



BIOLOGÍA

2º BACHILLERATO
EJERCICIOS EVAU: METABOLISMO

METABOLISMO

1.

- De dónde procede el acetil-coenzima A con el que se inicia el ciclo de Krebs?
- Cuál son los objetivos principales de dicho ciclo?
- En qué parte de la célula tiene lugar el ciclo referido?

CATABOLISMO

- La procedencia del acetil-CoA puede ser a partir de la degradación de azúcares (glucólisis obtención de ácido pirúvico y este experimenta una descarboxilación oxidativa), ácidos grasos (beta-oxidación) y algunos aminoácidos (transformación de los esqueletos carbonados).
- Los objetivos principales del ciclo de Krebs son la oxidación del acetil-CoA, la producción de precursores biosintéticos y la obtención de coenzimas reducidos (NADH+H⁺, FADH₂) y de moléculas ricas en energía (GTP).
- El ciclo tiene lugar en la matriz mitocondrial.

2. Respecto a la producción de ATP en células heterótrofas: **CATABOLISMO**

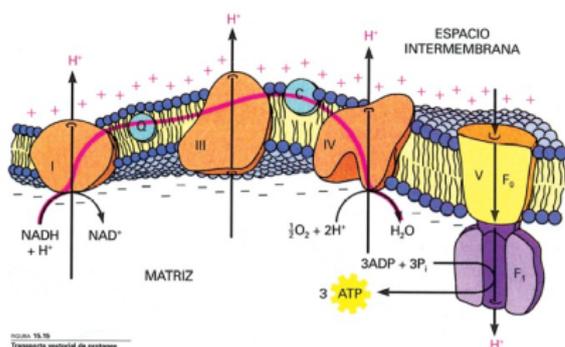
- En qué tipo de rutas metabólicas se produce, en las anabólicas o en las catabólicas?
- En qué tipo de células en las procariontas, en las eucariotas o en ambas?
- De qué manera se produce cuando la célula dispone de oxígeno?
- Cómo se genera en ausencia de oxígeno?
- En qué parte de la célula tiene lugar cada uno de los procesos cuestionados en las dos preguntas anteriores?

- El ATP se produce en las rutas catabólicas.
- Todas las células pueden producir ATP.
- El proceso de producción de ATP en presencia de oxígeno (respiración celular) tiene lugar en cuatro etapas: glucólisis (citoplasma), formación del acetil-CoA por descarboxilación oxidativa (matriz mitocondrial), ciclo de Krebs o del ácido cítrico (matriz mitocondrial) y la cadena respiratoria y fosforilación oxidativa (membrana mitocondrial interna).
- La obtención del ATP en condiciones anaerobias tiene lugar mediante fermentaciones que suceden en el citosol de ciertas bacterias y algunas células eucariotas como las levaduras o las células musculares. En estos procesos anaerobios se produce ATP mediante fosforilación a nivel de sustrato sin cambio neto del estado de oxidación de las sustancias reaccionantes respecto al de los productos.

3. Las células eucariotas tienen varios orgánulos subcelulares. Al respecto: **CATABOLISMO**

- Dibuje un esquema del orgánulo donde se produce la cadena electrónica y la fosforilación oxidativa, indicando sus componentes principales y la localización de dicho proceso metabólico.
- Indique qué proceso, íntimamente relacionado con éste, es imprescindible para que se produzca el transporte electrónico de la cadena respiratoria, y señale su localización subcelular.
- Cuáles son los productos de ese proceso que ceden electrones a la cadena respiratoria?
- Cuál es el aceptor final de los electrones en la cadena respiratoria?

Esquema explicativo de las mitocondrias, así como la indicación de que la cadena de transporte electrónico sucede en la membrana interna mitocondrial. (fosfolípidos, complejos proteicos y complejos ATPsintetasa). ESQUEMA



- El proceso íntimamente relacionado con la cadena respiratoria es el ciclo del ácido cítrico (o de Krebs), que tiene lugar en la matriz mitocondrial y que genera coenzimas reductores (NADH+H⁺ y FADH₂), que ceden sus electrones al oxígeno y permiten la formación de H₂O.

d) El aceptor final de e⁻ es el oxígeno.

4. Respecto al metabolismo glucídico: **CATABOLISMO**

- Indique la denominación de la ruta metabólica que oxida la glucosa hasta piruvato y escriba la reacción estequiométrica global de este proceso.
- En qué compartimento celular se produce?
- Explique brevemente los posibles destinos metabólicos del piruvato producido.
- Indique en qué tipo de células ocurre esta ruta.

a) La glucólisis o ruta Embden-Meyerhof-Parnas. Su reacción estequiométrica global:
GLUCOSA + 2NAD⁺ + 2ADP + 2P_i = 2 PIRUVATO + 2NADH + H⁺ + 2ATP

- Se produce en el citosol de todo tipo de células (eucariotas y procariotas, apartado d).
- Los principales destinos del piruvato son o bien su empleo como sustrato de una fermentación alcohólica o de una fermentación láctica en el citosol (condiciones anaerobias) o su descarboxilación oxidativa a acetil-CoA en la matriz extracelular (condiciones aerobias y continuación del proceso de respiración celular).

5. En lo relativo a la fotosíntesis vegetal, conteste a las siguientes preguntas: **ANABOLISMO**

- En qué consiste la fotólisis del agua?
- Qué biomoléculas formadas en las fases luminosas acíclica y cíclica se utilizan en la etapa biosintética?
- Cuál es la molécula aceptora de CO₂ en el ciclo de Calvin?
- Qué enzima cataliza la fijación de dicho gas?
- En qué parte del cloroplasto y en qué fase de la fotosíntesis se genera glucosa?
- Qué grandes grupos de microorganismos tienen fotosíntesis oxigénica?

- Ruptura de la molécula del agua por acción de la luz, con la posterior liberación de O₂.
- El ATP y el NADPH+H⁺.
- Ribulosa 1,5 difosfato (si nos ponemos exquisitos, en realidad es ribulosa-1,5-*bis*fosfato)
- RUBISCO (ribulosa difosfato carboxilasa/oxidasa) (de nuevo, si nos ponemos exquisitos, la enzima se llama ribulosa-1,5-*bis*fosfato carboxilasa/oxigenasa)
- En el estroma, en la fase oscura. Aquí sí que deberíamos ponernos exquisitos: el término "fase oscura" está totalmente en desuso, ya que se sabe que esta fase es dependiente de luz (la propia RUBISCO es una enzima que se activa por luz). El término correcto es fase biosintética.
- Las plantas, las cianobacterias y algas tienen fotosíntesis oxigénica. Las plantas microscópicas son las algas microscópicas, no son plantas, aunque todas las plantas llevan dentro "microorganismos incorporados": los cloroplastos. Las bacterias inventaron la fotosíntesis y siguen ocupándose de ella a nivel planetario.

6. En lo concerniente al catabolismo, responda a las siguientes preguntas: **CATABOLISMO**

- Qué entiende por glucólisis?
- En qué consiste la descarboxilación oxidativa del piruvato?
- Cuál es la procedencia del acetil-CoA que ingresa en el ciclo de Krebs?
- Qué coenzimas reducidos se forman en el ciclo de Krebs?
- Cuál es la finalidad de la cadena respiratoria?

Los alumnos deben conocer vías esenciales del catabolismo: glucólisis, formación del acetil-CoA a) La glucólisis o ruta de Embden-Meyerhof es una ruta de 10 pasos que se realiza en el citoplasma celular y en la que un producto inicial, la glucosa, junto con 2 moléculas de coenzima oxidado (NAD⁺), 2 moléculas de ADP y 2 moléculas de fosfato inorgánico (P_i), termina dando 2 moléculas de ácido pirúvico, 2 moléculas de coenzima reducido (NADH+H⁺) y 2 moléculas de ATP.

b) El ácido pirúvico se descarboxila, perdiendo una molécula de CO₂ y reduciendo una molécula de coenzima NAD (se obtiene NADH+H⁺). El grupo acetilo originado queda unido a una molécula de coenzima A, obteniéndose acetil-CoA.

c) El acetil-CoA puede provenir de la degradación de azúcares (glucólisis u obtención de ácido pirúvico o descarboxilación oxidativa), ácidos grasos (-oxidación) y algunos aminoácidos (transformación de los esqueletos carbonados),

- d) $\text{NADH} + \text{H}^+$ y FADH_2 .
- e) Obtener ATP y mantener el gradiente electroquímico a ambos lados de la membrana interna mitocondrial.

7. En las células la respiración significa catabolismo. Al respecto: **CATABOLISMO**
- a) Qué rutas o vías catabólicas son propias de las mitocondrias? Indique el lugar en el que se realiza cada una de ellas.
 - b) Indique en qué molécula y en qué ruta central converge el catabolismo de los glúcidos y de los ácidos grasos.
 - c) Por qué es necesaria la regeneración del NAD^+ ?

El alumno indicará: a) Los distintos compartimentos mitocondriales en los que se realiza el ciclo de Krebs (matriz mitocondrial), la cadena respiratoria (membrana mitocondrial interna), la fosforilación oxidativa y la β -oxidación de los ácidos grasos (matriz mitocondrial). Se podría añadir la descarboxilación oxidativa (matriz mitocondrial).

b) La molécula de convergencia solicitada es el acetil-CoA y la ruta es el ciclo de Krebs.

c) Esta coenzima desempeña un papel fundamental en el metabolismo celular y a través de la cadena de transporte de electrones debe volver al estado oxidado.

8. Con respecto a la glucólisis: **CATABOLISMO**

- a) Explique brevemente cuál es su objeto.
- b) Es un proceso oxidativo o reductivo? Razone la respuesta.
- c) En qué orgánulo o estructura celular tiene lugar?
- d) Necesita oxígeno para producirse? Razone la respuesta.

a) La glucólisis supone la primera etapa de la degradación catabólica de la glucosa.

b) Es un proceso oxidativo, pues retira electrones de su sustrato y, así, reduce aceptores celulares de electrones, como el NAD^+ , obteniendo energía metabólica.

c) Sucede en el citosol (hialoplasma).

d) No necesita oxígeno, ya que puede suceder en condiciones anaerobias.

- 9.
- a) Cuáles de los siguientes organismos realizan la fotosíntesis oxigénica?: Algas, cianobacterias (cianofíceas), gimnospermas y hongos. Razone la respuesta.
 - b) Cuáles son los principales pigmentos fotosintéticos en los vegetales?
 - c) En qué parte del cloroplasto se localizan los pigmentos fotosintéticos?
 - d) Explique brevemente en qué consiste la fase luminosa de la fotosíntesis acíclica.

ANABOLISMO

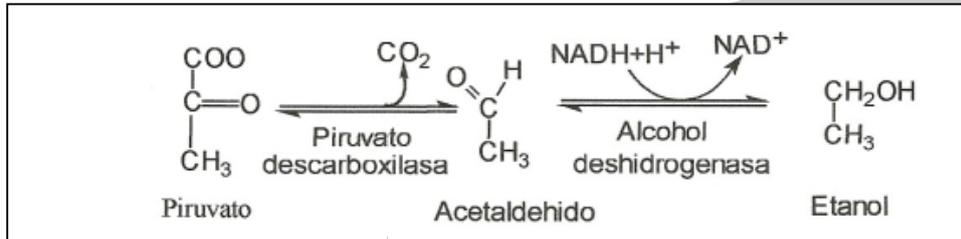
El alumno explicará que: a) Todos los que tienen clorofila, es decir: algas, cianobacterias y gimnospermas. Los hongos carecen de clorofila y son heterótrofos, por lo que no realizan la fotosíntesis.

b) Clorofilas y carotenoides (carotenos, xantofilas, etc.).

c) Se localizan en las membranas tilacoidales y en los grana.

d) Comprende un conjunto de reacciones dependientes de la luz. En ella, los electrones liberados tras la incidencia de los fotones en los fotosistemas se utilizan para reducir el $\text{NADP}^+ \rightarrow \text{NADPH} + \text{H}^+$. A lo largo de la cadena transportadora de electrones, la energía liberada durante la transferencia de electrones se utiliza para la síntesis de ATP. En este proceso, la energía luminosa se transforma en energía química.

10. Indique qué proceso metabólico representa la reacción adjunta y en qué condiciones ocurre. Al respecto, en qué organismos y en qué compartimento celular tiene lugar?



CATABOLISMO - FERMENTACIÓN

El estudiante debe indicar que se trata del proceso de la fermentación alcohólica, que ocurre en ausencia de oxígeno. Este proceso tiene lugar en el citosol de las levaduras.

11. Con las técnicas actuales se pueden diferenciar tres espacios y numerosas funciones cloroplásticas. Al respecto: **ANABOLISMO - CLOROPLASTO**

- Denomine cada uno de dichos espacios cloroplásticos.
- En qué espacio tiene lugar la expresión del mensaje genético del cloroplasto?
- En qué consiste la fotólisis del agua y en qué espacio cloroplástico tiene lugar?
- Cuál es destino del O₂ formado en la etapa luminosa acíclica de la fotosíntesis?
- Dónde se ubica y qué función cumple la RuBISCO?

a) Estroma (ciclo de calvin), tilacoides de los granos y del estroma (fase luminosa de la fotosíntesis), espacio tilacoidal o lumen (fotólisis del agua) membrana doble del cloroplasto. En el cloroplasto se distinguen tres compartimentos diferentes: el espacio intermembranoso, el estroma y el espacio tilacoidal o lumen. No se pregunta las rutas metabólicas.

b) En el estroma.

c) La fotólisis del agua es la ruptura de dicha molécula por la energía lumínica. Tiene lugar en el espacio tilacoidal o lumen del cloroplasto.

d) El O₂ se desprende.

e) En el estroma del cloroplasto. Su función es la fijación del CO₂ sobre la ribulosa-1,5-bisfosfato.

12. En lo concerniente a las mitocondrias y a sus funciones conteste a las siguientes cuestiones: **CATABOLISMO**

- En qué parte de la mitocondria tiene lugar el ciclo de Krebs? Dónde se localiza la cadena respiratoria?
- Por qué el acetil-CoA es una molécula crucial en la que confluyen varias rutas catabólicas?
- Qué coenzimas se generan en el ciclo de Krebs? d) Qué finalidad tiene la cadena respiratoria?

a) El ciclo de Krebs tiene lugar en la matriz mitocondrial, mientras que la cadena respiratoria se localiza en la membrana interna mitocondrial.

b) también las grandes rutas metabólicas que vertebran la vida celular. La procedencia del AcCoA puede ser a partir de la degradación de azúcares (glucólisis obtención de ácido pirúvico y este experimenta una descarboxilación oxidativa), ácidos grasos (beta-oxidación) y algunos aminoácidos (transformación de los esqueletos carbonados). Como se menciona en la pregunta, el Acetil-CoA es una molécula central en las principales rutas, tanto catabólicas como anabólicas. En el convergen las principales rutas de catabolismo de azúcares, lípidos y algunos aminoácidos, y a partir de él, mediante el ciclo de Krebs, se obtiene energía en forma de ATP y los coenzimas reducidos que vertebran la vida celular. Es también una molécula clave en diversas rutas anabólicas (biosíntesis): Gluconeogénesis, Biosíntesis de ácidos grasos y Biosíntesis de aminoácidos.

c) NADH+H⁺ y FADH₂.

d) Obtener ATP y mantener el gradiente electroquímico a ambos lados de la membrana interna mitocondrial.

13. Con respecto al metabolismo, responda a las siguientes cuestiones: **METABOLISMO**

- Qué características presentan las reacciones químicas del metabolismo?

b) Explique brevemente las características generales del anabolismo y catabolismo.
 c) Indique algunos ejemplos de procesos anabólicos y catabólicos que sucedan en las células.

a) Las reacciones metabólicas presentan características comunes: están catalizadas por enzimas, están encadenadas en rutas metabólicas (siendo el producto de una reacción el sustrato de la siguiente) y emplean coenzimas similares. Además, las rutas metabólicas, sobre todo las centrales, son semejantes en todos los seres vivos.

b) El catabolismo es el conjunto de procesos degradativos, oxidativos, productores de energía y convergentes, mientras que el anabolismo incluye al conjunto de procesos divergentes biosintéticos, reductivos y consumidores de energía.

c) Anabólicos: Síntesis de proteínas, construcción de materia orgánica a partir de inorgánica en la fotosíntesis, síntesis de glucógeno, etc. Catabólicos: Oxidación de glucosa, digestión celular, hidrólisis de almidón, etc.

14. Con respecto a la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

a) Cuál es el principal dador y el principal aceptor de electrones? Existen otros dadores de electrones? Ponga un ejemplo.

b) De dónde proceden el ATP y el NADPH utilizados en la fase oscura de la fotosíntesis?

c) Cómo se sintetiza el ATP?

a) El principal dador de electrones en la fotosíntesis es el agua (que al oxidarse provoca la liberación de oxígeno a la atmósfera) y que el principal aceptor es el CO₂ (es el NADP⁺). Existen otros dadores de electrones, como el sulfuro de hidrógeno, cuya oxidación conduce a la formación de azufre en lugar de oxígeno. Este compuesto es utilizado por algunas bacterias.

b) El ATP y el NADPH utilizados en el ciclo de Calvin proceden de la fase luminosa de la fotosíntesis.

c) El ATP se sintetiza durante el transporte de electrones por la cadena de fotosistemas. Los electrones cedidos por la clorofila reducen el NADP⁺ y durante el transporte electrónico se libera energía que es utilizada para fosforilar al ADP, y obtener ATP.

15. En relación con la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

a) Indicar las principales características de la fotofosforilación cíclica o anoxigénica.

b) Especificar a qué fases y procesos de la fotosíntesis está asociada la obtención y/o utilización de las siguientes moléculas: ATP; oxígeno; ribulosa-1,5-bisfosfato; NADPH.

c) Explicar qué función cumple el complejo ATP sintetasa.

a) En la fotofosforilación cíclica solo participa el fotosistema I (PI), que da lugar a la síntesis de ATP sin que se obtenga NADPH+H⁺ ni oxígeno, y cuya finalidad es obtener una cantidad suplementaria de ATP para cubrir las necesidades de la fase biosintética.

b) En la fase luminosa se obtiene poder reductor en forma de coenzimas reducidas (NADPH+H⁺) y se produce ATP (fotofosforilación), siendo un subproducto de esta fase el oxígeno molecular (fotólisis del agua). En la fase oscura (biosintética) o ciclo de Calvin, el dióxido de carbono se une a la pentosa ribulosa-1,5-difosfato para sintetizar compuestos de carbono, empleando para ello el ATP obtenido en la fase anteriormente descrita.

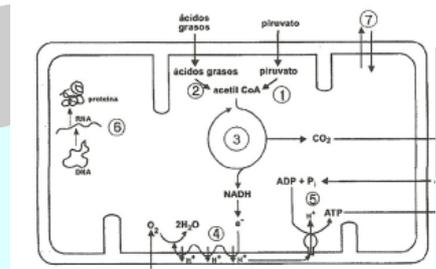
c) El complejo ATP sintetasa cataliza la fosforilación del ADP a ATP utilizando la energía cedida por los H⁺ en el paso de estos a través de las membranas. Este paso de H⁺ tiene lugar gracias al gradiente de concentración creado por el transporte de electrones.

16. Para células eucariotas: **CATABOLISMO**

a) Mencione los principales estadios metabólicos que suceden en la degradación total de la glucosa indicando las estructuras o subestructuras celulares donde tienen lugar cada una de dichas fases.

b) Qué proceso catabólico conduce a la formación de piruvato? Cuáles son los destinos de dicho metabolito?

- b) Cuáles de esos procesos son anabólicos y cuáles catabólicos?
 c) En qué orgánulo celular se producen?
 d) En qué tipo de células se lleva a cabo el proceso n.º 3, en células aerobias o anaerobias?



a) Deberá identificar los siete procesos (descarboxilación oxidativa (1), -oxidación de los ác. grasos (2), ciclo de Krebs (3), cadena respiratoria (4), fosforilación oxidativa (5), síntesis de proteínas (6) y procesos de transporte (7)) b) distinguiendo el anabólico (6) de los catabólicos.

c) Además debe indicarse que son las principales funciones de la mitocondria d) y que el ciclo de Krebs sólo se produce en condiciones aerobias.

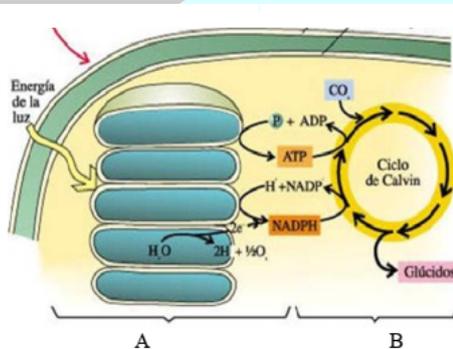
21. Respecto al catabolismo: **CATABOLISMO**

- a) Es necesario el oxígeno para que funcione la glucólisis? Razone la respuesta.
 b) Es necesario el oxígeno para que funcione el ciclo de Krebs? Razone la respuesta.
 c) Por qué la oxidación de los ácidos grasos proporciona más energía a la célula que la oxidación de una cantidad idéntica de glucógeno?

a y b) Deberá valorar los razonamientos del alumno relacionados con la necesidad de reciclar el NAD⁺ (y en el ciclo de Krebs, el FAD) para mantener ambas rutas y la implicación de la fosforilación oxidativa y el oxígeno como aceptor de los electrones y la existencia de rutas alternativas para el reciclado de NAD⁺ en la glucólisis.

c) Por último, deberá razonar el hecho de que las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos están muy reducidas y se almacenan en estado anhidro.

22. El esquema adjunto representa un proceso esencial en la biosfera **ANABOLISMO**



- a) Identifique de qué proceso se trata y cite el tipo de seres vivos que lo llevan a cabo.
 b) Indique la denominación de las dos partes del proceso (señaladas como A y B) y cite la localización subcelular donde se realizan.
 c) Considera que se trata de un proceso anabólico o catabólico? Razone la respuesta.
 d) En la parte B del proceso participa una enzima considerada la más abundante del planeta. Indique de qué enzima se trata y escriba la reacción que cataliza.

- a) Se trata del proceso fotosintético que ocurre en las plantas verdes.
 b) El proceso A se refiere a la fase lumínica que ocurre en las membranas y espacio intratilacoideo y el B a la fase oscura (fase biosintética) que ocurre en el estroma del cloroplasto.
 c) Explicará que se trata de un proceso anabólico, pues la energía en forma de electrones que se obtiene a partir del H₂O permite la producción de energía en forma de ATP y la obtención de poder reductor en forma de NADPH+H⁺, que pueden utilizarse para la síntesis de moléculas de reserva.
 d) Ocurre gracias a la presencia de la ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (RUBISCO). Describirá la reacción. La reacción es la siguiente. ribulosa-1,5 bisfosfato + CO₂ ⇌ 2 ácido 3-fosfoglicérico.

23.

a) Indique en qué orgánulo y, dentro del mismo, en qué compartimento ocurren los siguientes procesos: A) -oxidación de ácidos grasos; B) La formación de ATP mediante la ATP sintasa; C) El ciclo de alvin; D) La cadena respiratoria.

b) Describa las distintas etapas de la cadena respiratoria. **METABOLISMO**

a) Identificar el compartimento concreto del orgánulo donde se realizan los procesos cuestionados: A) matriz de la mitocondria, B) Membrana de los tilacoides del cloroplasto y membrana mitocondria interna, C) estroma del cloroplasto y D) membrana interna de la mitocondria.

b) Describirá las reacciones enzimáticas que ocurren en los cuatro complejos respiratorios mitocondriales.

Complejo I. $\text{NADH} + \text{Q} \rightarrow \text{NAD}^+ + \text{QH}_2$

Complejo II. $\text{FADH}_2 + \text{Q} \rightarrow \text{FAD} + \text{QH}_2$

Complejo III. Paso de los electrones de QH_2 al citocromo b y a los citocromos c1 y c.

Complejo IV. Paso de los electrones de los citocromos c a los citocromos a y a3, y de ahí al oxígeno molecular. La reacción que tiene lugar es: $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

24.

a) Explique y describa el proceso de fotofosforilación según la hipótesis quimiosmótica.

b) Describa la diferencia entre la fotofosforilación cíclica y acíclica. **ANABOLISMO**

a) El alumno deberá basar su respuesta en que el flujo de protones desde el espacio tilacoidal hasta el estroma del cloroplasto a favor del gradiente electroquímico activa la síntesis de ATP por parte de la ATP sintasa (o ATP sintetasa).

b) Asimismo, el alumno deberá conocer que en la fotofosforilación acíclica intervienen los dos fotosistemas (se produce ATP y poder reductor (NADPH)), y en la fotofosforilación cíclica sólo interviene el fotosistema I (se produce ATP, pero no poder reductor).

25. Explique en una o dos frases en qué consisten los siguientes procesos e indique de forma precisa en qué lugar de la célula se realizan: **CATABOLISMO**

a) Glucólisis

b) Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa

c) -oxidación de los ácidos grasos

d) Ciclo de Krebs

a) La glucólisis es una ruta catabólica que convierte una molécula de glucosa en dos de ácido pirúvico. Es la ruta central del catabolismo de la glucosa en animales, plantas y microorganismos. Tiene lugar en el citosol.

b) La fosforilación oxidativa está asociada a la cadena respiratoria y consiste en la producción de ATP en la mitocondria gracias a la energía liberada durante el proceso de transporte electrónico que tiene lugar desde los coenzimas reducidos hasta el oxígeno molecular. La cadena respiratoria y la ATPasa responsable de la fosforilación oxidativa se encuentran ubicadas en la membrana mitocondrial interna.

c) Los ácidos grasos son degradados mediante la ruta metabólica conocida como la -oxidación de los ácidos grasos y consiste en la oxidación de los carbonos beta, eliminándose de forma secuencial moléculas de acetil-CoA, es decir, unidades de dos átomos de carbono. El catabolismo de los ácidos grasos tiene lugar en la matriz mitocondrial.

d) El ciclo de Krebs está constituido por una serie de reacciones en la cual los átomos de carbono del acetil-CoA se oxidan para formar dos moléculas de CO_2 , generándose poder reductor (coenzimas reducidas). Se desarrolla en la matriz mitocondrial.

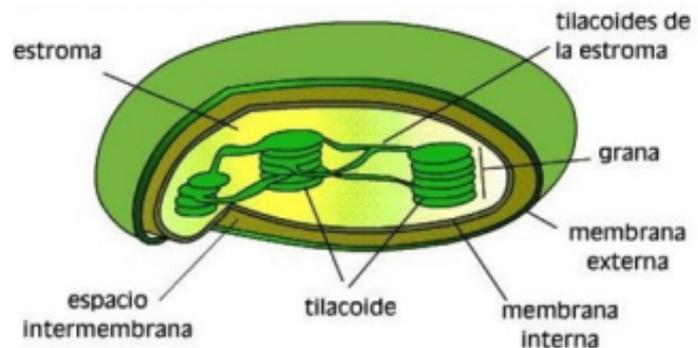
26.

a) Describa la estructura de los cloroplastos. Realice un dibujo esquemático señalando sus componentes.

b) Mencione las partes de la estructura de este orgánulo asociadas con los siguientes procesos: fotólisis, síntesis de ATP, cadena de transporte electrónico y Ciclo de Calvin. **ANABOLISMO**

a) Se valorará la claridad y precisión del esquema explicativo de los cloroplastos.

b) El examinando debe conocer que en la membrana tilacooidal se producen las reacciones de la fotosíntesis que dependen de la luz (fotólisis, síntesis de ATP y cadena de transporte electrónico) y en el estroma las que no dependen de la luz (Ciclo de Calvin).



27. Relacionado con la β -oxidación de los ácidos grasos: **CATABOLISMO**

- En qué orgánulo/s se produce?
- Explicar la función de la carnitina en el catabolismo de los ácidos grasos.
- A partir de un ácido graso saturado de 18 átomos de carbono, Cuántas moléculas de acetil-CoA se liberan? Cuántos FADH₂ y NADH se generan?
- Cuál es el destino de las moléculas de acetil-CoA, del FADH₂ y NADH originadas en la β -oxidación de los ácidos grasos dentro de la respiración aerobia de los ácidos grasos?

- Se indicará que la β -oxidación en las células animales se desarrolla en la matriz de la mitocondria y en los peroxisomas.
- Se explicará que una vez activado el ácido graso en el citosol como acil-CoA, la carnitina actúa como transportador de los ácidos grasos formándose el complejo acil-carnitina que atraviesa la membrana interna mitocondrial y se transfiere el ácido graso al CoA de la matriz mitocondrial.
- Se indicará que se liberan 9 moléculas de acetil-CoA y 7 de NADH y de FADH₂.
- Por último, se señalará que las moléculas de acetil-CoA pueden ingresar en el ciclo de Krebs y los coenzimas reducidos pueden penetrar en la cadena respiratoria.

28. En la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- Indicar en qué fase se produce la fotólisis del agua? Cuáles son los productos resultantes de la descomposición del agua? Indicar el papel de cada uno.
- Cuál es el compuesto aceptor de CO₂ en el ciclo de Calvin?
- Indicar razonadamente dos factores ambientales que puedan influir en el rendimiento de la fotosíntesis.

- Se deberá indicar que la fotólisis del agua se produce en la fase luminosa acíclica dando lugar a la liberación de O₂, electrones y protones. Se explicará claramente que los protones se acumulan en el interior del tilacoide y contribuyen a crear una diferencia de potencial electroquímico a ambos lados de la membrana, que conlleva la síntesis de ATP; los electrones procedentes del agua participan en el proceso de fotorreducción del NADP⁺ en NADPH; el oxígeno se libera al exterior.
- Se señalará que el CO₂ atmosférico se fija a una pentosa, la ribulosa-1,5-bisfosfato.
- Por último, el alumno podrá indicar como factores que modulan la actividad fotosintética la concentración de O₂, de CO₂, la temperatura, la intensidad lumínica, etc. Se valorará la explicación dada para los factores ambientales seleccionados. Por ejemplo: como el CO₂ es un sustrato clave de la fotosíntesis, una mayor concentración de esta molécula aumentará el rendimiento del proceso (hasta alcanzar un valor máximo); el O₂ puede ser sustrato de la enzima RUBISCO, que lo fija sobre la ribulosa-1,5-bisfosfato y da comienzo las reacciones de fotorrespiración, que limitan la eficacia de la fotosíntesis.

29. Con referencia a la respiración celular y a la fermentación: **CATABOLISMO**

- Qué tienen en común estos dos procesos catabólicos?
- Ambos procesos tienen el mismo requerimiento de oxígeno? Por qué?
- A qué se debe la diferencia en su rendimiento energético?
- Cuáles son los productos finales de estos procesos?

El alumno expondrá en el apartado a) que los dos procesos tienen en común la etapa de glucólisis, en la que se obtiene ATP y NADH. En ambos procesos el NADH producido ha de ser oxidado para volver a obtener el NAD⁺ necesario para que funcione la glucólisis. En el apartado b) que la respiración celular requiere oxígeno y la fermentación no. En c) que el rendimiento energético es mucho mayor en el proceso de la respiración celular porque el ATP producido en la fermentación es únicamente el que se obtiene con la glucólisis, comparado con la producción de ATP en la respiración celular que se genera en las tres fases de la misma (glucólisis, ciclo de Krebs, y cadena respiratoria). En d) que los productos finales de la respiración son el CO₂ y H₂O y ácido láctico o etanol más CO₂ en la fermentación. En ambos se podría añadir el ATP como producto final.

30. Respecto al metabolismo celular: **METABOLISMO**

- Cuál es el balance energético del Ciclo de Calvin?
- Indica de dónde procede el acetil-CoA del Ciclo de Krebs.
- De los procesos (a) y (b) cuál es catabólico y cuál es anabólico?
- Explica brevemente las semejanzas entre la síntesis de ATP en el cloroplasto y en la mitocondria.

a) El alumno concretará que en el ciclo de Calvin por cada CO₂ incorporado se precisan 3 moléculas de ATP y 2 de NADPH.

b) Se indicará que la acetil-CoA que inicia el ciclo de Krebs puede tener diferentes procedencias: la oxidación de la glucosa, de los ácidos grasos o de los aminoácidos.

c) El ciclo de Calvin es parte del metabolismo anabólico y el de Krebs del metabolismo catabólico.

d) Se valorará la precisión y claridad de la respuesta. En ambos casos se usa la energía potencial de un gradiente de concentración de protones a través de una membrana para la síntesis de ATP mediante la ATP sintetasa. Este gradiente se obtiene a través del bombeo de H⁺ de un lado de la membrana hacia el otro por medio de diferentes complejos de membrana.

31. En la fosforilación oxidativa: **CATABOLISMO**

- Indique qué es la ATP sintasa, su localización y su función.
- Explique en qué se basa la teoría quimiosmótica de Mitchell.
- Cuántas moléculas de ATP se generan a partir de una molécula de NADH y de una de FADH₂ en la cadena de fosforilación oxidativa?
- Señale cuál es el dador y receptor final de electrones.

a) Se deberá indicar que la ATP sintasa es una enzima que se localiza en la membrana mitocondrial interna y tiene actividad ATPasa, es decir, permite la síntesis de ATP a partir de ADP + Pi.

b) Se explicará claramente, que resultado del paso de electrones por los complejos I, III y IV se bombean protones desde la matriz hacia el espacio intermembrana, que volverán a la matriz a favor de un gradiente electroquímico o fuerza protón motriz a través de la ATP sintasa y se sintetiza ATP.

c) El número de moléculas de ATP generadas es de 3 para el NADH y de 2 para el FADH₂.

d) Señalará que el dador es la coenzima NADH y FADH₂ y el receptor es el O₂.

32. Respecto a la ruta de oxidación de los ácidos grasos: **CATABOLISMO**

- a) Indique los productos que se generan resultado de la -oxidación de un ácido graso saturado de 16 átomos de C.
 b) En qué compartimento celular se produce?
 c) Explique el destino del acetil CoA y de los coenzimas FADH₂ y NADH.

- a) El alumno deberá saber que como resultado de la -oxidación de un ácido graso de 16 átomos de C se generan ocho moléculas de acetil-CoA, siete moléculas de NADH y siete de FADH₂.
 b) Tiene lugar en la matriz de las mitocondrias y se valorará si añaden que también tiene lugar en los peroxisomas.
 c) El acetil-CoA entra en el ciclo de Krebs para la oxidación de sus átomos de carbono y el NADH y FADH₂ entran en la cadena de transporte electrónico.

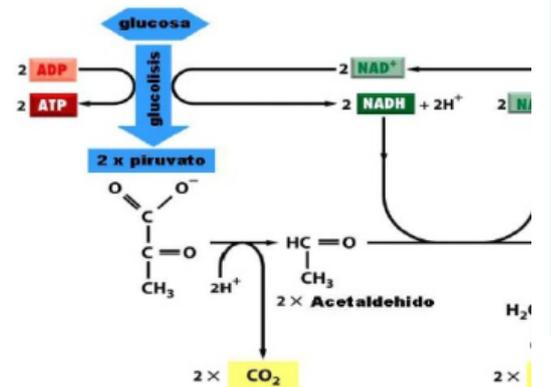
32. En relación a la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- a) Para qué necesitan agua los cloroplastos?
 b) Qué es un fotosistema y cuál es su función? Qué papel tiene la clorofila dentro del fotosistema?
 c) Qué papeles cumple el transporte de electrones en la fase lumínica de la fotosíntesis?
 d) Cuántas moléculas de CO₂ se tendrán que incorporar al ciclo de Calvin para dar lugar a una molécula de glucosa?

- a) El alumno debe exponer que el agua es necesaria para la fotólisis, produciendo electrones, protones y oxígeno.
 b) Un fotosistema es un complejo de proteínas y otras moléculas (pigmentos) que actúa como unidad funcional de captación de la energía de la luz y que incluye el centro de reacción. La molécula de clorofila capta la energía de los fotones y se excita y hace función de antena.
 c) El transporte de electrones tiene dos efectos: la reducción de NADP⁺ a NADPH y la generación de ATP.
 d) Se necesitan 6 moléculas de CO₂ para conseguir una molécula de glucosa.

33. Observe la secuencia de las reacciones expresadas en el esquema y responda a las siguientes preguntas: **CATABOLISMO - Fermentación**

- a) De qué proceso se trata y en qué condiciones tiene lugar?
 b) Describe el proceso y comenta la secuencia de reacciones.
 c) Qué organismos realizan este proceso?
 d) Establece alguna comparación sobre la energía obtenida en este caso, con la que se obtendría en otras formas de catabolizar la glucosa.



- a) El alumno responderá que se trata de la fermentación etílica que tiene lugar en condiciones anaeróbicas.
 b) En la descripción del proceso debe aparecer que es una forma de catabolizar la glucosa donde la obtención de energía ocurre sólo en la glucólisis y que el piruvato producido es transformado en CO₂ y etanol. En este proceso se oxida el NADH producido en la glucólisis de forma que se recupera el NAD⁺ necesario para mantener la glucólisis en marcha.
 c) Se realiza en hongos (levaduras) y otros microorganismos. En el apartado d) el alumno debe comparar la fermentación con la respiración aeróbica. En esta comparación debe describir que los dos procesos tienen en común la etapa de glucólisis pero se diferencian en que la respiración celular requiere oxígeno y la fermentación no, en que el rendimiento energético es mucho mayor en el proceso de la respiración celular porque la producción de ATP en la respiración celular que se genera no sólo en la glucólisis, sino también y en más cantidad en el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Debe mencionar también que en la respiración se realiza una combustión total de la glucosa, produciendo CO₂ y H₂O, mientras que en la fermentación la combustión es parcial, produciendo etanol y el CO₂.

34. En relación a la glucólisis responde: **CATABOLISMO**

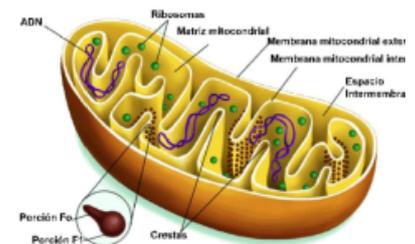
- En qué lugar de la célula ocurre?
- Cuál es el producto inicial y final?
- Es un proceso anabólico o catabólico? Razone la respuesta.
- Depende de oxígeno?
- Cuál es el balance energético de la reacción?

a) El alumno responderá que la glucólisis ocurre en el citoplasma de la célula.
 b) El producto inicial es la glucosa y el final es el ácido pirúvico.
 c) Es un proceso catabólico, pues oxida los enlaces de la molécula de glucosa y los electrones obtenidos se emplean para reducir cofactores celulares (NAD⁺)
 d) anoxigénico y e) el balance energético es de: **Glucosa + 2 ADP + 2 Pi + 2 NAD⁺ = 2 Ac. pirúvico + 2 ATP + 2 NADH + 2 H⁺ + 2 H₂O**

35.

- Describa la estructura de la mitocondria ilustrándola con un dibujo en el que se indique todos sus componentes. **CATABOLISMO**
- Dónde se localiza la ATP sintasa, cuál es su función y cómo actúa?
- En qué lugar ocurre la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y en qué consiste?
- Cuál es la localización de la cadena respiratoria?

a) El alumno realizará un dibujo de la mitocondria indicando la membrana mitocondrial interna y externa con las crestas mitocondriales, el espacio intermembrana, la matriz mitocondrial, los ribosomas y el ADN. **ESQUEMA:**



b) La ATP sintasa se localiza en la membrana mitocondrial interna, es la encargada de la formación del ATP mediante el bombeo de protones acumulados en el espacio intermembrana hacia la matriz de la mitocondria.

c) La descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico se localiza en la matriz mitocondrial, el ácido pirúvico pasa del citosol a la matriz de la mitocondria donde es oxidado para formar ácido acético que es transferido a una molécula de coenzima A para originar acetil-CoA.

d) La cadena respiratoria se localiza en la membrana mitocondrial interna.

36. Respecto al ciclo de Calvin: **ANABOLISMO**

- Indique las etapas del mismo.
- En qué orgánulo se produce y dentro de qué compartimento?
- Qué productos resultantes de la fase lumínica de la fotosíntesis abastecen el ciclo de Calvin?
- Para sintetizar una molécula de glucosa Cuántas moléculas de CO₂, ATP y NADPH son necesarias?

a) Responderá que las fases del ciclo de Calvin son: 1. Fijación de carbono, 2. Reducción, 3. Regeneración del aceptor de CO₂.

b) Ocurre en el estroma del cloroplasto.

c) ATP y NADPH

d) 6 CO₂, 18 ATP y 12 NADPH.

37. Respecto al metabolismo de los glúcidos: **METABOLISMO**

a) En relación a la glucólisis: Cuál es el producto final que se obtiene? Cuál es el balance de ATP y poder reductor? En qué compartimento tiene lugar? Qué dos destinos pueden sufrir las moléculas que se

obtienen en el proceso de la glucólisis? Qué diferencias hay entre ellos en términos de necesidad de oxígeno y producción de ATP?

b) En relación a la gluconeogénesis: En qué consiste? Presenta un balance energético positivo (producción) o negativo (consumo)? Por qué?

a) Se señalará que el producto final de la glucólisis son 2 moléculas de piruvato y que el balance de ATP y poder reductor son 2 moléculas de ATP y 2 de NADH. La glucólisis tiene lugar en el citosol y el piruvato producido puede sufrir 2 destinos: puede descarboxilarse a acetil-CoA y entrar en el ciclo de Krebs (proceso aerobio con alta producción de ATP) o sufrir fermentación (proceso anaerobio con limitada producción de ATP).

b) En relación a la gluconeogénesis se indicará en qué consiste (proceso principalmente característico de las células hepáticas en humanos y que permite la biosíntesis de una molécula de glucosa a partir de dos moléculas de ácido pirúvico) y que es un proceso que se produce con gasto de ATP, ya que se trata de una reacción anabólica o biosintética.

38. Respecto a la mitocondria: **CATABOLISMO**

a) Indique qué elementos la componen.

b) Cite 3 procesos metabólicos que se lleven a cabo en la mitocondria y especifique en qué localización de la mitocondria tienen lugar.

c) Qué es la β -oxidación de los ácidos grasos? Indique los productos finales que se generan y el número de ciclos necesarios para la oxidación completa de un ácido graso de 18 átomos de carbono.

a) Se indicará que los elementos de la mitocondria son la membrana mitocondrial externa, el espacio intermembranoso, la membrana mitocondrial interna y la matriz mitocondrial (con ribosomas y DNA mitocondrial).

b) Se podrá citar la β -oxidación de los ácidos grasos y el ciclo de Krebs en la matriz mitocondrial y la cadena respiratoria y la síntesis de ATP por fosforilación oxidativa en la membrana mitocondrial interna.

c) Se definirá la β -oxidación como la degradación por etapas de los ácidos grasos para formar acetil-CoA. Los productos finales son: acetil-CoA, $\text{NADH}+\text{H}^+$ y FADH_2 . Son necesarios 8 ciclos de oxidación para un ácido graso de 18 carbonos.

39. Respecto a la β -oxidación de los ácidos grasos: **CATABOLISMO**

a) En qué orgánulos de la célula eucariota se desarrolla este proceso?

b) Qué moléculas se liberan por cada vuelta del ciclo?

c) Cuál es el resultado final de la β -oxidación de un ácido graso de 16 átomos de C?

d) Qué procesos metabólicos tienen lugar después de la β -oxidación de los ácidos grasos para obtener los productos CO_2 , H_2O y ATP?

a) El alumno podrá indicar que la β -oxidación de los ácidos grasos se desarrolla en la matriz de las mitocondrias y, adicionalmente, en los peroxisomas.

b y c) Por cada vuelta del ciclo se libera acetil-CoA, FADH_2 y $\text{NADH}+\text{H}^+$. Los productos finales de la β -oxidación a partir de un ácido graso de 16 carbonos son 8 moléculas de acetil-CoA, 7 de FADH_2 y 7 de NADH.

d) Los procesos metabólicos que tienen lugar después de la β -oxidación son el ciclo de Krebs, la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa.

40. Indique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones y explique por qué:

a) En las reacciones de fermentación de la glucosa, el destino de los electrones del NADH formado en la glucólisis es el oxígeno molecular.

b) En el ciclo de Krebs se libera CO_2 .

c) En el fotosistema II tiene lugar la fotólisis del agua.

d) En la fotofosforilación cíclica participa sólo el fotosistema II y da lugar a la síntesis de ATP, NADPH y oxígeno.

e) En el ciclo de Calvin, dependiendo de la concentración de CO₂, la enzima Rubisco cataliza una reacción de fotorrespiración. **CATABOLISMO**

- a) Falsa. En los procesos de fermentación el aceptor de electrones es una molécula orgánica.
- b) Verdadera. Se liberan en forma de CO₂ los átomos de carbono que entran en el ciclo.
- c) Verdadera. En el fotosistema II tiene lugar una reacción de oxidación en la que se rompe la molécula de agua.
- d) Falsa. Participa el fotosistema I y se produce un transporte cíclico de electrones en el cual se libera energía que permite la síntesis de ATP sin que se genere NADPH ni oxígeno.
- e) Verdadero. Cuando la concentración de CO₂ es baja se une oxígeno a la enzima Rubisco en un proceso que se conoce como fotorrespiración.

41. En relación a la respiración celular: **CATABOLISMO**

- a) Explique en qué consiste.
- b) Cite sus 3 etapas principales e indique en qué compartimento celular tiene lugar cada una de ellas.
- c) En la fosforilación oxidativa, qué moléculas actúan como donadores de electrones? Quién es el aceptor final de esos electrones?
- d) Respecto a la ATP sintasa indique:
 - i) Su localización.
 - ii) A qué está acoplada la producción de ATP por esta enzima.
 - iii) Dónde se libera el ATP que produce.

- a) Se explicará que la respiración celular consiste en la completa oxidación del piruvato producido en la glucólisis a CO₂ y H₂O en presencia de O₂.
- b) Sus tres etapas son: la oxidación (descarboxilación oxidativa) del piruvato a acetyl-CoA (matriz mitocondrial), el ciclo de Krebs (matriz mitocondrial) y la fosforilación oxidativa (crestas mitocondriales).
- c) En la fosforilación oxidativa, los donadores de electrones son el NADH y el FADH₂ y el aceptor final es el O₂.
- d) La ATP sintasa es un complejo enzimático que se localiza en la membrana mitocondrial interna y produce ATP gracias al paso de los H⁺ previamente acumulados en el espacio intermembrana a través de la propia ATP sintasa hacia la matriz mitocondrial a favor de gradiente. El ATP que produce se libera en la matriz mitocondrial.

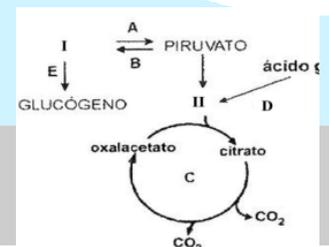
42. Respecto a la -oxidación de los ácidos grasos: **CATABOLISMO**

- a) Explique en qué consiste y dónde tiene lugar.
- b) Indique los productos finales que se generan y el número de ciclos necesarios para la oxidación completa de un ácido graso de 16 átomos de carbono.
- c) Cuál es el destino de dichos productos finales?

- a) Se indicará que la -oxidación consiste en la degradación por etapas de los ácidos grasos para formar acetyl-CoA y que tiene lugar en la matriz mitocondrial.
- b) Los productos finales son: acetyl-CoA, NADH+H⁺ y FADH₂ y son necesarios 7 ciclos de oxidación para un ácido graso de 16 carbonos.
- c) El destino del acetyl-CoA es el ciclo de Krebs y el del NADH y FADH₂ es la cadena de transporte electrónico.

43. En el siguiente esquema se representan varias rutas metabólicas: **CATABOLISMO**

- a) Identificar las moléculas numeradas como I y II.
- b) Qué nombre reciben las rutas metabólicas A, B, C, D y E?
- c) En qué compartimento celular tienen lugar las rutas A, C y D.
- d) Dónde se acumula el glucógeno en el organismo.



- a) Se identificará la glucosa (I), acetyl-CoA (II),
- b) Las rutas metabólicas (A) glucólisis, (B) gluconeogénesis, (C) ciclo de Krebs, (D) β - oxidación y (E) glucogenogénesis.
- c) Se indicará que la glucólisis se lleva a cabo en el citosol y que el ciclo de Krebs y la β - oxidación en la matriz mitocondrial.
- d) Por último, se indicará que el glucógeno se almacena fundamentalmente en el músculo y en el hígado.

44. En relación con la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- a) Qué es un fotosistema? Qué fotosistema/s intervienen en la fotofosforilación no cíclica y en la cíclica?
- b) Indicar la ubicación celular de la fase luminosa y la fase oscura de la fotosíntesis.
- c) Señalar la molécula que se regenera en la fase oscura y la coenzima reducida que se requiere.
- d) Describir dos factores que influyen en el rendimiento de la actividad fotosintética.

a) Se describirán los fotosistemas como unidades estructurales de la membrana tilacoidal, que contienen pigmentos fotosintéticos y que poseen dos componentes principales: la antena y el centro de reacción. En la fotofosforilación no cíclica intervienen los fotosistemas I y II y en la cíclica sólo el PS I.

b) Se responderá que la fase luminosa tiene lugar en la membrana tilacoidal de los cloroplastos y la fase oscura (fase biosintética) en el estroma de los cloroplastos.

c) Se indicará que en la fase oscura se regenera la ribulosa-1,5-difosfato (bisfosfato) y se requiere NADPH como coenzima.

d) Se valorará la precisión y claridad en el razonamiento de los factores que influyen en la actividad fotosintética (concentración de CO_2 y de O_2 , humedad, intensidad lumínica...). Por ejemplo: como el CO_2 es un sustrato clave de la fotosíntesis, una mayor concentración de esta molécula aumentará el rendimiento del proceso (hasta alcanzar un valor máximo); el O_2 puede ser sustrato de la enzima RUBISCO, que lo fija sobre la ribulosa-1,5-bisfosfato y da comienzo las reacciones de fotorrespiración, que limitan la eficacia de la fotosíntesis.

45. En relación a la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- a) Describa en qué consiste la fotólisis del agua.
- b) Indique las principales diferencias, en composición y función, entre el complejo antena y el centro de reacción fotoquímico.
- c) Por qué las plantas recurren a la fase cíclica de la fotosíntesis si en la fase no cíclica se obtiene ATP y NADPH?
- d) Para formar una molécula de glucosa: Cuántas moléculas de H_2O intervienen en la fase luminosa? Cuántas moléculas de NADPH, ATP y CO_2 se necesitan en la fase oscura? Cuántas vueltas dará el ciclo de Calvin?

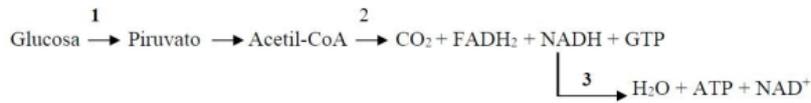
a) Se valorará la precisión y claridad en la descripción del proceso de fotólisis. Durante la fase luminosa de la fotosíntesis, las clorofilas del fotosistema II son excitadas por fotones incidentes, lo que desencadena una serie de reacciones redox a lo largo de la membrana tilacoidal. Para que las clorofilas vuelvan a su estado reducido, debe haber un donador de electrones que se los ceda a las clorofilas oxidadas. En las plantas este es el agua, y el proceso de obtención de esos electrones se conoce como fotólisis del agua: la molécula de agua se escinde en O_2 , que es liberado, H^+ , que pasan al espacio tilacoidal para contribuir al gradiente electroquímico necesario para la producción posterior de ATP, y e^- , que reducen las clorofilas.

b) Se podrá contestar que el complejo antena contiene numerosas moléculas de pigmento, mientras que el centro de reacción presenta un par de moléculas de pigmento específico. Además, se señalará que el complejo antena absorbe y transfiere los fotones al centro de reacción, desde donde se impulsan los electrones hacia una cadena transportadora.

c) Se indicará que con la fase no cíclica no se genera ATP suficiente para la fase oscura (biosintética), por lo que las plantas precisan también de la fase cíclica para ajustar sus necesidades de ATP y poder reductor.

d) Se deberá contestar que intervienen 12 moléculas de H₂O y que son necesarias 6 vueltas del ciclo de Calvin, fijando 6 moléculas de CO₂ y consumiendo 18 moléculas de ATP y 12 de NADPH.

46. Respecto al esquema adjunto: **CATABOLISMO**

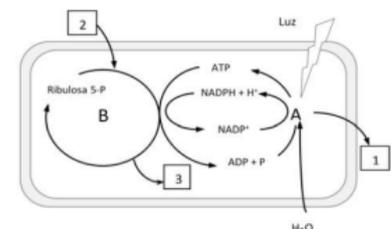


- Se trata de un proceso anabólico o catabólico? Por qué?
- Nombre los procesos señalados con los números 1, 2 y 3 e indique exactamente dónde se realiza cada uno de los procesos.
- En qué punto se interrumpiría la ruta en caso de no haber oxígeno? Qué otro proceso alternativo ocurriría en ese caso? Explique en qué consiste este proceso y cite dos posibles productos finales diferentes.
- Razone brevemente si se produciría más energía en ausencia o en presencia de oxígeno.

- Se trata de un proceso catabólico porque en él se produce la ruptura de macromoléculas complejas, que va acompañada de producción de energía.
- El proceso 1 es la glucólisis (citosol), el 2 es el ciclo de Krebs (matriz mitocondrial) y el 3 se refiere a la cadena de transporte electrónico y la fosforilación oxidativa (membrana mitocondrial interna).
- En caso de no existir oxígeno, la ruta se detendría en el piruvato, que sufriría una fermentación, que se podrá definir como un proceso catabólico de oxidación incompleta de la glucosa, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico, que podría ser lactato (fermentación láctica), etanol (fermentación alcohólica)...
- Se produciría más energía de forma aeróbica, ya que en el caso de la fermentación solo se produce la energía durante la glucólisis (36 ATPs en la respiración frente a 2 ATPs en la fermentación por cada molécula de glucosa).

47. En relación con la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- Identifique los procesos A y B y los compuestos representados por los números 1, 2 y 3 de la figura adjunta.
- En qué compartimento/s celular/es se producen los procesos A y B?
- Dónde se localiza la ATP sintasa? En qué fase actúa? Explique cómo funciona esta enzima.



- El alumno identificará la fase luminosa (A), la fase oscura (biosintética) o ciclo de Calvin (B), O₂ (1), CO₂ (2) y glucosa (3).
- Indicará que la fase luminosa o fotoquímica tiene lugar en la membrana tilacoidal de los cloroplastos y la fase oscura en el estroma.
- Se ubicará a la ATP sintasa en la membrana tilacoidal y actuación en la fase lumínica. Se valorará la precisión y claridad en la explicación de su función. Hipótesis quimiosmótica de Mitchell: La ATP sintasa es un complejo enzimático que se localiza en la membrana tilacoidal y produce ATP gracias al paso de los H⁺ previamente acumulados en el interior del tilacoide a través de la propia ATP sintasa hacia el estroma a favor de gradiente. El ATP que produce se libera en el estroma. Por cada 3 protones se sintetiza una molécula de ATP. En realidad por cada 14 protones se sintetizan tres moléculas de ATP (y, por lo tanto, por cada 4,7 protones se sintetiza un ATP), pero no sé si hay que ser tan exacto.

48. En relación al catabolismo: **CATABOLISMO**
- Indique la ubicación celular de los siguientes procesos catabólicos: i) ciclo de Krebs, (ii) glucólisis; iii) -oxidación; iv) reacción de piruvato a acetil-CoA.
 - Qué dos coenzimas ceden electrones a la cadena respiratoria?
 - Qué se entiende por fosforilación oxidativa? Indique en qué orgánulo y en qué parte específica del orgánulo se lleva a cabo.
 - Especifique qué productos se generan y en qué número como resultado de la -oxidación de un ácido graso saturado de 20 átomos de carbono.

a) Se indicará que la glucólisis se lleva a cabo en el citosol y que la reacción de piruvato a acetil CoA, el ciclo de Krebs y la -oxidación en la matriz mitocondrial.

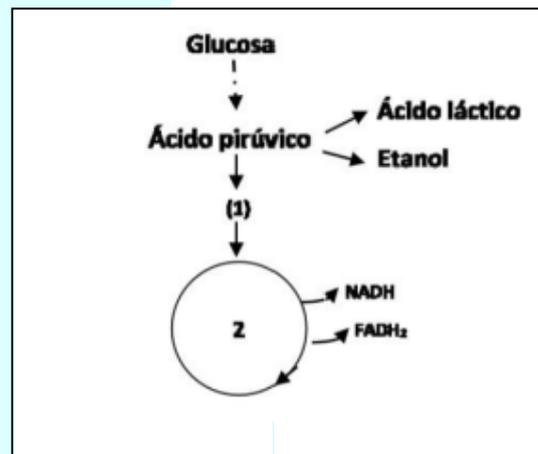
b) Se concretará que los coenzimas NADH y FADH₂ ceden electrones a la cadena respiratoria.

c) Se indicará que la fosforilación oxidativa implica el transporte de electrones provenientes del NADH y FADH₂ a través de la cadena respiratoria mitocondrial y la síntesis de ATP por quimiósmosis (en realidad el concepto de fosforilación oxidativa hace referencia únicamente al proceso de génesis de ATP por medio de la acción de la ATP sintasa, pero como esta emplea el gradiente electroquímico que mantiene la cadena de transporte de electrones, entiendo que en la respuesta también se puede hablar de dicho proceso). Este proceso se lleva a cabo en la mitocondria encontrándose ubicados la cadena de transporte de electrones y la ATP sintasa en la membrana mitocondrial interna.

d) Por último, se indicará que de la -oxidación del ácido graso se obtiene 10 Acetil-CoA, 9 NADH+H⁺ y 9 FADH₂.

49. En relación con la imagen adjunta, conteste las siguientes cuestiones:

- Qué vía metabólica comprende el conjunto de reacciones que transforman la glucosa en ácido pirúvico? Cómo se denominan las vías metabólicas que transforman el ácido pirúvico en ácido láctico y las que transforman el ácido pirúvico en etanol?
- Identificar el nombre de la molécula señalada con el número 1 y el de la vía metabólica señalada con el número 2. Indicar la localización celular del paso de pirúvico al compuesto 1 y de la vía metabólica 2.
- Explicar razonadamente cuál de los tres destinos del ácido pirúvico será más rentable para la célula desde el punto de vista de la obtención de energía.



CATABOLISMO

a) La vía que transforma la glucosa en ácido pirúvico se conoce como glucólisis o vía de Embden-Meyerhof-Parnas. Las que transforman el ácido pirúvico en ácido láctico se conocen como fermentación láctica y las que transforman el ácido pirúvico en etanol se conocen como fermentación alcohólica.

b) La molécula señalada con el número 1 ha de ser el acetil-CoA y la vía metabólica señalada con el número 2 debe ser el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (o ciclo de Krebs). La localización de ambos es la misma: la matriz mitocondrial.

c) Las fermentaciones (tanto la láctica como la alcohólica) son procesos de oxidación parcial de la molécula de glucosa, a través de los que se obtienen moléculas no demasiado oxidadas como son el ácido láctico o el etanol. Por otro lado, la oxidación total de la molécula de glucosa hasta CO₂ por medio de la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y el ciclo de los ácidos carboxílicos permiten extraer una mayor cantidad de energía de la molécula y reducir moléculas como el NAD⁺ o el FAD. Esto hace que el destino más rentable para la célula sea este último.

50. En relación a la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- En qué fase se produce la fotólisis del agua? Con qué fotosistema? Cuántos electrones produce la fotólisis de 6 moléculas de agua?

- b) Describir la reacción del proceso de fotorreducción del NADP+. En qué fase se produce esta reacción?
 c) Qué dos moléculas procedentes de la fase luminosa intervienen en ciclo de Calvin? En qué orgánulo y en qué parte del mismo se produce este ciclo?

a) La fotólisis del agua se produce en la fase luminosa de la fotosíntesis, concretamente en el fotosistema II. Cada molécula de H₂O libera 2 e⁻ por fotólisis, por lo que la fotólisis de 6 moléculas de H₂O produce 12 e⁻.
 b) Una vez la luz excita a las moléculas de clorofila de los centros de reacción de los fotosistemas, se desencadena una serie de reacciones de oxidación-reducción en cadena a lo largo de la membrana tilacoidal que concluyen en la molécula de NADP+, el aceptor final del proceso. Esto permite la obtención de NADPH+H+. Este proceso toma lugar durante la fase luminosa.
 c) Tanto el ATP producido mediante fotofosforilación como el NADPH producido por fotorreducción participan en el ciclo de Calvin, proceso que tiene lugar en el estroma de los cloroplastos.

51. Con respecto a la fotosíntesis: **ANABOLISMO**

- a) Qué es un fotosistema y cuál es su función?
 b) Dónde se localizan los fotosistemas I y II? Qué diferencias existen entre ambos fotosistemas?
 c) Qué diferencia hay entre las plantas C₃ y C₄?

a) Los fotosistemas son unidades estructurales de la membrana tilacoidal, que contienen pigmentos fotosintéticos y que poseen dos componentes principales: la antena y el centro de reacción. Su función consiste en permitir el transporte de electrones a lo largo de la membrana, mantener el gradiente electroquímico de protones a ambos lados de la misma y, en última instancia, permitir la síntesis de NADPH y ATP.

b) Los fotosistemas se localizan en la membrana de los tilacoides. Las clorofilas de sus centros activos no tienen su máximo de absorción de luz a la misma longitud de onda (700 nm para el fotosistema I y 680 para el fotosistema II), su localización en la membrana es diferente (ubicua para el fotosistema I y reducida a las zonas donde las membranas se apilan para formar los grana para el fotosistema II) y en el fotosistema II tiene lugar la fotólisis del agua.

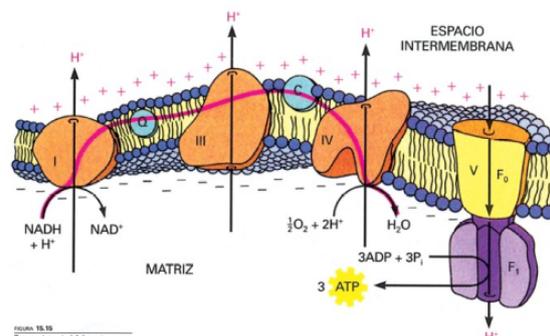
c) Las plantas C₃ corresponden al 90% de las plantas que se conocen, y son en las que está basada la reacción de fotosíntesis que normalmente se describe. Sin embargo, existen unas plantas llamadas C₄ que presentan una anatomía especial (anatomía de Kranz) que les permite reducir el fenómeno de fotorrespiración, que limita la eficacia de la fotosíntesis. Brevemente, estas plantas presentan unas células del mesófilo en las que se "prefija" el CO₂ sobre una molécula de 3 átomos de carbono, que viaja más adelante a las células verdaderamente fotosintéticas. Allí estas moléculas, que ahora tenían 4 átomos de carbono (de ahí el nombre de las plantas), se descarboxilan, aumentando de esta manera un montón la concentración de CO₂ en el entorno de la Rubisco, favoreciendo la reacción de fijación de CO₂ (ciclo de Calvin) y no de O₂ (fotorrespiración).

52. Durante la respiración aeróbica de la glucosa: **CATABOLISMO**

- a) Mediante qué procesos se forma CO₂ y en qué compartimento celular ocurre?
 b) En qué procesos se originan NADH y FADH₂?
 c) Realice un dibujo indicando los diferentes componentes de la cadena respiratoria, su orden y el lugar de la célula donde se disponen.

a) Mediante la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y mediante el ciclo de los ácidos tricarbóxicos (o ciclo de Krebs). Ambos ocurren en la matriz mitocondrial

b) Mediante la glucólisis (NADH), mediante la descarboxilación oxidativa del piruvato (NADH) y mediante el ciclo



de los ácidos tricarbóxicos (NADH y FADH₂).

c) Este dibujo contiene más de lo que se pide, pero me parece adecuado.

53. Respecto a la fotosíntesis:

a) En las plantas, en qué estructura celular tiene lugar la fase lumínica de la fotosíntesis?, y la fase oscura?

b) Cuál es el objetivo fundamental del transporte acíclico de electrones de la fase luminosa? (0,25)

c) De dónde procede el O₂ que se desprende en la fotosíntesis? En qué fase se incorpora el CO₂? Quién es el primer compuesto aceptor de CO₂?

d) En qué fase se genera ATP durante la fotosíntesis? En qué fase se consume? **ANABOLISMO**

a) La fase lumínica de la fotosíntesis tiene lugar en la membrana tilacoidal y la fase biosintética (fase oscura) en el estroma de los cloroplastos.

b) El objetivo del transporte acíclico de electrones es la obtención de poder reductor en forma de NADPH+H⁺ y la generación de un gradiente de protones entre ambos lados de la membrana tilacoidal que permita la síntesis de ATP.

c) El O₂ procede de la fotólisis del agua que tiene lugar en el fotosistema II. El CO₂ se incorpora en la fase biosintética y el primer compuesto aceptor de esta molécula es la ribulosa-1,5-bisfosfato.

d) El ATP se genera en la fase luminosa y se consume durante la fase biosintética.

54. Sobre el catabolismo, identifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y razone el por qué.

a) El ATP se sintetiza solo en condiciones aeróbicas

b) Oxidación y reducción son reacciones que siempre ocurren a la vez. (0,4) c) El NAD⁺ es un compuesto oxidante.

d) En la glucólisis no se consume ATP, solo se produce.

CATABOLISMO

a) Falso. La glucólisis (oxidación de la glucosa hasta ácido pirúvico) puede tener lugar tanto en condiciones aerobias como anaerobias, y mediante dicho proceso se obtiene ATP.

b) Verdadero. Cuando un compuesto se oxida, sus electrones deben pasar a otro compuesto, que se reduce, y viceversa. Estas reacciones son complementarias y son la base del metabolismo.

c) Verdadero. El NAD⁺ es un compuesto reducible, lo que implica que puede aceptar los electrones que libera otro compuesto. Como este otro compuesto pierde los electrones, lo que está haciendo es oxidarse, y por eso el NAD⁺ es considerado un compuesto oxidante.

d) Falso. Las enzimas hexoquinasa y fosfofructoquinasa consumen energía en forma de ATP durante la glucólisis. Lo que ocurre es que más adelante otras dos enzimas de la ruta generan ATP, por lo que el balance energético acaba siendo positivo, pero eso no implica que no haya consumo de ATP durante el proceso.

55. En relación con la imagen adjunta, conteste las siguientes cuestiones:

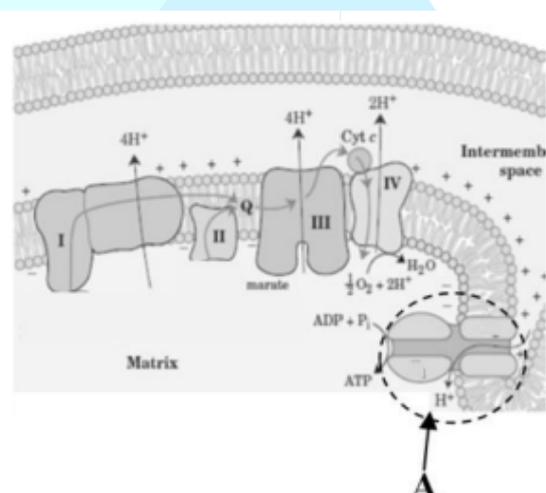
a) Qué coenzimas se reducen en la cadena de transporte de electrones? En el complejo enzimático ceden los electrones las coenzimas?

b) Identifique el nombre de la molécula señalada con la letra A

c) Explique, razonadamente, la relación entre la cadena de transporte de electrones y la síntesis de ATP.

CATABOLISMO

Indicarán que son NADH y FADH₂, y los



en la
qué

de

En a)

complejos son el Complejo I y Complejo II. En b) identificarán a la ATP sintasa. En c) el alumno tendrá que explicar la fosforilación oxidativa. Durante la cadena respiratoria, los diferentes complejos de la membrana interna de la mitocondria bombean protones en contra de gradiente, de tal manera que se acumula una gran cantidad de H^+ en el espacio intermembrana. Esto genera una fuerza protón-motriz, de manera que los protones intentan retornar a favor de gradiente hacia la matriz mitocondrial. El canal que encuentran para ello es el de la región F₀ de la ATP-sintasa. El paso de estos protones a través de este complejo multienzimático provoca la rotación de la región F₀, que se transmite a la región F₁, ambas acopladas. La región F₁ emplea la rotación para sintetizar ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico.

56. En relación al metabolismo:

- Defina los términos: anabolismo, catabolismo, fermentación, ruta anfibólica y lipólisis.
- Describa las dos etapas de la fermentación alcohólica. Ponga un ejemplo de célula en la que puede tener lugar.
- Indique dónde ocurre la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y describa en qué consiste.

METABOLISMO

a) **Anabolismo.** Conjunto de reacciones que crean nuevos enlaces C-C entre moléculas sencillas para formar moléculas más complejas. Generalmente, las nuevas moléculas se reducen.
Catabolismo. Conjunto de reacciones metabólicas que rompen los enlaces de las moléculas complejas para transformarse en otras más sencillas. Generalmente, las nuevas moléculas se oxidan.

Fermentación. Proceso metabólico de oxidación parcial de la glucosa que no necesita oxígeno y en los cuales los electrones procedentes de la oxidación de la glucosa se transfieren a coenzimas reducidas NADH que, en última instancia, son recogidos por moléculas orgánicas sencillas.

Ruta anfibólica. Se dice que una ruta es anfibólica cuando puede participar tanto en procesos catabólicos como en procesos anabólicos. Un ejemplo es el ciclo de los ácidos tricarbóxicos, pues si bien es cierto que generalmente se asocia al catabolismo, sus intermediarios también pueden emplearse en reacciones anabólicas.

Lipólisis. Proceso catabólico de hidrólisis de los triglicéridos almacenados en el tejido adiposo. Como productos de este proceso se obtienen ácidos grasos y glicerol. En b) se indicará que son dos reacciones: la descarboxilación del ácido pirúvico a acetaldehído, en la que se libera CO_2 , y la reducción del acetaldehído a etanol, teniendo lugar la oxidación del $NADH+H^+$ a NAD^+ . Podrán indicar que entre las células que realizan la fermentación están las levaduras.

En c) la descarboxilación oxidativa tiene lugar en la mitocondria. El ácido pirúvico en la mitocondria es oxidado para formar ácido acético que es transferido a una molécula de coenzima A para originar acetil-CoA. Durante el proceso, se reduce NAD^+ .

57. En relación al catabolismo:

- Enumerar las etapas de la respiración aerobia de la glucosa incluyendo su localización celular.
- Por cada acetil-CoA que entra en el ciclo de Krebs, Cuántas moléculas de NADH y $FADH_2$ se forman?
- Calcular el balance energético de la oxidación de un ácido graso de 14 átomos de carbono.

CATABOLISMO

a) Deberá incluir como etapas de la respiración aerobia de la glucosa, la glucólisis, la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico, el ciclo de Krebs, el transporte de electrones de la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa. Concretará que a excepción de la glucólisis que se lleva a cabo en el citosol, el resto se ubican en la mitocondria, la descarboxilación oxidativa y ciclo de Krebs en la matriz mitocondrial y transporte de electrones y fosforilación oxidativa en la membrana mitocondrial interna.

b) Indicará que se producen 3 NADH y 1 $FADH_2$ por cada acetil-CoA que entra en el ciclo.
 c) Concretará que en la oxidación se producen 7 acetil-CoA, 6 NADH y 6 $FADH_2$, a partir de los cuales se valorará el acierto en el balance final en ATP calculado. A partir de cada uno de los 7 acetil-CoA se obtienen

12 ATP en el ciclo de Krebs, a partir de cada NADH se obtienen 3 ATP mediante fosforilación oxidativa y a partir de cada FADH₂ se obtienen 2 ATP por el mismo proceso. El balance es de 114 ATP, pero se gastan 2 durante la activación del ácido graso, por lo que el balance final es de 112 ATP.

58. En relación a la fotosíntesis:

a) Qué es la fotólisis del agua? En qué fotosistema se produce? Indicar su ubicación en el cloroplasto.

b) Identificar los fotosistemas que participan en la fotofosforilación cíclica y en la no cíclica. Qué moléculas se generan en la fotofosforilación cíclica? y en la no cíclica? **ANABOLISMO**

a) Se explicará que en el fotosistema II (PSII), en la membrana del tilacoide de grana, se produce, por acción de la luz, la hidrólisis de una molécula de agua dando lugar a 2 H⁺, 2 e⁻ y O₂.

b) Se indicará que en la fotofosforilación cíclica sólo participa el fotosistema I (PSI) y se obtiene ATP, mientras que en la fotofosforilación acíclica intervienen PSII y PSI y se produce además de ATP, NADPH+H⁺ y O₂.

59. Relacionado con el metabolismo celular:

a) Indique las moléculas iniciales y los productos finales de la glucólisis.

b) Nombre tres rutas de las que puede proceder el acetil-CoA que se incorpora al ciclo de Krebs.

c) En qué orgánulo y en qué parte del mismo tiene lugar el ciclo de Krebs? Cite los coenzimas que se originan en esta etapa e indique su destino. **CATABOLISMO**

a) El alumno podrá indicar que los productos iniciales y finales son: -D-glucosa + 2NAD⁺ + 2ADP ==> 2(piruvato) + 2NADH+H⁺ + 2ATP. b) Las rutas de procedencia: glucólisis, o catabolismo de los glúcidos; oxidación de los ácidos grasos, o catabolismo de los lípidos y catabolismo de los aminoácidos. c) El ciclo de Krebs tiene lugar en la matriz mitocondrial. Los coenzimas que se originan en esta etapa son NADH y FADH₂ y su destino es la cadena de transporte de electrones en la membrana mitocondrial interna.

60. Respecto al ciclo de Calvin:

a) Indique si se trata de un proceso anabólico o catabólico. En qué orgánulo tiene lugar y en qué parte del mismo?

b) Señale la molécula que se regenera en el ciclo y el coenzima reducido que se requiere.

c) Indique la molécula que aporta energía al ciclo de Calvin y en qué etapa se ha obtenido dicha molécula.

d) Explique cuál es la finalidad de este ciclo. **ANABOLISMO**

a) El alumno podrá indicar que es un proceso anabólico que tiene lugar en el estroma del cloroplasto.

b) La molécula que se regenera es la ribulosa 1,5-bifosfato y el coenzima reducido que se requiere es el NADPH.

c) La molécula que aporta energía al ciclo de Calvin es el ATP, que se ha obtenido en la fase fotoquímica de la fotosíntesis.

d) Se podrá indicar que la finalidad del ciclo es sintetizar compuestos orgánicos, utilizando como fuente del carbono el CO₂.