

Tema 11. Metabolismo

(bloque 4)

1.METABOLISMO

1.1. CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

1.2. ORGANISMOS AUTÓTROFOS E HETERÓTROFOS.

2. CATABOLISMO.

2.1. CONCEPTOS XERAIS

2.2. RESPIRACIÓN AEROBIA

3. CATABOLISMO DE GLÍCIDOS

3.1. GLICOLISE

3.2. FERMENTACIÓNS ANAEROBIAS

3.3. CICLO DE KREBS

3.4. CADEA DE TRANSPORTE DE ELECTRÓNS E FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

4. CATABOLISMO DE LÍPIDOS

5. CATABOLISMO DE PROTEÍNAS

6. PANORÁMICA XERAL DO CATABOLISMO

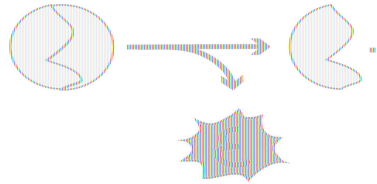
Bloque 4. Metabolismo celular

CONTIDOS	ORIENTACIONES
Enzimoloxía	Analizar gráficas de cinética enzimática relacionadas cos seguintes conceptos: centro activo, saturación, inhibición competitiva, V_{max} , $\frac{1}{2}V_{max}$ e K_m .
Modelos de acción enzimática	Coñecer os modelos de acción enzimática de chave-pechadura e de axuste inducido.
Cinética enzimática	Coñecer as propiedades dos encimas como catalizadores biolóxicos. Coñecer e explicar o mecanismo da ecuación da reacción enzimática: $E+S \rightarrow ES \rightarrow E+P$ Explicar o papel do centro activo na formación do complexo E-S. Identificar os principais compoñentes do centro activo dos encimas. Coñecer e interpretar a gráfica de variación da velocidade da reacción enzimática en función da concentración de substrato. Calcular graficamente o valor da K_m e relacionalo coa afinidade do encima polo seu substrato.
Mecanismos de regulación enzimática	Coñecer e explicar os factores que afectan á actividade enzimática. Coñecer e explicar os tipos de inhibición enzimática. Coñecer as diferenzas entre encimas típicos e os alostéricos. Explicar como ten lugar a regulación alostérica. Comprender o papel dos encimas alostéricos na regulación do metabolismo.
O metabolismo celular. Comparación entre anabolismo e catabolismo	Coñecer o papel do metabolismo desde un punto de vista global. Coñecer o papel do poder redutor e do ATP nos procesos metabólicos. Coñecer a diferenciación dos mecanismos de síntese da materia orgánica respecto dos de degradación e os intercambios enerxéticos asociados a eles. Coñecer o significado biolóxico da respiración celular indicando as diferenzas entre a vía aerobia e a anaerobia respecto da rendibilidade enerxética. Coñecer os produtos finais orixinados e o interese industrial destes últimos.
Catabolismo	
Respiración aerobia, β -oxidación dos ácidos graxos, ciclo de Krebs, cadea de transporte de electróns e fosforilación oxidativa.	Definir respiración aerobia e coñecer as condicións nas que se desenvolve. Recoñecer a ruta da respiración aerobia da glicosa: glicólise, descarboxilación oxidativa do pirúvico, ciclo de Krebs e cadea respiratoria. Coñecer a finalidade da respiración aerobia da glicosa: síntese de ATP por fosforilacións a nivel de sustrato e por fosforilación oxidativa. Coñecer o mecanismo básico da β -oxidación dos ácidos graxos. Coñecer como se consegue o ATP nesta ruta. Comprender a relación entre a cadea respiratoria e o proceso de fosforilación oxidativa.
Respiración anaerobia. Glicólise e fermentación.	Definir respiración anaerobia e coñecer as condicións nas que se desenvolve. Coñecer e explicar en que condicións se producen os principais tipos de fermentación.
Rendemento enerxético e eficiencia do metabolismo aeróbico fronte ao anaeróbico.	Representar con esquemas xerais que poñan de manifesto as diferenzas entre as dúas vías, sen necesidade de abordar aspectos concretos como a estrutura dos metabolitos ou o nome dos distintos encimas implicados nas reaccións.
Anabolismo	
Anabolismo heterótrofo, síntese de aminoácidos, proteínas e ácidos graxos	Identificar os procesos incluídos no anabolismo heterótrofo. Recoñecer as diferenzas entre anabolismo heterótrofo e autótrofo
Anabolismo autótrofo, fotosíntese e quimiosíntese	Coñecer os tipos de anabolismos autótrofos e a súa importancia no metabolismo celular. En relación coa fotosíntese: Diferenciar as fases da fotosíntese e a súa localización no interior da célula. Describir a fase luminosa da fotosíntese (explicando o esquema en Z). Comprender as diferenzas entre as fases luminosas cíclica e acíclica. Describir o ciclo de Calvin e comprender a súa dependencia dos produtos obtidos na fase luminosa (ATP e poder redutor).
Importancia biolóxica dos principais procesos anabólicos	Analizar as principais diferenzas do anabolismo en organismos autótrofos e heterótrofos.

1. METABOLISMO

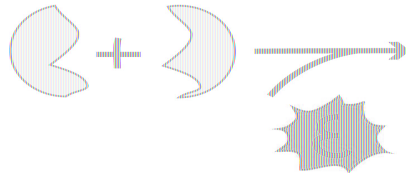
O **Metabolismo** é o conxunto de tódalas reaccións químicas que ocorren no interior das células dun organismo, mediante as que se obtén a **enerxía e a materia** necesarias para levar a cabo as funcións vitais. Existen dous tipos de reaccións metabólicas:

- Degradación de moléculas orgánicas para obter enerxía química que se acumulará nos enlaces dos ATP. Moléculas complexas transfórmanse noutras máis sinxelas.



CATABOLISMO

- Síntese de moléculas orgánicas que forman os compoñentes das células, consumindo a enerxía acumulada nos ATP. Con moléculas sinxelas constrúense outras máis complexas.

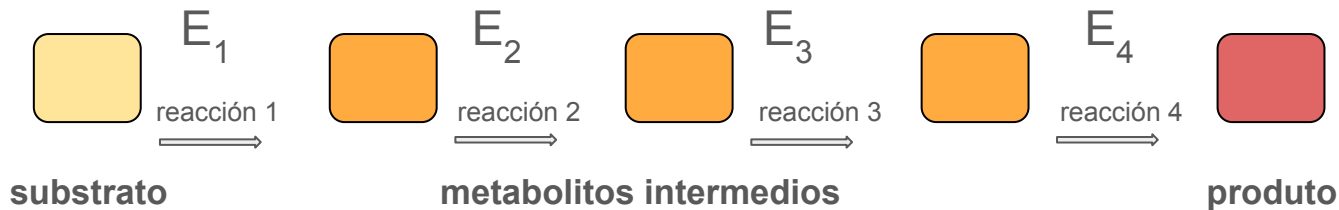


ANABOLISMO

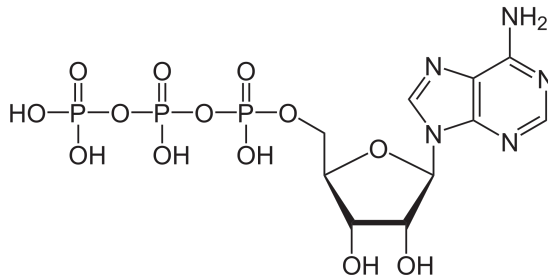
CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

1. Son reaccións catalizadas por **enzimas**.

1. As reaccións químicas están encadeadas, organizándose en **vías ou rutas metabólicas**, é dicir, en secuencias de reaccións sucesivas, cada unha delas catalizada por un enzima específico, de forma que o produto dunha reacción é o substrato da seguinte.

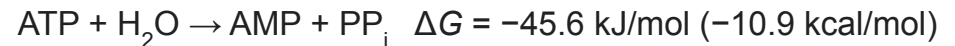
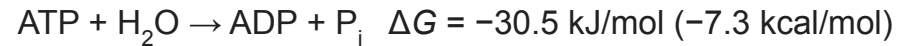
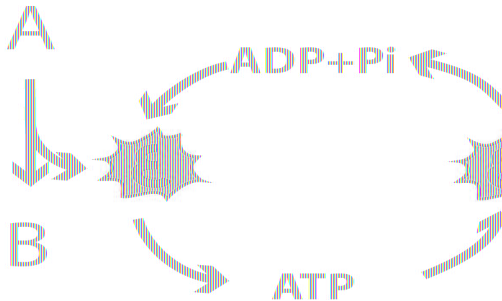


3. Nas reaccións do metabolismo o **ATP** actúa como molécula enerxética, xa que acumula a enerxía nos enlaces que unen os grupos fosfato, podendo rompelos (para liberar enerxía) ou formalos (para acumulala).



CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

O adenosín trifosfato (ATP) é un ribonucleótido capaz de acumular ou ceder a enerxía contidas nos seus enlaces anhídrido-fosfóricos. Cando se forman liberan unha molécula de auga (**fosforilación**); rómpense por hidrólise (**desfosforilación**).



CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

As células empregan dous mecanismos para sintetizar ATP:

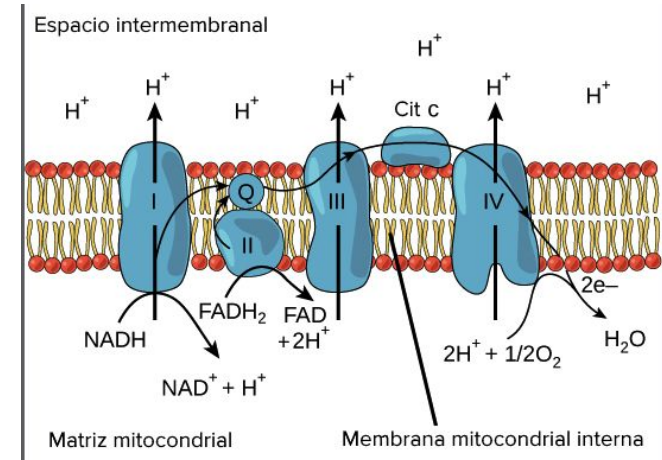
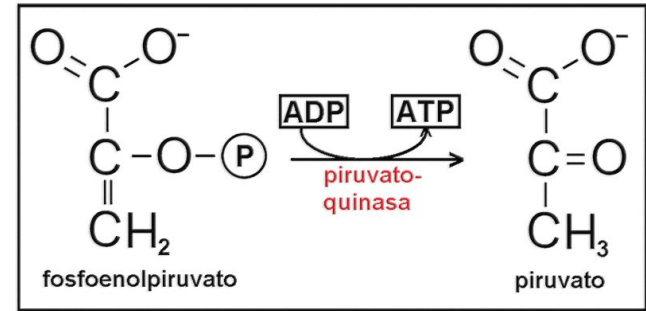
- **Fosforilación a nivel de substrato:** prodúcese cando rompe algún dos enlaces dunha molécula e a enerxía que se libera é empregada para adicionar un grupo fosfato ao ADP. Sucede en condicións anaerobias (ausencia de osíxeno).



- **Fosforilación oxidativa:** a enerxía procede dun fluxo de protóns que van pasando duns enzimas a outros. Isto sucede nas cristas mitocondriais, en condicións aerobias (presenza de osíxeno).

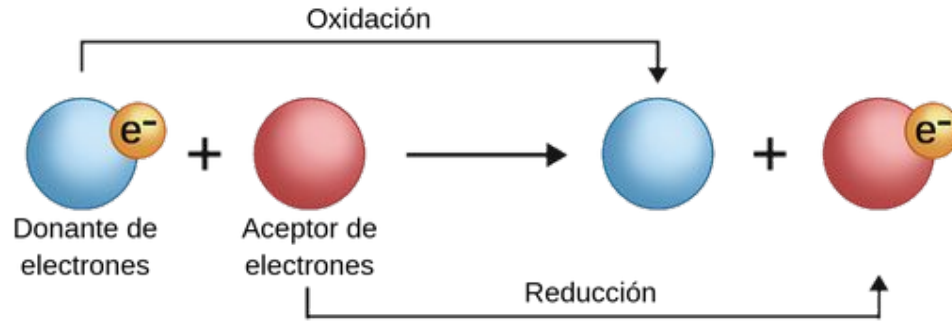


- **Fotofosforilación:** a enerxía procede de reaccións redox que se inician a partir da enerxía solar. Sucede nos tilacoides dos cloroplastos.



CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

4. Gran parte das reaccións metabólicas son reaccións de oxidación-redución (**redox**), é dicir, de transferencia de electróns. Oxidación e redución sempre se dan de forma simultánea, xa que cando unha molécula cede electróns, outra os recibe.



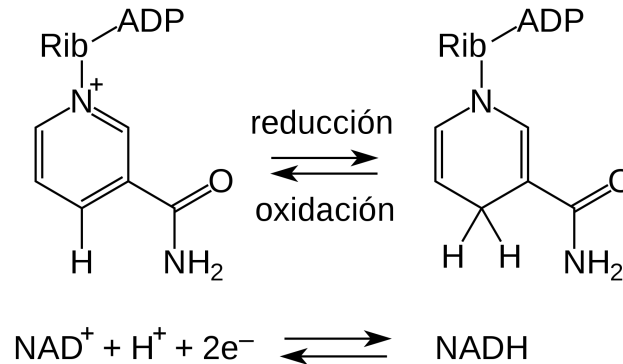
O doante de electróns é axente redutor, porque pode reducir á outra molécula. Cando doa electróns, queda en estado oxidado, ó tempo que reduce á outra molécula.

O aceptor de electróns é axente oxidante, porque pode oxidar á outra molécula. Cando acepta electróns, queda en estado reducido, ó tempo que oxida á outra molécula).

CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

Nas **reaccións redox** pode suceder que ademais de electróns se liberen protóns ($1e^- + 1H^+$). Estas reaccións reciben o nome de **deshidroxenacións** e son catalizadas por **deshidroxenases**. Estes enzimas están acompañados dun **cofactor**, que é o que recolle ou cede os protóns e electróns, pasando de forma reducida a oxidada.

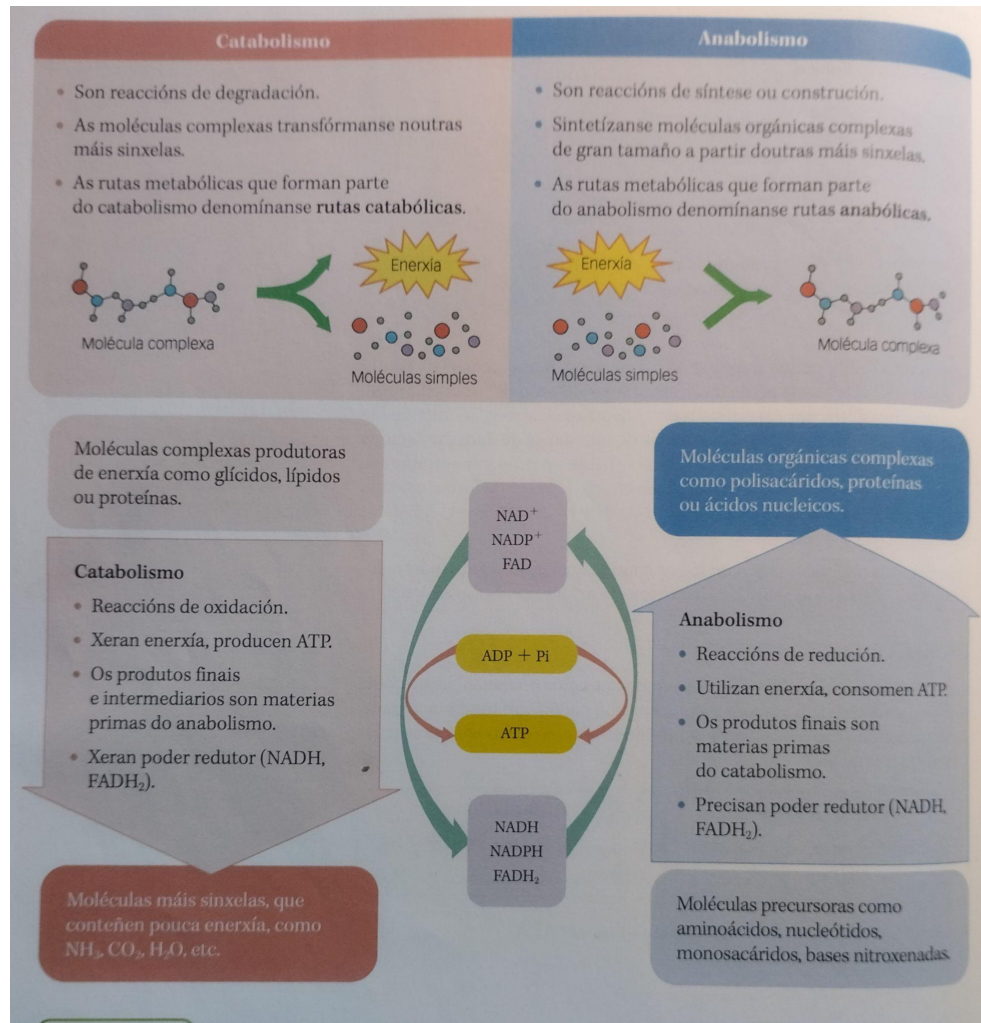
Formas oxidadas	Formas reducidas
NAD ⁺ NADP ⁺ FAD FMN	NADH NADPH FADH ₂ FMNH ₂



CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.

1. Son reaccións catalizadas por **enzimas**.
1. As reaccións químicas están encadeadas, organizándose en **vías ou rutas metabólicas**.
1. Nas reaccións do metabolismo o **ATP** actúa como molécula enerxética.
1. Gran parte das reaccións metabólicas son reaccións de oxidación-redución (**redox**), é dicir, de transferencia de electróns. As reaccións do catabolismo son oxidacións do substrato, mentres que o anabolismo implica a redución do substrato.

CARACTERÍSTICAS DAS REACCIÓNS METABÓLICAS.



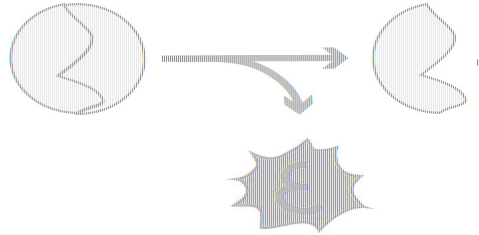
CLASIFICACIÓN DOS SERES VIVOS SEGUNDO O SEU METABOLISMO: ORGANISMOS AUTÓTROFOS E HETERÓTROFOS.

Para vivir os organismos precisan **enerxía** e **carbón**. Dependendo do mecanismo ou fontes que empregan para conseguilos, os organismos clasifícanse en:

		FONTE DE CARBONO	
		CO ₂ Autótrofos	Compostos orgánicos Heterótrofos
FONTE DE ENERXÍA	Luz solar Fotótrofos	Fotoautótrofos Plantas, algas Bacterias fotosintéticas (cianobacterias)	Fotoheterótrofos Bacterias purpúreas
	Química Quimiótrofos	Quimioautótrofos Bacterias desnitrificantes Bacterias do solo	Quimioheterótrofos Animais Fungos

2. CATABOLISMO

O catabolismo é a **fase degradativa** do metabolismo, xa que nas reaccións catabólicas **as moléculas complexas son transformadas noutras máis sinxelas, liberando a enerxía** que a célula precisa para levar a cabo as funcións vitais. As reaccións catabólicas cumpren:



1. Son reaccións de **descomposición**: moléculas orgánicas complexas degrádanse, dando lugar a outras sinxelas, orgánicas ou inorgánicas.
2. Son reacción **que liberan enerxía** que é acumulada nos enlaces dos ATP, para despois ser empregada en reaccións anabólicas, transporte de moléculas, xeración de calor...
3. Son reaccións de **oxidación**, xa que a molécula orgánica que é degradada cede os seus electróns (ten capacidade de reducir), quedando oxidada e reducindo á molécula que os recibe (aceptor final).
4. Toda molécula orgánica pode ser catabolizada, pero son os **glúcidos** e os **lípidos** os que máis enerxía proporcionan.

2. CATABOLISMO

Existen diferentes mecanismos de catabolismo, **en función da natureza da molécula que actúa como aceptor final dos electróns**:

RESPIRACIÓN: a degradación da molécula de partida é completa e o **aceptor final é unha molécula inorgánica**. Existen dous tipos:

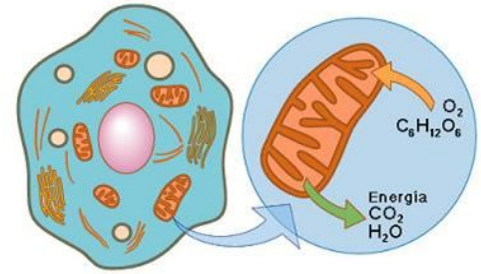
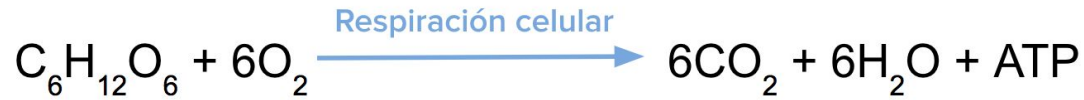
MOITA ENERXÍA

- Respiración **aeróbica**: o último aceptor de electróns e protóns é o osíxeno molecular (O_2). Cando recibe eses electróns e protóns redúcese, transformándose en H_2O . É propia das células eucariotas (animais, vexetais, maioría dos fungos) e bacterias.
- Respiración **anaeróbica**: o último aceptor de electróns e protóns é un composto inorgánico diferente do osíxeno, como o ión nitrato (NO_3^-), o ión sulfato (SO_4^{2-}) ou os carbonatos (HCO_3^-). É propia dalgunhas bacterias.

FERMENTACIÓN: a degradación da molécula orgánica de partida é incompleta, de forma que **o último aceptor de electróns e protóns é unha molécula orgánica**. É propia de células procariotas pero tamén dalgunhas eucariotas (lévedos e células musculares).

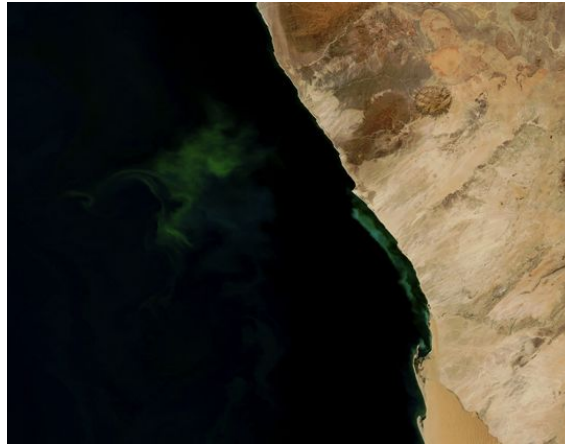
POUCA ENERXÍA

RESPIRACIÓN AERÓBICA:

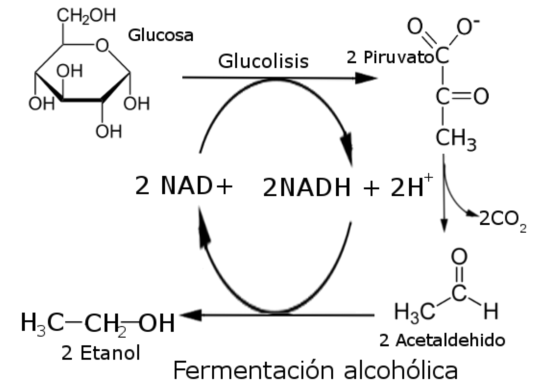


RESPIRACIÓN ANAERÓBICA:

Exemplo de respiración anaeróbica: as bacterias e arqueas sulfato-reductoras utilizan sulfato como aceptor final de electróns e producen sulfuro de hidróxeno como produto de refugallo. A seguinte imaxe é unha fotografía aérea de augas costeiras na que as manchas verdes indican un crecemento excesivo de bacterias sulfato-reductoras.



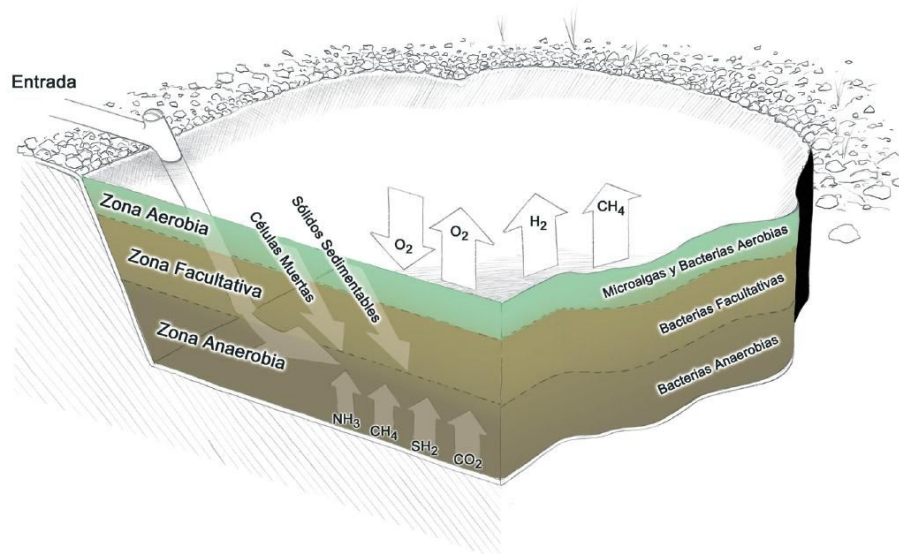
FERMENTACIÓN:



CATABOLISMO

Segundo o tipo de catabolismo que realizan, as células poden clasificarse en:

- **Aerobias**
- **Anaeróbicas facultativas**, que poden vivir en presenza ou ausencia de osíxeno, porque contan con ámbalas dúas vías metabólicas alternativas segundo a súa dispoñibilidade.
- **Anaeróbicas estritas**: non soportan a presenza de osíxeno, ata o extremo de lles resultar tóxico.



Sistemas de depuración de augas residuais baseadas na respiración bacteriana.

Tódalas biomoléculas son susceptibles de ser degradadas para conseguir enerxía, pero son os glúcidos e os lípidos os que máis enerxía proporcionan, seguidos das proteínas. A degradación de cada un destes tipos de moléculas segue unhas etapas concretas, é dicir, unhas rutas metabólicas determinadas.

	Tipo de catabolismo	Ruta metabólica	Lugar onde ocorre
GLÚCIDOS (glicosa)	Catabolismo de glúcidos	Glicólise	Citoplasma.
		Ciclo de Krebs	Matriz mitocondrial
		Cadea respiratoria e fosforilación oxidativa	Cristas mitocondriais
LÍPIDOS (triglicéridos)	Catabolismo de lípidos	Glicerina: incorporación á glicólise. Ácidos graxos: β oxidación	Citoplasma. Matriz mitocondrial/peroxisomas
		Ciclo de Krebs	Matriz mitocondrial
		Cadea respiratoria e fosforilación oxidativa	Cristas mitocondriais
PROTEÍNAS (aminoácidos)	Catabolismo de proteínas	Transaminación	
		Desaminación. Ciclo de Krebs.	Matriz mitocondrial
		Cadea respiratoria e fosforilación oxidativa	Cristas mitocondriais

Esquema xeral do catabolismo

Glúcidos, lípidos e proteínas entran no organismo cos alimentos. Son degradados nos seus monómeros: azucres simples, glicerol e ácidos graxos, e aminoácidos. No caso dos animais sucede no tubo dixestivo, por **hidrólise** catalizada por enzimas dixestivos.

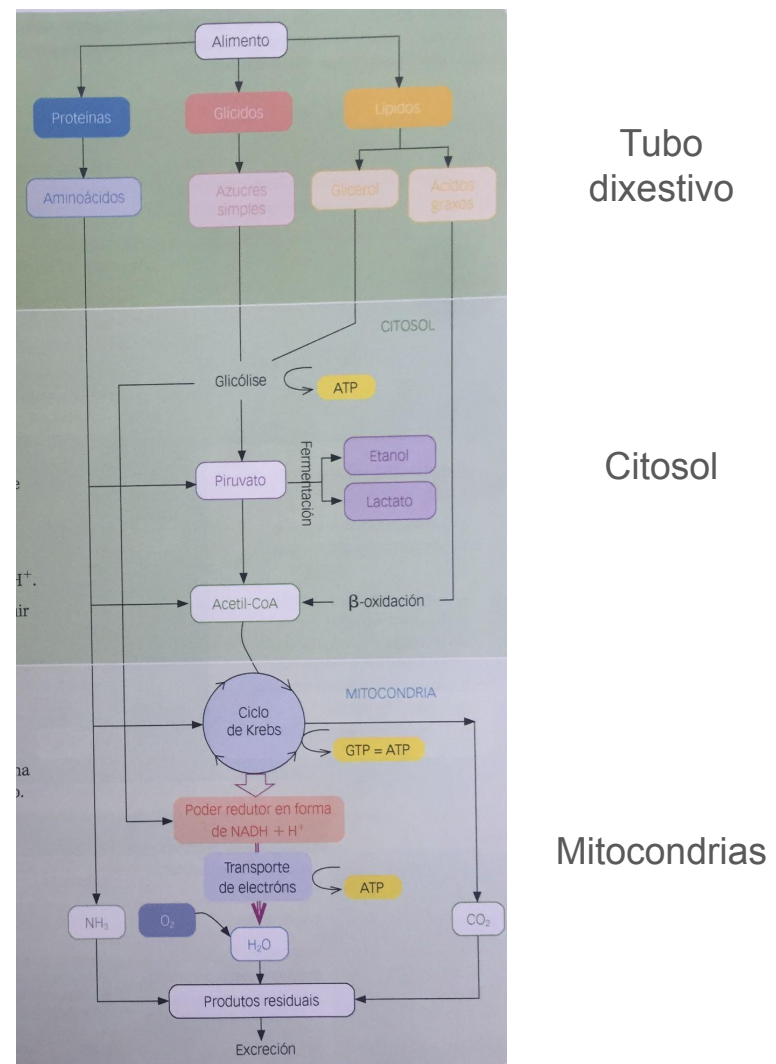
No citosol, os monómeros son degradados (oxidados) para obter metabolitos intermedios. O primeiro deles é o piruvato (3C), que pode entrar na mitocondria seguindo a ruta da **respiración** ou pode quedar no citoplasma seguindo a ruta da **fermentación**. Obtense enerxía en forma de ATP.

Degradación (oxidación) do acetil-CoA e outros metabolitos para obter CO_2 , H_2O e NH_3 . Obtense enerxía útil a través do **transporte electrónico e da fosforilación oxidativa**. Sucedo na mitocondria.

ETAPA 1

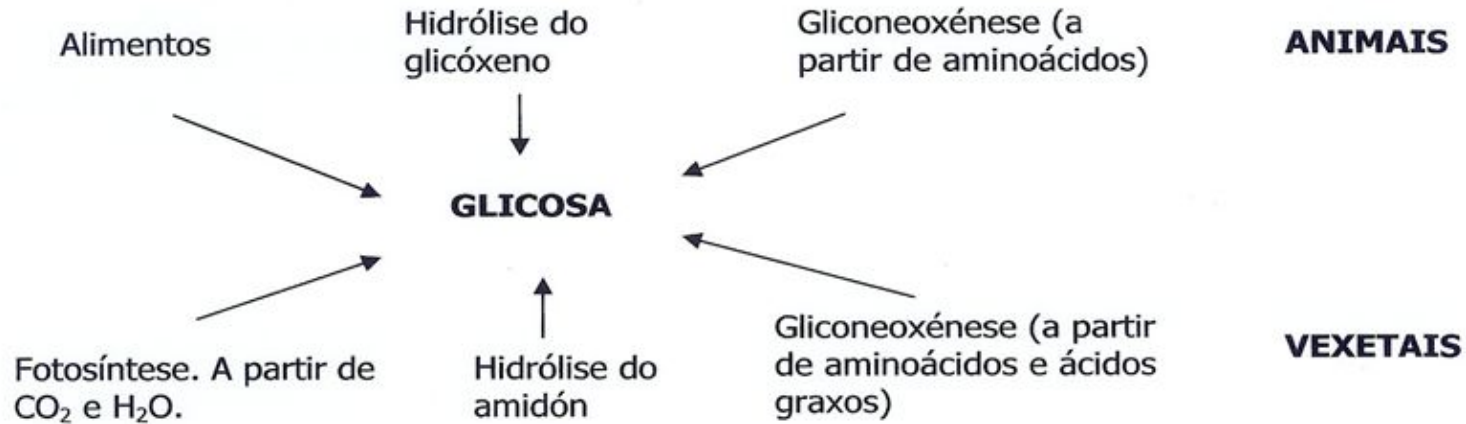
ETAPA 2

ETAPA 3

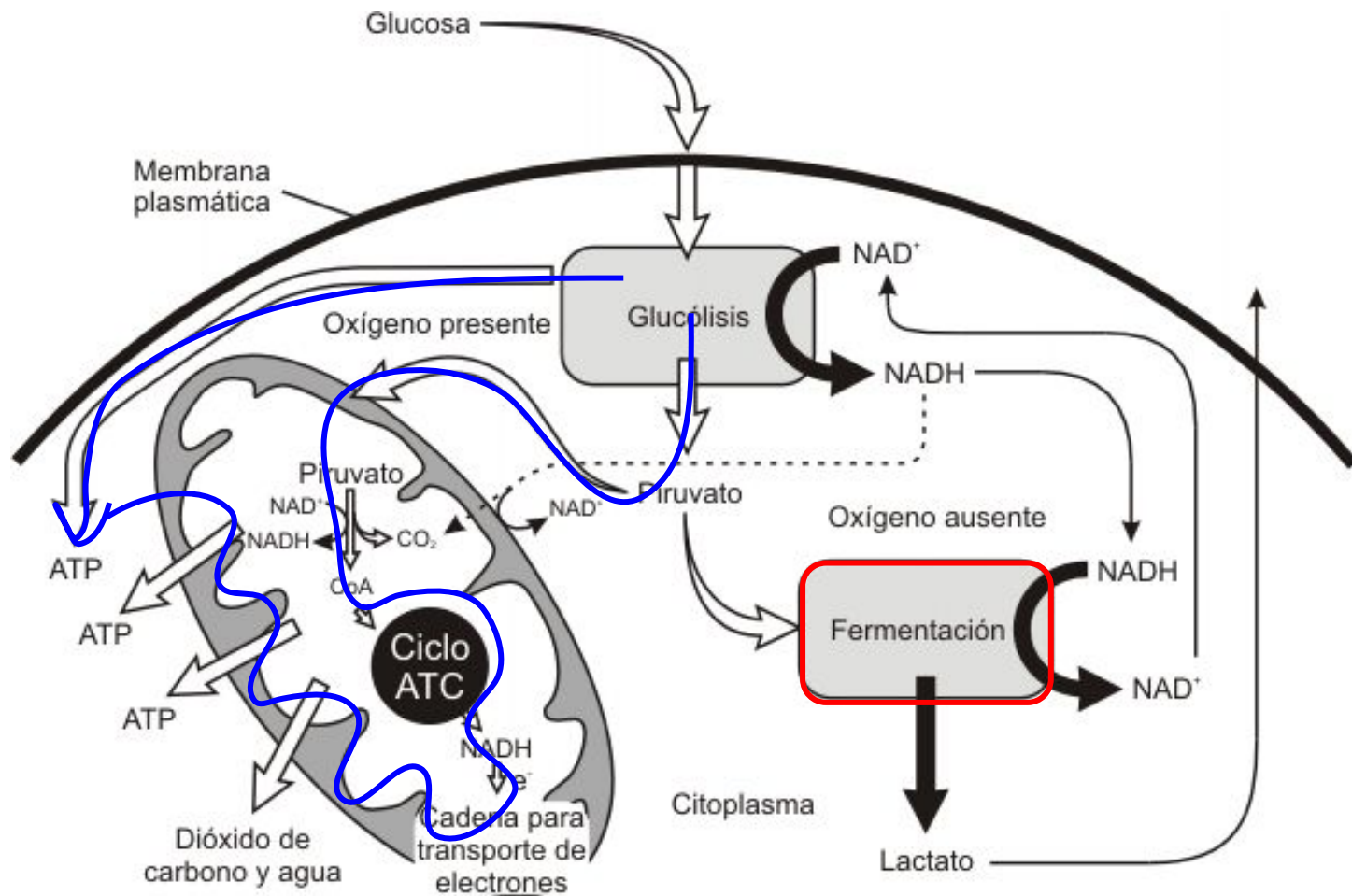


3. CATABOLISMO DE GLÍCIDOS

- É a degradación total (**respiración**) ou parcial (**fermentación**) dos glúcidos para obter enerxía.
- Os polisacáridos e os disacáridos dos alimentos son hidrolizados no aparello dixestivo e se transforman en monosacáridos.
- As reservas de glicóxeno e de amidón das células animais e vexetais (respectivamente) tamén son fonte de glicosa por hidrólise.
- Os monosacáridos poden transformarse en glicosa no fígado.
- O catabolismo de glúcidos exprésase a partir da degradación da glicosa.



Catabolismo
de glúcidos:
respiración
e **fermentación**



Etapas do catabolismo de glúcidos (respiración celular aeróbica)

A **hidrólise** dos polisacáridos para dar lugar a glicosa é o primeiro paso, pero non se considera que forme parte da respiración.

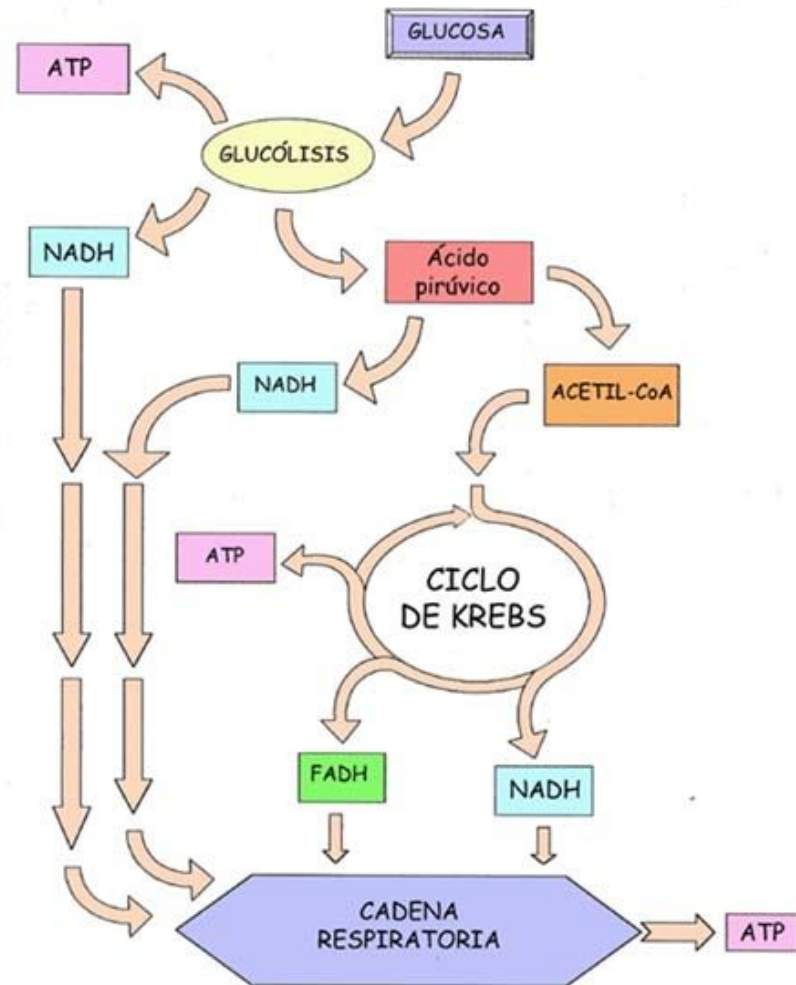
1. **Glicólise.** Ocorre no citosol.

2. **Respiración (con ou sen osíxeno)**

Descarboxilación oxidativa.
Ocorre na matriz mitocondrial.

Ciclo de Krebs. Ocorre na matriz mitocondrial.

Cadea de transporte electrónico/cadea respiratoria e fosforilación oxidativa. Sucede nas cristas mitocondriais.



Glicólise

Glicosa (6C) + 2NAD⁺ + 2ADP + 2 Pi

→ 2 ácido pirúvico (3C) + 2NADH + 2ATP + 2H⁺ + 2H₂O

Etapa 1. Fosforilación da glicosa.

Etapa 2. Isomerización da glicosa.

Etapa 3. Fosforilación da frutosa.

Etapa 4. Escisión e isomerización.

Etapa 5. Deshidroxenación e fosforilación.

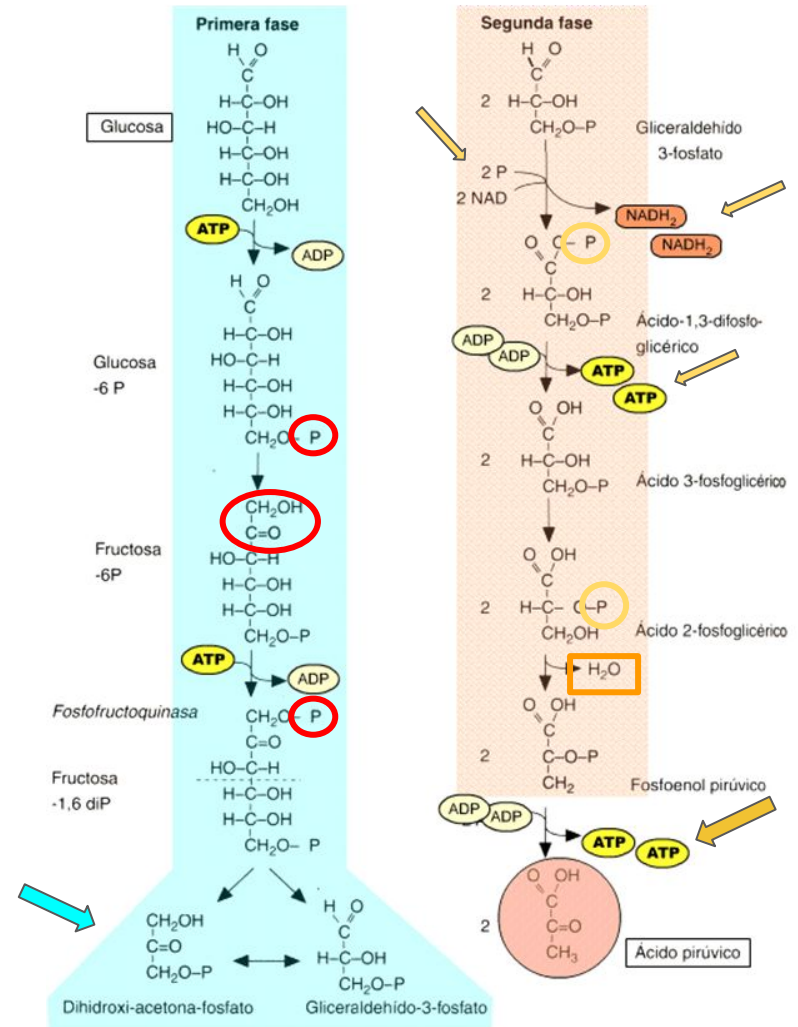
Etapa 6. Desfosforilación.

Etapa 7. Transferencia grupos fosfato.

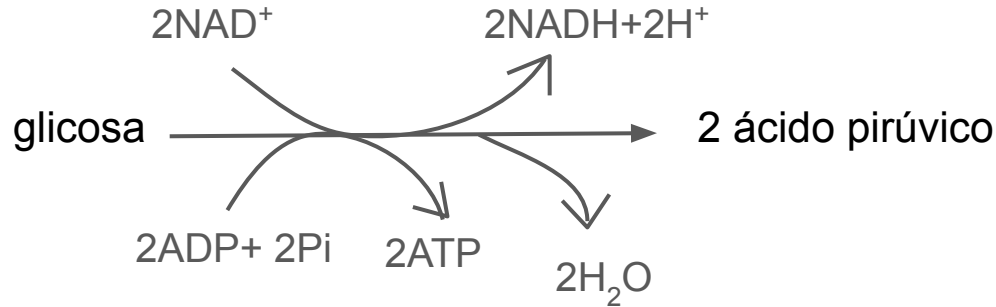
Etapa 8. Deshidratación

Etapa 9. Transferencia de grupo fosfato.

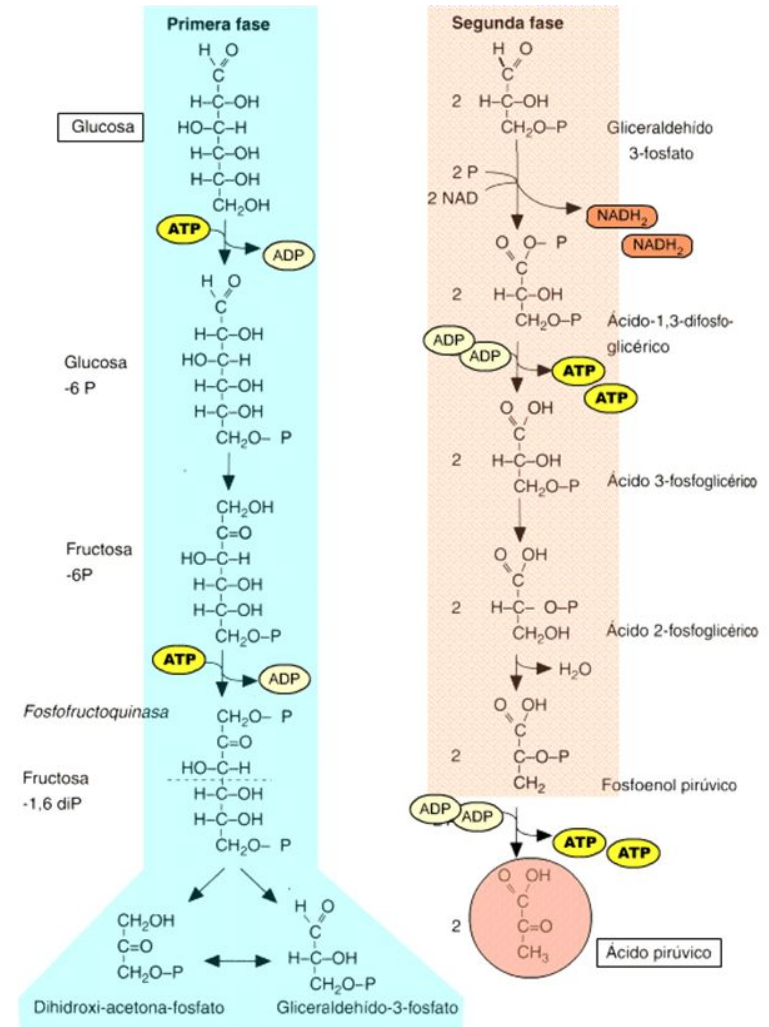
2x



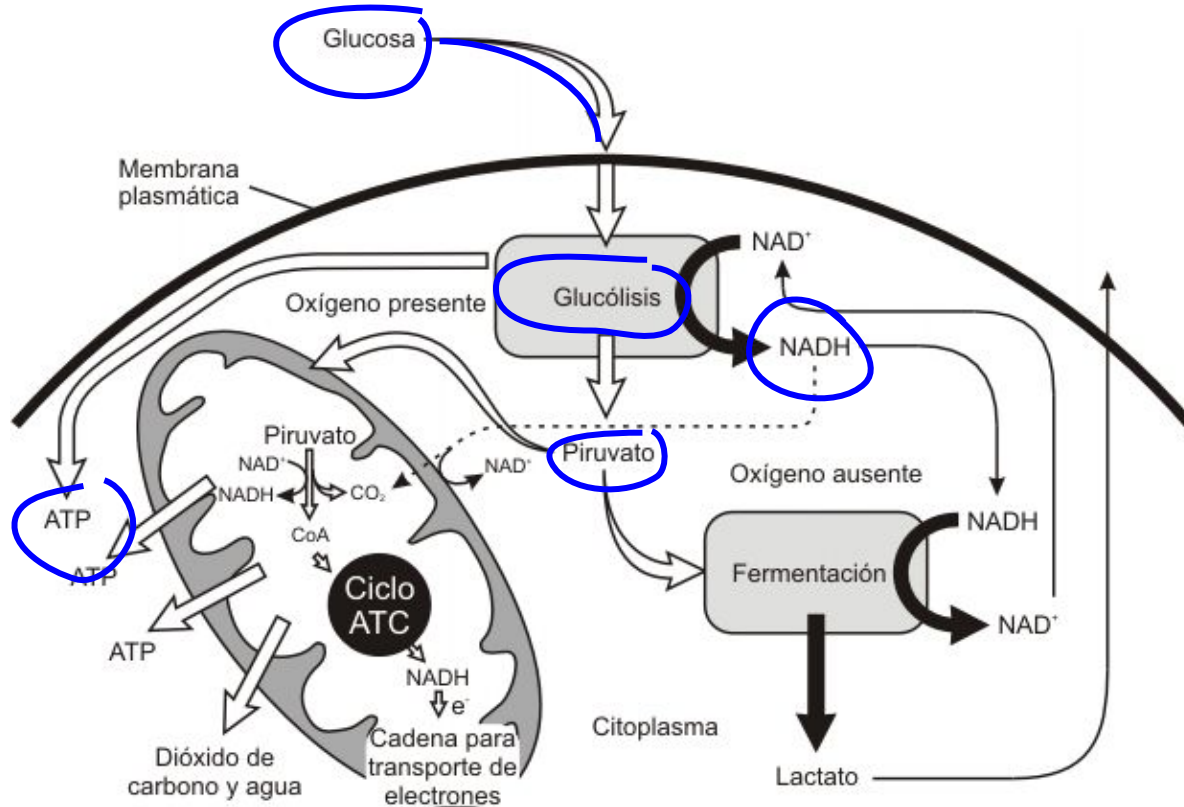
Glicólise



FOSFORILACIÓN A NIVEL DE SUBSTRATO



Glicólise: no citosol



Glicólise: no citosol



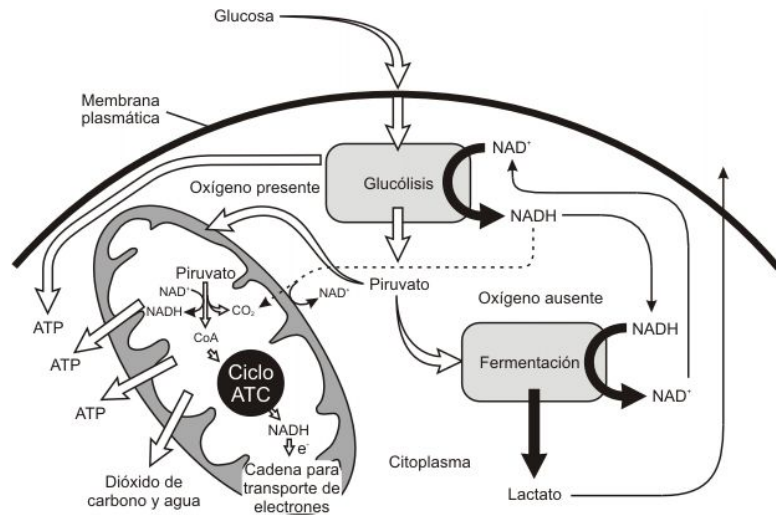
En que consiste? Transformación dunha molécula de glicosa (6C) en dúas de piruvato (3C). Comprende 9 reaccións, cada unha catalizada polo seu enzima específico.

Onde ocorre? No citosol, aínda que en células vexetais algunha reacción sucede no estroma dos cloroplastos.

Que se obtén?

Por cada molécula de glicosa:

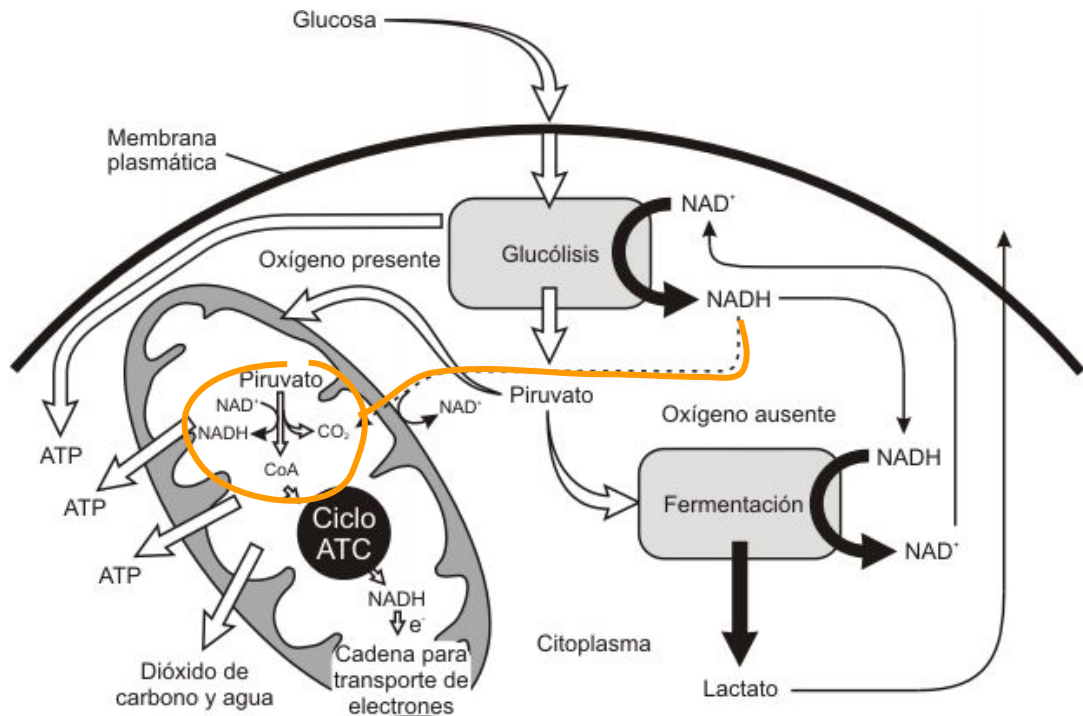
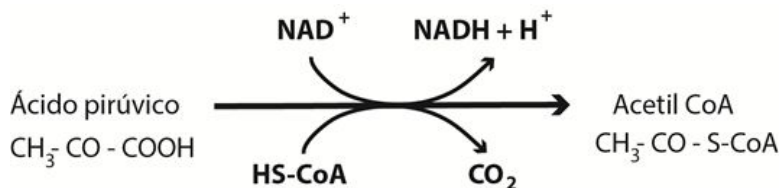
2 ATP
2 NADH+2H⁺
2 piruvatos (ácido pirúvico)



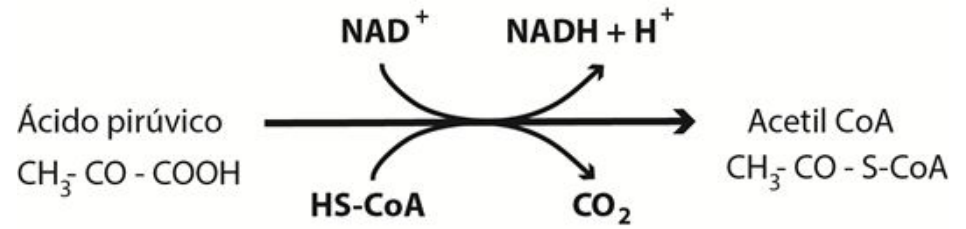


Os NADH pasarán directamente á cadea de transporte electrónico, situada nas cristas mitocondriais.

As moléculas de ácido pirúvico pasarán á **matriz mitocondrial** onde se van transformar por **descarboxilación oxidativa** en acetil Co-A que pasará ó ciclo de Krebs.



Descarboxilación oxidativa



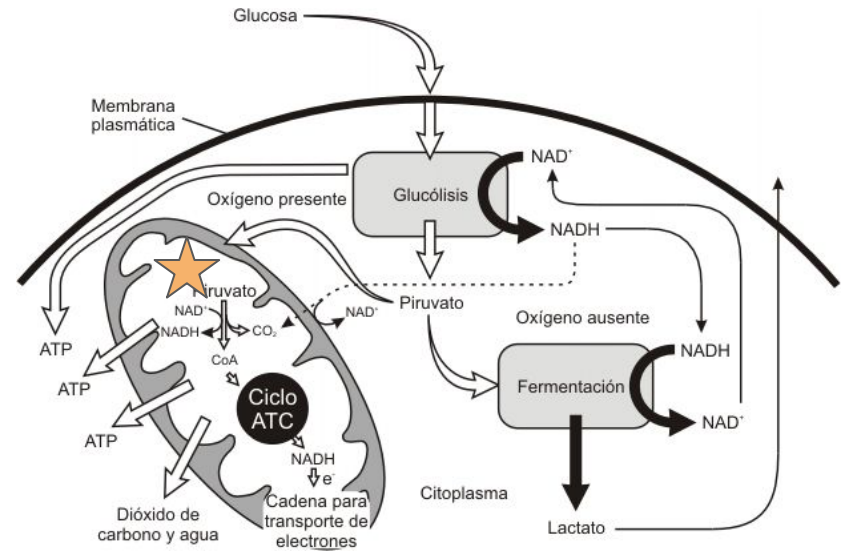
En que consiste? Transformación de cada molécula de piruvato (3C) obtenida en la glucólisis en una molécula de acetil-CoA (coenzima A).

Onde ocorre? Na matriz mitocondrial.

Que se obtén?

A partir de las dos moléculas de piruvato:

2 acetil-CoA
2 NADH+H⁺
2 CO₂



Ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico

En que consiste? Ruta metabólica na que se oxida completamente o acetil Co-A, que se transforma en CO_2 , liberando enerxía (GTP), ademais de moléculas de poder redutor (NADH e FADH_2).

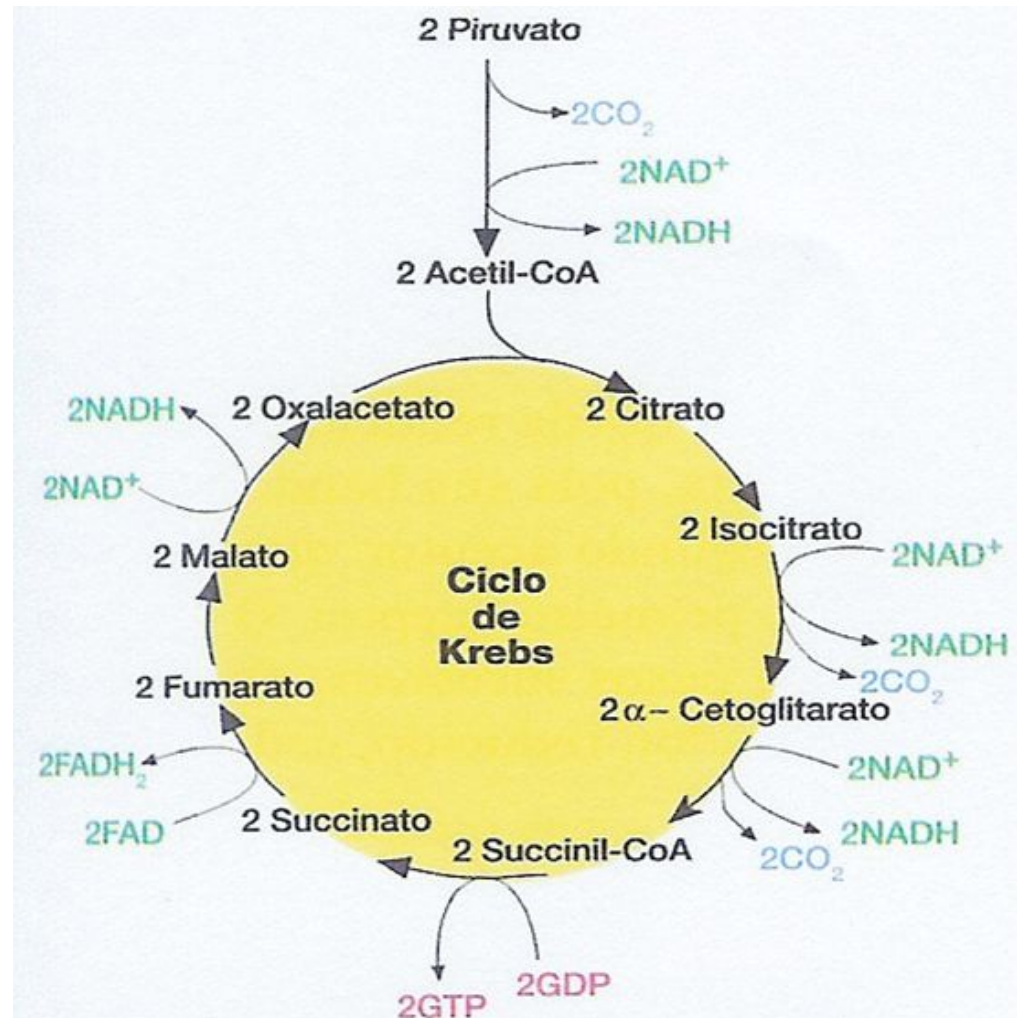
Onde ocorre? Na matriz mitocondrial.

Que se obtén?

Por cada acetil Co-A obtense:

2 CO_2
1 GTP
3 $\text{NADH} + \text{H}^+$
1 FADH_2

O dobre se consideramos que por cada glicosa hai 2 moléculas de acetil Co-A.



Ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico

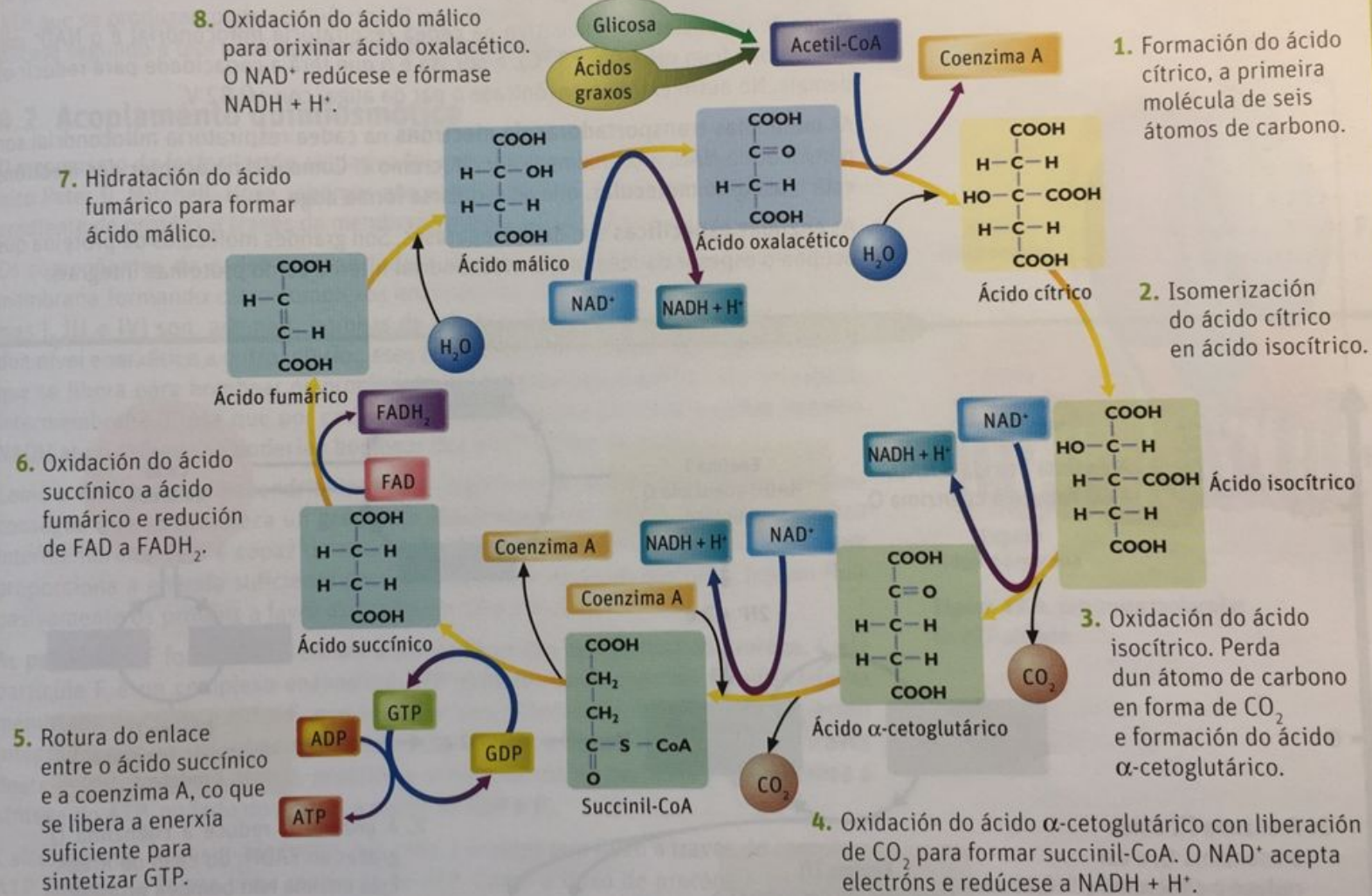
Características:

- Nel conflúen as rutas metabólicas da glicosa, dos ácidos graxos e dos aminoácidos.
- É unha ruta anfibólica, porque intervén en procesos catabólicos pero tamén na síntese de moléculas (anabolismo).
- Non implica consumo de osíxeno.
- Está formado por 8 reaccións que se suceden de forma cíclica e continua.

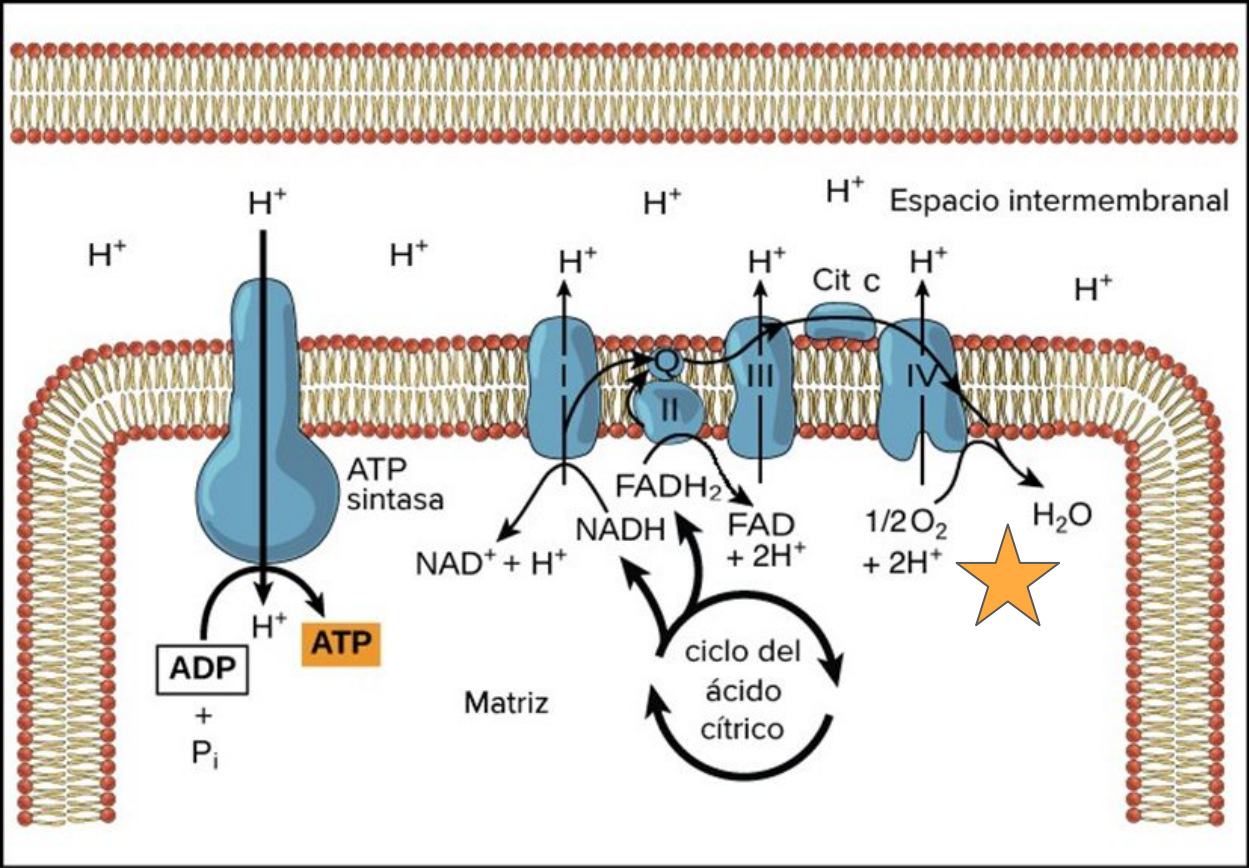
Tipos de reaccións:

- Isomerizacións.
- Descarboxilacións.
- Fosforilación.
- Deshidroxenacións.
- Hidratacións.
- Oxidacións.

Todas elas catalizadas polos correspondentes enzimas.



Cadea de transporte electrónico



Cadea respiratoria ou de transporte electrónico

En que consiste? No transporte de electróns dende os coenzimas reducidos ($\text{NADH}+\text{H}^+$ e FADH_2) ata un aceptor final inorgánico (O_2) que se reduce formando H_2O .

Onde ocorre? Nas cristas mitocondriais no caso das células eucariotas e na membrana plasmática nas procariotas.

Que se obtén?

Por cada $\text{NADH}+\text{H}^+$ (reducido) obtense un NADH^+ (oxidado).

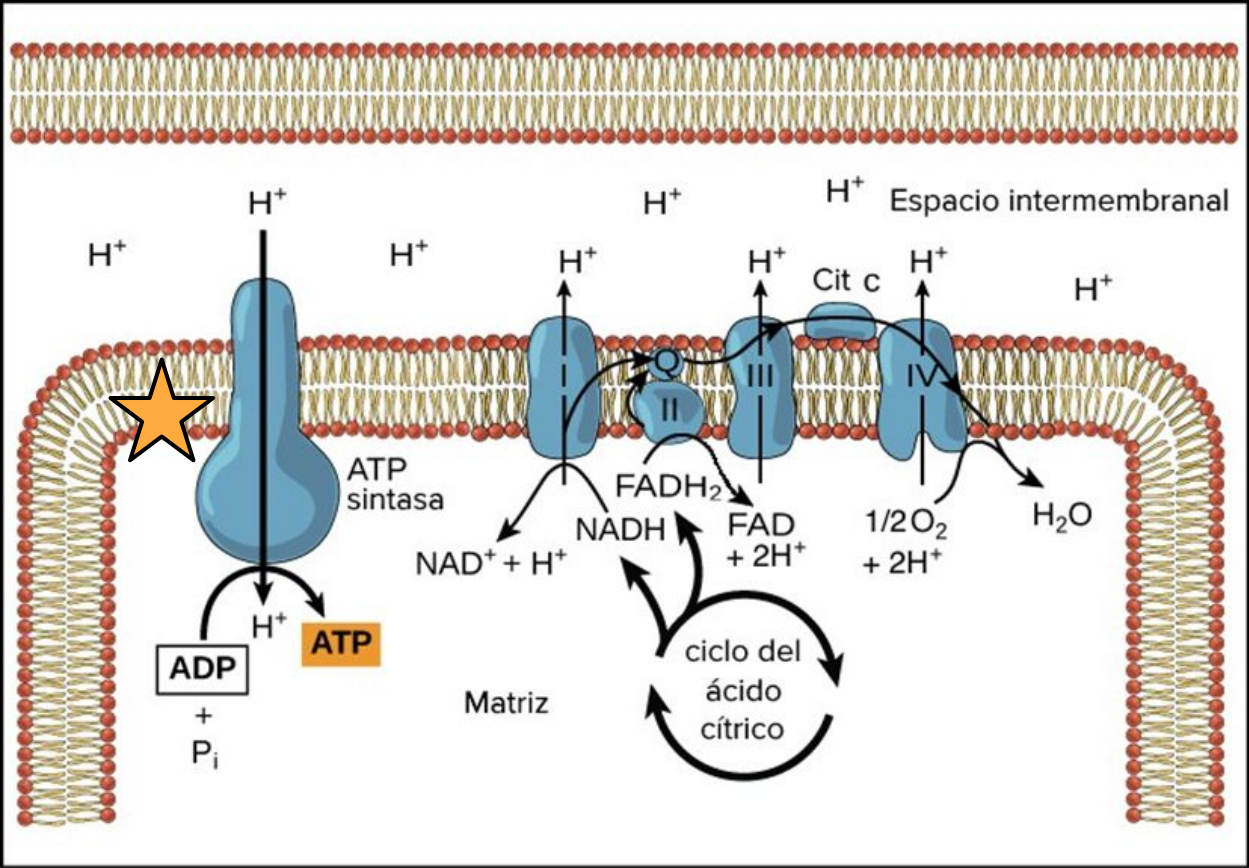
Por cada FADH_2 (reducido) obtense un FAD (oxidado).

Coma no ciclo de Krebs obtivéranse 6 moléculas de $\text{NADH}+\text{H}^+$ e 2 moléculas de FADH_2 , o balance final por cada molécula de glicosa é de:

6 NADH^+

2 FAD

Cadea respiratoria e fosforilación oxidativa



Fosforilación oxidativa

En que consiste? Na síntese de ATP debido á entrada de protóns dende o espazo intermembrana ata a matriz mitocondrial, a favor de gradiente electroquímico.

Onde ocorre? Nas cristas mitocondriais no caso das células eucariotas e na membrana plasmática nas procariotas.

Que se obtén?

Por cada $\text{NADH} + \text{H}^+$ que se oxida, 3 ATP.

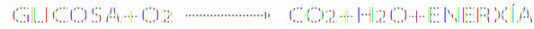
Por cada FADH_2 que se oxida, 2 ATP.

Coma no ciclo de Krebs obtivéranse 6 moléculas de $\text{NADH} + \text{H}^+$ e 2 moléculas de FADH_2 , o balance final por cada molécula de glicosa é de **22 ATP nesta etapa**.

CATABOLISMO DE GLÍCIDOS (Respiración aerobia)

Degradación (oxidación) completa de glicosa.

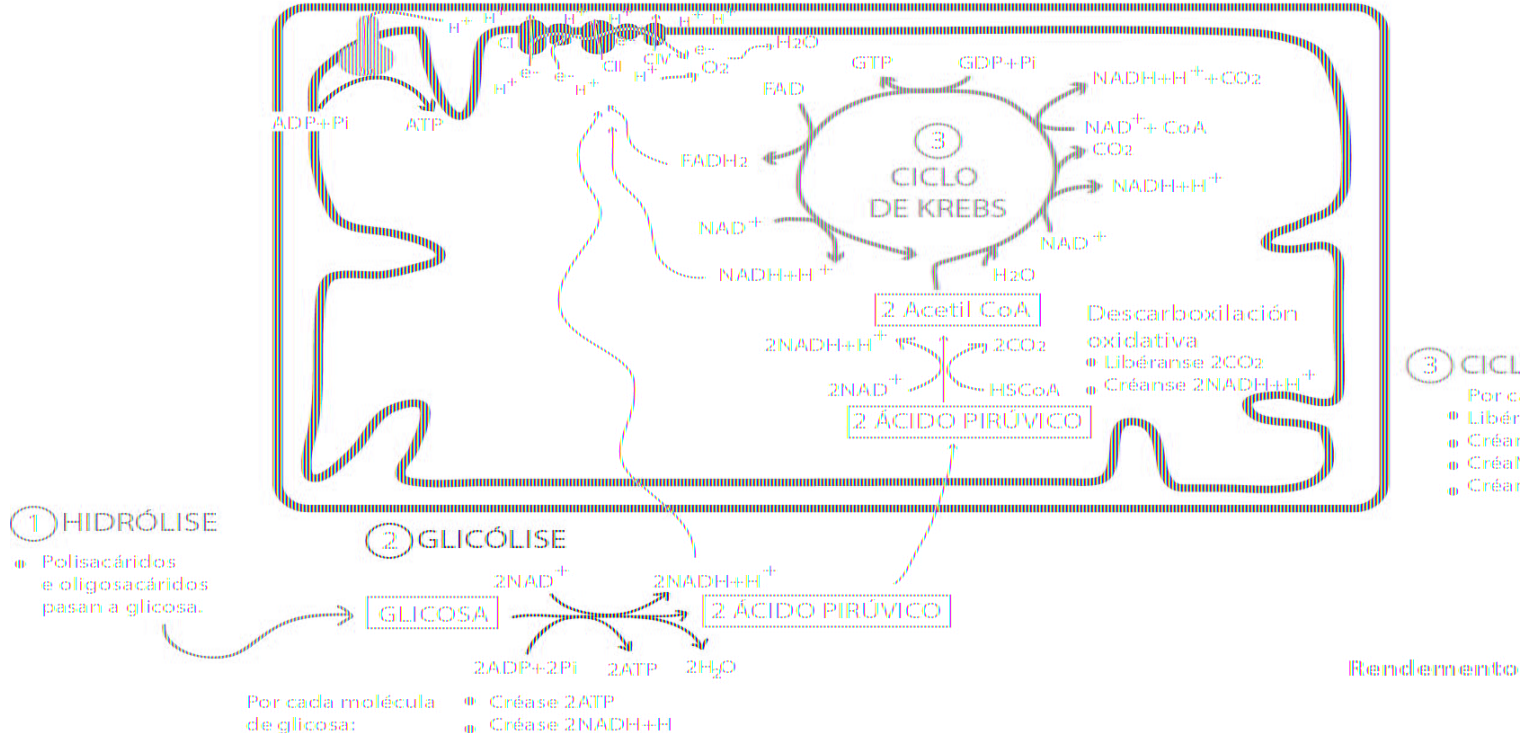
O último aceptor de electróns é o O_2 .



Teoría quimiosmótica
(Mitchell)

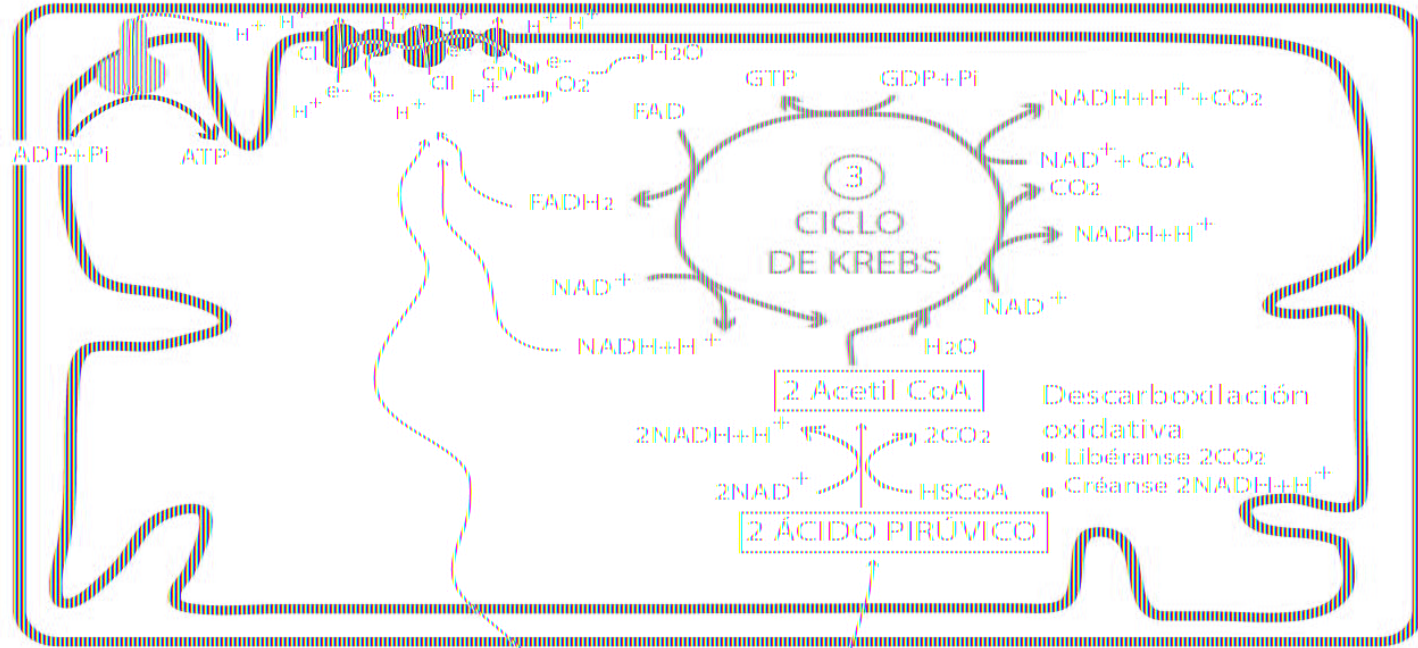
- Tódalas moléculas portadoras
- Entregan os electróns á cadea
- A cadea está formada por com maior potencial Red-ox.
- Os electróns son transferidos
- A enerxía é empregada para b
- Aumenta a concentración de j
- Créase un gradiente electroqu
- Os protóns exercen unha pres
- á matriz a través do enzima AT
- No tránsito créase ATP por fos
- Mentres, na matriz mitocondri
- se une ós H^+ e forma auga.

④ CADEA DE TRANSPORTE ELECTRÓNICO e fosforilación oxidativa



④ CADEA DE TRANSPORTE ELECTRÓNICO e fosforilación oxidativa

- No tránsito crease ATP por
- Mentres, na matriz mitocondrial se une ós H^+ e forma auga.



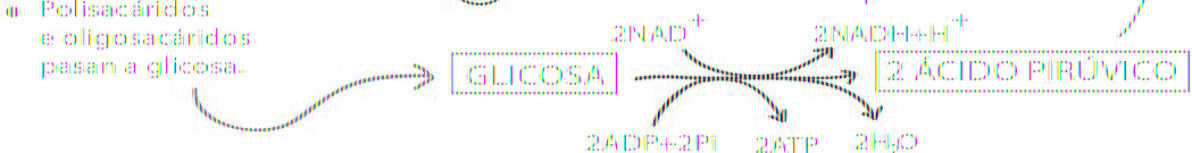
③ CICLO DE KREBS

- Por cada molécula de ácido pirúvico
- Libéranse 2 CO₂
- Créanse 2 NADH + H⁺

① HIDRÓLISE

- Polisacáridos e oligosacáridos pasan a glicosa.

② GLICÓLISE



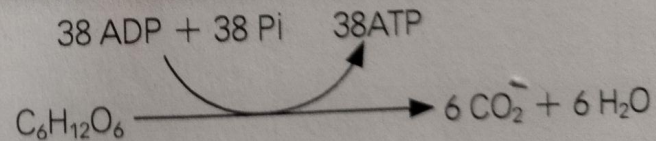
Por cada molécula de glicosa:

- Créase 2 ATP
- Créase 2 NADH + H⁺

Rendement

Rendemento enerxético dunha molécula de glicosa por respiración aerobia

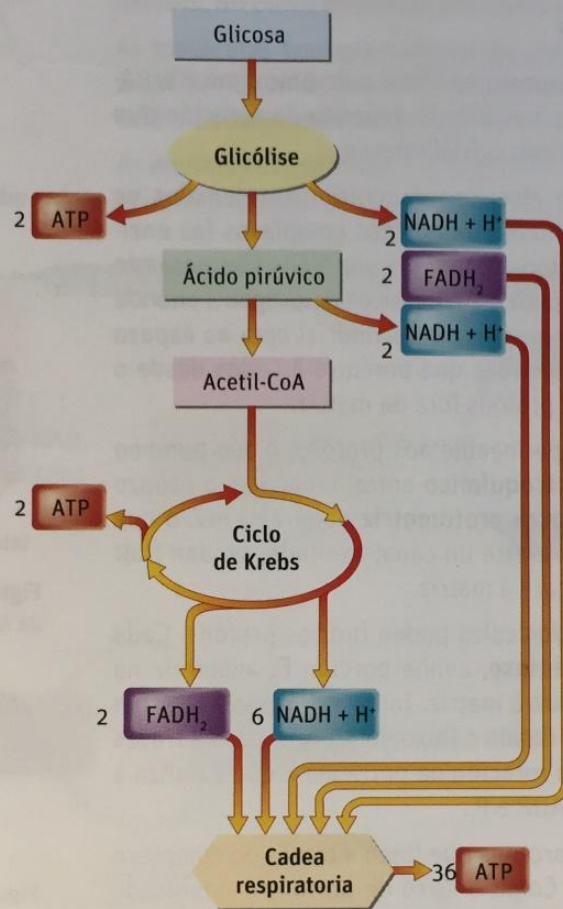
Lugar (en células eucariotas)	Proceso	Obtense...	
		No proceso	Por fosforilación oxidativa posterior
Citosol	Glicólise	2 ATP	
		2 NADH + H ⁺	x 3 ATP = 6 ATP
Mitocondria	Descarboxilación oxidativa	2 NADH + H ⁺	x 3 ATP = 6 ATP
	Ciclo de Krebs	2 GTP = 2 ATP	
		6 NADH + H ⁺	x 3 ATP = 18 ATP
		2 FADH ₂	x 2 ATP = 2 ATP
		4 ATP	34 ATP
		TOTAL = 38 ATP	



BALANCE ENERXÉTICO DA RESPIRACIÓN CELULAR

A **glicólise** produce dúas moléculas de ATP directamente e dúas moléculas de NADH que se atopan fóra da mitocondria. Ante a presenza de osíxeno, os electróns do NADH extramitocondrial entran na cadea respiratoria mitocondrial grazas á dihidroxiacetona fosfato, que se reduce a glicerol fosfato e oxida o NADH do citosol. Este glicerol entra na mitocondria, oxídase de novo a dihidroxiacetona (grazas a un FAD da cadea respiratoria) e volve saír ao citosol, onde repetirá outra vez o proceso. Isto é o que se coñece como a lanzadeira da dihidroxiacetona. O balance máximo por cada FADH_2 oxidado é de dúas moléculas de ATP. Polo tanto, o **rendemento da glicólise** ata o ácido pirúvico, en condicións aeróbicas, é de $2 + 4 = 6 \text{ ATP}$.

A **conversión do ácido pirúvico en acetil-CoA** na matriz mitocondrial dá lugar a dúas moléculas de NADH por cada molécula de glicosa. Cando os electróns destas dúas moléculas de NADH se transfiren á cadea respiratoria, prodúcese **6 ATP**.

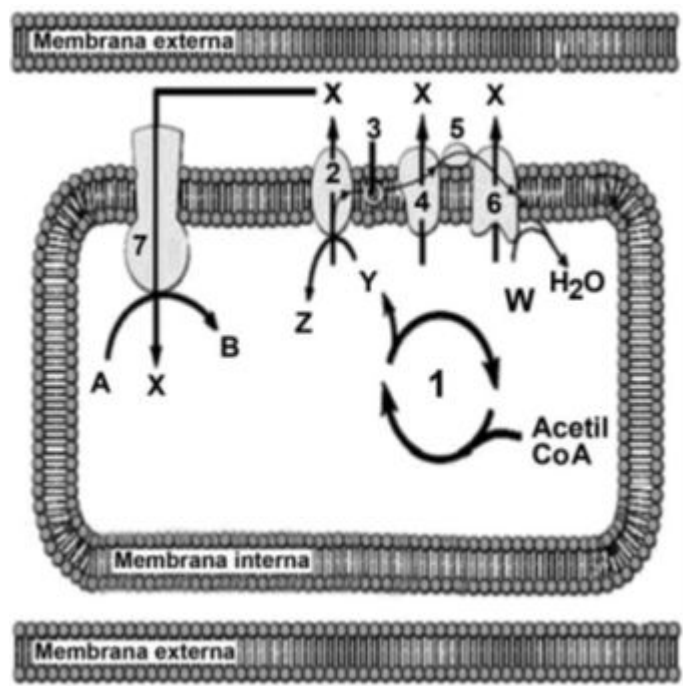


No **ciclo de Krebs** ingresan dúas moléculas de acetil-CoA e fórmanse dúas moléculas de GTP (igual a 2 ATP), seis de NADH e dúas de FADH_2 . A transferencia dos electróns destas seis moléculas de NADH e das dúas de FADH_2 proporciona 22 ATP. Polo tanto, no ciclo de Krebs e nas cadeas respiratorias que están asociadas a el, por cada molécula de glicosa fórmanse **24 de ATP**.

O **rendemento medio total** que produce a oxidación completa dunha molécula de glicosa é de **36 moléculas de ATP**. De todas elas, só dúas se orixinan fóra da mitocondria como resultado da glicólise. Non obstante, varios estudos recentes suxiren que o balance en moléculas de ATP é algo menor; así e todo, o rendemento enerxético do proceso é moi elevado.

A oxidación da glicosa produce unhas 680 quilocalorías por mol de glicosa. Segundo os valores anteriores, nos enlaces fosfato do ATP retéñense unhas 266 quilocalorías (7,3 kcal/mol de ATP $\times$ 36 moles de ATP). Así, resulta un **rendemento** de case o 40%.

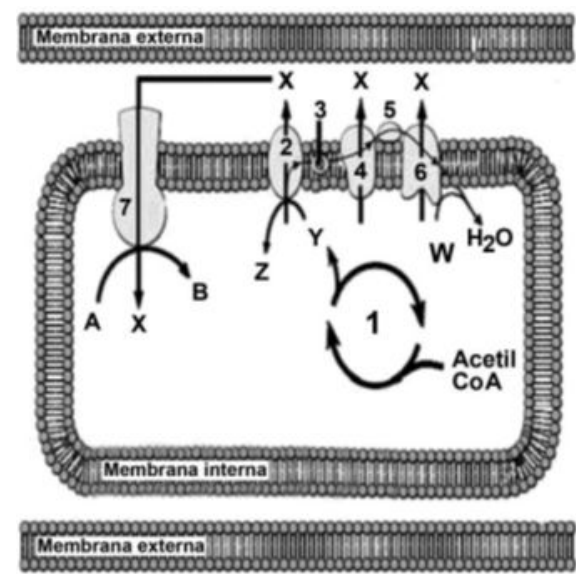
1. A figura é un esquema dun orgánulo celular: a) De que orgánulo se trata? Que proceso estaría representado polo número 1? A que proceso fan referencia os números 2, 3, 4, 5 e 6? Con que composto, representado pola letra Y, comezaría o devandito proceso? E que composto representa a letra W? Que pasaría se non houbo suficiente composto W? b) Que representa o número 7? En que proceso interven? Que representa a letra X? Que composto se consegue ao final representado pola letra B? **Convocatoria ordinaria 2020**



1. A figura 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 houbose suficiente composto W? b) Que representa o número 7? En que proceso interven? Que representa a letra X? Que composto se consegue ao final representado pola letra B? **Convocatoria ordinaria 2020**

Figura 2

- a) Mitocondria. (0.2 p). Número 1: ciclo de Krebs. (0.2 p). Números 2, 3, 4, 5 e 6: cadea de transporte electrónico (0.2 p). Letra Y: NADH. (0.2 p). Letra W: Osíxeno (O_2) (0.2 p). Se non houbose suficiente composto W: inhibiríase a respiración celular (0.2 p).
- b) Número 7: O complexo ATP-sintetase (0.2 p). Intervén na: fosforilación oxidativa (0.2 p). Letra X: protóns (H^+) (0.2 p). Letra B: a molécula xerada é ATP (0.2 p).



1. Copie a táboa na folia de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos.
2. **Convocatoria extraordinaria 2022**

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUCTOS
Glicólise				
Descarboxilación oxidativa				
Ciclo de Krebs				
Fosforilación oxidativa				
Fermentación láctica				
Fermentación alcohólica				
Fase luminosa da fotosíntese				
Ciclo de Calvin				

Pregunta 4. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.

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

(0,1 por 2 correctas en la fila; 0,15 por 3 correctas en la fila; 0,25 por 4 correctas en la fila)

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUTOS
Glicólise	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa	Piruvato,
Descarboxilación oxidativa	CATABÓLICO	Matriz mitocondrial	Piruvato,	Acetil CoA
Ciclo de Krebs	CATABÓLICO (ANFIBOLICO)	Matriz mitocondrial	Acetil CoA	CO ₂
Fosforilación oxidativa	CATABÓLICO	Cristas mitocondriais (membrana interna)	ADP	ATP
Fermentación láctica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Lactato
Fermentación alcohólica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Etanol, CO ₂
Fase luminosa da fotosíntese	ANABÓLICO	Membranas tilacoides	ADP, NADP, H ₂ O	ATP, NADPH, O ₂
Ciclo de Calvin	ANABÓLICO	Estroma del cloroplasto	CO ₂ , ATP, NADPH,	ADP, NADP+, G3P/Glicosa

PREGUNTA 3. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR En relación coa figura 2, 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?

Convocatoria extraordinaria 2023.

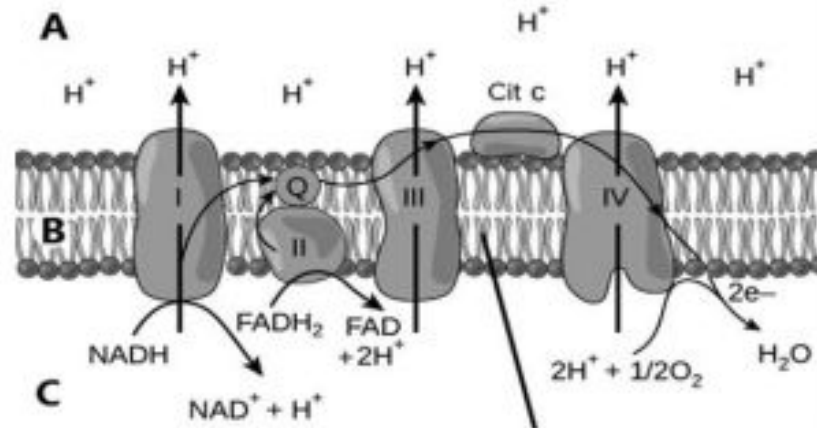


Figura 2

PREGUNTA 3. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR En relación coa figura 2, 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?

Convocatoria extraordinaria 2023.

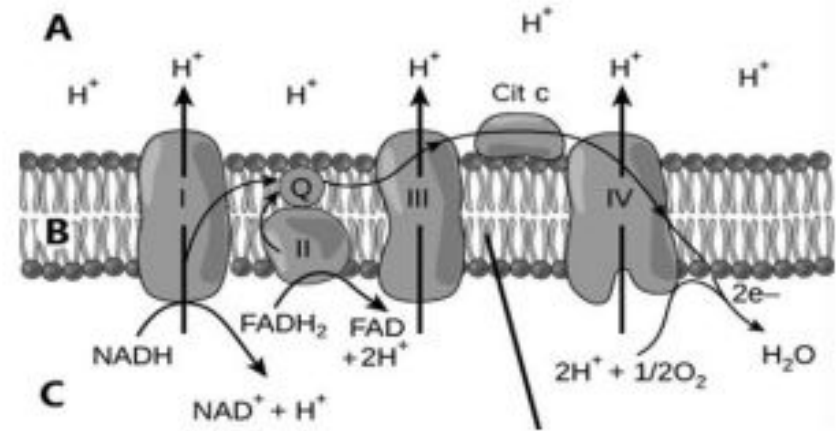


Figura 2

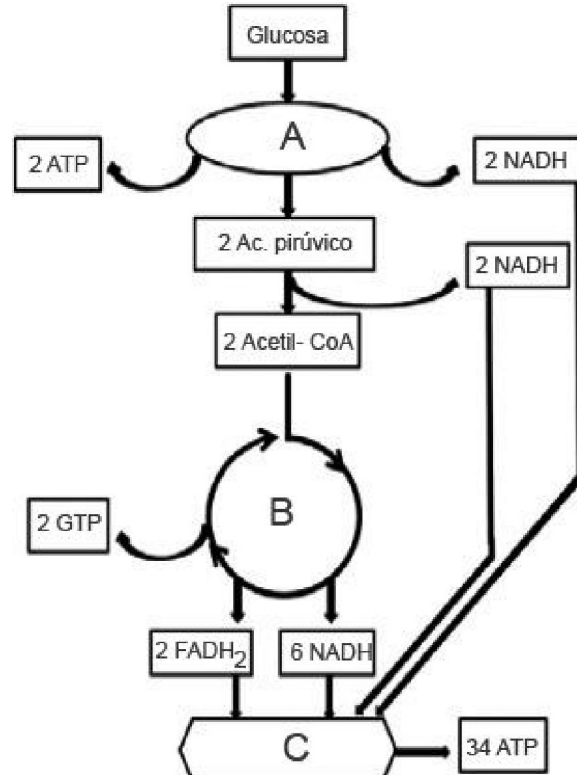
PREGUNTA 3. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR

A) A: espazo intermembranoso, B: Membrana mitocondrial interna, C: matriz mitocondrial (0,6 p).

B) Transporte electrónico (0,1p). Os electróns procedentes dos procesos anteriores son cedidos desde os transportadores $NADH$ e $FADH_2$ ata moléculas da membrana interna mitocondrial. Estes electróns van pasando a través da cadea de transporte electrónico cedendo enerxía que é aproveitada para bombear H^+ , contra o gradiente da concentración, desde a matriz ao espazo intermembrana. Os electróns son cedidos finalmente ao O_2 formando H_2O (0,6 p).

C) Os H^+ acumúlanse no espazo intermembrana, creando un gradiente electroquímico entre o espazo intermembrana e a matriz. Os protóns volven a favor do gradiente ata a matriz a través dunha ATPase o que produce a fosforilación de ADP para formar ATP (0,6p). Hipótese quimiosmótica (0,1 p).

1. En relación coa figura 4, 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. **Convocatoria extraordinaria 2020**



a) A degradación aeróbica da glicosa e o balance enerxético desta degradación (0,4 p). A: glicólise (citósol); B: ciclo de Krebs (matriz mitocondrial); C: cadea respiratoria (cristas mitocondriais ou membrana interna mitocondrial) (0,6 p; 0,2 p por cada proceso e localización). Son catabólicos porque son procesos oxidativos (de degradación) que liberan enerxía (0,2 p). b) En condicións de aerobiose porque o último aceptor dos electróns é o osíxeno (0,4 p). Función do ATP: enerxética almacenando ou liberando enerxía grazas ás súas ligazóns tipo éster, regulador encimático, coenzima, etc. (0,4 p; só unha función).

Respiración aeróbica ou catabolismo de glúcidos (glicosa)

Se atendemos á **respiración aerobia**, tendo en conta que o catabolismo de proteínas e lípidos conflúe coa dos glúcidos, a fórmula xeral da degradación da glicosa emprégase para representar o proceso de respiración.



Reacción global da respiración aeróbica

A respiración aeróbica e a fotosíntese son procesos inversos que se manteñen en equilibrio na natureza.

Fermentacións

Definición

Son procesos catabólicos de oxidación incompleta que se dan en condicións anaerobias, polo que o último aceptor dos electróns é unha molécula orgánica sinxela.

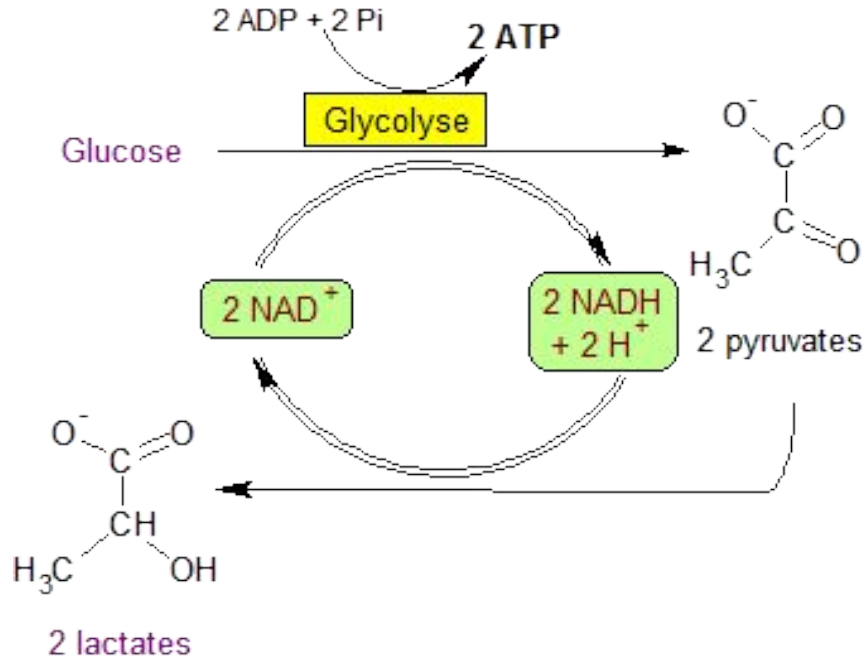
Que sucede?

En condicións anaerobias o piruvato obtido na glicólise non entra na mitocondria, se non que queda no citoplasma onde sofre unha oxidación incompleta pola vía da fermentación.

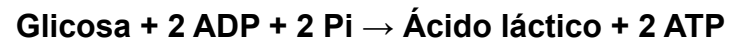
Características

- Prodúcese pouca enerxía: 2 moléculas de ATP por cada molécula de glicosa.
- Produce moléculas con alto poder redutor.
- Non precisa osíxeno.
- O aceptor final dos electróns é unha molécula orgánica.
- Son propias de microorganismos, coma **lévedos** (fungos) ou **bacterias**, aínda que hai excepcións. Pode suceder en células animais coma as dos músculos estriados, que cando non hai O_2 forman ácido láctico

Fermentación láctica

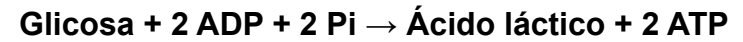


- Parte normalmente da **lactosa**, que por hidrólise rompe en glicosa e galactosa. A galactosa isomerízase e transfórmase en glicosa.
- A glicosa sofre **glicólise**, é dicir, cada molécula de glicosa transfórmase en 2 de ácido pirúvico, liberando 2 ATP e $2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+$.
- O ácido pirúvico transfórmase en ácido láctico, ao aceptar os H que lle cede o NADH. Deste xeito rexenérase o NAD^+ para seguir coa glicólise.
- Bacterias: *Lactobacillus* e *Lactococcus*, empregados para facer iogur, queixo e leite fermentado.
- Músculo estriado (maniotas).

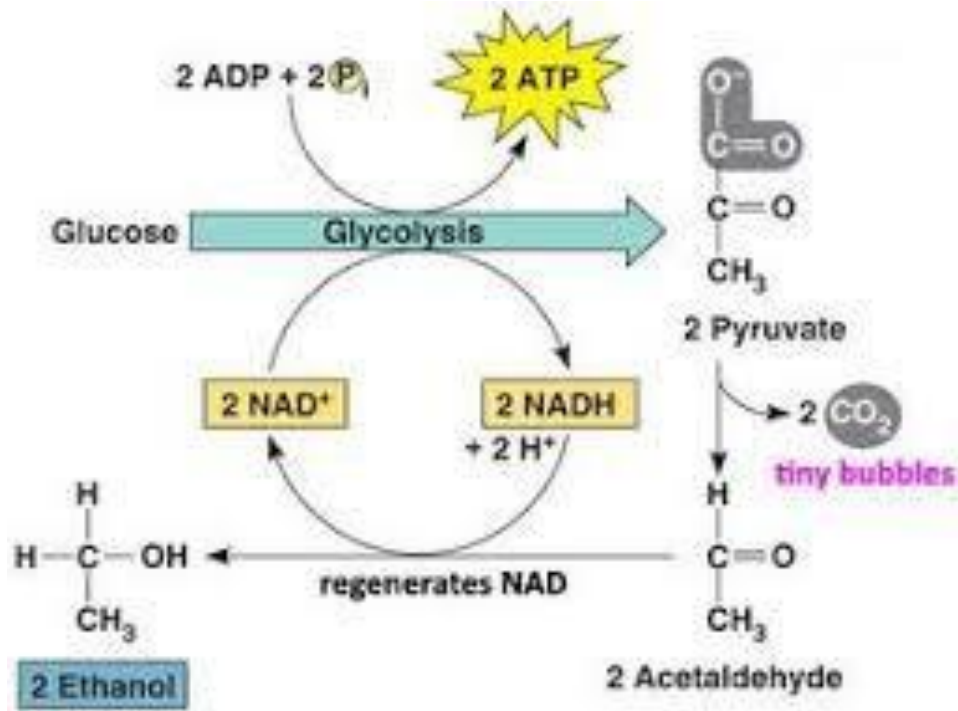


Fermentación láctica

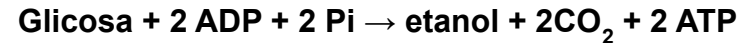
Bacterias: *Lactobacillus* e *Lactococcus*, empregados para facer iogur, queixo e leite fermentado.



Fermentación alcohólica

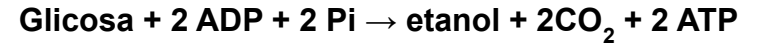


- A glicosa sofre **glicólise**, é dizer, cada molécula de glicosa transformase em 2 de ácido pirúvico, liberando 2 ATP e $2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+$.
- O ácido pirúvico transformase por descarboxilación en acetaldeído, que vai formar etanol ao aceitar hidróxenos.
- Rexenérase o NADH^+
- Fungos (lévedos): *Saccharomyces cerevisidae*, empregado para facer pan e bebidas alcohólicas.

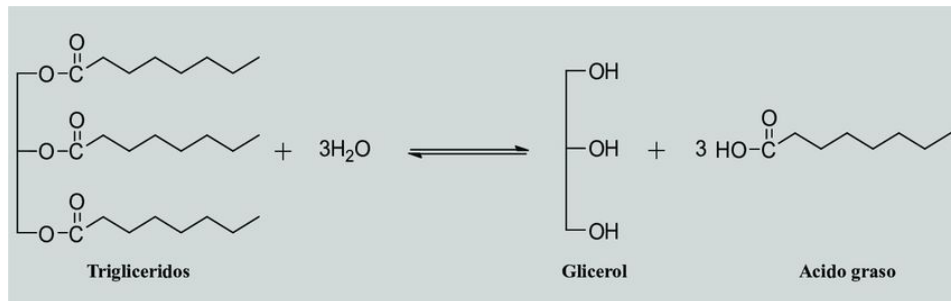


Fermentación alcohólica

Fungos (lévedos): *Saccharomyces cerevisiae*,
empregado para hacer pan e bebidas alcohólicas.



Catabolismo dos lípidos



Hidrólise dun triglicérido, catalizada por unha lipase.

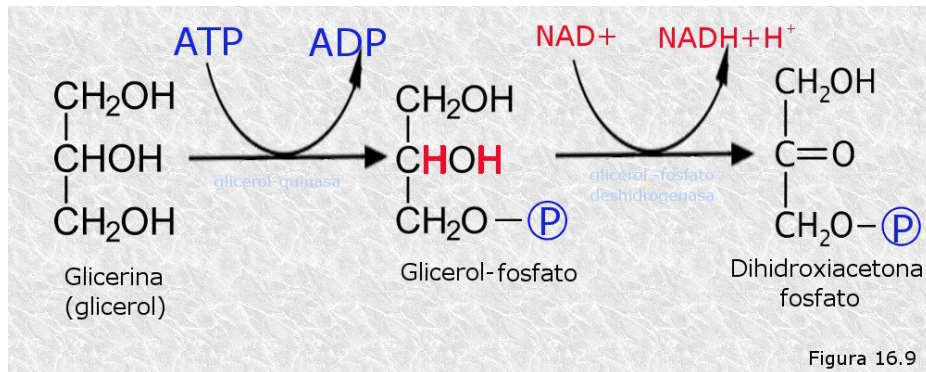
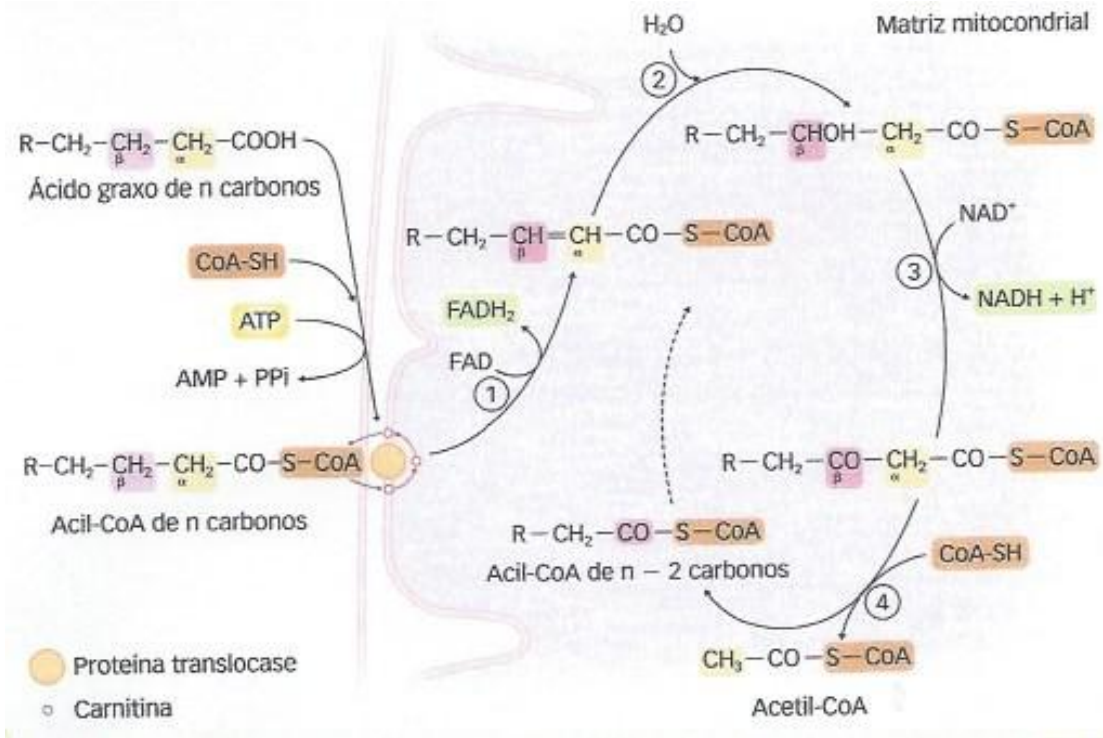


Figura 16.9

Degradación da glicerina.

- Os triglicéridos (graxas e aceites) son as moléculas de reserva enerxética nos seres vivos. A súa degradación proporciona gran cantidade de enerxía.
- Aceites nas células vexetais, en froitos e sementes.
- Manteigas e sebos en células animais, nos tecidos adiposos.
- O catabolismo de lípidos en **células vexetais** sucederá nos **peroxisomas**; nas **células animais** terá lugar na **matriz da mitocondria e nos peroxisomas**.
- O triglicéridos acumulados sofren **hidrólise**, que dá como resultado: glicerina e ácidos graxos.
- A glicerina pode incorporarse á ruta da glicólise ou á gliconeoxénese.
- Os ácidos graxos diríxense á **membrana externa da mitocondria**, onde para empezar o proceso deben ser activados.

Catabolismo dos lípidos

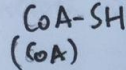
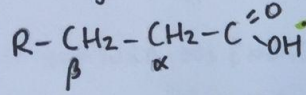


- Os ácidos graxos, na membrana externa da mitocondria, activanse mediante a unión cun Co-A; transfórmanse nun acil Co-A que ten unha cadea con n carbonos.
- O acil Co-A entra na mitocondria coa axuda da carnitina.
- Na **matriz mitocondrial** empeza a β -oxidación ou **hélice de Lynen**. En cada volta da hélice o acil Co-A de partida vai perder dous carbonos (acetil Co-A, que vai ó ciclo de Krebs), vaise formar $NADH+H^+$ e $FADH_2$, que irán á cadea de transporte electrónico.
- Etapas: deshidroxenación (1), hidratación (2), deshidroxenación (3) e escisión (ou tiólise) (4).
- 129 ATP por cada molécula ácido palmítico (16 carbonos).

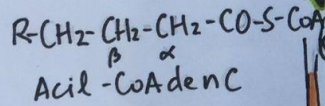
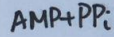
CATABOLISMO DE LÍPIDOS

ACTIVACIÓN

ácido graso n carbonos



ATP



BALANCE por cada volta
FÓRMASE:

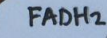
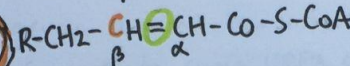
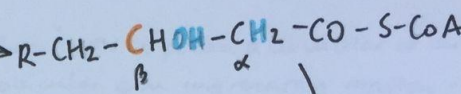
- 1 acetil CoA $\Rightarrow$ KREBS
- 1 FADH₂
- 1 NADH+H⁺
- N° voltas total $(n^{\circ}C/2)-1$

EX. ÁCIDO PALMÍTICO

129 ATP

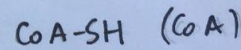
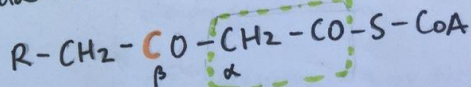
β OXIDACIÓN en
HÉLICE DE LYNNEN

②

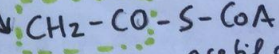


①

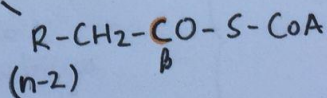
n VOLTAS
ata a degradación
COMPLETA



④



$\hookrightarrow$ ciclo Krebs



① Deshidroxenación

② Hidratación

③ Deshidroxenación

④ Rotura (roba un grupo acetil) $\Rightarrow$ roba 2 C

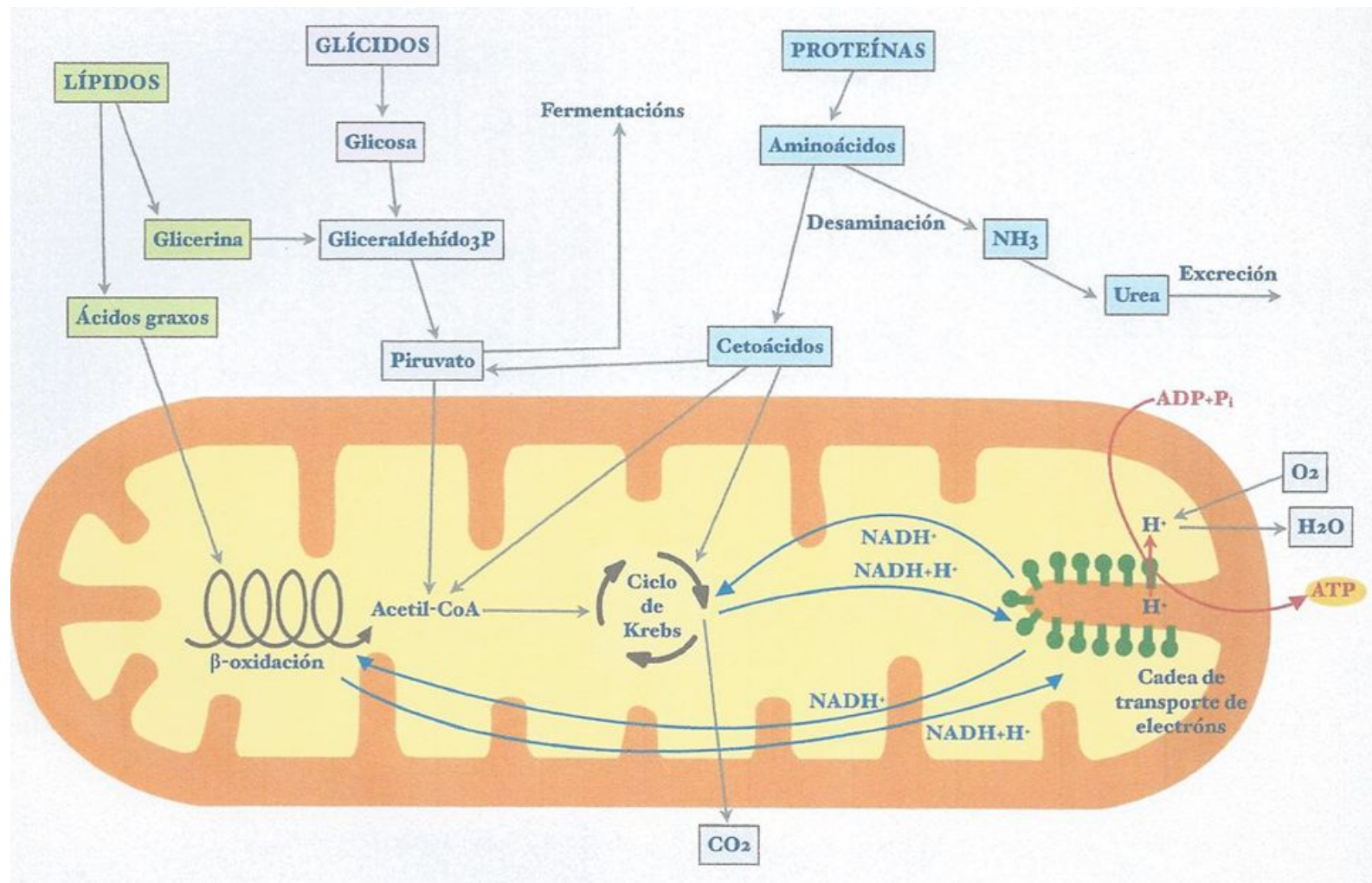
Catabolismo de proteínas

As proteínas ingeridas na dieta son unha fonte de aminoácidos. No tubo dixestivo dos animais, as proteínas son sometidas a **hidrólise**, que rompe os enlaces peptídicos dando lugar a aminoácidos libres. Os enzimas que catalizan esa ruptura son proteases. Eses aminoácidos poden:

- Ser reciclados e utilizados polos ribosomas para crear novas proteínas.
- Participar noutras rutas metabólicas.
- Ser degradados para conseguir enerxía (non moi común, si ocorre en situación de xaxún prolongado).

A oxidación dos aminoácidos sucede nas mitocondrias e ten dúas etapas. Os pasos son dous:

1. Separación do **grupo amino**: o grupo amino convértese en **ión amonio** e acaba sendo excretado como **urea ou ácido úrico**.
1. **Oxidación do esqueleto carbonado**: o esqueleto carbonado forma moléculas intermediarias que poden entrar no ciclo de Krebs, coma piruvato ou acetil-CoA. Eses compostos poden oxidarse completamente no **ciclo de Krebs** ou ser empregadas en reaccións anabólicas, coma a síntese de glicosa (**gliconeoxénese**) ou de lípidos.



1. Copie a táboa na folla de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos. **Convocatoria extraordinaria 2022**

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUCTOS
Glicólise				
Descarboxilación oxidativa				
Ciclo de Krebs				
Fosforilación oxidativa				
Fermentación láctica				
Fermentación alcohólica				
Fase luminosa da fotosíntese				
Ciclo de Calvin				

1. Copie a táboa na folla de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos. **Convocatoria extraordinaria 2022**

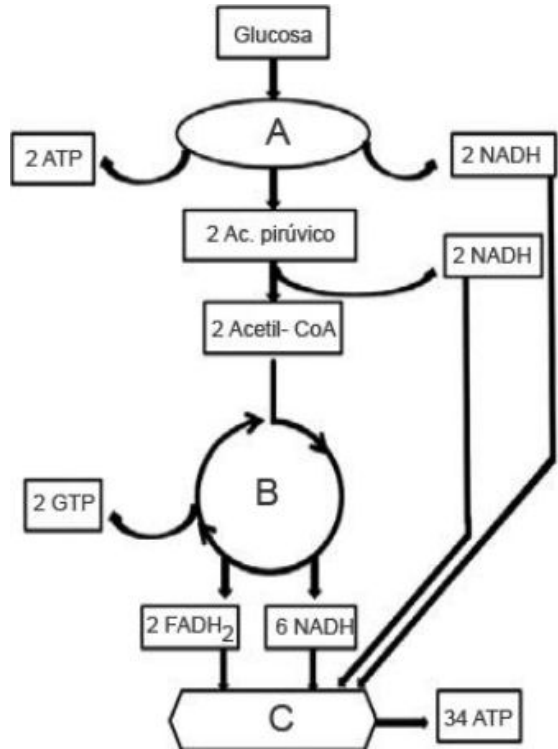
Pregunta 4. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.

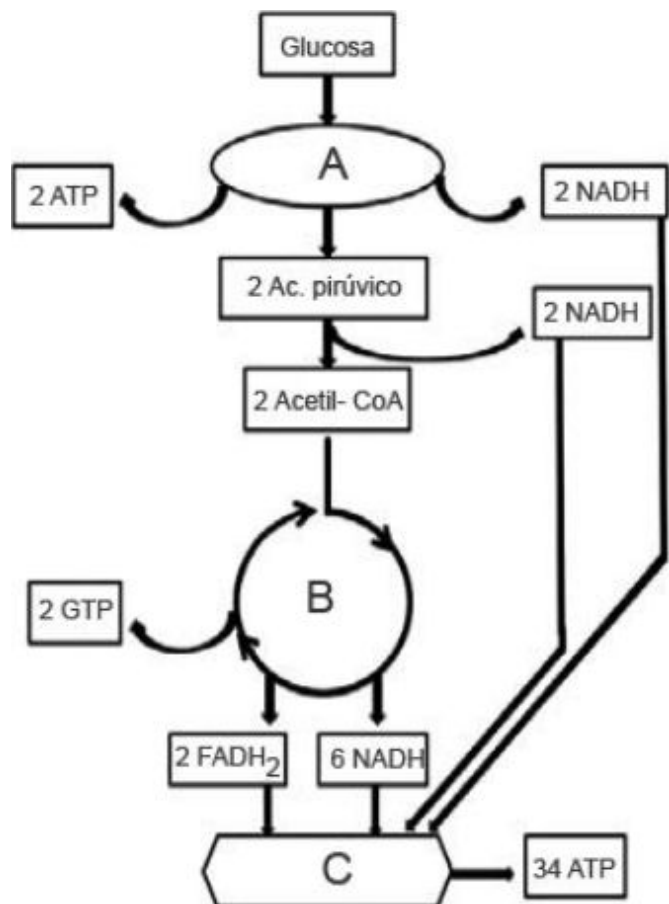
Copie a táboa na folla de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos.

(0,1 por 2 correctas en la fila; 0,15 por 3 correctas en la fila; 0,25 por 4 correctas en la fila)

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUTOS
Glicólise	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa	Piruvato,
Descarboxilación oxidativa	CATABÓLICO	Matriz mitocondrial	Piruvato,	Acetil CoA
Ciclo de Krebs	CATABÓLICO (ANFIBOLICO)	Matriz mitocondrial	Acetil CoA	CO ₂
Fosforilación oxidativa	CATABÓLICO	Cristas mitocondriais (membrana interna)	ADP	ATP
Fermentación láctica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Lactato
Fermentación alcohólica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Etanol, CO ₂
Fase luminosa da fotosíntese	ANABÓLICO	Membranas tilacoides	ADP, NADP, H ₂ O	ATP, NADPH, O ₂
Ciclo de Calvin	ANABÓLICO	Estroma del cloroplasto	CO ₂ , ATP, NADPH,	ADP, NADP+, G3P/Glicosa

1. En relación coa figura 4, 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. **Convocatoria extraordinaria 2020**





a) A degradación aeróbica da glicosa e o balance enerxético desta degradación (0,4 p). A: glicólise (citósol); B: ciclo de Krebs (matriz mitocondrial); C: cadea respiratoria (cristas mitocondriais ou membrana interna mitocondrial) (0,6 p; 0,2 p por cada proceso e localización).

Son catabólicos porque son procesos oxidativos (de degradación) que liberan enerxía (0,2 p).

b) En condicións de aerobiose porque o último aceptor dos electróns é o osíxeno (0,4 p). Función do ATP: enerxética almacenando ou liberando enerxía grazas ás súas ligazóns tipo éster, regulador encimático, coencima, etc. (0,4 p; só unha función).

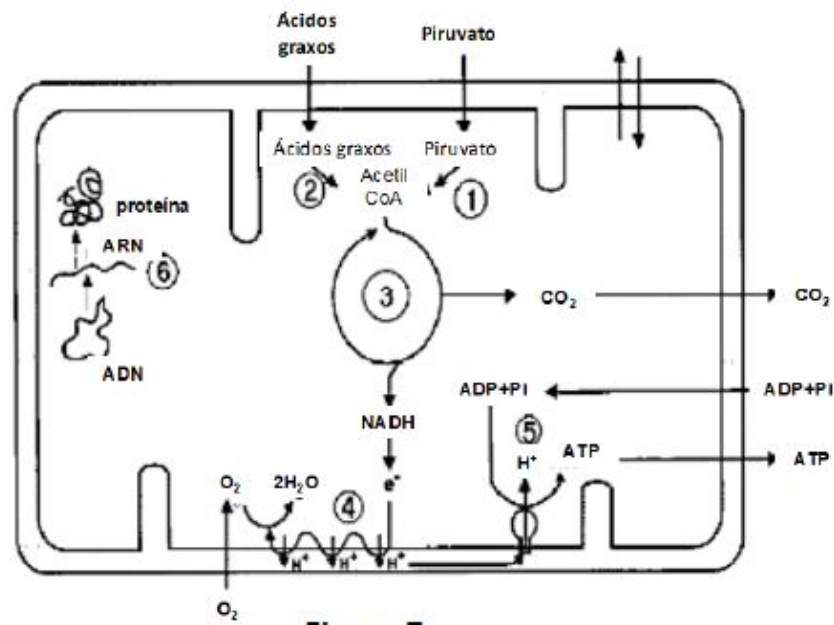
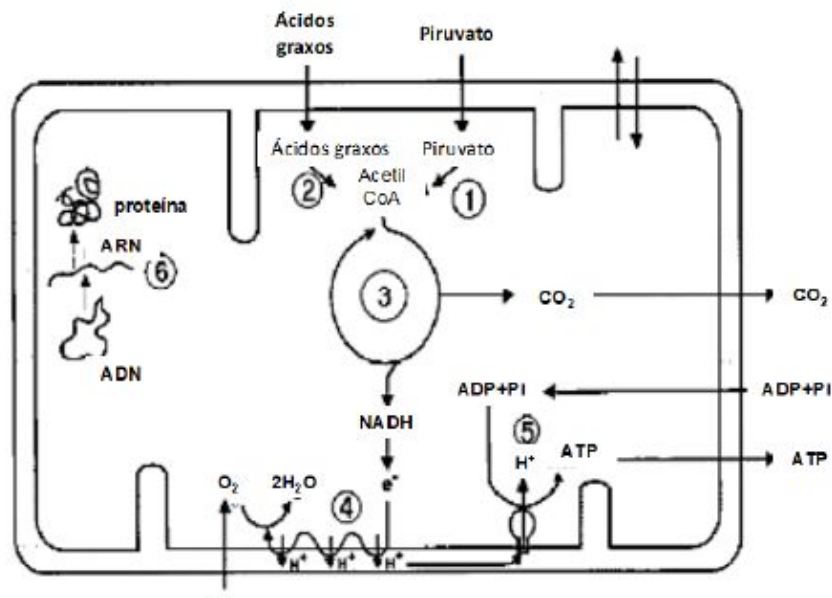


Figura 7

PREGUNTA 6. METABOLISMO CELULAR

- Indique qual é o nome dos processos metabólicos sinalizados com os números 1-6 na figura 7.
- Quais desses processos são anabólicos e quais são catabólicos?
- Em que orgânulo celular se produzem?
- Quais requerem oxigênio e quais não?
- De que processos pode proceder o piruvato?



PREGUNTA 6. METABOLISMO CELULAR

A) Indique cal é o nome dos procesos metabólicos sinalados cos números 1- 6 na figura 7.

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?

PREGUNTA 6. METABOLISMO CELULAR

A) 1: Descarboxilación oxidativa do piruvato; 2: beta-oxidación dos ácidos graxos; 3: Ciclo de Krebs; 4: Cadea respiratoria; 5: Fosforilación oxidativa; 6: Síntese de proteínas (0,6 p).

B) 1, 2, 4: procesos catabólicos. 5, 6: proceso anabólico. 3: proceso catabólico-anabólico (0,6 p).

C) 1, 2, 3, 4, 5: mitocondria. 6: ribosomas (0,4 p).

D) 4: Require osíxeno; o resto non. (0,2 p).

E) O piruvato pode proceder da glicólise ou do catabolismo dalgúns aminoácidos (0,2 p).

ANABOLISMO (tema 11, parte 2)

ANABOLISMO: conxunto de reaccións químicas que teñen por finalidade a construción de materia orgánica, con consumo de enerxía e de poder redutor.

Ten dúas etapas:

ANABOLISMO AUTÓTROFO: síntese de moléculas orgánicas sinxelas (glicosa, glicerina, ácidos graxos, aa...) a partir de moléculas inorgánicas (H_2O , CO_2 , sales minerais). Segundo a procedencia da enerxía:

FOTOSÍNTESE: a enerxía procede da luz solar. Plantas, cianobacterias, algas.

QUIMIOSÍNTESE: a enerxía é de orixe química. Bacterias do solo.

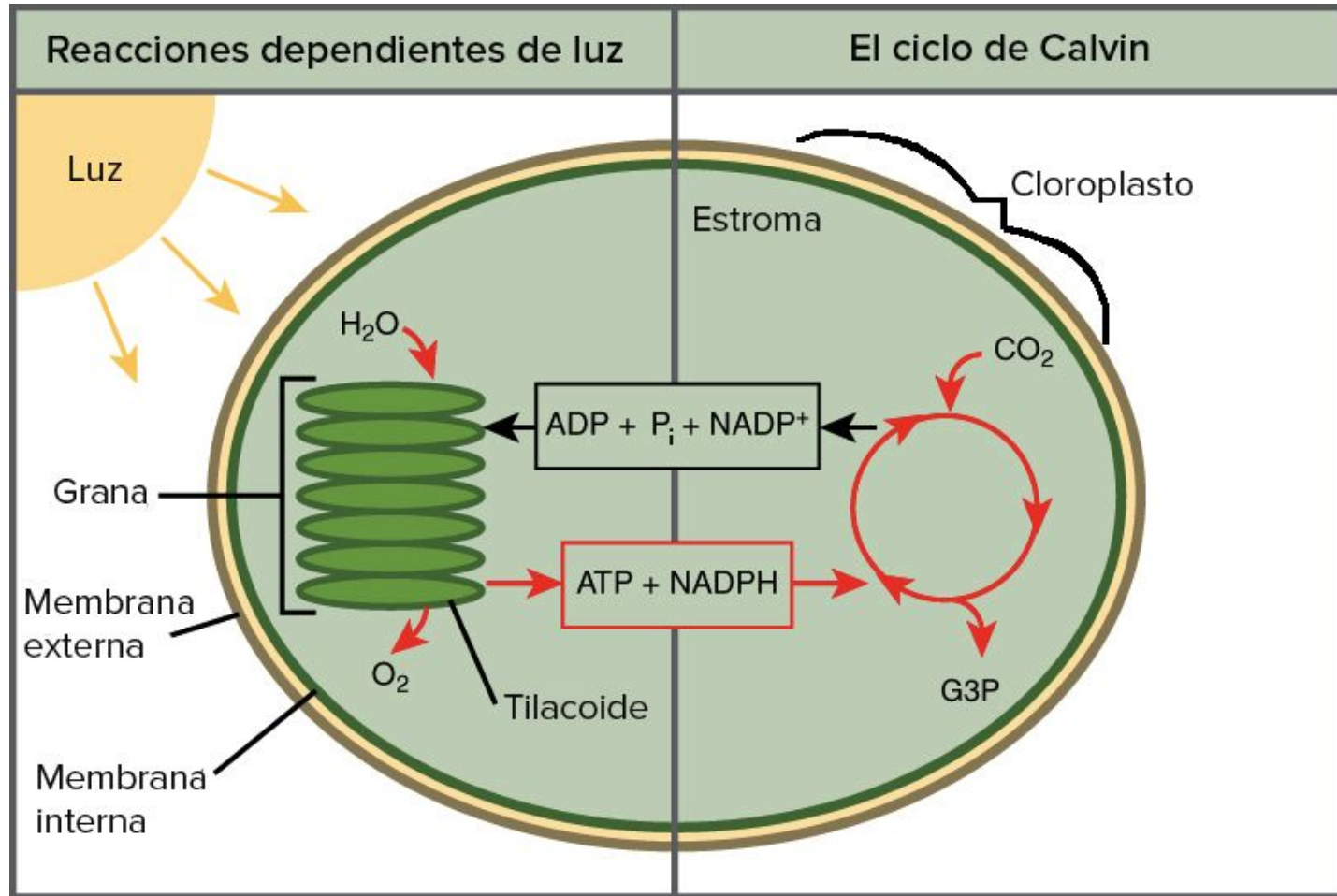
ANABOLISMO HETERÓTROFO: síntese de moléculas orgánicas complexas a partir das moléculas sinxelas creadas anteriormente. Síntese de proteínas, polisacáridos, lípidos...

FOTOSÍNTESE:

- Proceso anabólico mediante o cal os seres vivos sintetizan materia orgánica a partir de materia inorgánica, empregando a enerxía lumínica do sol. Transformación da enerxía lumínica en enerxía química.
- BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS, ALGAS, MUSGOS, VEXETAIS SUPERIORES e ALGÚNS PROTOZOOS.
- Base da vida na Terra.



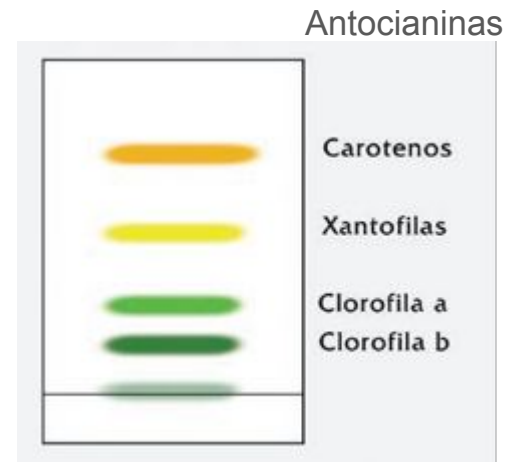
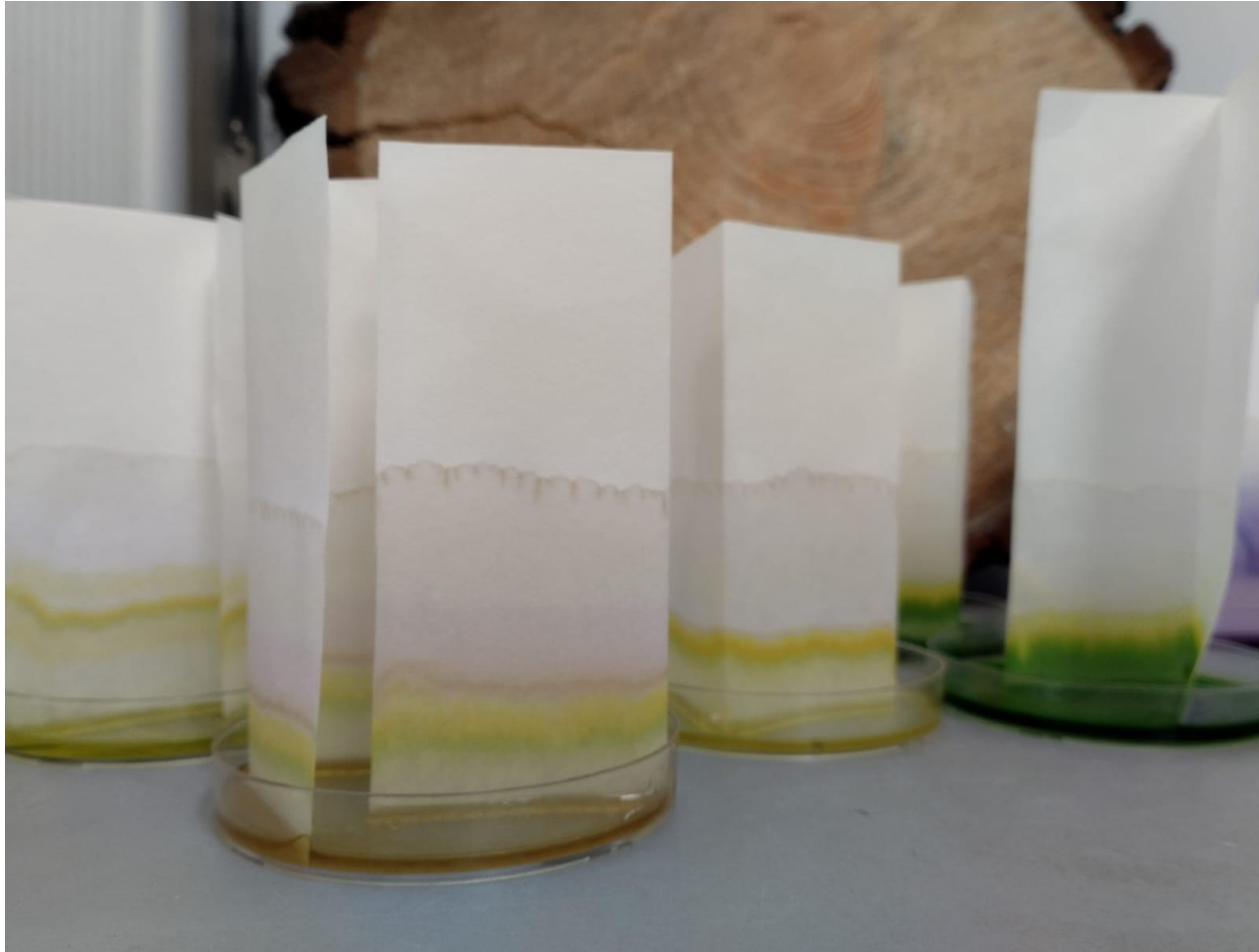
FOTOSÍNTESE: fases luminosa e escura.



A fotosíntese é posible grazas á existencia dos pigmentos.



A fotosíntese é posible grazas á existencia dos pigmentos.



PIGMENTOS:

Para que a enerxía solar poida ser empregada, primeiro ten que ser absorbida; iso sucede grazas á presenza de pigmentos fotosintéticos.

Os pigmentos fotosintéticos son moléculas lipídicas asociadas a proteínas, que están na membrana dos tilacoides, agrupadas nos **FOTOSISTEMAS**.

Nas células procariotas están na membrana plasmática.

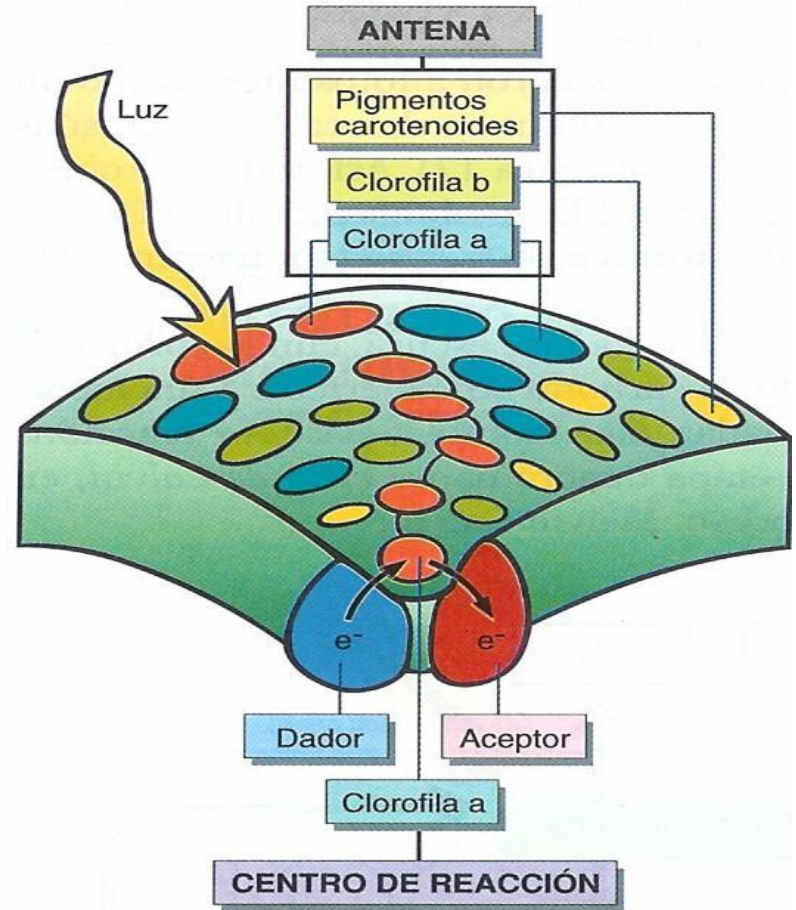


Fig. 18. Esquema da estrutura dun fotosistema.

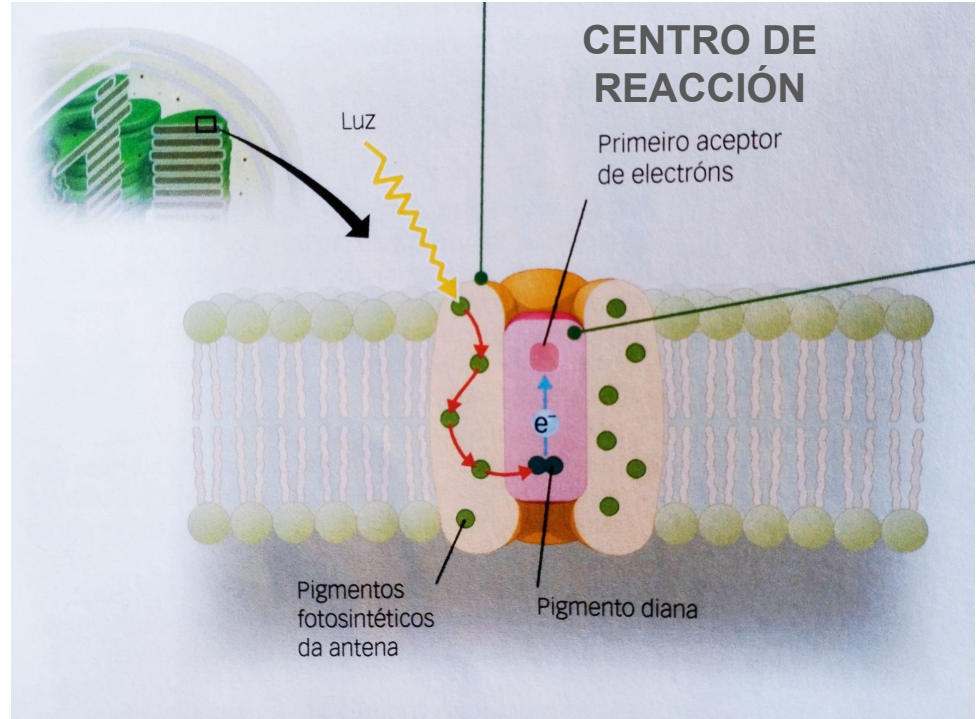
FOTOSISTEMAS:

Existen dous tipos de fotosistemas, nomeados segundo a orde de descubrimento como fotosistema I e fotosistema II.

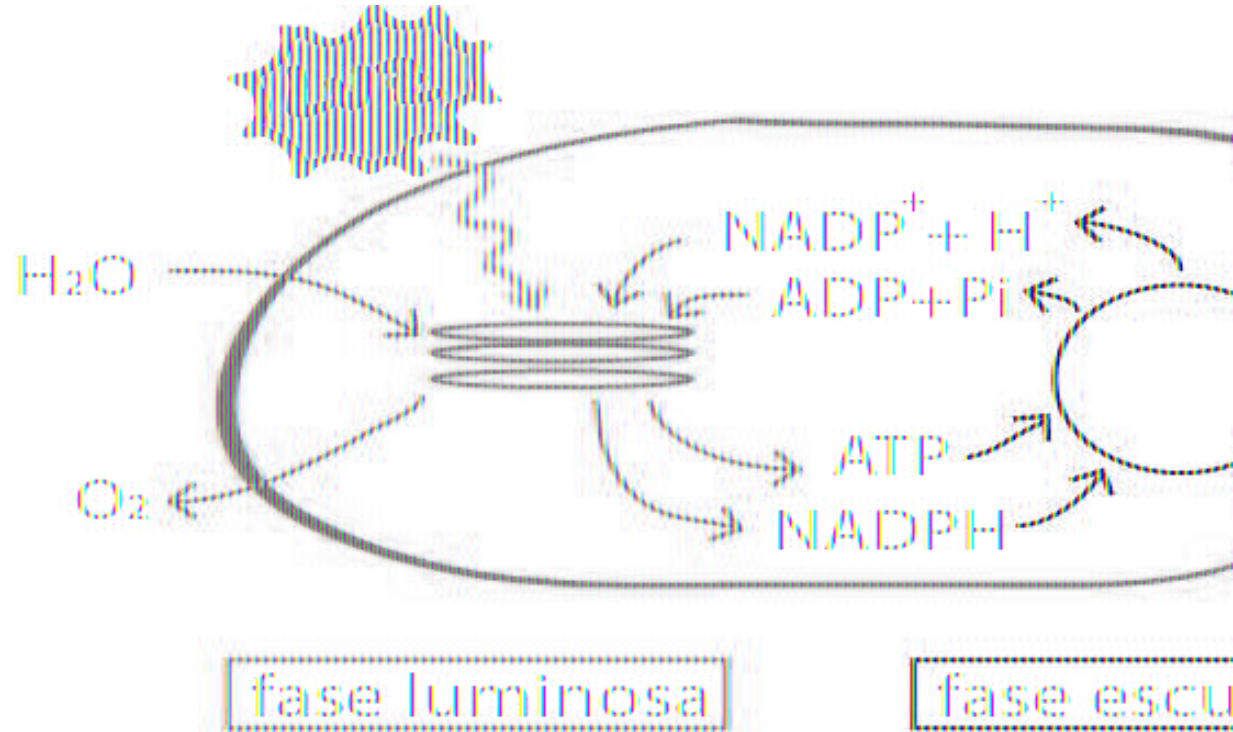
Fotosistema I (PSI) ou P700. O seu pigmento diana é unha molécula de clorofila que capta luz cuxa lonxitude de onda é menor ou igual a 700 nm. Sitúase nos tilacoides do estroma e nos non amoreados.

Fotosistema II (PSII) ou P680. O seu pigmento diana é unha molécula de clorofila que capta luz cuxa lonxitude de onda é igual ou menor a 680 nm. Localízase nos tilacoides amoreados ou grana.

ANTENA



FOTOSÍNTESE: fases luminosa e escura.

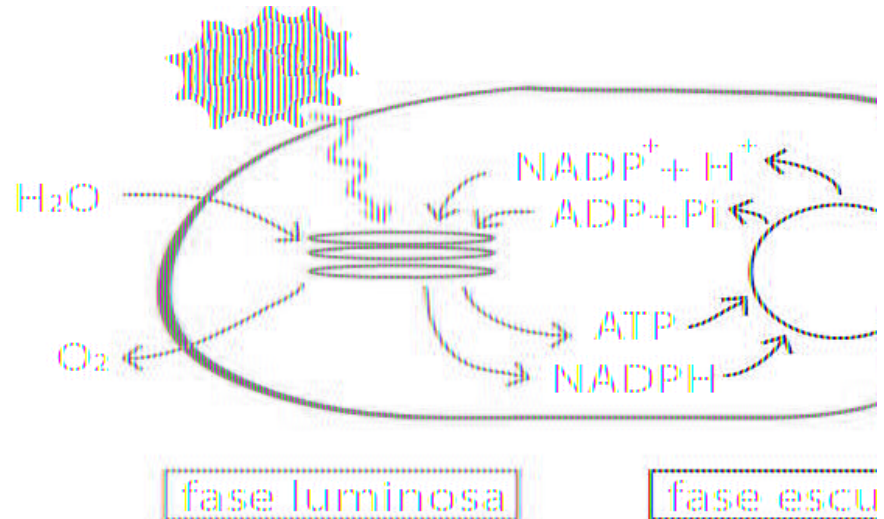


FOTOSÍNTESE: fase luminosa.

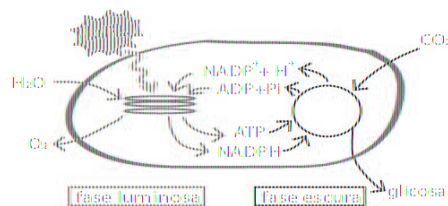
Conxunto de reaccións que teñen lugar na membrana dos tilacoides, nas cales se produce a captación de enerxía luminosa para ser transformada en enerxía química.

A partir da lise de H_2O e de enerxía luminosa, conséguese ATP e $\text{NADH}+\text{H}^+$, que serán empregadas na fase escura.

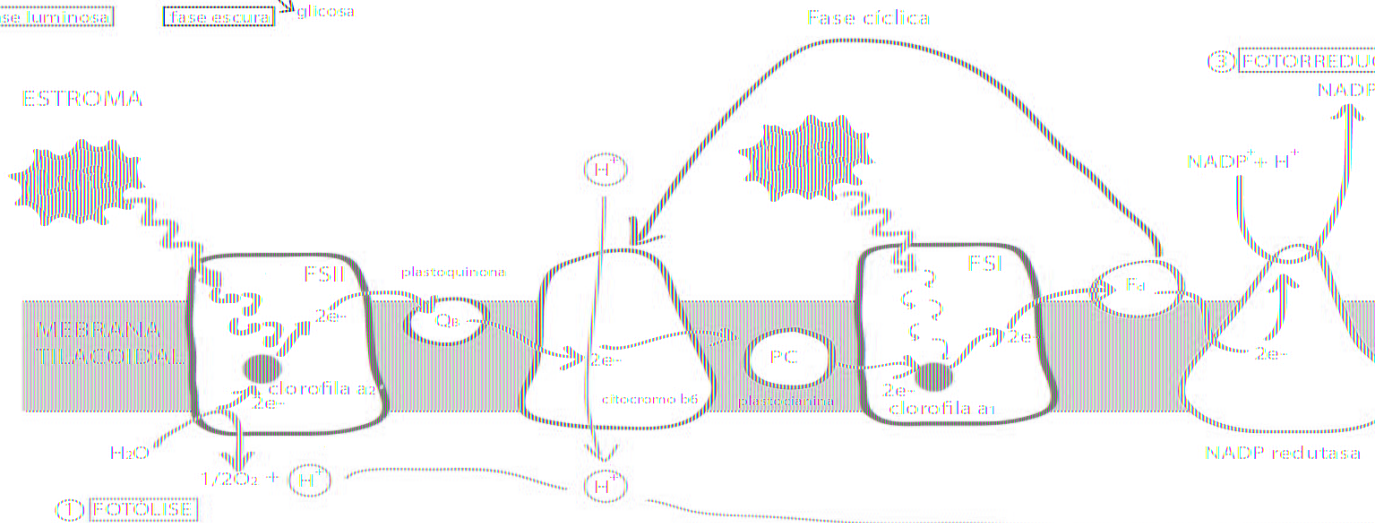
Existen dúas modalidades: **CÍCLICA** e **ACÍCLICA**.



FOTOSÍN esquema



Fase cíclica: os e⁻ procedentes do FSI regresan ó citocromo, onde son empregados para bombear protóns ó interior do tilacoide. Neste caso non se produce a FOTORREDUCCIÓN, unicamente se produce a FOTOFOSFORILACIÓN.



INTERIOR DO TILACOIDE

- A luz solar chega ó fotosistema II (FSII) como fotóns. Os pigmentos excítanse. A enerxía transmítese por resonancia ata a clorofila a2 (diana). A clorofila perde 2 e⁻, que van transferirse nunha cadea dun complexo proteico a outro. Os e⁻ perdidos por a2 teñen que ser recuperados e son doados pola auga. A lise da molécula de auga recibe o nome de **FOTÓLISE**. Libérase O₂ que sae do cloroplasto e protóns, que quedan no interior do tilacoide.

Fase non cíclica

- No paso da plastoquinona ó citocromo libérase enerxía que se emprega para bombear H⁺ ó interior do tilacoide. Aumenta a concentración de protóns.

- A conec. tilacoide (teoría qu. orixina u. que se tr. formand.

- A luz solar incide no fotosistema I (FSI). Os pigmentos excítanse. A enerxía chega por resonancia á clorofila a1 (diana), que perde 2e⁻ que son recuperados cos e⁻ procedentes do FSII. Os e⁻ pasan á NADP reductasa, que os emprega para reducir o NADP⁺ a NADPH (FOTORREDUCCIÓN).

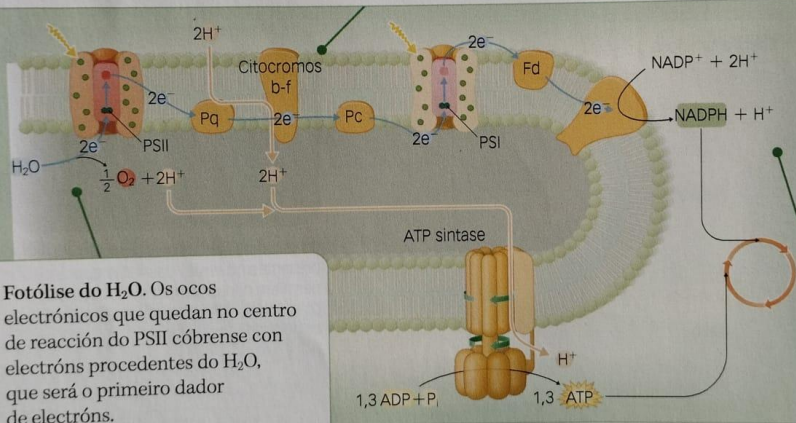
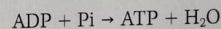
FOTOSÍNTESE: fase luminosa.

Fase fotoquímica acíclica

Interven os fotosistemas I e II que actúan coordinadamente e son excitados simultaneamente pola luz. Xérase un fluxo lineal de electróns desde a molécula de H_2O ata o NADP^+ .

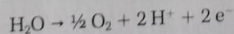
Fotofosforilación do ADP. Cando a luz incide sobre o PSII, o seu pigmento diana excítase e cede dous electróns ao seu primeiro aceptor de electróns. Estes electróns pasan dunha molécula a outra da membrana do tilacoide (plastoquinona ou Pq, citocromos b-f e plastocianina ou Pc) que se van reducindo e oxidando sucesivamente. Ao final, os electróns chegan ao pigmento diana do PSI. Con este movemento de electróns

libérase enerxía, que se emprega para bombear protóns (H^+) desde o estroma cara ao interior dos tilacoides, xerando un **gradiente electroquímico**. Grazas a este gradiente, os H^+ volven ao estroma por medio das ATP sintases da membrana tilacoidal, producindo ATP a partir de $\text{ADP} + \text{Pi}$. Este proceso é coñecido como **fotofosforilación do ADP**. Por cada tres protóns sintetízase unha molécula de ATP.

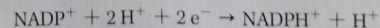


Fotólise do H_2O . Os ocos electrónicos que quedan no centro de reacción do PSII cóbrense con electróns procedentes do H_2O , que será o primeiro dador de electróns.

A molécula de auga, absorbida polas raíces das plantas, rompe por acción da luz e libera O_2 á atmosfera, protóns que se acumulan no espazo intratilacoidal e electróns.



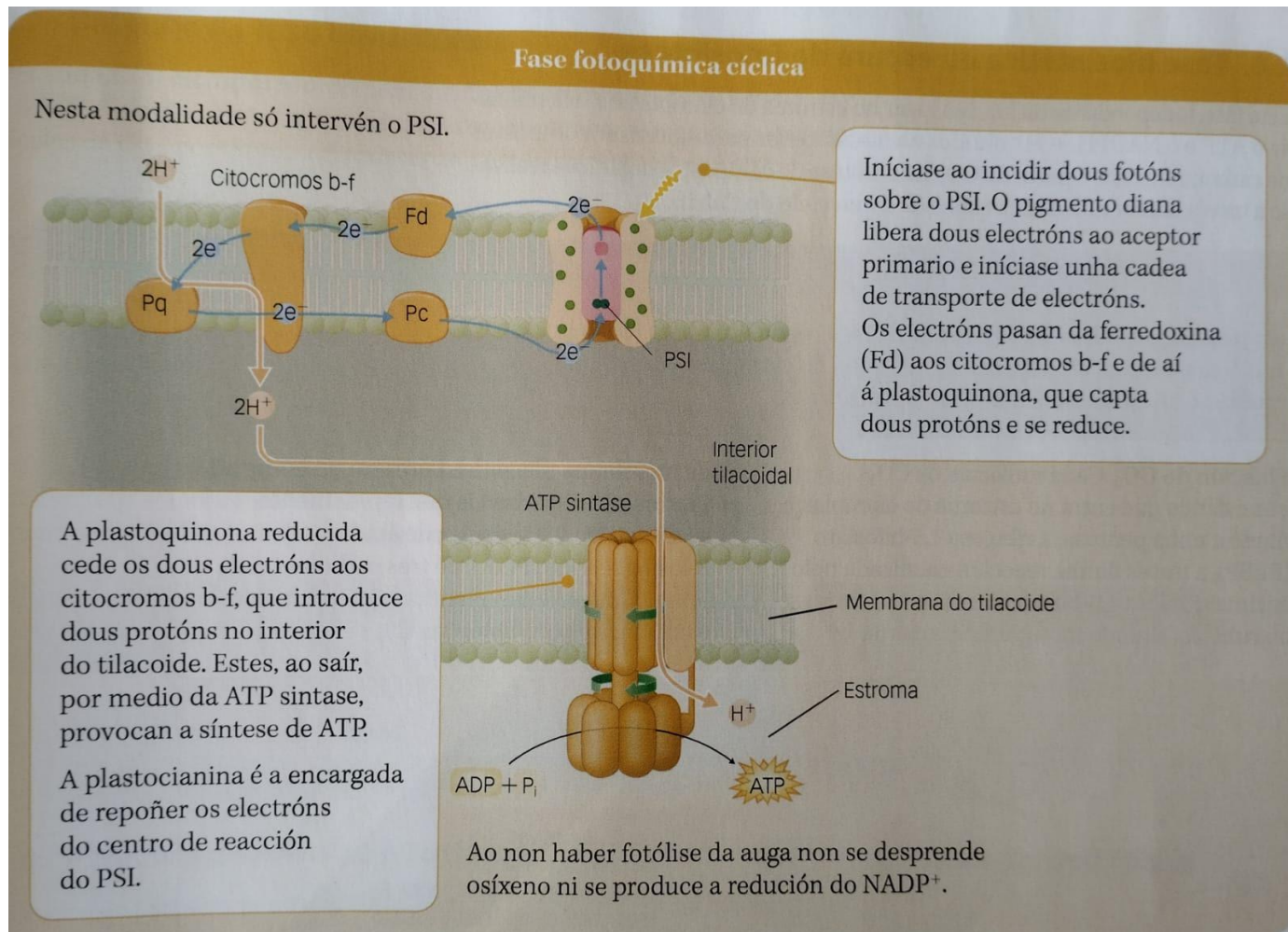
Fotorredución do NADP^+ . Ao incidir a luz sobre o PSI, o seu pigmento diana excítase e cede 2 electróns ao seu primeiro aceptor de electróns, que os transfire á ferredoxina (Fd), que en último termo os cede ao NADP^+ , que toma os protóns do estroma e se reduce a $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$. Os electróns do centro de reacción do PSI repóñense cos electróns procedentes do PSII.



FOTOSÍNTESE:

fases luminosa

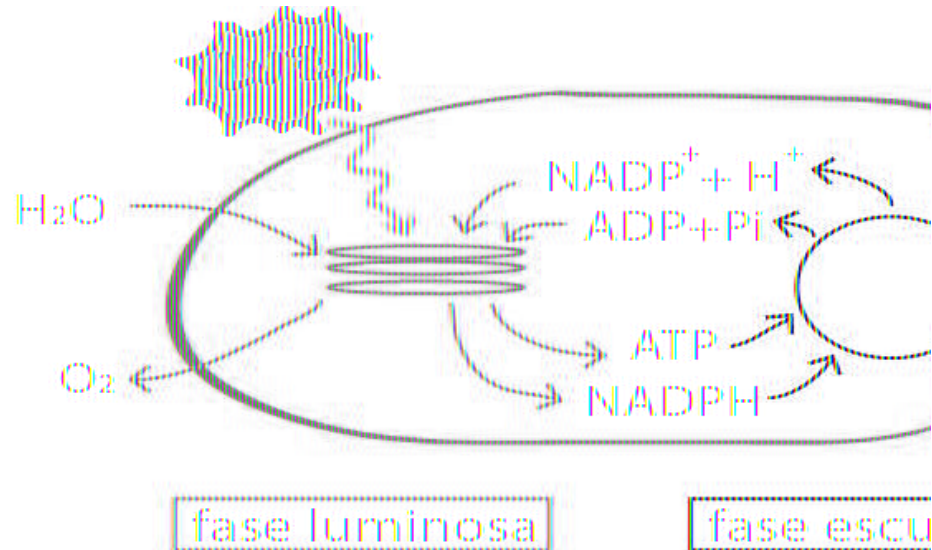
cíclica.



FOTOSÍNTESE: fase escura.

Fase independente da luz que ten lugar no estroma dos cloroplastos (eucariotas) e no citoplasma (procariotas). Nela emprégase o NADPH e o ATP obtidos na etapa luminosa para sintetizar compostos de carbón sinxelos a partir da redución do CO_2 .

Esta síntese de compostos orgánicos realízase a través dunha ruta metabólica cíclica coñecida como **ciclo de Calvin**.



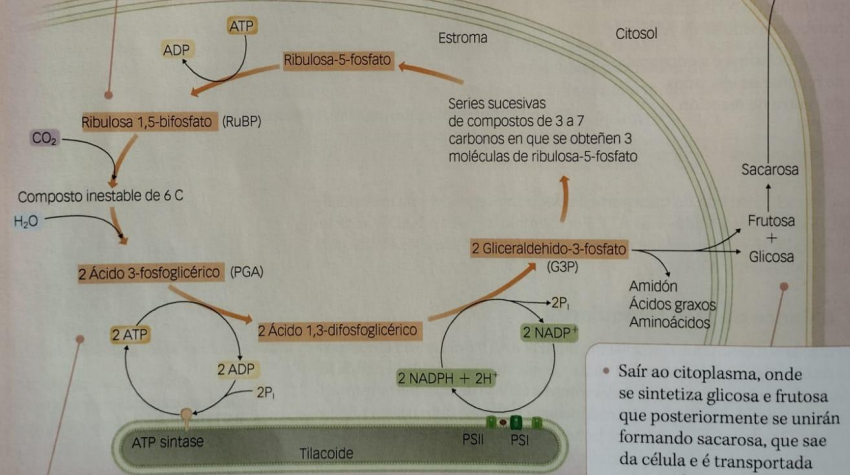
FOTOSÍNTESE:

fases escura, ciclo de Calvin.

1

Fixación do CO_2 Cada molécula de CO_2 atmosférico que entra no estroma do cloroplasto únese a unha pentosa, a ribulosa 1,5-bifosfato (RuBP), a través dunha reacción catalizada polo enzima ribulosa 1,5-bifosfato carboxilase oxidase ou **rubisco**, situado na superficie externa

da membrana tilacoidal. Fórmase un composto inestable de 6 carbonos que rapidamente se disocia en 2 moléculas de ácido 3-fosfoglicérico (PGA), de tres carbonos cada unha. A maioría das plantas seguen esta vía e coñécense como **plantas C3**.



2

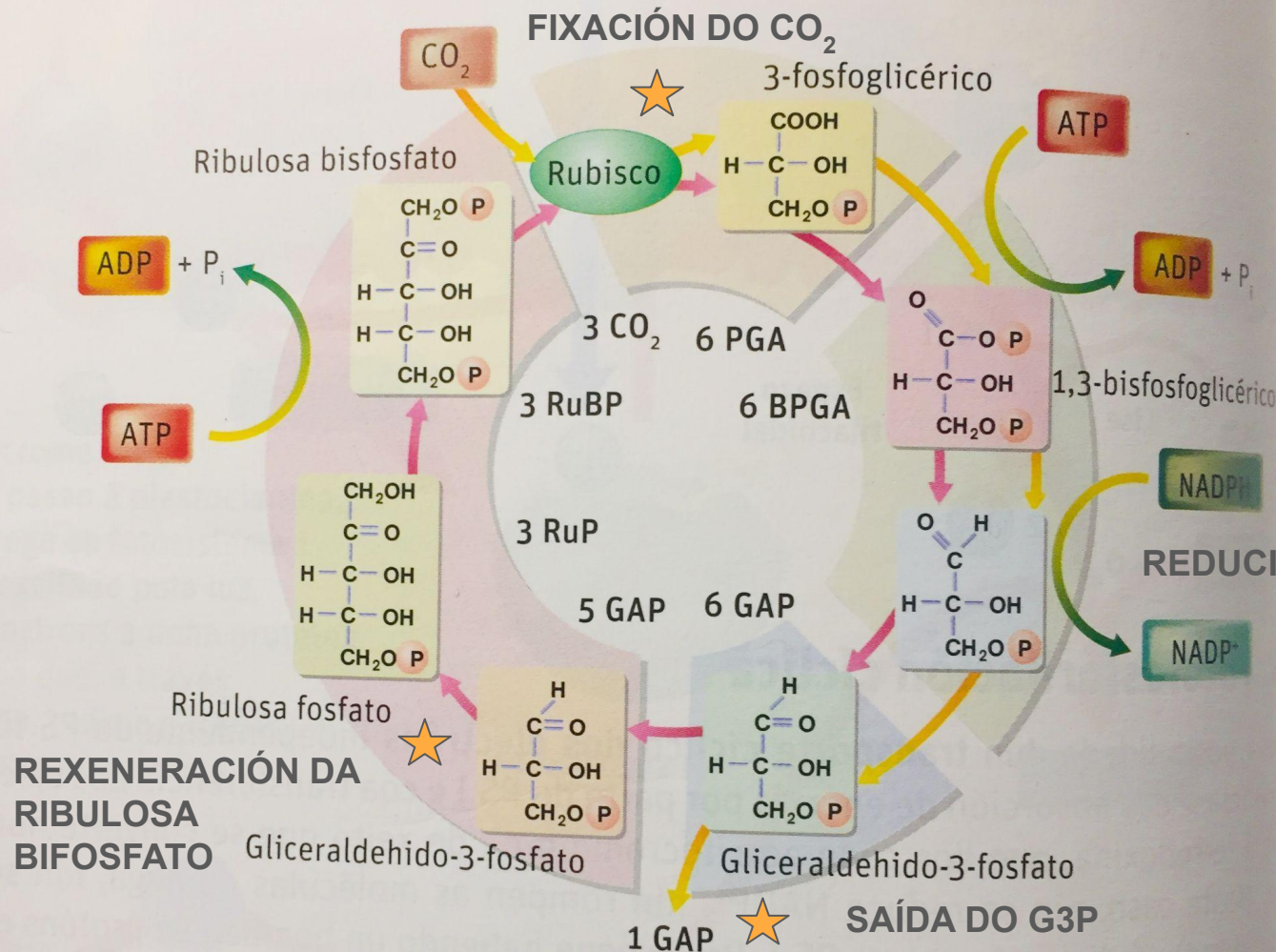
Redución do CO_2 fixado. Cada molécula de PGA, mediante o ATP e o NADPH da fase luminosa, é reducida a unha molécula de gliceraldehído 3-fosfato (G3P).

3

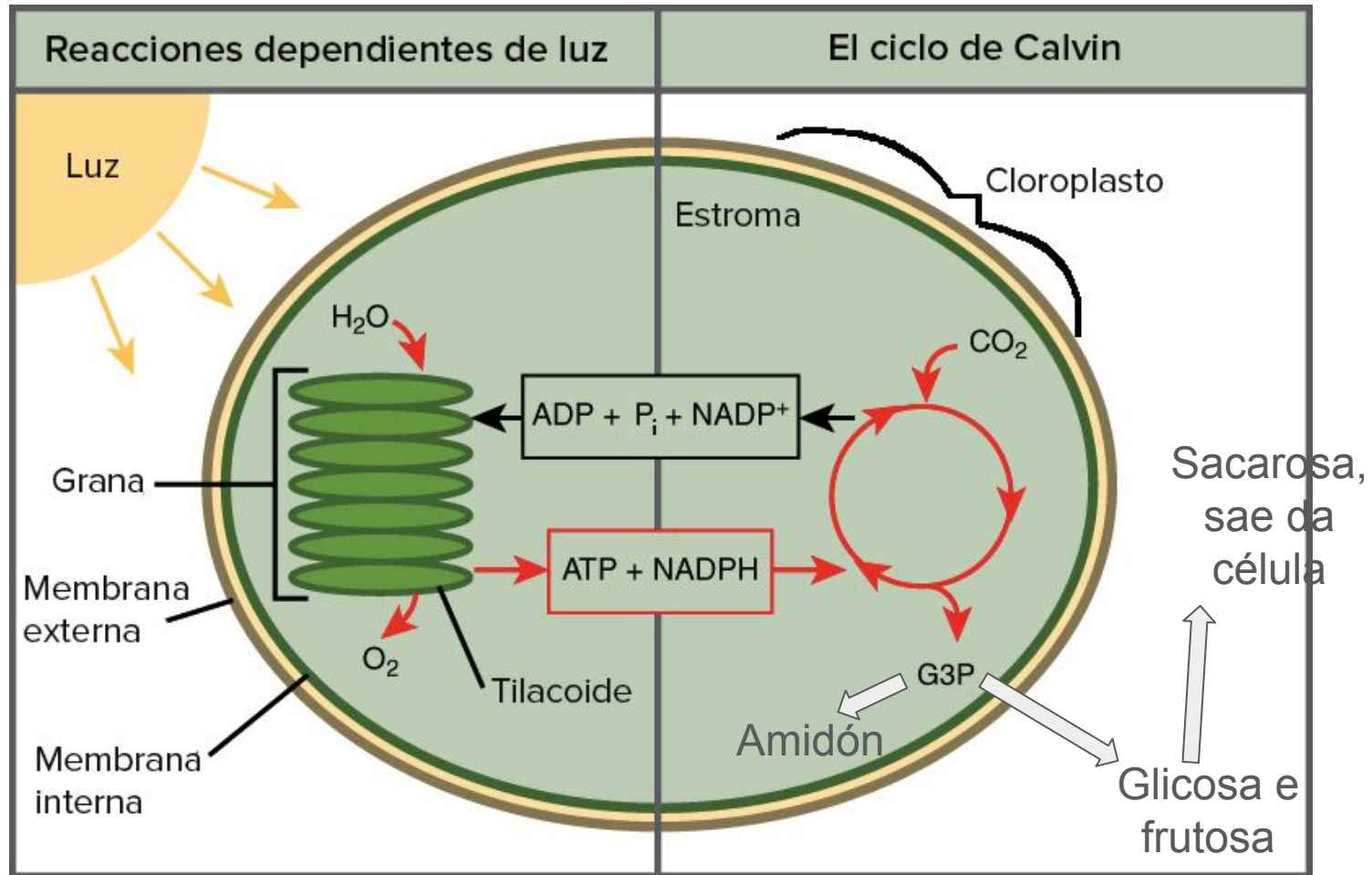
Rexeneración da RuBP. Parte do G3P é utilizado para a rexeneración da ribulosa 1,5-bifosfato a través dunha serie de reaccións complexas nas cales se forman metabolitos intermedios e para cerrar o ciclo. O resto do G3P pode:

- Saír ao citoplasma, onde se sintetiza glicosa e frutosa que posteriormente se unirán formando sacarosa, que sae da célula e é transportada aos tecidos en crecemento, ou ben son degradadas pola vía catalítica como fonte de enerxía.
- Permanecer no citoplasma, onde serve de base para a síntese de glicosa, que se almacena en forma de amido.

FOTOSÍNTESE: fases escura.



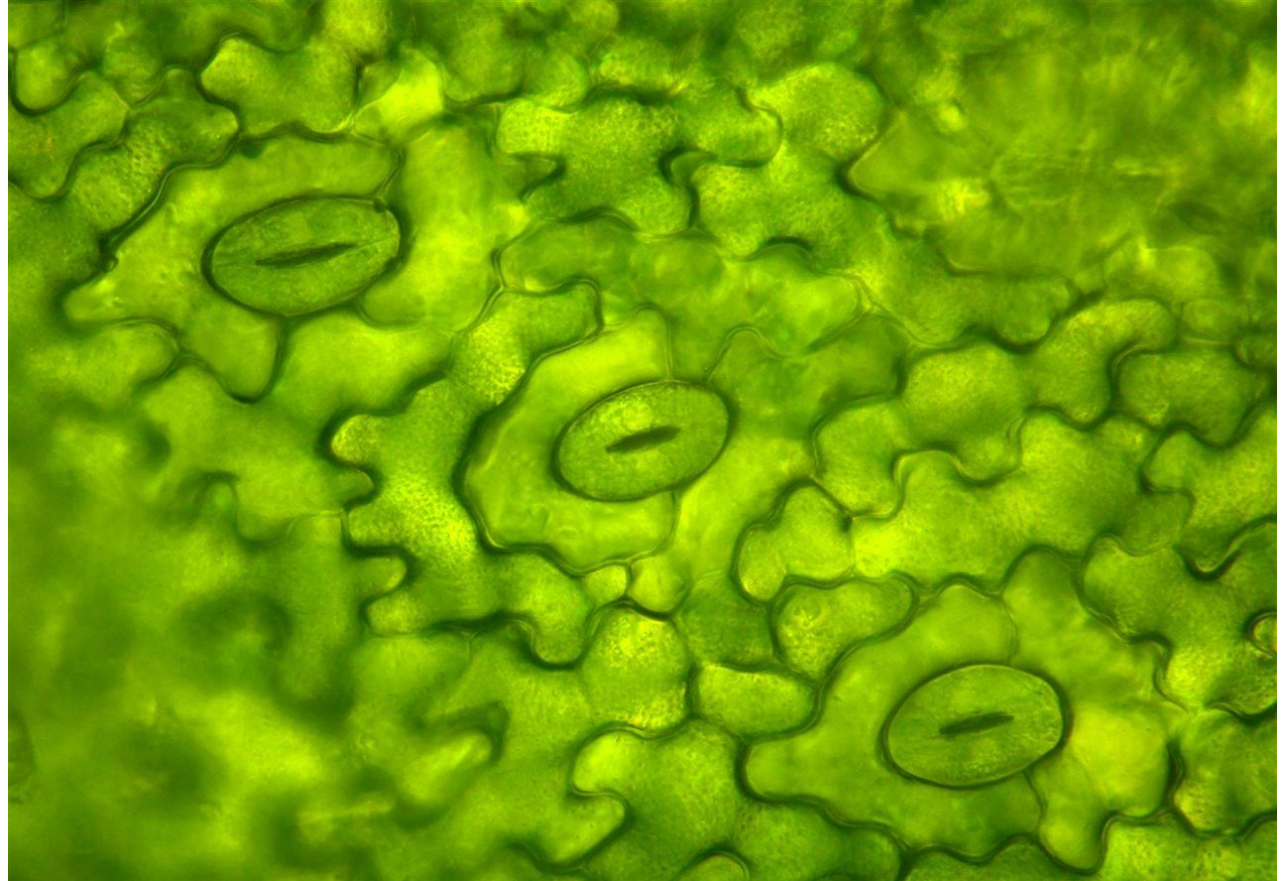
FOTOSÍNTESE: fases luminosa e escura.



Factores que inflúen na fotosíntese.

O **rendemento da fotosíntese** mídese a partir da cantidade de CO_2 que toma unha planta e a cantidade de O_2 que libera. Ese tránsito prodúcese a través dos **estomas**, que van estar abertos ou pechados en base a unha serie de parámetros ambientais.

Cando o **clima é cálido e seco**, os estomas pechan, de forma que non entra CO_2 , acumulándose pola contra o O_2 liberado na fotosíntese. Nese caso as células empregan o osíxeno para oxidar a ribulosa bP (**fotorrespiración**); ese proceso é levado a cabo pola Rubisco. É moi custoso para o ser vivo.



Factores que inflúen na fotosíntese.

A **intensidade da luz**: ao aumentar a intensidade luminosa incrementase o rendemento fotosintético, ata un valor máximo. Superado ese valor prodúcese a fotooxidación irreversible dos pigmentos fotosintéticos.

A **temperatura**: un aumento de temperatura produce un aumento do rendemento fotosintético, ata un valor máximo, a partir do cal diminúe debido á desnaturalización dos enzimas implicados.

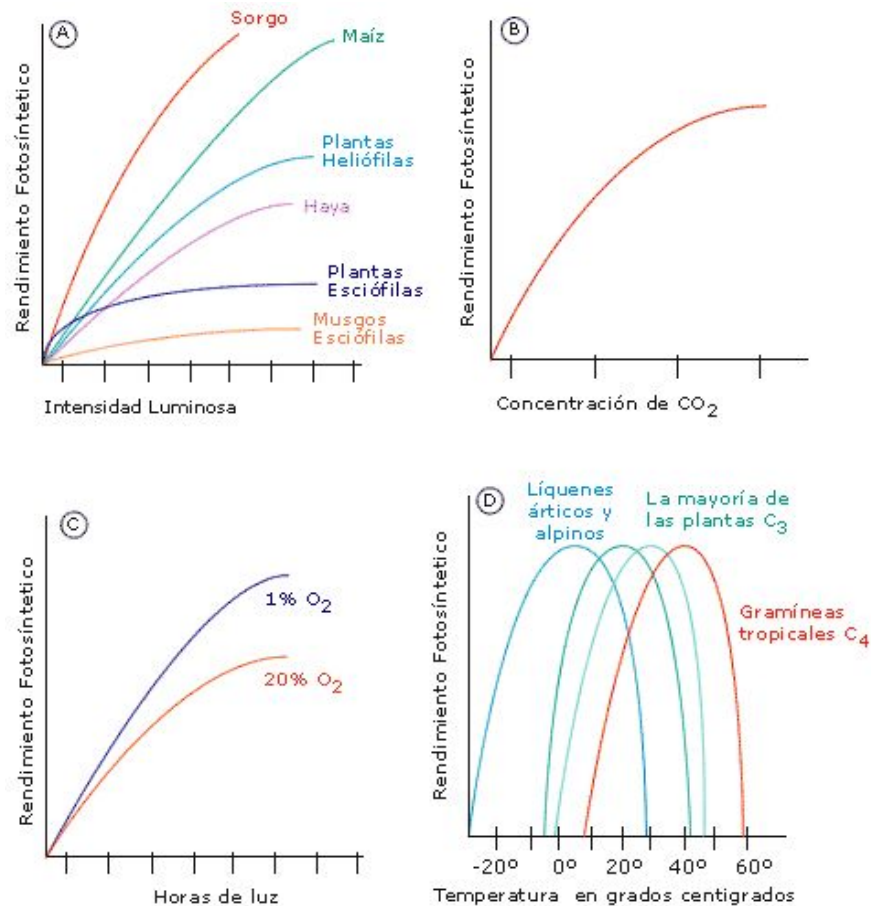
A **concentración de CO_2** : a maior concentración, maior rendemento, ata acadar un valor no que se estabiliza. Este valor representa a saturación dos enzimas fotosintéticos polo seu substrato.

A **concentración de O_2** : ao aumentar a concentración de O_2 diminúe a eficacia fotosintética, debido á **fotorrespiración**.

Fotoperíodo (horas de exposición á luz); maior actividade cantas máis horas de luz.

A **dispoñibilidade de auga**: os estomas pechan e non entra CO_2 , nen sae O_2 .

Cor da luz.



Importancia biolóxica da fotosíntese

- Sustento de cadeas tróficas.
- Libera osíxeno á atmosfera como produto residual.
- Mantén os niveis de CO_2 atmosférico.
- Forma e mantén a capa de ozono.

Fotosíntese vs. respiración

FOTOSÍNTESE	RESPIRACIÓN
Ten lugar no cloroplasto	Na mitocondria
Proceso anabólico	Catabólico
Síntese de glicosa a partir de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Oxidación de glicosa a $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Obtense enerxía da luz solar	Obtense enerxía de moléculas orgánicas
Síntese de ATP por fotofosforilación	Síntese de ATP por fosforilación oxidativa
Realizada por organismos autótrofos	Auto e heterótrofos

1. Copie a táboa na folla de exame e encha as celas indicando as características dos procesos metabólicos. **Convocatoria extraordinaria 2022**

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUCTOS
Glicólise				
Descarboxilación oxidativa				
Ciclo de Krebs				
Fosforilación oxidativa				
Fermentación láctica				
Fermentación alcohólica				
Fase luminosa da fotosíntese				
Ciclo de Calvin				

Con que empezan e con que rematan o ciclo de Calvin e a fase luminosa?

Pregunta 4. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.

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

(0,1 por 2 correctas en la fila; 0,15 por 3 correctas en la fila; 0,25 por 4 correctas en la fila)

PROCESO	ANABÓLICO/CATABÓLICO	UBICACIÓN	SUSTRATOS	PRODUTOS
Glicólise	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa	Piruvato,
Descarboxilación oxidativa	CATABÓLICO	Matriz mitocondrial	Piruvato,	Acetil CoA
Ciclo de Krebs	CATABÓLICO (ANFIBOLICO)	Matriz mitocondrial	Acetil CoA	CO ₂
Fosforilación oxidativa	CATABÓLICO	Cristas mitocondriais (membrana interna)	ADP	ATP
Fermentación láctica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Lactato
Fermentación alcohólica	CATABÓLICO	Citosol	Glicosa/Piruvato	Etanol, CO ₂
Fase luminosa da fotosíntese	ANABÓLICO	Membranas tilacoides	ADP, NADP, H ₂ O	ATP, NADPH, O ₂
Ciclo de Calvin	ANABÓLICO	Estroma del cloroplasto	CO ₂ , ATP, NADPH,	ADP, NADP ⁺ , G3P/Glicosa

RUTA METABÓLICA

- a. **Produtos iniciais.**
- b. **Produtos finais.**
- c. **Onde ocorre (de forma precisa).**
- d. **Para que serve (finalidade).**
- e. **É un proceso anabólico/ catabólico.**

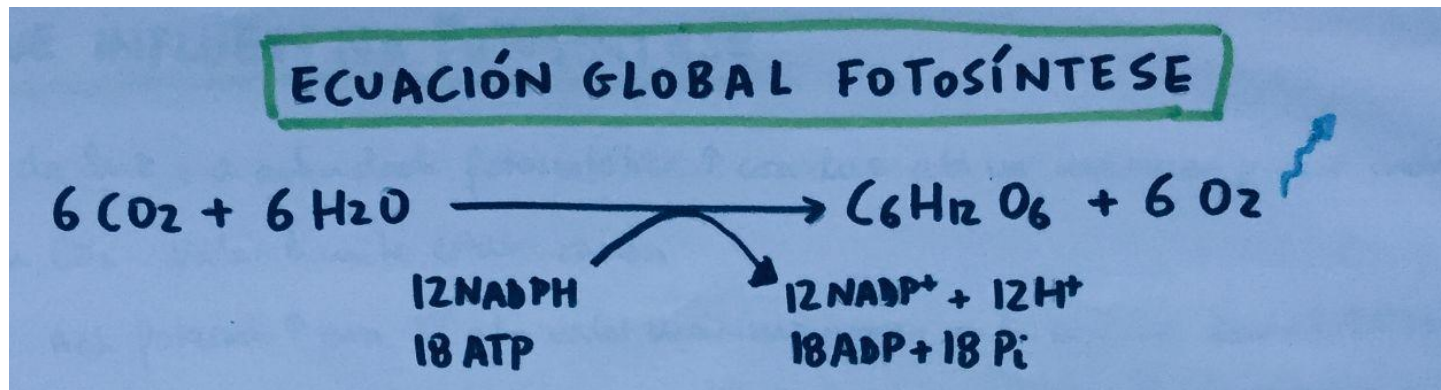
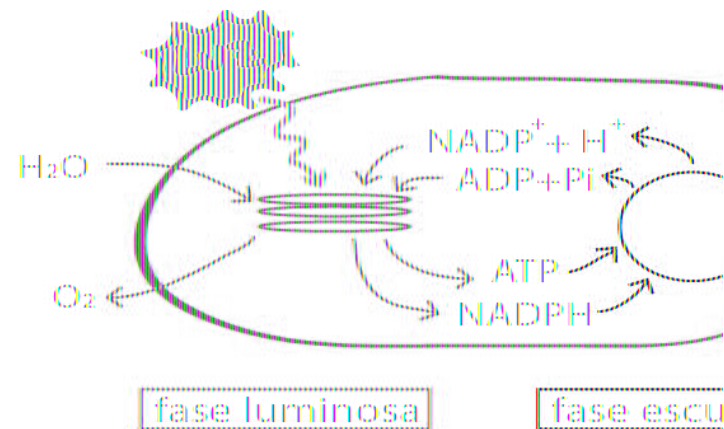
RUTAS CATABÓLICAS

- Respiración (glúcidos)
Glicólise.
Descarboxilación oxidativa.
Ciclo de Krebs
Cadea de transporte electrónico e fosforilación oxidativa.
- β -oxidación (hélice de Lynen, lípidos)
- Catabolismo de proteínas
- Fermentación láctica.
- Fermentación etílica.

RUTAS ANABÓLICAS

- Fotosíntese:
Fase luminosa: fotólise, fotofosforilación, fotorreducción.
Fase escura: ciclo de Calvin.
- Gliconeoxénese.
- Lipoxénese.

Balance enerxético xeral da fotosíntese



ANABOLISMO: conxunto de reaccións químicas que teñen por finalidade a construción de materia orgánica, con consumo de enerxía e de poder redutor.

Ten dúas etapas:

ANABOLISMO AUTÓTROFO: síntese de moléculas orgánicas sinxelas (glicosa, glicerina, ácidos graxos, aa...) a partir de moléculas inorgánicas (H_2O , CO_2 , sales minerais). Segundo a procedencia da enerxía:

FOTOSÍNTESE: a enerxía procede da luz solar. Plantas, cianobacterias, algas.



QUIMIOSÍNTESE: a enerxía é de orixe química. Bacterias do solo.

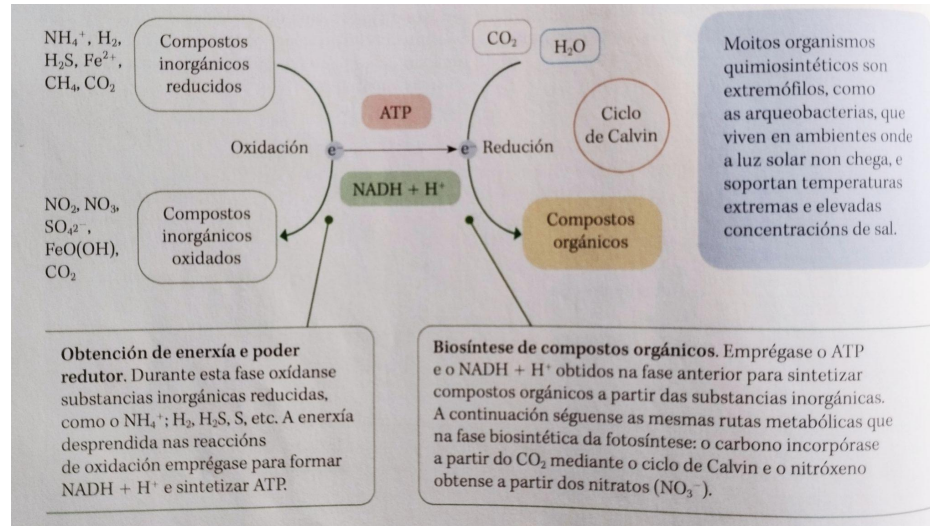
ANABOLISMO HETERÓTROFO: síntese de moléculas orgánicas complexas a partir das moléculas sinxelas creadas anteriormente. Síntese de proteínas, polisacáridos, lípidos...

QUIMIOSÍNTESE:

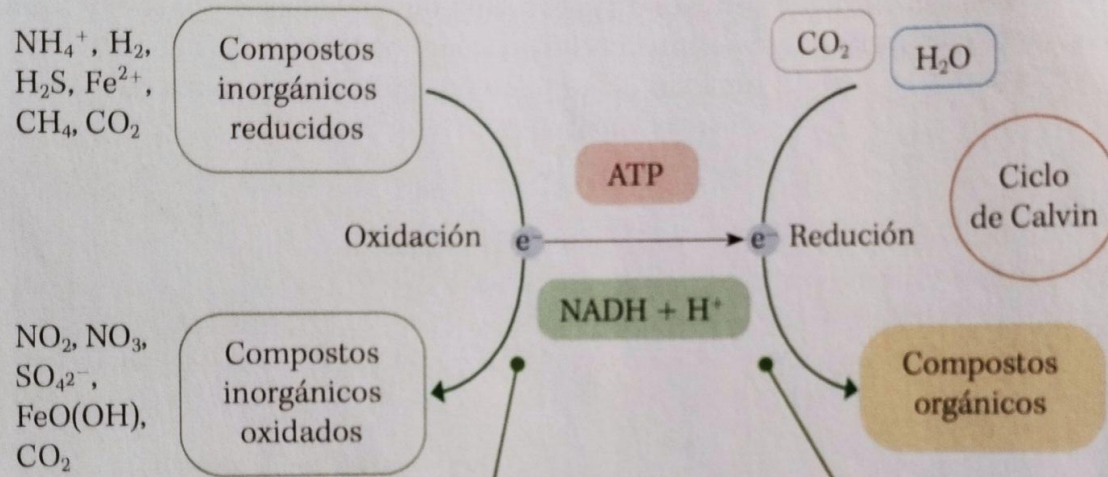
Síntese de ATP e moléculas de poder redutor a partir da enerxía que se desprende en reaccións de oxidación de determinadas substancias inorgánicas presentes no medio, como o ión amonio (NH_4^+), o sulfuro de hidróxeno (H_2S) ou o metano (CH_4).

Estes compostos quedan reducidos a sulfatos e nitratos, que son absorbidos polas plantas.

Lévana a cabo algunhas bacterias denominadas **quimioautótrofas** ou **quimiolitótrofas**, que empregan como **fonte de carbono** o CO_2 e a enerxía obtida da oxidación das devanditas moléculas, para crear materia orgánica.



QUIMIOSÍNTESIS:



Moitos organismos quimiosintéticos son extremófilos, como as arqueobacterias, que viven en ambientes onde a luz solar non chega, e soportan temperaturas extremas e elevadas concentracións de sal.

Obtención de enerxía e poder reductor. Durante esta fase oxídanse substancias inorgánicas reducidas, como o NH_4^+ ; H_2 , H_2S , S, etc. A enerxía desprendida nas reaccións de oxidación emprégase para formar $\text{NADH} + \text{H}^+$ e sintetizar ATP.

Biosíntese de compostos orgánicos. Emprégase o ATP e o $\text{NADH} + \text{H}^+$ obtidos na fase anterior para sintetizar compostos orgánicos a partir das substancias inorgánicas. A continuación séguese as mesmas rutas metabólicas que na fase biosintética da fotosíntese: o carbono incorpórase a partir do CO_2 mediante o ciclo de Calvin e o nitróxeno obtense a partir dos nitratos (NO_3^-).

ANABOLISMO HETERÓTROFO

Síntese de moléculas orgánicas complexas (polisacáridos, lípidos,...) a partir de moléculas orgánicas sinxelas. É propio de organismos autótrofos e heterótrofos.

- **GLICONEOXÉNESE:**

Síntese de glicosa a partir de ácido pirúvico. Sucede cando o organismo necesita glicosa e non dispón dela (o cerebro e os músculos nunca poden quedar sen enerxía).

De onde procede o piruvato?

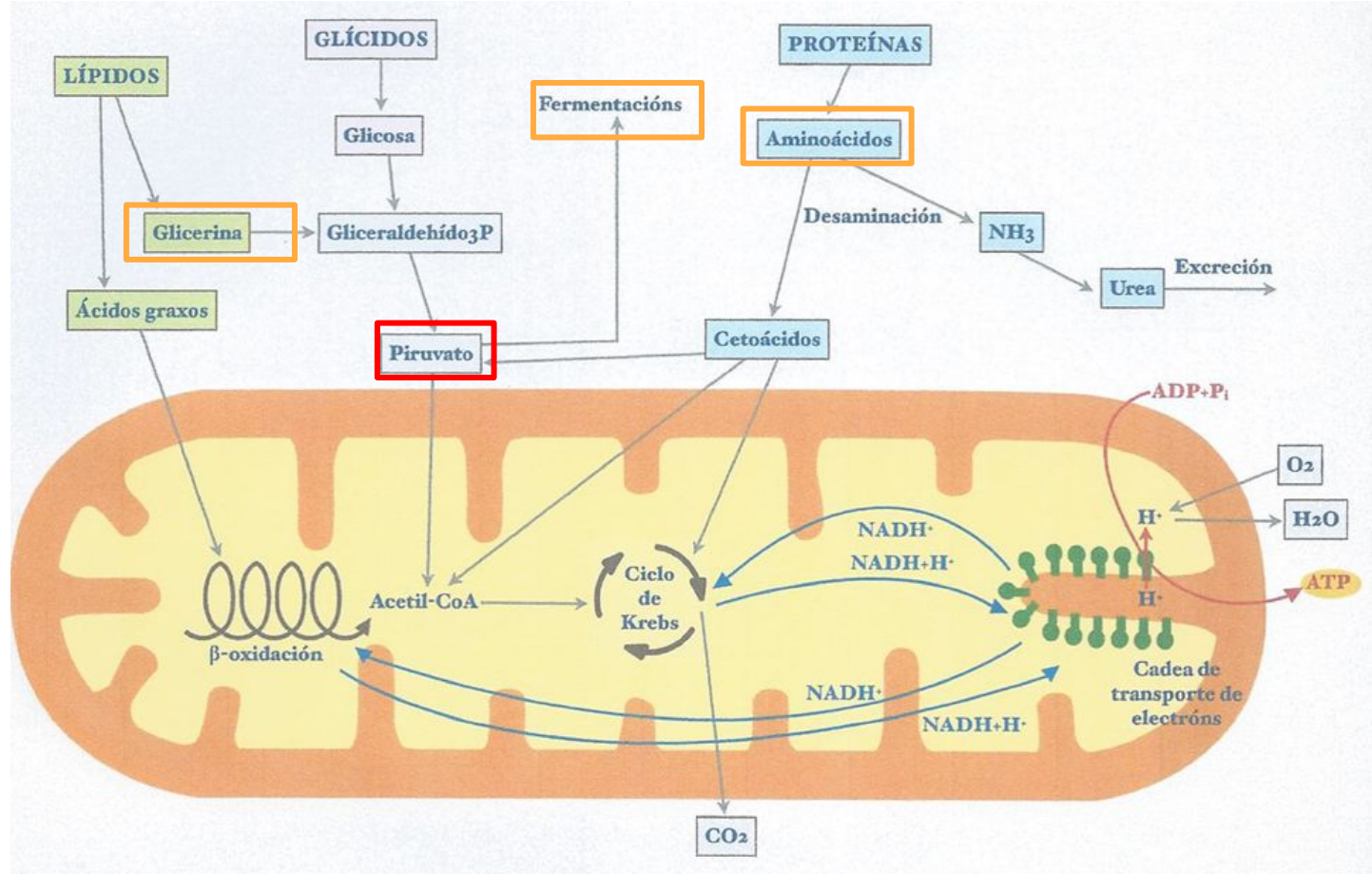
- Da glicólise.
- Do ácido láctico (fermentación).
- Do glicerol (degradación das graxas), unicamente no caso dos vexetais.
- Da degradación (catabolismo) de aminoácidos.

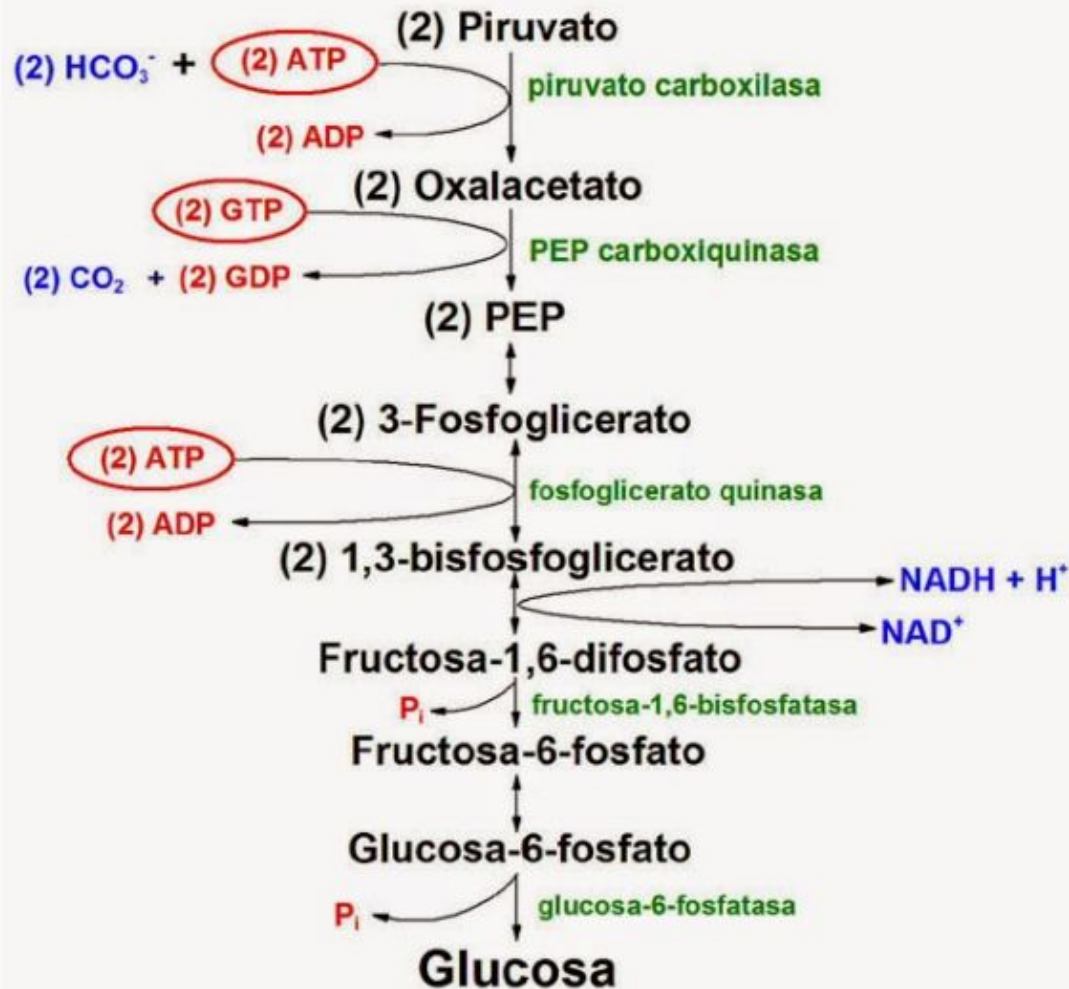
A ruta é **en parte** inversa á glicólise: consume ATP e $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$

Nos mamíferos ten lugar principalmente nas células do fígado e en menor proporción na codia renal.

Empeza con **ÁCIDO PIRÚVICO**, remata con **GLICOSA**.

Refresquemos conceptos mirando de novo ó catabolismo e buscando ese ácido pirúvico do que tanto falamos...





Empeza con **ÁCIDO PIRÚVICO**
Remata con **GLICOSA**
Consume ATP e NADH⁺+H⁺

Habería unha segunda fase, de polimerización: unión de glicosas para sintetizar amidón ou glicóxeno (reserva). **GLICOXENOXÉNESE e AMILOXÉNESE.**

O glicóxeno queda almacenado no fígado. Se hai demasiados glícidos, o espazo de almacenaxe queda saturado e eses glícidos extra son empregados en sintetizar graxas, que se acumulan no tecido adiposo.

-Anabolismo de glicidos

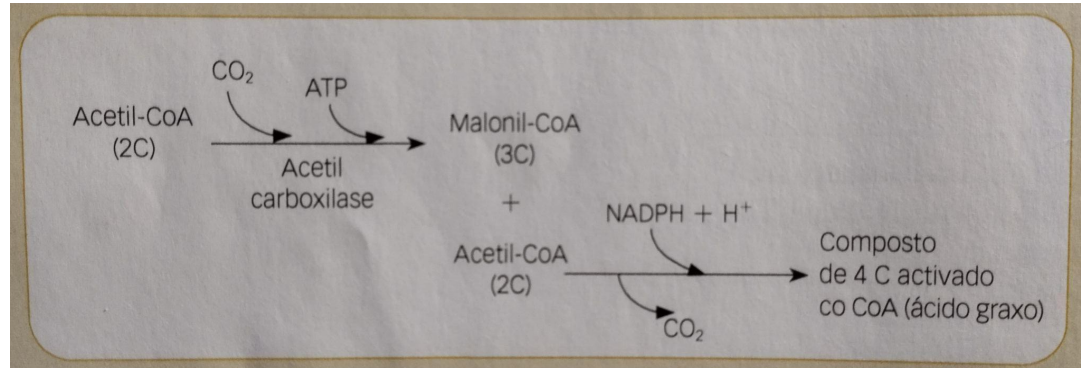
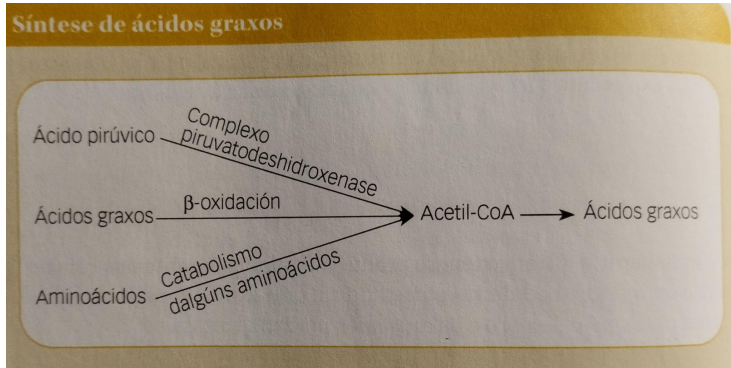
- 1 Síntese de glicosa--->cels autótrofas--->a partir do ciclo de Calvin
--->cels hetrótrofes--->a partir do a. Pirúvico (**gliconeoxénese**)
--->ocorre no citosol
--->o a. Pirúvico procede--->da glicolise
--->do catabolismo de aa
--->da transformación de a. Láctico (músculos)
--->do catabolismo de a. graxos (cels vex e microorg)
- 2 Síntese de amidón e glicóxeno
 - Glicoxenoxénese--->ocorre nas cels do fígado e músculos
 - Amiloxénese--->ocorre nos plastos das cels vexetais

- **LIPOXÉNESE**

Síntese de triglicéridos a partir dos seus compoñentes: glicerina e ácidos graxos.

A glicerina provén da hidrólise das graxas ou doutros metabolitos intermedios da glicólise.

Os ácidos graxos proveñen dos **acetil Co-A** que nun proceso inverso á β -oxidación vanse reducindo con **consumo de enerxía e $\text{NADPH}^+ + \text{H}^+$** .



Ocorre **no citosol**.

Empeza con **ACETIL Co-A (ácidos graxos)** e **GLICERINA**, remata con **TRIGLICÉRIDOS**.

-Anabolismo de lípidos (graxas)

1 Síntese de a.graxos

- Ocorre no citosol a partir de Acetil-CoA procedente do catabolismo de glicidos, a. graxos ou aa
- Ocorre por unión de sucesivos fragmentos de 2 C
- Utilízase ATP e NADPH

2 Síntese de glicerina

- Ocorre no citosol a partir de dihidroxiacetona 3 P (glicolise)

3 Síntese de triacilglicéridos

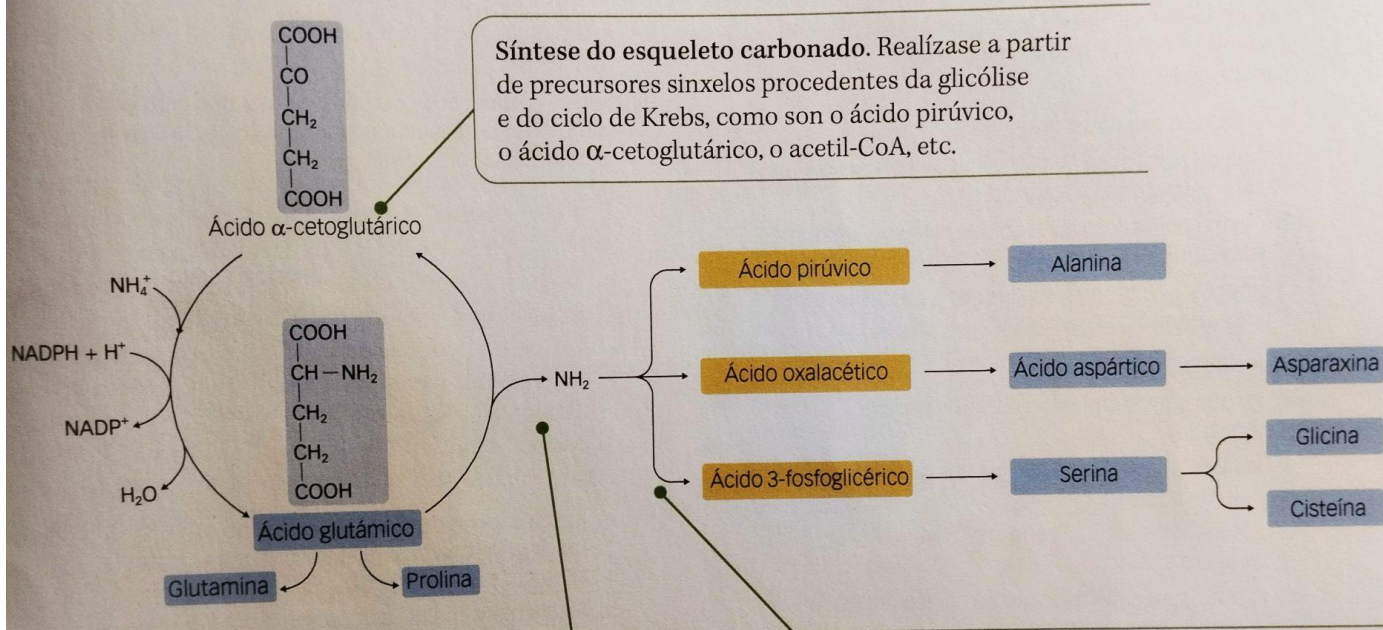
- Ocorre no REL (sobre todo en cels hepáticas e adipocitos) a partir de glicerol 3 P e a. graxos activados

- **BIOSÍNTESE DE AMINOÁCIDOS**

As proteínas están formadas pola combinación de 20 aminoácidos proteicos diferentes. Non todos os organismos son capaces de sintetizar eses 20 aa, como é o caso dos vertebrados, que só sintetizamos 8 deles. O resto, coñecidos como aminoácidos esenciais, deben ser inxeridos coa dieta. As plantas e algúns microorganismos si poden sintetizar eses 20 aa.

Cada aminoácido posúe a súa propia vía de síntese. Porén, tódalas vías presentan dous procesos:

1. Síntese do esqueleto carbonatado: a partir de precursores sinxelos procedentes da glicólise e o ciclo de Krebs.
1. Orixe do grupo amino: as plantas e microorganismos obtéñeno do ión amonio, do amoníaco e dos nitratos. Os animais, polo xeral, fano a partir de aminoácidos inxeridos coa dieta.



Orixe do grupo amino. As plantas e os microorganismos obtéñeno do ión amonio (NH_4^+), do amoníaco (NH_3) e de nitratos (NO_3^-).

Algunhas bacterias e cianobacterias poden aproveitar o nitróxeno atmosférico (N_2).

Os animais, polo xeral, obteñen o grupo amino a partir doutros aminoácidos ingeridos na dieta.

O grupo amino adoita incorporarse ao esqueleto carbonado na última etapa da biosíntese, en que o cetoácido correspondente acepta o grupo amino procedente da transaminación de certos aminoácidos. Por exemplo, o ácido glutámico cede o grupo amino para sintetizar os aminoácidos non esenciais.

QUE PASA COAS BACTERIAS E O METABOLISMO?

Os procesos son os mesmos pero suceden en diferente lugares, posto que as bacterias, como seres procariotas (e unicelulares) que son, carecen de mitocondrias e de cloroplastos. Así:

Respiración bacteriana: realízase na membrana, que é onde están tódolos enzimas que se precisan. Concretamente nos mesosomas, que son as invaginacións da membrana.

Fotosíntese (bacterias fotosintéticas: cianobacterias): as bacterias carecen de cloroplastos, pero teñen tilacoides no citoplasma.

Fermentación: sucede no citoplasma.

NOTA: hai bacterias que fermentan (fermentación) e bacterias que respiran (metabolismo oxidativo, completo).

Pregunta 4 A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.

- a) Relacione os procesos de respiración, fermentación, fotosíntese e glucólise coas letras A, B, C e D da figura 4; 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?

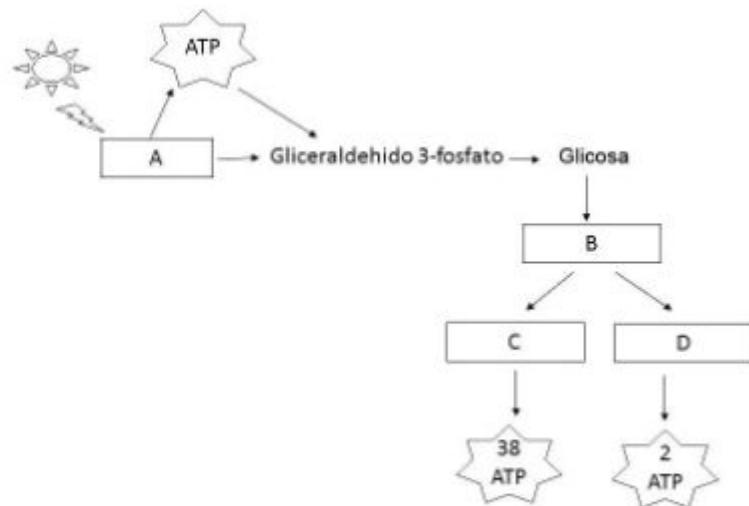


Figura 4

PREGUNTA 3. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.



Figura 2

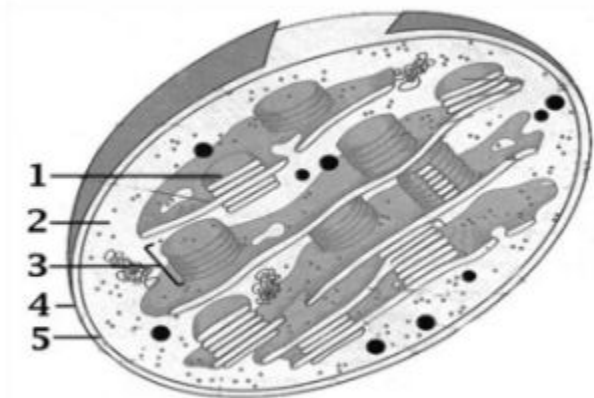


Figura 3

Á vista da figura 3, conteste as seguintes

cuestións: a) Que orgánulo está

representado na figura 3? Indique dúas características da imaxe que lle permitan a súa identificación. Nomee as partes numeradas. En que tipo de células se atopa?

b) Cal é a función do orgánulo representado? Da devandita función, indique que fase ten lugar na estrutura marcada co número 1 e que produtos se obteñen na mesma. Cales destes produtos se empregan na fase de asimilación do CO_2 ? Indique dúas semellanzas deste orgánulo coas bacterias. Que razón pode explicar estas semellanzas? **(2 puntos)**

Glucosa

PREGUNTA 3. A CÉLULA VIVA. MORFOLOXÍA, ESTRUCTURA E FISIOLOXÍA CELULAR.

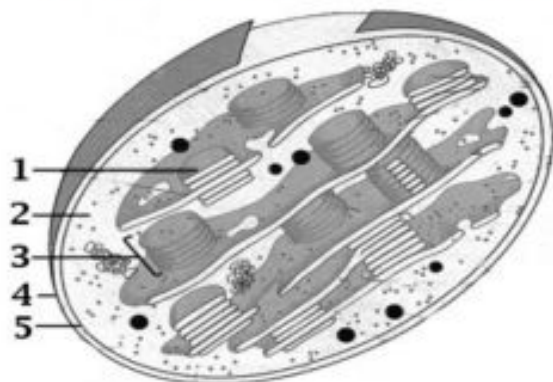


Figura 3

1: tilacoide, 2: estroma, 3: grana, 4: membrana externa, 5: membrana interna (0,5 p). Atópanse en células vexetais (0,2 p).

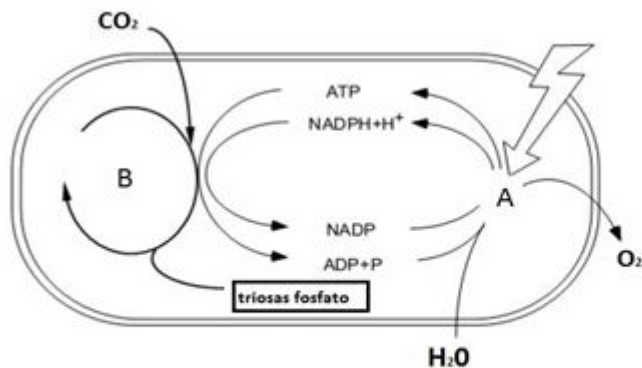
b) Realizar a fotosíntese (0,1 p). Na estrutura 1 ten lugar a fase dependente da luz (fase luminosa) (0,1 p), Prodúcese ATP e NADPH ,que se empregan na fase de asimilación do CO_2 , e O_2 (0,4 p). Semellanzas coas bacterias: tamaño similar, presenza de ribosomas 70 S, ADN bicatenario circular, fisión binaria, etc. (0,2 p; 0,1 p por semellanza). Os cloroplastos proceden de bacterias fotosintéticas (cianobacterias) que chegaron a establecer unha relación simbiótica con células eucarióticas ancestrais (teoría endosimbiótica) (0,2 p).

Á vista da figura 3, conteste as seguintes cuestións: a) Que orgánulo está representado na figura 3? Indique dúas características da imaxe que lle permitan a súa identificación. Nomee as partes numeradas. En que tipo de células se atopa?

b) Cal é a función do orgánulo representado? Da devandita función, indique que fase ten lugar na estrutura marcada co número 1 e que produtos se obteñen na mesma. Cales destes produtos empréganse na fase de asimilación do CO_2 ? Indique dúas semellanzas deste orgánulo coas bacterias. Que razón pode explicar estas semellanzas? (2 puntos).

a) Un cloroplasto (0,1 p). Presenza de dobre membrana, tilacoides, grana, etc (0,2 p).

1. 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 2015. Opción A**



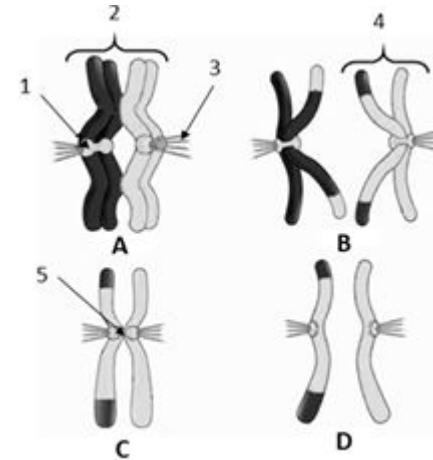
En relación con el metabolismo de los ácidos grasos: a) Indique cómo se llama el proceso por el cual su utilización produce energía, en qué consiste y en qué parte de la célula tiene lugar. (0,8) b) Para un ácido graso saturado de 16 átomos de carbono ¿cuántas veces tiene que repetirse el proceso para que se degrade completamente? ¿Cuántos acetil-CoA, NADH y FADH₂ se forman? (0,8) c) ¿El rendimiento energético de la degradación completa de un ácido graso saturado de 16 átomos es mayor que el de la degradación de una molécula de glucosa? Razone la respuesta. (0,4)

3. El estudiante deberá responder: a) Se trata de la β -oxidación, que consiste en la degradación de los ácidos grasos para formar moléculas de acetil-CoA que pueden ser oxidadas posteriormente en el ciclo de Krebs y tiene lugar en la matriz mitocondrial y en los peroxisomas; b) Para un ácido graso saturado de 16 átomos de carbono el ciclo se repite 7 veces, y se forman 8 acetil-CoA, 7 NADH y 7 FADH₂; c) El rendimiento energético del ácido graso es mayor que el de la glucosa. Se valorará la precisión en el razonamiento de la respuesta.

3. Respecto a la fase lumínica de la fotosíntesis: a) En qué parte del cloroplasto se produce la captación de la energía lumínica. (0,2) b) ¿Qué es un fotosistema? ¿De qué partes consta? ¿Qué fotosistema participa en la fotofosforilación cíclica? (1,0) c) Qué diferencias existen, respecto a los compuestos formados, entre la fotofosforilación cíclica y acíclica. (0,8)

3.- a) Se indicará que la fase fotoquímica tiene lugar en la membrana de los tilacoides. b) Se definirá el fotosistema como una unidad estructural en la que se produce la captación de energía solar y la liberación de electrones de alta energía, formado por un complejo antena y un centro reactivo o centro de reacción fotoquímica. En la fotofosforilación cíclica sólo participa el fotosistema I. c) En la fotofosforilación cíclica sólo se produce la síntesis de ATP, mientras que en la acíclica además de ATP se produce NADPH y O₂.

7. La figura adjunta representa el comportamiento de unos cromosomas durante la división celular: a) ¿A qué tipo de división corresponde y cuáles son las 4 fases representadas? (0,5). b) Identifique y describa brevemente los elementos numerados del 1 al 5 (1,5)



7. a) El alumno deberá contestar que se trata de la meiosis y las fases representadas son Metáfase I, Anáfase I, Metáfase II y Anáfase II. b) El alumno ha de reconocer las siguientes estructuras: (1) Cinetocoros (estructura localizada en los centrómeros, donde se anclan los microtúbulos del huso mitótico), (2) Cromosomas homólogos (par de cromosomas, uno de origen paterno y otro materno que se emparejan durante la meiosis), (3) Microtúbulos cinetocóricos o cromosómicos (se encuentra asociados a los extremos de los cinetocoros y se orientan hacia los polos de la célula para desplazamiento de los cromosomas homólogos), (4) Cromátidas hermanas (copias idénticas de un único cromosoma que se reparten entre las células hijas) y (5) Centrómero (o constricción primaria, lugar donde se mantienen unidas las cromátidas hermanas).

CONTIDOS	ORIENTACIÓN
Encimoloxía	Neste apartado é importante ser capaz de analizar gráficas de cinética encimática relacionadas cos conceptos de: centro activo, saturación, inhibición competitiva, V_{max} , $1/2V_{max}$, e K_m .
Modelos de acción encimática	Seguir contidos.
Cinética encimática	Seguir contidos.
Mecanismos de regulación encimática	Seguir contidos.
O metabolismo celular. Comparación entre anabolismo e catabolismo	O papel do metabolismo desde un punto de vista global. O papel do poder redutor e do ATP nos procesos metabólicos. A diferenciación dos mecanismos de síntese da materia orgánica respecto dos de degradación e os intercambios enerxéticos asociados a eles. O significado biolóxico da respiración celular indicando as diferenzas entre a vía aerobia e a anaerobia respecto da rendibilidade enerxética. Os produtos finais orixinados e o interese industrial destes últimos.
Catabolismo	
Respiración aerobia, β -oxidación dos ácidos graxos, ciclo de Krebs, cadea de transporte de electróns e fosforilación oxidativa.	Seguir contidos.
Respiración anaerobia. Glicólise e fermentación.	Seguir contidos.
Rendemento enerxético e eficiencia do metabolismo aeróbico fronte ao anaeróbico.	Seguir contidos. É suficiente utilizar esquemas xerais que poñan de manifesto as diferenzas entre as dúas vías, sen necesidade de abordar aspectos concretos como a estrutura dos metabolitos ou o nome dos distintos encimas implicados nas reaccións.
Anabolismo	
Anabolismo heterótrofo, síntese de aminoácidos, proteínas e ácidos graxos	Seguir contidos.
Anabolismo autótrofo, fotosíntese e quimiosíntese	Seguir contidos. En relación coa fotosíntese: A diferenciación das fases da fotosíntese e a súa localización no interior da célula. A descrición da fase luminosa da fotosíntese (explicando o esquema en Z). A descrición do ciclo de Calvin.
Importancia biolóxica dos principais procesos anabólicos	Seguir contidos. Dentro deste apartado, é importante analizar as principais diferenzas do anabolismo en organismos autótrofos e heterótrofos.