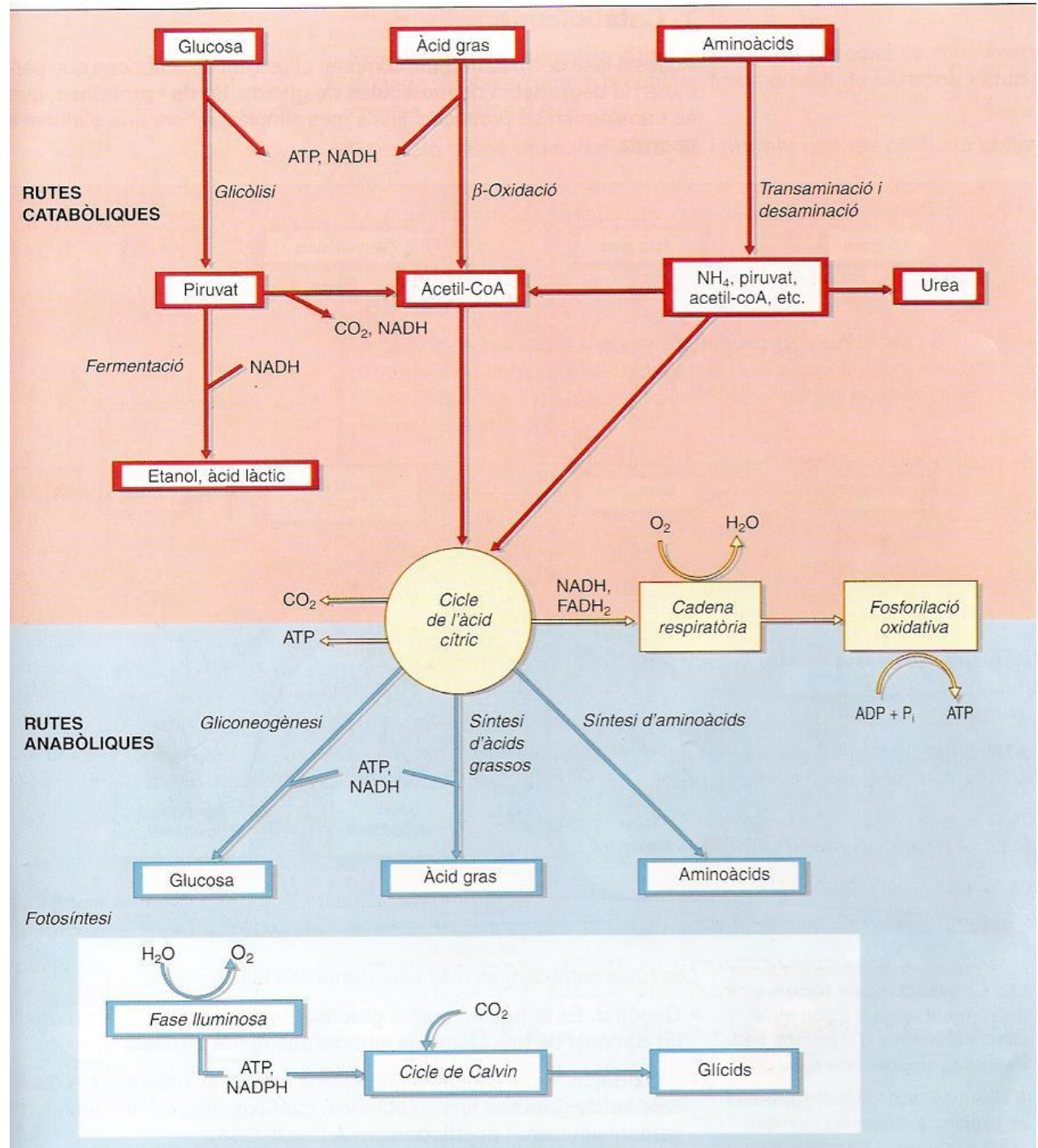


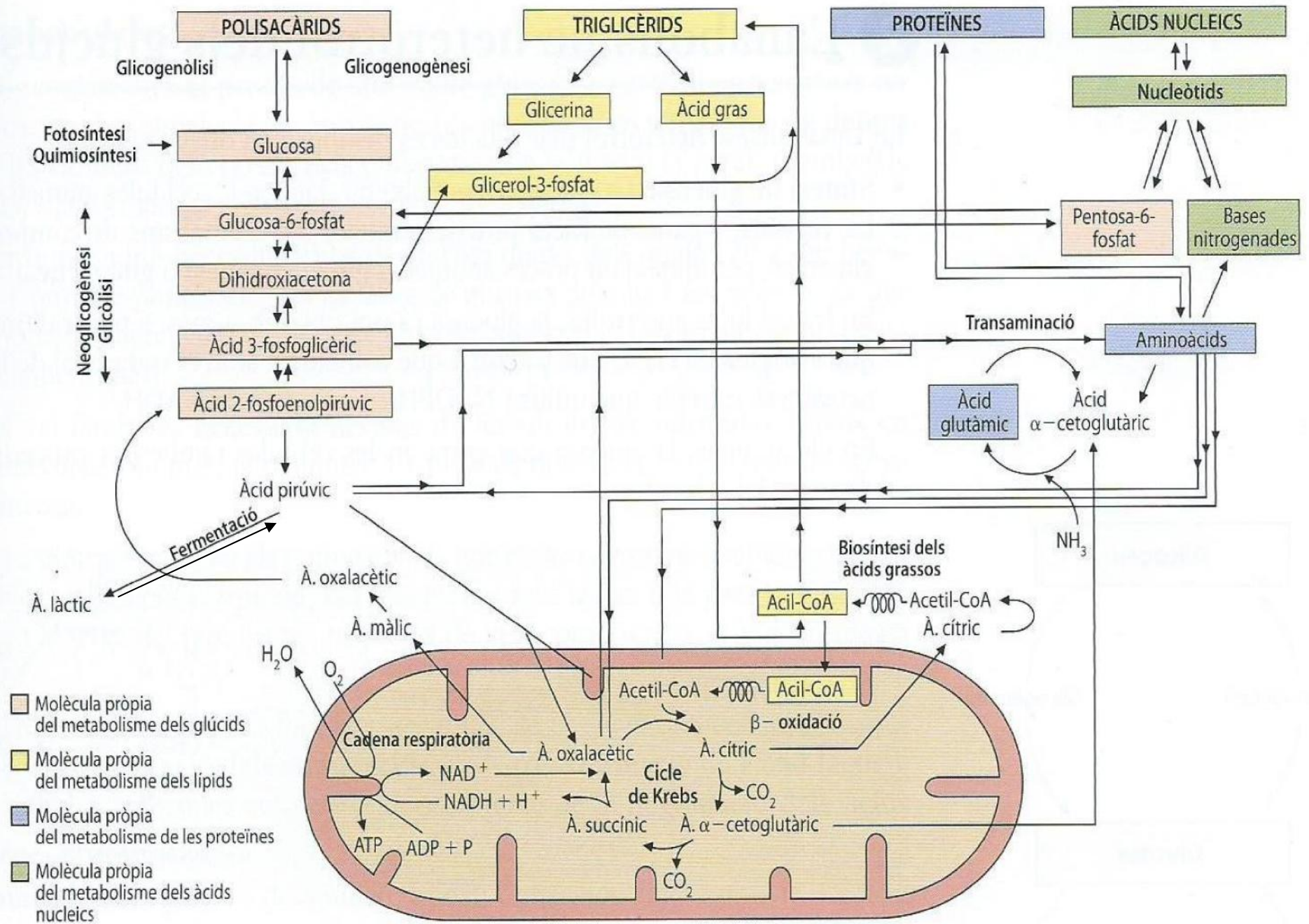
- 1: glicogenòlisi
- 2: glicogènesi =glicogenogènesi
- 3: glucòlisi
- 4: cicle de Krebs o cicle de l'àcid cítric
- 5: lipòlisi
- 6: esterificació /lipogènesi
- 7: beta-oxidació
- 8: lipogènesi
- 9: degradació (digestió) de proteïnes
- 10: síntesi de proteïnes
- 11: cadena respiratòria i fosforilació oxidativa
- 12: fermentació
- 13: transaminacions desaminacions / desaminació oxidativa
- 14: síntesi d'aminoàcids
- 15: gluconeogenesis =gliconeogènesi
- 16: oxidació del piruvat

# Metabolisme

# Anabolisme

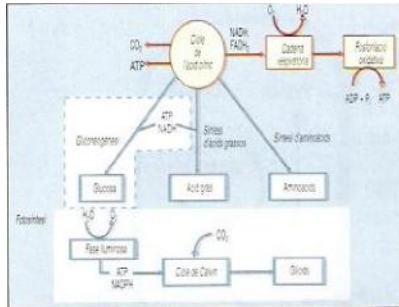






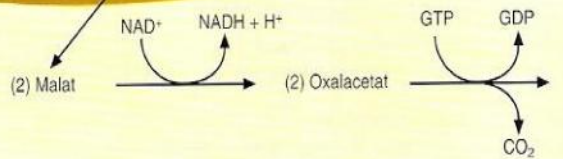
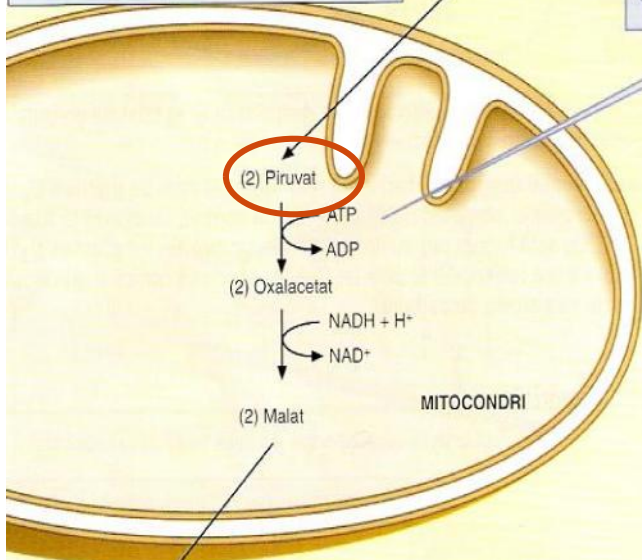


# Gliconeogènesi



(2) Piruvat

**Piruvat carboxilasa**  
L'acumulació d'acetil-CoA produeix l'activació d'aquest enzim.

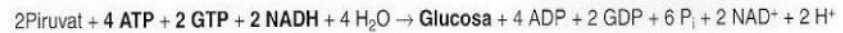


1. El **primer pas irreversible** és la transformació de dues molècules de piruvat en dues molècules de *fosfoenolpiruvat* mitjançant diverses reaccions en les quals es consumeixen ATP, NADH i GTP. Tanmateix, en l'oxidació del malat s'obté NADH.
  2. Cada fosfoenolpiruvat es transforma en un *1,3-bisfosfoglicerat* i es consumeix ATP. Les molècules d'*1,3-bisfosfoglicerat* originen *gliceraldehid-3-fosfat*, i es consumeix NADH. Una de les molècules de *gliceraldehid-3-fosfat* produeix *dihidroxiacetona fosfat* mitjançant isomerització.
- A partir del *gliceraldehid-3-fosfat* i de la *dihidroxiacetona fosfat* s'obté una molècula de *fructosa-1,6-bisfosfat*.

3. Mitjançant una reacció d'hidròlisi, la *fructosa-1,6-bisfosfat* desprèn el grup fosfat en C-1 i origina *fructosa-6-fosfat*. Aquesta reacció és el **segon pas irreversible**.
4. La *fructosa-6-fosfat* origina la *glucosa-6-fosfat* mitjançant una isomerització.
5. La desfosforilació per hidròlisi de la *glucosa-6-fosfat* en *glucosa* és el **tercer pas irreversible**.

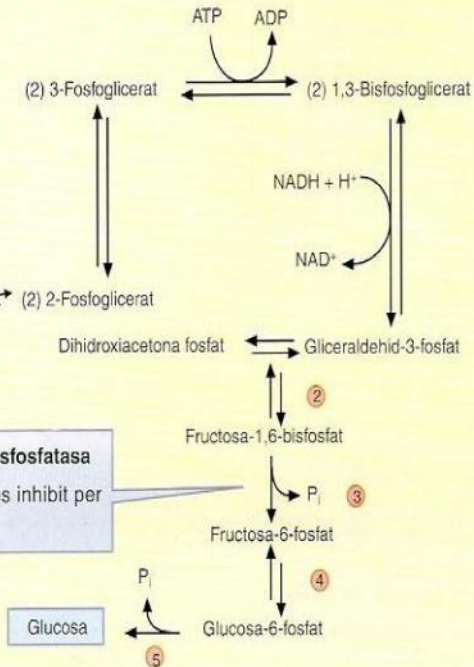
**Balanc energètic:** per a obtenir una molècula de **glucosa** a partir de **dues molècules de piruvat** es consumeixen **4 ATP, 2 GTP i 2 NADH**.

L'equació global de la gliconeogènesi es representa:



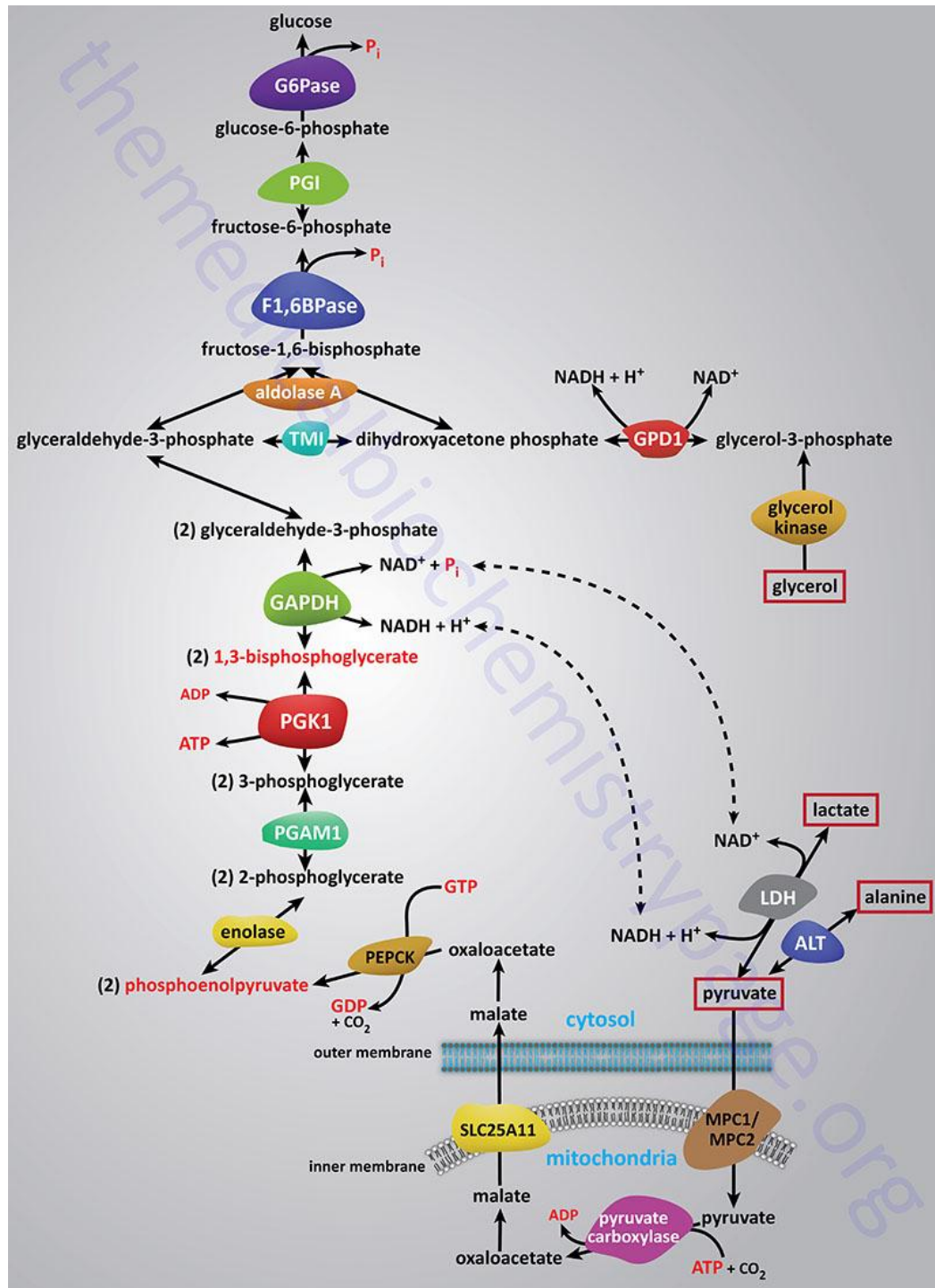
L'excés de glucosa procedent de la dieta o de la gliconeogènesi s'emmagatzema en forma de **glicogen**.  
El glicogen és la principal substància de reserva d'energia dels animals i s'emmagatzema principalment al fetge i al múscul esquelètic.  
La síntesi de glicogen s'esdevé a partir de la *glucosa-6-fosfat*.

CITOSOL



**Fructosa-1,6-bisfosfatasa**  
Aquest enzim és inhibït per l'AMP.

Glucosa





# Glicòlisi

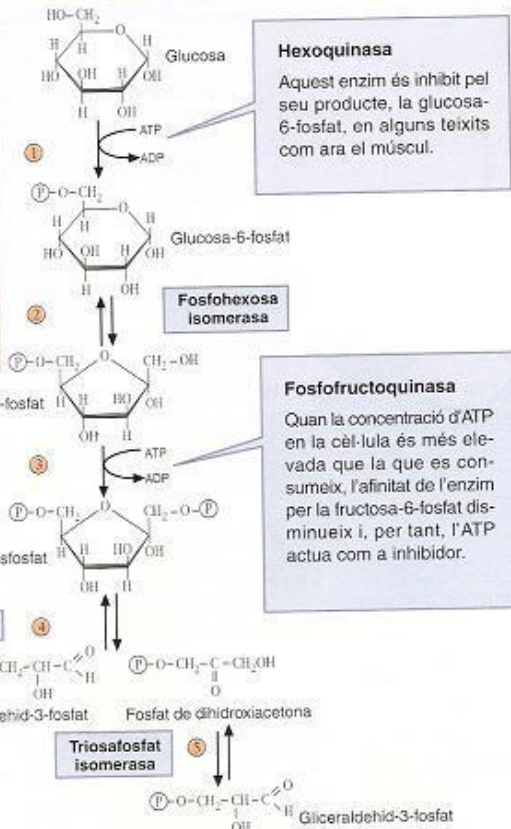
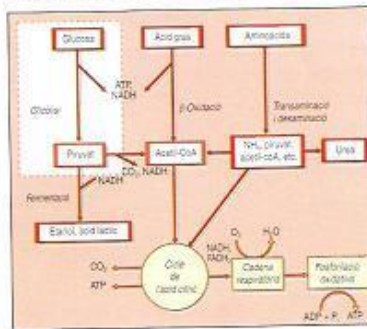


## Glicòlisi

És la ruta catabòlica constituïda per una seqüència lineal de reaccions que condueixen a la formació de **piruvat**, a partir d'una molècula de **glucosa**.

En la glicòlisi es distingeixen dues etapes, una en què es consumeix energia i una altra en què se n'obté. Totes dues etapes es desenvolupen en el **citòsol**.

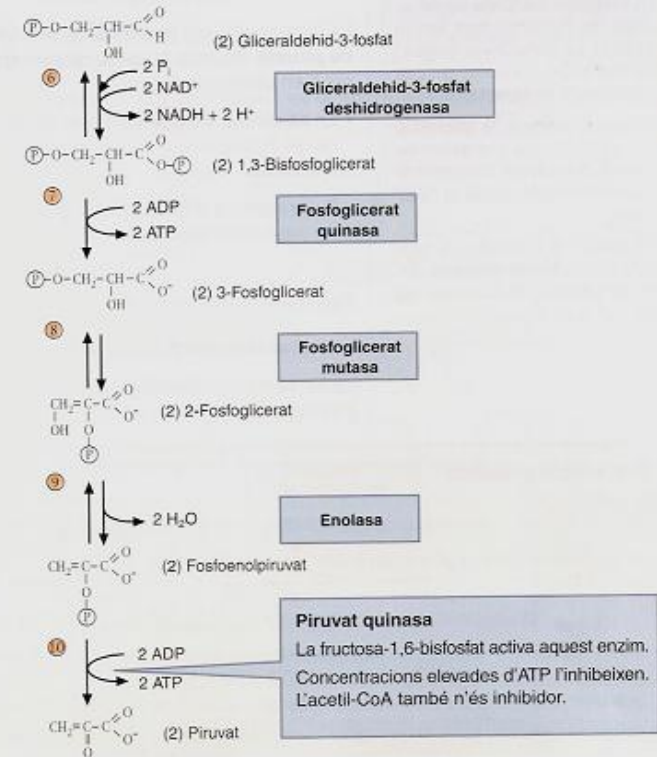
### Etapa de consum d'energia



1. Es produeix la transferència d'un grup fosfat procedent d'una molècula d'ATP al grup hidroxil en C-6 de la glucosa. S'obté una molècula de *glucosa-6-fosfat*.
2. La glucosa-6-fosfat, mitjançant una isomerització, origina la *fructosa-6-fosfat*.
3. La fructosa-6-fosfat es fosforila en C-1 mitjançant el consum d'una molècula d'ATP i produeix la *fructosa-1,6-bisfosfat*.
4. La fructosa-1,6-bisfosfat s'escindeix en dues molècules de tres àtoms de carboni: una cetosa, el *gliceraldehid-3-fosfat*, i una aldosa, el *fosfat de dihidroxiacetona*.
5. El fosfat de dihidroxiacetona, mitjançant una isomerització, origina el *gliceraldehid-3-fosfat*.

**Balanc energètic:** en aquesta etapa **es consumeixen dues molècules d'ATP**.

### Etapa d'obtenció d'energia

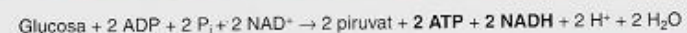


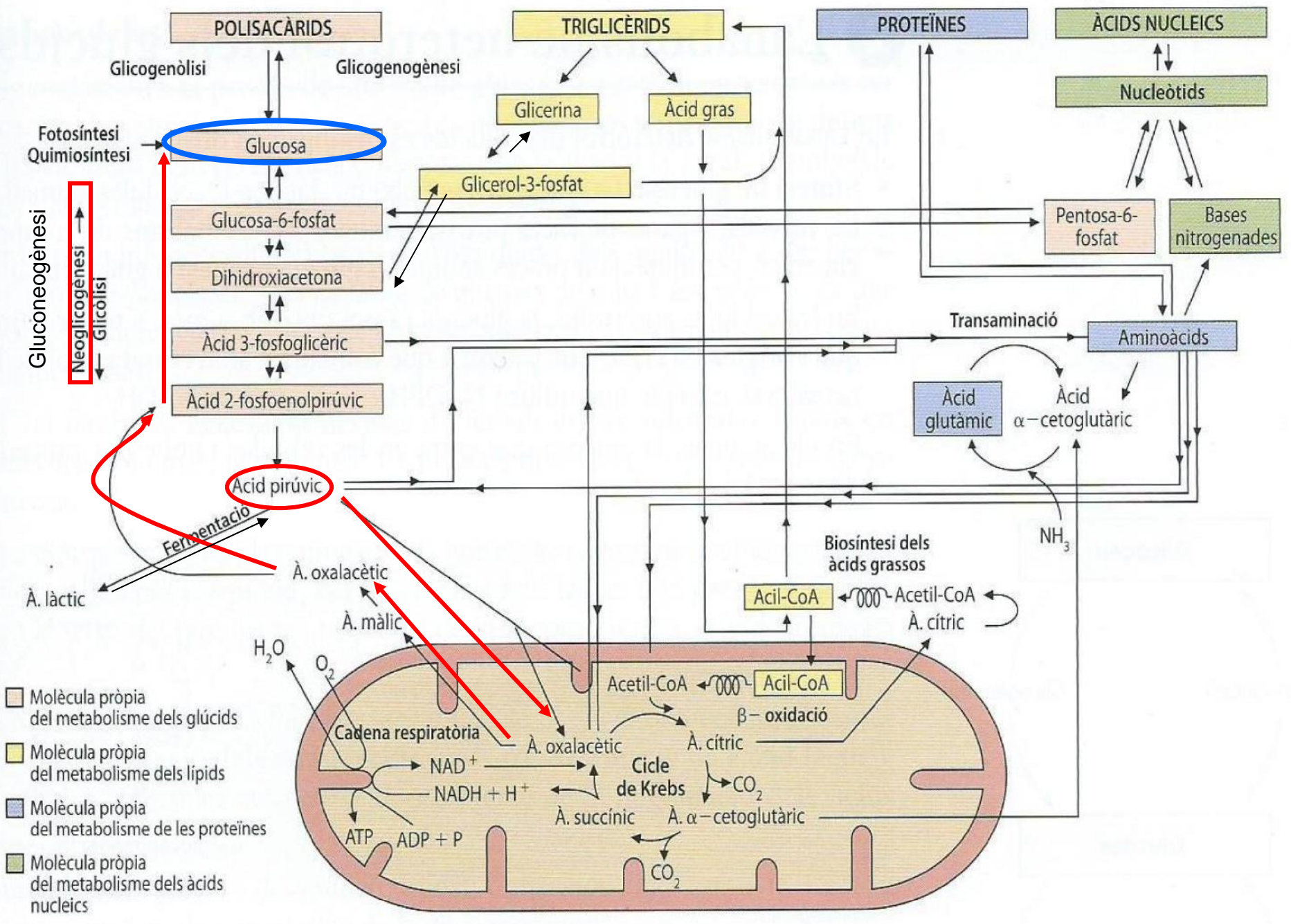
6. El grup aldehid de cadascuna de les dues molècules de gliceraldehid-3-fosfat que s'han obtingut en l'etapa anterior reacciona amb un fosfat inorgànic i s'obtenen dues molècules de *1,3-bisfosfoglicerat* i dos hidrògens que redueixen dues molècules de NAD<sup>+</sup> a NADH.
7. El grup fosfat del carboxil de cada 1,3-bisfosfoglicerat es transfereix a un ADP i origina dues molècules de *3-fosfoglicerat* i dues d'ATP.
8. El grup fosfat en C-3 de cada 3-fosfoglicerat se situa en C-2 i s'obtenen dues molècules de *2-fosfoglicerat*.
9. Les molècules de 2-fosfoglicerat es deshidraten, és a dir, perden una molècula d'aigua. El compost que s'obté és el *fosfoenolpiruvat*.
10. Cada molècula de fosfoenolpiruvat transfereix el seu grup fosfat a un ATP i es formen dues molècules de *piruvat*.

**Balanc energètic:** en aquesta etapa **es produeixen quatre ATP i dos NADH**.

### Balanc energètic de la glicòlisi

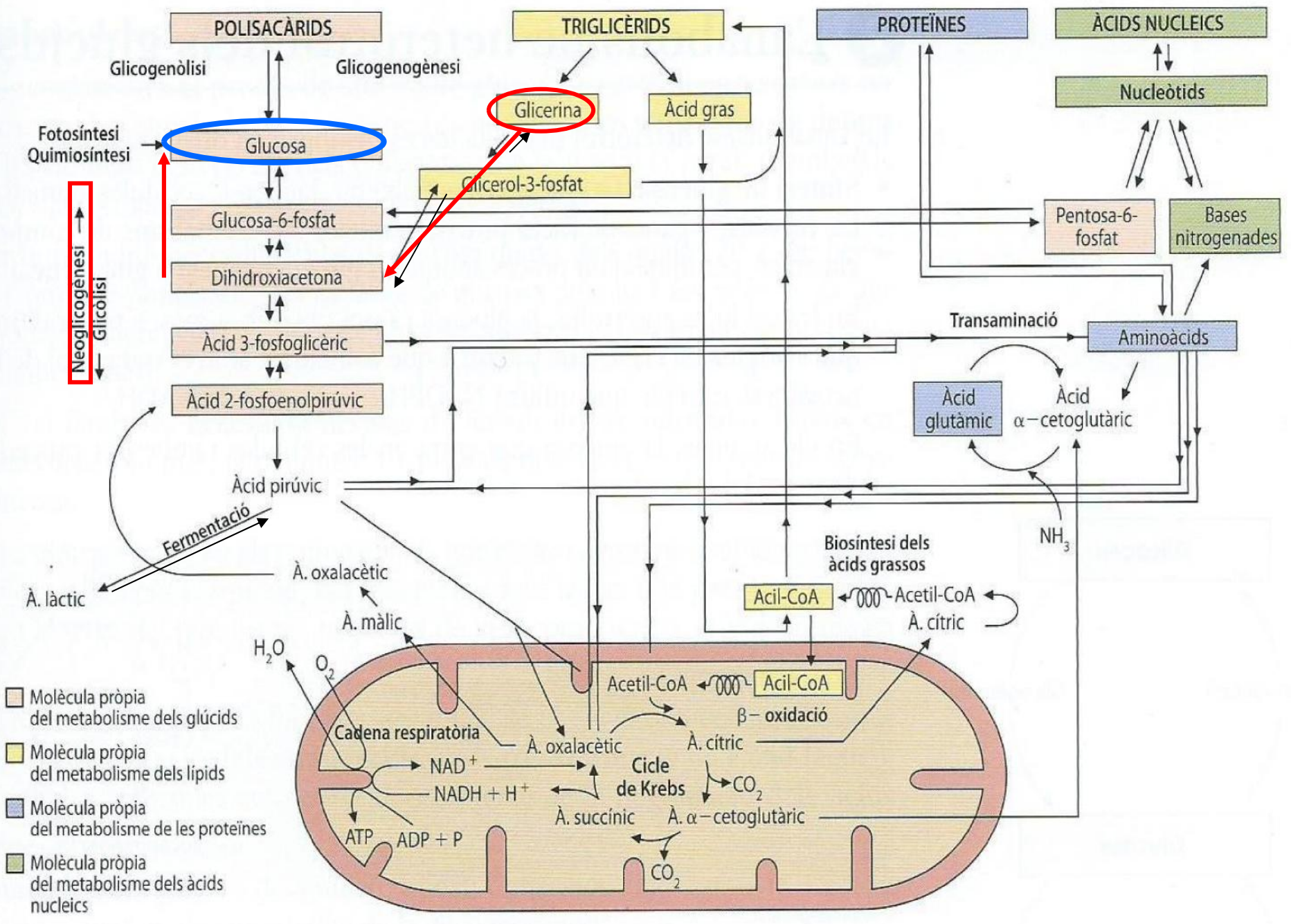
Tenint en compte que en la primera etapa es consumeixen dos ATP i que en la segona es formen quatre ATP i dos NADH, la glicòlisi es pot representar mitjançant l'equació següent:





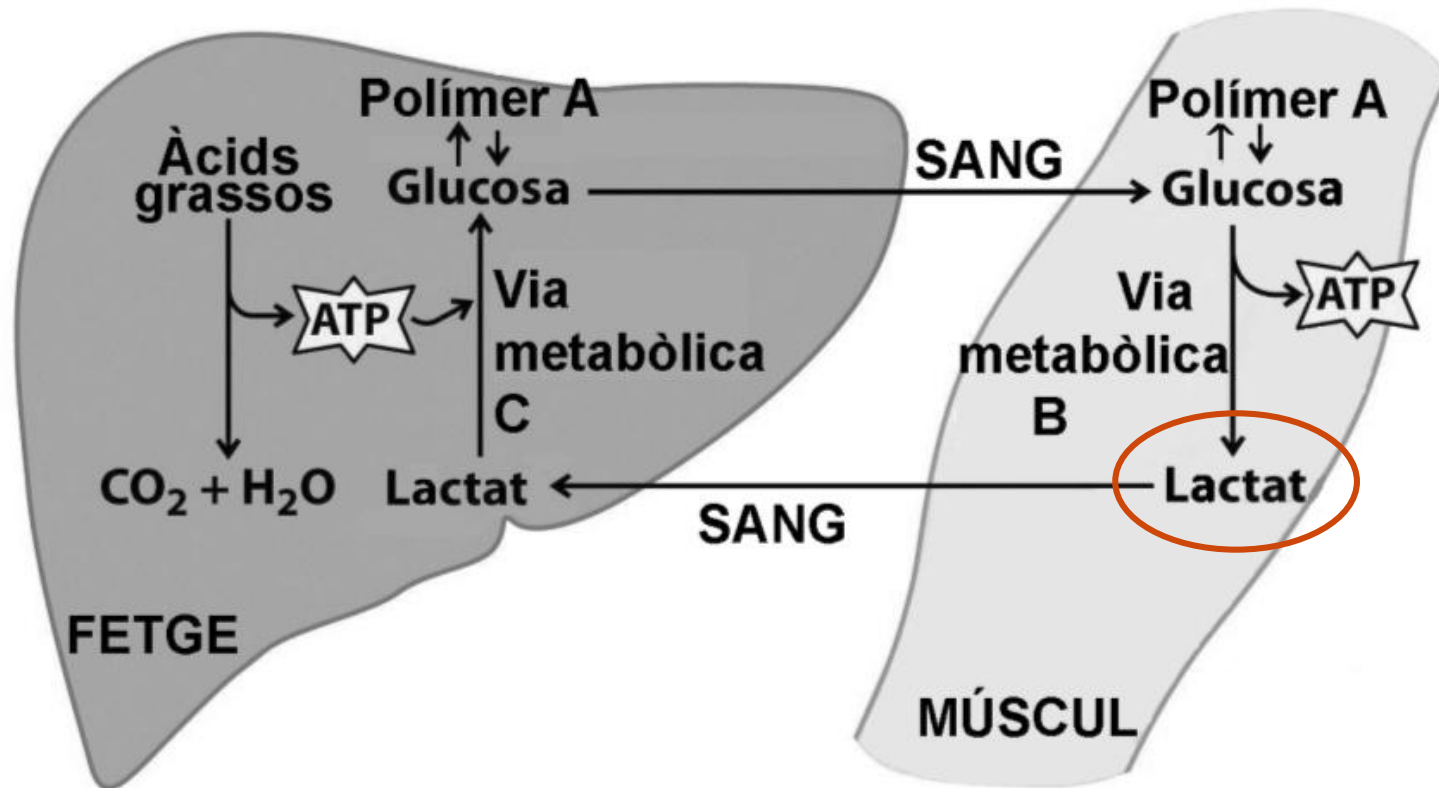
- Molècula pròpia del metabolisme dels glúcids
- Molècula pròpia del metabolisme dels lípids
- Molècula pròpia del metabolisme de les proteïnes
- Molècula pròpia del metabolisme dels àcids nucleics





- Molècula pròpia del metabolisme dels glúcids
- Molècula pròpia del metabolisme dels lípids
- Molècula pròpia del metabolisme de les proteïnes
- Molècula pròpia del metabolisme dels àcids nucleics

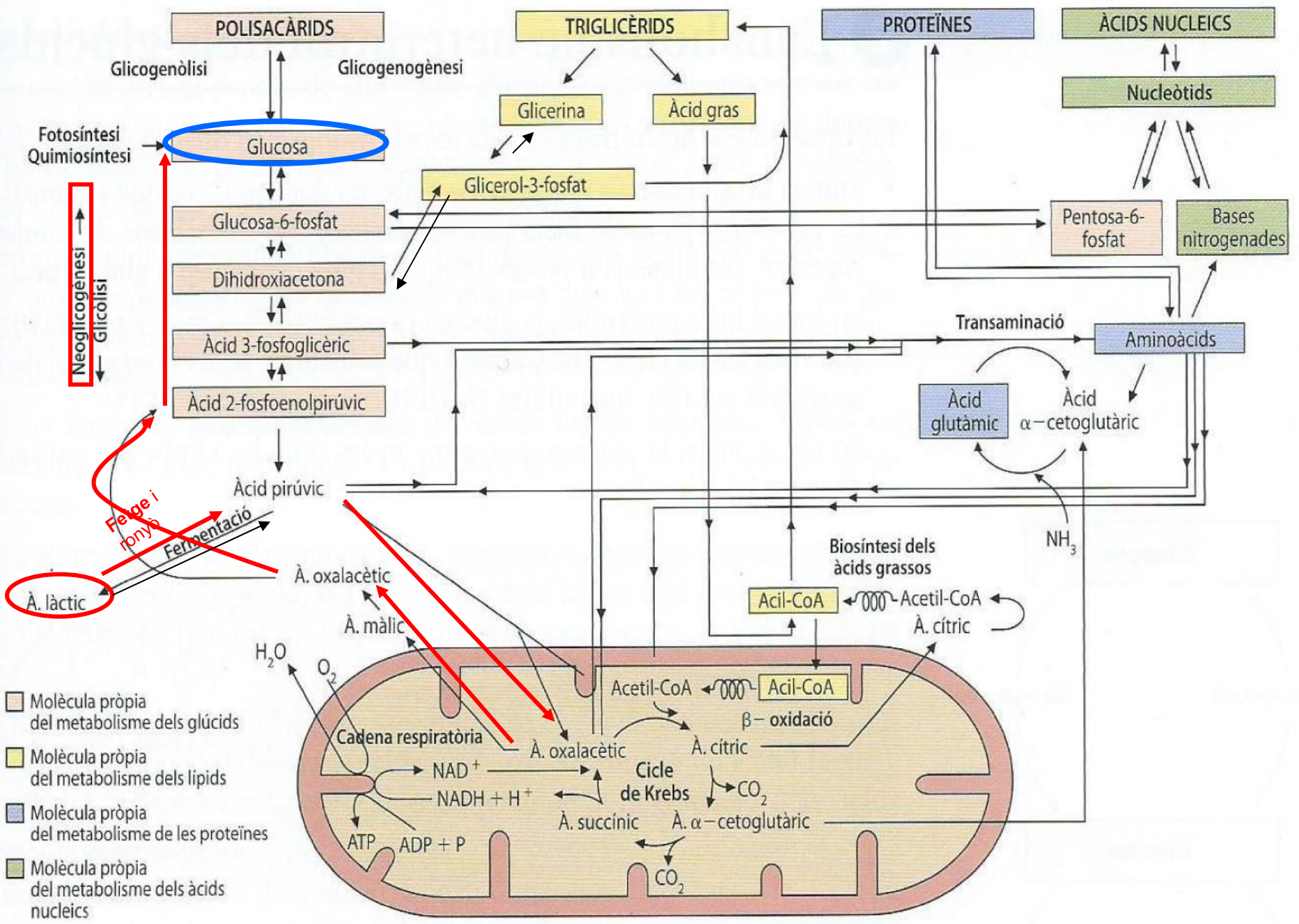




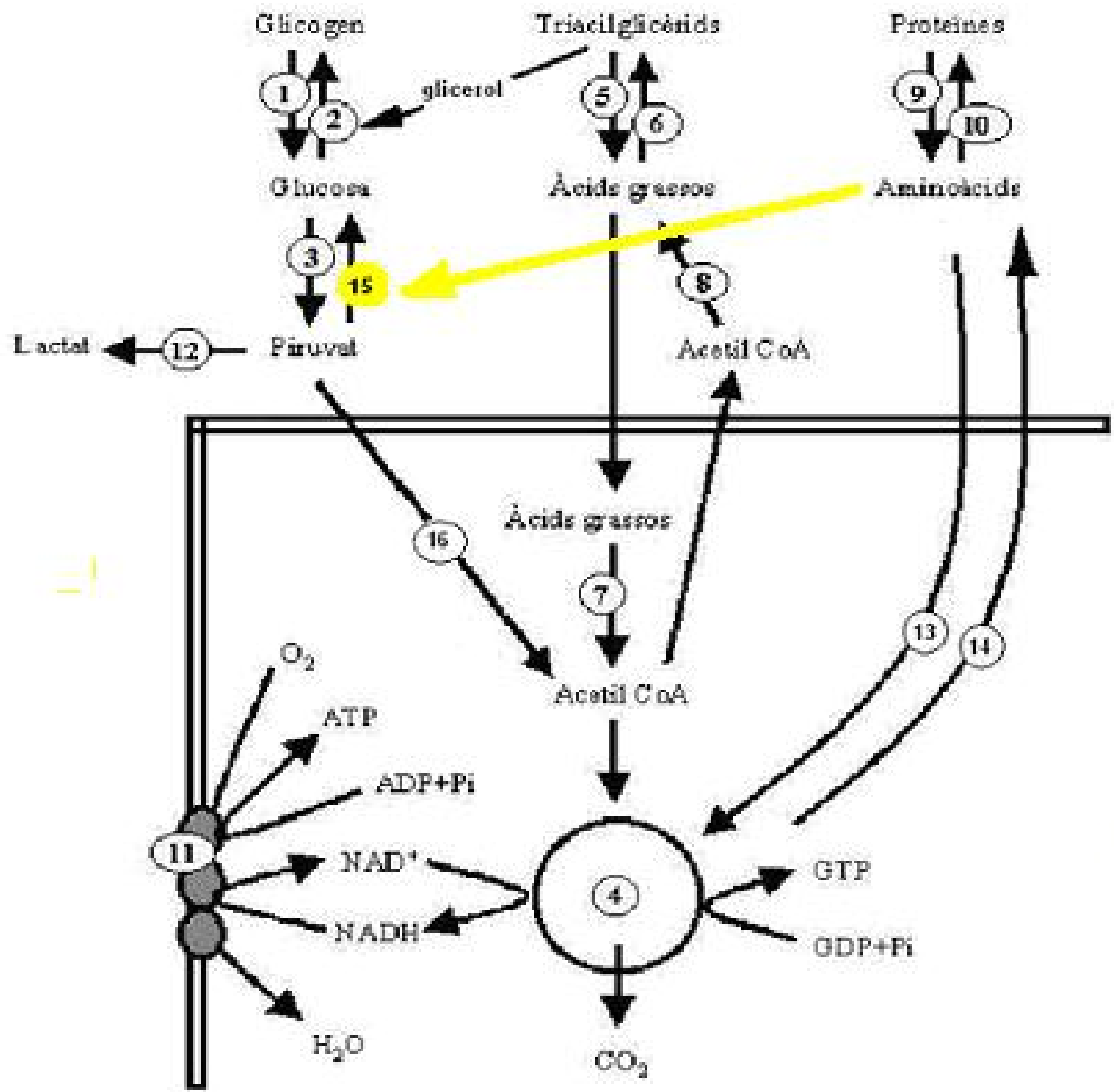
## CICLE DE CORI

Els animals no podem fabricar glúcids a partir dels lípids.

Els vegetals i les algues si poden fabricar glúcids a partir de lípids (Acetil-CoA) amb els enzims del cicle del l'àcid glioxílic i es fa en el **glioxisomes**.

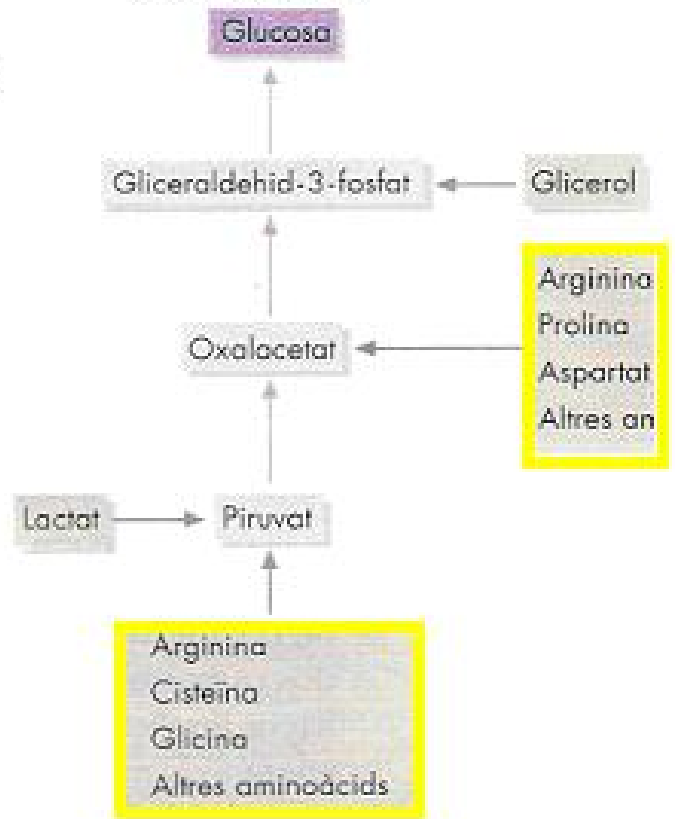


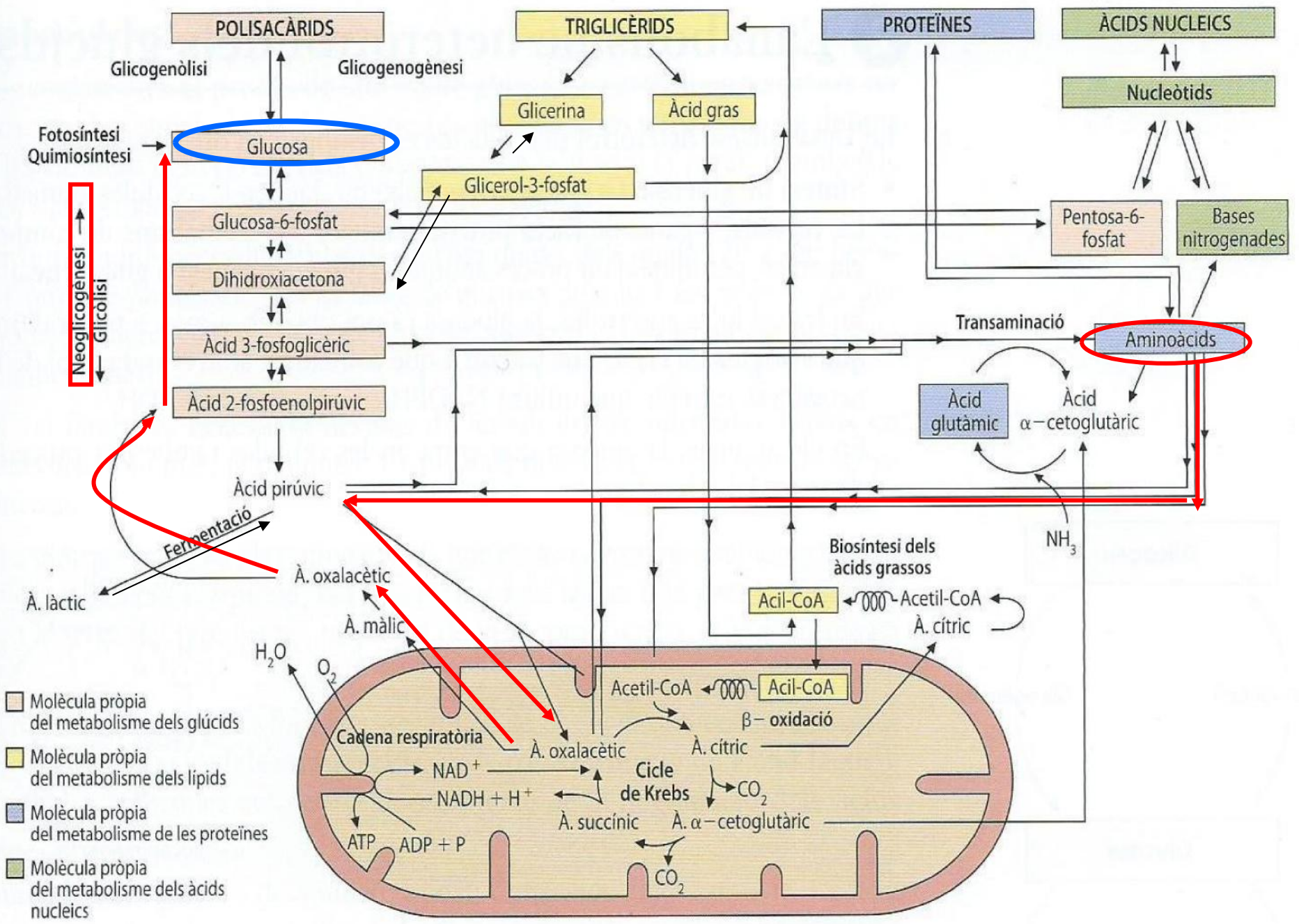




**15. gluconeogènesi**

però també altres substrats poden actuar com a precursors de la glucosa: Aminoàcids, glicerol, lactat ....









## Glioxisomes

Tipus de peroxisomes que nomès existeixen en les cèl·lules vegetals.

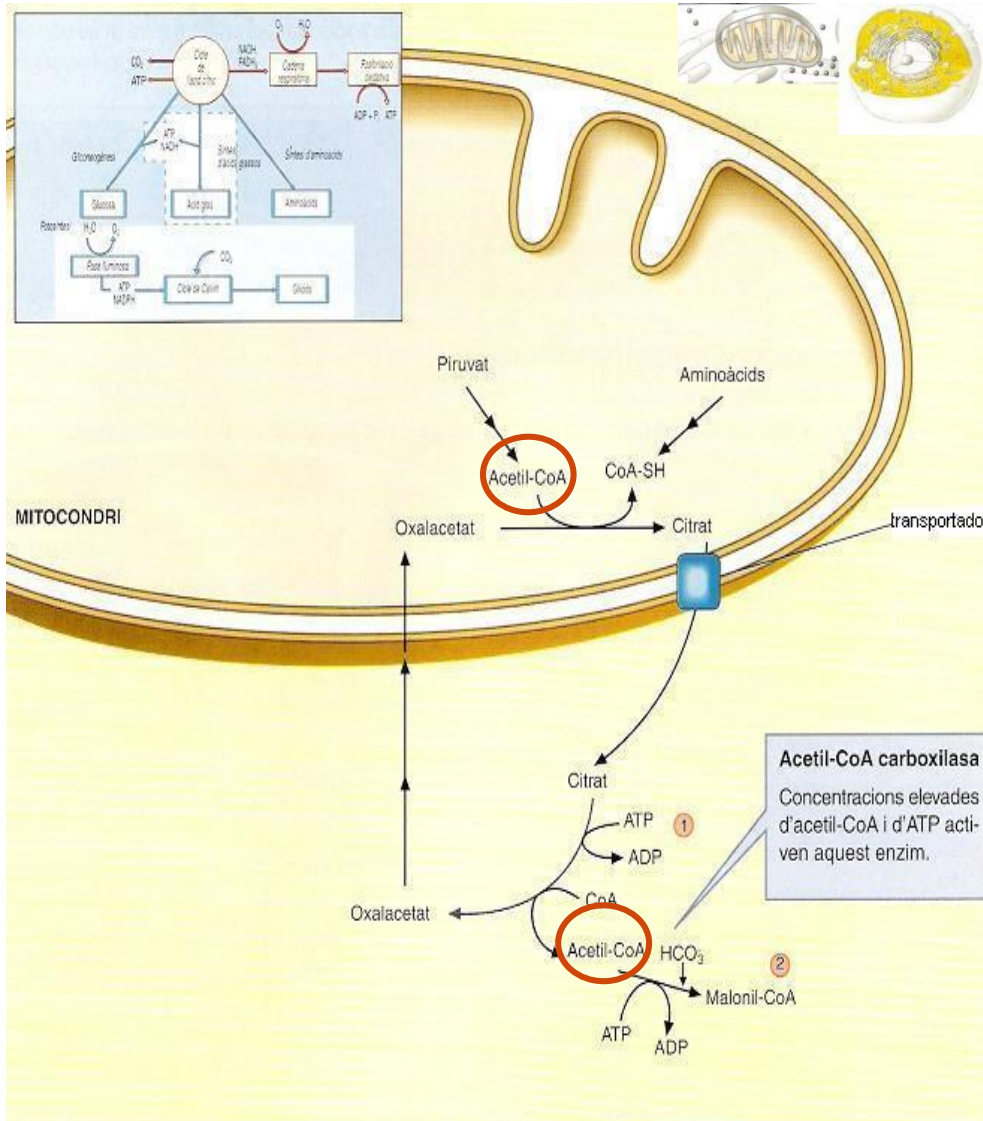
Contenen els enzims per realitzar el cicle de l'àcid glioxílic, variant del cicle de Krebs que permet sintetitzar glúcids a partir de lípids.



Important en les llavors en germinació, ja que els permet sintetitzar glucosa a partir de les reserves lipídiques.



# Síntesi d'àcids grassos



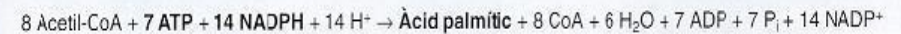
5. Cada repetició de les reaccions que es produeixen des de l'acetil-Co fins a l'obtenció d'un acil gras-CoA saturat de quatre carbonis augmenta en dos carbonis la longitud de la cadena. Quan la cadena té setze carbonis, s'atura l'activitat del complex àcid gras sintasa i s'allibera l'àcid gras.

En els animals, l'àcid gras que s'obté a partir d'aquest procés és l'àcid palmític (16:0), que és el precursor de la majoria dels àcids grassos de cadena llarga.

Alguns àcids grassos insaturats, com ara l'àcid oleic (18:1 $\Delta^9$ ), se sintetitzen a partir de l'àcid palmític; en canvi, d'altres s'han d'incorporar en la dieta com per exemple l'àcid linoic (18:2 $\Delta^{9,12}$ ).

**Balanc energètic:** cal un acetil-CoA per a la formació de malonil-CoA i un altre en la reacció de condensació. Per tant, en la formació d'un acil gras saturat de quatre carbonis es consumeixen vuit acetil-CoA. D'aquesta manera, en la síntesi de l'àcid palmític (16 C) es consumeixen vuit acetil-CoA.

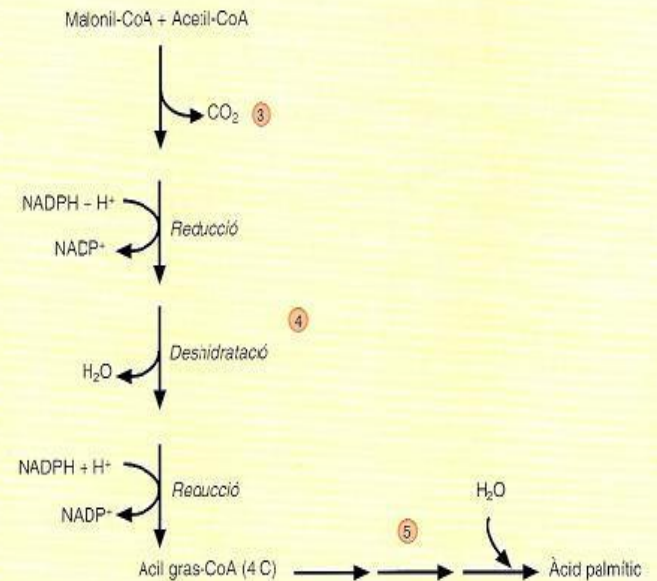
La reacció global de la síntesi de l'àcid palmític és la següent:



CITOSOL

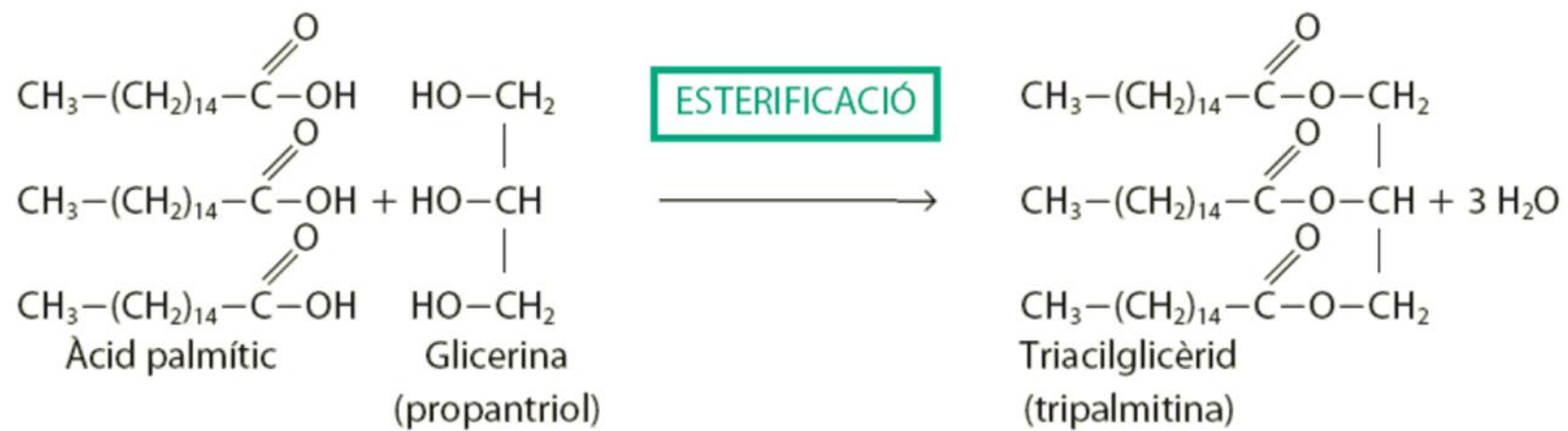
**Síntesi: 7 + (14 x 3) = 49 ATPs**

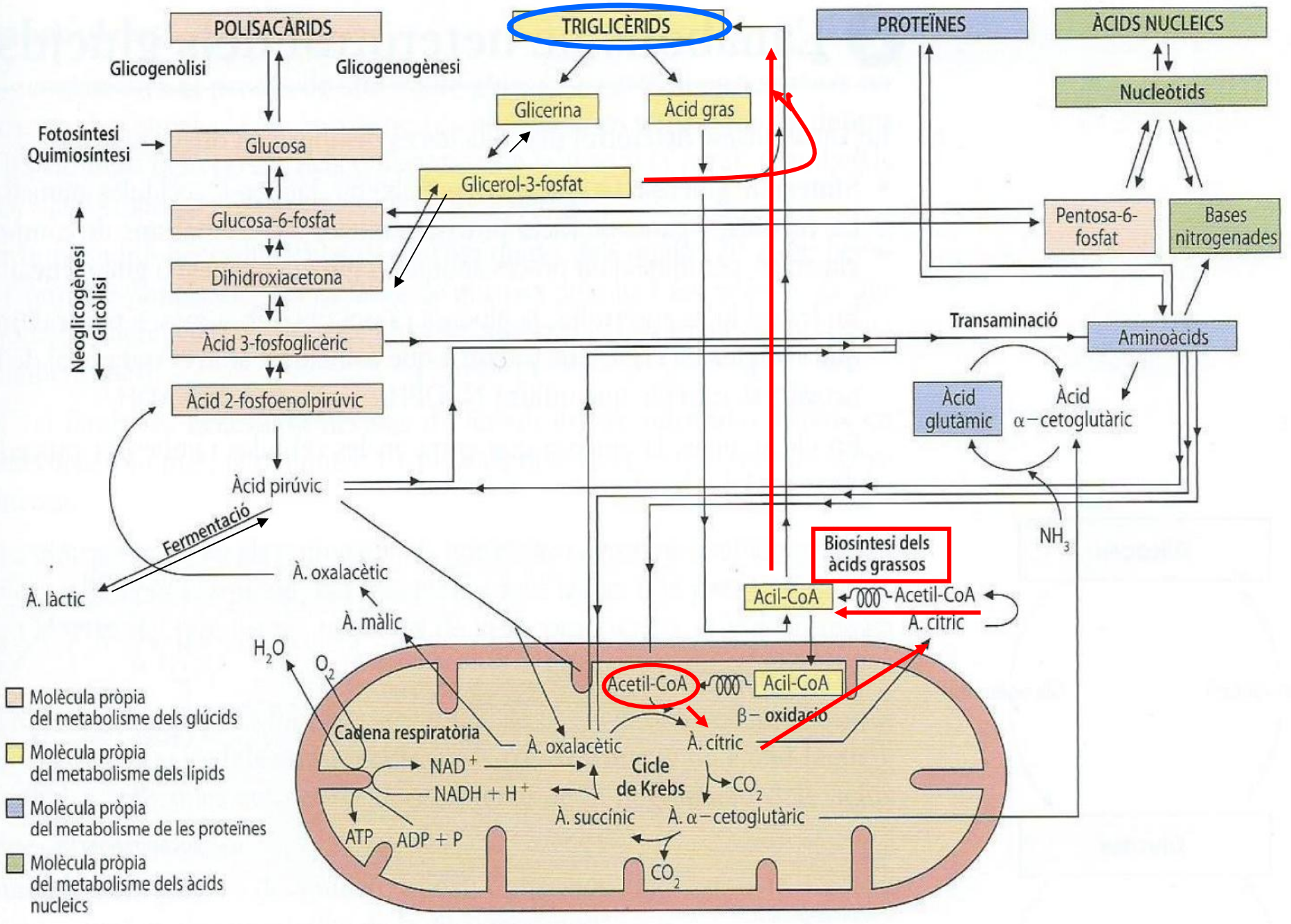
**Degradació: 8 AcetilCoA + 7 NADH + 7 FADH2 = 33 ATPs**



1. L'acetil-CoA procedeix principalment de l'oxidació del piruvat i, per tant, es troba en el mitocondri. Com que la membrana interna mitocondrial és impermeable a l'acetil-CoA, aquest reacciona amb l'oxalacetat i origina citrat, que surt per mitjà d'un transportador. En el citosol, a partir del citrat es recupera l'acetil-CoA i es consumeix ATP.
2. A partir de l'acetil-CoA i de bicarbonat present en el citosol es forma malonil-CoA i es consumeix ATP.
3. El malonil-CoA es condensa amb un grup acil d'un acetil-CoA. Com a conseqüència d'aquesta reacció, s'obté un compost format per dos carbonis més que el malonil-CoA i s'allibera CO<sub>2</sub>.
4. A continuació s'esdevenen dues reaccions de reducció i una de deshidratació a partir de les quals s'obté un acil gras-CoA saturat de quatre carbonis. En aquest procés es consumeixen dos NADPH.









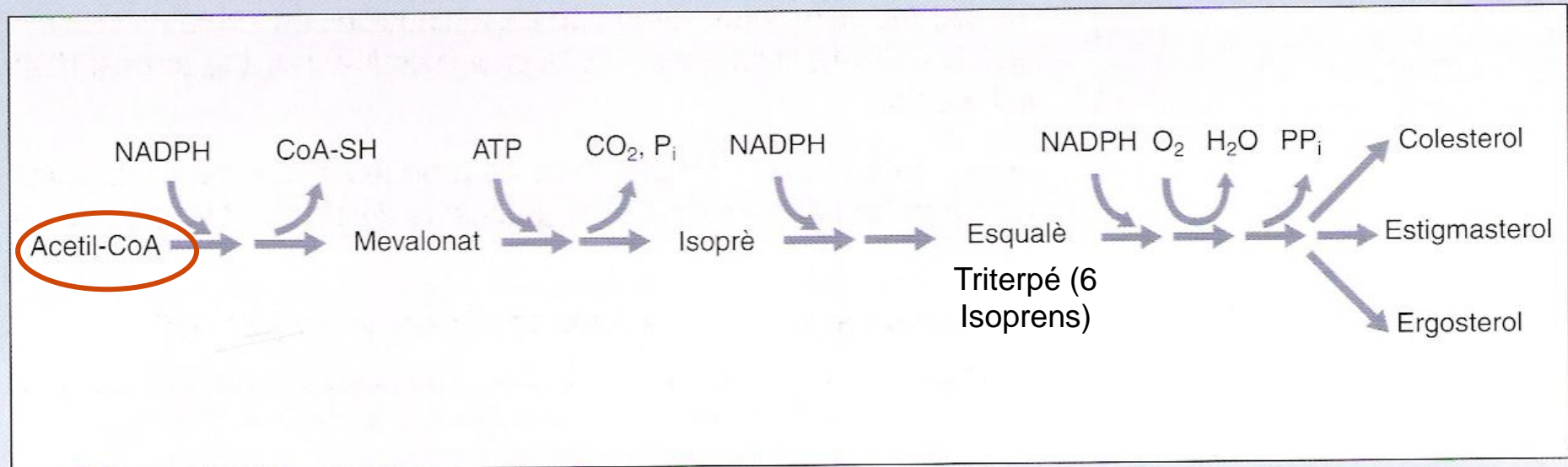
# Síntesi de colesterol

## Síntesi de colesterol

Tal com hem vist en unitats anteriors, el colesterol forma part de l'estructura de les membranes i és el precursor de substàncies com ara les hormones esteroides, la vitamina D, etc.

En els mamífers, la síntesi de colesterol es produeix principalment al fetge a partir d'**acetil-CoA**.

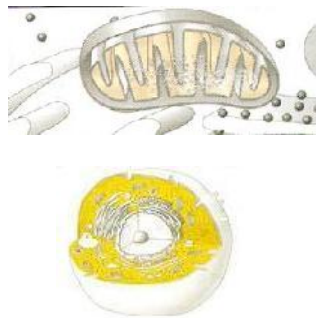
A continuació descrivim de forma molt resumida aquest procés.



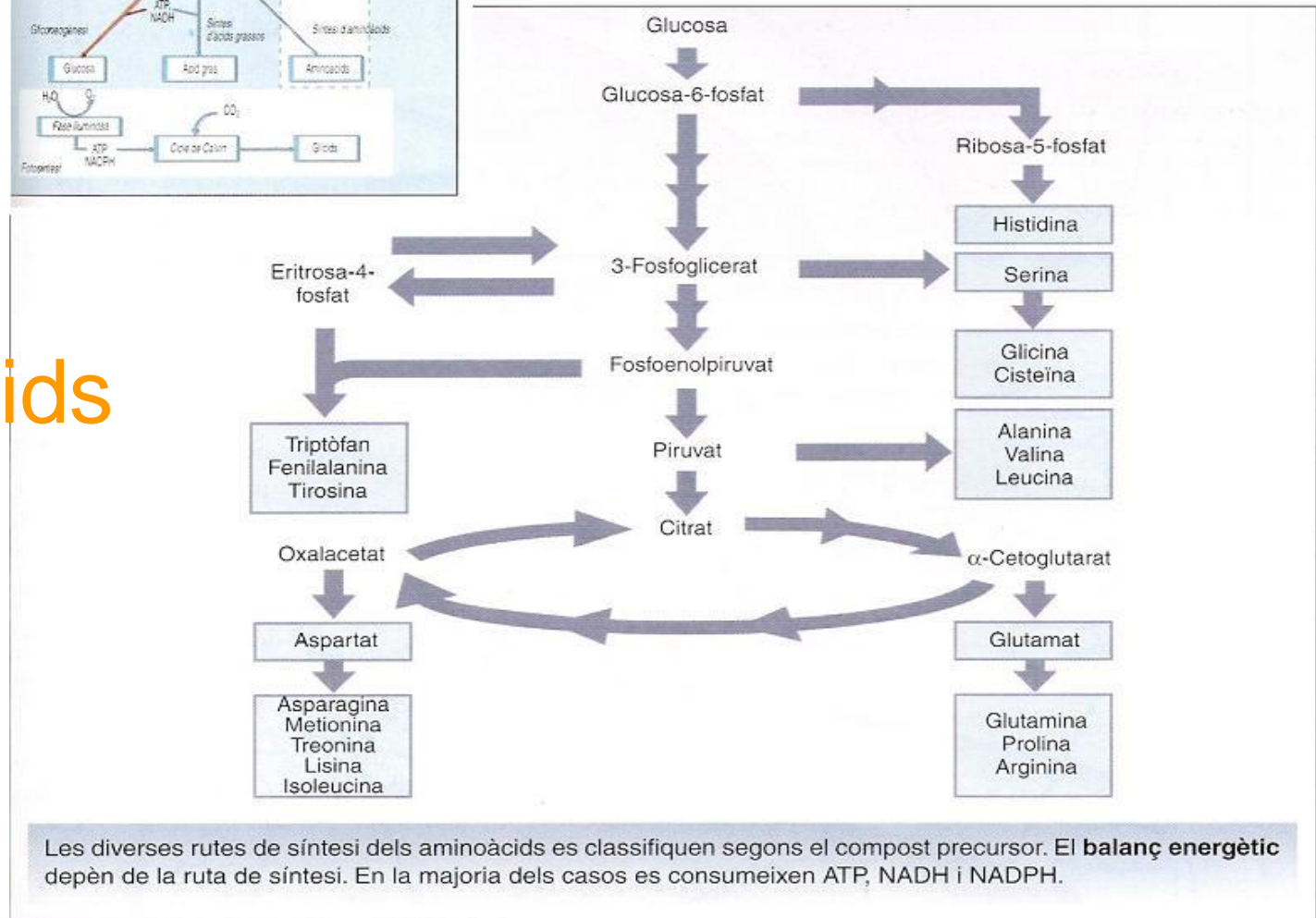
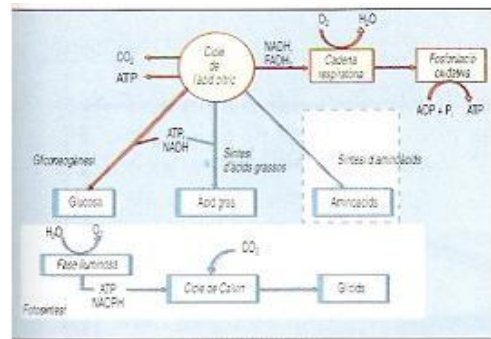
La síntesi de colesterol està regulada per la seva concentració intracel·lular i per hormones com la insulina o el glucagó.

Quan a una alteració en la regulació de la seva síntesi s'hi afegeix un consum excessiu d'aquest lípid, es poden produir alteracions greus, tal com hem vist en la unitat 1 del crèdit 4.

# Síntesi d'aminoàcids



Aminoàcids essencials (8)



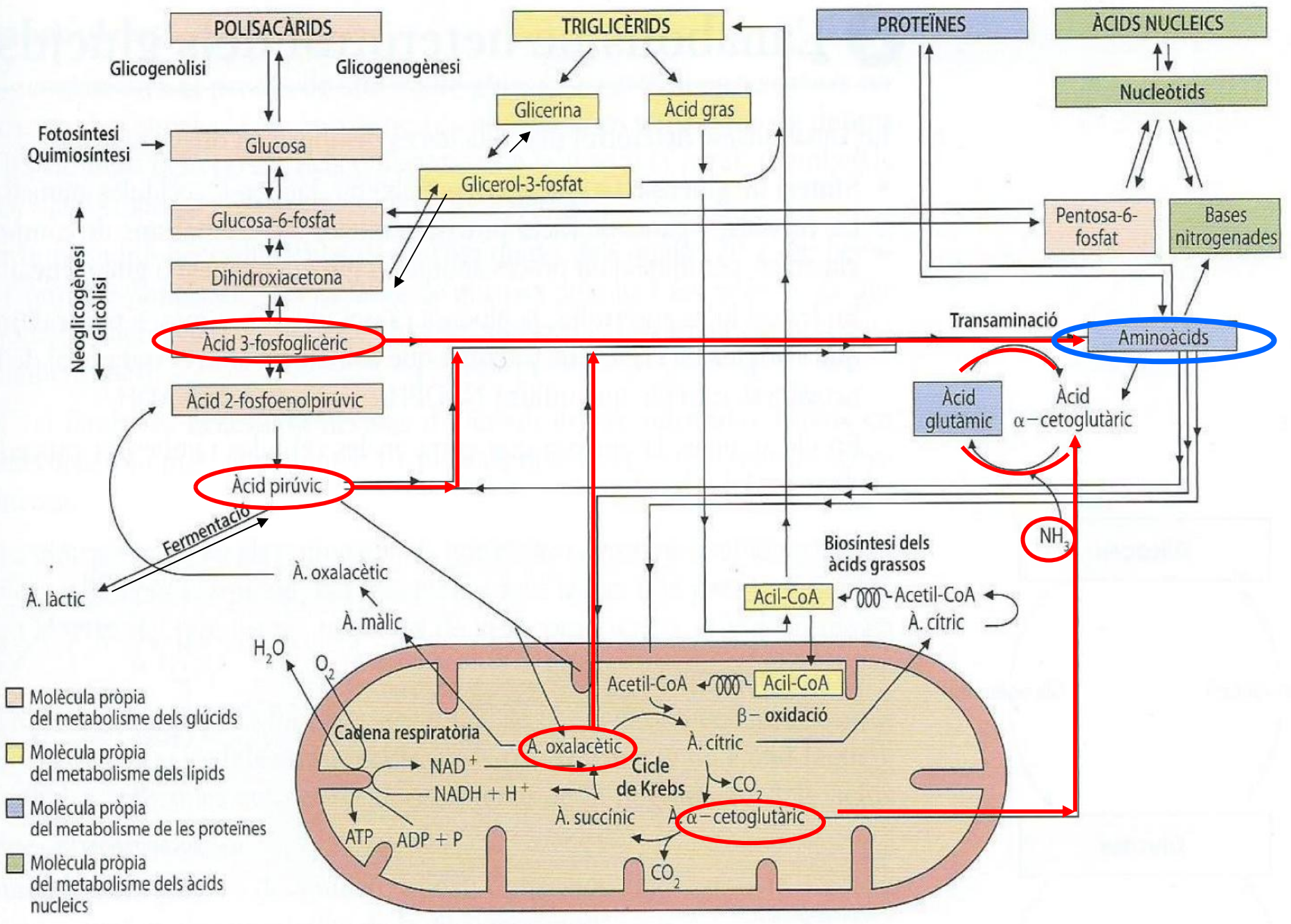
Les diverses rutes de síntesi dels aminoàcids es classifiquen segons el compost precursor. El **balanç energètic** depèn de la ruta de síntesi. En la majoria dels casos es consumeixen ATP, NADH i NADPH.

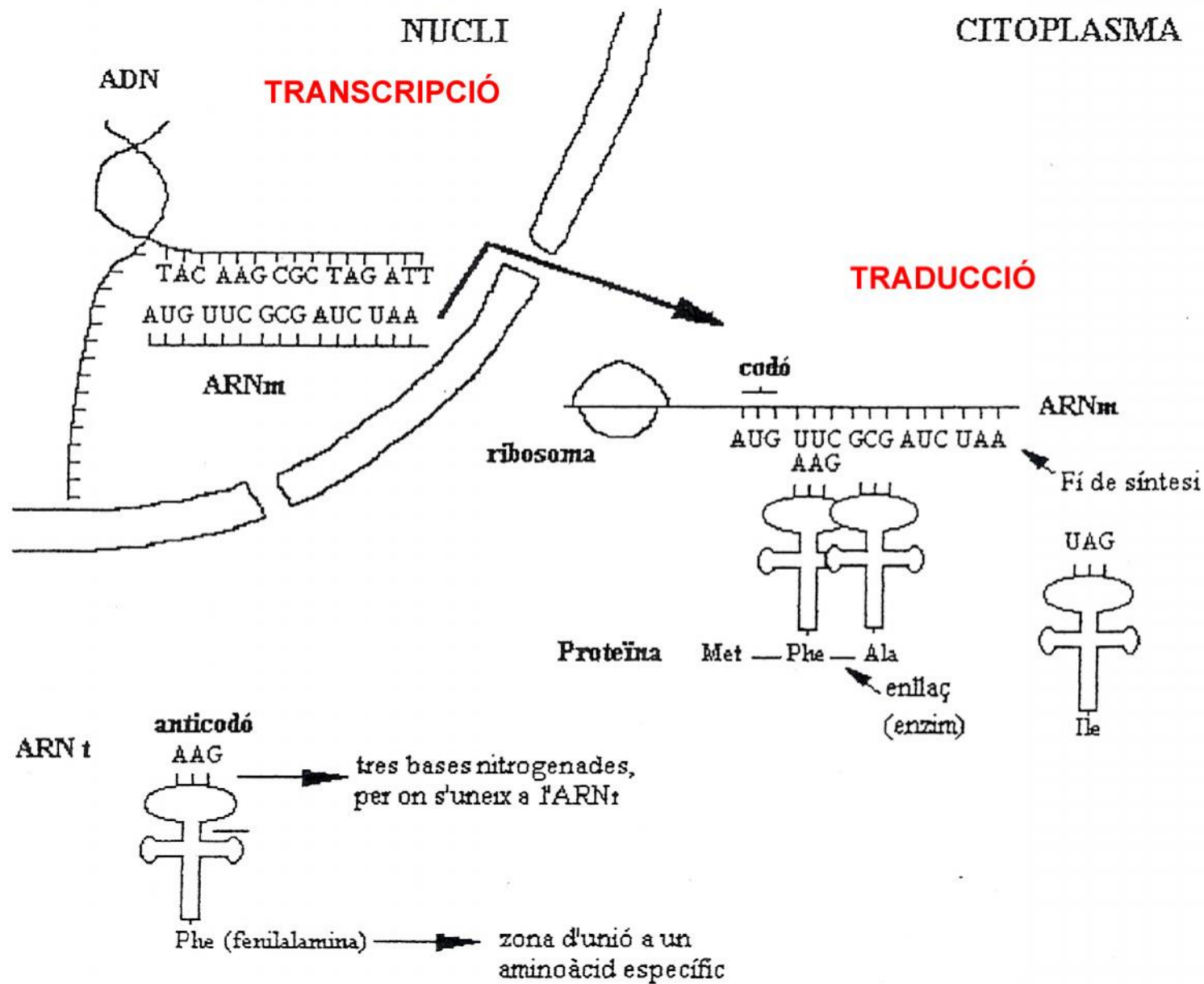
## Síntesi de nucleòtids

Els nucleòtids es poden sintetitzar mitjançant les anomenades vies de recuperació, és a dir, a partir de bases nitrogenades i nucleòsids procedents de la degradació dels àcids nucleics, o bé sense utilitzar compostos reciclats. En aquest darrer cas, els compostos precursors són els *aminoàcids*, la *ribosa-5-fosfat*, el  $CO_2$  i l'*amoniac*.

Quan es produeix la síntesi a partir d'aquests compostos precursors, es formen conjuntament la base nitrogenada i la ribosa-5-fosfat. A partir dels ribonucleòtids es formen els desoxiribonucleòtids.







Codi genètic - [http://www.xtec.es/cdec/recursos/pagines/act\\_b.htm](http://www.xtec.es/cdec/recursos/pagines/act_b.htm)





## La clau genètica

El codi de la vida.

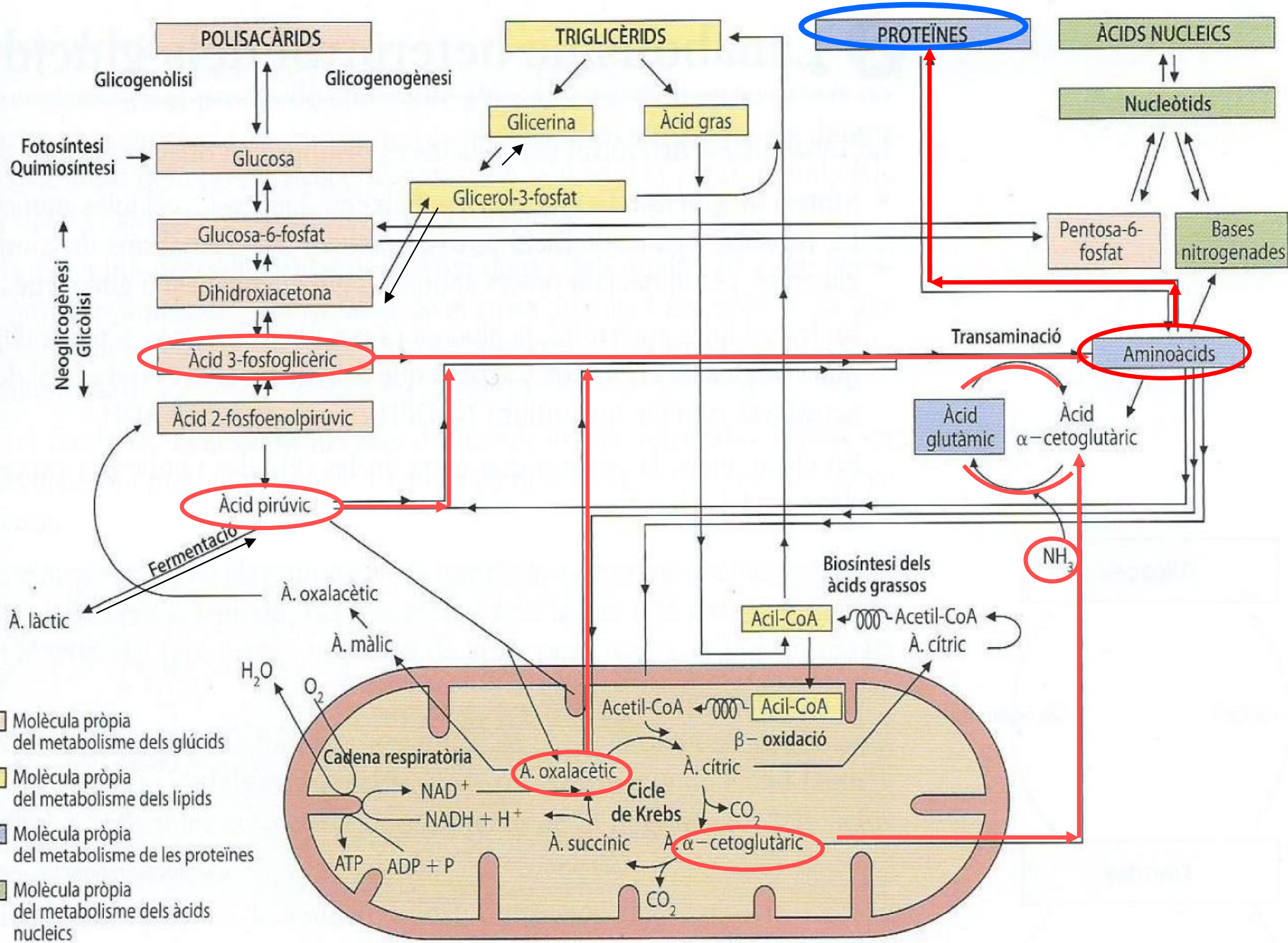
És universal i redundat

Codi genètic # genoma

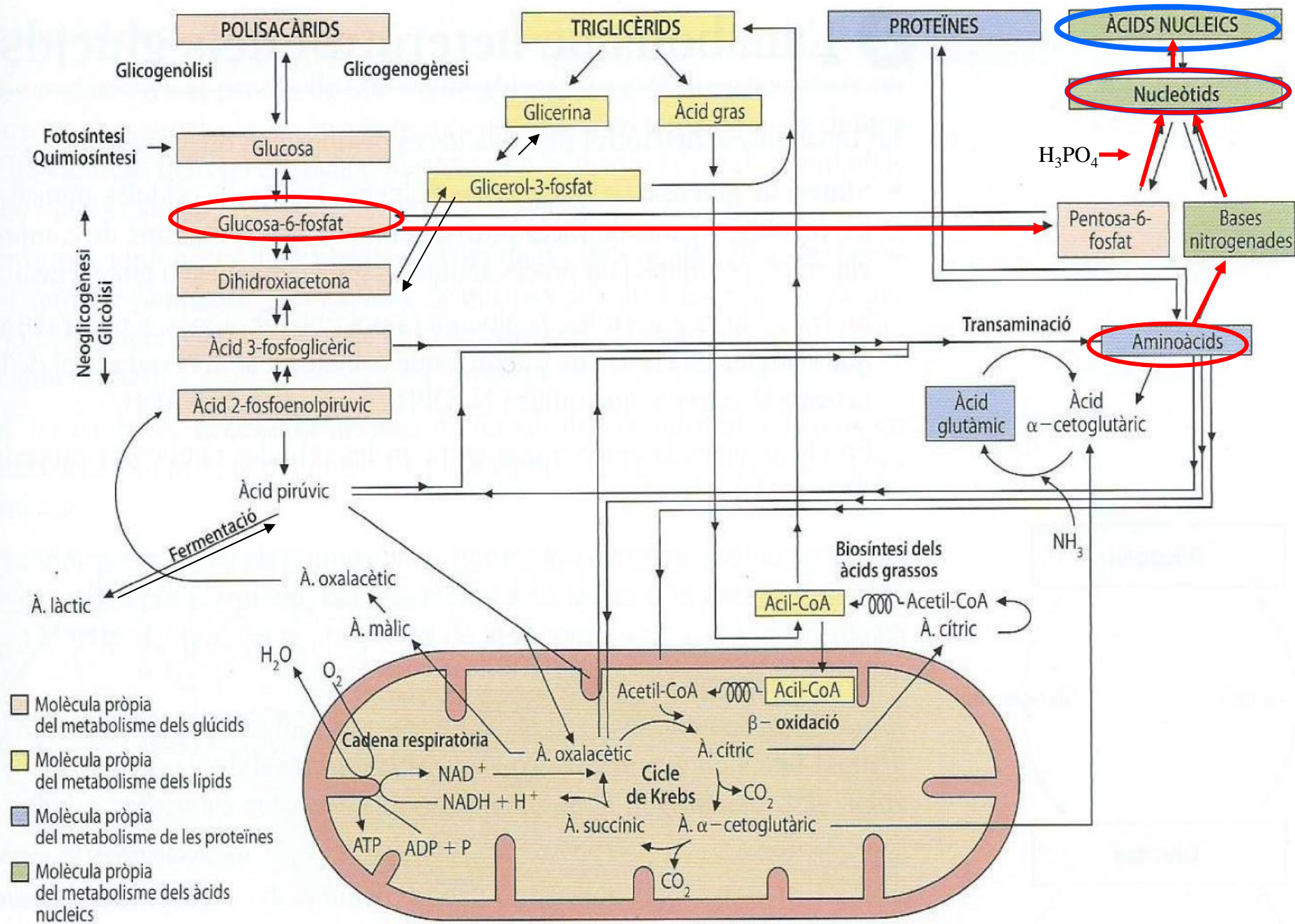
		Segona lletra							
		U	C	A	G				
U	UUU	phe	UCU	ser	UAU	tyr	UGU	cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	leu	UCA	UAA	stop	UGA	stop	A	
	UUG		UCG	UAG	stop	UGG	trp	G	
C	CUU	leu	CCU	pro	CAU	his	CGU	arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA	leu	CCA	CAA	gln	CGA	A		
	CUG		CCG	CAG	CGG	G			
A	AUU	ile	ACU	thr	AAU	asn	AGU	ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA	met	ACA	AAA	lys	AGA	arg	A	
	AUG		ACG	AAG	AGG	G			
G	GUU	val	GCU	ala	GAU	asp	GGU	gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA	val	GCA	GAA	glu	GGA	A		
	GUG		GCG	GAG	GGG	G			

Primera lletra (extrem 5')

Tercera lletra (extrem 3')

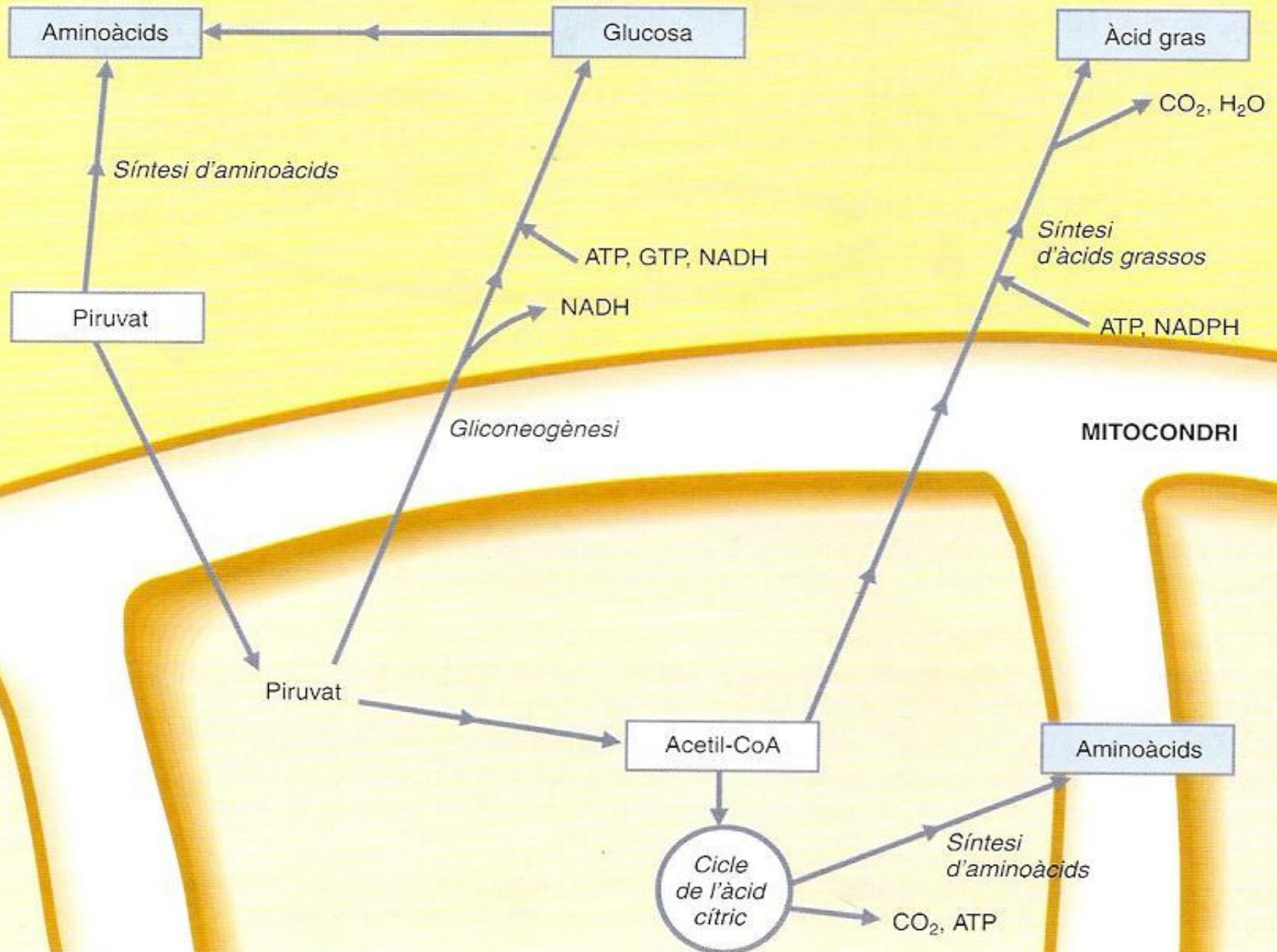






CITOSOL

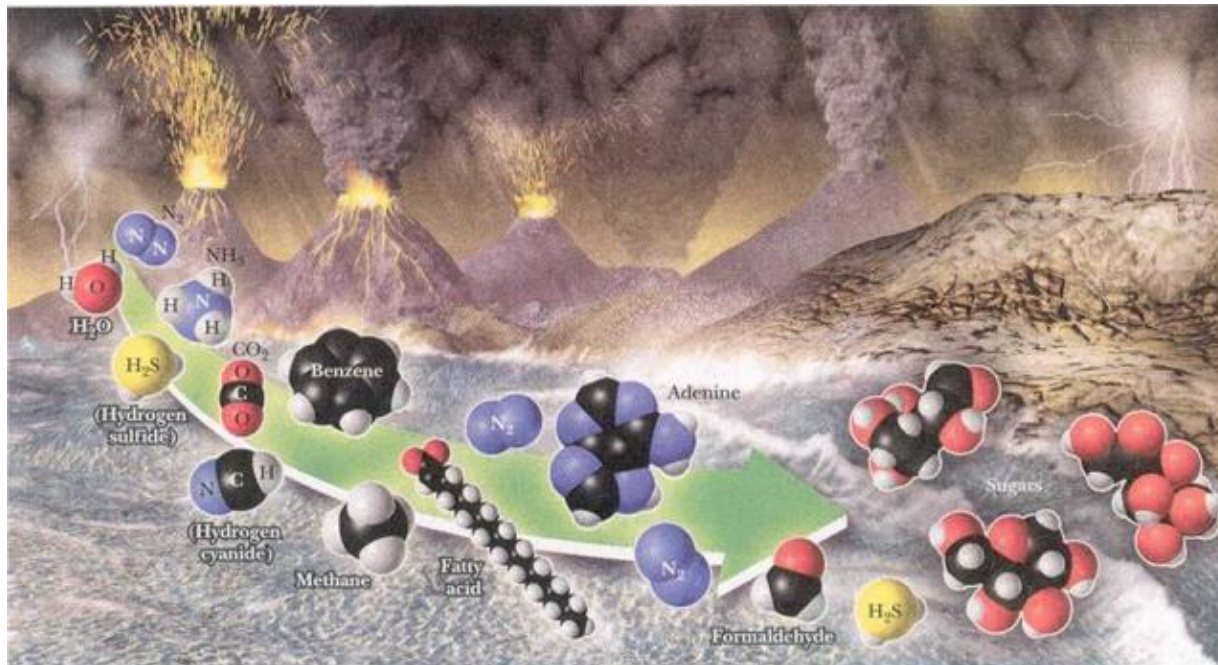
# Anabolisme resum



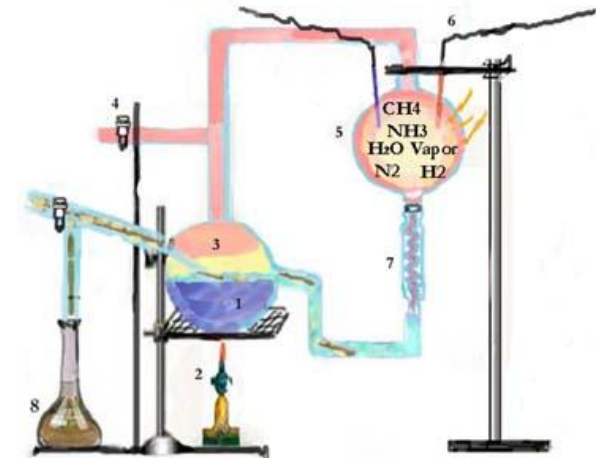


# L'evolució de l'anabolisme

Origen de la vida: <http://www.youtube.com/watch?v=1-FbUNO2UzA>



Teoria d'Oparin

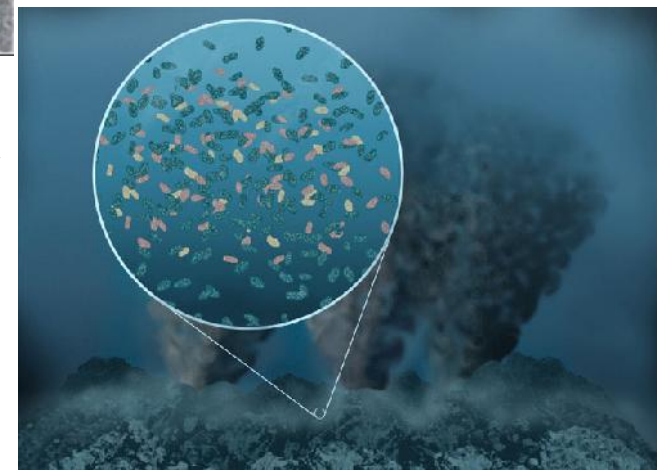


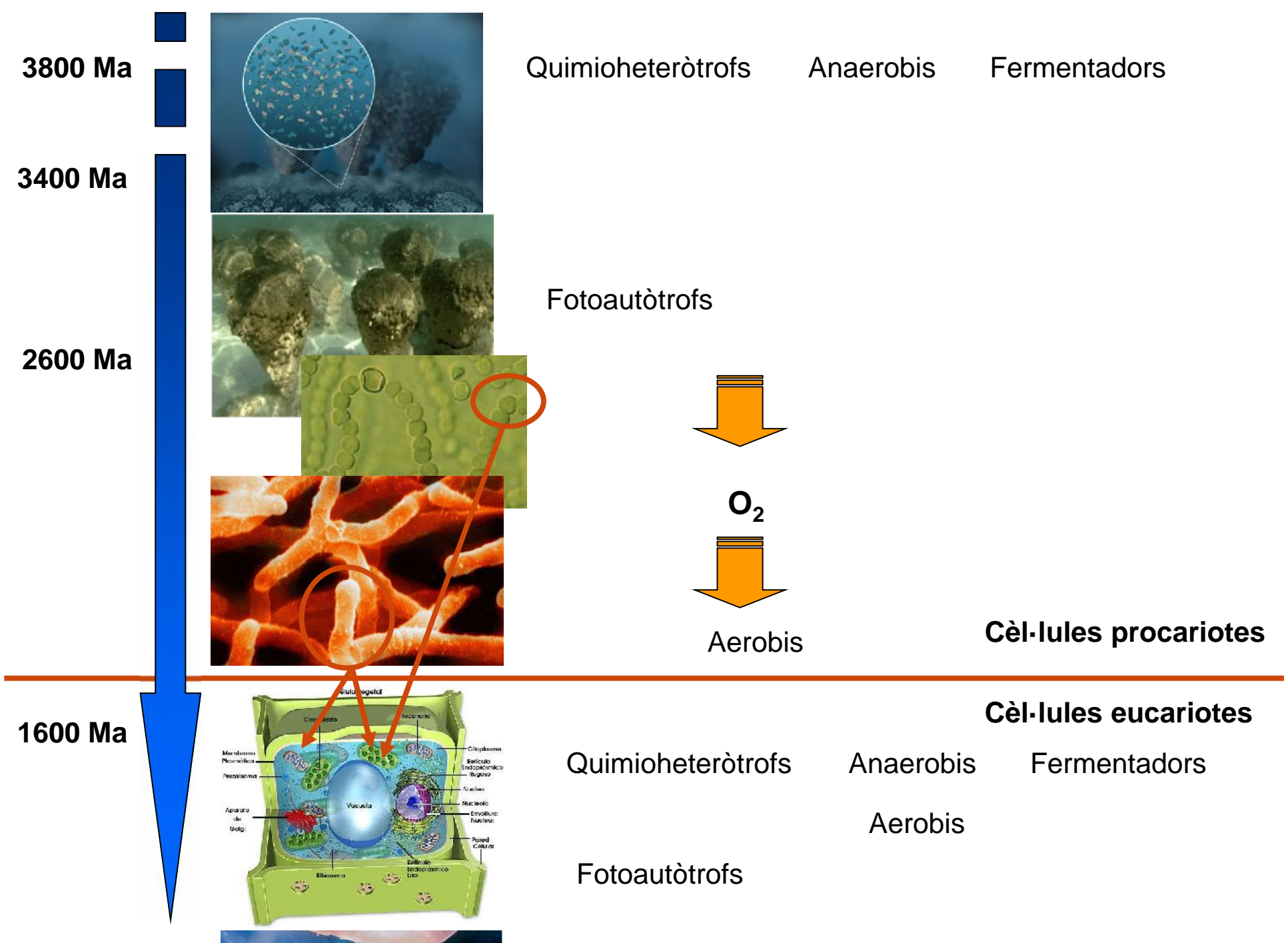
Experiment de Miller-Urey

4600 Ma



3800 Ma







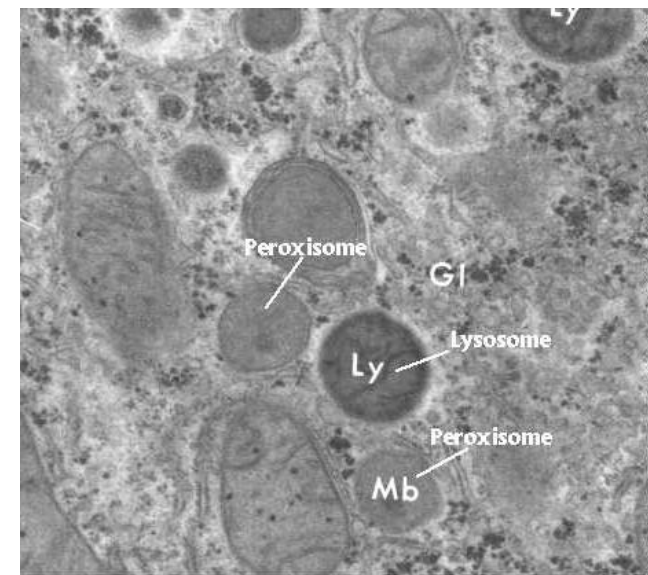
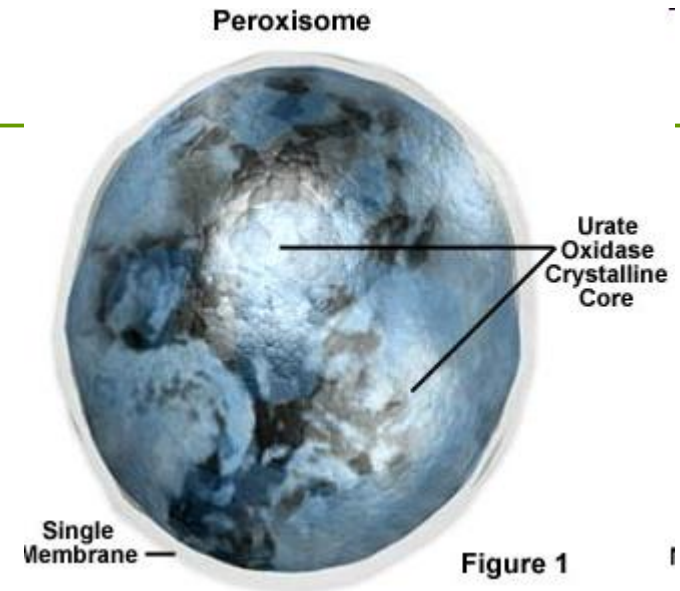


## Activitat oxidativa dels peroxisomes

- Vesicles de 0,1 a 0,5  $\mu\text{m}$
- Procedeixen del reticle endoplasmàtic. ??????
- Contenen enzims oxidatius:
  - ✓ Oxidasa
  - ✓ Catalasa
- Funcions:
  - ✓ Destoxificació. Per ex. Àcid úric, àcid làctic, excés d'aminoàcids, etanol, metanol, fenols, àcid fòrmic,...
  - ✓ Degradació dels àcids grassos

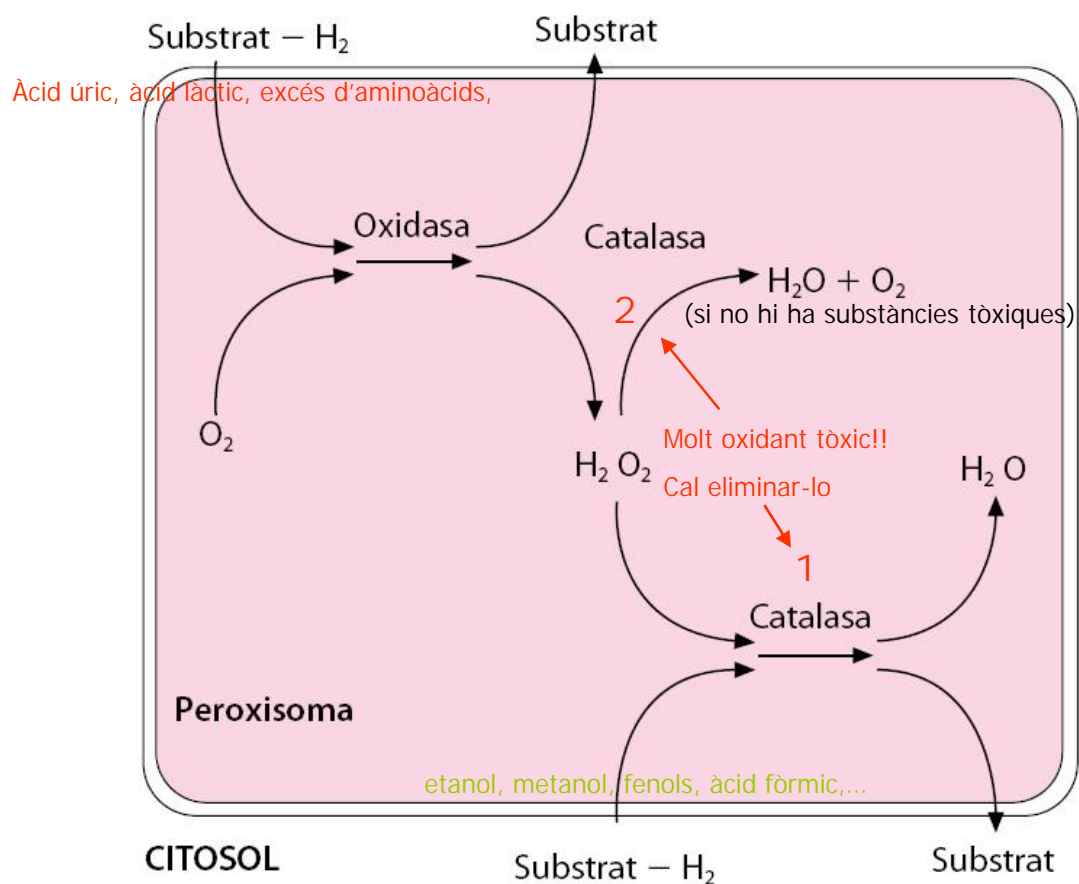


Molt abundants en fetge i ronyons





## Activitat oxidativa dels peroxisomes



- oxidasa  
a)  $\text{Substrat-H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Substrat} + \text{H}_2\text{O}_2$
- catalasa  
b)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Substrat-H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Substrat}$
- catalasa  
c)  $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Origen: Van apareixer abans que els mitocondris per tal permetre la vida en una atmosfera cada vegada més rica en oxigen.



