

TEMA 10: RUTAS CATABÓLICAS



PRÁCTICA ESPACIADA

10.1. La concentración extracelular de una sustancia A es de 0,09 mol/L, mientras que su concentración intracelular es de 0,01 mol/L:

- Si esta sustancia A puede difundir a través de la membrana, ¿en qué sentido será su difusión neta y hasta qué momento difundirá?
- Imagina ahora que esta célula es impermeable a la sustancia A y solo difunde el solvente, ¿cómo se denomina este fenómeno? ¿Hacia dónde se moverá el solvente y hasta qué momento?
- ¿Qué ocurrirá con el volumen celular y cómo se llama el fenómeno en las células eucariotas?
- Ante las mismas concentraciones del enunciado, otra célula es capaz de expulsar la sustancia A al exterior. Indique qué tipo de transporte se estará utilizando en este caso y cuáles son las características principales en este tipo de transporte.



EVOCANDO LO YA APRENDIDO

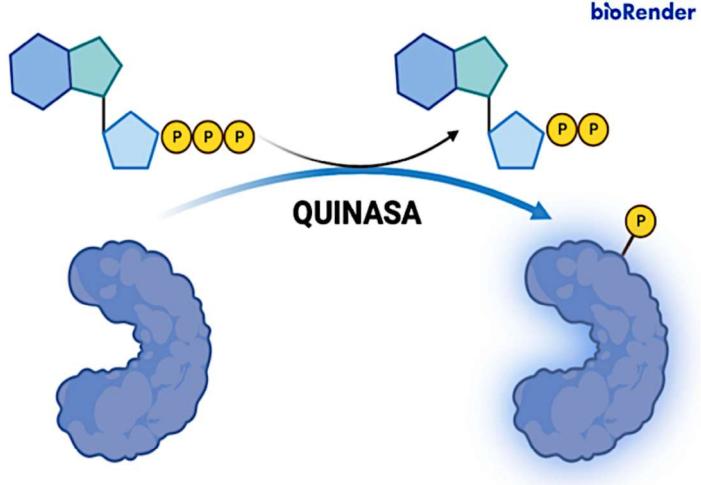
10.2. En una reacción metabólica, se observa que una molécula orgánica incorpora átomos de H. ¿Consideras que se ha oxidado o que se ha reducido? Razona tu respuesta.



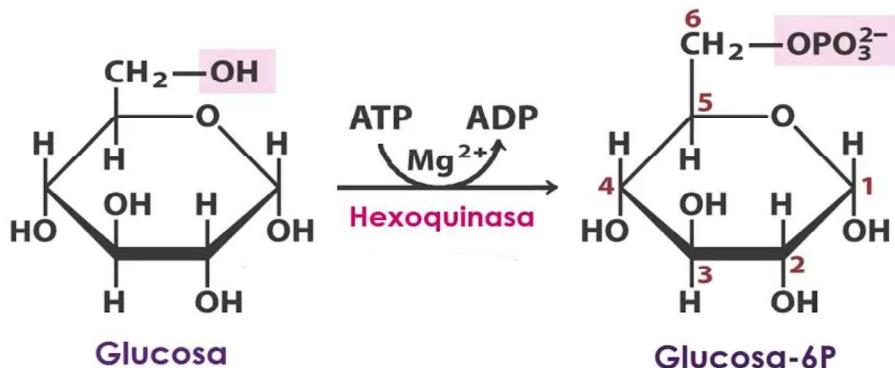
ENTRELAZANDO CONCEPTOS

10.3. La enzima que cataliza la reacción anterior es la piruvato quinasa. Compara la reacción anterior con la de la siguiente imagen:

- ¿Qué tipo de reacciones catalizan las enzimas llamadas quinasas?
- ¿En cuál de los siete grupos principales de enzimas la incluirías?
- En reacciones que requieren energía, esta se suele obtener de la hidrólisis del ATP en ADP + Pi (representando Pi a un fosfato inorgánico: PO_4^{3-}). ¿Por qué aquí no se libera ningún Pi?
- Dado que la reacción consume ATP, ¿pertenece siempre una reacción catalizada por una quinasa a una ruta anabólica? Razona tu respuesta.



10.4. Un tipo de quinasa, la hexoquinasa, cataliza la primera reacción de la glucólisis: la fosforilación de la glucosa a glucosa-6-P en el citosol.

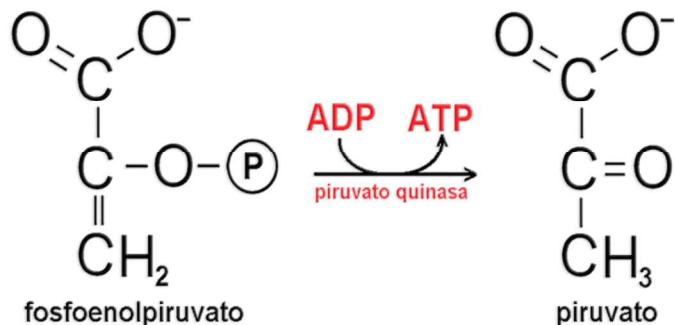


- Con esta fosforilación, consigue activar a la glucosa aumentando su energía y, además, evita que salga de la célula. ¿Por qué crees que la glucosa ya no escapa?
- Esta reacción solo puede darse en presencia de Mg^{2+} , ¿qué tipo de enzima es la hexoquinasa y cómo se denomina en estos casos al Mg^{2+} ?
- En un laboratorio, al medir la actividad de una muestra de hexoquinasa, se produjo un aumento accidental de T° hasta los $80^{\circ}C$. En esas condiciones no se detectó actividad de la enzima. Explica qué proceso justifica esta observación.
- Si la hexoquinasa se mantiene a $-4^{\circ}C$, ¿a qué se debe en este caso que la actividad también decaiga?
- Uno de los mecanismos de regulación enzimática que actúan sobre la reacción de la hexoquinasa es la elevada concentración de glucosa-6-fosfato. La glucosa-6P se une a la enzima hexoquinasa a un sitio diferente de su centro activo, modificando la enzima e impidiendo que la glucosa se pueda unir al centro activo. Explica de forma razonada qué tipo de inhibición se da en este caso.

10.5. ¿A través de qué mecanismo se genera ATP en la siguiente reacción?

¿De dónde proviene el grupo fosfato que se une al ADP para formar ATP?

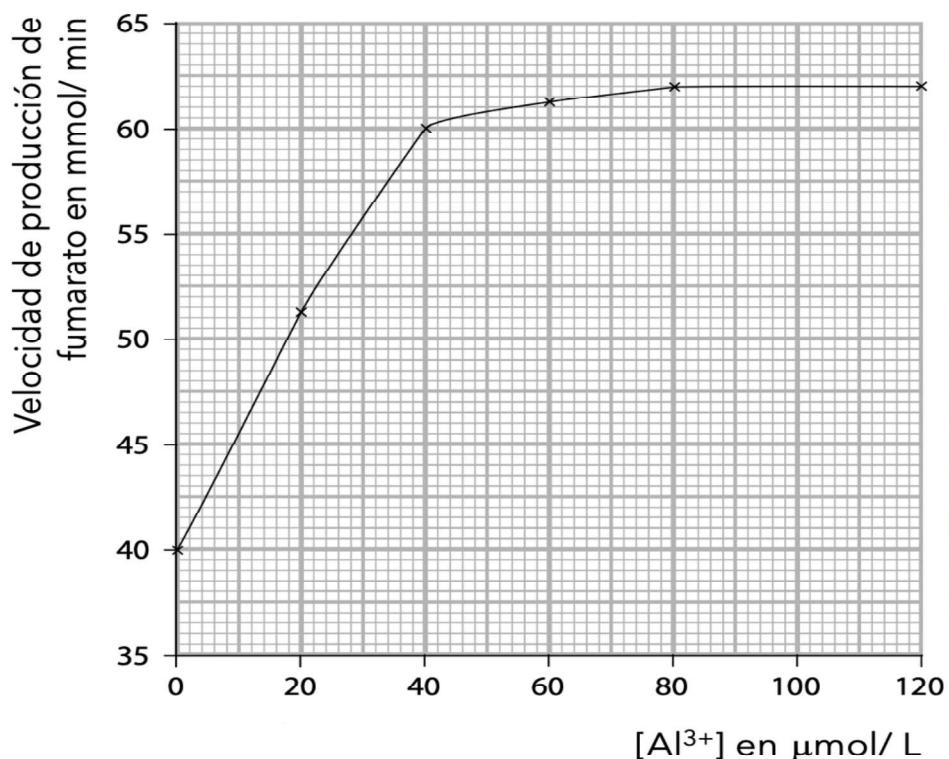
¿Qué otros mecanismos para generar ATP existen y cómo se denominan?



10.6. ¿Qué reacciones cataliza una enzima con actividad descarboxilasa? Busca dos reacciones del catabolismo de la glucosa en las que participe una descarboxilasa. ¿Qué ocurre en esas reacciones? ¿Qué productos se obtienen?

10.7. Uno de los pasos que forman parte del ciclo de Krebs es la conversión de succinato a fumarato, reacción catalizada por la enzima succinato deshidrogenasa.

- Explica el rol que tienen las enzimas deshidrogenasas en el ciclo de Krebs y su importancia en la producción de ATP.
- Se llevó a cabo una investigación para dilucidar el efecto de diferentes concentraciones de iones de Aluminio (Al^{3+}) en la actividad de la succinato deshidrogenasa. La concentración de enzima y las demás condiciones se mantuvieron constantes. El siguiente gráfico muestra los resultados de la investigación:



FUENTE: Cambridge International AS & A Level Biology (9700/04)

Describe el efecto de la $[\text{Al}^{3+}]$ en la velocidad de producción de fumarato y sugiere una explicación para dicho efecto.

10.8. Identifica a qué proceso metabólico corresponde cada una de las siguientes reacciones generales e indica para cada una de ellas en qué localización celular se da y si se puede realizar en ausencia de oxígeno.

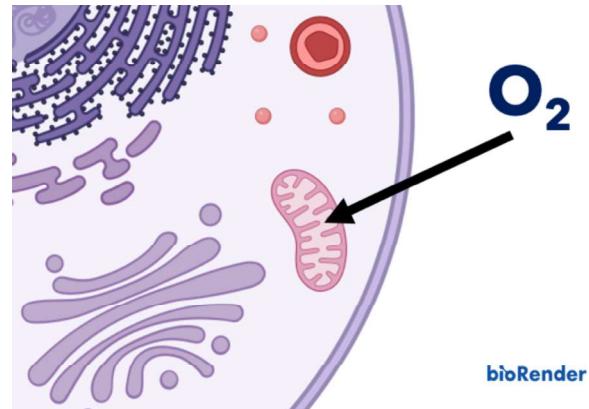
- $\text{Glucosa} + 2 \text{ADP} + 2 \text{P}_i + 2 \text{NAD}^+ \rightarrow 2 \text{Piruvato} + 2 \text{ATP} + 2 \text{NADH}$
- $\text{Piruvato} + \text{NADH} \rightarrow \text{Lactato} + \text{NAD}^+$
- $\text{Acetil-CoA} + \text{ADP} + \text{P}_i + 3 \text{NAD}^+ + \text{FAD} \rightarrow \text{CoA} + 2 \text{CO}_2 + \text{ATP} + 3 \text{NADH} + \text{FADH}_2$
- $\text{Piruvato} + \text{NADH} \rightarrow \text{Etanol} + \text{CO}_2 + \text{NAD}^+$



ENTRELAZANDO CONCEPTOS

10.9. Para que una célula pueda obtener energía a partir de la respiración celular es necesario contar con glucosa y la presencia de O_2 .

- ¿Por qué mecanismos de transporte a través de la membrana llegará el O_2 a la mitocondria?
- ¿Cuál es el número de bicapas lipídicas que debe atravesar cada molécula de O_2 hasta llegar a su destino y actuar como aceptor final de electrones en la cadena respiratoria?
- Explica en qué se parecen y en qué se diferencian las membranas que atraviesa el O_2 .
- ¿Por qué mecanismos llegara la glucosa a su destino?
- ¿Cuántas bicapas lipídicas debe atravesar la glucosa para empezar a oxidarse?



10.10. El esquema representa un orgánulo celular:

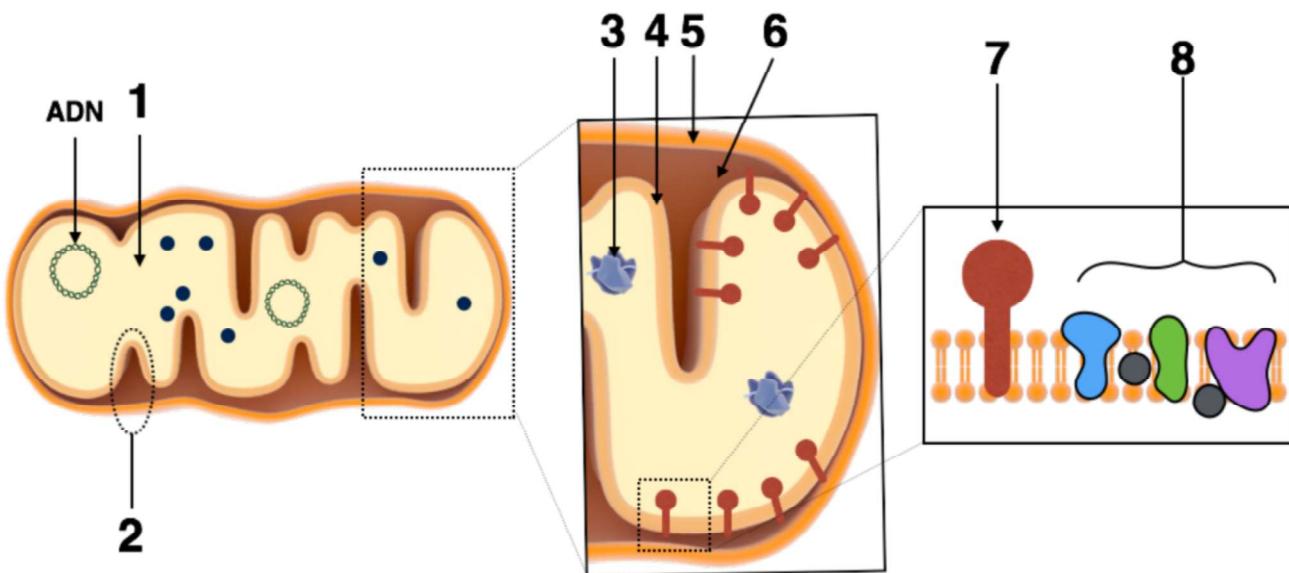
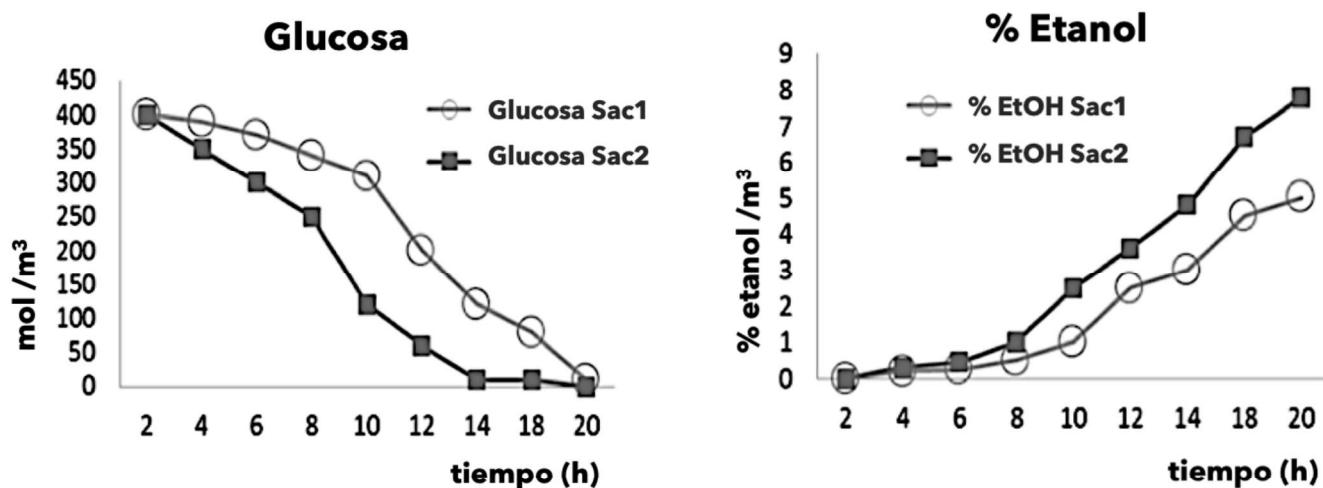


Imagen adaptada de la
Library of Science & Medical Illustrations

- ¿De qué orgánulo se trata?
- ¿En qué tipo de células no aparece este orgánulo?
- Identifica las estructuras que aparecen numeradas del **1** al **8**.
- Indica una vía metabólica que se lleva a cabo en la localización número **1**.
- Indica una función que realiza el componente **7** y otra que tiene lugar en el grupo **8**.

10.11. El monóxido de carbono es un poderoso inhibidor de la citocromo c oxidasa, complejo enzimático de la cadena respiratoria mitocondrial. ¿Qué efectos puede tener la intoxicación con monóxido de carbono sobre el consumo de O_2 en la mitocondria? ¿Y sobre la producción de ATP? ¿Podrían las células seguir viviendo? Razona las respuestas.

10.12. Se están poniendo a punto protocolos para producir cerveza en una industria cervecera. Para ello, se prueban dos cepas diferentes de *Saccharomyces cerevisiae* Sac1 y Sac2. Se añade a un contenedor la misma concentración de levadura, malta de cebada, lúpulo y agua, y se cierra herméticamente. A distintos tiempos, se analizan los contenidos de glucosa y de etanol. Los resultados se muestran en las gráficas adjuntas.



En base a los resultados obtenidos:

- Explica el proceso metabólico que ha tenido lugar.
- Explica el diferente comportamiento observado en las dos cepas Sac1 y Sac2, basándote en los resultados.
- Explica brevemente la diferencia entre la rentabilidad energética de la fermentación y de la respiración aerobia.

10.13. Si se quiere hacer yogur casero, debemos mezclar un poco de yogur con leche y mantener la mezcla a 35 ó 40°C durante 8 horas para que se realice la fermentación bacteriana de la leche.

- Indica qué microorganismos utilizarías para fabricar yogur, sobre qué sustrato actúan, y explica cómo se denomina y en qué consiste el proceso que tiene lugar.
- ¿Qué ocurriría si la mezcla de yogur y leche se mantuviera en la nevera a 4°C durante 8 horas?
- ¿Qué pasaría si la leche utilizada estuviera esterilizada?
- ¿Qué pasaría si se esterilizara el yogur antes de añadirlo a la leche?

10.14. Las mitocondrias son orgánulos de las células eucariotas que actúan como centrales energéticas. Catabolizan moléculas de la dieta, como glucosa y ácidos grasos, y la energía que se desprende es utilizada para producir ATP a partir de ADP y Pi. La figura representa las actividades de una mitocondria.

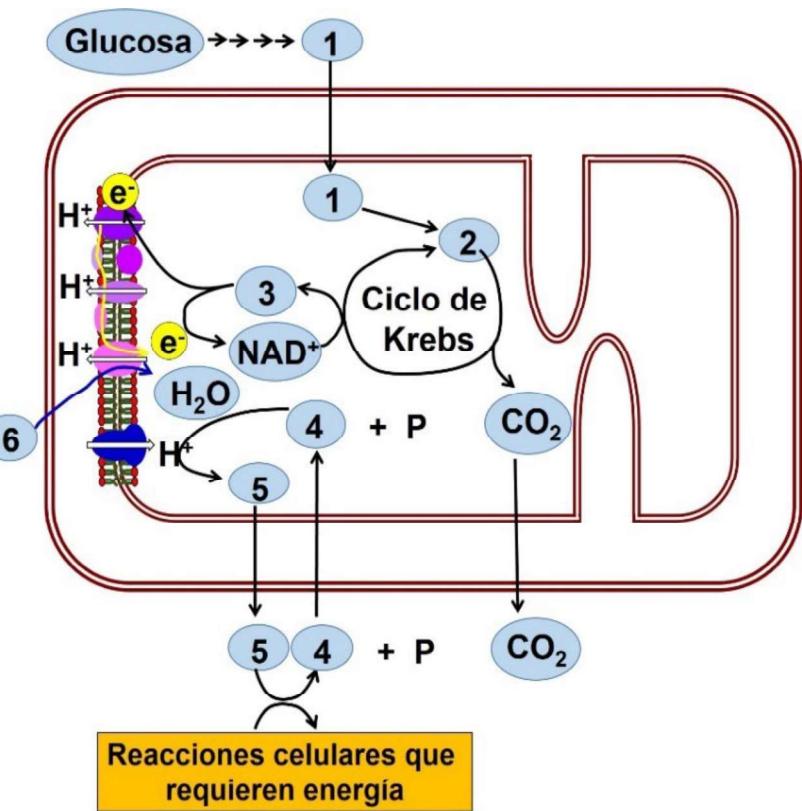
a. Identifica los productos representados por los números **1, 2, 3, 4, 5** y **6**.

b. En el esquema, la glucosa es el producto que se cataboliza para generar los productos.

¿Qué otras sustancias se pueden catabolizar y generar el compuesto número **2**? ¿Cómo se denomina ese proceso?

c. Señala las características más relevantes de la composición bioquímica de la membrana mitocondrial interna.

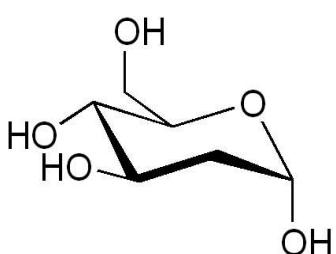
d. ¿Cómo es y dónde se localiza el ADN mitocondrial? ¿Y los mitorribosomas?



Reacciones celulares que requieren energía



10.15. La 2-desoxi-D-glucosa es un análogo no metabolizable de la glucosa que bloquea la primera reacción de la glucólisis. En un cultivo celular con glucosa como única fuente de energía, al ser tratadas con este compuesto, se dificulta el crecimiento de las células. No obstante, las células son capaces de proliferar en este medio si también contiene ácidos grasos.



- a. Cuando a una reacción enzimática se le adiciona un compuesto análogo al sustrato, como el caso de la 2-desoxi-D-glucosa y la glucosa ¿qué efecto se producirá?
- b. ¿Se podría conseguir el mismo efecto añadiendo a la misma enzima una molécula no análoga al sustrato?
- c. Explique razonadamente por qué la presencia de ácidos grasos evita que las células mueran cuando se añade 2-desoxi-D-glucosa.

10.16. En un laboratorio se toman células musculares que, tras diferentes manipulaciones, se distribuyen en tres matraces cuyo contenido final es:

- A) contiene el citoplasma de estas células y sus orgánulos intactos;
- B) solamente contiene las mitocondrias de estas células;
- C) contiene el citoplasma de las células musculares mencionadas.

Las tres soluciones contienen un medio isoosmótico y el pH adecuado. A las tres preparaciones se les añade glucosa y se cierran los matraces. Estos recipientes están diseñados de manera que es posible medir la cantidad de oxígeno en su interior.

- a. Se detecta que en el matraz A, el contenido de oxígeno disminuye con el tiempo, mientras que en el matraz B la cantidad de oxígeno permanece constante desde el principio. Razona estos resultados, mencionando las rutas metabólicas que habrán tenido lugar.
- b. Transcurrido el tiempo suficiente, damos por terminado el experimento y analizamos el contenido del matraz C. Se observa que la glucosa ha desaparecido, ¿Cómo esperas que haya evolucionado la cantidad de oxígeno en el matraz C a lo largo del tiempo? Razónalo adecuadamente.
- c. Realizamos el mismo análisis sobre el contenido de glucosa en los matraces A y B, ¿Cómo habrá variado la cantidad de glucosa en ambos matraces al terminar la prueba.

10.17. Una célula muscular moviliza 200 restos de glucosa de sus moléculas de glucógeno, que son oxidadas para obtener energía. Calcula el número de moléculas de CO_2 que se liberan en la célula si la oxidación es total, por vía aerobia, o si es parcial, por vía anaerobia.

10.18. Respecto al catabolismo de proteínas:

- a. La transaminación de la leucina da lugar a un cetoácido que entra en la mitocondria y se transforma en 3 moléculas de Acetil-CoA, mediante un proceso que consume una molécula de ATP y se produce una de NADH y una de FADH₂. ¿Cuántas moléculas netas de ATP se pueden formar en el proceso de respiración aerobia de una molécula de leucina?
- b. En un análisis se comprobó que un hombre de 75 kg que consume 3200 Kcal diarias excretó 32 g de urea al día. ¿Qué porcentaje del aporte energético corresponde a las proteínas en este caso si suponemos que cada gramo de proteína produce 4 kcal y da lugar a 0,16 g de urea?



BONUS T.10. Responde las siguientes cuestiones:

- a. Indica cuáles de los siguientes procesos celulares se llevan a cabo en una célula animal, vegetal, en ambas o en ninguna de las dos:
- β -oxidación de los ácidos grasos:
 - glucólisis:
 - fermentación láctica:
 - fermentación alcohólica:
 - replicación del ADN:
 - fosforilación oxidativa:
- b. ¿En qué parte de la célula se llevará a cabo cada uno de ellos? Cita el orgánulo (o los orgánulos, si son varios) y la parte concreta del mismo, cuando sea posible.
- c. Explica en pocas palabras el objetivo final de cada uno de esos procesos.
- d. Lee con atención las siguientes afirmaciones sobre el metabolismo en células procariotas:
- Al igual que los eucariotas, las células procariotas realizan también la glucólisis y, a pesar de no tener mitocondrias, existen bacterias aerobias que, además, llevan a cabo el posterior ciclo de Krebs, cuyos enzimas tienen en su citosol.
 - Estas bacterias aerobias realizan también la fosforilación oxidativa aunque, a diferencia de los eucariotas, tanto la cadena de transporte como la ATP sintasa está localizada en la membrana plasmática bacteriana.

Relaciona la localización subcelular donde se produce el ciclo de Krebs, la cadena de transporte electrónica y la fosforilación oxidativa en estas bacterias con el origen de los organismos eucariotas.

- e. Indica cuáles de los siguientes componentes están presentes en una célula vegetal, cuáles en una célula procariota, en ambas o en ninguna de las dos:
- Citoesqueleto:
 - Membrana nuclear:
 - Mitocondrias:
 - Nucléolos:
 - Centrómeros: