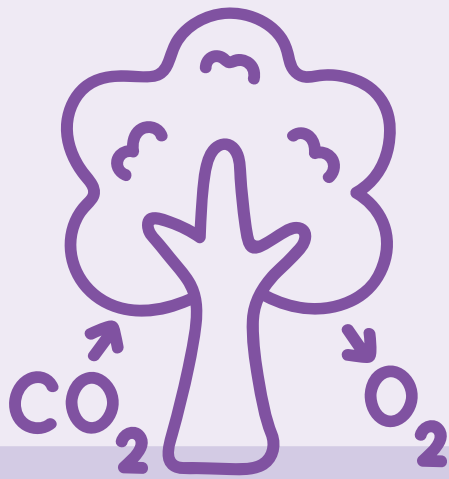
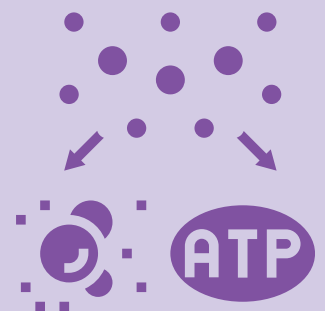
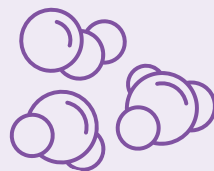
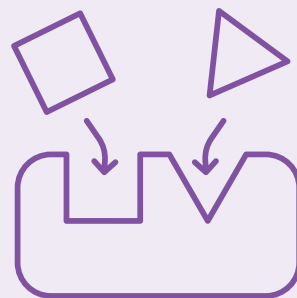


BLOQUE IV

METABOLISMO CELULAR





INTRODUCCIÓN AO METABOLISMO

- 1. Xeneralidades
- 2. Bioenerxética
 - 2.1. Transferencia de enerxía
 - 2.2. Rendemento e balance enerxético
- 3. Cinética encimática
 - 3.1. A acción encimática
 - 3.2. Factores que afectan á actividade encimática
 - 3.3. Encimas alostéricas
- Repaso PAU

1. XENERALIDADES

O metabolismo é o conxunto de todas as reaccións químicas catalizadas por encimas que se producen no interior celular.

Funcións do metabolismo

- Obter enerxía química da contorna: a partir da luz solar ou da degradación de moléculas ricas en enerxía.
- Transformar as moléculas nutrientes en precursores das macromoléculas celulares.
- Sintetizar macromoléculas a partir dos precursores.
- Formar e degradar as biomoléculas necesarias para as funcións especializadas das células (hormonas, neurotransmisores, etc.)

O metabolismo celular consta de miles de reaccións químicas diferentes que forman unha rede moi complexa, ordenada e interconectada de vías ou rutas metabólicas. Unha ruta metabólica é unha secuencia de reaccións sucesivas que relacionan entre sí os substratos iniciais (metabolitos iniciais) cos produtos finais (metabolitos finais). Entre ambos, os produtos de transformación sucesivos denomínanse metabolitos intermedios. O conxunto de encimas que catalizan unha ruta metabólica forman un sistema multiencimático.

As reaccións químicas do metabolismo clasifícanse en dous grandes grupos:

- Catabolismo: conxunto de reaccións metabólicas polo que as moléculas orgánicas complexas (glúcidos, lípidos e proteínas), procedentes do medio externo ou das propias reservas, se degradan dando lugar a moléculas máis sinxelas (CO_2 , H_2O , etc.) e enerxía.

As reaccións catabólicas presentan as seguintes características:

- Son reaccións oxidativas, mediante as que as moléculas orgánicas se oxidan liberando electróns e protóns (H^+). Estes son captados por coenzimas no seu estado oxidado, que se reducen.
- Son reaccións exergónicas, nas que se libera enerxía, que maioritariamente se almacena en forma de ATP.
- Forman rutas metabólicas converxentes, xa que a partir de varias secuencias de reaccións químicas, que parten de substratos iniciais diversos, se obteñen uns poucos produtos finais, como CO_2 , piruvato, etc.

- Anabolismo: conxunto de reaccións metabólicas polas que se sintetizan moléculas máis complexas a partir doutras máis sinxelas. Para crear os novos enlaces químicos, requírese unha achega de enerxía. As reaccións anabólicas presentan as seguintes características:

- Son reaccións de redución, nas que as moléculas se reducen, captando os electróns e protóns (H^+) que ceden coenzimas reducidos.
- Son reaccións endergónicas que requiren unha achega de enerxía que procede, normalmente, da hidrólise do ATP.
- Forman rutas metabólicas diverxentes debido a que, a partir duns poucos reactivos, se pode obter unha gran variedade de produtos.

2. BIOENERXÉTICA

As reaccións metabólicas discorren seguindo os mesmos principios da termodinámica que calquera reacción química.

Para saber se unha reacción se produce ou non de forma espontánea, mídese a variación dunha magnitude termodinámica denominada enerxía libre de Gibbs (ΔG):

- Unha reacción química é espontánea cando se produce unha diminución da enerxía libre ($\Delta G < 0$) dos produtos respecto dos reactivos.
- Unha reacción química non é espontánea se se produce un incremento da enerxía libre ($\Delta G > 0$) dos produtos respecto aos reactivos.
- Unha reacción está en equilibrio se non hai variación na enerxía libre dos produtos e dos reactivos ($\Delta G = 0$).

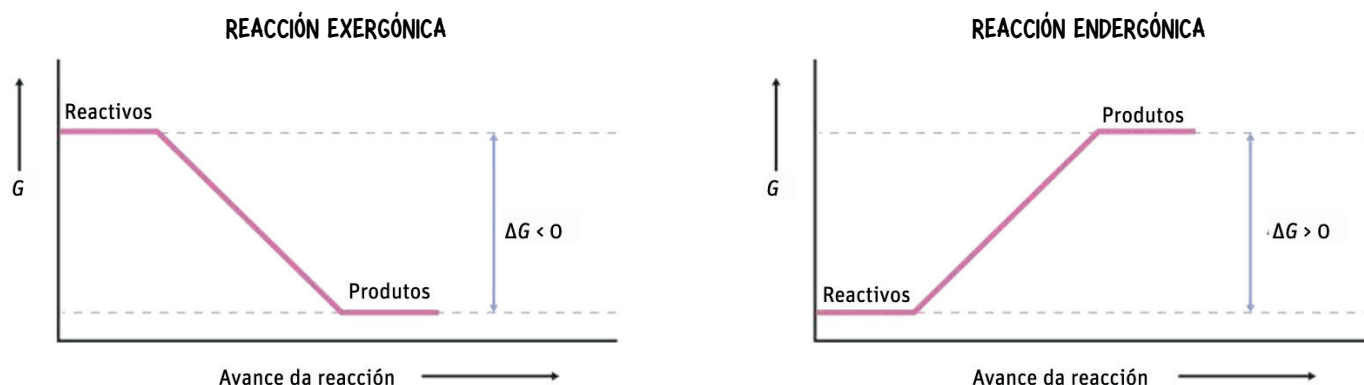


Figura 1. As reaccións exergónicas son espontáneas porque a enerxía libre de Gibbs dos produtos é menor cá dos reactivos. Porén, as reaccións endergónicas non o son porque a enerxía libre de Gibbs dos produtos é maior ca dos reactivos e, polo tanto, para que teñan lugar, precisan dun aporte externo de enerxía.

2.1. A TRANSFERENCIA DE ENERXÍA

A transferencia de enerxía na célula leva consigo un fluxo ou transferencia de electróns dunhas moléculas a outras. Posto que a enerxía, os electróns e os H^+ liberados nas reaccións exergónicas son necesarios para que transcorran as reaccións endergónicas, para transportalos requírense moléculas intermediarias.

REACCIÓN DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN (REDOX).

As reaccións redox son aquelas nas que unha substancia se oxida, mentres que simultaneamente outra se reduce.

- A substancia que se oxida chámase axente redutor ou dador de electróns, xa que reduce outra substancia, cedéndolle parte dos seus electróns e, en ocasións, tamén H^+ .
- A substancia que se reduce chámase axente oxidante ou aceptor de electróns, xa que oxida outra substancia, aceptando electróns e H^+ .

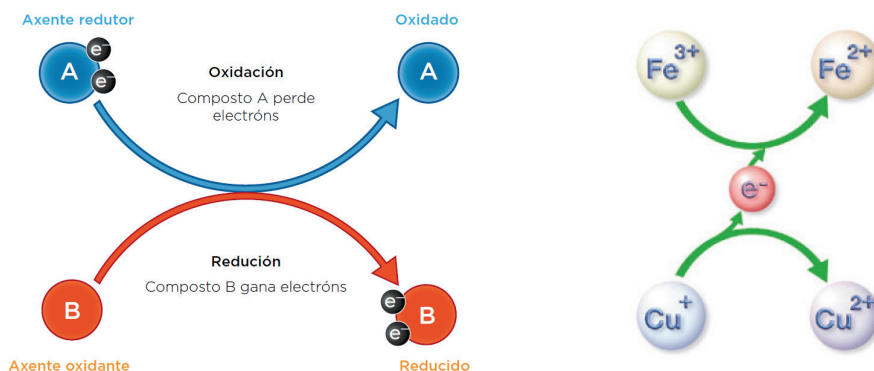


Figura 2. (esquerda) Esquema xeral dunha reacción de oxidación-reducción (Redox). O composto A oxídase porque cede os seus electróns ó composto B, que se reduce ó aceptalos. Polo tanto, o composto A é un axente oxidante, mentres que o composto B é un axente reductor. **(dereita)** Exemplo de reacción redox na que o ión férrico (Fe^{3+}) se reduce a ión ferroso (Fe^{2+}) ó aceptar os electróns que cede o ión Cobre máis 1, que se oxida a ión Cobre máis dous.

No catabolismo, as moléculas orgánicas oxídanse e os coenzimas redúcense. No anabolismo, os coenzimas oxídanse, reducindo outras moléculas.

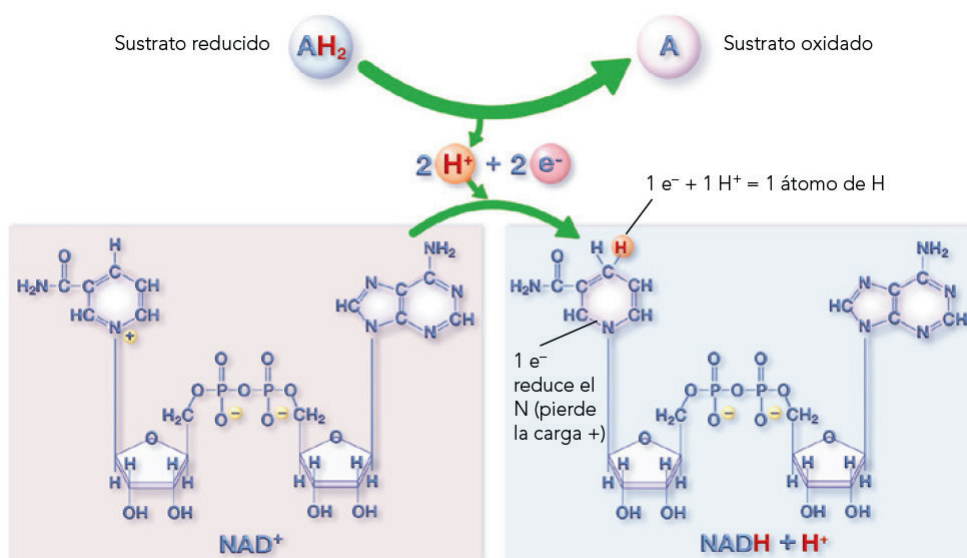


Figura 3. As coenzimas NAD^+/NADH actúan xunto a encimas deshidroxenases captando os electróns e os protóns cedidos polos substratos reducidos que se oxidan no catabolismo

INTERMEDIARIOS TRANSPORTADORES DE ENERXÍA

Son moléculas con enlaces ricos en enerxía (ATP, GTP, UTP, etc.). O ATP (adenosín-trifosfato) é a principal molécula transportadora de enerxía na célula.

A hidrólise do ATP orixina como produtos adenosín-difosfato (ADP), un grupo fosfato (Pi) e enerxía. A enerxía pódese utilizar para realizar traballo mecánico, para producir calor ou para a biosíntese de moléculas no anabolismo.

A síntese do ATP, pola contra, require do ADP, un grupo fosfato e enerxía, e pode realizarse mediante dous mecanismos:

- A fosforilación a nivel de substrato, que consiste en utilizar unha molécula fosforilada e rica en enerxía para transferir o fosfato e a enerxía ao ADP. Como resultado, sintetízase ATP e a molécula inicial queda defosforilada.
- A fosforilación adaptada ao transporte de electróns, que consiste en utilizar o transporte de electróns que se dá na cadea respiratoria (fosforilación oxidativa) ou a cadea fotosintética (fotofosforilación) para a síntese masiva de ATP. Estas reaccións redox consecutivas van liberando enerxía que utiliza o enzima ATP sintase, para obter ATP a partir de ADP e fosfato.

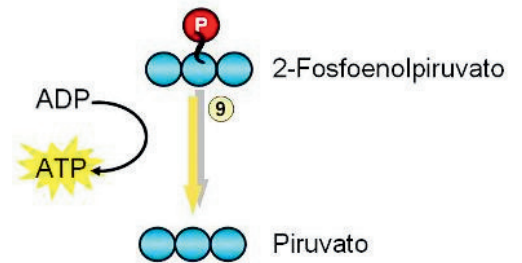


Figura 4. Fosforilación a nivel de substrato. O fosfoenolpiruvato é un ácido tricarboxílico unido a un grupo fosfato. Cando se transforma en piruvato, este grupo fosfato é transferido ó ADP para formar ATP

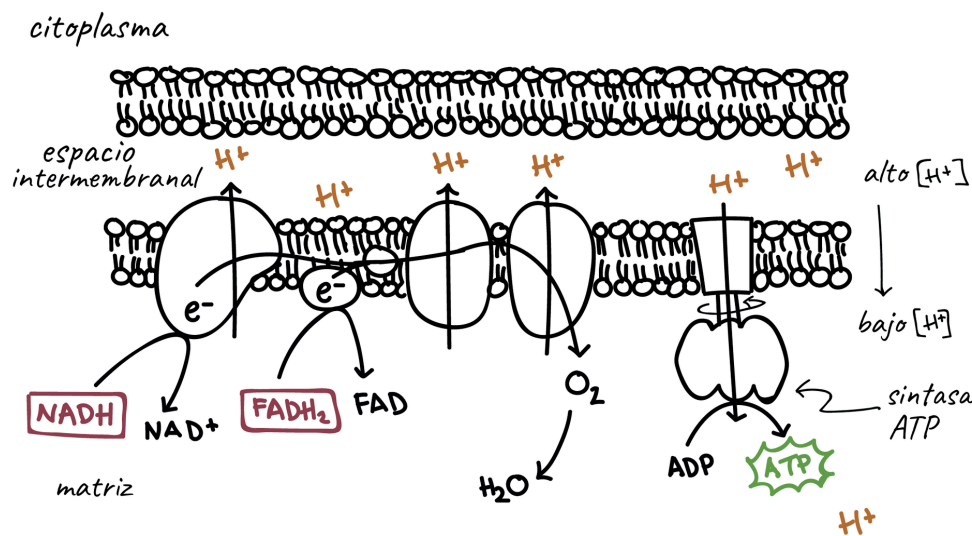


Figura 5. Fosforilación acoplada ó transporte electrónico. Durante o proceso de respiración celular, os electróns transportados polas coencimas reducidas son cedidos á cadea transportadora de electróns, formada por un conxunto de proteínas acopladas a pares REDOX. Os electróns van pasando duns a outros, ó tempo que van reducindo o seu potencial REDOX, proceso que libera enerxía. Esta enerxía aproveítase para xenerar un gradiente electroquímico que, en última instancia, se empregará para permitir o funcionamento dunha ATP-sintetase que cataliza a unión dun grupo fosfato e dunha molécula de ADP para formar ATP.

A enerxía que se desprende nunha reacción exergónica (catabolismo) pódese aproveitar para que se produzan outras reaccións endergónicas (anabolismo). Isto coñécese como acoplamento enerxético entre reaccións e nel intervén o ATP como 'moeda de cambio enerxético' das células.

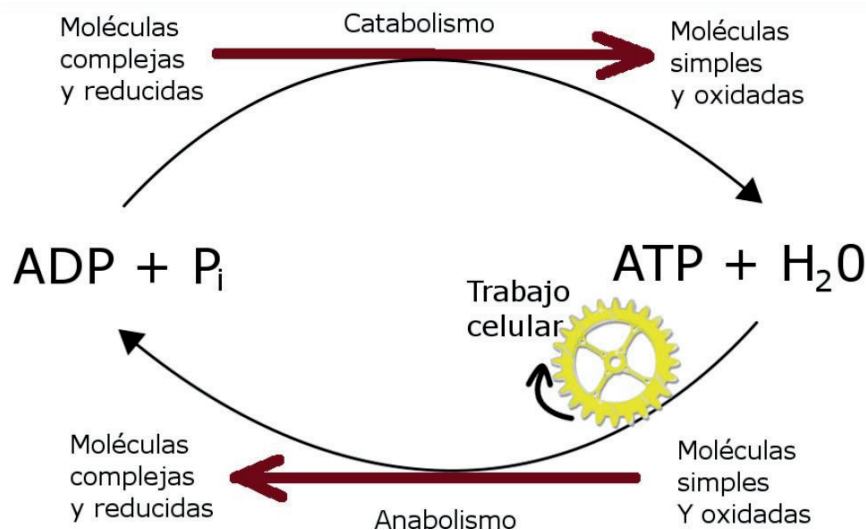


Figura 6. Acoplamiento enerxético entre as reacción exergónicas do catabolismo e as reaccións endergónicas do anabolismo. O ATP é o principal transportador de enerxía entre os distintos compartimentos nos que se producen estas reaccións.

TRANSPORTADORES DE ELECTRÓNS E PROTÓNS

Son os sistemas coencimáticos NAD^+/NADH , $\text{NADPH}/\text{NADP}^+$, FAD/FADH_2 e FMN/FMNH_2 , que adoitan aparecer asociadas á apoencima das encimas. Tamén a coencima Q (ubiquinona) e os citocromos permiten o transporte de electróns nas chamadas cadeas transportadoras de electróns.

2.2. RENDEMENTO E BALANCE ENERXÉTICO

O balance enerxético é un parámetro que permite medir a cantidade de enerxía que se intercambia nun proceso metabólico e defínese como o número de moléculas con enlaces ricos en enerxía (normalmente ATP) que se produciron por cada molécula de metabolito oxidado. Se a ruta é estritamente anabólica, o balance será negativo; mentres que se é catabólica, será positivo.

Unha parte da enerxía que se produce nun proceso metabólico é transferida á contorna en forma de calor; o rendemento enerxético indica a porcentaxe de enerxía que se almacena con respecto á cantidade total que se desprende nun proceso catabólico.

2. CINÉTICA ENCIMÁTICA

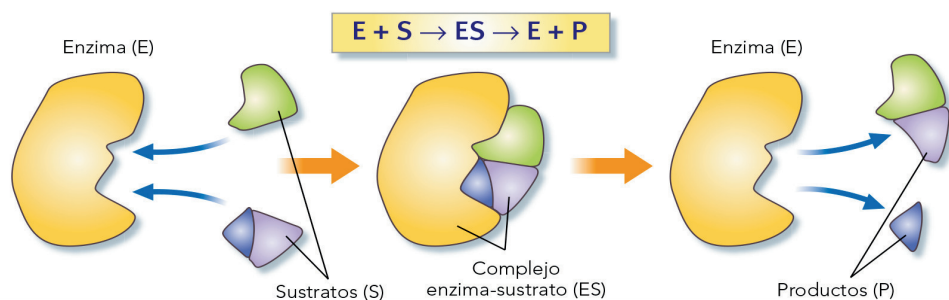
Todas as reaccións do metabolismo están catalizadas por encimas, moléculas orgánicas de orixe proteica que actúan diminuindo a enerxía de activación das reaccións químicas da célula.

3.1. A ACCIÓN ENCIMÁTICA

A acción encimática caracterízase pola formación dun complexo encima-substrato (ES), no cal a encima (E) actúa fixando o substrato (S) na súa superficie mediante enlaces débiles. Xéranse así tensións que debilitan os enlaces do substrato. Finalizada a transformación os produtos e a encima sepáranse, recuperándose a encima intacta.

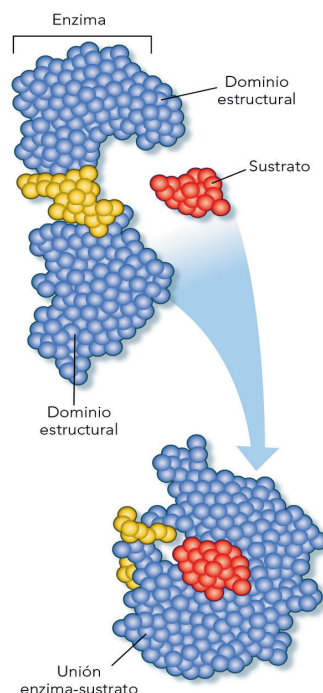
A unión entre a encima e o/os substrato/s explícase mediante dous modelos alternativos:

- Modelo chave-pechadura: as estruturas tridimensionais do centro activo da encima e do substrato son complementarias e encaixan mutuamente.



- Modelo de acoplamento inducido: a unión do substrato coa encima provoca un cambio conformacional nela de tal forma que esta se acopla ao substrato de forma envolvente.

Figura 7. Modelos de acción encimática. Arriba á esquerda: modelo chave pechadura. Dereita: modelo de acoplamento inducido.



3.2. FACTORES QUE AFECTAN Á ACTIVIDADE ENCIMÁTICA

INFLUENCIA DA CONCENTRACIÓN DE SUBSTRATO

Se facemos un estudo experimental no que relacionamos a velocidade dunha reacción encimática (estudando os moles de substrato que desaparecen por unidade de tempo) coa concentración de substrato presente, mantendo constante a concentración de encima, observaremos que a velocidade vai aumentando a medida que aumenta a concentración de substrato. Con todo, chega un momento no que se acada a velocidade máxima e, aínda que aumentemos a concentración de substrato, non se produce un aumento na velocidade. Isto corresponde a unha situación na cal todos os centros activos das encimas están ocupados por moléculas de substrato.

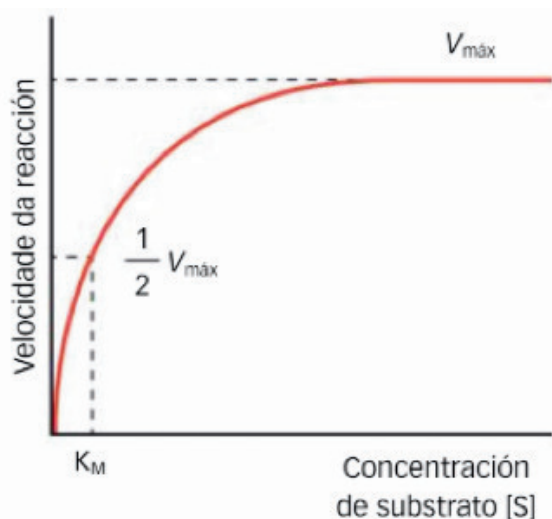


Figura 8. Gráfica de cinética encimática na que a velocidade de reacción aumenta conforme aumenta a concentración de substrato ata acadar a velocidade máxima. Cando a velocidade é a metade da máxima acadada nesa reacción, a concentración de substrato é K_M .

A partir deste comportamento encimático, Michaelis e Menten definiron unha constante, chamada a constante de Michaelis-Menten (K_m), que é a concentración de substrato á cal a velocidade da reacción é a metade da velocidade máxima.

Co valor de K_m e da velocidade máxima pódese achar a velocidade para calquera concentración de substrato, aplicando a ecuación de Michaelis-Menten:

$$V_0 = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

Onde:

V_0 é a velocidade da reacción a unha concentración de substrato específica.

$V_{\max}$ é a velocidade máxima.

$[S]$ representa a concentración de substrato.

K_m é a constante de Michaelis-Menten

K_m é característica de cada encima e reflicte a afinidade da encima polo seu substrato. Canto menor sexa o valor de K_m maior será a afinidade da encima polo seu substrato. É dicir, un valor de K_m baixo significa que se produce unha unión moi estreita entre a encima e o substrato, pois a concentracións de substrato baixas xa acadaremos a velocidade semimáxima.

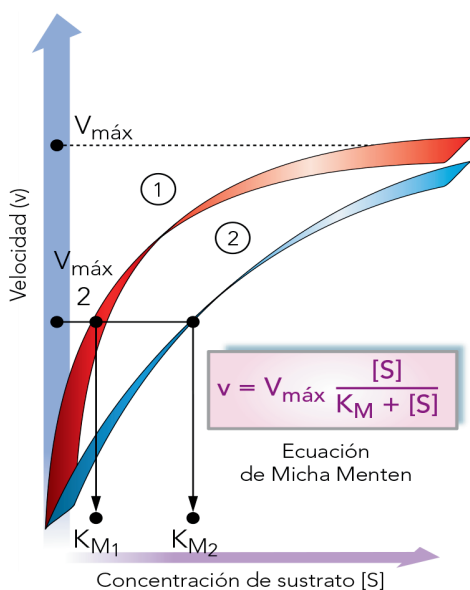


Figura 9. Gráfica de cinética encimática para dúas encimas (1 e 2) actuando sobre o mesmo substrato. As dúas reaccións acadan a velocidade máxima cando todos os centros activos están ocupados por substrato. Porén, na reacción coa encima 1 a metade da velocidade máxima acádase con menos concentración de substrato e, polo tanto, chegarase antes á velocidade máxima; isto é, a reacción 1 progresa máis rapidamente que a reacción 2 porque a encima 1 ten maior afinidade polo substrato que a encima 2, incrementándose así a eficiencia catalítica.

INFLUENCIA DA TEMPERATURA

Se a unha reacción encimática se lle dá calor, as moléculas aumentan a súa mobilidade e o número de encontros moleculares, polo que aumenta a velocidade na que se forma o produto. Con todo, se a temperatura é excesiva, a encima, que é de natureza proteica desnaturalízase. Por tanto, existe unha temperatura óptima para a cal a actividade encimática é máxima.

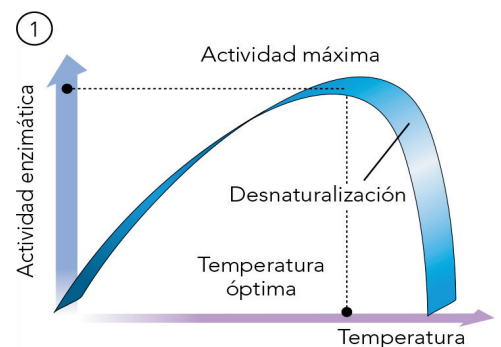


Figura 10. Influencia da temperatura na cinética encimática

INFLUENCIA DO pH

As encimas presentan dous valores límite de pH entre os cales son eficaces; traspasados estes valores, as encimas desnaturalízanse e deixan de actuar. Entre os dous límites existe un pH óptimo no que a encima presenta a súa máxima eficacia.

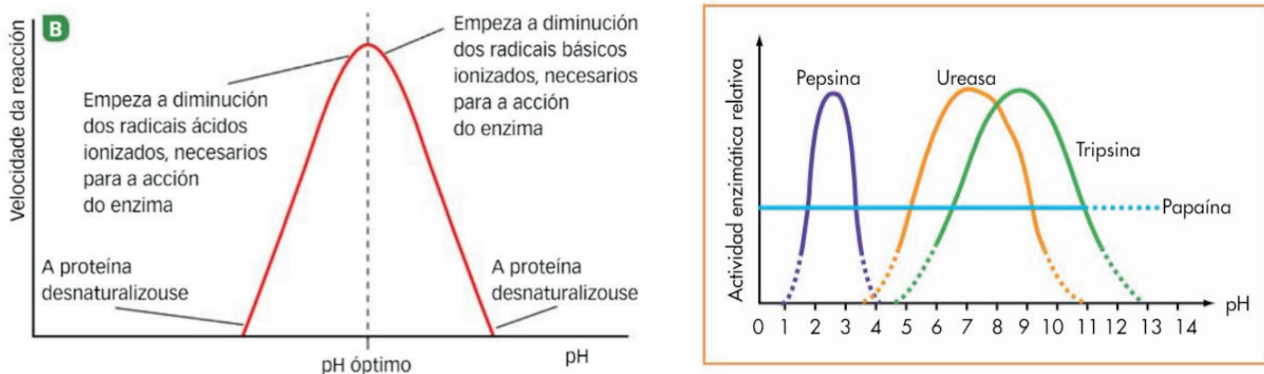


Figura 11. Influencia do pH na cinética encimática. Tanto o rango de pH ó que son funcionais as encimas como o pH óptimo de actividade, dependen do tipo de encima e do substrato. As encimas dixestivas que actúan no estómago, ou as que teñen actividade catalítica no interior dos lisosomas, por exemplo, teñen os seus pH óptimos en torno a 2-3, e atópanse normalmente inactivadas ó pH neutro do medio externo (fóra do estómago ou fóra do lisosoma). Isto debe ser así para que eviten que actúen hidrolizando biomoléculas orgánicas do propio organismo ou do interior celular.

PRESENCIA DE ACTIVADORES

As moléculas activadoras aumentan a velocidade da reacción encimática. O substrato funciona moitas veces como activador da reacción. Tamén algúns ións favorecen a unión entre a encima e o substrato, actuando como activadores das rutas metabólicas.

PRESENCIA DE INHIBIDORES

Os inhibidores son substancias que diminúen a actividade dunha encima ou ben impiden completamente a actuación da mesma.

A inhibición pode ser de varios tipos:

- Inhibición irreversible ou envelenamento da encima: os inhibidores ou venenos fíxanse permanentemente ao centro activo da encima, inutilizándoo.
- Inhibición reversible: os inhibidores impiden temporalmente o normal funcionamento do centro activo. Pode ser de 2 tipos:
 - Competitiva: o inhibidor compite co substrato polo centro activo, xa que é unha molécula parecida. A inhibición pode revertirse incrementando a concentración de substrato.
 - Non competitiva: o inhibidor non compite co substrato, xa que se une a un sitio diferente do centro activo, pero esencial para a encima porque ao unirse impide a actividade encimática. Ata que o inhibidor non se libere, o substrato non se pode axustar, xa que se altera a conformación do centro activo.
 - Acompetitiva: o inhibidor únese ó complexo encima substrato e impide a formación do produto.

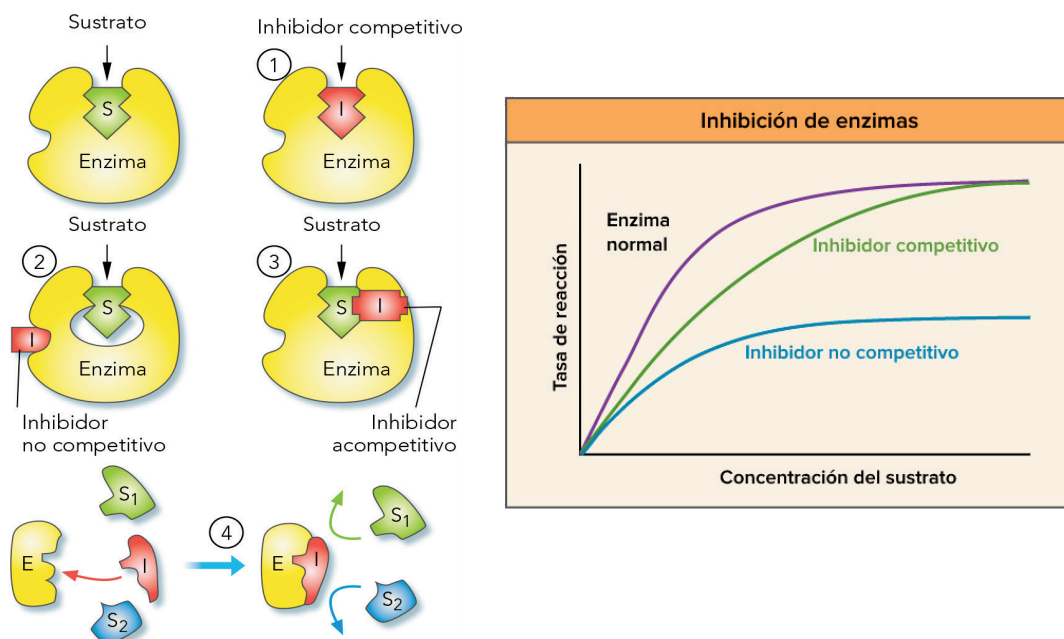


Figura 12. Inhibición da actividade catalítica. 1: Inhibición competitiva. O inhibidor é estruturalmente parecido ó substrato e únese ó centro activo da encima, reemplazándoo. Neste caso non se modifica a velocidade máxima da reacción, pero si a K_m xa que o substrato perde afinidade coa encima cando o inhibidor está presente (liña verde na gráfica). 2: Inhibición non competitiva. O inhibidor únese a unha rexión moduladora da encima, modificando a estrutura tridimensional do centro activo da encima e impedindo, deste xeito, a unión do substrato. Neste caso, a velocidade máxima da reacción vese diminuída pero mantense a K_m (liña azul na gráfica). 3: Inhibición acompetitiva. O inhibidor únese ó complexo encima-substrato, impedindo o progreso da reacción. Neste caso, diminúe a velocidade de reacción e increméntase a K_m , pero non a relación entre ámbolos dous parámetros respecto da reacción sen inhibidor. 4 Inhibición irreversible. O inhibidor únese ó centro activo da encima e produce modificacións permanentes que inactivan a súa actividade de forma definitiva.

3.3. ENCIMAS ALOSTÉRICAS

As encimas alostéricas posúen, ademais dun centro activo, un centro regulador ou alostérico ao que se pode unir unha substancia chamada ligando, efector ou modulador. O efector pode ser un inhibidor ou modulador negativo ou ben un activador ou modulador positivo. A unión do ligando ó centro alostérico provoca unha transformación entre a forma inactiva da encima e a súa forma funcionalmente activa, ou viceversa.

Nunha cadea de reaccións, os metabolitos intermedios adoitan actuar como moduladores positivos da seguinte encima que actúa no proceso, e o produto final pode ser un modulador negativo da encima que cataliza a primeira etapa. O resultado deste proceso é que se mantén a cantidade de produto dentro duns límites. Este tipo de regulación denomínase retroinhibición ou feed-back.

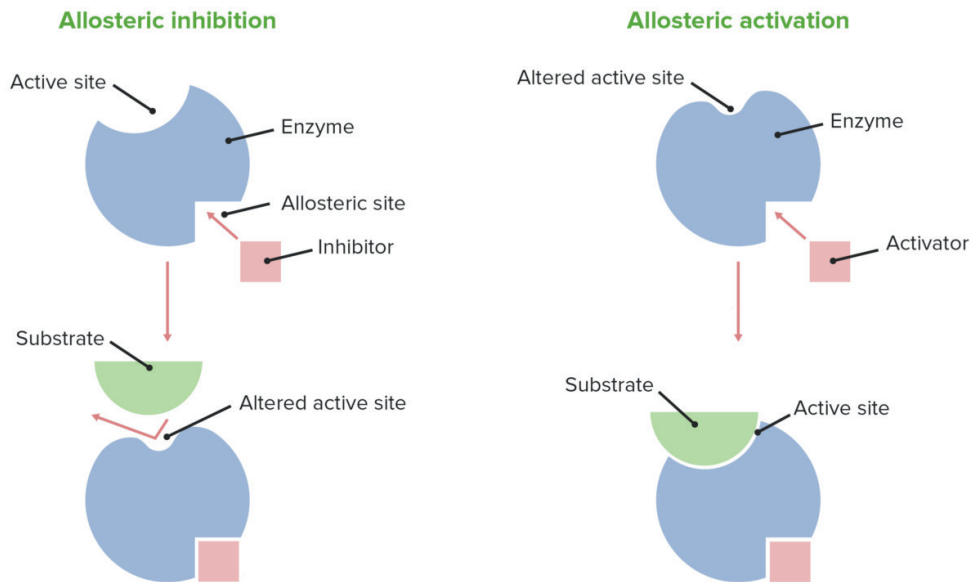


Figura 13. Funcionamento das encimas alostéricas. Na inhibición alostérica (esquerda), a encima atópase normalmente activa, pero inactívase cando un inhibidor se une ó sitio alostérico e produce unha modificación tridimensional do sitio activo (de forma similar ó que se explicou para a inhibición reversible non competitiva). No caso da activación alostérica (dereita), a encima atópase normalmente nun estado inactivo e é a unión dun activador ó sitio alostérico ó que provoca un cambio conformacional no sitio activo que permite a unión do substrato e, polo tanto, a activación da encima.

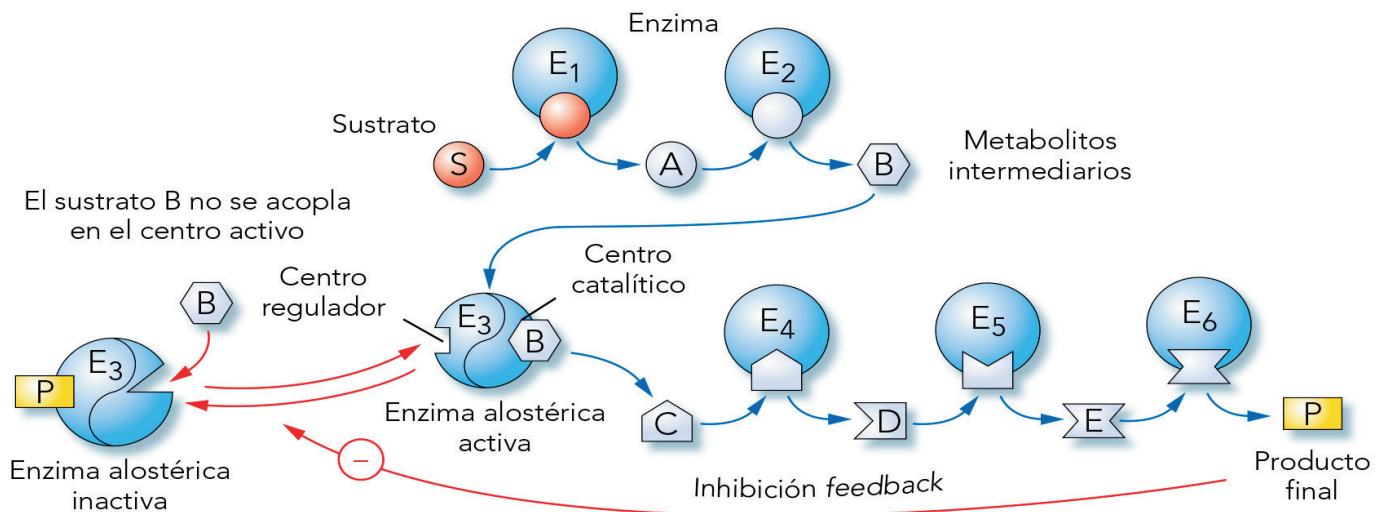


Figura 14. Retroalimentación en rutas metabólicas. O produto final da reacción actúa como inhibidor alostérico dunha das encimas da ruta (neste caso, da encima E3) inactivándoa cando hai moita cantidade desta substancia. Cando a concentración de produto diminúe na célula, o centro regulador queda libre e a encima actívase, permitindo a unión do substrato B. Este tipo de regulación por retroalimentación negativa suón un aforro enerxético para a célula, pois o exceso de produto final inhibe a súa propia síntese nunha etapa inicial.

GALICIA

Modelo 2017 - Cal é a natureza química das encimas? Representa graficamente e explica brevemente a relación entre a velocidade dunha reacción encimática e a concentración de substrato. Que é o centro activo dunha encima? Que é un inhibidor encimático?

Xuño 2009 - Na seguinte reacción encimática:



- Indica o significado de E, S, ES e P.
- Como inflúe a concentración de substrato na velocidade das reaccións encimáticas? Fai unha representación gráfica sinalando as constantes cinéticas.
- De que xeito afecta a temperatura e o pH á actividade encimática?
- Que é un encima alostérico?
- Explica o papel dos cofactores e coencimas nas reaccións encimáticas.

Setembro 2001 - Indica como afectaría (aumentando ou diminuindo) a velocidade dunha reacción catalizada por un encima se:

- Aumenta a concentración do substrato
- Aumenta a concentración do encima
- Se engade un inhibidor do encima
- Aumenta a temperatura.

Xustifica as respostas.

Ordinaria 2021 - Como se ve afectada a velocidade dunha reacción catalizada por un encima: a) se aumenta a concentración do substrato; b) se se engade un inhibidor do encima; e c) se aumenta a temperatura. Xustifica as respostas. d) Define centro activo e apoencima.

Ordinaria 2020 - Modelo 2021 - En relación coas encimas:

- Indica tres características fundamentais.
- Define encima e centro activo.
- A figura 2 amosa a variación da velocidade dunha reacción en presenza de dúas encimas distintas (E1 e E2) que actúan sobre o mesmo substrato (S). Cal das dúas encimas presenta maior afinidade polo substrato? Razona a resposta.

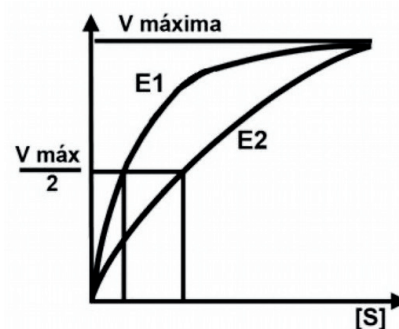
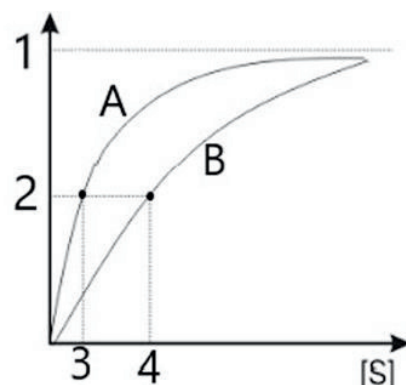


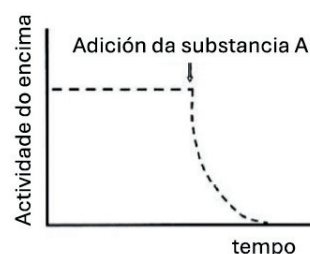
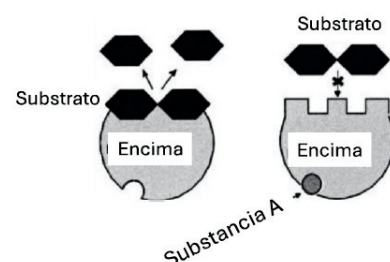
Figura 2

Ordinaria 2023 - Na gráfica de cinética encimática que se amosa na figura 1, represéntase a velocidade de reacción dun encima (eixo vertical) con respecto á concentración de substrato (eixo horizontal) en ausencia (A) e en presenza (B) dun inhibidor competitivo. A) Indique a que fan referencia as liñas horizontais sinaladas polos números 1 e 2. B) A que se refiren os números 3 e 4? C) Que conclusión pode obterse desta gráfica? D) Como se denomina o proceso que lle sucede a un encima ao superar os 60°C? En que consiste e que consecuencias ten?

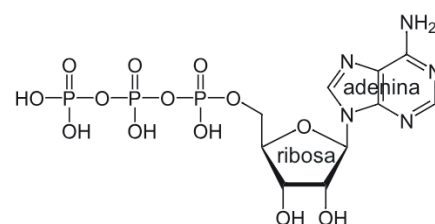


Extraordinaria 2025 - A encima da figura actúa sobre o substrato, un disacárido, rompendo o enlace O-glicosídico. Se se engade ao medio a substancia A, a actividade da encima varía, segundo se indica na gráfica. Se se elimina do medio a substancia A, a actividade encimática restablécese.

- Indique como se denominan estes procesos e explique como se producen.
- Coñece algún outro caso no se poida alterar a actividade encimática? Explique a resposta.



Ordinaria 2025 - Identifique o composto representando na figura e indique a que tipo de biomoléculas pertence. Cal é o seu papel no metabolismo celular?



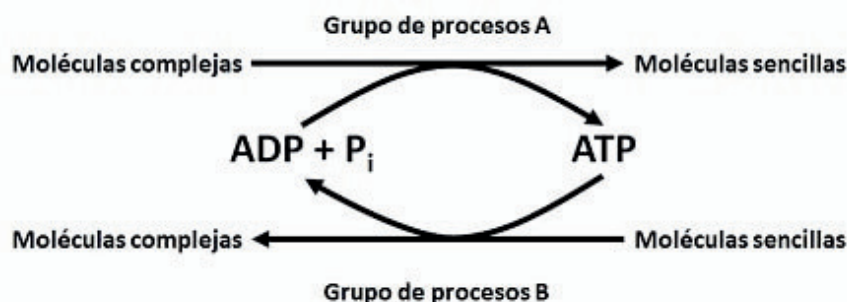
OUTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Aragón, Xullo de 2008

Defina cada un destes termos e exprese as diferenzas entre eles: catabolismo e anabolismo.

Aragón, Xuño de 2018

En relación co esquema adxunto, conteste as seguintes cuestións:



- Que nome recibe o grupo de procesos A? E o grupo de procesos B? Definir ambos procesos. Que nome recibe o conxunto de todos estes procesos?
- Que é o ATP? Que papel desempeña nestes procesos? Cita un proceso biolóxico no se obteña ATP e outro no se gaste.
- Cal é a composición dun nucleótido?

Estremadura, Xullo de 2024

Diferencia entre a fosforilación a nivel de substrato e a fosforilación oxidativa e indica un orgánulo no que se produce esta última.

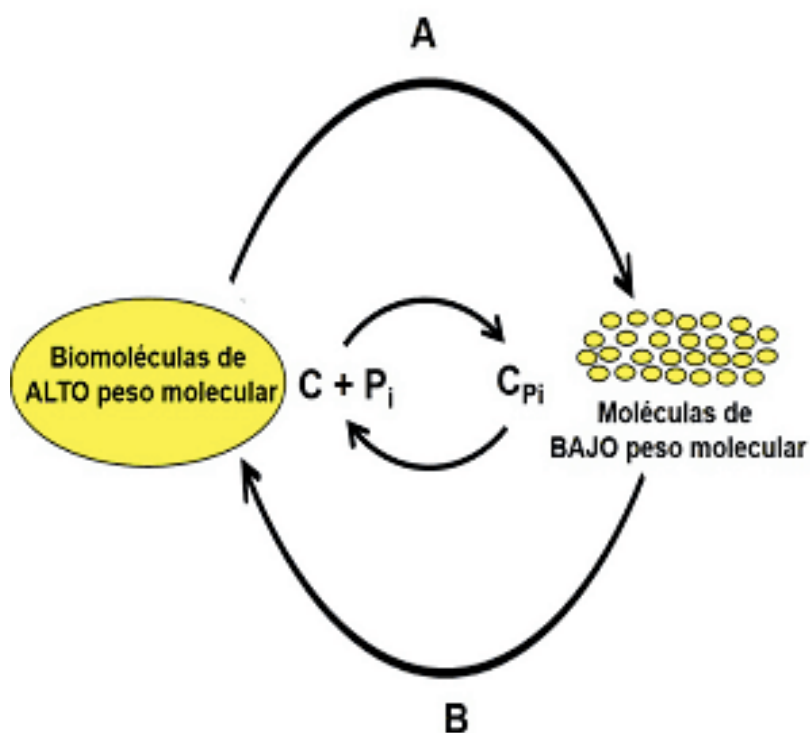
Murcia, Xuño de 2024

Describe o papel nas rutas metabólicas do ATP e do NAD

Asturias, xuño de 2024

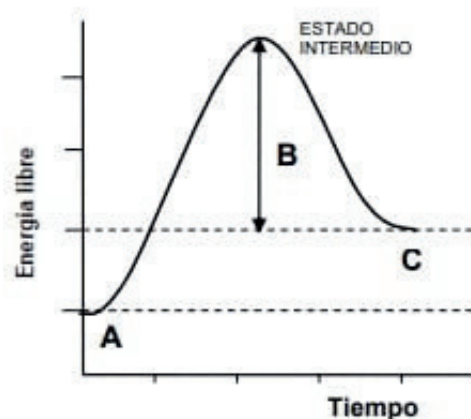
O diagrama representa o conxunto de reaccións químicas que teñen lugar no interior das células.

- Indica o nome que recibe o conxunto de reaccións A e explica cal é o obxectivo central dese conxunto de reaccións.
- Indica o nome que recibe o conxunto de reaccións B e sinala dous exemplos destas reaccións que se producen nunha célula animal
- Indica o nome completo (non só o acrónimo) das moléculas representadas polas letras C e C_{Pi} e indica cal é a súa función.
- Que ocorre nun organismo se o conxunto de reaccións B é maior que o conxunto de reaccións A? Pon un exemplo onde se dea esta circunstancia.



Madrid, Xuño de 2021

O seguinte gráfico representa a enerxía dunha reacción metabólica. Identifica os compostos A e C e a variable B. Xustifica se se trata dunha reacción endergónica ou exergónica.



Andalucía, Xuño de 2024

Indica se as seguintes afirmacións son verdadeiras ou falsas

- O catabolismo consiste na síntese de moléculas orgánicas a partir das inorgánicas. Son reaccións de oxidación e xeran enerxía.
- A fosforilación a nivel de substrato é o mecanismo polo cal se xera a maior cantidade de ATP durante o proceso de respiración celular.
- Todos os organismos autótrofos utilizan a enerxía luminosa como fonte de enerxía.
- Os coenzimas de oxidación-redución implicados nos procesos de respiración celular e fotosíntese son diferentes.

CATABOLISMO

- 1. Catabolismo: concepto e tipo
- 2. Catabolismo dos glúcidos
 - 2.1. Glicólise
 - 2.2. Respiración celular aerobia
 - 2.3. Balance enerxético global do catabolismo aerobio da glicosa
 - 2.4. Respiración anaerobia
 - 2.5. Fermentacións
- 3. Catabolismo dos lípidos
 - 3.1. Degradación da glicerina
 - 3.2. Degradación dos ácidos graxos: a β -oxidación
- Repaso PAU

1. CATABOLISMO: CONCEPTO E TIPOS

O catabolismo é o conxunto de reaccións metabólicas polo que as moléculas orgánicas complexas (glúcidos, lípidos e proteínas), procedentes do medio externo ou das propias reservas, se degradan dando lugar a moléculas máis sinxelas (CO_2 , H_2O , etc.) e enerxía, que se almacena xeralmente en forma de ATP. As reaccións catabólicas son oxidativas e exoergónicas e forman rutas converxentes.

Distínguense dous tipos de catabolismo segundo o aceptor final dos electróns (segundo a substancia que se reduce): a respiración e a fermentación.

- Na respiración a molécula que se reduce é un composto inorgánico. Se é o osíxeno chámase respiración AERÓBICA, e se é unha substancia distinta do osíxeno, por exemplo o NO_3^- , SO_4^{2-} , etc., denomínase respiración ANAERÓBICA.
- Na fermentación a molécula que se reduce é sempre orgánica. Este proceso ocorre en condicións anaeróbicas.

2. CATABOLISMO DOS GLÚCIDOS

As células poden obter enerxía degradando glúcidos, lípidos e, en menor medida, proteínas. Non obstante, é a glicosa, con diferenza, o combustible metabólico máis empregado. Esta glicosa procede dos nutrientes dos alimentos que inxiren os organismos heterótrofos, da transformación de substancias inorgánicas que realizan os organismos autótrofos, da transformación doutras moléculas orgánicas nun proceso anabólico chamado gliconeoxénese ou da hidrólise das reservas de amidón ou glicóxeno (glicoxenólise).

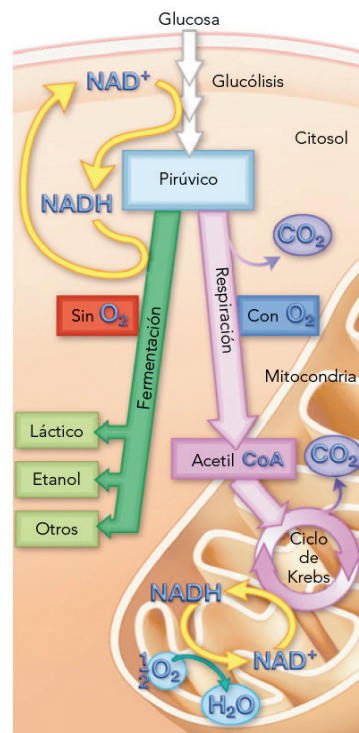


Figura 1. A glicosa pode degradarse de forma aerobia na respiración celular (na mitocondria), ou de forma anaerobia nas fermentacións (citoplasma).

2.1. GLICÓLISE

Proceso mediante o que unha molécula de glicosa (6C) se degrada ata formar dúas moléculas de piruvato ou ácido pirúvico (3C) a través dunha ruta que consta de dez reaccións encimáticas. No proceso tamén se obtén enerxía e poder redutor.

A glicólise é unha das rutas metabólicas máis antigas na evolución. Realízana a maioría dos seres vivos e permite obter enerxía en ausencia de osíxeno. Ten lugar no citoplasma das células.

Fases

- Primeira fase: escisión da glicosa --> unha molécula de glicosa dá lugar a dúas de gliceraldehido-3-fosfato en 6 reaccións encimáticas consecutivas; consúmense 2 moléculas de ATP.

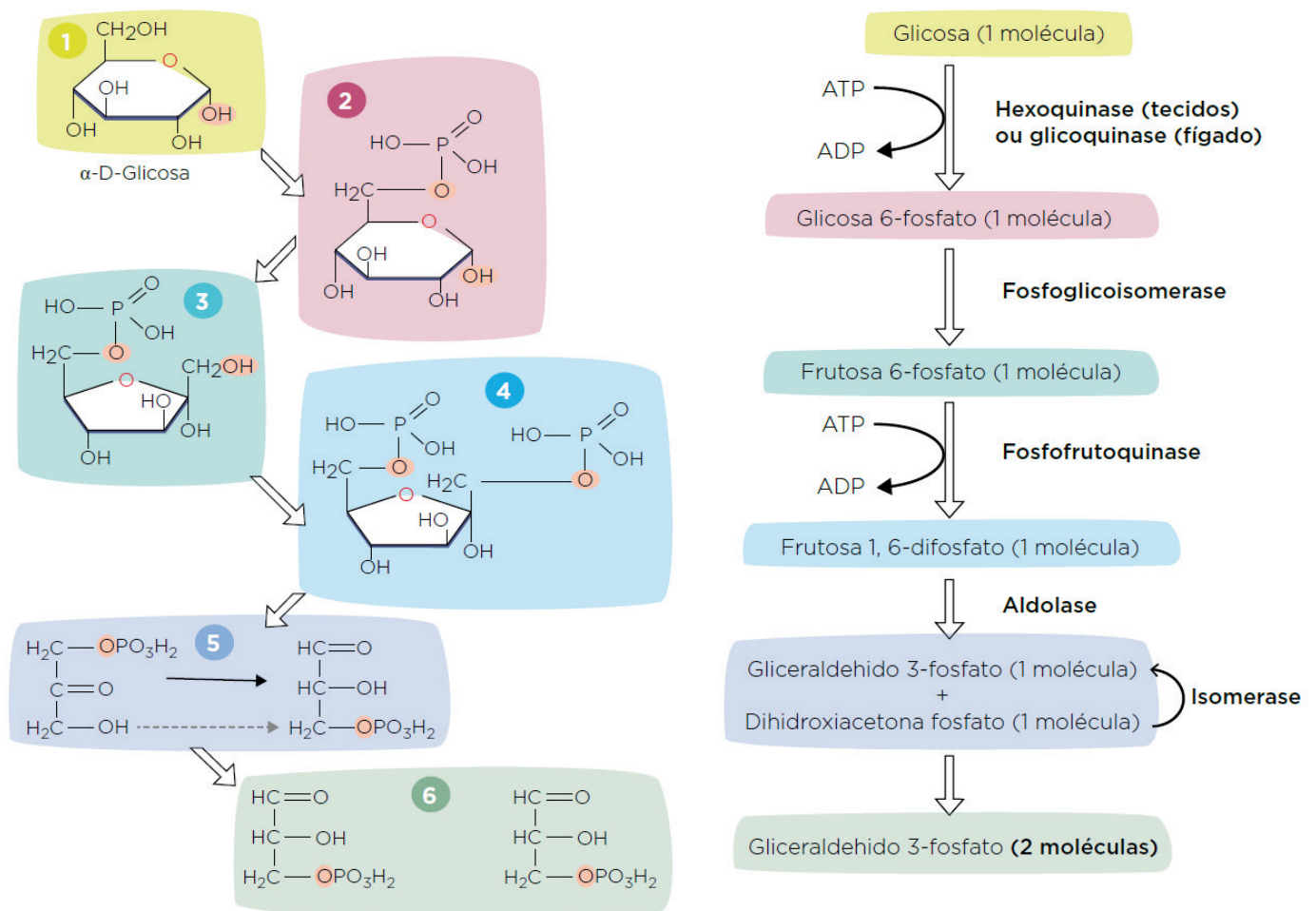


Figura 2. Transformación da glicosa en gliceraldehido-3-fosfato. En primeiro lugar, a glicosa transfórmase en glicosa-6P con gasto de ATP, que aporta o grupo fosfato para a fosforilación do substrato. A continuación, a glicosa-6P transfórmase no seu isómero, frutosa-6P, que, seguidamente, é fosforilada para transformarse en frutosa-1,6- difosfato con gasto dunha nova molécula de ATP. Esta molécula escíndese en dúas moléculas de dihidroxiacetona-fosfato que, finalmente, se isomerizan para formar outras dúas moléculas de gliceraldehido-3-fosfato.

- Segunda fase: obtención de enerxía --> as dúas moléculas de gliceraldehido-3-fosfato transfórmanse en 2 moléculas de piruvato; obtéñense 4 moléculas de ATP e 2 de NADH. Estas moléculas de ATP sintetízanse mediante un proceso de fosforilación a nivel de substrato, é dicir, unha encima transfire un grupo fosfato dun substrato ó ADP, formando así ATP.

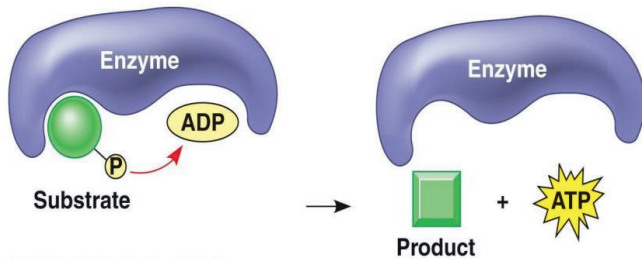


Figura 3. Esquema da fosforilación a nivel de substrato

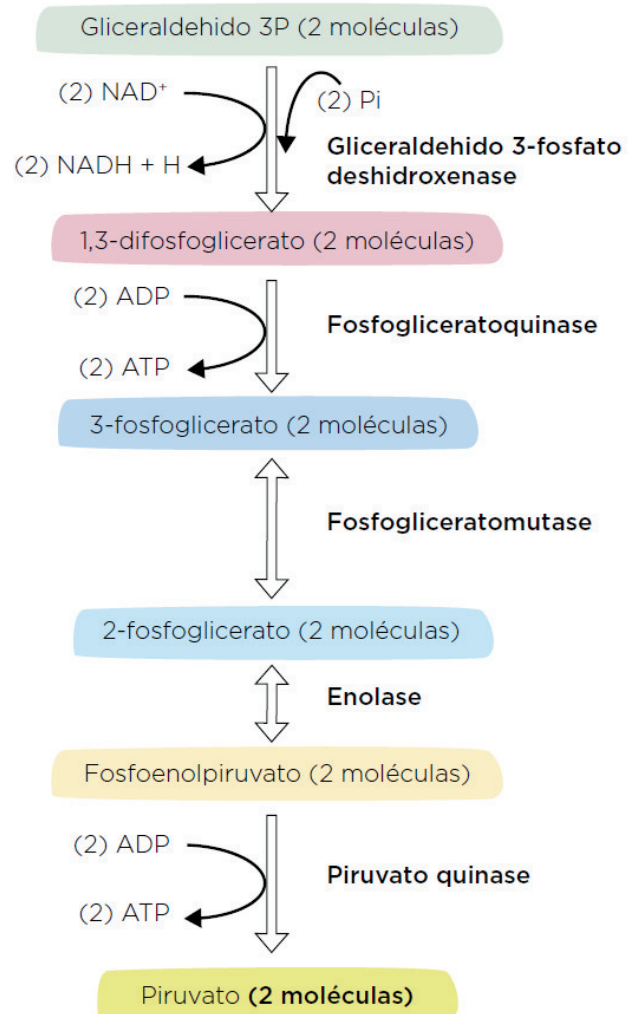
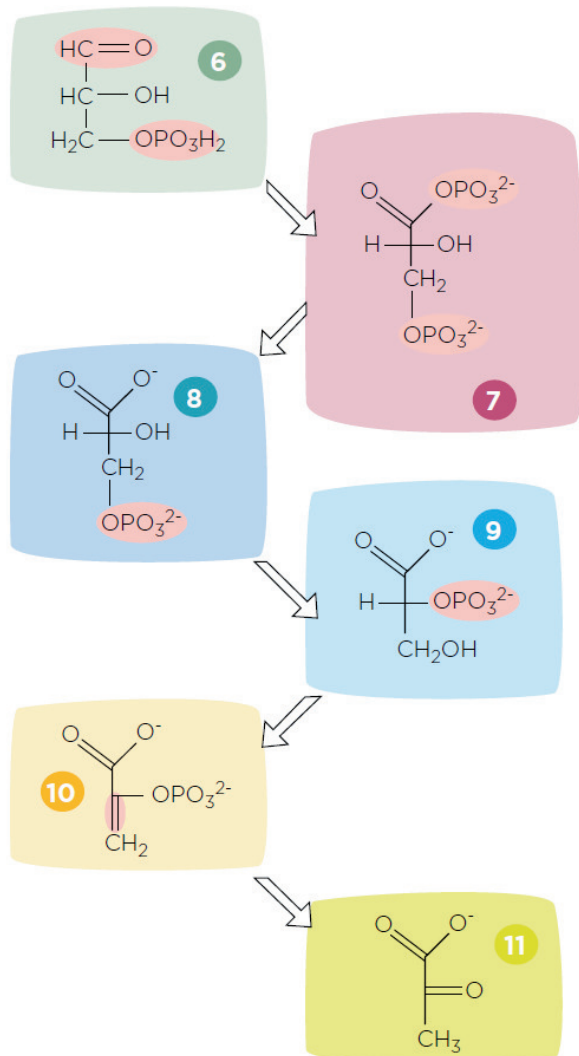


Figura 4. Transformación do gliceraldehido-3P en piruvato. Cada molécula de gliceraldehido-3P oxídase e fosforílase con intervención do NAD^+ para formar ácido 1,3-bisfosfoglicérico. Estas moléculas transfórmanse en 3-fosfoglicerato, unha substancia cun único fosfato; o outro que formaba parte do 1,3-bisfosfoglicérico emprégase para sintetizar ATP a partir de ADP. O 3-fosfoglicerato isomerízase en 2-fosfoglicerato e este en fosfoenolpiruvato. Finalmente, o fosfoenolpiruvato cede un grupo fosfato para a síntese de ATP e transfórmanse en piruvato.

Balance enerxético (por 1 molécula de glicosa).

- Enerxía consumida: 2 ATP (escisión da glicosa)
- Enerxía producida: 4 ATP + 2 NADH
- Balance total: 2 ATP + 2 NADH

2.2. RESPIRACIÓN CELULAR AEROBIA

Mediante a respiración celular, o ácido pirúvico formado durante a glicólise oxídase completamente a CO_2 e H_2O , en presenza de osíxeno. Este proceso ocorre na mitocondria das células eucariotas e desenvólvese en 3 etapas sucesivas:

- a descarboxilación oxidativa do ácido pirúvico (na matriz)
- o ciclo de Krebs (na matriz)
- a cadea respiratoria, que está asociada á fosforilación oxidativa (na membrana interna).

DESCARBOXILACIÓN OXIDATIVA

O piruvato xenerado no citoplasma durante a glicólise entra na mitocondria gracias a unha proteína transportadora que existe na membrana mitocondrial interna. A continuación, sofre un proceso de descarboxilación oxidativa, na que o grupo carboxilo se elimina como molécula de CO_2 e o grupo acetilo restante ($\text{CH}_3\text{-CO-}$) se une ao coenzima A (CoA-SH) para formar acetil-CoA. Os átomos de hidróxeno son captados polo coenzima NAD^+ , que se reduce, transformándose en $\text{NADH} + \text{H}^+$.

Esta reacción é catalizada por un complexo enzimático denominado piruvato deshidroxenase localizado na matriz das mitocondrias das células eucariotas e mais no citoplasma das células procariotas.

Balance enerxético (por 1 molécula de glicosa).

- Enerxía consumida: 0 ATP
- Enerxía producida: 2 NADH
- Balance total: 2 NADH

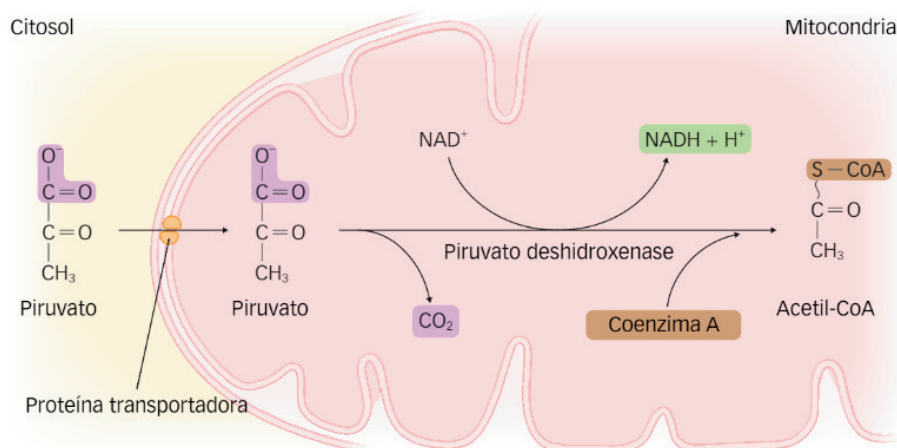


Figura 6. Descarboxilación oxidativa do piruvato. O acetil-CoA pode tamén producirse a partir do catabolismo dos lípidos (por β -oxidación) ou do metabolismo de certos aminoácidos. A súa formación é un nodo importante do metabolismo central

CICLO DE KREBS

Coñécese tamén como ciclo dos ácidos tricarboxílicos polo tipo de moléculas que participan, ou, simplemente, como ciclo do ácido cítrico, que é a molécula resultante da condensación do acetil-CoA co oxalacetato, produto final do ciclo. A súa función é oxidar o acetil-CoA ata CO_2 , ó mesmo tempo que se reducen os transportadores de electróns NAD^+ e FAD a NADH e FADH_2 , respectivamente.

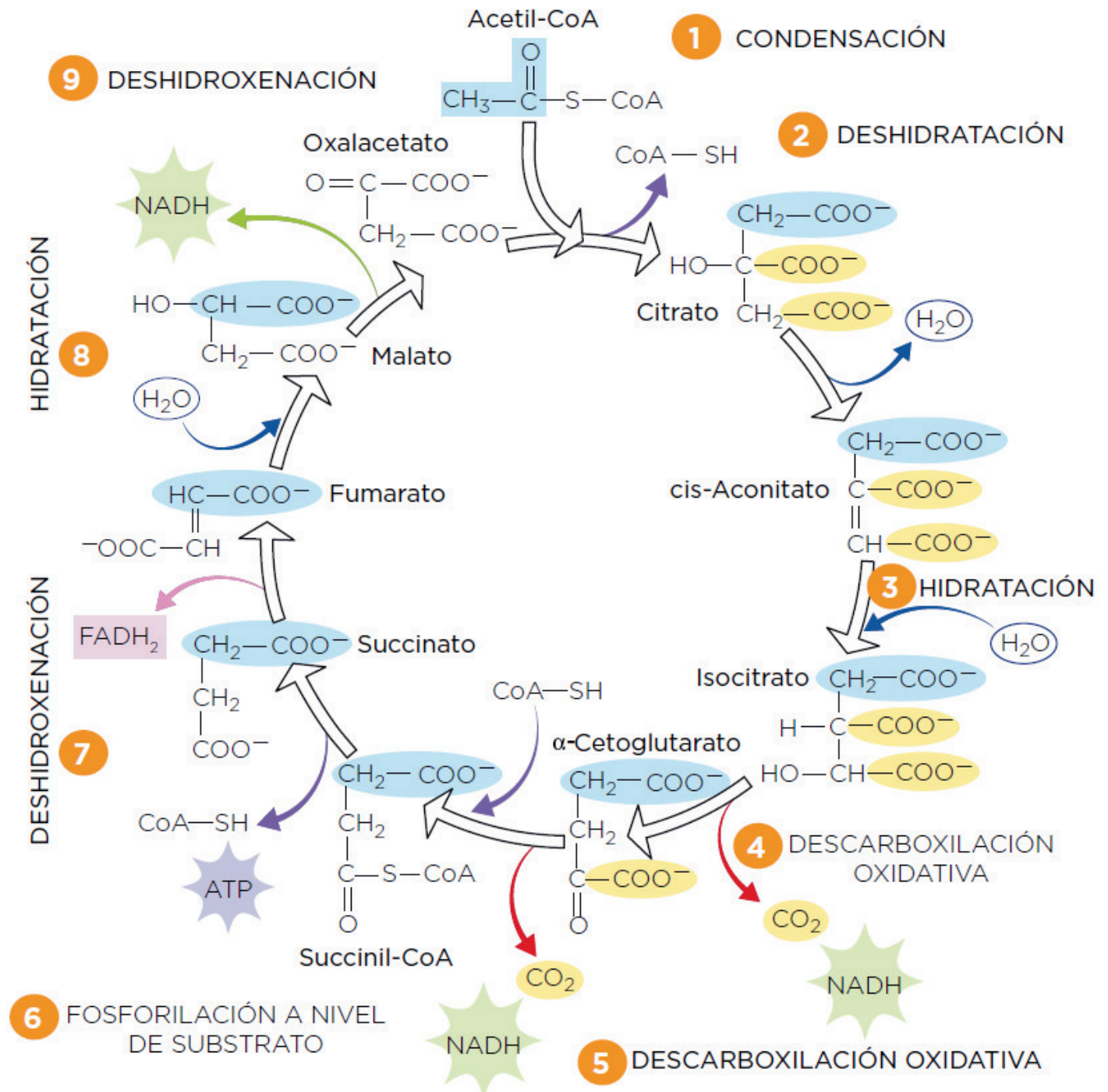


Figura 7. Etapas do ciclo de Krebs. Resáltase en azul o grupo acetilo que se incorpora ó ciclo para indicar o destino dos seus dous carbonos ata chegar ó malato. Os grupos carboxilo que abandonan o ciclo en forma de CO_2 amósanse en amarelo.

Balance enerxético (por 1 molécula de acetil-CoA / por 1 molécula de glicosa).

- 3 moléculas de NADH / 6 moléculas de NADH
- 1 molécula de FADH₂ / 2 moléculas de FADH₂
- 1 molécula de GTP / 2 moléculas de GTP (transformable en ATP)

O ciclo de Krebs tamén funciona anabólicamente proporcionando intermediarios para a biosíntese de diversas substancias. Por exemplo, o oxalacetato e o α -cetoglutarato pódense utilizar na síntese de aminoácidos. Por tanto, o ciclo de Krebs é ANFIBÓLICO, xa que funciona tanto catabólica como anabólicamente

CADEA RESPIRATORIA E FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

Aínda que a molécula de glicosa, despois da glicólise e do ciclo de Krebs, xa se oxidou completamente e deu lugar a enerxía en forma de ATP, a maior parte da enerxía atópase nos electróns que foron aceptados polo NAD⁺ e o FAD, e que se reduciron para formar NADH e FADH₂.

Estes electróns, cun alto nivel enerxético, pasan polas distintas moléculas transportadoras que forman a cadea respiratoria a favor dun gradiente de potenciais de oxidorredución ata chegar ó osíxeno, que é o aceptor final de electróns. Estas moléculas transportadoras están situadas nas cristas da membrana mitocondrial interna e atópanse agrupadas en 4 complexos supramoleculares:

- O complexo I ou NADH deshidroxenase
- O complexo II ou succinato deshidroxenase
- O complexo III ou complexo citocromo b-c₁
- O complexo IV ou citocromo oxidase

Os electróns do NADH inician o seu percorrido no complexo I, mentres que os do FADH₂ fanno no complexo II. De aí son transferidos á ubiquinona, un transportador lipídico que se despraza libremente pola membrana e cede os electróns ao complexo III. Desde este complexo, os electróns pasan ó citocromo c, unha pequena proteína que os cede ao complexo IV. Por último, os electróns reducen ó osíxeno, formando auga.

As reaccións de transferencia de electróns son reaccións de oxidación-redución (redox) que van acompañadas de cambios na enerxía libre, de maneira que os electróns sempre se moven desde un nivel enerxético superior cara a un nivel enerxético inferior. A enerxía liberada é utilizada polos complexos I, III e IV para transportar protóns (H⁺) desde a matriz mitocondrial ao espazo intermembrana. Isto xenera un gradiente electroquímico aos dous lados da membrana mitocondrial interna.

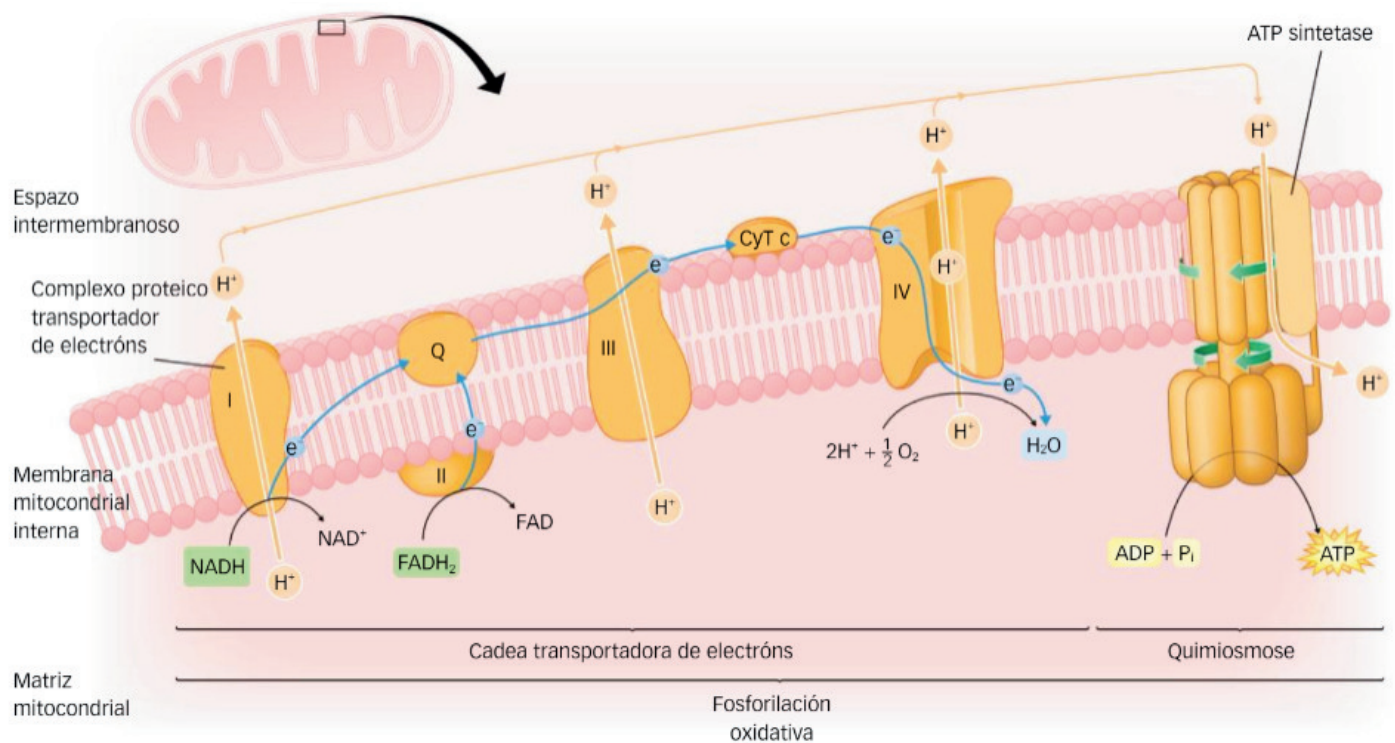


Figura 8. Transferencia de electróns desde os coencimas reducidos obtidos durante as reaccións do catabolismo ata o osíxeno. Esta transferencia ocorre de forma indirecta a través de varias moléculas intermedias ó mesmo tempo que a enerxía liberada é aproveitada para xenerar un gradiente electroquímico a ámbolos dous lados da membrana mitocondrial interna.

Como consecuencia deste gradiente, os protóns tenden a volver á matriz mitocondrial. Non obstante, a membrana mitocondrial é impermeable a eles, polo que se ven obrigados a retornar a través da ATP-sintetase. O fluxo de electróns a favor de gradiente libera enerxía, que é utilizada pola ATP-sintetase para fosforilar o ADP transformándoo en ATP. Esta explicación conforma a hipótese quimiosmótica de Mitchell.

Calculouse que se obteñen 3 moléculas de ATP por cada molécula de NADH que ingresa na cadea respiratoria e 2 moléculas de ATP por cada molécula de FADH₂.

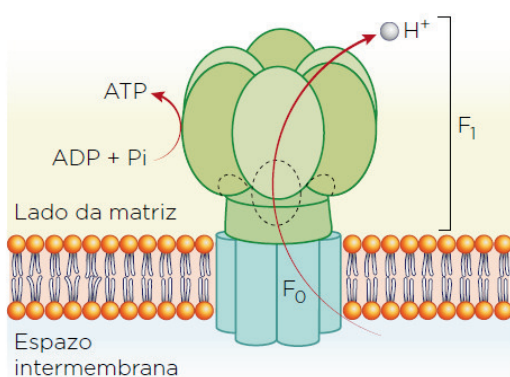
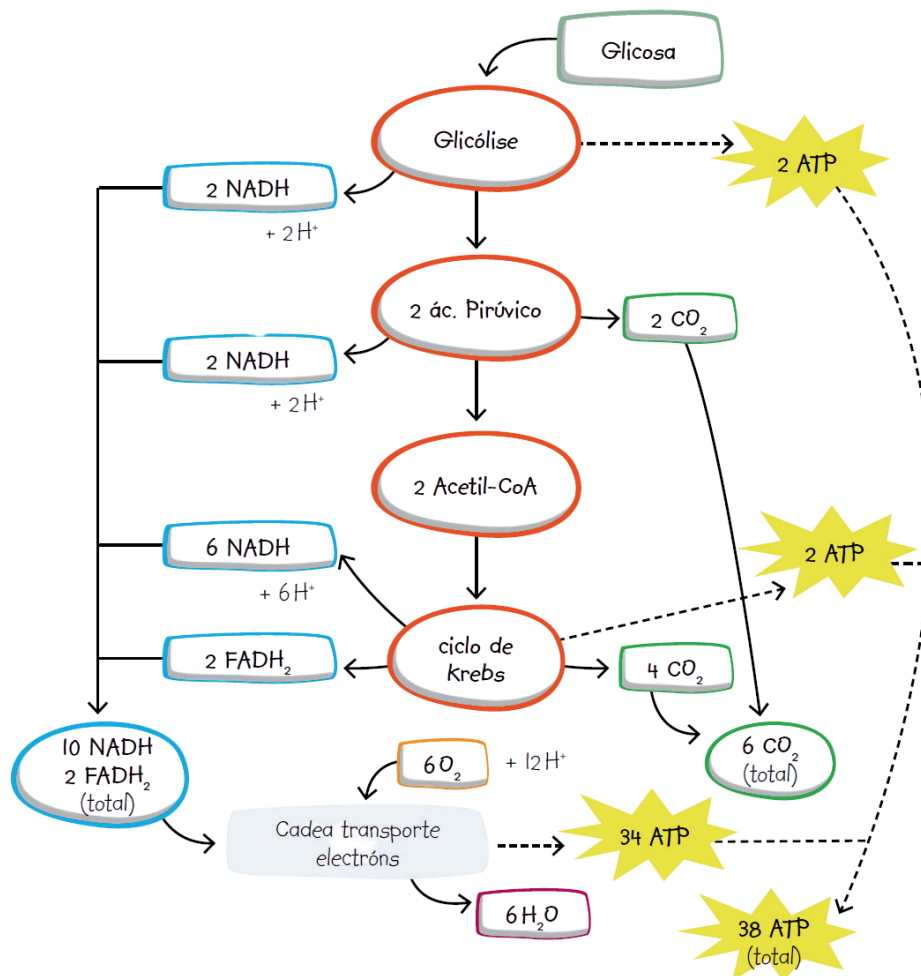


Figura 9. A ATP-sintetase é unha proteína oligomérica formada por una porción F₀ ancorada na membrana mitocondrial interna, e outra porción F₁ que sobresaie cara á matriz. O paso de protóns a través desta estrutura promove a rotación da porción F₁, catalizando así a síntese do ATP. A febre está producida por un desacoplamento entre os procesos de oxidación na cadea respiratoria e a fosforilación, o que fai que a enerxía liberada se transforme en calor. Nas mitocondrias das células da graxa parda dos animais hibernantes este desacoplamento é producido de forma intencionada por unha proteína chamada termogenina para manter a temperatura corporal durante o período de hibernación.

2.3. BALANCE ENERXÉTICO GLOBAL DO CATABOLISMO AEROBIO DA GLICOSA



2.4. RESPIRACION ANAEROBIA

Proceso mediante o cal a glicosa se oxida completamente en ausencia de osíxeno, sendo o aceptor final dos electróns unha molécula diferente ó osíxeno. Tamén se produce a través dunha cadea transportadora de electróns de forma moi similar á que ten lugar na respiración aerobia, coa diferenza fundamental de que o aceptor final dos electróns é un composto inorgánico como o nitrato, o sulfato, o dióxido de carbono ou o ión férrico, ou un composto orgánico como o ácido fumárico.

Este tipo de respiración lévana a cabo só algunhas bacterias e arqueas; por exemplo, as bacterias desnitrificantes, tan importantes no ciclo bioxeoquímico do Nitróxeno, que empregan nitratos como aceptor de electróns, para producir ácido nitroso e, finalmente, nitróxeno molecular.

2.5. FERMENTACIÓNS

Proceso catabólico de oxidación incompleta que ocorre en condicións anaerobias e no que o aceptor final dos electróns é un composto orgánico.

As fermentacións son propias de microorganismos (certos fermentos e bacterias), aínda que algunha, como a fermentación láctica, pode realizarse no tecido muscular dos animais cando non chega suficiente osíxeno ás células.

Segundo a natureza do produto final, distínguense varios tipos de fermentacións: a alcohólica, se o produto final é o alcol etílico; a láctica, se é o ácido láctico; a butírica, se é o ácido butírico, e a putrefacción, se son produtos orgánicos.

Dende o punto de vista enerxético, as fermentacións son pouco rendibles se se comparan coa respiración: unha molécula de glicosa só produce 2 ATP.

FERMENTACIÓN LÁCTICA

Neste tipo de fermentación orixínase ácido láctico (=lactato) a partir do ácido pirúvico procedente da glicólise. Desta forma rexenérase o NAD^+ , necesario para proseguir a glicólise.

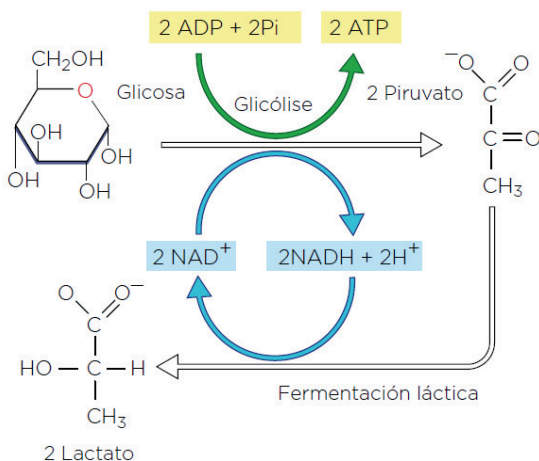


Figura 10. A fermentación láctica é levada a cabo polos microorganismos do leite, que utilizan o disacárido lactosa como substrato metabólico para obter enerxía. Este tipo de fermentación é a base da produción dalgúns derivados lácteos como o iogur: os microorganismos desenvólvense no leite en condicións controladas e o ácido láctico provoca un descenso do pH que desencadea a desnaturalización e precipitación da caseína. A fermentación láctica ocorre tamén nas células musculares en condicións anaerobias provocadas por un exercicio físico intenso. Neste caso, a acumulación de ácido láctico é o responsable da fatiga muscular.

FERMENTACIÓN ALCÓLICA

Consiste na transformación de ácido pirúvico en etanol e CO_2 . Prodúcese cando determinados fungos unicelulares (fermentos, entre os que destaca *Saccharomyces cerevisiae*) que están catabolizando, mediante respiración, un líquido rico en azucres, esgotan o O_2 dispoñible e continúan o catabolismo mediante fermentación.

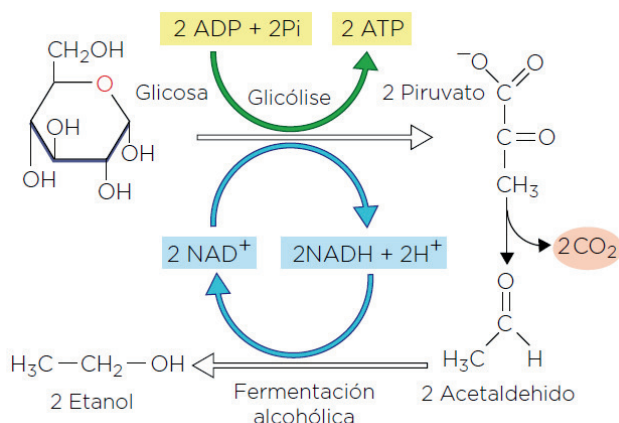


Figura 11. A fermentación alcohólica é realizada por algunhas especies de fermentos do xénero *Saccharomyces*, implicadas nos procesos de fabricación do pan e de diversas bebidas alcólicas como a cervexa, na que se fermenta a malta obtida da cebada, ou o viño, no que se fermenta a glicosa da uva.

3. CATABOLISMO DOS LÍPIDOS

Nos seres vivos as graxas teñen unha gran importancia como combustibles orgánicos, dado o seu alto valor calórico: a degradación de 1 gr de graxa pode proporcionar até 9,5 Kcal, por 4,2 Kcal dos glúcidos e 4,3 Kcal das proteínas.

O principal mecanismo de obtención de enerxía constitúeo a oxidación dos ácidos graxos, que proceden da hidrólise dos lípidos saponificables, entre os que destacan os triglicéridos e os fosfolípidos. Estas reaccións son catalizadas por lipases específicas que rompen as unións tipo éster e liberan os ácidos graxos da glicerina durante a dixestión no tubo dixestivo.

3.1. DEGRADACIÓN DA GLICERINA

A glicerina resultante da degradación das graxas sofre unha fosforilación, grazas a unha molécula de ATP, converténdose así en glicerol-fosfato. Tras ceder os seus electróns ao NAD^+ , o glicerol-fosfato transfórmase en dihidroxiacetona-fosfato, que, ao ser un intermediario na glicólise, se degradará por esta vía.

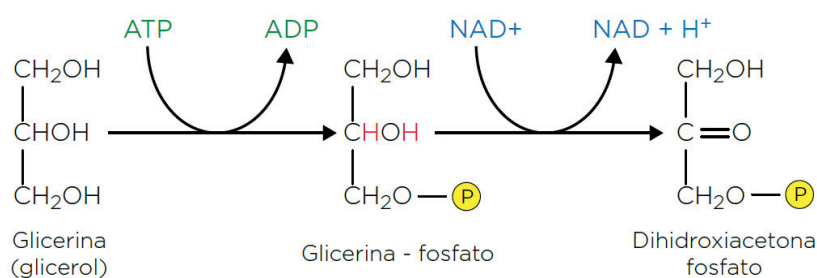


Figura 12. A glicerina procedente da lipólise dos lípidos saponificables incorpórase á glicólise previa transformación en dihidroxiacetona fosfato.

3.2. DEGRADACIÓN DOS ÁCIDOS GRAXOS: A β -OXIDACIÓN

Antes de ser oxidados, os ácidos graxos, que se atopan libres no citoplasma, actívanse na membrana mitocondrial externa uníndose á coenzima A (CoA), dando lugar a acil-CoA. Esta reacción, catalizada pola acil-CoA-sintetase, consume enerxía (1 ATP por ácido graxo activado).

Os ácidos graxos activados deben entrar na matriz mitocondrial. Se o acil-CoA ten menos de 12 átomos de Carbono, difunde libremente a través da membrana, pero se é de maior tamaño, terá que entrar a través dun transportador específico coñecido como lanzadeira de acil-carnitina.

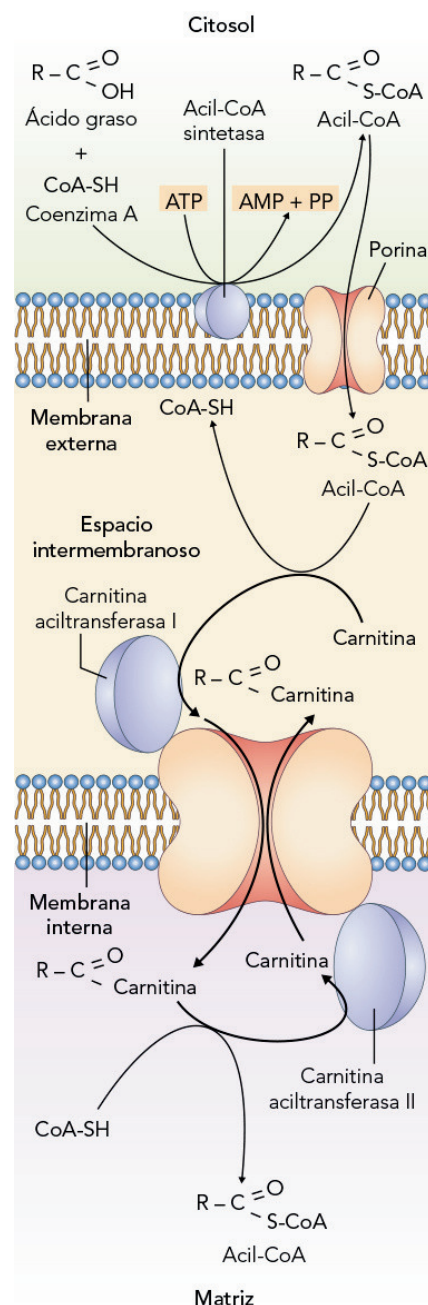


Figura 13. Activación e entrada de AG na matriz mitocondrial

Para iso, en primeiro lugar, transfírese o grupo acilo (ácido graxo) á carnitina, situada no espacio intermembrana, e libérase coencima-A. O acil-carnitina entra na matriz mitocondrial mediante unha lanzadera que funciona como intercambiador de carnitina/acil-carnitina. Na matriz mitocondrial o grupo acilo é transferido de novo á coencima-A, liberándose da carnitina e reconstituíndo de novo o acil-CoA. Este proceso require do consumo doutra molécula de ATP por cada ácido graxo transferido ó interior da mitocondria.

Na matriz mitocondrial, o acil-CoA sofre unha serie de reaccións nas cales é degradado e «cortado» en fragmentos de dous átomos de carbono, que se desprenden sucesivamente en forma de acetil-CoA. Este proceso coñécese como β -oxidación porque é o carbono β (carbono 3) dos ácidos graxos o que se oxida. Tamén se denomina hélice de Lynen porque nesta ruta vanse repetindo os mesmos pasos, pero cunha molécula de ácido graxos cada vez máis curta.

A hélice de Lynen ou β -oxidación desenvólvese en catro etapas:

- **Deshidroxenación.** O acil-CoA oxídase por deshidroxenación, formándose unha molécula con dobre enlace. Os átomos de hidróxeno utilízanse para formar FADH_2 a partir do FAD.
- **Hidratación.** Engádese unha molécula de auga ao dobre enlace orixinándose un grupo alcohol.
- **Oxidación.** O grupo alcohol oxídase a cetona, e os átomos de hidróxeno utilízanse para formar NADH a partir do NAD^+ .
- **Tiolise.** O enlace que une os carbonos α (carbono 2) e β (carbono 3) rompe ao incorporarse unha molécula de CoA. Orixínase así unha molécula de acil-CoA con dous carbonos menos e outra de acetil-CoA.

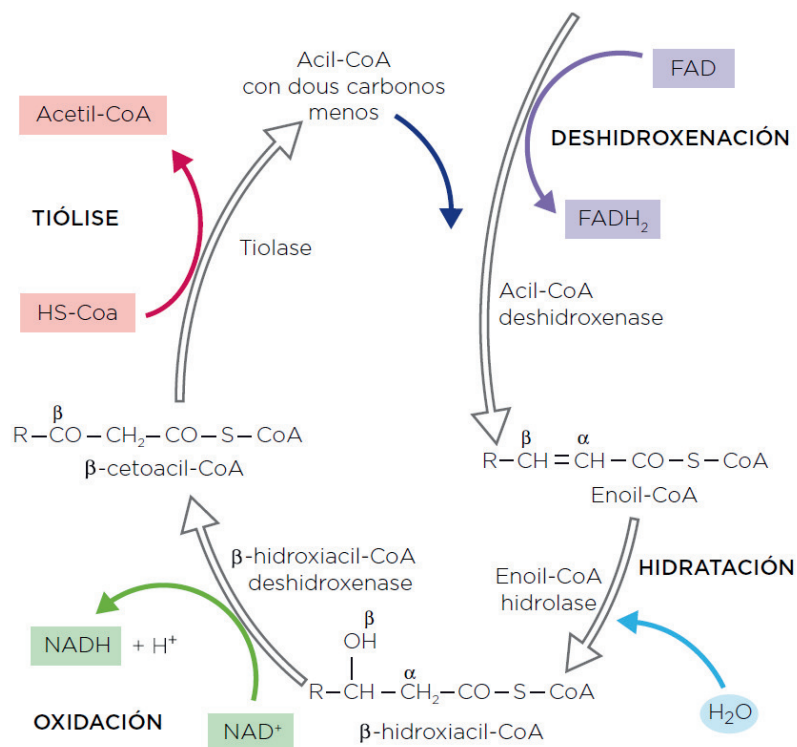


Figura 14. Reaccións da hélice de Lynnen

O proceso repítese varias veces até a degradación total do acil-CoA a acetil-CoA: un ácido graxo de n átomos de carbono, necesitará $(n/2) - 1$ voltas. Por exemplo, o ácido palmítico, que ten 16 átomos de carbono, precisa 7 voltas de β -oxidación (son 7 e non 8 porque a sexta volta dá lugar a un composto de 4 carbonos e a sétima rende dúas moléculas de dous carbonos, é dicir, 2 acetil-CoA). Finalmente, o FADH_2 e NADH formados na β -oxidación oxídanse na cadea respiratoria xerando ATP e o acetil-CoA oxídase no ciclo de Krebs.

BALANCE ENERXÉTICO (a partir de 1 molécula de ácido palmítico, 16C):

- Enerxía consumida: 2 ATP (entrada na matriz mitocondrial)
- Enerxía obtida no proceso de β -oxidación (7 voltas):
 - 7 $\text{FADH}_2 \rightarrow 14$ ATP (cadea respiratoria e fosforilación oxidativa)
 - 7 $\text{NADH} \rightarrow 21$ ATP (cadea respiratoria e fosforilación oxidativa)
 - 8 acetil-CoA $\rightarrow 96$ ATP (ciclo de Krebs + cadea respiratoria e fosforilación oxidativa)
- Balace total: $131 \text{ ATP} - 2 \text{ ATP} = 129 \text{ ATP/molécula de ácido palmítico}$.

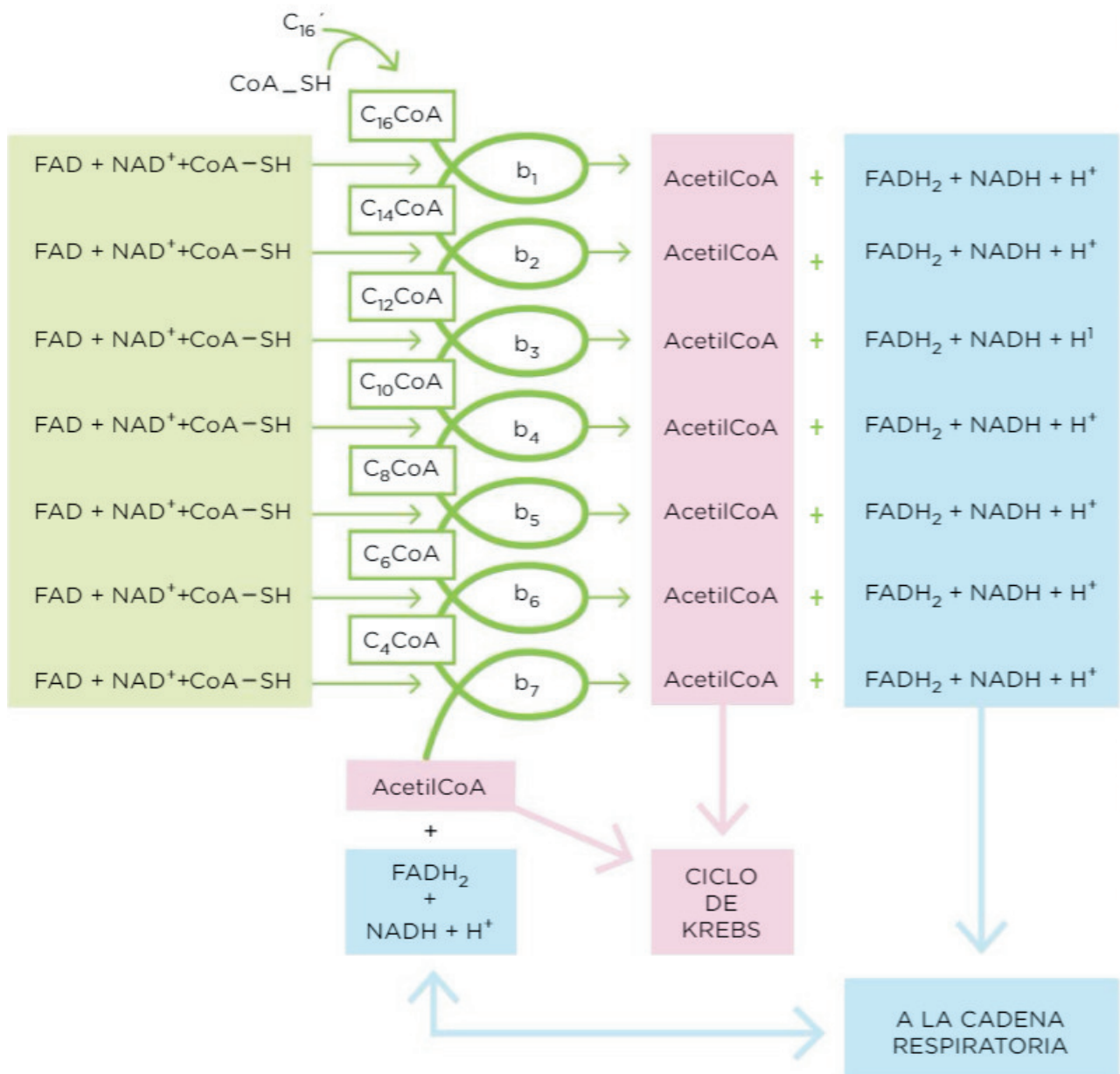


Figura 15. O ácido palmítico oxídase completamente en 7 ciclos completos da hélice de Lynenn.

REPASO PAU

CATABOLISMO

GALICIA

Xuño 2017 - Explique o significado de anabolismo e catabolismo. Describa brevemente os seguintes procesos e indique se son anabólicos ou catabólicos: glicólise, gliconeoxénese, ciclo de Calvin e ciclo de Krebs.

Setembro 2012 - En relación ao catabolismo, responda as seguintes preguntas: Que entende por glicólise? En que consiste a descarboxilación oxidativa do piruvato? Cal é a procedencia do acetil-CoA que ingresa no ciclo de Krebs? Que coencimas reducidos se forman no ciclo de Krebs? Cal é a finalidade da cadea respiratoria?

Setembro 2009 - Define: gliconeoxénese, glicólise, autótrofo, heterótrofo, fermentación.

Setembro 2004 - Dos seguintes procesos metabólicos: glicólise, ciclo de Krebs e ciclo de Calvin, indica:

- a) a súa finalidade
- b) os produtos iniciais e finais
- c) a súa ubicación intracelular, e
- d) si son procesos catabólicos, anabólicos ou anfibólicos.

Setembro 2011 - Explique brevemente en que consisten as seguintes actividades e indique unha estrutura ou orgánulo eucarióticos onde poida producirse: glicólise, fosforilación oxidativa, ciclo de Calvin e ciclo de Krebs.

Setembro 2001 - Explica nunha frase en que consisten os seguintes procesos:

- a) ciclo de Calvin,
- b) cadea respiratoria e fosforilación oxidativa,
- c) beta-oxidación dos ácidos graxos,
- d) glicólise,
- e) ciclo de Krebs.

Indica de forma precisa en que lugar da célula se realiza cada un deses procesos.

Setembro 2002 - Indica en que orgánulos e en que parte dos mesmos teñen lugar os seguintes procesos:

- a) oxidación dos ácidos graxos,
- b) ciclo de Krebs,
- c) cadea de transporte de electróns,
- d) ciclo de Calvin-Benson.

Por que os animais non poder converter os ácidos graxos en glucosa e as plantas si?

Setembro 2007 - Dos procesos seguintes sinala en qué lugar da célula ocorren e indica brevemente en qué consiste cada un deles:

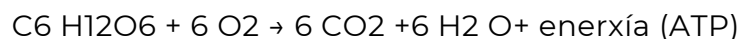
- a) ciclo de Krebs
- b) glicólise
- c) tradución
- d) fotosíntese
- e) gliconeoxénese.

Xuño 2007 - Explica o proceso metabólico da glicólise indicando o composto inicial de partida e o que se obtén ao remate deste proceso. Con que outros procesos metabólicos está relacionada a glicólise?

Setembro 2006 - ¿En que lugar da célula eucariota se realiza a glicólise? ¿Cal é a molécula de partida e que produtos se forman? Indica as diferenzas en canto ó destino destes produtos en condicións aeróbicas e anaeróbicas.

Setembro 2017 - Indique a localización intracelular da glicólise. Con que molécula empeza e con cal remata? Que rutas metabólicas pode seguir o produto final da glicólise? Indique cales son os compostos iniciais e os produtos finais de cada unha destas rutas.

Xuño 2004 - Qué proceso bioquímico representa a seguinte reacción?



Indica brevemente en qué consiste a glucólise, o lugar da célula onde se realiza e si é un proceso aerobio ou anaerobio. É a gluconeoxénese o proceso inverso da glucólise? Razona a resposta.

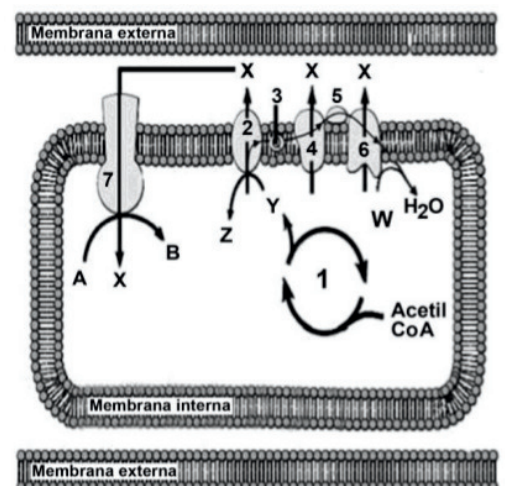
Xuño 2003 - Indica, por orde de actuación, as rutas metabólicas que interveñen no seguinte proceso:



Indica tamén que finalidade ten cada unha delas e en que lugar da célula se produce.

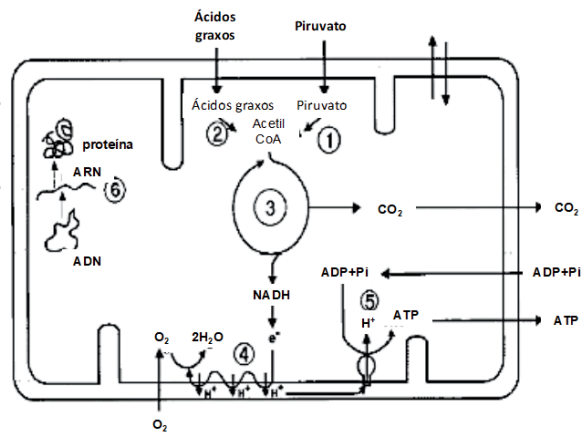
ordinaria 2020 - A figura da dereita é un esquema dun orgánulo celular:

- a) De que orgánulo se trata? Que proceso estaría representado polo número 1? A que proceso fan referencia os números 2, 3, 4, 5 e 6? Con que composto, representado pola letra Y, comezaría o devandito proceso? E que composto representa a letra W? Que pasaría se non houbo suficiente composto W?
- b) Que representa o número 7? En que proceso interveñen? Que representa a letra X? Que composto se consegue ao final representado pola letra B?

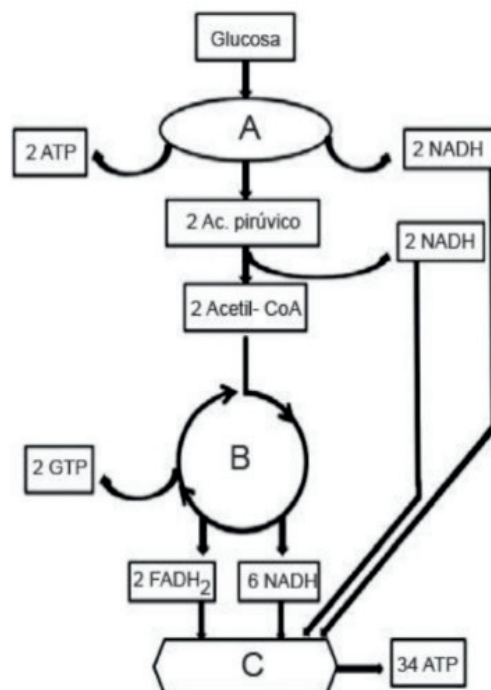


Ordinaria 2024

- A) Indique cal é o nome dos procesos metabólicos sinalados cos números 1- 6 na figura de arriba.
- B) Cales deses procesos son anabólicos e cales catabólicos?
- C) En que orgánulo celular se producen?
- D) Cales requiren osíxeno e cales non?
- E) De que procesos pode proceder o piruvato?

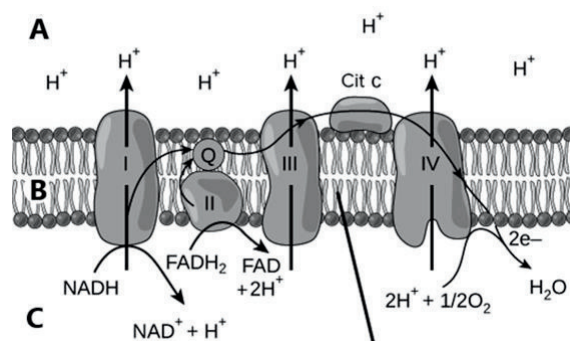


Extraordinaria 2020 - En relación coa figura do medio, conteste as seguintes cuestións: a) Que representa a imaxe? Nomee os procesos A, B e C e indique a localización de cada un deles na célula eucariota. Xustifique se estes procesos son catabólicos ou anabólicos. b) En que condicións ten lugar o proceso C, en aerobiose ou en anaerobiose? Por que? Explique a función do ATP no metabolismo celular.



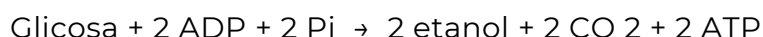
Setembro 2018 - Desenvolva brevemente o proceso da glicólise e indique: a) con que composto empeza e con cal remata? b) onde ten lugar? c) que se xera? d) para que serve?

Extraordinaria 2023 - En relación coa figura de abaixo, que representa un proceso que ten lugar na mitocondria, conteste ás seguintes cuestións: A) Que partes da mitocondria son as representadas coas letras A, B e C? B) Que nome recibe o proceso representado? Explíqueo brevemente. C) Cal é a función da acumulación de H⁺ na zona denominada A da imaxe? Que nome recibe a hipótese que explica como leva a cabo a dita función?



Xuño 2019 - Explique brevemente o proceso do ciclo de Krebs e indique: a) con que composto empeza e con cal remata? b) onde ten lugar? c) que se xera? d) para que serve?

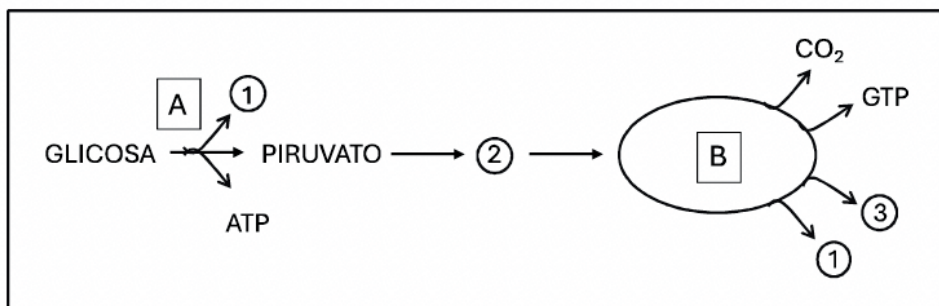
Setembro 2017 - Explique a diferenza entre respiración mitocondrial e fermentación. Identifique o proceso metabólico que corresponde á seguinte reacción global, e indique a súa localización a nivel celular.



Extraordinaria 2025

A figura da dereita amosa unha serie de rutas que interveñen na respiración aerobia da glicosa nunha célula eucariota.

- Indica o nome das rutas sinaladas coas letras A e B, e dos compostos sinalados con números 1, 2 e 3.
- Indica o compartimento celular onde teñen lugar as rutas A e B.
- Que sucedería co piruvato en condicións anaerobias?



OUTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Aragón, Xuño de 2008

Defina cada un destes termos e exprese as diferenzas entre eles: respiración e fermentación.

Canarias, Xullo de 2023

A figura adxunta mostra un diagrama de parte do metabolismo celular.

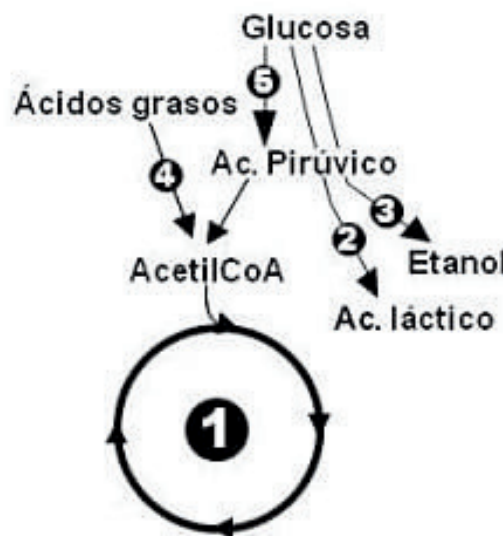
- Identificar as distintas vías metabólicas.
- Indica onde teñen lugar as rutas 1, 2, 4 e 5 nunha célula animal.
- Indica que tipo de unidade celular realiza a vía 3.

Cantabria, xuño de 2021

En presenza de osíxeno:

- En que fase do metabolismo coinciden os procesos catabólicos dos triglicéridos e dos hidratos de carbono?
- Cales son os produtos finais dos seus respectivos catabolismos?
- Cal dos dous tipos de biomoléculas proporciona un maior rendemento calórico por molécula degradada na citada circunstancia?
- En que compartimento/orgánulo celular se produce este proceso?

Razoa as respostas



País Vasco, xuño de 2021

- Explica brevemente a vía utilizada para degradar os ácidos graxos e onde se atopa na célula.
- Que produtos (metabolitos) se obteñen da degradación dos ácidos graxos e para que serven?
- Indique que papel xoga a coenzima A (CoA-SH) no proceso e onde o fai.

Comunidade Valenciana, Xullo de 2023

- Ordena cronoloxicamente os seguintes procesos e indica onde se produce cada un deles:
A) Fosforilación oxidativa, B) Glicólise, C) Cadea de transporte de electróns, D) Ciclo de Krebs.
- Cal é o produto final do último proceso? Como se obtén a enerxía para a súa síntese?

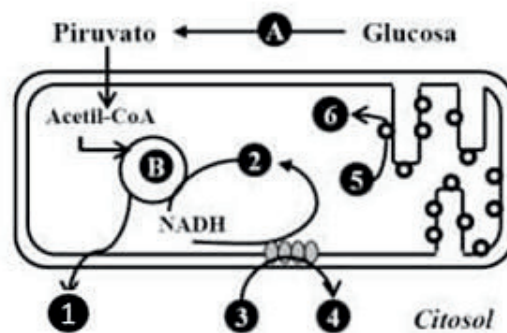
Cataluña, Xuño de 2023

- Que vías metabólicas permiten que os animais herbívoros descompoñan completamente a glicosa da materia vexetal que consomen en CO₂ e auga?
- En que proceso se xera CO₂?
- En que proceso se xera a auga?
- Que balance enerxético global se obtén neste proceso a partir da glicosa?

País Vasco, Xuño de 2021

A figura mostra un conxunto de reaccións metabólicas que teñen lugar nunha célula.

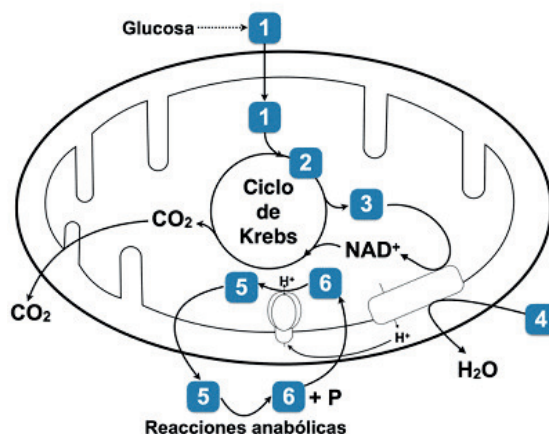
- Identifica e nomea as vías metabólicas que corresponden ás letras A e B.
- Asigne os números do 1 ao 6 aos seguintes metabolitos: H₂O, CO₂, O₂, ADP+Pi, NAD⁺ e ATP.
- Indica en que orgánulos e lugares da célula teñen lugar as reaccións das vías A e B.



Aragón, Xuño de 2024

Responde as seguintes preguntas relacionadas coas vías metabólicas representadas na figura

- Identifica os produtos indicados cos números (1-6).
- No diagrama, a glicosa é a molécula que se cataboliza para xerar os distintos produtos. Nomea outro tipo de substancias que poden ser catabolizadas e que tamén xeran o composto 2. Como se chama ese proceso?
- Define o metabolismo anabólico e catabólico, incluíndo as principais características de ambos.
- Como se chama o proceso polo cal se transformou a glicosa no produto 1?



Aragón, Setembro de 2014

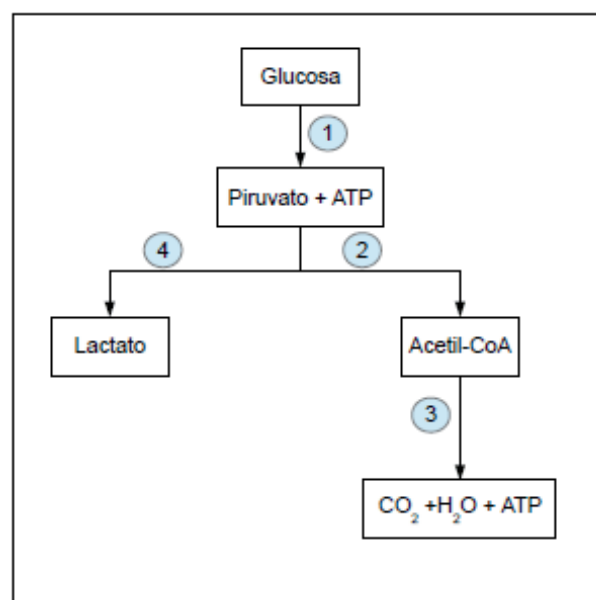
Define os seguintes procesos:

- Glicólise, fermentación
 - Fosforilación oxidativa
 - Fotosíntese
- d) Indica en que tipos de células eucariotas e en que lugar delas se realizan os procesos dos apartados a, b e c.

Aragón, Xuño de 2017

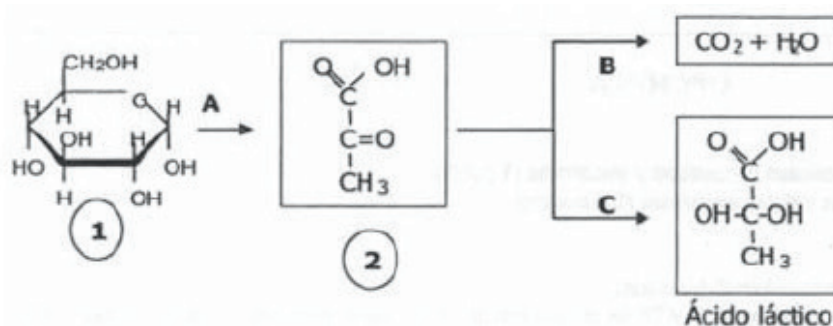
A figura representa unha parte do metabolismo celular.

- Son procesos anabólicos ou catabólicos? Por que?
- b.1. Cal é o nome e a función de cada un dos procesos indicados polos números 1-2-3? b.2. Está presente nos organismos fotosintéticos?
- c.1. En que partes da célula ocorren os procesos 1-2-3? c.2. Como se chama o proceso número 4? c.3. En que condicións se produce o proceso número 4? Describe a estrutura do orgánulo onde ten lugar parte deste proceso.



Aragón, Setembro de 2015

O seguinte esquema representa procesos importantes no metabolismo animal:



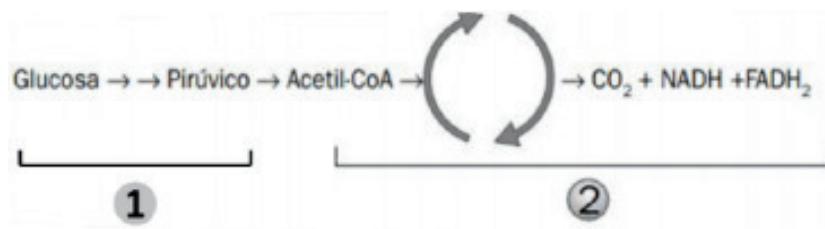
- Indica o nome do composto indicado co número 1. Se o número 2 é o composto ácido pirúvico (piruvato), indica os procesos indicados coas letras A, B e C.
- En que compartimentos celulares teñen lugar estes procesos?
- Ademais dos produtos finais, en que se diferencian os procesos B e C?

A Ríoxa, xullo de 2019

Indique as fases do catabolismo dos hidratos de carbono nunha célula eucariota. En que parte da célula se produce o piruvato? Onde vai o piruvato e que transformación sofre en condicións aeróbicas? E en condicións anaeróbicas?

Castela e León, xullo de 2020

O diagrama mostrado representa o resumo de dúas importantes vías metabólicas. Contesta as seguintes preguntas con razóns:

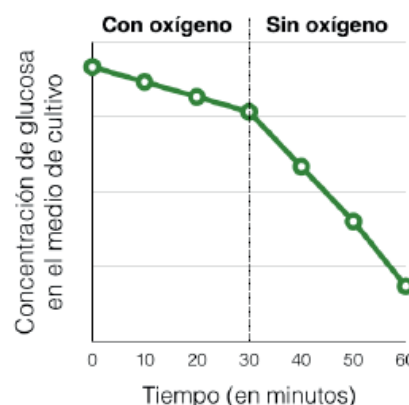


- Como se chaman as vías metabólicas 1 e 2? Explícaos brevemente
- En que lugar da cela se desenvolve a ruta 1 e onde se desenvolve a ruta 2?
- En determinadas circunstancias, algunhas celas só realizan a ruta número 1. Explique este feito.

País Vasco, xuño de 2023

O gráfico adxunto representa a variación da concentración de glicosa nun medio de cultivo de células eucariotas, primeiro en condicións aeróbicas, aínda que nun momento dado se elimina o osíxeno.

- En presenza de osíxeno, que proceso(s) son responsables da diminución da glicosa no medio? Onde na célula se producen?
- En ausencia de osíxeno, que proceso(s) son responsables da diminución da glicosa no medio? Onde na célula se producen?
- Cita os produtos finais da reacción que podemos detectar en presenza de O₂
- En cal das dúas situacións obtérase máis enerxía? Xustifica a túa resposta



Castela A Mancha, xullo de 2024

Os insectos coñecidos como zancudos acuáticos son criaturas fascinantes que desenvolveron sorprendentes adaptacións para moverse na superficie da auga. Para capturar as súas presas, adoitan inxectar encimas dixestivas para descompoñerlla antes de consumila.

- A auga é un dos produtos finais da oxidación completa da glicosa. Que outros dous produtos se obteñen do catabolismo respiratorio da glicosa? Enumera os procesos que teñen lugar desde o inicio do catabolismo da glicosa ata que se obteñen os produtos finais da súa oxidación completa.
- Se este insecto inxerise unha gran cantidade de auga salgada, que pasaría coas súas células dixestivas e intestinais?
- Que son os inhibidores enzimáticos? Explica brevemente como se diferencia un inhibidor competitivo dun inhibidor non competitivo.

Murcia, xuño de 2019

Responde aos seguintes puntos:

a) Que vía metabólica é a seguinte?



b) En que compartimento celular se produce?

c) Explica os posibles destinos metabólicos que pode ter o piruvato producido.

Castela A Mancha, xullo de 2020

A glicólise é un dos procesos metabólicos que apareceron por primeira vez no planeta.

a. Xustifica se se trata dun proceso anabólico ou catabólico e aeróbico ou anaeróbico.

b. Onde está situado na célula eucariota? Cales son os teus TRES produtos finais?

c. En condicións anaeróbicas, explique que vía metabólica pode seguir o piruvato.

Cantabria, xuño de 2024

Que é a glicólise? Debuxa a reacción global da glicólise, indicando o nome de todos os elementos que forman parte da reacción. Cales son os dous tipos de degradación que pode sufrir o produto final da glicólise? Compáraos a nivel de produtos finais e cantidade de enerxía xerada.

Estremadura, xuño de 2024

Os eritrocitos carecen de mitocondrias, pero poden levar a cabo catabolismo da glicosa.

A. Indique con razón que vía catabólica da glicosa utilizan estas células para obter enerxía.

B. Cal é o rendemento final en moléculas de ATP e NADH+H⁺ deste proceso metabólico?

C. Os eritrocitos excretan ácido láctico no plasma sanguíneo. Como se chama o proceso bioquímico polo que se produce este composto?

Aragón, xuño de 2004

Indica en que orgánulos e en que estruturas teñen lugar os seguintes procesos metabólicos e fai unha breve descrición global dos procesos sinalados nos apartados c e d.

a) glicólise b) Ciclo de Krebs c) cadea de transporte de electróns fotosintéticos d) cadea respiratoria e fosforilación oxidativa e) fixación de CO₂

A Rioxa, xuño de 2021

Indique con razón se a respiración celular é un proceso anabólico ou catabólico. Describe brevemente cada unha das súas etapas. Indique a localización específica da célula e do orgánulo onde se produce cada unha destas etapas. En cada fase, enumere os substratos de entrada e os produtos de saída.

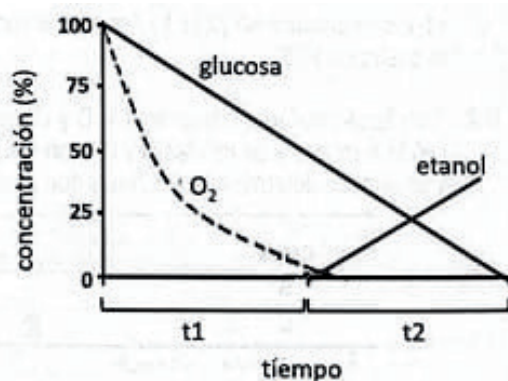
A Rioxa, xullo de 2021

Enumera as etapas (fases) da respiración celular. En cada un deles, nomea os substratos e os produtos resultantes. Indica en que parte da célula se produce cada unha das etapas.

Andalucía, xuño de 2022

A figura adxunta representa as concentracións de glicosa, etanol e O₂ presentes nun medio de cultivo celular durante un período de tempo. En relación con esta imaxe, responde as seguintes preguntas:

- Como se chaman os procesos metabólicos que se están a producir nos períodos t₁ e t₂?
- En que compartimentos celulares teñen lugar estes procesos?
- Indica en que proceso se obtén máis enerxía.
- Estes procesos son anabólicos ou catabólicos?

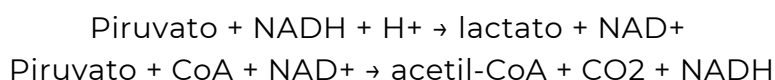


Cantabria, xullo de 2024

Describe, mediante un debuxo ou esquema detallado, o mecanismo que teñen as células eucariotas para obter ATP en presenza de osíxeno. O debuxo debe incluír a localización do proceso no orgánulo implicado.

Comunidade Valenciana, xuño de 2021

Despois da glicólise, o piruvato obtido pode ter dous destinos diferentes:



- Explica en que condicións se produce cada un deles.
- Indique se o lactato e o acetil-CoA obtidos poderían seguir oxidados. En caso afirmativo, indica en que vía metabólica entraría cada un deles e se ambos procesos proporcionarían finalmente a mesma enerxía.

Asturias, xullo de 2022

Sarra Arbaoui é unha investigadora tunisiana especializada na restauración de solos contaminados por metais como o arsénico. Utiliza unha planta que descontamina o chan, Hibiscus cannabinus, e tamén produce fibras téxtiles.

- Sabendo que o arsénico inhibe a oxidación do piruvato, isto explica o efecto do arsénico na célula.
- A que proceso catabólico afecta o arsénico e en que orgánulo celular ten lugar? Escribe a túa reacción global.
- Que teoría relaciona o orgánulo implicado na oxidación do piruvato coas bacterias? Indica 2 probas nas que se basea.
- Explica a relación entre os procesos catabólicos e anabólicos.

Madrid, xuño de 2017

- Explica brevemente o significado do carácter anfibiólico do Ciclo de Krebs. Indique os produtos iniciais e finais do devandito ciclo.
- Indique a función da molécula de ATP no metabolismo celular.

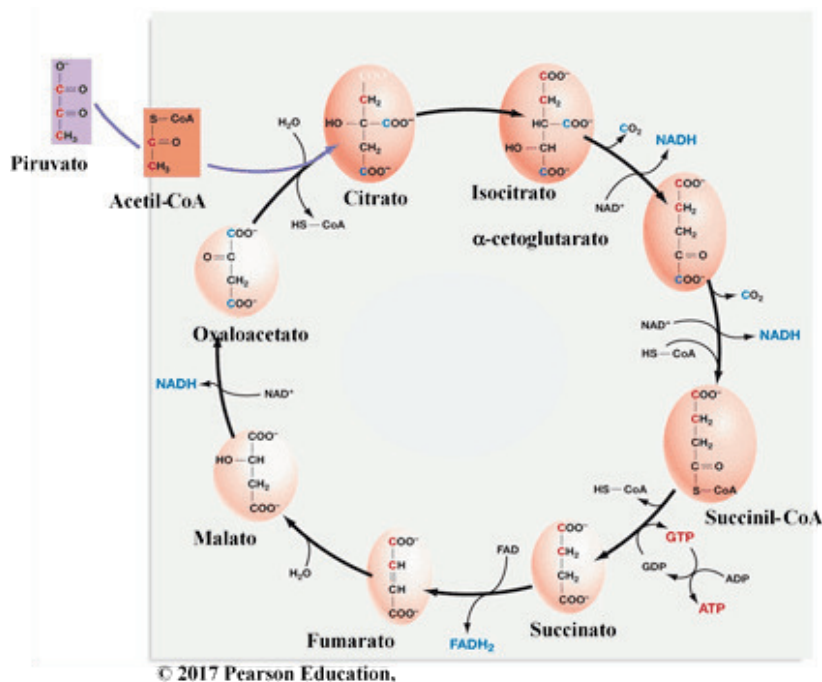
Castela e León, xullo de 2019

a) Indique as moléculas iniciais e os produtos finais da glicólise. b) Nomea tres vías das que pode proceder o acetil-CoA que entra no ciclo de Krebs. c) En que orgánulo e en que parte del ten lugar o ciclo de Krebs? Nomea os coenzimas que se orixinan nesta etapa e indica o seu destino.

Navarra, xullo de 2023

A figura da esquerda representa un ciclo metabólico.

- Que parte do metabolismo representa?
- En que tipo de células se produce e onde ten lugar a nivel subcelular?
- Explica a súa función na célula.



Aragón, xuño de 2010

Cal é o propósito da cadea respiratoria? Indica o seu funcionamento.

Castela e León, xullo de 2020

Respecto á ATP sintase:

- Que tipo de biomolécula é e onde se atopa?
- Que papel xoga? Explica brevemente como funciona.
- En que procesos metabólicos participa?

Murcia, xuño de 2022

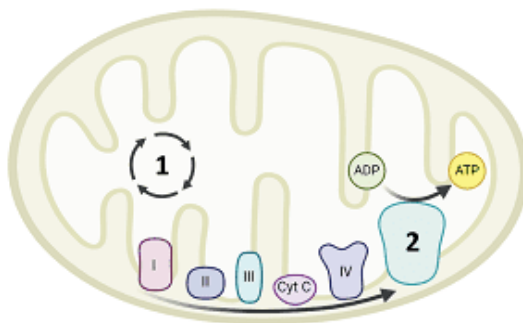
En relación coa cadea respiratoria e a fosforilación oxidativa:

- Localiza con precisión estes procesos na célula.
- Menciona as moléculas que doan electróns á cadea respiratoria e dous procesos polos que se poden formar estas moléculas. Localiza con precisión estes procesos na célula.
- Cal é o aceptor final de electróns da cadea respiratoria e que se forma?
- Explica como se produce a fosforilación oxidativa.

Castela A Mancha, xuño de 2024

A cadea de transporte de electróns móstrase na seguinte imaxe.

- Que ciclo se representa co número 1? Enumera dous dos teus produtos.
- A imaxe representa os 4 complexos da cadea de transporte de electróns. Explica a función do complexo I e do complexo III.
- Onde se atopa exactamente o citocromo c? Indique o seu papel neste sistema.
- Que molécula se representa co número 2? Explica como funciona.



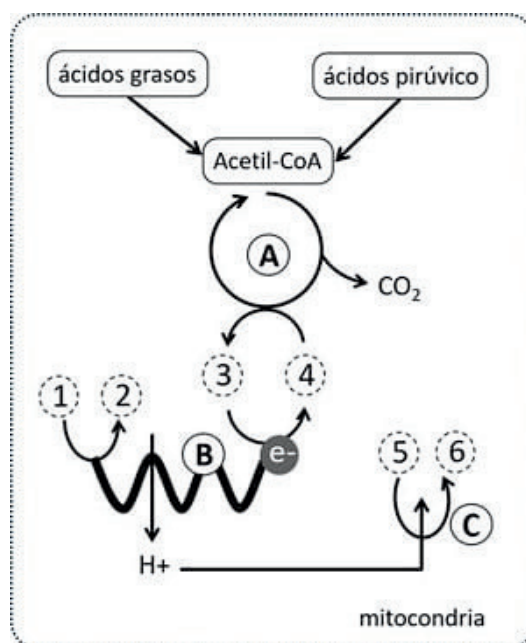
Andalucía, Xuño de 2024

En relación coa figura adxunta, contesta as seguintes preguntas:

- Que proceso representa a imaxe no seu conxunto?
- Como se chaman as vías metabólicas A, B e C?
- A que números corresponden os seguintes compostos: $\text{NADH} + \text{H}^+$; H_2O ; $\text{ADP} + \text{P}_i$; O_2 ; ATP; NAD^+ ?

Murcia, xuño de 2023

Describe concisamente as vías catabólicas necesarias para a oxidación completa da glicosa por respiración aeróbica. Indique, en cada un, a molécula de partida, o(s) produto(s) resultante(s), as moléculas de enerxía (ATP/GTP) e as coenzimas reducidas implicadas e a súa localización precisa na célula eucariota.



Castela A Mancha, xullo de 2023

Hai fungos que son útiles para os humanos e outros que son prexudiciais. Por exemplo, o *Aspergillus oryzae* (koji) úsase para facer salsa de soia (shoyu), que é como o "ketchup" da cociña xaponesa, engadindo o fungo a unha mestura de soia, trigo, auga e sal. A fermentación desta mestura produce a famosa salsa. Por outra banda, *Blastomyces dermatitidis* é unha especie que provoca unha enfermidade que pode afectar a cans e humanos, a "blastomicose", cando se inhalan as esporas do fungo.

- Que é a fermentación? Explica un exemplo de fermentación que coñezas.
- Existen células eucariotas capaces de levar a cabo tanto a fermentación como a respiración. Explica en que circunstancias se segue un ou outro camiño.

Andalucía, xuño de 2018

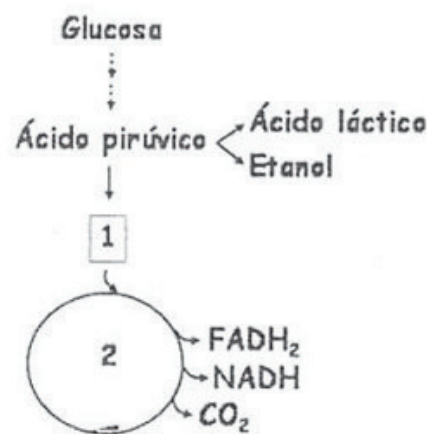
- Defina fermentación.
- Indique dous tipos de células que a realizan e en que parte delas se realiza.
- Por que a súa eficiencia enerxética é diferente á da respiración celular?

Aragón, setembro 2016

En relación coa imaxe adxunta, responde as seguintes preguntas:

a) Que vía metabólica comprende o conxunto de reaccións que transforman a glicosa en ácido pirúvico? E os que transforman o ácido pirúvico en ácido láctico? E os que transforman o ácido pirúvico en etanol? Indique o nome da molécula marcada co número 1 e o nome da vía metabólica marcada co número 2.

b) Explica con razón cal dos tres destinos do ácido pirúvico será máis rendible para a célula desde o punto de vista enerxético. Indique o destino de CO_2 , FADH_2 e NADH . Define os termos anabolismo e catabolismo.



Castela A Mancha, xullo de 2023

Hai fungos que son útiles para os humanos e outros que son prexudiciais. Por exemplo, o *Aspergillus oryzae* (koji) úsase para facer salsa de soia (shoyu), que é como o "ketchup" da cociña xaponesa, engadindo o fungo a unha mestura de soia, trigo, auga e sal. A fermentación desta mestura produce a famosa salsa. Por outra banda, *Blastomyces dermatitidis* é unha especie que provoca unha enfermidade que pode afectar a cans e humanos, a "blastomycose", cando se inhalan as esporas do fungo.

a. Que é a fermentación? Explica un exemplo de fermentación que coñezas.

b. Existen células eucariotas capaces de levar a cabo tanto a fermentación como a respiración. Explica en que circunstancias se segue un ou outro camiño.

Andalucía, xuño de 2018

a) Defina fermentación.

b) Indique dous tipos de células que a realizan e en que parte delas se realiza.

c) Por que a súa eficiencia enerxética é diferente á da respiración celular?

Aragón, setembro de 2010

Describe un proceso de fermentación realizado en células eucariotas e outro en microorganismos, indicando a súa importancia en cada tipo de organismo e as súas etapas fundamentais.

Aragón, setembro de 2005

a) Que papel xoga o ATP no metabolismo celular? (exemplo);

b) Por que se obtén máis ATP na cadea respiratoria que na fermentación?

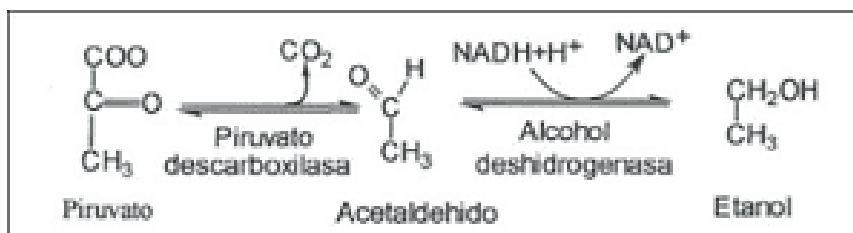
c) Indique tres fermentacións industriais e que tipo de fermentación son;

d) Por que é perigoso entrar nunha adega onde fermenta o mosto de uva?

e) En determinadas circunstancias, a fermentación pode producirse nos músculos. porque?

Canarias, xullo de 2024

Nos seres vivos, as reaccións metabólicas prodúcense sen interrupción ao longo de todo o ciclo vital. Grazas a eles pódense levar a cabo procesos de crecemento, desenvolvemento, reprodución, resposta a estímulos e adaptación ao medio.



- Indica que proceso metabólico está representado no esquema adxunto.
- En que condicións se produce?
- Indique o compartimento celular no que se desenvolve.
- Cita as organizacións que o realizan.

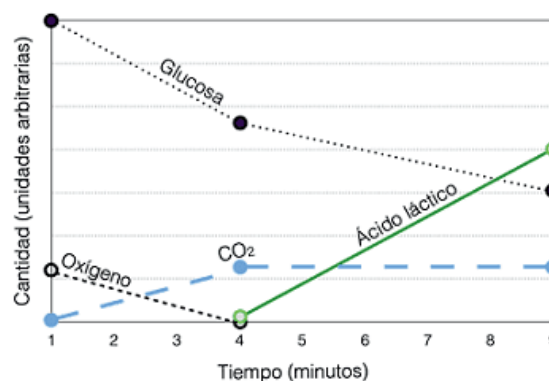
Aragón, Xullo de 2023

En un cultivo de células musculares se miden periódicamente una serie de parámetros. Una avería ha hecho que se interrumpa el aporte de oxígeno y el resultado es el que muestra la gráfica:

a) ¿Qué rutas utilizarán las células principalmente para degradar la glucosa hasta obtener energía durante los cuatro primeros minutos? ¿Y a partir de ese momento? Indique dónde se llevan a cabo cada una de las rutas citadas en ambos casos.

b) ¿Cómo evolucionan los niveles de CO_2 a lo largo del tiempo? Razone este comportamiento.

c) ¿En qué periodo de tiempo la célula producirá más energía? Razone la respuesta.



Aragón, setembro de 2018

Se quieres hacer iogur caseiro, debes mesturar un pouco de iogur con leite e manter a mestura a 35 ou 40°C durante 8 horas para que se produza a fermentación bacteriana do leite. a) Que pasaría se a mestura de iogur e leite se mantivese na neveira a 4°C durante 8 horas? b) Que pasaría se o leite empregado fose esterilizado? c) Que pasaría se o iogur se esterilizase antes de engadilo ao leite d) Que tipo de bacterias se utilizan nesta fermentación?

Castela e León, xullo de 2023

En relación ao metabolismo dos ácidos graxos:

a) Indica o nome do proceso polo que o seu aproveitamento produce enerxía, en que consiste e en que parte da célula ten lugar.

b) Para un ácido graxo saturado con 16 átomos de carbono, cantas veces hai que repetir o proceso para que se degrade completamente? Cantos acetil-CoA, NADH e FADH_2 se forman?

c) É maior o rendemento enerxético da degradación completa dun ácido graxo saturado de 16 átomos que o da degradación dunha molécula de glicosa? Xustifica a túa resposta.

ANABOLISMO

- 1. Anabolismo: concepto e tipo
- 2. Fotosíntese
 - 2.1. Fotosíntese osixénica
 - 2.2. Factores que inflúen na fotosíntese
 - 2.3. Importancia da fotosíntese
- 3. Quimiosíntese
- 4. Anabolismo dos glúcidos
 - 4.1. Síntese de glicosa: gliconeoxénese
 - 4.2. Síntese de polisacáridos
- 5. Anabolismo das graxas
 - 5.1. Síntese de glicerina
 - 5.2. Síntese de ácidos graxos
 - 5.3. Síntese de triacilglicéridos

Repaso PAU

1. ANABOLISMO: CONCEPTO E TIPOS

O anabolismo é o conxunto de reaccións metabólicas polas que se sintetizan moléculas máis complexas a partir doutras máis sinxelas.

As reaccións anabólicas requiren:

- Unha fonte de enerxía, posto que se trata de reaccións endergónicas.
- Unha fonte de materia, que achegue as substancias iniciais.
- Unha fonte de electróns, xa que se trata de reaccións de redución.

TIPOS DE ANABOLISMO

- Anabolismo autótrofo --> paso de moléculas inorgánicas, como H_2O , CO_2 , NO_3^- , etc., a moléculas orgánicas sinxelas, como glicosa, ácidos graxos ou aminoácidos. Os seres autótrofos (auto significa “por si mesmo” e trofos “alimentación”) que realizan este tipo de anabolismo fabrican a súa propia materia orgánica a partir de materia inorgánica. Existen dous tipos de anabolismo autótrofo segundo sexa a fonte de enerxía empregada para a síntese dos novos compostos:
 - Anabolismo autótrofo fotosintético. Utiliza enerxía luminosa, como no caso das plantas, algas, cianobacterias e bacterias fotosintéticas.
 - Anabolismo autótrofo quimiosintético. A enerxía que se require para a síntese é a que se libera en reaccións de oxidación de compostos inorgánicos. Só as bacterias denominadas quimiosintéticas realizan este proceso.
- Anabolismo heterótrofo --> paso de moléculas orgánicas sinxelas a moléculas orgánicas complexas con función estrutural ou de reserva enerxética, como polisacáridos, triglicéridos, proteínas ou ácidos nucleicos. O anabolismo heterótrofo é común a todos os organismos, autótrofos e heterótrofos, e realízase de forma moi similar en todos eles.

2. FOTOSÍNTESE

Proceso anabólico fotoautótrofo que consiste na conversión da enerxía luminosa procedente do Sol en enerxía química (ATP) que pode utilizarse na síntese de materia orgánica (biomasa). Ten lugar nos cloroplastos das células das plantas e algas, e no citoplasma e membrana celular das bacterias fotosintéticas.

A fotosíntese das plantas, algas e bacterias son procesos semellantes que se diferencian nas moléculas que funcionan como dadoras de electróns e protóns. Segundo isto, diferéncianse dous tipos de fotosíntese:

- Fotosíntese osixénica: é a que levan a cabo as plantas, as algas e as cianobacterias. Os electróns que se utilizan para reducir ó dióxido de carbono proceden da auga, polo que se libera osíxeno.
- Fotosíntese anosixénica: é a que realizan algunhas bacterias fotosintéticas que empregan dadores de electróns diferentes da auga polo que non se desprende osíxeno. Por exemplo, as bacterias sulfuradas verdes empregan sulfuro de hidróxeno, liberando xofre.

2.1. FOTOSÍNTESE OSIXÉNICA

Ten lugar en dúas fases, química e espacialmente separadas:

- Fase lumínica. Comprende un conxunto de reaccións dependentes da luz, que teñen lugar nas membranas tilacoidais. A enerxía da luz emprégase para producir ATP e coencima reducida NADPH.
- Fase escura. Abarca un conxunto de reaccións independentes da luz, que teñen lugar no estroma. A enerxía e o poder redutor xenerados na fase lumínica son empregados para formar compostos orgánicos a partir de substancias inorgánicas.

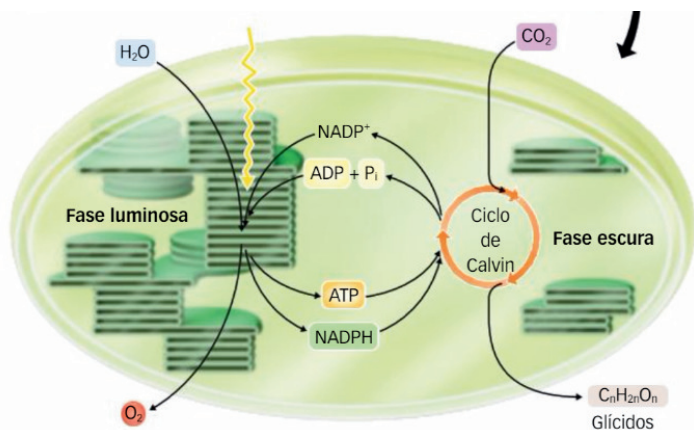


Figura 1. Localización e interrelación entre as etapas da fotosíntese osixénica

FASE LUMÍNICA

Ten lugar no aparello fotosintetizador das membranas tilacoidais dos cloroplasto, que está constituído por catro tipos de estruturas: fotosistema I (PSI), fotosistema II (PSII), cadea transportadora de electróns e encimas ATP-sintetases.

Procesos

- Captación de luz --> realízase nos fotosistemas
- Transporte de electróns --> realízase na cadea transportadora de electróns
- Fotofosforilación --> é levada a cabo pola ATP-sintetase

Captación de luz

Nos fotosistemas localízanse os pigmentos fotosintéticos, moléculas encargadas de captar a enerxía luminosa. Neles distínguense dous tipos de estruturas:

- Complexo captador de luz ou antena: contén varios tipos de pigmentos fotosintéticos (clorofila a, clorofila b, xantofilas e carotenoides) que captan a enerxía solar e canalízana ao centro de reacción.
- Centro de reacción: contén dúas moléculas especiais de clorofila a, que constitúen o pigmento diana, encargado de absorber a enerxía lumínica canalizada polos pigmentos antena. Neste centro de reacción tamén hai un aceptor e un dador de electróns.

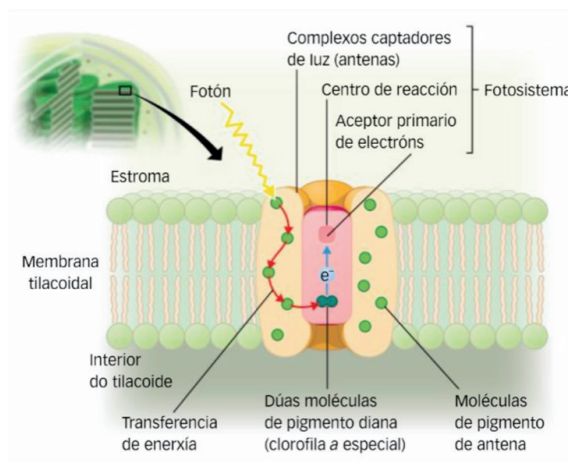


Figura 2. Elementos dos fotosistemas

O fotosistema I (PSI) localízase preferentemente nas membranas dos tilacoides de estroma. O seu centro de reacción contén dúas moléculas de clorofila a denominadas P700, posto que teñen o seu punto de máxima absorción a unha lonxitude de onda de 700 nm.

O fotosistema II (PSII) localízase nos tilacoides da grana. O seu centro de reacción contén dúas moléculas de clorofila a, denominadas P680, que teñen a súa máxima absorción a unha lonxitude de onda de 680 nm.

Transporte de electróns

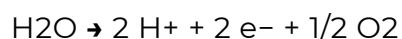
Esta fase da fotosíntese pode ocorrer en dúas modalidades: con transporte aciclíco de electróns ou con transporte cíclico.

• Fotosíntese acíclica

- Os pigmentos antena do PSII absorben dous fotóns.
- A enerxía dos fotóns é transmitida por resonancia entre as moléculas antena ata acadar o centro de reacción.
- A clorofila a especial do centro de reacción P680 excítase (=os seus electróns ascenden a un orbital de maior nivel enerxético) e pasa a ser un axente redutor.
- A clorofila P680 cede 2 electróns á feofitina, que é o aceptor primario.
- A feofitina transfire os electróns á plastoquinona (PQ), que á súa vez os cede a un complexo de citocromos b/f e este á plastocianina (PC)
- A plastocianina é unha proteína móbil da luz do tilacoide que leva os electróns ata o centro de reacción do PSI.
- Os pigmentos antena do PSI tamén absorben dous fotóns.
- A enerxía dos fotóns é transmitida entre as moléculas antena ata acadar o centro de reacción.
- A clorofila a especial do centro de reacción P700 excítase e pasa a ser un axente redutor.
- A clorofila P700 cede 2 electróns a un aceptor primario chamado A0.
- O aceptor primario transfire os electróns de forma sucesiva ó aceptor A1 e a 3 proteínas de ferro e xofre, que os ceden finalmente á ferredoxina (Fd).
- A ferredoxina transfire os electróns á encima NADP+-redutase, que tamén capta dous protóns (H⁺) do estroma.
- A encima NADP+-redutase transfire os 2 electróns e os 2 protóns á coencima NADP⁺, que se reduce, dando lugar a NADPH.



A excitación dos pigmentos fotosintéticos e a consecuente cesión de electróns provoca un déficit electrónico nas clorofilas do centro de reacción dos fotosistemas. O oco electrónico de P700 (PSI) é cuberto polos dous electróns que proceden do PSII a través da plastocianina. Porén o déficit electrónico do P680 (PSII) recupérase gracias á fotólise da auga polo efecto da enerxía da luz.



Os electróns obtidos transfírense ó dador Z, que os achega ata a clorofila P680; os protóns (H⁺) acumúlanse no interior do tilacoide, e o átomo de osíxeno deberá combinarse con

outro átomo de osíxeno, procedente doutra fotólise da auga, para formar osíxeno molecular (O_2), que difunde cara o exterior do cloroplasto e da célula.

- Fotosíntese cíclica --> só participa o fotosistema I
 - Os pigmentos antena do PSI tamén absorben dous fotóns.
 - A enerxía dos fotóns é transmitida entre as moléculas antena ata acadar o centro de reacción.
 - A clorofila a especial do centro de reacción P700 excítase e pasa a ser un axente redutor.
 - A clorofila P700 cede 2 electróns a un aceptor primario chamado A0.
 - O aceptor primario transfire os electróns de forma sucesiva ó aceptor A1 e a 3 proteínas de ferro e xofre, que os ceden finalmente á ferredoxina (Fd).
 - A ferredoxina transfire os electróns ó citocromo b/f, que os cede á plastocianina.
 - A plastocianina transfire finalmente os electróns ó centro de reacción do PSI, enchendo o oco electrónico da clorofila P700.

Neste proceso non se produce NADPH nin se libera osíxeno porque non é necesaria a fotólise da auga.

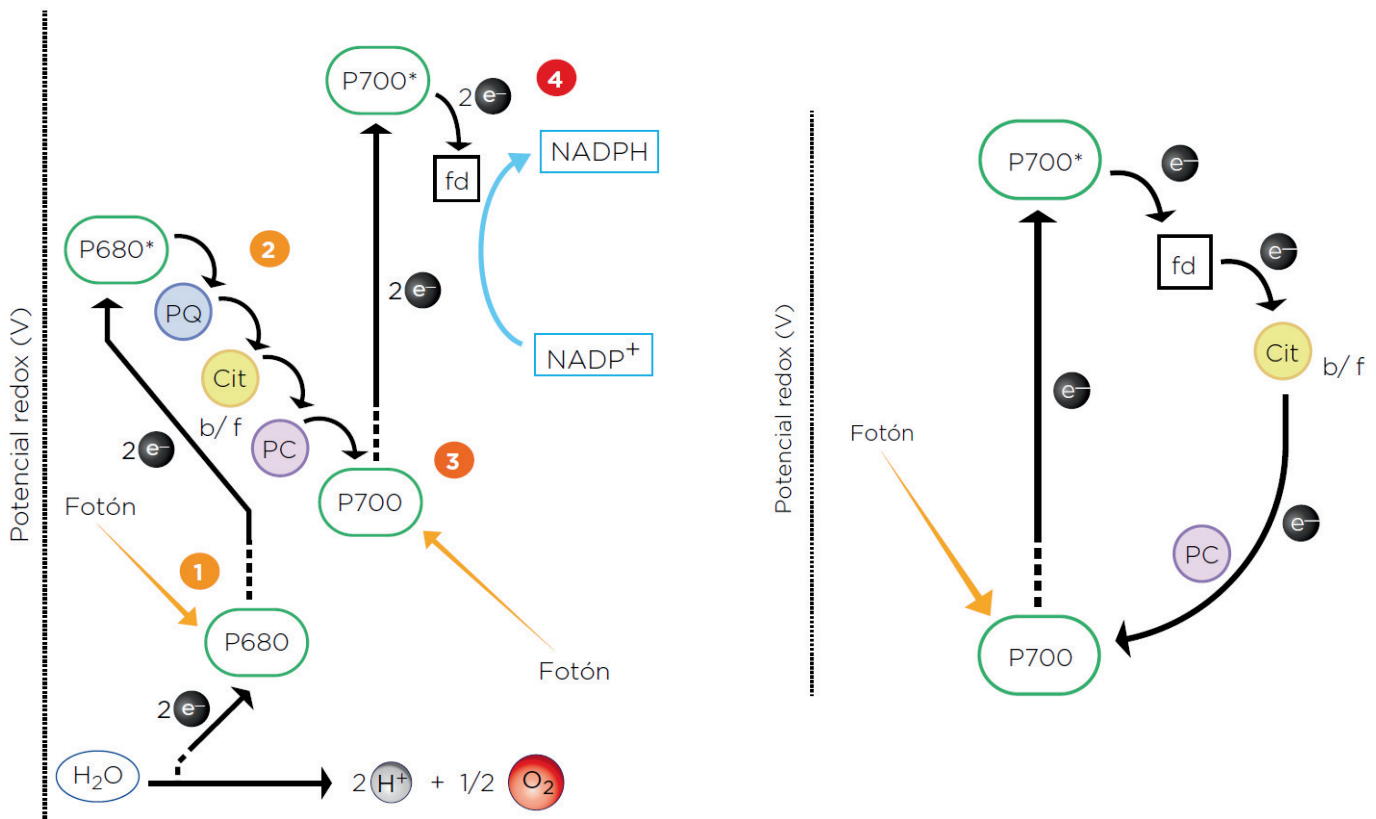


Figura 3. Esquema en Z (esquerda) que seguen os electróns dende a auga ata o NADPH durante a fase luminosa da fotosíntese. Estes electróns tamén poden seguir unha vía cíclica (dereita), na que só participa o fotosistema I

A transferencia cíclica de electróns ten lugar nalgúñas bacterias que realizan a fotosíntese anosixénica e tamén é unha ruta alternativa para as células fotosintéticas eucariotas cando escasea o $NADP^+$ ou cando se necesita un aporte extra de ATP, xa que a enerxía luminosa se emprega por completo para a síntese desta molécula.

As diferenzas entre o transporte non cíclico e o cíclico	
Transporte non cíclico	Transporte cíclico
Participan dous fotosistemas: o PSI e o PSII.	Participa só o fotosistema PSI.
Despréndese osíxeno durante a fotólise da auga.	Non se desprende osíxeno.
Os electróns cedidos polo PSI utilízanse para reducir unha molécula de NADP^+ ao NADPH.	Non se produce poder redutor NADPH.
Prodúcese ATP debido ao gradiente xerado pola acumulación, no lumen do cloroplasto, de H^+ procedente da fotólise da auga e da translocación promovida polo complexo citocromo bf.	Prodúcese ATP, grazas á bomba de H^+ do complexo citocromo bf.

Fotofosforilación

Segundo a hipótese quimiosmótica de Mitchell, durante o transporte electrónico entre o PSII e o PSI, parte da enerxía que perden os electróns, utilízase para bombear protóns, en contra do gradiente, desde o estroma ao espazo tilacoidal.

Cando os protóns volven ao estroma a favor do seu gradiente fanno a través das ATP-sintetases o que dá como resultado a síntese de ATP. Como a enerxía, neste caso, procede en último termo da luz, este proceso denomínase fotofosforilación.

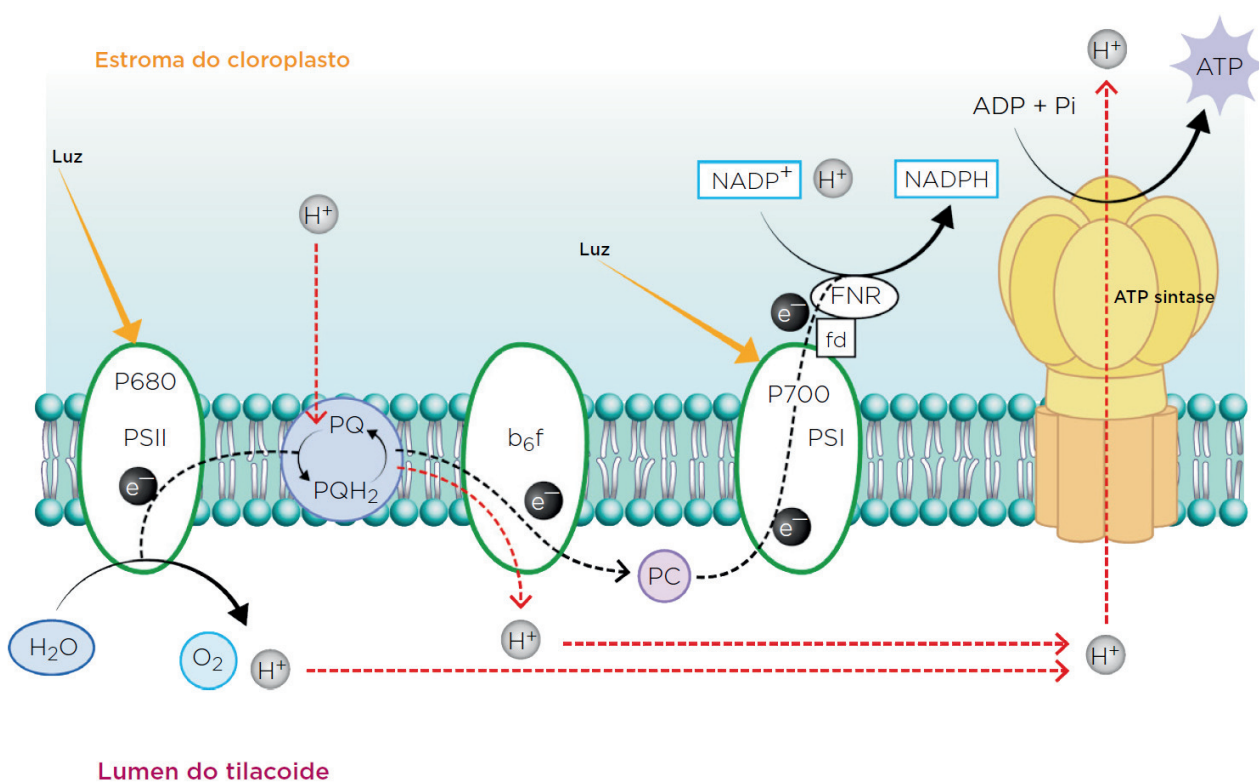


Figura 4. Síntese de ATP mediante fotofosforilación acoplada a unha cadea de transporte electrónico. Neste caso, por cada 8 fotóns absorbidos pola clorofila, fórmanse 3 moléculas de ATP e 2 de NADPH

FASE ESCURA OU BIOSINTÉTICA

Nesta fase a enerxía do ATP e o poder redutor do NADPH, sintetizados na fase luminosa, utilízanse para reducir o CO₂ e transformalo en carbohidratos, como a glicosa, a través do ciclo de Calvin-Benson que se desenvolve no estroma do cloroplasto.

Etapas

- **Fixación do CO₂.** O CO₂ atmosférico únese á pentosa ribulosa-1,5-difosfato, dando lugar a un composto inestable de seis carbonos, que se disocia en dúas moléculas de 3-fosfoglicerato. Esta reacción está catalizada pola encima ribulosa-1,5-difosfato carboxilase-oxidase, abreviada como RUBISCO (é a encima máis abundante na biosfera).
- **Redución.** Mediante o consumo de ATP e NADPH obtidos na fase luminosa, o ácido 3-fosfoglicérico é reducido a gliceraldehido-3-fosfato (GAP).
- **Rexeneración da ribulosa-1,5-difosfato.** Parte do gliceraldehido-3-fosfato é aproveitado para a síntese de compostos orgánicos, e outra parte (a maioría) é empregado para rexenerar a ribulosa-1,5-difosfato. Esta última etapa require tamén o consumo de ATP.

**De cada 6 moléculas de GAP formadas, só 1 se emprega para a síntese de materia orgánica (glicosa, frutosa, outros glícidos, lípidos, aminoácidos e bases nitroxenadas).*

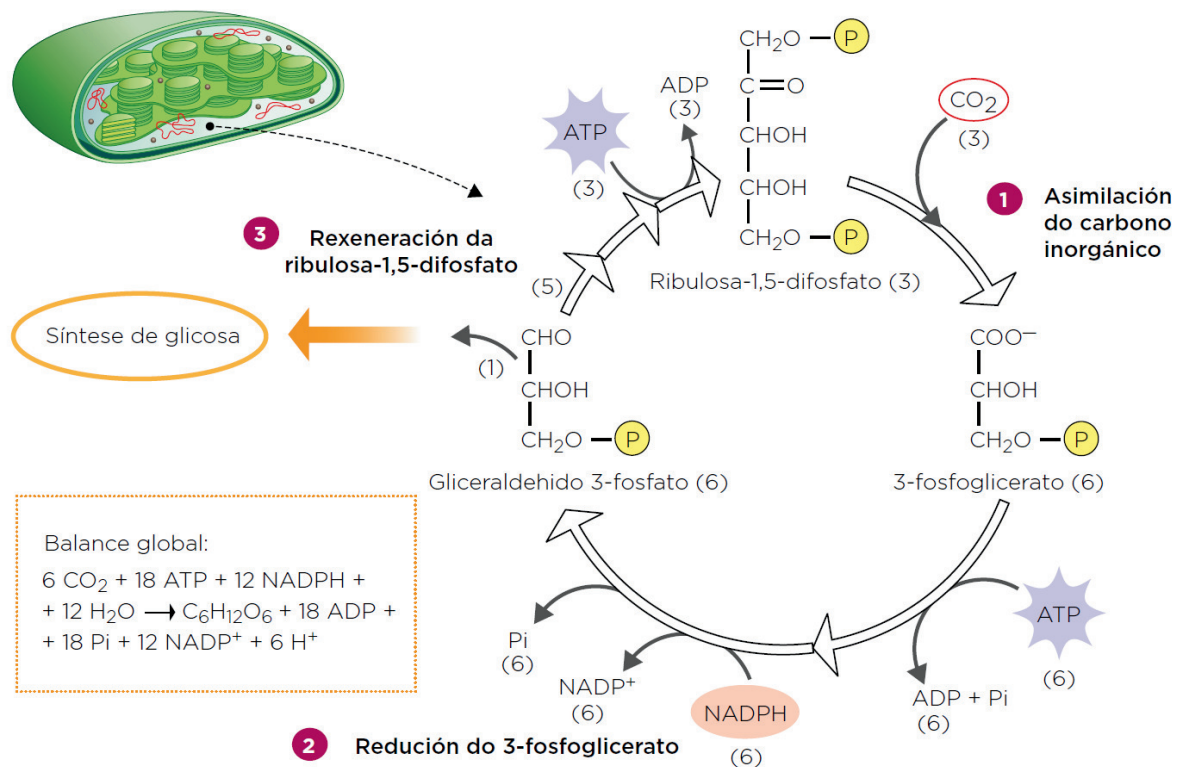
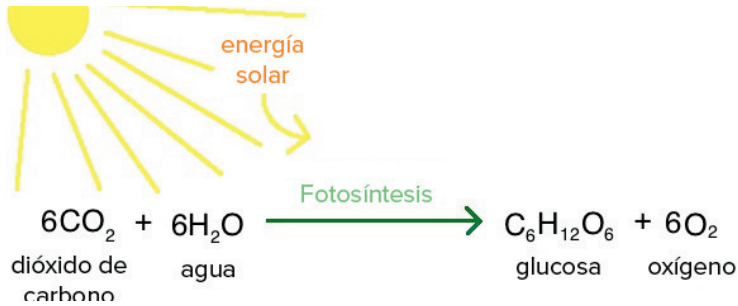


Figura 5. Etapas do ciclo de Calvin-Benson

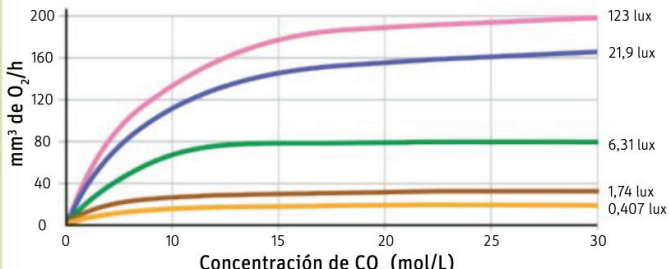
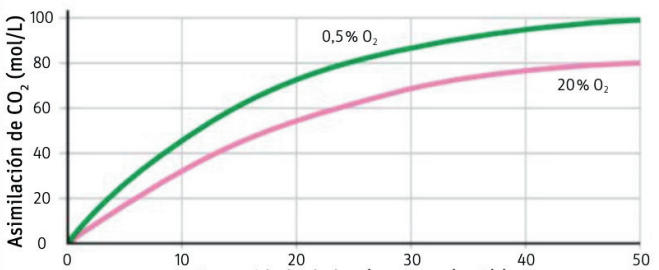
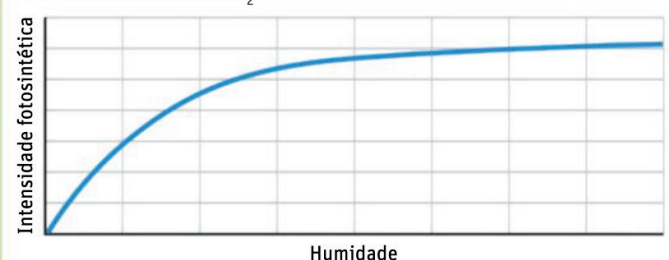
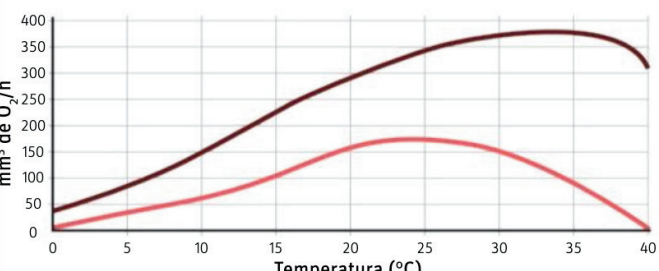
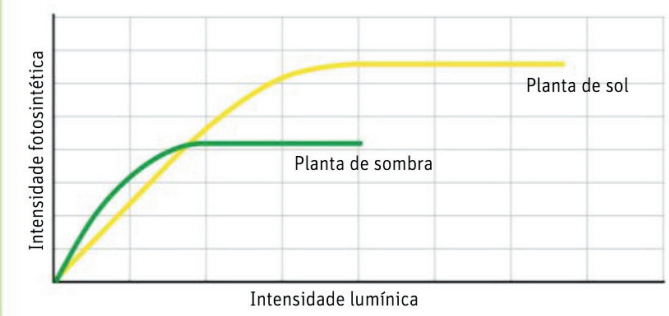
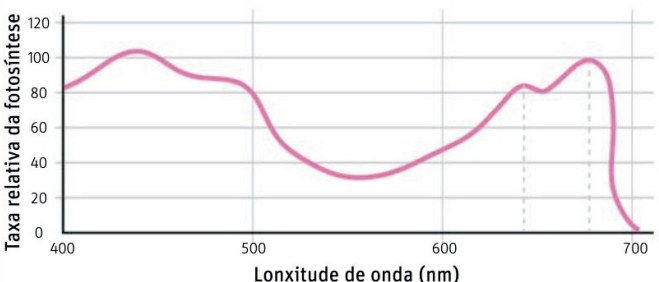
Balance total da fase escura (gasto enerxético para sintetizar glicosa)

- Fixación de 1 molécula de CO₂ --> gasto de 3 ATP e 2 NADPH
- Obtención dunha molécula de GAP --> fixación de 3 CO₂ --> gasto de 9 ATP e 6 NADPH
- Obtención dunha molécula de glicosa --> necesarias 2 moléculas de GAP (6 ciclos) nunha reacción inversa á glicólise
 - Gasto enerxético: 18 ATP
 - Gasto de poder redutor: 12 NADPH

ECUACIÓN GLOBAL DA FOTOSÍNTESE



2.2. FACTORES QUE INFLÚEN NA FOTOSÍNTESE

Concentración de CO₂ ambiental Sempre que a intensidade lumínica se mantéña constante e o suficientemente elevada, o aumento da concentración de CO₂ incrementa o rendemento da fotosíntese. Este aumento prodúcese ata alcanzar un valor de asimilación máximo (específico para cada organismo), por enriba do cal o rendemento se estabiliza.  mm³ de O₂/h Concentración de CO₂ (mol/L) 123 lux 21,9 lux 6,31 lux 1,74 lux 0,407 lux	Concentración de O₂ ambiental Cando a concentración de O₂ aumenta considerablemente no ambiente, a eficacia da fotosíntese diminúe. Isto débese á competencia que se establece entre o O₂ e o CO₂ como substratos da rubisco, o que favorece o proceso da fotorrespiración.  Asimilación de CO₂ (mol/L) Intensidade da luz (x 10⁴ erg/cm²/s) 0,5% O₂ 20% O₂
Humidade A concentración de auga, no solo e no ambiente, inflúe de maneira determinante no rendemento da fotosíntese. Ao diminuír o grao de humidade, prodúcese unha sensible redución da fotosíntese, xa que, ademais de ser necesaria como fonte de e⁻ e H⁺ na fase lumínica, se pechan os estomas para evitar perdas de auga e decrece a asimilación de CO₂.  Intensidade fotosintética Humidade	Temperatura Para as intensidades lumínicas altas, o rendemento fotosintético aumenta coa temperatura ata alcanzar un punto máximo, a partir do cal vai diminuíndo. Este punto correspóndese coa temperatura óptima da actividade das enzimas, por enriba e por debaixo da cal a actividade se reduce considerablemente.  mm³ de O₂/h Temperatura (°C)
Intensidade lumínica Para as intensidades lumínicas relativamente baixas, a fotosíntese é proporcional á intensidade da luz; pero se esta vai aumentando, chega un momento no que o rendemento se estabiliza segundo as características óptimas dos pigmentos de cada especie.  Intensidade fotosintética Intensidade lumínica Planta de sol Planta de sombra	Tipo de luz O rendemento óptimo da fotosíntese lévase a cabo cunha luz vermella ou azul. Cunha luz vermella de 680 nm absórbese bastante enerxía. Ao diminuír a lonxitude de onda a 400 nm, prodúcese unha maior absorción de enerxía. Cando a lonxitude de onda aumenta por enriba dos 680 nm, non actúa o PS II; polo tanto, o rendemento decrece ao non poder realizarse a fase escura da fotosíntese.  Taxa relativa da fotosíntese Lonxitude de onda (nm)

2.3. IMPORTANCIA DA FOTOSÍNTESE

A fotosíntese cambiou a composición da atmosfera primitiva da Terra, que era fundamentalmente anaerobia e redutora. O osíxeno liberado na fotosíntese foi orixinalmente unha substancia nociva para os seres vivos. Non obstante, estes evolucionaron e lograron empregalo no seu beneficio como aceptor último de electróns pola fosforilación oxidativa, e obter enerxía nun proceso que produce CO_2 , substrato da fotosíntese.

A fotosíntese é un proceso fundamental no equilibrio da vida na Terra, xa que:

- É o principal proceso de fixación de carbono, que permite manter o ciclo da materia nos ecosistemas, ao crear materia orgánica a partir de materia inorgánica. Esta materia orgánica será posteriormente utilizada por outros organismos para degradala e obter enerxía, xerando de novo materia inorgánica.
- O proceso libera osíxeno ao medio ambiente, que será utilizado polos organismos aerobios para respirar.
- A fotosíntese consome CO_2 , eliminándoo do medio ambiente, polo que amortece así o efecto invernadoiro da atmosfera e o cambio climático.
- É o proceso que permitiu almacenar a enerxía solar en forma de biomasa e de combustibles fósiles. É un mecanismo que transforma a enerxía luminosa en enerxía química, que é a forma na que utilizan a enerxía os seres vivos.

3. QUIMIOSÍNTESE

É un proceso anabólico mediante o cal se sintetiza materia orgánica a partir de materia inorgánica e enerxía química liberada en reaccións de oxidación de compostos inorgánicos reducidos.

Etapas

- Primeira fase: obtención de enerxía. A oxidación de compostos inorgánicos reducidos (NH_3 , H_2 , H_2S , Fe^{2+} ...), procedentes principalmente da descomposición da materia orgánica, libera enerxía química para sintetizar ATP e electróns para formar NADH.
- Segunda fase: produción de materia orgánica. Consiste na fixación do CO_2 e a obtención de compostos orgánicos utilizando o ATP e o NADH xenerados na etapa anterior nun proceso similar ó ciclo de Calvin-Benson.

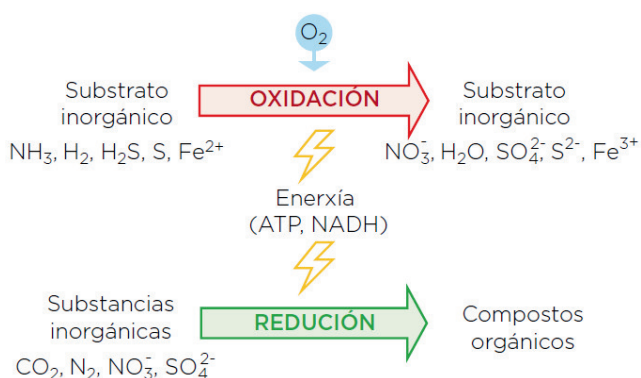


Figura 6. As bacterias quimiosintéticas viven en lugares onde achan compostos químicos con potenciais redox altos. No caso das bacterias incoloras do xofre, empregan este elemento ou sulfuro de hidróxeno. As bacterias do nitróxeno utilizan amoníaco, que transforman en nitritos e nitratos. As bacterias do ferro empregan ión ferroso, e as bacterias do hidróxeno oxidan este elemento para formar auga como produto final.

4. ANABOLISMO DOS GLÍCIDOS

4.1. SÍNTESE DE GLICOSA: GLICONEOXÉNESE

A gliconeoxénese é o proceso de biosíntese de glicosa a partir de precursores non glicídicos, como poden ser varios aminoácidos, lactato, piruvato, glicerol e calquera dos intermediarios do ciclo de Krebs. Este proceso ten lugar principalmente no citosol, aínda que algúns precursores xéranse nas mitocondrias e deben transportarse ao citosol para utilizarse.

As maioría das encimas que participan na glicólise participan tamén na gliconeoxénese, dando lugar a reaccións reversibles; só 3 delas participan de forma exclusiva nese proceso e, polo tanto, é necesaria a existencia doutras 3 encimas diferentes para o proceso gliconeoxenético.

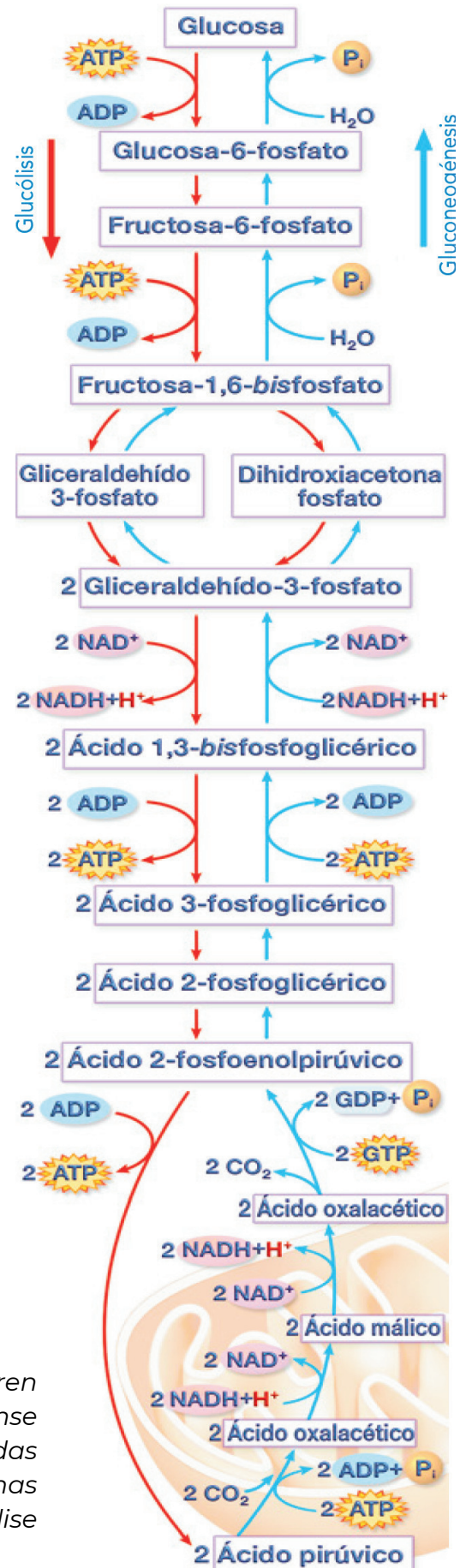
Estas reaccións irreversibles son as seguintes:

- Conversión do ácido pirúvico en fosfoenolpirúvico. Como a encima que fai o proceso inverso na glicólise só traballa nun sentido, o piruvato debe transformarse primeiro en oxalacetato e, consecutivamente, en fosfoenolpiruvato.
- Transformación de frutosa-1,6-bisfosfato en frutosa-6-fosfato
- Paso da glicosa-6-fosfato a glicosa

BALANCE ENERXÉTICO (de piruvato a glicosa)

- Paso de piruvato a fosfoenolpiruvato --> consúmense 2 ATP + 2 GTP
- Transformación de fosfoenolpiruvato en gliceraldehido-3-fosfato --> consúmense 2 ATP e 2 NADH
- Gasto total: 4 ATP + 2 GTP + 2 NADH

Figura 7. Gliconeoxénese. A maioría das reaccións ocorren no citoplasma, pero as primeiras etapas desenvólvense con participación das mitocondrias e forman parte das etapas irreversibles nas que se requiren encimas diferentes ás que interveñen na glicólise



4.2. SÍNTESIS DE POLISACÁRIDOS

GLICOXENOXÉNESE --> síntese de glicóxeno

- A glicosa-6-fosfato tranfórmase en glicosa-1-fosfato
- A glicosa-1-fosfato reacciona co UTP, dando lugar a UDP-glicosa e un grupo fosfato.
- A UDP-glicosa incorpórase á cadea de glicóxeno en formación gracias a unha glicóxeno sintasa, liberándose o UDP.

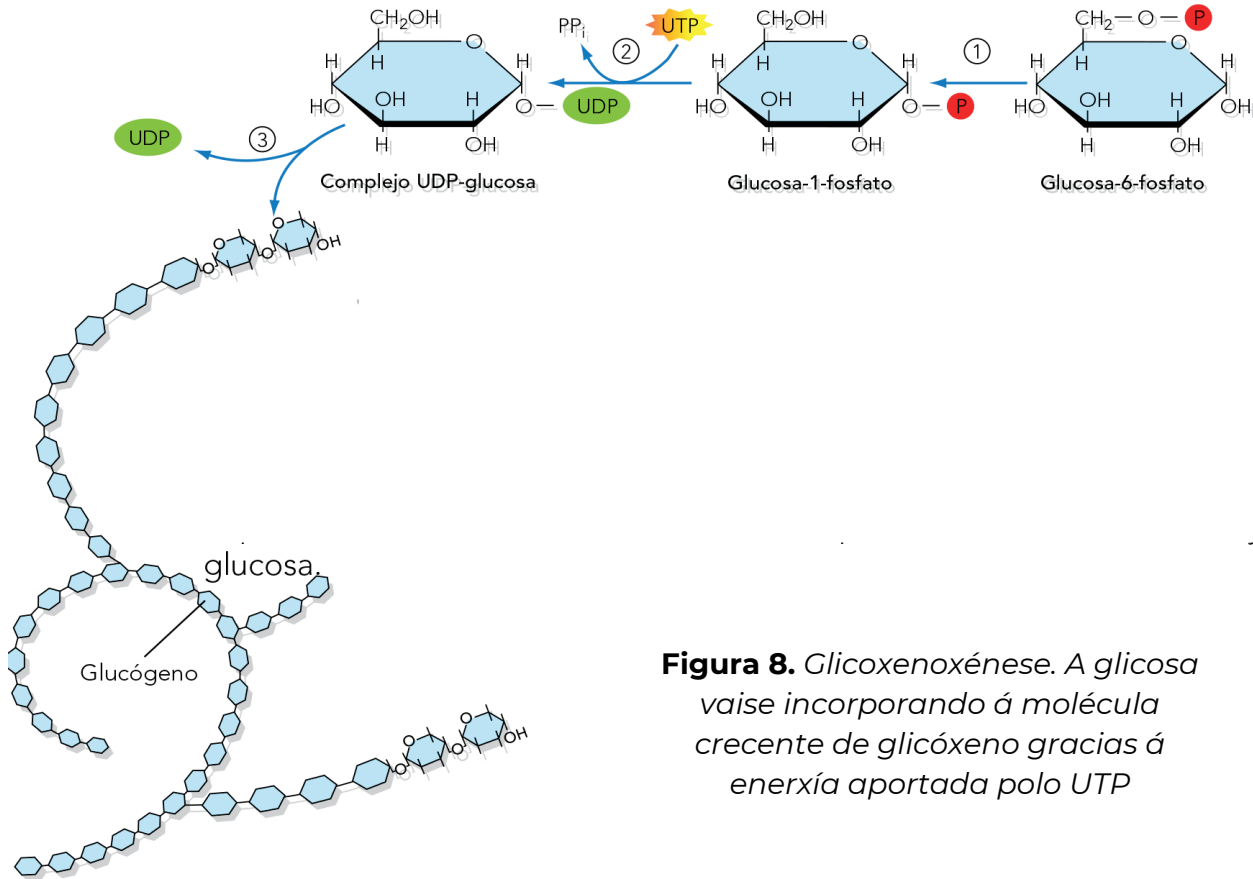


Figura 8. Glicoxenoxénese. A glicosa vaise incorporando á molécula crecente de glicóxeno gracias á enerxía aportada polo UTP

AMILOXÉNESE --> síntese de amidón

Realízase mediante un proceso similar á biosíntese de glicóxeno, pero a molécula activadora da glicosa é o ATP, que reacciona con ela para formar ADP-glicosa, a molécula que se transfire á cadea de amidón en formación.

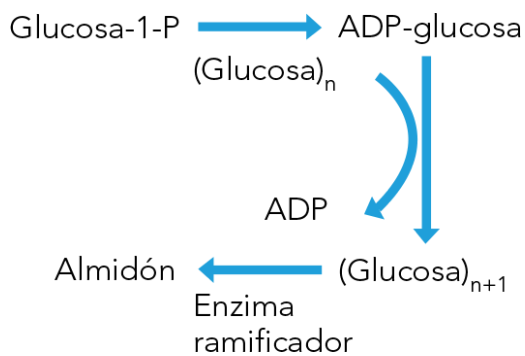


Figura 9. Reaccións que teñen lugar durante a amiloxénese para incorporar novas moléculas de glicosa á cadea de amidón en formación

5. ANABOLISMO DOS LÍPIDOS

5.1. OBTENCIÓN DE GLICERINA

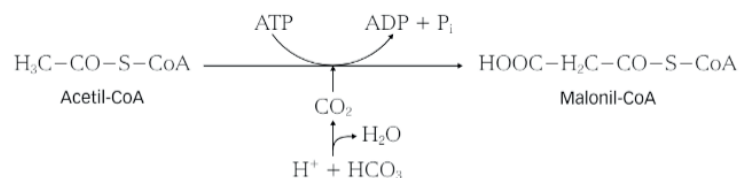
Para que a glicerina poida unirse aos ácidos graxos e formar triglicéridos (graxas), debe estar en forma de glicerol-3-fosfato. Este pode obterse de dúas formas:

- A través da redución da dihidroxiacetona-3-fosfato que se forma durante a glicólise.
- A través da fosforilación da glicerina que se forma na célula tras a hidrólise das graxas presentes nos alimentos.

5.2. SÍNTESE DE ÁCIDOS GRAXOS

Ocorre no citosol partindo do acetil-CoA, molécula de orixe mitocondrial formada a partir do catabolismo dos glúcidos, dos ácidos graxos e dos aminoácidos.

- O primeiro acetil-CoA actúa como iniciador da ruta.
- Outro acetil-CoA (2C) tranfórmase en malonil-CoA (3C) consumindo enerxía e CO₂



- O malonil-CoA únese co primeiro acetil-CoA dando lugar a unha molécula de 4C
- A molécula de 4 C sofre, de forma consecutiva, unha redución, unha deshidratación e unha nova redución (o axente redutor é o NADPH), e dá lugar a un ácido graxo de 4C
- A incorporación sucesiva de malonil-CoA permite o crecemento do ácido graxo en 2 C de cada vez.

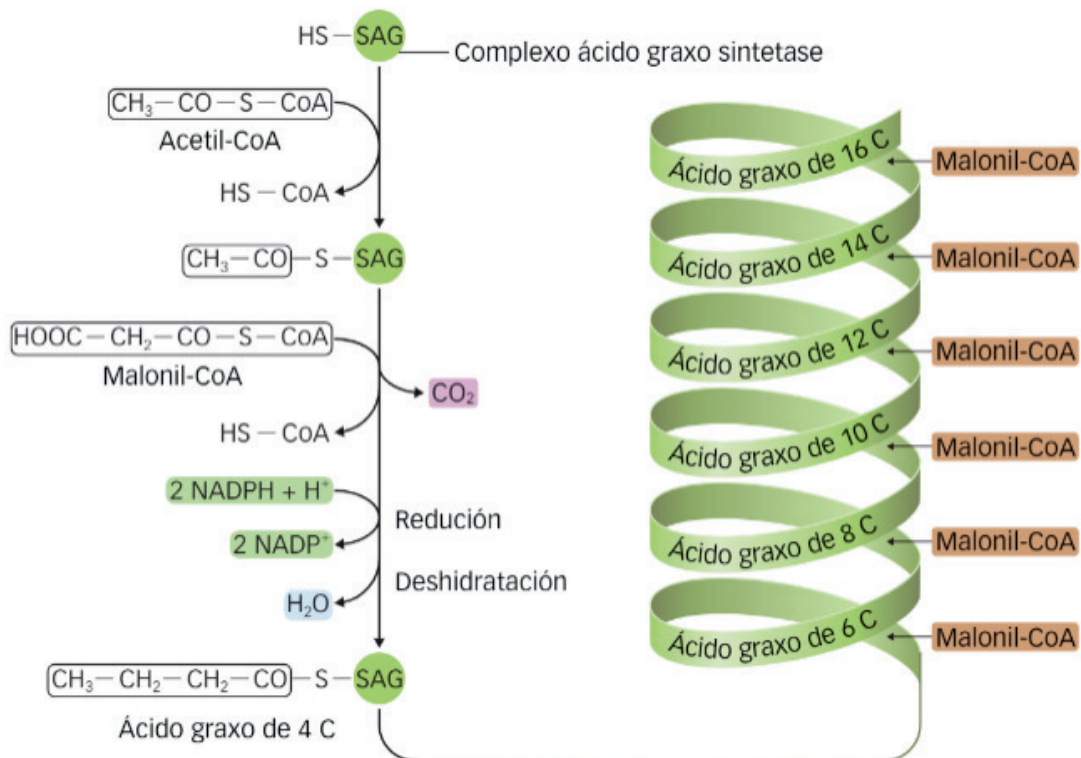


Figura 10. Síntese de ácidos graxos no citoplasma

5.3. SÍNTESIS DE TRIACILGLICÉRIDOS

As moléculas de ácidos graxos van uníndose ó glicerol-3-fosfato mediante enlaces tipo éster, formando primeiro un monoacilglicérido, despois un diacilglicérido e finalmente, coa liberación do grupo fosfato, un triacilglicérido. Este proceso lévase a cabo fundamentalmente nas células hepáticas e nos adipocitos.

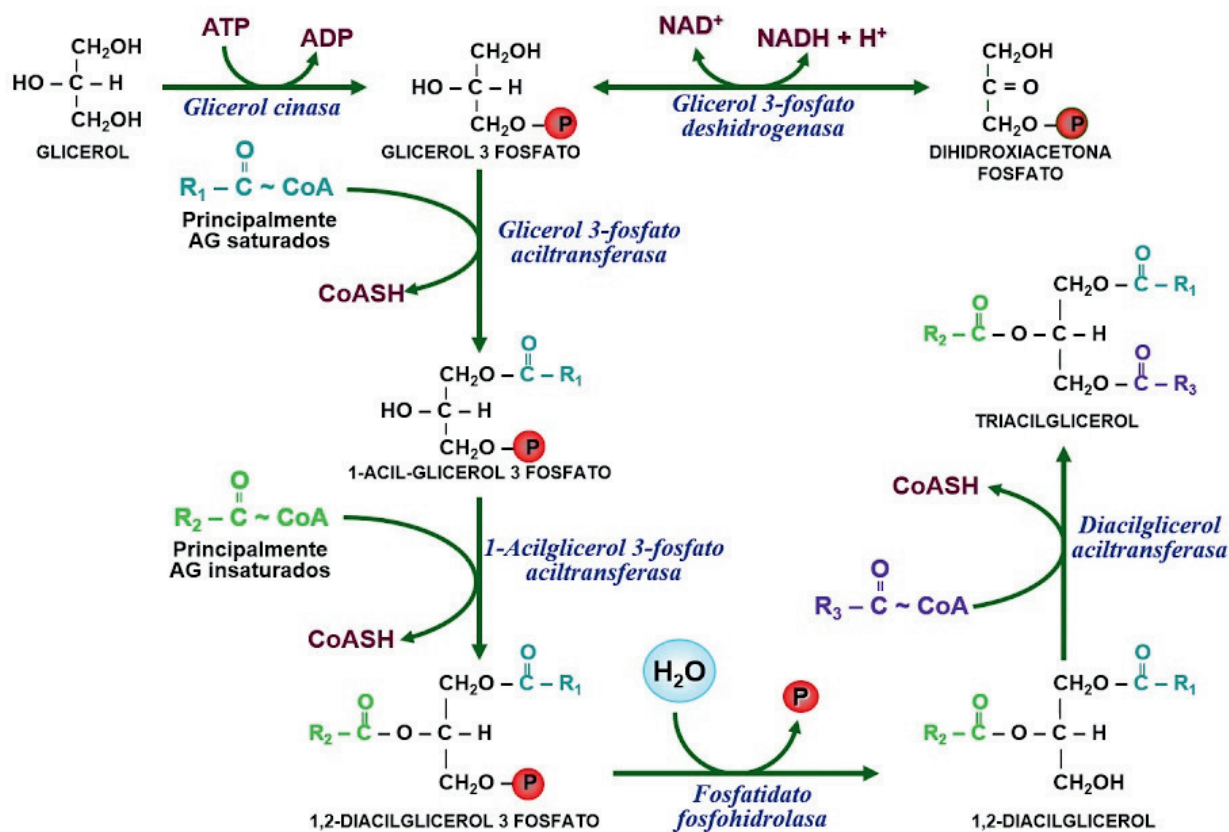


Figura 11. Formación de triacilglicéridos a partir de glicerina e 3 ácidos graxos formados na etapa anterior

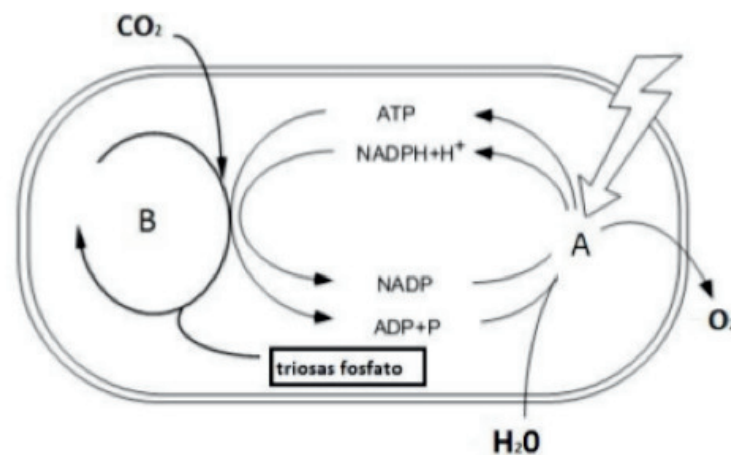
Xuño 2019 - Realice un esquema que relacione a fase luminosa e a fase escura da fotosíntese. Localice a nivel subcelular onde se leva a cabo cada fase e indique os substratos e produtos das mesmas.

Setembro 2008

- Que función ten a luz na fotosíntese?
- Cal é a función da clorofila?
- Como se producen e como se utilizan o ATP e o NADPH na fotosíntese?
- Como se forman os hidratos de carbono a partir do CO_2 na fotosíntese?
- De onde proveñen os protóns?

Xuño 2010 e Xuño 2016 - Na fotosíntese: Indica o papel da auga, luz e CO_2 . Explica o papel dos fotosistemas e sinala a súa localización no orgánulo correspondente. Que produtos orixinados na fase luminosa son utilizados no ciclo de Calvin e con que fin?

Xuño 2015 - En relación ao esquema representado na Figura 1. De que proceso se trata? En que orgánulo se desenvolve? En que tipo de células? Considera que se trata dun proceso anabólico ou catabólico? Razoe a resposta. Indique o nome das dúas partes do proceso (A e B) indicando a localización subcelular onde se realiza e explicándoos brevemente.



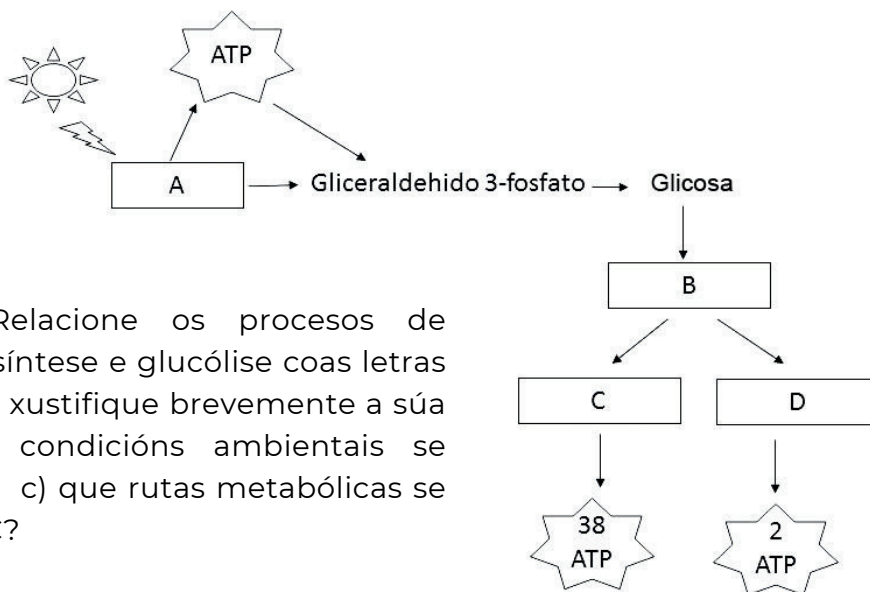
Xuño 2018 - Explique brevemente o proceso da fosforilación oxidativa e indique:

- con que composto empeza e con cal remata
- onde ten lugar
- que se xera
- para que serve

Xuño 2014 - Sinala de forma razoada as diferenzas entre os seguintes termos: autótrofo-heterótrofo, fase luminosa-fase escura, granas-lamelas, ATP-NADPH₂. Onde se atopan os pigmentos fotosintéticos e cal é a súa función?

Xuño 2017 - Relaciónanse a continuación 10 procesos metabólicos. Indique, para cada un deles, o orgánulo onde se realiza e, polo menos, un dos produtos que se obtén:

- 1.- fase luminosa da fotosíntese
- 2.- β -oxidación
- 3.- fermentación alcohólica
- 4.- fosforilación oxidativa
- 5.- glicólise; 6.- replicación
- 7.- ciclo de Calvin
- 8.- ciclo de Krebs
- 9.- tradución
- 10.- gliconeoxénese



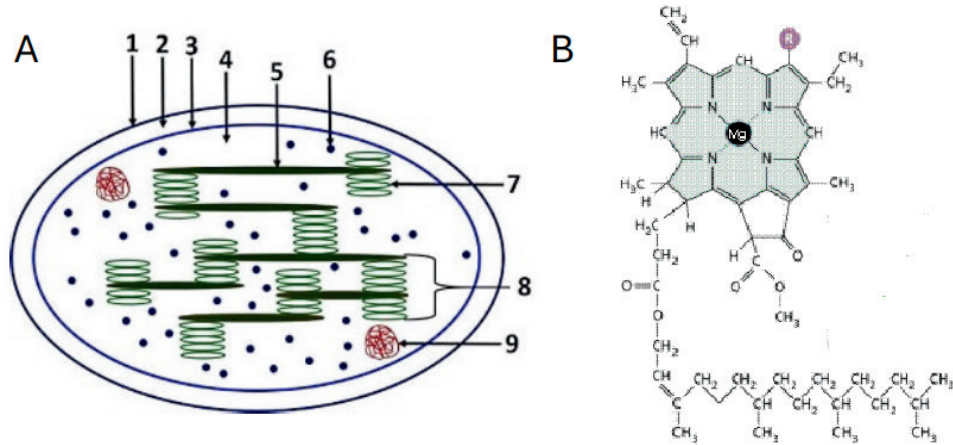
Extraordinaria 2021 - a) Relacione os procesos de respiración, fermentación, fotosíntese e glucólise coas letras A, B, C e D da figura da dereita; xustifique brevemente a súa resposta. b) Sinale en que condicións ambientais se producen os procesos A, C e D. c) que rutas metabólicas se levan a cabo nos procesos A e C?

Ordinaria 2022 - Copie a táboa na folia de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos.

	Anabólico/ Catabólico	Ubicación	Substratos	Productos
Glicólise				
Descarboxilación oxidativa				
Ciclo de Krebs				
Fosforilación oxidativa				
Fermentación láctica				
Fermentación alcólica				
Fase luminosa da fotosíntese				
Ciclo de Calvin				

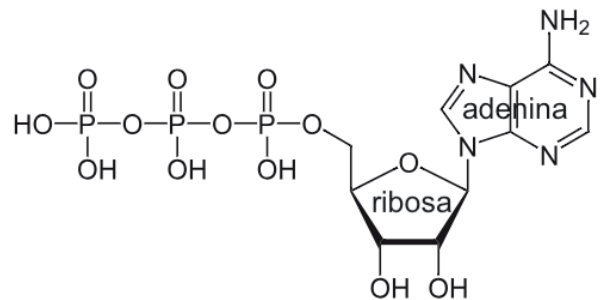
Ordinaria 2025

- A) Identifique o orgánulo representado na figura e indique o nome das estruturas sinaladas cos números 1-9.
- B) Que proceso, de gran importancia biolóxica, ten lugar nese orgánulo?
- C) Identifique a molécula marcada como B na figura e indique en que parte do orgánulo se localiza. Cal é a súa función?



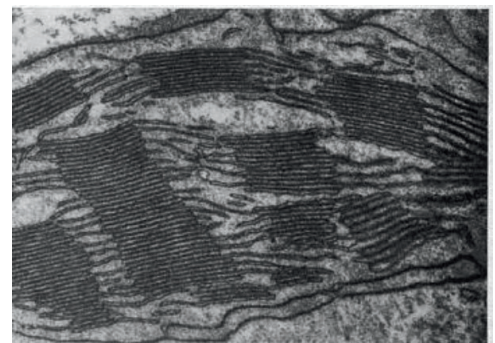
Ordinaria 2025

Identifique o composto representado na figura e indique a que tipo de biomoléculas pertence. Cal é o seu papel no metabolismo celular? Cal é o nome da ruta da fotosíntese na que se consume ese composto?



Extraordinaria 2025

- A) Indique o nome do orgánulo da figura e a súa principal función.
- B) Que proceso ten lugar nese orgánulo? En que fases se divide e onde se localizan cada unha delas?
- C) Escriba a reacción global do principal proceso que ten lugar nese orgánulo.

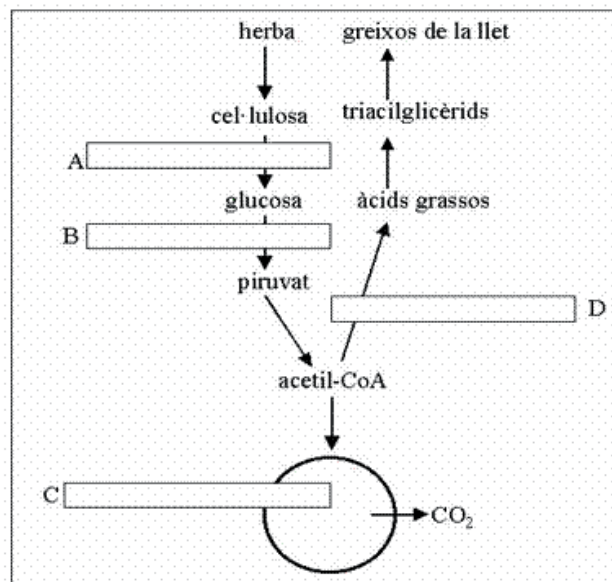


OUTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Cataluña, Xuño de 2003

As vacas de leite producen unha media de 30 a 40 litros de leite ao día, cun alto contido en graxas, hidratos de carbono e proteínas. E todo iso producen a partir da herba da que se alimentan.

2) As vacas fabrican unha gran cantidade de graxa a partir da celulosa da herba. No diagrama de metabolismo, indica os nomes dos procesos A, B, C e D que participan nesta transformación. Sobre a mesa tamén apuntei en que procesos celulares se producen B e C.



Cataluña, Xuño de 2004

As bacterias sulfurosas *Sulfolobus*, microorganismos capaces de vivir en respiracións hidrotermais nas dorsais profundas do océano, obteñen enerxía de compostos inorgánicos. As poboacións desta bacteria sosteñen un ecosistema complexo en ausencia de luz. A miles de metros sobre a superficie desenvólvense comunidades de algas microscópicas que proporcionan alimento a unha gran variedade de peixes planctívoros.

1.- Completa a seguinte táboa, indicando a orixe da enerxía (radiación solar, compostos orgánicos, compostos inorgánicos) e do carbono (CO_2 , materia orgánica) para os tres tipos metabólicos especificados. Indica tamén cales serían os organismos fotoautótrofos e quimioheterótrofos en función dos medios mariños do exemplo.

Tipos de organismos segundo o seu metabolismo	Fonte de enerxía	Fonte de carbono	Exemplos
Fotoautótrofos			
Quimioautótrofos			
Quimioheterótrofos			

2.- Explica se as seguintes afirmacións son verdadeiras ou non:

- As células dos organismos quimioheterótrofos son sempre aeróbicas.
- A fotosíntese e a respiración celular son mutuamente excluínates: unha célula que realiza a fotosíntese non respira.

Canarias, xullo de 2021

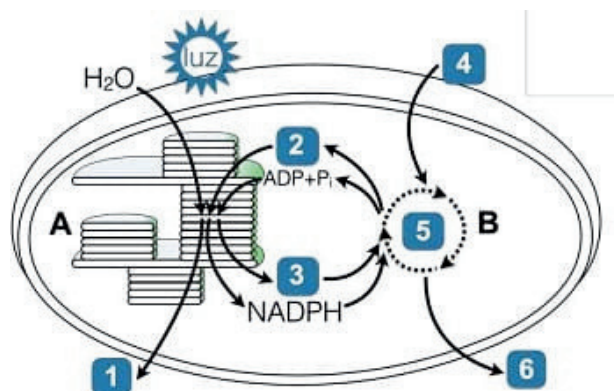
A clasificación dos organismos pódese realizar en función dos procesos que realizan para obter materia e enerxía.

- Como se chaman os organismos que obteñen a súa enerxía da oxidación-redución de compostos no seu medio?
- Como se chaman os organismos que obteñen ATP transformando a enerxía luminosa?
- Que fonte de carbono utilizan os organismos quimioautótrofos?

Aragón, Xuño de 2021

O seguinte esquema adxunto representa un proceso metabólico fundamental para a vida na Terra:

- Que proceso representa o esquema no seu conxunto? En que fases se divide (A e B) e onde se localiza cada unha delas?
- Explique brevemente que papel ten a luz neste proceso.
- Indique a que proceso, substrato ou produto corresponden os números 1 ó 6 do debuxo.
- É posible atopar ARN neste orgánulo? Razone a resposta.



Aragón, Setembro de 2017

Indicar 3 diferenzas entre respiración celular e fotosíntese.

Comunidade Valenciana, xullo de 2019

- Como se chama o principal proceso biolóxico polo que algúns organismos liberan osíxeno?
- Cal é o papel da auga neste proceso?
- Que impacto ten este proceso na vida na Terra?

Castela e León, xuño de 2021

Sobre a fotosíntese, responde ás seguintes preguntas:

- Que é a fotólise da auga? Que biomoléculas formadas nas fases de luz acíclica e cíclica se utilizan na fase biosintética?
- Cal é a molécula aceptora de CO_2 no ciclo de Calvin e que encima cataliza a fixación deste gas?
- En que parte do cloroplasto e en que fase da fotosíntese se xera a glicosa?
- Que grandes grupos de microorganismos teñen fotosíntese osíxena?

Navarra, xuño de 2021

- Cal é a función da fase clara e da fase escura ou biosintética da fotosíntese?
- Poderíamos dicir que a primeira ten lugar de día e a segunda de noite? Motiva a túa resposta.

Cantabria, xullo de 2021

Fotosíntese: que papel xogan o ATP e o NADPH na fotosíntese? Cal é a orixe do O_2 xerado na fotosíntese? De onde obtén a planta o N para formar as súas proteínas? As plantas poden xerar ATP en ausencia de luz? Razona as respostas.

Navarra, xuño de 2022

- Nomea os principais grupos de seres vivos fotosintéticos.
- Explica en que estruturas realiza cada unha delas a fotosíntese.
- Cal é a función da clorofila neste proceso?

Murcia, xullo de 2022

En relación coa fotosíntese oxénica, indicar os substratos iniciais, os produtos finais e o balance enerxético da fase lumínica e da fase escura, explica a relación entre ambas as fases e sitúalos con precisión na célula

Castela e León, xuño de 2024

Respecto ao proceso fotosintético nunha célula eucariota:

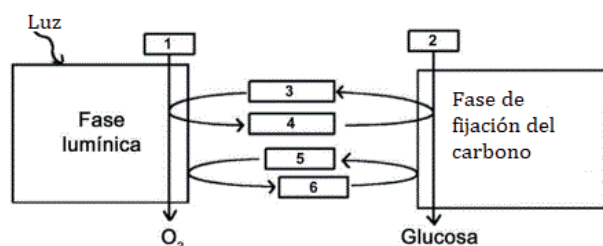
- En que orgánulo celular ten lugar?
- Cales son as moléculas que captan a enerxía luminosa?
- Indica que moléculas se xeran durante a fase luminosa e para que serven.
- En relación á fixación de CO_2 , en que parte do orgánulo se produce? En que vía metabólica e en que fase da fotosíntese ten lugar?

Madrid, xuño de 2024

Explica a diferenza entre a fotosíntese osíxénica e a anoxénica. Indique un tipo de organismo que leva a cabo cada unha delas.

Cataluña, Setembro de 2019

Escrebe o nome dos metabolitos sinalado cun número no esquema da dereita.



Aragón. Setembro 2003

Responde ás seguintes preguntas, explicando brevemente a túa resposta:

- Que molécula é a doadora de electróns para que a fase lixeira da fotosíntese teña lugar nas plantas?
- Que pasa cos electróns?
- Cales son os produtos da fase lixeira da fotosíntese?
- Onde se sitúan as reaccións da luz no cloroplasto? Que molécula é a encargada de captar a enerxía luminosa para transformala en enerxía química?

Aragón. Xuño 2002

Breve tema de desenvolvemento: A fase lixeira da fotosíntese: localización celular, funcións da clorofila e dos fotosistemas e interpretación global do proceso.

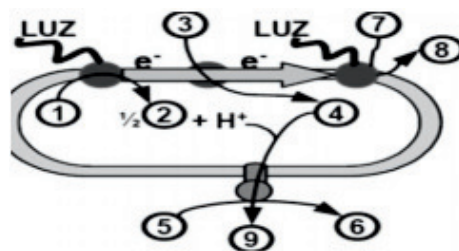
Aragón. Setembro 2001

Explica brevemente o que é a clorofila.

Canarias, xullo de 2020

A imaxe adxunta representa un proceso metabólico de gran importancia biolóxica.

- Como se chama o proceso?
- Identifica os compoñentes/procesos enumerados (do 1 ao 8) na figura.
- Este proceso metabólico é catabólico ou anabólico?



Castela A Mancha, xullo de 2021

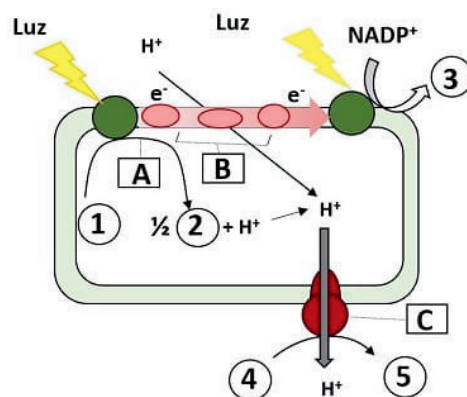
En 1937, o bioquímico británico Robert Hill descubriu o mecanismo polo cal os cloroplastos illados nunha solución acuosa producen O_2 cando se iluminan, aínda que non haxa CO_2 no medio. Así, estableceuse que a fotosíntese ten lugar en dúas etapas, unha dependente da luz e outra non.

- En que lugar do cloroplasto ten lugar a fase luminosa? De onde procede o osíxeno liberado nesta fase?
- Ademais do osíxeno, que outras dúas moléculas importantes se producen nesta etapa? Para que servirán na fase escura?
- Que é a clorofila? Que papel xoga na fase luminosa?

Castela A Mancha, xullo de 2022

A imaxe representa a fase luminosa da fotosíntese. Responde as preguntas sobre a imaxe.

- Identifica as moléculas 1 e 2 e di que proceso representa a letra A. Que papel xoga 1 neste proceso?
- Describe o proceso B e as moléculas 4 e 5. Que papel xoga B na síntese de 5?
- Nomea o encima marcado coa letra C e describe brevemente como funciona.
- Que pasará coas moléculas 3 e 5 na fase escura da fotosíntese?



Navarra, xuño de 2023

Unha parte do aparello fotosintético atópase na membrana dos tilacoides.

- Explica a estrutura do orgánulo celular referido, indicando as súas partes.
- Nomea os procesos que teñen lugar na membrana dos tilacoides e escribe a súa reacción global.
- Indique os pigmentos que interveñen neste proceso e a súa función.

Aragón. Setembro 2009

En relación coa fotosíntese:

- a) Que é un complexo de antenas? Xustifica a túa resposta.
- b) Cantos fotosistemas interveñen e cal é a súa misión?
- c) Como inflúe a cor da luz?
- d) Cal é o centro de reacción?
- e) Cal é a función da clorofila?

Aragón. Xuño 2009

En relación coa fotosíntese:

- a) Por que necesitan auga os cloroplastos? Xustifica a túa resposta.
- b) Cantas moléculas de CO₂ haberá que incorporar ao ciclo de Calvin para dar lugar a unha molécula de sacarosa?
- c) Que é un fotosistema?
- d) Que papel xogan os procesos redox ou de transporte de electróns na fase luminosa da fotosíntese?
- e) Cal é a función da clorofila?

Murcia, setembro de 2018

En relación co proceso fotosintético:

- a) Como se chaman os sistemas captadores de luz? Indícaos e nomea os seus compoñentes.
- b) Indique os produtos que se orixinan durante a fotofosforilación cíclica e acíclica. Cal é o destino destes compostos?
- c) Escribe a ecuación global da fotosíntese.

Murcia, xuño de 2017

En relación co anabolismo:

- a) En que fotosistema se produce a formación de NADPH?
- b) En que partes do cloroplasto ten lugar a fase lixeira da fotosíntese e da fixación do CO₂?
- c) Explica a reacción global do ciclo de Calvin para a síntese dunha molécula de hexosa.

Asturias, xuño de 2022

Jan Anderson foi unha química neozelandesa nada en 1932 que demostrou que as moléculas de clorofila das células vexetais non actúan de xeito illado senón que se asocian para formar unidades fotosintéticas moi organizadas que ela chamou fotosistemas.

- a. Cales son os compoñentes dun fotosistema e que fai cada un deles?
- b. Que tipos de fotosistemas existen e en que se diferencian?
- c. As reaccións do ciclo de Calvin non dependen directamente da luz e, con todo, xeralmente non ocorren pola noite. Explica por que.
- d. As atrazinas son herbicidas que inhiben a acción da plastoquinona. Explica por que estas substancias impiden o metabolismo das plantas.

Andalucía, xuño de 2018

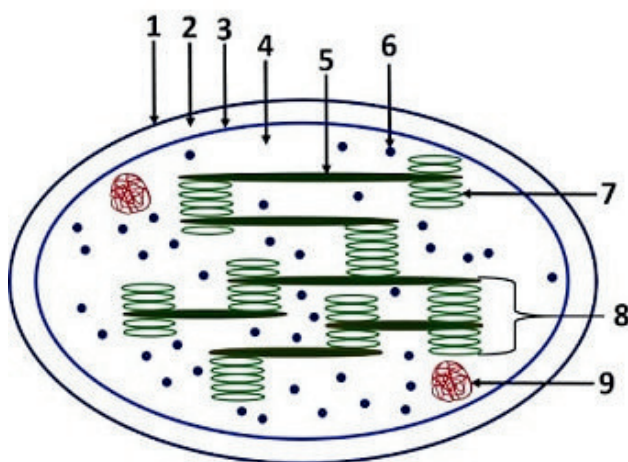
- Indica as fases da fotosíntese e os procesos básicos que teñen lugar en cada unha delas.
- Describe a fotofosforilación e a súa localización dentro do orgánulo celular correspondente.

Aragón. Xuño 2003

Como se transforma a enerxía luminosa en enerxía química? Que papel xoga a auga nestes procesos?

Asturias, xuño de 2023

O proxecto WatchPlant do CSIC persegue o desenvolvemento dunha nova tecnoloxía que combine plantas vivas e intelixencia artificial para medir a contaminación nas cidades e relacionala coa saúde humana. No diagrama mostrado:



- Indica o nome deste orgánulo e as estruturas numeradas 1-2-3-4-5-6-7-8-9.
- Indica a localización celular da clorofila e do encima ribulosa 1,5-bisfosfato.
- Indique as diferenzas entre a fotofosforilación acíclica e a fotofosforilación cíclica.
- Expressa o proceso realizado neste orgánulo mediante unha ecuación global.

Comunidade Valenciana, Xuño de 2023

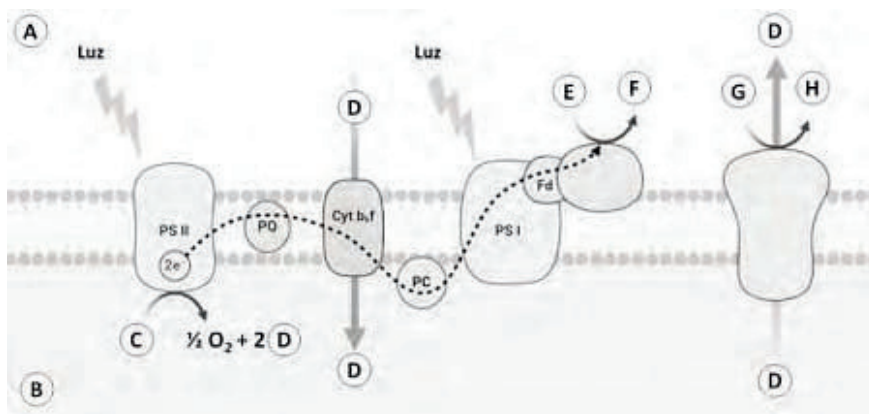
Indica as semellanzas e diferenzas da fotofosforilación e a fosforilación oxidativa.

Navarra, Xullo de 2023

- Nunha célula vexetal, en que dous orgánulos se produce a síntese da maior parte do ATP?
- Que teñen en común e en que se diferencian os procesos de síntese de ATP en ámbolos dous orgánulos?

Cantabria, Xuño de 2024

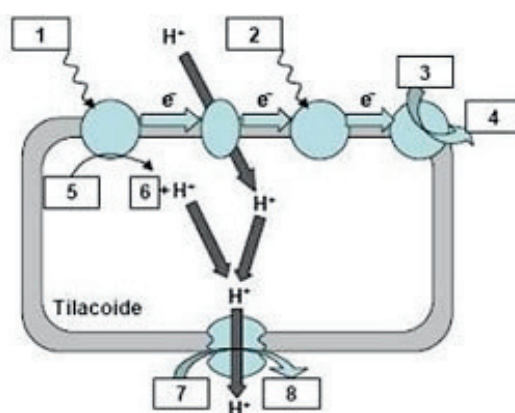
Que proceso se representa na figura? Nomea os espazos intracelulares A e B, e os compostos B, C, D, E, F, G e H. Cal é a fonte de enerxía que permite a síntese do composto H?



Aragón. Xuño 2014

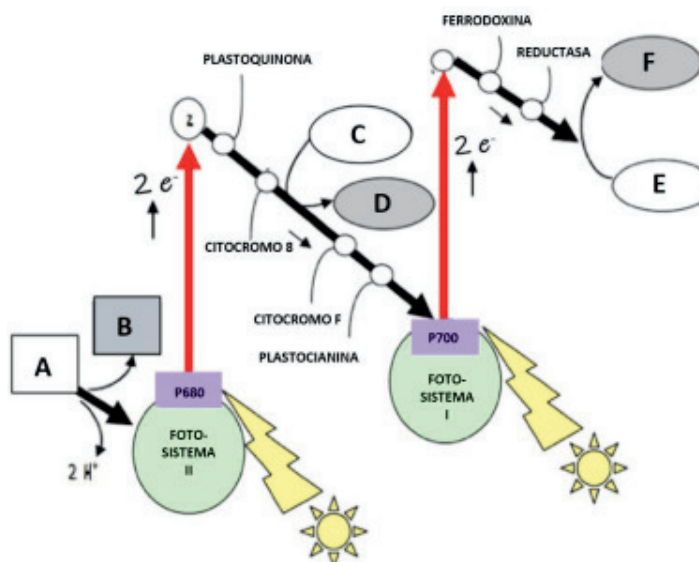
En relación coa imaxe adxunta, contesta as seguintes preguntas:

- Que proceso biolóxico se representa na figura? Cal é a súa finalidade? Que tipo de células o realizan?
- Indica que corresponde a cada número
- Indica en que orgánulos teñen lugar
- Cal é o papel da auga neste proceso.



Castela A Mancha, xullo de 2020

En 1939, o bioquímico británico Robert Hill aclarou as reaccións da fase luminosa, proceso ao que se corresponde este esquema.

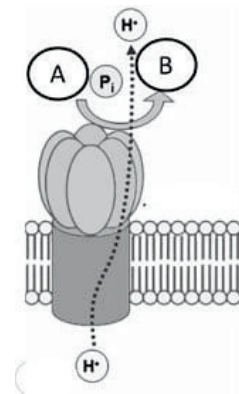


- En que orgánulo celular e en que parte de dito orgánulo ten lugar este proceso? Identifica as moléculas marcadas coas letras A e B.
- Dentro do proceso da fotosíntese, para que se empregarán despois as moléculas D e F?

Valencia, xullo de 2022

En relación á imaxe:

- Indica que molécula se identifica na imaxe;
- Que hipótese describe o seu funcionamento? Explícao brevemente;
- Nomea as moléculas que representan A e B.



Madrid, xuño de 2023

- Indique as fontes de carbono e enerxía empregadas polos seres fotoautótrofos e quimioheterótrofos
- Que produto común se produce na glicólise e na beta-oxidación? Nomea outra forma na que tamén se forma este produto. Indique dous destinos metabólicos nos que se pode consumir este produto
- Indique os substratos da fotofosforilación acíclica e os produtos do Ciclo de Calvin

Murcia, xullo de 2023

Explica en que consiste a fotólise da auga e sitúaa con precisión na célula eucariota . Indica a vía metabólica da que forma parte e describe o seu papel nela.

Madrid, xuño de 2024

Indique a localización do cloroplasto da cadea de transporte de electróns e cite os tres produtos finais obtidos na fase dependente da luz da fotosíntese.

Cantabria, xullo de 2024

Durante a fotosíntese, a luz excita os electróns do fotosistema II, que son transferidos á cadea portadora de electróns. Como se chama o proceso que se encarga de substituír estes electróns? Debuxa a túa reacción global. Que biomoléculas se forman nas fases de luz acíclica e cíclica, respectivamente? Cal é a molécula aceptora de CO₂ no ciclo de Calvin e que encima cataliza a fixación deste gas? Por último, indica os grupos de organismos que presentan fotosíntese osíxena.

Aragón. Xuño 2011

Responde as seguintes preguntas sobre a fotosíntese:

- Por que necesitan auga os cloroplastos? Xustifica a túa resposta.
- Cantas moléculas de CO₂ haberá que incorporar ao ciclo de Calvin para dar lugar a unha molécula de sacarosa?
- Que é un fotosistema?
- Que diferenzas existen entre a fase non cíclica e a cíclica?

Aragón. Xuño 2007

Nunha célula vexetal:

- a) Onde se libera o osíxeno e cal é o motivo?
- b) Onde se consome o osíxeno e por que se consome?
- c) A que molécula se debe a cor verde dos vexetais? Onde está situado? Que papel xoga esta molécula?
- d) Onde se consome o CO₂? Cal é o motivo de consumilo?

Cantabria, xullo de 2019

Representa mediante un esquema os acontecementos que teñen lugar na fase escura da fotosíntese, indicando os produtos máis importantes obtidos neste proceso biolóxico.

Castela e León, xullo de 2019

Respecto ao ciclo Calvin:

- a) Indica se é un proceso anabólico ou catabólico. En que orgánulo ten lugar e en que parte del?
- b) Indique a molécula que se rexenera no ciclo e a coenzima reducida que se precisa.
- c) Indique a molécula que proporciona enerxía ao ciclo de Calvin e en que fase se obtivo dita molécula.
- d) Explica cal é a finalidade deste ciclo.

A Ríoxa, xuño de 2021

Que se entende por fotorrespiración? En que células se produce e que orgánulos interveñen neste proceso? Diferenciar claramente entre plantas C₃ e C₄. Pon dous exemplos de cada tipo.

Canarias, xuño de 2022

Un estudo publicado na revista Nature plants analiza a existencia dun mecanismo para controlar a maduración do tomate, mediante a transformación de cloroplastos en cromoplastos.

- a.- Como se chama o encima que permite fixar o CO₂ na fotosíntese?
- b.- En que parte ou compartimento do cloroplasto se produce a chamada fase escura?
- c.- Durante a fotosíntese libérase osíxeno. De que molécula procede?
- d.- Que compostos ricos en enerxía se producen durante a fotofosforilación?

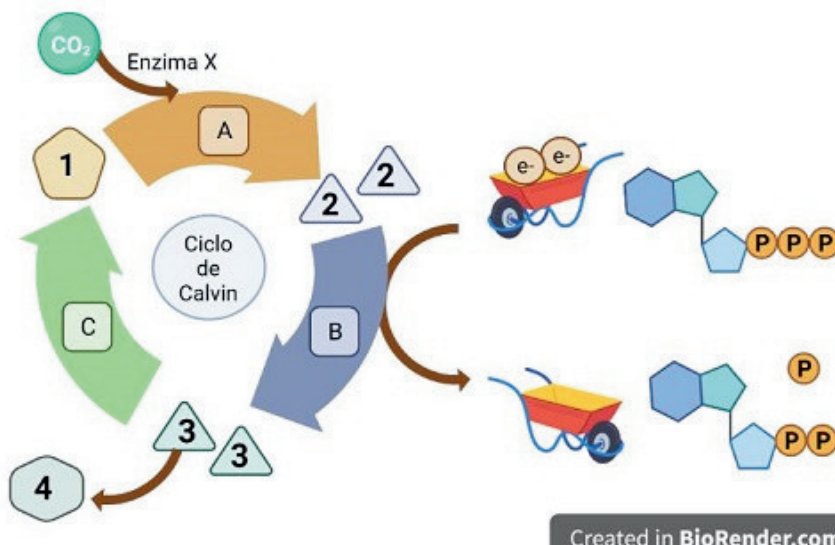
Canarias, xullo de 2024

A fotosíntese é un proceso clave para manter a vida na Terra. Sería difícil imaxinar o noso planeta sen a presenza deste mecanismo bioquímico.

- a. Que é a fotólise da auga?
- b. Que biomoléculas formadas na fase lixeira se utilizan na fase biosintética?
- c. Cal é a molécula aceptora de CO₂ na fase biosintética?
- d. Indica o espazo e a fase da fotosíntese na que se xera a glicosa.

Castela A Mancha, xullo de 2023

A imaxe da esquerda mostra o ciclo que ten lugar durante a fase escura da fotosíntese.



- O ciclo comeza coa fase A. Que molécula representa o número 1? Que encima cataliza este proceso?
- As moléculas 2 e 3 son o fosfoglicerato (PG) e o gliceraldehído 3 fosfato (GA3P). Que é cada un? Xustifica a túa resposta.
- De onde veñen os electróns NADPH? E que pasa coa enerxía ATP? Xustifica a túa resposta.
- O obxectivo final deste proceso é a síntese de 4. Que molécula é? Por que se di que este é un proceso "autótrofo"?

Murcia, xullo de 2024

A seguinte ecuación global representa un proceso esencial para moitos organismos:



- Que proceso é este e en que orgánulo celular se produce? Indique as fases das que consta e os compoñentes do dito orgánulo en que se desenvolven.
- Indica en cal destas fases ten lugar a fixación do CO_2 atmosférico e explica de forma concisa como se produce; Nomea as moléculas que proporcionan a enerxía necesaria para o proceso e explica a súa orixe.

Comunidade Valenciana, Xuño 2022

Respecto á fotosíntese, responde as seguintes cuestións:

- Indica o balance global do proceso e que tipo de ruta metabólica é.
- Explica brevemente que ocorre en cada fase da fotosíntese e onde ten lugar cada unha.
- Define que é un fotosistema e indica as partes que o forman.

A Ríoxa, Xullo de 2020

Copie e complete o seguinte cadro:

Proceso metabólico	Localización subcelular (orgánulos e lugar deste)	Produtos obtidos
Fase luminosa da fotosíntese		
Ciclo de Krebs		
Ciclo de Calvin		
Fosforilación oxidativa		

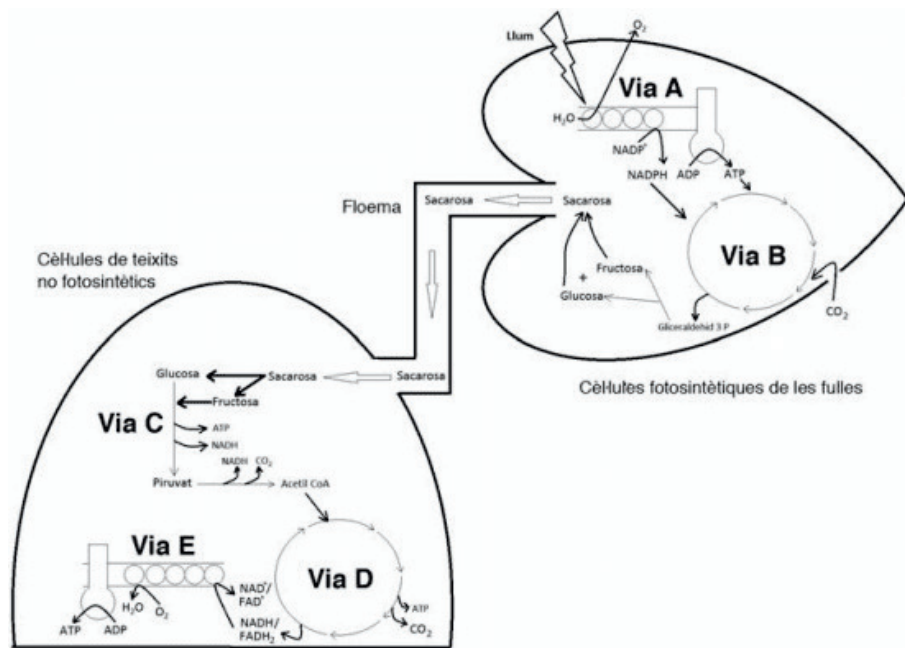
Canarias, Xuño de 2021

Indica en que lugar específico celular se desenvolven os procesos citados na táboa adxunta. Indica cun SI ou un NON se estes procesos teñen lugar nunha célula animal e/ou vexetal.

Proceso	Localización interior celular	Célula	
		Animal	Vexetal
β -oxidación de ácidos graxos			
Ciclo de Krebs			
Ciclo de Calvin			
Glicólise			
Fermentación láctica			
Fosforilación oxidativa			

Cataluña, Extraordinaria 2023

No seguinte esquema móstranse as vías metabólicas que conducen á síntese da sacarosa nas follas, o seu transporte a través do floema e, unha vez hidrolizados, o uso dos seus produtos nas células dos tecidos non fotosintéticos.



Completa a seguinte táboa indicando o nome, a localización celular e, se é o caso, a localización subcelular das vías metabólicas indicadas.

Proceso metabólico	Nome da vía	Localización celular e, se corresponde, subcelular
Vía A		
Vía B		
Vía B		
Vía B		

Cataluña, Extraordinaria 2022

Nun apartado do seu traballo de investigación, este grupo de estudantes explica o efecto da perda de follas nas aciñeiras, pero escribiuno con demasiada rapidez e cometeron cinco erros na primeira versión que lle enviaron ao profesor, reproducida a continuación. No seguinte cadro, indique os erros que sinalará a profesora e escriba a xustificación que debe darlles.

A perda de follas afecta gravemente ás aciñeiras, xa que as follas son os principais órganos fotosintéticos das plantas.

As dúas fases da fotosíntese teñen lugar dentro das mitocondrias das células da folla:

Fase luminosa: a enerxía luminosa captada pola clorofila utilízase para a fotosíntese da auga e, mediante unha cadea de transporte de electróns, fórmase ATP e NADP+, que se utilizarán na seguinte fase. O dióxido de carbono fórmase como produto da fotólise da auga.

Fase escura: a enerxía química acumulada na fase lixeira úsase no ciclo de Calvin para captar osíxeno e sintetizar azucres. Esta fase ten lugar dentro da membrana tilacoide.

Erro (copie o fragmento do texto onde se atopa)	Xustificación