METABOLISME

El metabolisme és el conjunt de reaccions químiques que es produeixen a l'interior de les cèl·lules. Les diferents reaccions químiques del metabolisme s'anomenen ***vies metabòliques*** i les molècules que hi intervenen ***metabòlits***.

ANABOLISME I CATABOLISME

Les vies metabòliques que comporten la síntesi de biomolècules a partir de molècules més senzilles reben el nom d'***anabolisme***, mentre que les que desfan o trenquen molècules més complexes per a l'obtenció d'energia útil per a les activitats cel·lulars reben el nom de ***catabolisme.***

CARACTERÍSTIQUES DE LES REACCIONS DE L'ANABOLISME I DEL CATABOLISME

Anabolisme	**Catabolisme**
Són reaccions de síntesi	Són reaccions de degradació
Necessiten energia, són endergòniques	Desprenen energia, són exergòniques
Tot i que es parteix dels mateixos substrats, hi ha molts processos diferents	Malgrat que es parteix de substrats molt diferents, els productes són gairebé els mateixos

TIPUS DE METABOLISME

Tipus d'organisme segons el metabolisme	**Origen de l'energia**	**Origen del carboni**	**Exemples**
Fotolitòtrofs o ***fotoautòtrofs***	Llum	CO2	Plantes, algues, cianobacteris
Fotoorganòtrofs o ***Fotoheteròtrofs***	Llum	Orgànic	Bacteris porprats no sulfúriques
Quimiolitòtrofs o	Reaccions químiques	CO2	Bacteris nitrificants, bacteris incolors del

Quimioautòtrofs			sofre
Quimioorganotrofs o ***quimioheteròtrofs***	Reaccions químiques	Matèria orgànica	Animals, Fongs, Protozous i molts bacteris

Tots els organismes del regne **animal** i dels **fongs** són **quimioheteròtrofs**.

Totes les **plantes** són **fotoautòtrofes**.

En el regne dels **protists** tenim les **algues**, que són **fotoautòtrofes**, els **protozous**, que són **quimioheteròtrofs** i alguns organismes (com l'*Euglena*) que segons el cas poden ser totes dues coses encara que mai alhora.

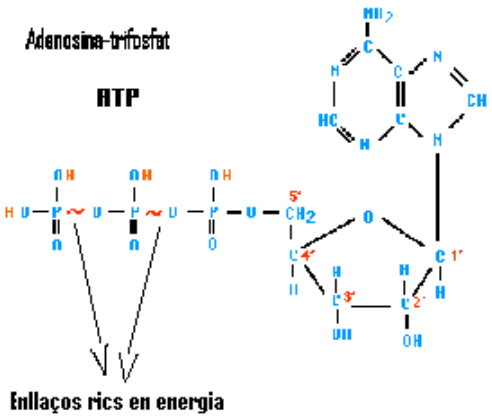
El regne més divers és el de les **moneres** on tenim representants de totes les categories nutricionals i totes les rutes metabòliques possibles. Així n'hi ha de **fotoautòtrofs** com totes les **cianofícies** i alguns bacteris fotosintètics, possiblement els organismes fotosintetitzadors més primitius de la Terra, per exemple, els **bacteris porpres del sofre**. També n'hi ha de **fotoheteròtrofs** com els **bacteris porpres que no són del sofre**, **quimioautòtrofs** com els **bacteris nitrificants** i finalment **quimioheteròtrofs** com són la **major part** dels **bacter**

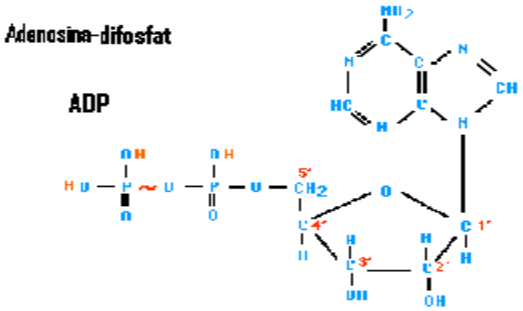
ACOBLAMENT ENTRE ANABOLISME I CATABOLISME

El catabolisme té la missió de proporcionar tot el necessari perquè es produeixin les reaccions anabòliques, és a dir, les molècules simples i l'energia necessària per unir-les i construir-ne de més complexes.
Catabolisme i **anabolisme** han d'estar **acoblats** i **coordinats**. La coordinació es realitzada gràcies a unes proteïnes específiques anomenades **enzims**. L'energia que s'allibera en el catabolisme és emprada en l'anabolisme. Però **com** podem emmagatzemar i **transportar l'energia** d'un lloc a un altre?

La manera més universal de fer-ho és mitjançant una molècula anomenada **ATP** (**adenosinatrifosfat**). En una cèl·lula activa es formen i es destrueixen milions de molècules d'ATP. L'ATP pot **perdre** un **grup fosfat** i convertir-se en **ADP** (**adenosinadifosfat**). Quan passa això s'allibera una certa quantitat d'energia que és aprofitada en l'activitat cel·lular en alguna reacció concreta, i viceversa.

La degradació d'algunes molècules va acompanyada del despreniment d'una certa quantitat d'energia que és utilitzada aquest cop per afegir un grup fosfat a l'ADP i convertir-lo en ATP. És justament en aquest enllaç on s'emmagatzema l'energia.





Amb **aquesta moneda energètica**, és a dir, la interconversió entre ATP i ADP, l'energia pot passar ràpidament des de les reaccions catabòliques a les reaccions anabòliques.

ATP ⟺ **ADP + P (grup fosfat) + Energia**

Molt sovint el grup fosfat **P** s'indica **Pi**, que vol dir fòsfor inorgànic:

L'ATP, LA MONEDA D'INTERCANVI ENERGÈTIC DELS ÉSSERS VIUS

L'adenosina trifosfat o ATP és un ribonucleòtid de molta importància en el metabolisme, ja que pot actuar com a molècula energètica, perquè és capaç d'emmagatzemar o cedir energia gràcies als seus enllaços esterofosfòrics.

Quan l'ATP s'hidrolitza, es trenca el seu darrer enllaç fosfòric i s'obté ADP i una molècula d'àcid fosfòric Pi, a més s'allibera energia.

ATP + HO_____ ADP + Pi + energia (7,3Kcal/mol)

Quan un procés cel·lular necessita energia, l'obté de la hidròlisi de l'ATP. L'energia que es desprèn s'utilitza en reaccions de l'anabolisme, per al transport actiu en membranes cel·lulars...

L'ADP també es pot hidrolitzar

ADP + H2O _____AMP + Pi + energia (7,3 Kcal/mol)

SÍNTESI D'ATP

Fosforilació a nivell de substrat	Fosforilació oxidativa
És la síntesi d'ATP gràcies a l'energia que s'allibera en les reaccions catabòliques, l'enzim que regula aquesta reacció s'anomena ATP sintetasa. ADP + Pi + energia _____ATP	Durant la fosforilació oxidativa que **té lloc a la cadena respiratòria que es realitza a les crestes mitocondrials, en aquest cas l'energia que s'utilitza en sintetitzar ATP, és la despresa en les reaccions d'oxidació dels coenzims que s'han reduït durant el catabolisme.** Els enzims que catalitzen aquesta reacció són unes ATP sintetases que hi ha a les crestes mitocondrials.

EL NADH, EL NADPH I EL FADH2 COENZIMS DE REACCIONS D'OXIDACIÓ-REDUCCIÓ

El NADH és un dinucleòtid amb dues bases nitrogenades l'adenina i la nicotinamida, el NADPH és molt semblant, té un fosfat de més. El primer actua en les reaccions de degradació i el segon en les reaccions de síntesi.

Ambdós enzims presenten una forma reduïda que és l'anterior i una forma oxidada que és la NAD+ i la NADP+. Aquests parells redox estan acoblats a les reaccions d'oxidació-reducció de la següent manera.

Compost reduït (perd dos hidrògens)_____compost oxidat + NADH + H+

Més fàcil:

Compost reduït (perd dos hidrògens)_____compost oxidat + CR

Quan aquest coenzim és redueix acumula energia que posteriorment en oxidar-se s'alliberarà i s'utilitzarà per sintetitzar ATP, per cada molècula de NADH que s'oxida se sintetitzen ***tres ATP***.

Un altre coenzim que també participa en les reaccions d'oxidació-reducció és el FAD/FADH2, l'energia alliberada per la forma reduïda d'aquest coenzim, quan s'allibera s'utilitza per sintetitzar dues molècules d'ATP.

CATABOLISME

El catabolisme és la fase degradativa del metabolisme amb la finalitat d'obtenir energia. En el catabolisme les molècules orgàniques són transformades en d'altres més senzilles que han d'intervenir en altres reaccions metabòliques fins a transformar-se en els productes finals del catabolisme, que generalment són expulsats de la cèl·lula, els anomenats productes d'excreció.

L'energia alliberada en el catabolisme s'emmagatzema en els enllaços rics en energia de l'ATP.

Les reaccions del catabolisme són reaccions redox, en les quals un compostos s'oxiden i d'altres es redueixen, uns perden electrons i els altres els guanyen.

L'oxidació és **exergònica** (allibera energia), i la reducció n'absorbeix, és **endergònica**. Quan una molècula perd hidrògens (deshidrogenació), també s'oxida, de manera equivalent, una molècula es redueix quan guanya àtoms d'hidrogen. En la matèria orgànica perquè una molècula es pugui deshidrogenar, n'hi ha d'haver una altra que accepti aquests electrons (molècula acceptora d'electrons).

Els àtoms d'hidrogen despresos en les reaccions d'oxidació són captats pels coenzims NAD+ i el NADP+ i el FAD, fins que ***finalment són traspassats a la molècula acceptora final d'hidrogen que es redueix.***

TIPUS DE CATABOLISME

Segons la naturalesa de la substància que es redueix (recordem que les reaccions del catabolisme són reaccions redox), és a dir que accepta els hidrògens es distingeixen dos tipus de catabolisme: ***La fermentació i la respiració.***

○ FERMENTACIÓ

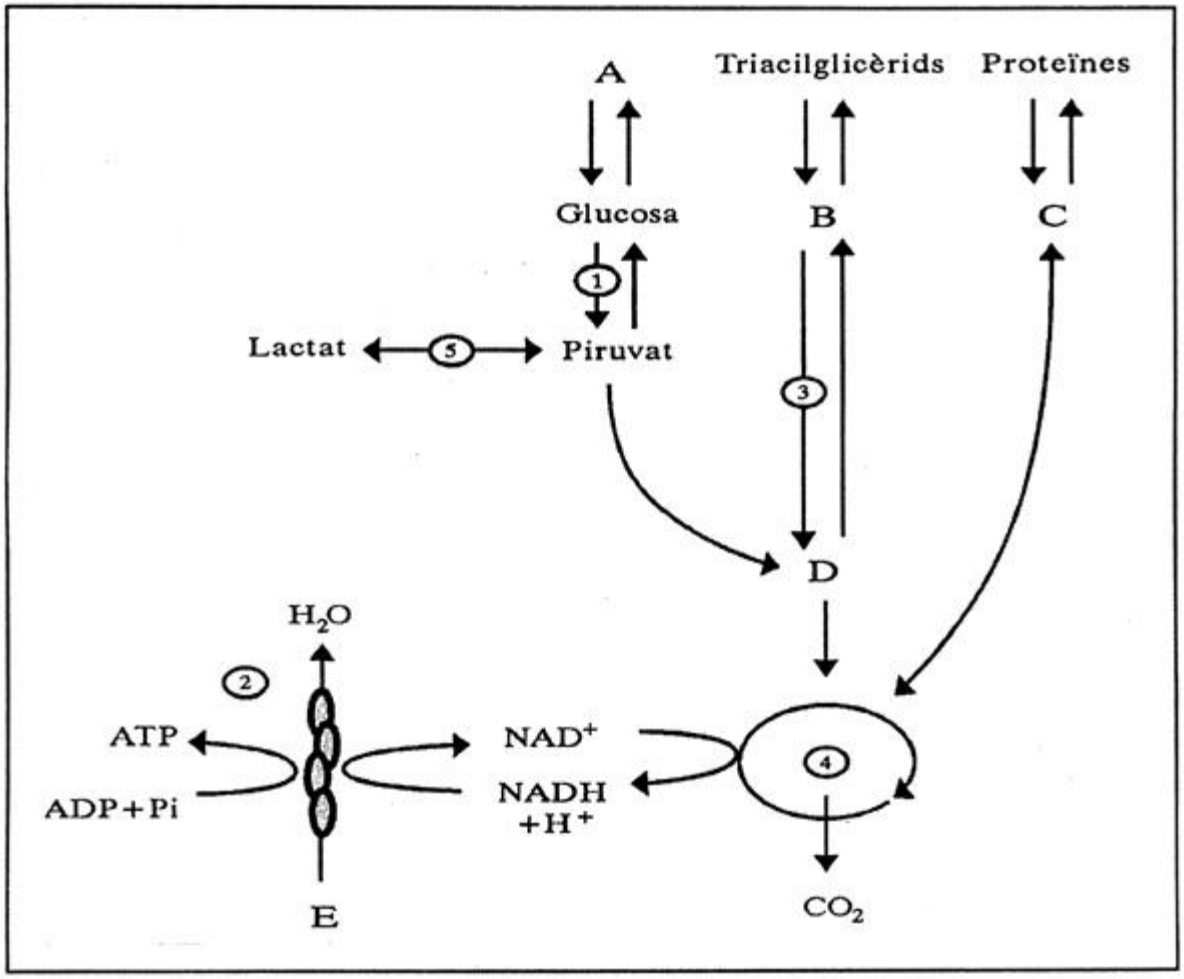
La substància que es redueix és sempre orgànica

RESPIRACIÓ

La substància que es redueix és un compost inorgànic, per exemple oxigen, ió nitrat, ió sulfat... Si és l'oxigen s'anomena **respiració aeròbica**, i si és una substància diferent de l'oxigen s'anomena ***respiració anaeròbica***. En la respiració aeròbica quan l'oxigen es redueix per mitjà l'acceptació dels hidrògens es forma aigua.

CATABOLISME AERÒBIC DEL GLÚCIDS O CATABOLISME PER RESPIRACIÓ

ESQUEMA GENERAL FE LES VIES CATABÒLIQUES I ANABÒLIQUES



1ª FASE: DIGESTIÓ

Els polisacàrids i els disacàrids es transformen en monosacàrids com ara la glucosa, la fructosa i la galactosa.

2ª FASE: CATABOLISME DE LA GLUCOSA

El catabolisme de la glucosa té les següents fases:

- **Glicòlisi** (transformació de la glucosa en dues molècules d'àcid pirúvic).
- Descarboxilació de l'àcid pirúvic.
- **Cicle de Krebs.**
- **Cadena respiratòria o fosforilació oxidativa.**
    - En la degradació total per respiració d'una molècula de glucosa es consumeix oxigen i s'obtenen com a productes finals diòxid de carboni, aigua i energia en forma d'ATP..

GLICOLISI

És la ruta metabòlica constituïda per una seqüència lineal de reaccions que condueixen **a l'escissió de la molècula de glucosa en dues d'àcid pirúvic**. Aquesta fase del catabolisme glucídic. **Es realitza en el citosol i és anaeròbica**.

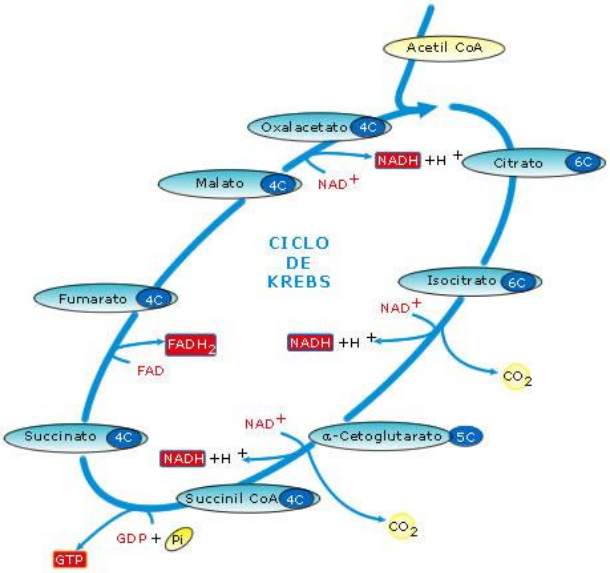
La glicòlisi és un procés que poden realitzar totes les cèl·lules. Totes aquestes reaccions comencen amb una molècula de glucosa i acaben amb dues d'àcid pirúvic.

L'ÀCID PIRÚVIC A ACETIL CO-A

L'àcid pirúvic entra a la **matriu del mitocondri** i perd un carboni en forma de CO2, s'oxida i es converteix en una molècula d'àcid acètic, alhora que una molècula de NAD+ es redueix i es converteix en NADH + H+. Tot seguit l'acetil s'uneix a una molècula anomenada coenzim A i forma **Acetil CoA.** És d'aquesta manera que entrarà en el cicle de Krebs.

EL CICLE DE KREBS

Esquema:



També s'anomena **cicle de l'àcid cítric**. És una via metabòlica que té la particularitat de ser circular. És a dir la primera molècula del cicle, **l'àcid oxalacètic,** n´és alhora la darrera (veure qualsevol esquema del cicle).

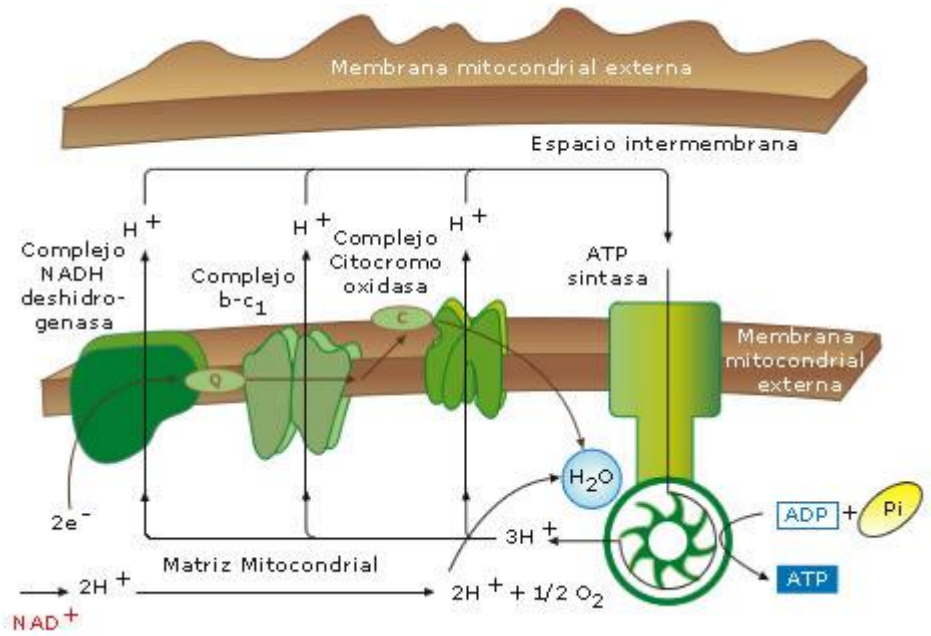
El cicle s'inicia amb un compost de quatre carbonis, l'àcid oxalacètic al qual s'uneixen els dos carbonis de l'acetil provinent de l'àcid pirúvic. En resulta l'àcid cítric (6C), que en etapes successives, perd dos carbonis en forma de CO2, fins a formar altra vegada el compost de quatre carbonis inicial (àcid oxalacètic).

Per tant el cicle es tracta d'una cadena de reaccions en què uns àcids grassos es van transformant en altres fins que tornen a formar **l'àcid oxalacètic**.

En aquest cicle, a més a més de desprendre's diòxid de carboni, obtenim GTP i CR que posteriorment s'oxidaran a la cadena respiratòria (i es formarà ATP, per fosforilació oxidativa).

3ª FASE: LA CADENA RESPIRATÒRIA (EL TRANSPORT D'ELECTRONS EN LA CADENA RESPIRATÒRIA)

Esquema:



En aquesta fase la molècula de glucosa acaba totalment oxidada. Una part de la seva energia s'ha utilitzat per transformar ADP i fosfats en ATP i GTP, **però la quantitat més gran d'energia es troba en els electrons que s'han separat dels àtoms de carboni i que han reduït els acceptors d'electrons NAD+ i FAD**. Aquests electrons que provenen de la glicòlisi (pas de glucosa a àcid pirúvic), de l'oxidació de l'àcid pirúvic (pas de l'àcid pirúvic a àcid acètic) i del cicle de Krebs, es troben encara en un nivell energètic alt.

En aquesta fase de transport d'electrons, que és l'etapa final de la respiració aeròbica, **els electrons amb un nivell energètic alt són conduïts, pas a pas, al nivell energètic inferior de l'oxigen, mitjançant una sèrie d'acceptors d'electrons entre els què destaquen els CITOCROMS.**

- L'oxigen és l'acceptor final dels electrons.

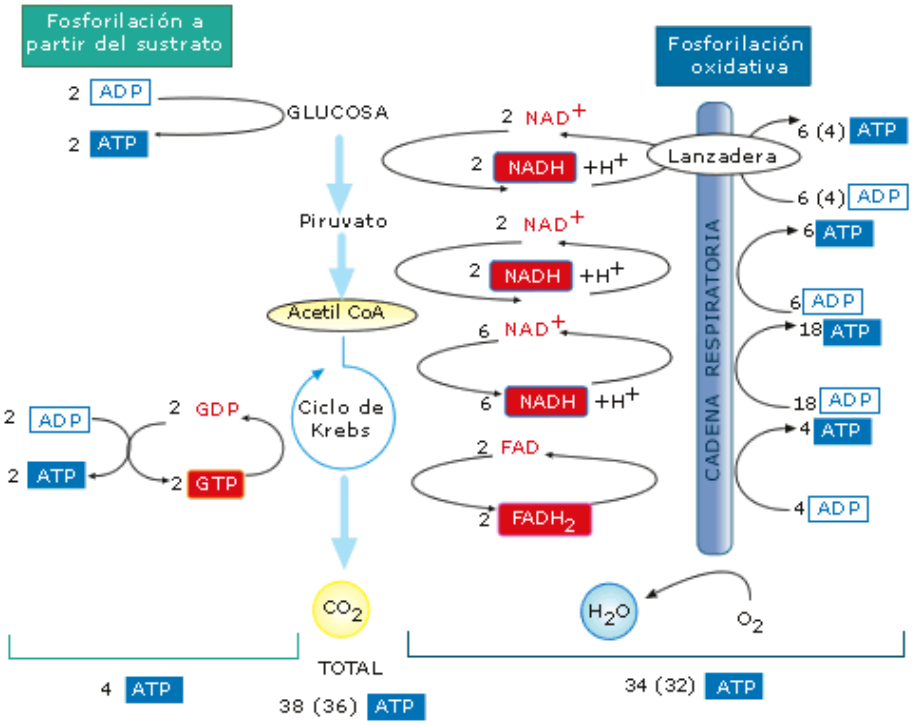
Aquesta sèrie de molècules que s'oxiden i es redueixen s'anomena ***cadena respiratòria d'electrons o cadena respiratòria***.

En les cèl·lules eucariotes, les molècules que integren la cadena respiratòria es troben a la **cresta de la membrana interna dels mitocondris.**

Quan els electrons es mouen per la cadena respiratòria saltant a nivells energètics inferiors, s'allibera energia que es reconduïda pels mitocondris per fabricar ATP a partir de l'ADP en un procés anomenat *fosforilació oxidativa*. Per cada dos electrons que passen del NADH a l'oxigen es formen tres molècules d'ATP. En canvi per cada dos electrons que passen del FADH2 es formen dues molècules d'ATP***. Amb la síntesi de l'ATP durant la fosforilació oxidativa, el procés que va començar amb l'oxidació de la glucosa arriba a la seva fi.***

L'acceptor final d'electrons és l'oxigen, per tant, ***la cadena respiratòria és un procés aeròbic***, i es forma aigua.

ESQUEMA BALANÇ ENERGÈTIC DEL CATABOLISME AERÒBIC DELS GLÚCIDS



RENDIMENT ENERGÈTIC I INTERPRETACIÓ DE LA REACCIÓ GLOBAL (OXIDACIÓ COMPLETA DE LA GLUCOSA)

PROCÉS	EN QUÈ CONSISTEIX	CITOSOL (BALANÇ ENERGÈTIC)	MATRIU MITOCONDRIAL (balanç energètic)	CRESTES MITOCONDRIALS (TRANSPORT ELECTRÒNIC)	BALANÇ ENERGÈTIC
GLICÒLISI	Pas de la glucosa a dues molècules d'àcid pirúvic	2ATP 2NADH		6ATP	2ATP 6ATP
RESPIRACIÓ	Decarboxilació de l'àcid pirúvic (pas d'àcid pirúvic a acetil CoA		2. (1NADH)	2. 3ATP	6ATP
	Cicle de Krebs		2. (1GTP) 2. (3NADH) 2. (1FADH2)	..... 2. (9ATP) 2. (2ATP)	2ATP 18ATP 4ATP
TOTAL					38 ATP

- CATABOLISME DELS LÍPIDS

Els lípids, especialment els triacilglicèrids són ***la principal reserva energètica dels animals***, i sovint fan un paper important a la resta d'éssers vius. Això és degut al seu caràcter ***més reduït***, ***1g de lípids produeix 9Kcal***, mentre que 1 g de glúcids produeix 4Kcal.

El primer pas de la degradació dels triacilglicèrids és la separació entre el glicerol i els àcids grassos que duu esterificats. Aquesta hidròlisi la fa un enzim lipasa. Els àcids grassos produiran prop del 95% de l'energia obtinguda, la glicerina el 5%.

OXIDACIÓ DELS ÀCIDS GRASSOS

L'oxidació dels àcids grassos es produeix principalment a ***la matriu dels mitocondris***. Però els àcids grassos lliures no poden entrar-hi i per això hauran de seguir un procés complex per tal d'entrar-hi.

PREPARACIÓ

En primer lloc, l'àcid gras s'uneix a una molècula de coenzim A (CoA). En aquesta fase i ajudats per un enzim anomenat carnitina, el complex àcid gras-CoA entra a la matriu mitocondrial.

L'oxidació dels àcids grassos es realitza en dues etapes:

B-OXIDACIÓ:

Aquesta fase consisteix en la repetició d'un procés en què **es van separant fragments de dos carbonis en forma d'acetil CoA i un acil CoA amb dos carbonis menys que l'àcid gras inicial.**

LA RESPIRACIÓ:

L'acetil CoA produït a la primera fase entra en el cicle de Krebs i la cadena respiratòria seguint el mateix camí que hem vist en estudiar el catabolisme aeròbic de la glucosa. Aquest procés es repeteix per cada acetil CoA que es va produint en la primera fase, tantes vegades com **n/2C-1**. Per exemple, en el cas de l'àcid palmític on C = 16, es repeteix 7 vegades.

GUANY ENERGÈTIC DEL CATABOLISME AERÒBIC DELS ÀCIDS GRASSOS

Passem comptes (Utilitzem l'àcid palmític (n= 16), passa 7 vegades pel procés i dona 8 molècules d'acetil CoA)

B-oxidació	7FADH2	7NADH	8 Acetil CoA
Cicle de Krebs			8x (1ATP + 3NADH2+ 1FADH2) 8ATP + 24NADH2 + 8FADH2
Cadena respiratòria	(Per cada FADH2 que s'oxida es produeixen 2AP) 7x2ATP = 14ATP	Per cada NADH que s'oxida es produeixen 3ATP. 7x3ATP = 21 ATP	8ATP + 3X24ATP + 8x2ATP= 8ATP +72ATP + 16ATP
Total	**131 ATP**		

- CATABOLISME DE LES PROTEÏNES

El primer pas del catabolisme de les proteïnes és la seva descomposició en oligopèptids o aminoàcids lliures a l'exterior de la cèl·lula en un procés anomenat digestió extracel·lular, per dur-la a terme les cèl·lules aboquen a l'exterior enzims proteolítics.

De la digestió en resulten aminoàcids lliures que són absorbits per les cèl·lules de l'intestí prim. Tot seguit passen a la sang i es reparteixen pel cos. Els aminoàcids tenen tres destinacions possibles: Síntesi de noves proteïnes, oxidació fins a CO2 amb síntesi d'ATP i síntesi de glucosa (gluconeogènesi).

○ CATABOLISME OXIDATIU DELS AMINOÀCIDS

En aquest procés hi ha vint aminoàcids diferents, cadascun dels quals té una ruta específica, les vint rutes, però, tenen fases comunes i van convergint en unes quantes rutes que finalment conflueixen en la via de respiració.

La major part dels aminoàcids (10) acaben formant acetil CoA; la resta donen compostos que formen part del cicle de Krebs. A partir d'aquí, la via és comuna per a la que hem estudiat per a la glucosa: S'oxiden fins a formar CO2 i aigua, i alliberen energia que s'emmagatzema en forma d'ATP.

ANABOLISME

L'anabolisme és la part del metabolisme mitjançant la qual les cèl·lules obtenen molècules complexes, altament reduïdes (polisacàrids, lípids, proteïnes o àcids nucleics) a partir de components més senzills i més oxidats. Aquesta síntesi requereix energia, que serà aportada per l'ATP generat a les reaccions del catabolisme o bé a la primera fase de la fotosíntesi

TIPUS D'ANABOLISME

▪ ANABOLISME AUTÒTROF.

Les molècules inicials són inorgàniques (aigua, CO2...).

▪ TIPUS D'ANABOLISME HETERÒTROF

Les molècules inicials són orgàniques (aminoàcids, glucosa...).

TIPUS D'ANABOLISME AUTÒTROF

Fotosíntesi: L'energia que s'utilitza és la lluminosa.

Quimiosíntesi: L'energia que s'utilitza procedeix de reaccions químiques.

CONCEPTE I TIPUS DE FOTOSÍNTESI

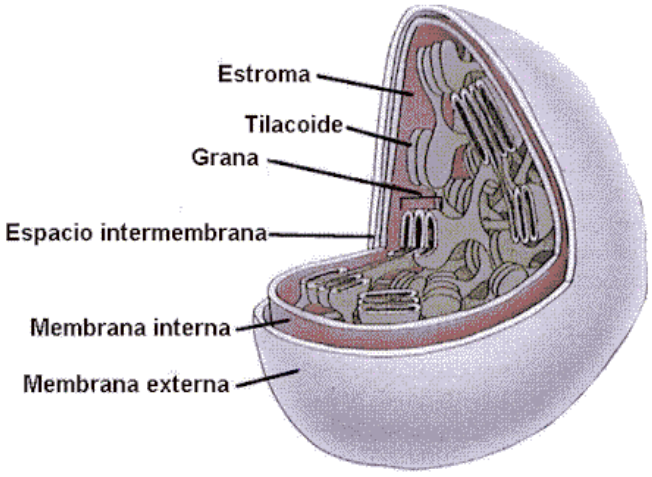
La fotosíntesi en sentit estricte és la conversió d'energia lluminosa en energia química estable, o també la síntesi de matèria orgànica (energia química) a expenses de la inorgànica, utilitzant l'energia lluminosa.

La fotosíntesi és possible gràcies a l'existència d'uns pigments fotosintètics capaços de captar l'energia lluminosa.

Hi ha dos tipus de pigments:

- **Els pigments antena**: Únicament poden captar energia lluminosa i transmetre l'energia captada a altres pigments.
- **Els pigments diana:** Als quals va tota l'energia captada pels anteriors, aquests poden transferir els electrons excitats (energia) a unes molècules i per tant poden iniciar una reacció química.

Els pigments fotosintètics es troben englobats en unes proteïnes transmembranoses anomenades **FOTOSISTEMES, que es troben als tilacoides dels cloroplasts.**



TIPUS DE FOTOSÍNTESI

▪ FOTOSÍNTESI OXIGÈNICA

El donador d'electrons és l'aigua, per tant s'allibera oxigen.

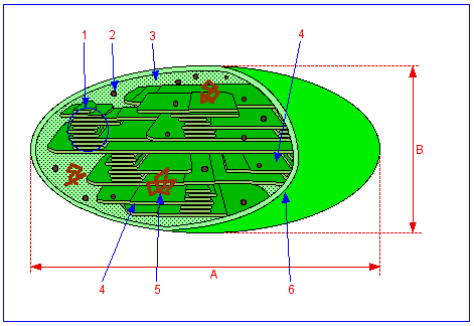
▪ FOTOSÍNTESI ANOXIGÈNICA

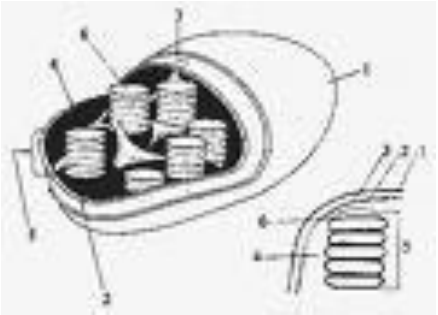
El donador d'electrons no és l'aigua, sol ser el SH2, i en conseqüència no es forma oxigen.

APARELL FOTOSINTÈTIC

Es troba a la membrana interna dels tilacoides, les estructures que el componen són:

- Fotosistema I (PSI)
- Fotosistema II (PSII)
- Cadena de transport d'electrons
- Enzims ATP sintetases

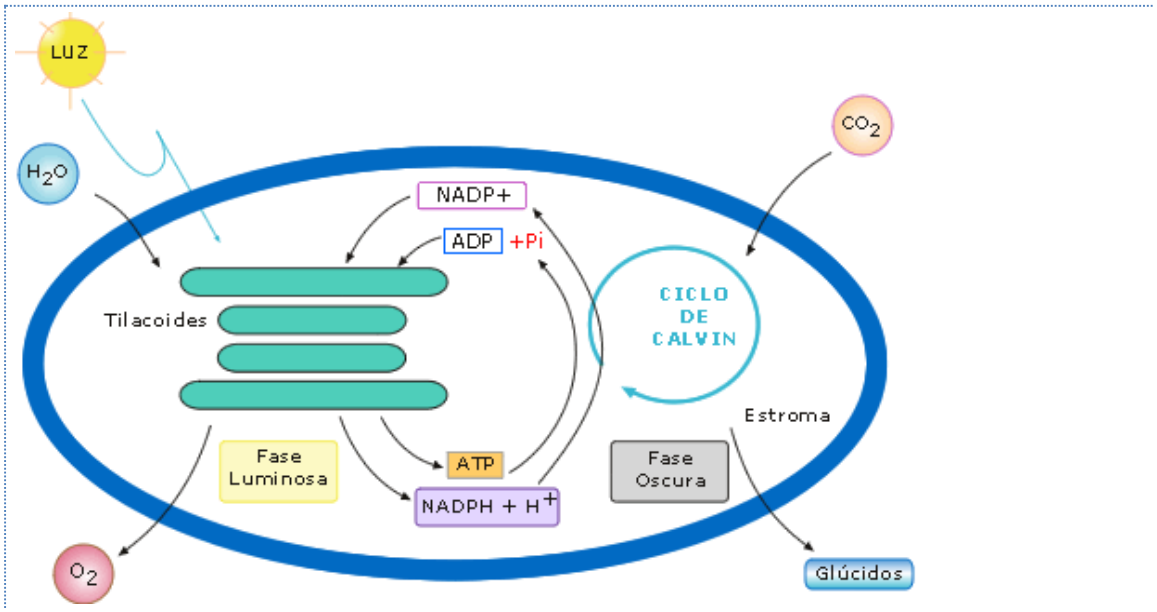




EQUACIÓ GLOBAL DE LA FOTOSÍNTESI

$6\ CO_2 + 12\ H_2O$ ----------> $C_6H_{12}O_6 + 6\ CO_2 + 6\ H2O$

ESQUEMA DE LA FOTOSÍNTESI

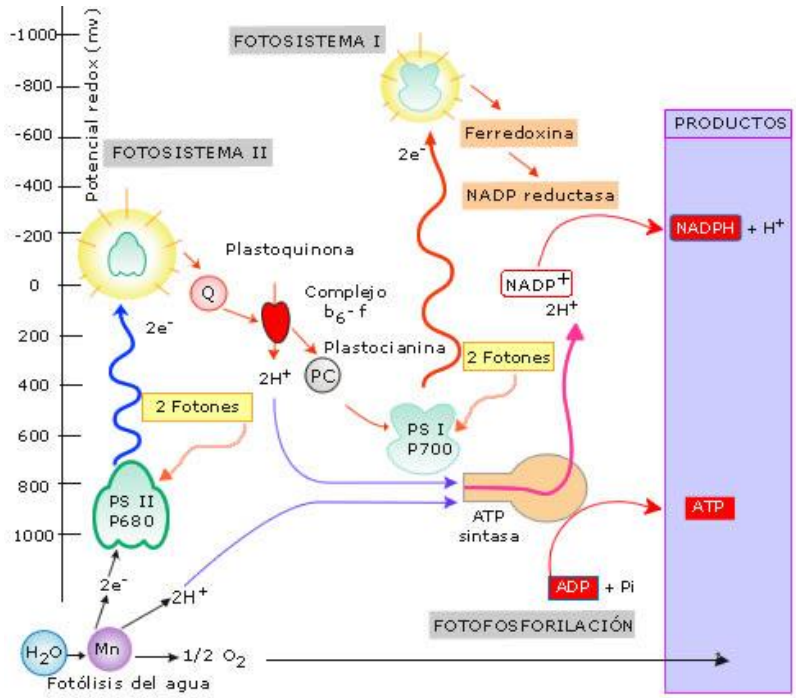


FASES DE LA FOTOSÍNTESI

1. FASE LLUMINOSA

- Es necessita la llum.
- Es realitza a l'interior de la membrana interna dels tilacoides.
- L'aparell fotosintetitzador consta dels fotosistemes I i II, la cadena transportadora d'electrons i els enzims ATP sintetases.
- Es produeix la fotòlisi de l'aigua (un procés bàsic en el que una molècula d'aigua es converteix en 2e-, 2H+ i ½ O2.
- Es forma ATP i coenzims reduïts NADPH. Per a la síntesi d'una molècula de glucosa es formen 18ATP i 12 NADPH, que seran necessaris en la fase fosca.

ESQUEMA FASE LLUMINOSA



2. FASE FOSCA

- No necessita llum i té lloc a l'estroma dels cloroplasts.
- Es necessiten l'ATP i els NADPH obtinguts en la fase anterior, per tal de poder sintetitzar matèria orgànica a partir de la inorgànica.
- La síntesi de compostos de Carboni té lloc mitjançant un procés cíclic que va descobrir Mel Calvin, i que s'anomena **cicle de Calvin**.
- El cicle de Calvin té diferents etapes, entre les quals destaquem:
    - Fixació del CO2.
    - Reducció del CO2 mitjançant el consum d'ATP i dels coenzims reduïts (NADPH).
    - Síntesi de diferents substàncies orgàniques, unes en l'estroma del cloroplast (midó, àcids grassos i aminoàcids), i altres al citosol, com la glucosa i la fructosa.
    - Regeneració de la ribulosa 1-5 difosfat (primera molècula amb qui s'uneix el CO2 un cop ha entrat a l'estroma del cloroplast.

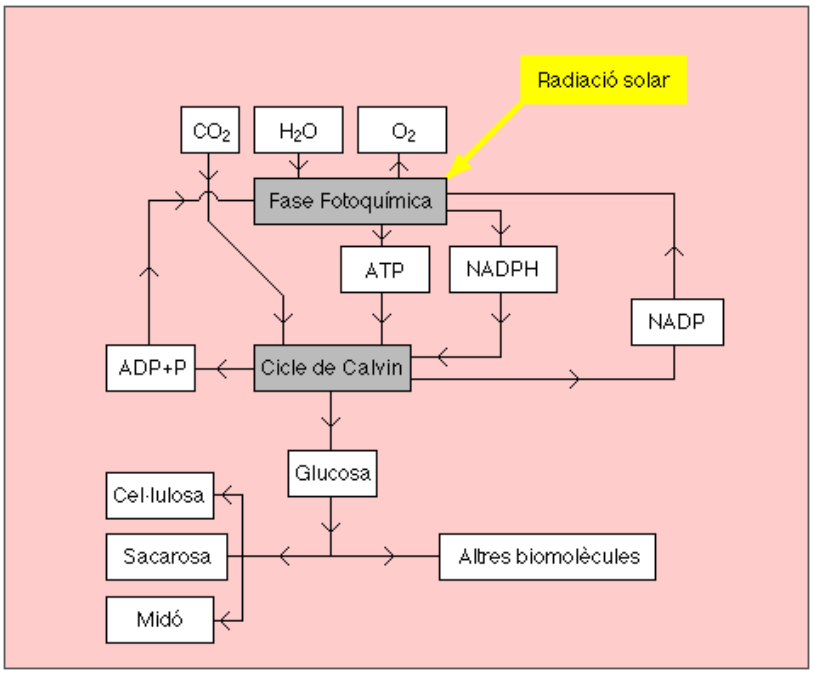
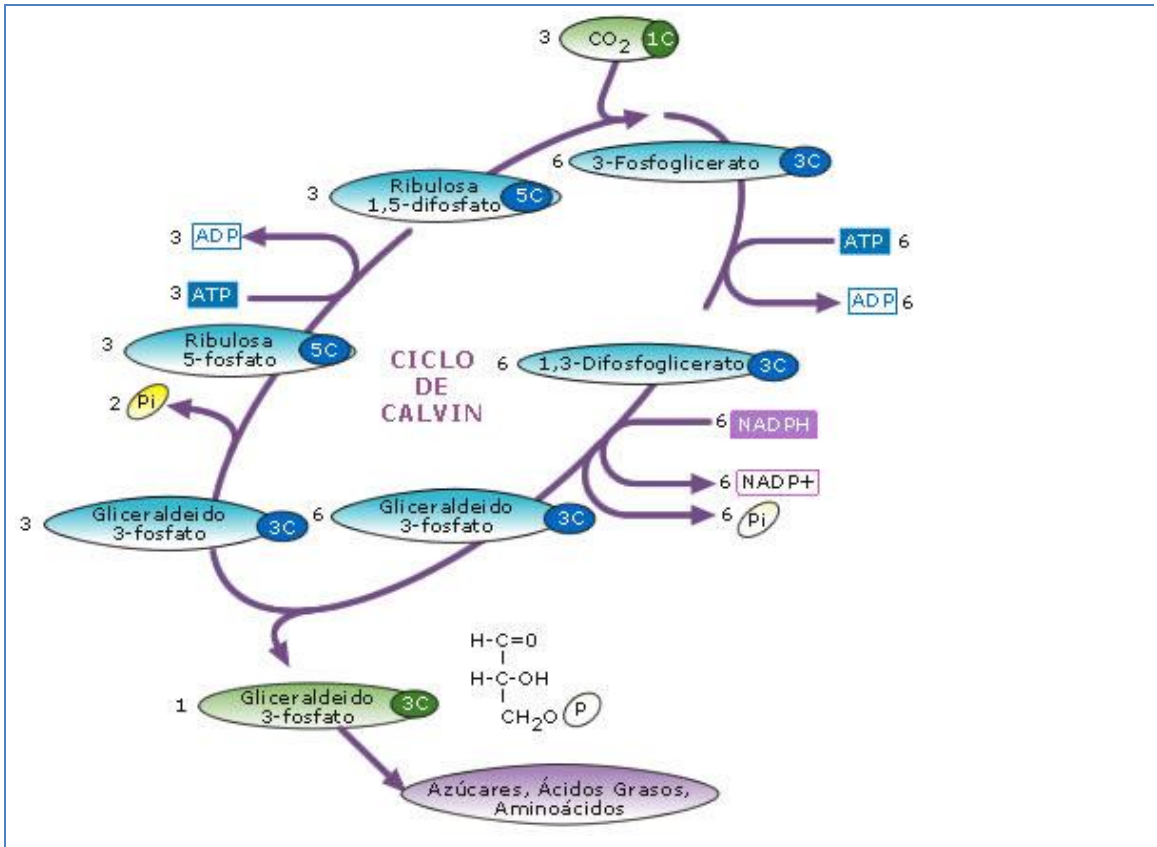
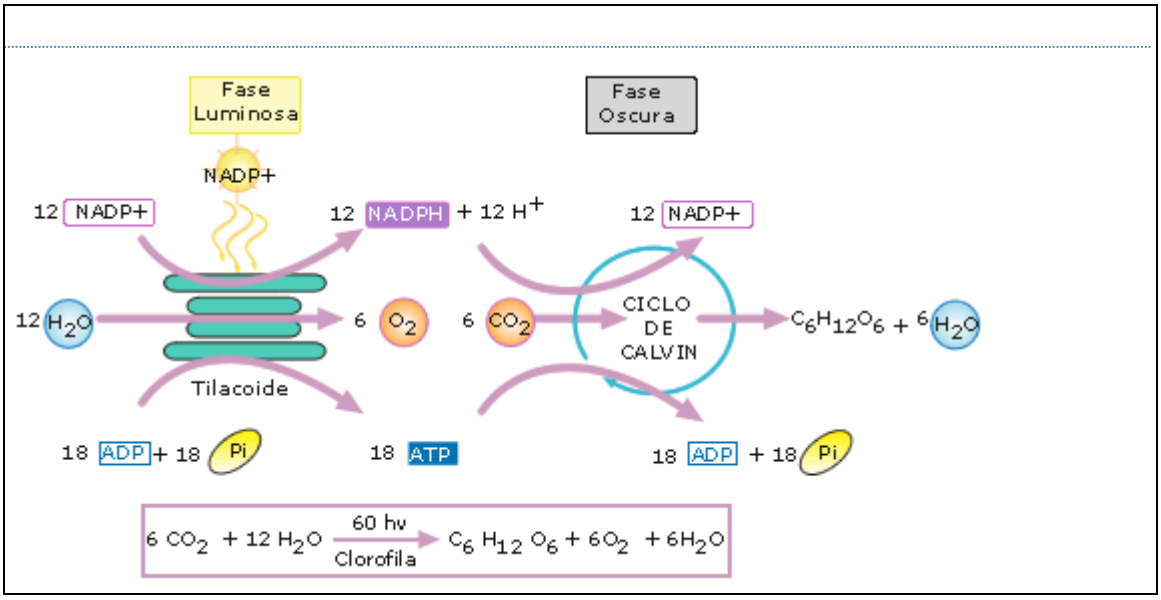


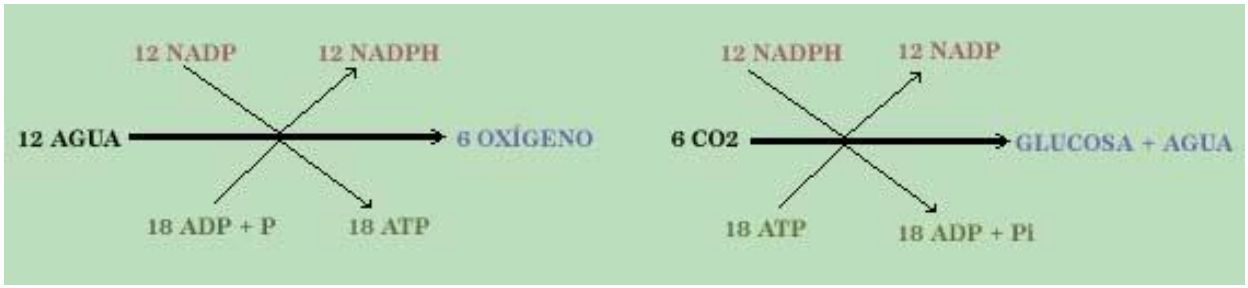
Figura 2: esquema general de la fotosíntesi

ESQUEMA CICLE DE CALVIN



BALANÇ DE LA FOTOSÍNTEIS





FACTORS QUE INFLUEIXEN EN LA FOTOSÍNTESI

- Temperatura, l'eficàcia del procés augmenta amb la temperatura fins a arribar a una T en què s'inicia la desnaturalització dels enzims que hi intervenen.
- La concentració de CO2, quan més elevada més augmenta el rendiment, a partir d'un determinat valor, a partir del qual el rendiment s'estabilitza.
- Concentració d'oxigen, quan més elevada menys rendiment fotosintètic.
- Escassetat d'aigua també repercuteix negativament en la fotosíntesi. Això és degut al fet que, davant la manca d'aigua, els estomes es tanquen per evitar la dessecació de la planta, i aleshores es dificulta l'entrada de CO2.

ANABOLISME HETERÒTROF

L'anabolisme heteròtrof és el procés metabòlic de formació de molècules orgàniques complexes a partir de molècules orgàniques senzilles. Aquestes s'anomenen molècules precursores**. Es duu a terme tant a les cèl·lules autòtrofes com en les cèl·lules heteròtrofes.**

En l'anabolisme heteròtrof es poden distingir dues fases:

- **Síntesi de monòmers**
- **Síntesi de polímers** mitjançant els monòmers.

L'anabolisme heteròtrof es pot classificar en anabolisme de **glúcids**, de **proteïne**s i **d'àcids nucleics**. Aquestes vies estan interrelacionades.

L'anabolisme heteròtrof és un procés de reducció. L'energia necessària per a les reaccions anabòliques s'obté de la defosforilació de molècules d'ATP.

La major part de les vies anabòliques es donen al citosol, hi ha excepcions com:

- La síntesi de proteïnes als ribosomes.
- La síntesi d'àcids nucleics que es dóna al nucli, cloroplasts i mitocondris.
- La síntesi de fosfolípids i cloroplasts que es dóna al RE.

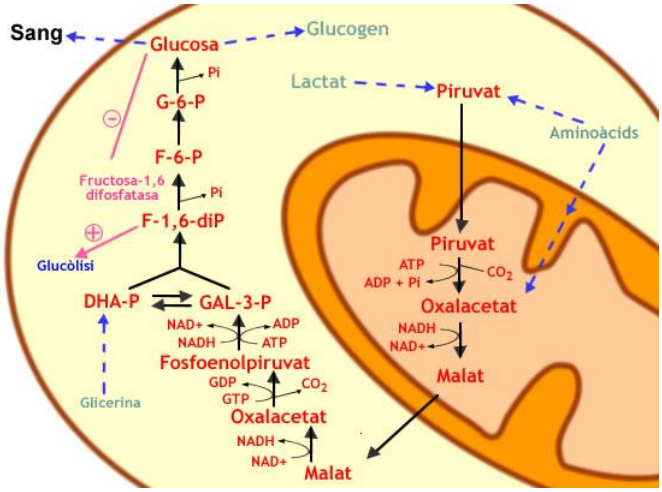
ANABOLISME DELS GLÚCIDS

En l'anabolisme heteròtrof dels glúcids es poden distingir dues parts:

1. Obtenció de glucosa, que es pot obtenir tant en vegetals com en animals a partir de substàncies no glucídiques resultants del catabolisme , per mitjà d'un procés anomenat **gluconeogènesi o neoglicogènesi**.
2. Obtenció de polímers de glucosa o d'altres hexoses. En les cèl·lules vegetals se sintetitza midó, procés anomenat **amilogènes**i mentre que en les cèl·lules animals se sintetitza glicogen, procés anomenat **glicogenogènesi.**

- GLUCONEOGÈNESI

La gluconeogènesi és un procés de síntesi de glucosa a partir de piruvat, tot i que no totes les reaccions són inverses a les de la glucòlisi (que és la via de degradació de la glucosa a piruvat). Les reaccions que són diferents són les següents:



GLUCONEOGÈNESI

<u>Balanç</u>:
Per tal de sintetitzar una molècula de glucosa calen:

- 2 piruvats
- 4 ATP + 2 GTP = 6 ATP
- 2 NADH

La glucosa pot ésser sintetitzada a partir de diferents compostos que s'incorporen a la gluconeogènesi a diferents punts:

- **Lactat**: Passa a piruvat en la reacció catalitzada per la lactat deshidrogenasa (és la reacció inversa a la fermentació). En aquesta reacció es genera 1 NADH.
- Alguns **aminoàcids**, per exemple l'alanina, que entra al mitocondri on és transformada en piruvat; altres aminoàcids són convertits en intermediaris del cicle de Krebs, de manera que poden passar finalment a oxalacetat.

- **Glicerina**, que passa a dihidroxiacetona-fosfat.

Important: **Els àcids grassos no poden utilitzar-se per a sintetitzar glucosa als animals** ja que la síntesi de piruvat a partir d'acetilCoA és impossible (cal tenir en compte que l'acetilCoA que entra al cicle de Krebs surt en forma de CO2 i, per tant, no és útil per a reaccions anabòliques). Això no obstant, als **glioxisomes** de les llavors de les plantes l'acetilCoA es pot transformar en succinat, un intermediari del cicle de Krebs que entra al mitocondri i passa a oxalacetat.

L'ANABOLISME DELS LÍPIDS

Els lípids més importants són els triacilglicèrids. La seva biosíntesi requereix tres processos:

- Obtenció d'àcids grassos
- Obtenció de glicerina
- Síntesi de triacilglicèrids

OBTENCIÓ D'ÀCIDS GRASSOS

La principal font d'àcids grassos és el greix dels aliments, la segona font és a partir de **l'acetil CoA** d'origen mitocondrial. La biosíntesi d'àcids grassos té lloc al citosol..

L'ANABOLISME DELS CONSTITUENTS DE LES PROTEÏNES

Té dues parts la síntesi d'aminoàcids i la seva unió als ribosomes seguint les instruccions del RNAm.

Bàsicament la síntesi d'un aminoàcid es fa a partir d'un àcid orgànic de 3 a 5 carbonis al qual s'afegeix un grup amino, aquest pot procedir de la desaminació o transaminació de diferents aminoàcids.

Per a la síntesi d'aminoàcids és totalment imprescindible l'àcid alfa –cetoglutàric, **un compost del cicle de Krebs**, ja que és una molècula que s'uneix amb l'ió amoni, gràcies a un enzim de la matriu mitocondrial i queda aminat de manera que constitueix l'aminoàcid àcid glutàmic Aquest a més de donar lloc directament als aminoàcids glutamina i prolina , és fonamental per a la biosíntesis dels altres aminoàcids que no són essencials, ja que és el responsable de donar grups amino a altres molècules (transaminació).