participa exclusivamente el fotosistema I (PS I). La clorofila P_{700} de su centro de reacción, estimulada por la luz, libera electrones a una cadena cíclica de transportadores que termina de nuevo en el PS I. La clorofila A_O es el aceptor primario de electrones en este fotosistema, desde ella se desplazan con liberación de energía a la fitoquinona (Q) y de esta a la ferredoxina (Fd). La clave en el proceso es la ferredoxina, en la fotofosforilación acíclica transfiere los electrones al $NADP^+$, pero en la fosforilación cíclica los desvía hacia la plastoquinona (PQ), componente intermediario de

la cadena transportadora que conecta el PS II con el PS I. Desde la PQ los electrones fluyen al citocromo b_6-f y a la plastocianina (PC) que los devuelve al PS I.

El flujo de electrones está acoplado a un bombeo de protones desde el estroma hacia el espacio intratilacoidal del cloroplasto. Cuando los protones retornan de nuevo al estroma lo hacen por los sistemas ATP sintasa, activando la fosforilación del ADP que produce ATP. Debido a que los electrones no se transfieren al $NADP^+$, no se obtiene NADPH. Tampoco se libera el oxígeno procedente de la fotólisis del agua por no intervenir el PS II.

En el ciclo de Calvin de la fase biosintética se requiere mayor cantidad de ATP que de NADPH para la fijación del CO_2. La fotofosforilación cíclica consigue el ATP adicional.



43. En relación con las arqueobacterias, indique cuál de las siguientes características <u>es falsa</u>:

a) Sus paredes celulares carecen de peptidoglicanos.

b) Los lípidos de su membrana plasmática están formados por hidrocarburos que se unen a la glicerina mediante enlaces éter.

c) Carecen de núcleo y de orgánulos celulares membranosos.

d) Por endosimbiosis dieron lugar a mitocondrias y cloroplastos eucariotas.

e) Están adaptadas a vivir en condiciones extremas.

Solución: d

Se desconoce el origen y antigüedad del dominio *Archaea* y está en continua revisión su posición en el árbol filogenético de la vida. Morfológicamente las arqueobacterias comparten con el dominio *Bacteria* el ser procariotas –carecen de núcleo y orgánulos de membrana– y con el dominio *Eukarya* algunos genes.

Las arqueobacterias actuales difieren de las eubacterias en varios aspectos: su membrana no se compone de fosfolípidos, se forma por hidrocarburos unidos por enlace éter a la glicerina; la pared celular contiene un derivado del peptidoglicano, la peudomureína, que posee enlaces 1-3 entre N-acetilmurámico y N-acetilglucosamina en vez de los característicos 1-4 de la mureína. Muchas especies se han adaptado a hábitats de condiciones extremas, existiendo especies termófilas, halófilas, acidófilas, psicrófilas, etc., provistas de extremoenzimas de gran interés biotecnológico.

Las mitocondrias, cloroplastos y otros orgánulos de las células eucariotas proceden, según la teoría desarrollada por Lynn Margulis, de organismos del dominio *Bacteria*, con nutrición aerobia en el caso de mitocondrias y autótrofa en el de cloroplastos, adquiridos mediante endosimbiosis por una célula ancestral procariota heterótrofa.

44. Sabiendo que en el código genético AUG es el codón de inicio y los codones UAA, UAG y UGA especifican stop, indique el número de aminoácidos que tendrá el polipéptido codificado por el siguiente ARNm obtenido en el proceso de transcripción de un gen eucariota:

3' AUGAAUGAAGCGCAGAGCGUAUAACGA 5'

a) 6 porque el primer aminoácido es eliminado.
b) 7 porque cada tres nucleótidos corresponden a un aminoácido.
c) 5 porque aparece un codón de terminación.
d) 8 dado que hay ocho tripletes.
e) 7 porque aparece un codón de terminación.

Solución: c

El ARNm se traduce en los ribosomas que lo leen en dirección 5'→3', dirección en la que habrá que buscar el codón de inicio AUG para solucionar correctamente el ejercicio. A partir de este y hasta el codón sin sentido o de stop, que no determina aminoácido, cada triplete especifica un aminoácido, un total de cinco aminoácidos para el ARNm propuesto.

La secuencia, escrita en el orden de lectura correcto, y su traducción es:

5' AGCAAU	AUG	CGA	GAC	GCG	AAG	UAA	GUA 3'
	aa_1	aa_2	aa_3	aa_4	aa_5	Stop	

Un posible error es leer el ARNm desde el extremo 3', tal como está escrito en el planteamiento.

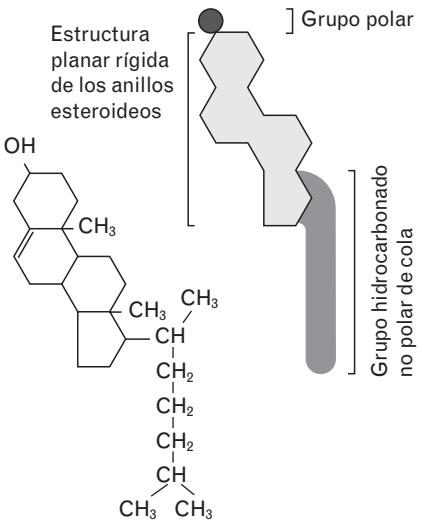
45. El colesterol puede incluirse en la bicapa de fosfolípidos de membrana de la célula gracias a su condición de:

a) Molécula anfipática.
b) Derivado esteroideo.
c) Sustancia hidrofóbica.
d) Derivado de fosfolípido.
e) Tener afinidad por las glicoproteínas.

Solución: a

El colesterol es un lípido esteroideo derivado del ciclopentano-perhidrofenantreno. La presencia de un grupo –OH en el C3 le confiere cierta polaridad y el carácter anfipático que determina su orientación en la bicapa lipídica de las membranas celulares. Esta pequeña zona polar del hidroxilo se dirige hacia las cabezas polares de los fosfolípidos, constituyentes principales de la bicapa, y su núcleo esteroídico hidrófobo se sitúa entre las colas apolares de las mismas moléculas.

La presencia de colesterol confiere rigidez a las membranas impidiendo que se desestructuren al elevarse la temperatura.



46. Teniendo en cuenta las características de las dos células recogidas en la tabla, indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

Características	Célula I	Célula II
Pared celular	Presente	Presente
Ribosomas	Presente	Presente
Núcleo	Ausente	Presente
Capacidad fotosintetizadora	Presente	Ausente
Respiración celular	Presente	Presente

a) La célula I corresponde a una especie de alga unicelular.
b) La célula II corresponde a una célula vegetal típica.
c) La célula I es posterior filogenéticamente a la célula II.
d) La célula II pertenece al reino Fungi.
e) La célula I no contiene heteropolisacáridos en su pared.

Solución: d

La ausencia de núcleo permite identificar como procariota a la célula I, las características restantes confirman esta identificación e indican que se trata de una bacteria autótrofa fotosintética. De la misma manera, la presencia de núcleo determina que la célula II es eucariota. La pared celular excluye a las células animales y restringe la identificación a las células vegetales y a las de hongos, ambas portadoras de pared aunque de distinta composición, celulósica la vegetal y de quitina la de hongos. En cuanto a la incapacidad fotosintética, es propia tanto de hongos como de las células vegetales heterótrofas que carecen de cloroplastos. De las dos alternativas, solo la correspondiente al reino Fungi está recogida en las soluciones.

En la respuesta b), se hace referencia a una célula vegetal típica, y por tanto fotosintética portadora de cloroplastos. La célula I no puede corresponder al alga unicelular propuesta en a), al ser esta una célula eucariota nucleada. Respecto a la afirmación de la respuesta e), la pared bacteriana (célula I) contiene cadenas heteropolisacáridas en la que alternan N-acetilglucosamina y N-acetilmurámico constituyentes de los peptidoglicanos. La pared celular de los hongos (célula II) está compuesta por el homopolisacárido quitina, polímero de N-acetilglucosamina.

Filogenéticamente las células procariotas son anteriores a las eucariotas, no posteriores como propone la solución c).

47. Una de las consecuencias del cambio climático es el progresivo aumento de temperatura en el mar, que pone en riesgo de extinción a algunos seres vivos, entre ellos a un grupo estenotermo, con simetría radial, exoesqueleto calizo, reproducción asexual, sésil y diblástico, al que pertenecen:

a) Hidras.
b) Esponjas.
c) Corales.
d) Asteroideos.
e) Cirrípedos (percebes).

Solución: c

Los corales son animales coloniales del filum Cnidaria. Los individuos de la colonia o pólipos, diblásticos de simetría radial, disponen de dos capas celulares en forma de saco con una cavidad interna o gastrovascular que se abre al exterior por un único orificio rodeado de tentáculos. Son sésiles y se recubren externamente de un esqueleto calcáreo que adquieren al fijar carbonatos del agua. Se reproducen de forma sexual y asexual por gemación, lo que origina la colonia. Su hábitat natural son aguas marinas, cálidas y siempre claras por la simbiosis que establecen con microalgas. La llamativa coloración de las colonias es proporcionada por la especie de alga simbiótica con la que están asociados.

Las hidras, aun siendo también cnidarios y compartir con los corales la mayoría de sus características, carecen de exoesqueleto calcáreo, son de agua dulce y no forman colonias. Esponjas, asteroideos y cirrípedos pertenecen a otros taxones –poríferos, equinodermos y crustáceos, respectivamente– y no reúnen el conjunto de características propuesto.

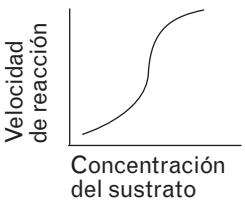
48. Indique cuál de las siguientes <u>no puede</u> considerarse una aplicación de la biotecnología a la industria alimentaria:

a) Producción de proteínas y de vitaminas mediante levaduras.
b) Obtención de derivados lácteos, como el queso o el yogur.
c) Obtención de bebidas alcohólicas como el vino utilizando bacterias.
d) Producción de vinagre mediante bacterias del género *Acetobacter*.
e) Producción de pan mediante fermentación.

Solución: c

El término clásico de biotecnología se refiere a la utilización de microorganismos o sus productos para obtener o modificar otros productos. Bacterias, levaduras y otros hongos –responsables de las denominadas industrialmente fermentaciones, aunque en términos estrictamente biológicos algunas no lo sean– son los microorganismos que tradicionalmente se han utilizado en los procesos biotecnológicos. Diferentes especies de bacterias –*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus casei*– realizan fermentación láctica, de la que a partir de leche se obtiene queso, yogur y otros derivados lácteos, o fermentación acética, aunque no se trata de una verdadera fermentación por ser un proceso aeróbico producido por *Acetobacter*, que oxida el etanol de las bebidas alcohólicas y produce vinagre. El vino y el pan resultan de la fermentación alcohólica promovida por levaduras del género *Saccharomyces* en diferentes sustratos, no por bacterias como propone la solución c). Algunas levaduras se cultivan por su capacidad de sintetizar proteínas y vitaminas de interés alimentario, tal es el caso de la levadura de cerveza.

49. La gráfica representa la relación entre la velocidad de reacción y la concentración del sustrato de un enzima. No es una hipérbola sino una curva sigmoidal, debido a que se trata de un enzima:



a) En presencia de un inhibidor competitivo.
b) Con un inhibidor no-competitivo.
c) De tipo alostérico.
d) Con un inhibidor irreversible.
e) Compitiendo por el mismo sustrato con otro enzima.

Solución: c

Las curvas sigmoideas de la actividad enzimática son indicativas del cooperativismo característico de enzimas alostéricos. Estos enzimas poseen dos conformaciones, inactiva y activa, que cambian de una a otra por la regulación que ejerce un efector al unirse al centro alostérico del enzima. Los efectores positivos, frecuentemente el mismo sustrato de la reacción, provocan la activación del enzima (inducción enzimática) y los negativos, el producto en muchas ocasiones, lo inactivan (inhibición enzimática). Los enzimas alostéricos suelen ser proteínas multiméricas con varios sitios de fijación del sustrato; la unión del efector positivo al centro regulador de uno de los protómeros lo activa, haciendo funcional su centro activo. El cambio conformacional se transmite a los demás protómeros activándolos. Esta cadena de sucesos retrasa inicialmente la reacción, pero a una determinada concentración de sustrato la velocidad aumenta rápidamente hasta alcanzar la velocidad máxima.

Si la gráfica representase dos enzimas y un solo sustrato, como se propone en e), existirían dos reacciones independientes, con productos, cinética enzimática y gráficas diferentes.

Los inhibidores son sustancias que disminuyen la velocidad o impiden la reacción enzimática. Los inhibidores reversibles se unen transitoriamente al enzima, son **competitivos** cuando sustrato e inhibidor compiten por el centro activo del enzima; puede alcanzarse la velocidad máxima aumentando la concentración del sustrato, y **no competitivos** los que se unen a centros distintos del activo dificultando la transformación del sustrato, el aumento de la concentración de sustrato no consigue aumentar la velocidad de la reacción. Los **inhibidores irreversibles** o venenos se unen covalentemente al enzima anulándolo e impidiendo la reacción. Se necesitarían gráficas comparativas de la reacción enzimática en ausencia y presencia de inhibidor para determinar el tipo de inhibición a la que está sometido un enzima.

50. Las hormonas son mensajeros químicos de composición variada que actúan en pequeñas cantidades. Los efectos de un par de hormonas sobre las células diana pueden ser sinérgicos o antagónicos. Indique qué asociación de hormonas es antagónica:

a) Testosterona y estrógenos.
b) Oxitocina y prolactina.
c) Insulina y glucagón.
d) Calcitonina y somatotropina.
e) Tiroxina y aldosterona.

Solución: c

Hormonas antagónicas son aquellas que regulan el mismo proceso con efectos contrarios. Insulina y glucagón, ambas hormonas pancreáticas, son antagónicas en la regulación del metabolismo de glúcidos. La primera facilita la entrada de glucosa en las células desde la sangre para su utilización metabólica; por el contrario, el glucagón estimula la degradación del glucógeno liberando glucosa hacia la sangre desde las células que lo almacenan.

No son antagónicas el resto de las hormonas emparejadas:

- Testosterona y estrógenos son hormonas sexuales relacionadas con el desarrollo de los caracteres sexuales primarios y aparición de los secundarios, masculinos y femeninos, respectivamente, y con la regulación del ciclo sexual.
- La oxitocina sintetizada en el hipotálamo y liberada en la neurohipófisis provoca las contracciones del útero durante el parto y la secreción de leche hacia los conductos galactóforos, la prolactina segregada por la adenohipófisis es responsable de la proliferación de las glándulas lactogénicas y de la producción de leche.
- La calcitonina del tiroides es antagónica a la paratohormona en la regulación del intercambio de calcio entre sangre y hueso; no lo es sin embargo de la somatotropina, hormona del crecimiento adenohipofisaria que estimula el metabolismo celular.
- El tiroides segrega también tiroxina que estimula el catabolismo de glúcidos, lípidos y proteínas y que no guarda relación con la aldosterona liberada en la neurohipófisis, sustancia que interviene en la absorción renal de agua.

Coordinación editorial: **Susana Lobo, Antonio Brandi**

Dirección de arte: **José Crespo**

Ilustración: **José María Valera, David Cabacas, Carlos Aguilera**

Jefe de desarrollo de proyecto: **Javier Tejeda**

Dirección técnica: **Ángel García Encinar**

Coordinación técnica: **Francisco Moral**

Confección y montaje: **Hilario Simón, Fernando Calonge, Pedro Valencia**

Corrección: **Ángeles San Román, Gerardo Z. García**

Documentación y selección fotográfica: **Nieves Marinas**

Fotografías: C. Jiménez/photoAlquimia; I. Rovira; EFE / SIPA-PRESS / Probio America; ISTOCKPHOTO; J. M.ª Barres; MELBA AGENCY; MICROS / J. M.ª Blanco; MATTON-BILD; SERIDEC PHOTOIMAGENES CD; ARCHIVO SANTILLANA

© 2010 by M.ª Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro,
Eduardo Moreno Heras y Raquel San Sotero Arriscado
Torrelaguna, 60. 28043 Madrid
PRINTED IN SPAIN
Impreso en España por

ISBN: 978-84-294-0814-4
CP: 247335
Depósito legal:

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).