ANABOLISMO HETERÓTROFO

- Glúcidos
- Lípidos
- Proteínas
- Ácidos nucleicos

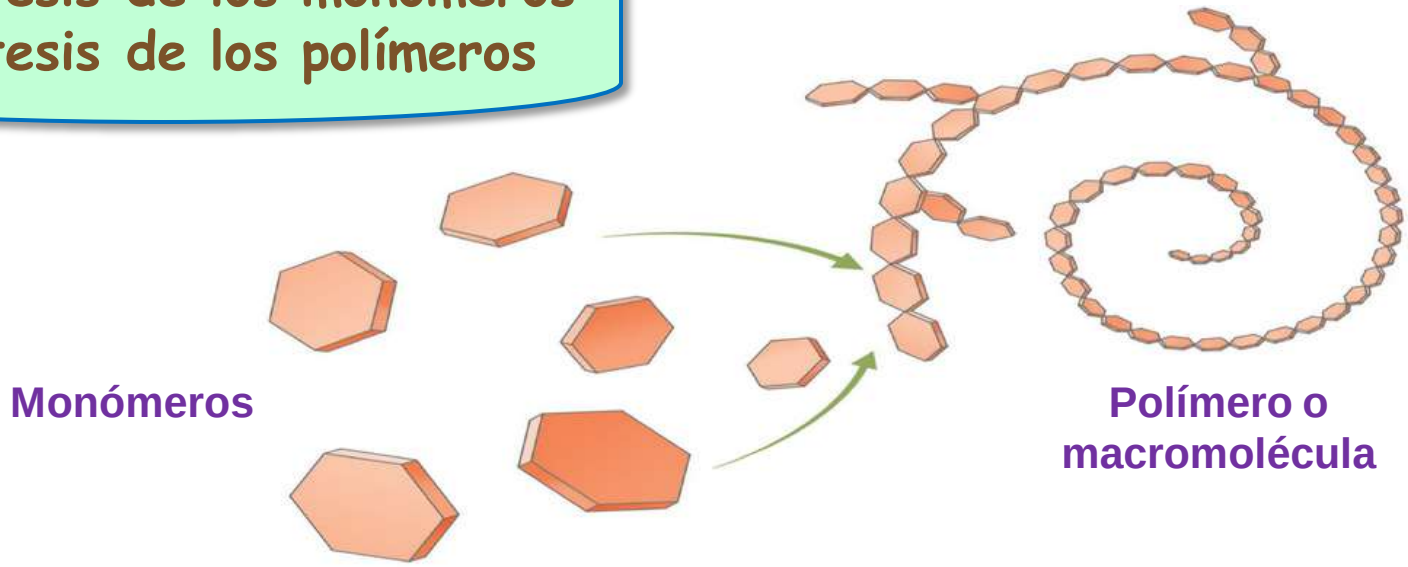
ANABOLISMO HETERÓTROFO

Formación de *moléculas orgánicas complejas* a partir de moléculas precursoras orgánicas más sencillas.

Pueden proceder de:
- El catabolismo.
- La digestión.
- De la fotosíntesis / quimiosíntesis

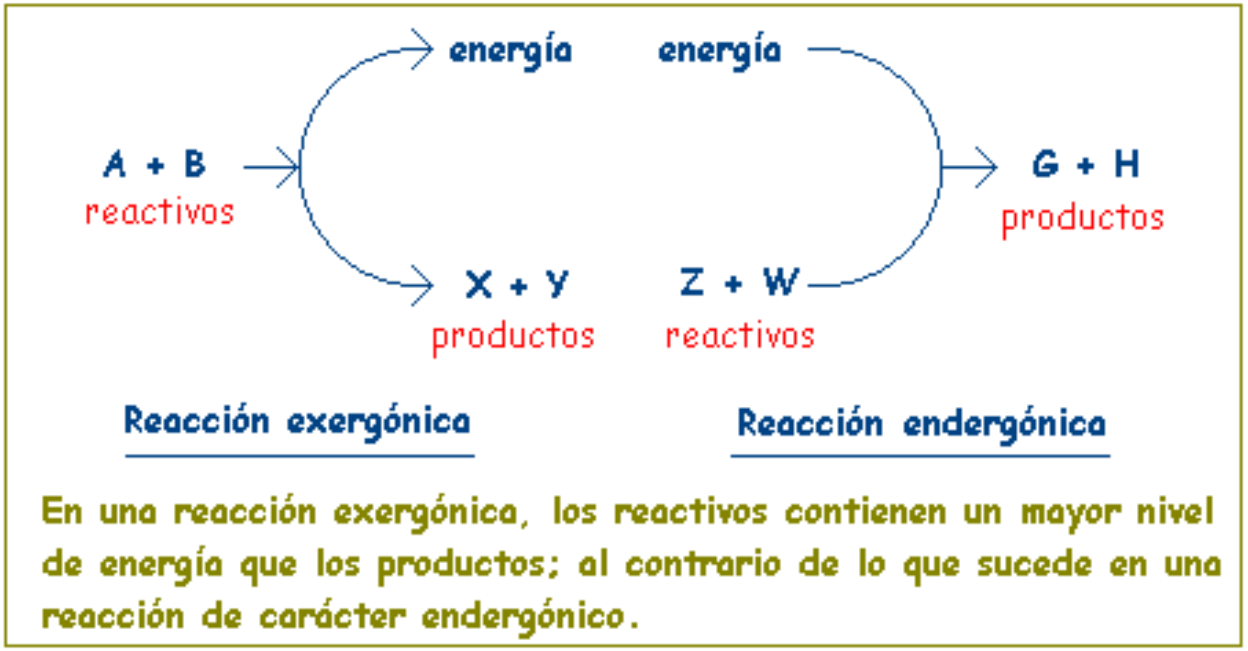
FASES

1. Biosíntesis de los monómeros
2. Biosíntesis de los polímeros

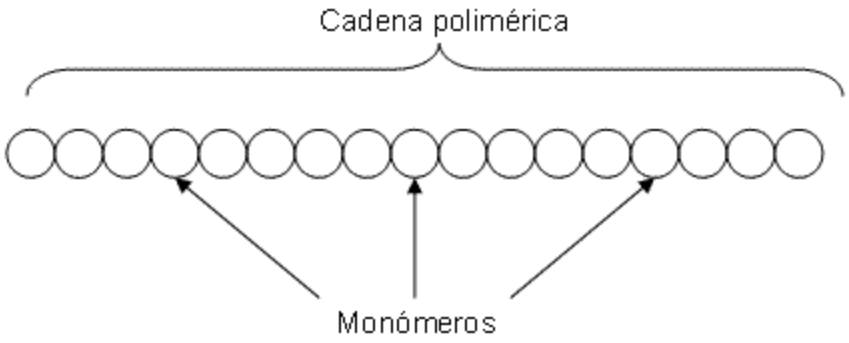


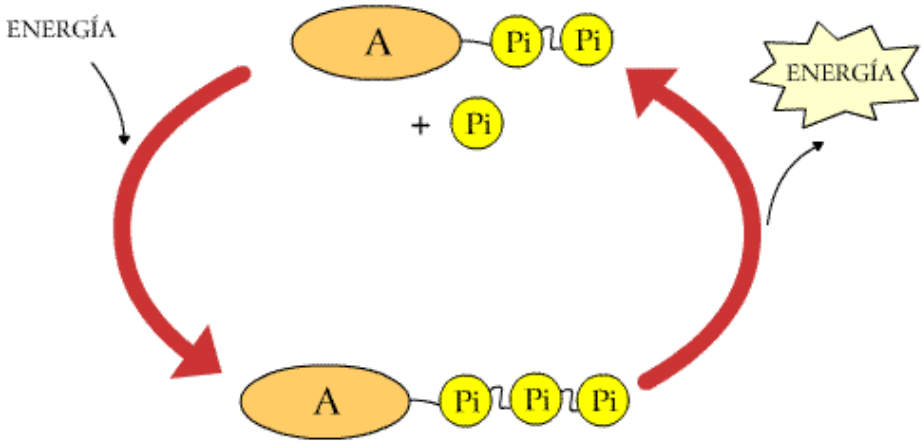
ANABOLISMO HETERÓTROFO

Sus reacciones son endergónicas



Enlace peptítico: 4 kcal/mol
“ glucosídico: 4 “
“ esterfosfórico: 6,5 “



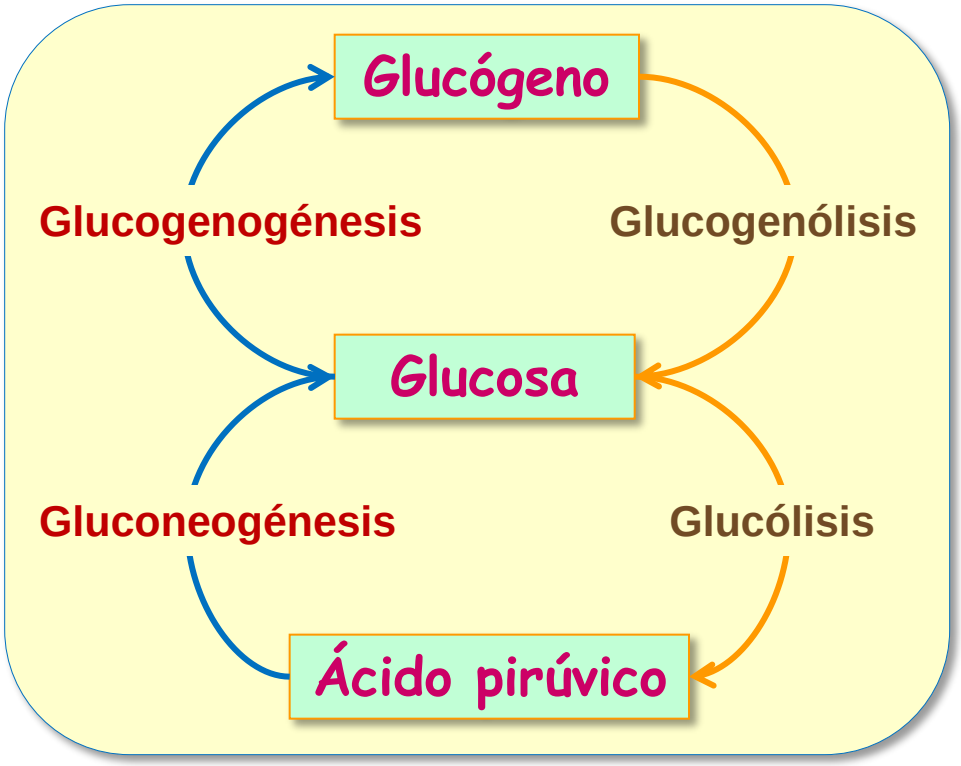


Anabolismo heterótrofo de los GLÚCIDOS

SUMINISTRO DE GLUCOSA A LAS CÉLULAS ANIMALES

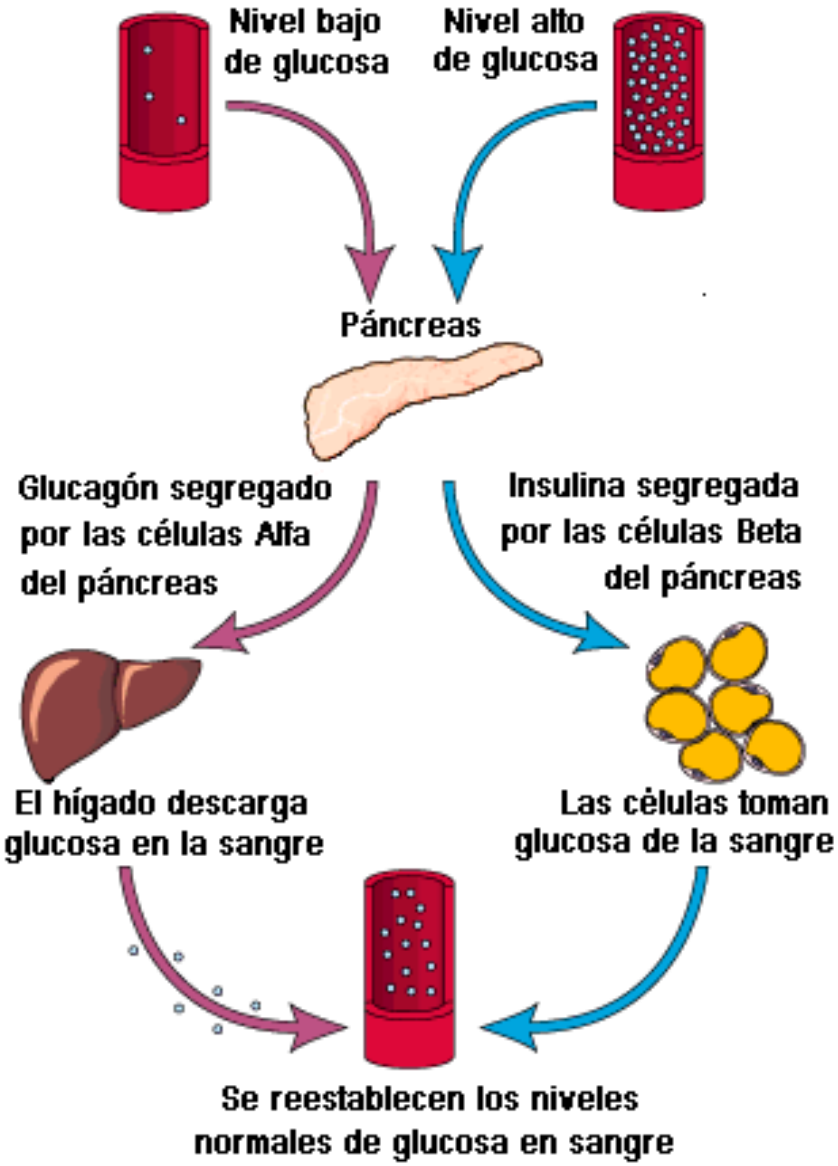
El suministro de glucosa es realizado en el hígado a partir de las reservas de glucógeno (→ glucogenólisis) gracias a la hormona glucagón, segregada por el páncreas.

Si el glucógeno se agota, entonces se sintetiza nueva glucosa a partir del ácido pirúvico (→ gluconeogénesis).



Vías metabólicas de los glúcidos a partir del ácido pirúvico

EQUILIBRIO HOMEOSTÁTICO entre el GLUCÓGENO y la GLUCOSA



FASES DEL ANABOLISMO HETERÓTROFO DE LOS GLÚCIDOS

Fases:

1

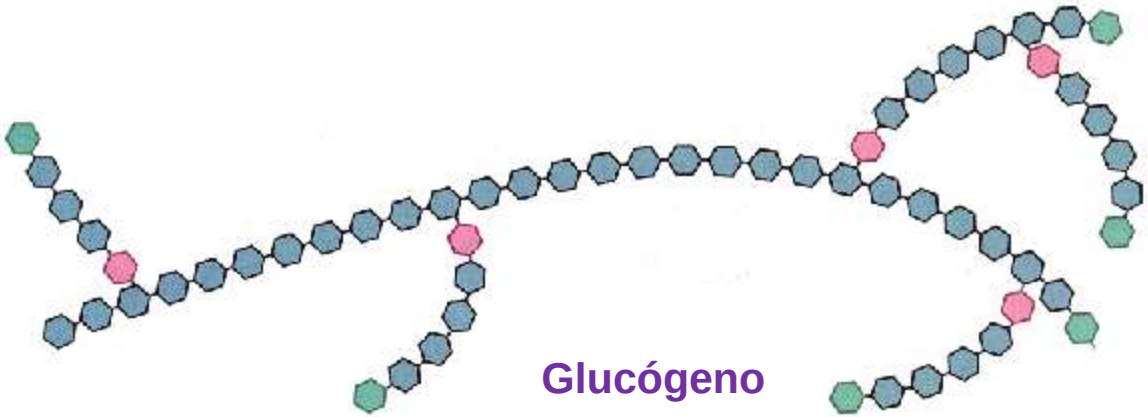
Obtención de *glucosa* →

Gluconeogénesis (= *neoglucogénesis*)
Además tb.:
- En las células autótrofas, mediante un proceso originado en el *Ciclo de Calvin*.
- En la células animales, a partir de la *digestión*.

2

Obtención de *polímeros de glucosa* o de otras hexosas →

- **Amilogénesis** → almidón (células vegetales)
- **Glucogenogénesis** → glucógeno (células animales)



SUSTANCIAS PRECURSORAS DE LA GLUCONEOGÉNESIS

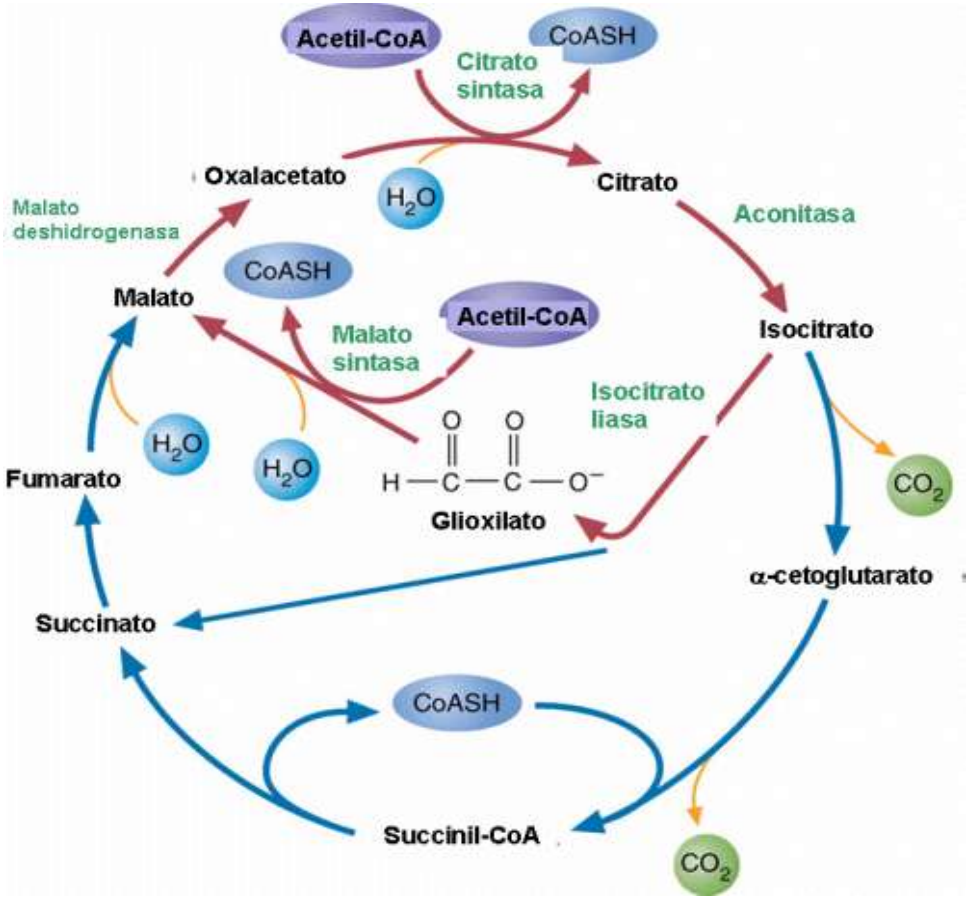
El ácido pirúvico puede proceder:

- En células animales:

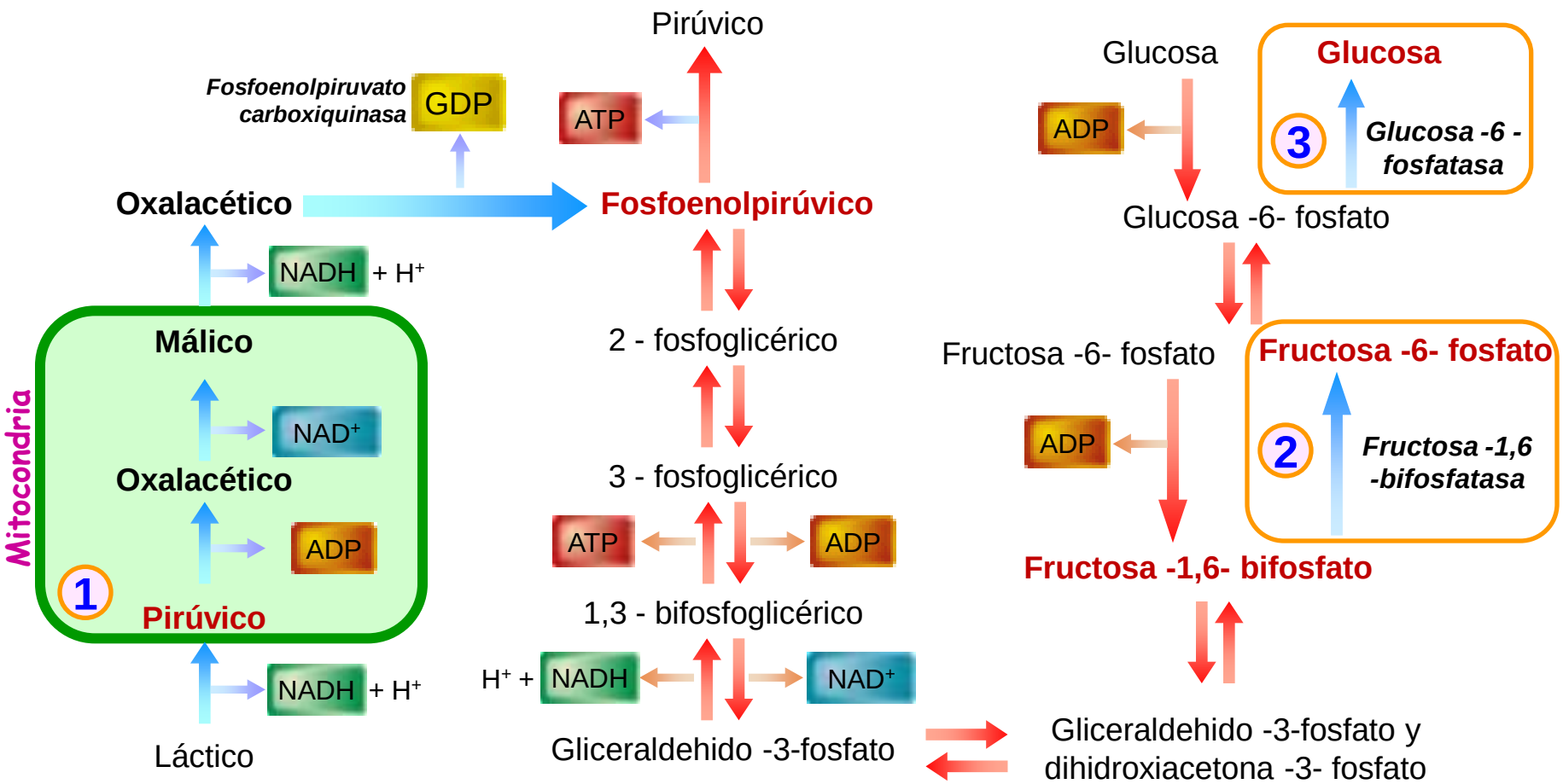
De la glucólisis, del catabolismo de los aminoácidos y de la fermentación láctica.

- En células vegetales:

También de los ácidos grasos, ya que sólo las células vegetales, en los glioxiosomas, tienen las *enzimas del ciclo del ácido glioxílico*, que transforman el acetil-CoA en ácido oxalacético (molécula común a todas las vías de la gluconeogénesis).



GLUCONEOGÉNESIS

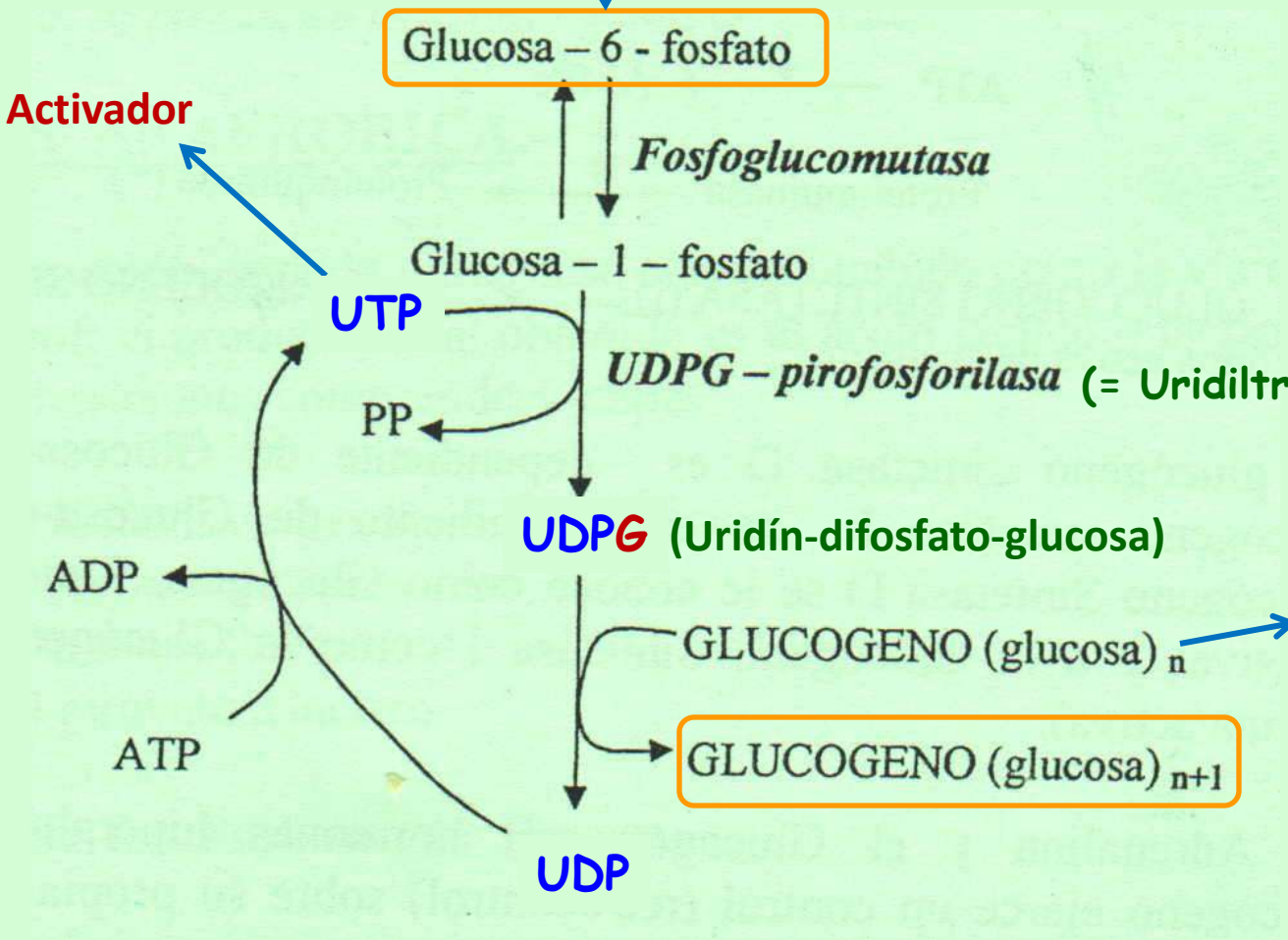


La gluconeogénesis a partir del ácido pirúvico coincide en 6 pasos con la *glucólisis* (flechas rojas), pero difiere en tres que son irreversibles (flechas azules):

1) **Conversión del ácido pirúvico en ácido fosfoenolpirúvico.**
2) **Transformación de la fructosa-1,6-difosfato en fructosa-6-fosfato.**
3) **Paso de glucosa-6-fosfato a glucosa.**

GLUCOGENOGÉNESIS y AMILOGÉNESIS

El activador es ATP



Anabolismo heterótrofo de los LÍPIDOS

PROCESOS DEL ANABOLISMO DE LOS LÍPIDOS (triacilglicéridos)

Obtención de los ácidos grasos

Obtención de la glicerina

Síntesis de los triacilglicéridos

ANABOLISMO DE LOS LÍPIDOS (triacilglicéridos o grasas)

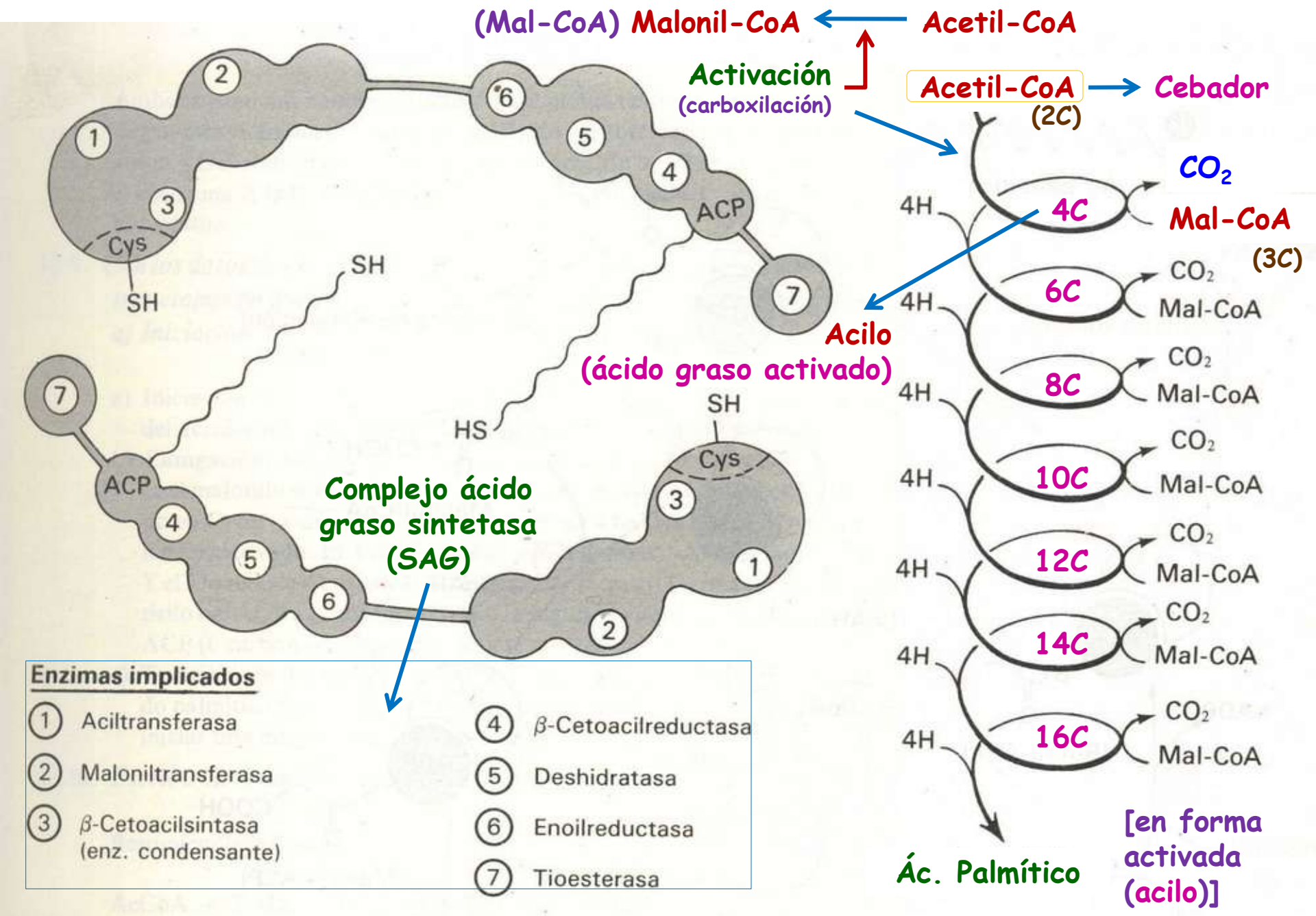
a) Obtención de los ácidos grasos a partir de:

- La grasa de los alimentos.
- Biosíntesis de los ácidos grasos (citosol), a partir del acetil-CoA de origen mitocondrial, que puede proceder de:
  - ◊ El catabolismo de los glúcidos
  - ◊ La β-oxidación de los ácidos grasos
  - ◊ El catabolismo de los aminoácidos

Diferencia entre la biosíntesis de los ácidos grasos y la β-oxidación

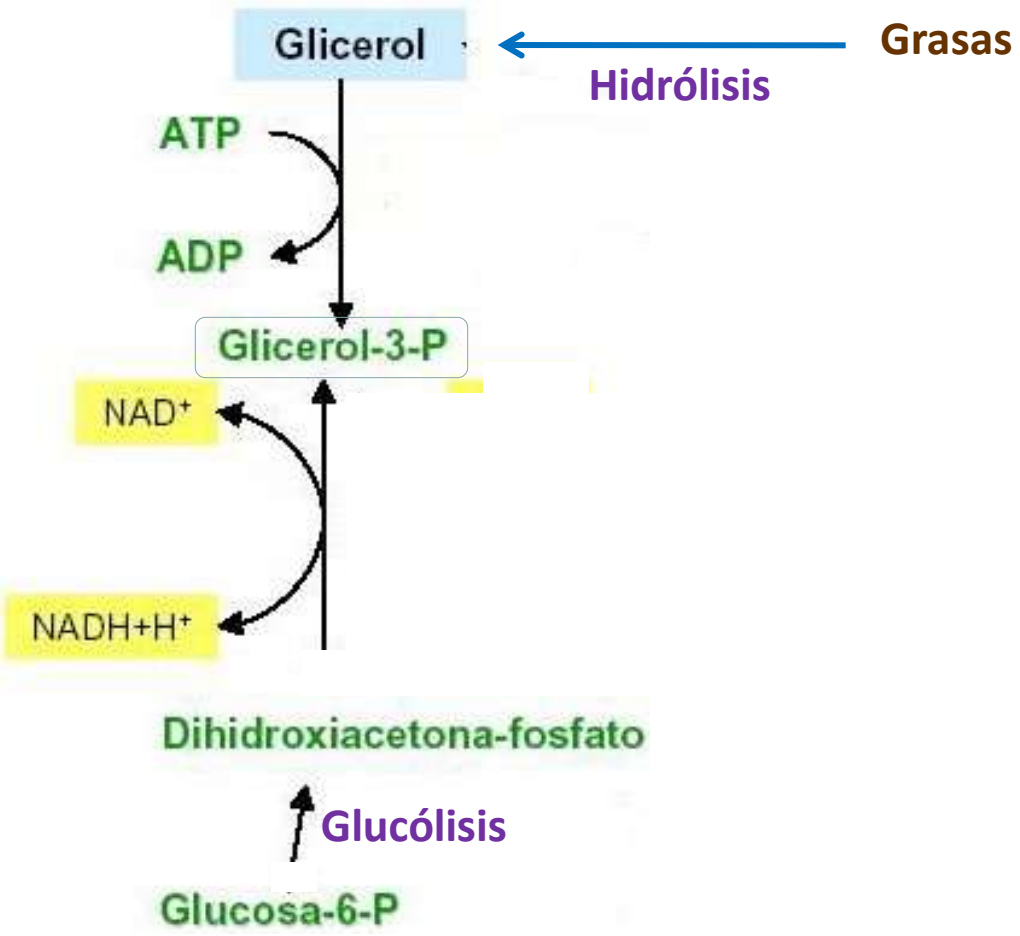
- Se realiza en el *citosol*, en lugar de en las mitocondrias.
- El ácido graso en formación permanece unido a una enzima del SAG (*complejo ácido graso sintetasa*) y no al acetil-CoA.
- Los 2 C ganados por vuelta pertenecen al malonil-CoA, y no al *acetil-CoA*.
- El transportador de H es el NAPH (y no el NADH o EL $FADH_2$).

BIOSÍNTESIS DEL ÁCIDO PALMÍTICO



ANABOLISMO DE LOS LÍPIDOS (triacilglicéridos o grasas)

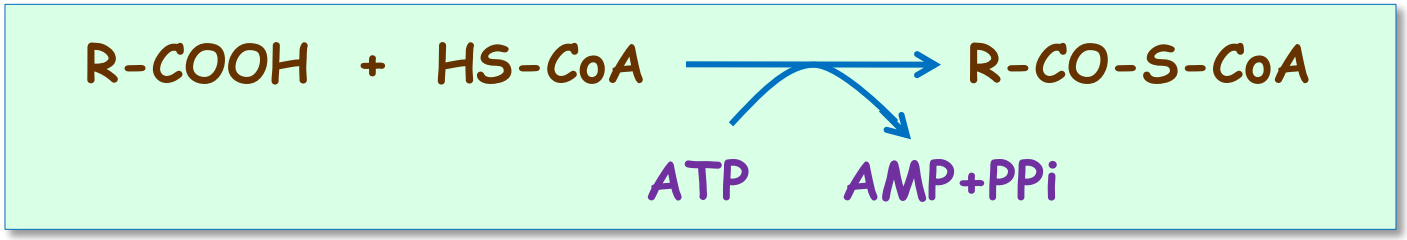
b) Obtención de la glicerina en forma de glicerol-3-fosfato, el cual se obtiene a partir de la dihidroxiacetona-3-fostato (→ glucólisis), o a partir de la *glicerina* del la hidrólisis de las grasas.



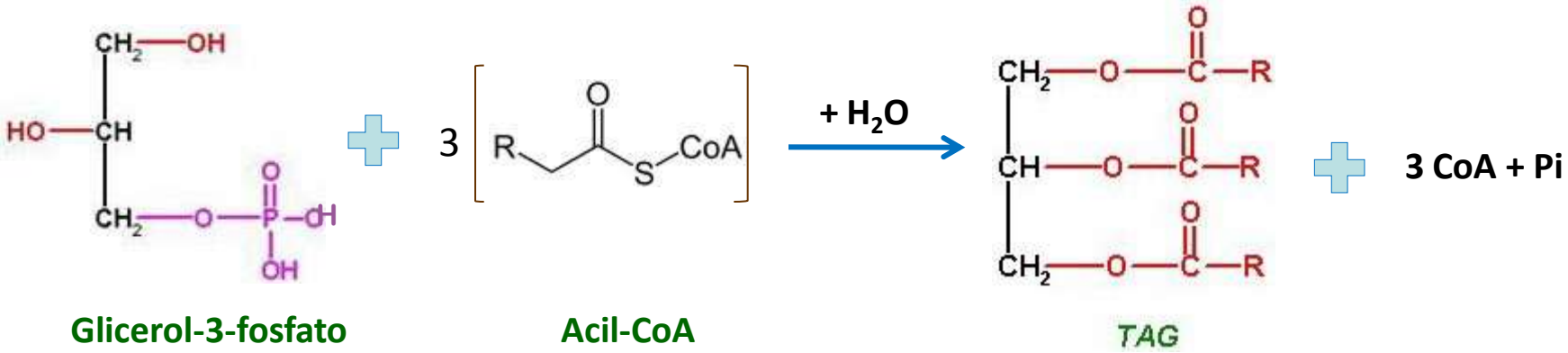
ANABOLISMO DE LOS LÍPIDOS (triacilglicéridos o grasas)

c) <u>Síntesis de triacilglicéridos</u> a partir de las *formas activadas* de sus componentes: glicerol-3-fosfato y el acil-CoA graso (R-CO-S-CoA).

El acil-CoA graso se obtiene a partir del *ácido graso* sintetizado y la *coenzima A*:



Las moléculas de ácido graso (acil-CoA) van uniéndose al glicerol-3-fosfato, formándose un triacilglicérido, con pérdida del grupo fosfato:



Anabolismo heterótrofo de los constituyentes de las PROTEÍNAS

ORIGEN DEL GRUPO AMINO DE LOS AMINOÁCIDOS

Aminoácidos (20) { **esenciales** (no sintetizables) (10)
no esenciales (10)

Cada aminoácido tiene su propia vía de obtención.

La síntesis de los aminoácidos se realiza a partir de un ácido orgánico (3-5 C) al que se le añade el grupo amino, $-NH_2$.
El grupo amino, NH_2, puede proceder:

- de otro aminoácido ⟶ transaminación
- de un ion amonio libre, NH_4^+ ⟶ desaminación

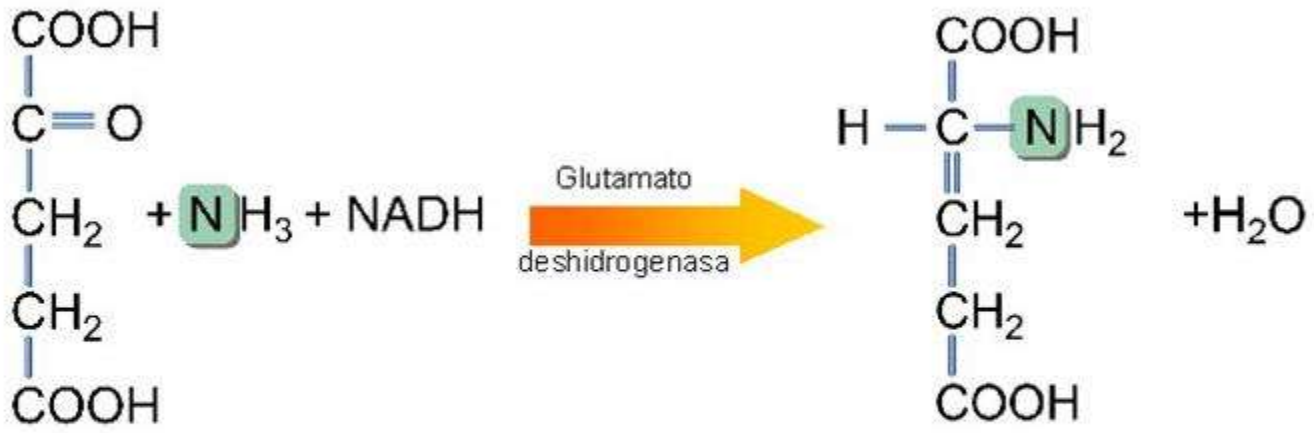
- Las plantas, además, pueden obtener el ión NH_4^+ a partir del amoniaco inorgánico, NH_3, y del ión NO_3^- libres en el suelo.

- Algunas bacterias y cianobacterias tb. pueden fijar el N_2 atmosférico, pasándolo a amoniaco, NH_3, como fuente de grupos aminos, $-NH_2$.

BIOSÍNTESIS DE LOS AMINOÁCIDOS

El ácido glutámico es el aminoácido *precursor* del resto de aminoácidos, y se forma gracias a la aminación del ácido α-cetoglutárico.

SÍNTESIS DEL ÁCIDO GLUTÁMICO



Ácido α-cetoglutárico **Ácido glutámico**

Mediante sucesivas desaminaciones y transaminaciones, se van obteniendo los restantes aminoácidos.

Glutamina
Prolina

Anabolismo heterótrofo de los constituyentes de los ÁCIDOS NUCLEICOS

BIOSÍNTESIS DE LOS NUCLEÓTIDOS

Se puede realizar a partir de los productos de su *hidrólisis*: pentosas, ácido fosfórico y bases nitrogenadas, o bien sintetizarse *de novo*.

Síntesis *de novo*

Síntesis de nucleótidos con bases púricas

Se inicia con la 5-fosfato-ribosa, sobre la que se van construyendo el doble anillo púrico. Al final se obtiene el ácido inosínico, a partir del cual, mediante aminaciones, se forman el AMP o el GMP.

Síntesis de nucleótidos con bases pirimidínicas

- Fase inicial:

A partir del ácido aspártico se forma el *anillo pirimidínico* del ácido orótico.

- Fase final:

El ácido orótico se une a una ribosa-monofosfato y se forma UMP y UTP, y de éste el CTP. A partir del dUMP, se obtiene el TMP.

Evolución de los procesos metabólicos

EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS METABÓLICOS

El metabolismo de las primeras células

Aunque no es la única hipótesis sobre la que se trabaja, la opinión más admitida es que los primeros organismos eran **heterótrofos**.

HETERÓTROFOS	→ *Se alimentaban de la materia orgánica de la sopa primordial.*
ANAEROBIOS	→ *Debido a la ausencia de oxígeno realizaban fermentaciones.*

Aumenta el número de organismos y la sopa primordial se agota.

AUTÓTROFOS	→ *Fabrican su propio alimento y no compiten con el resto.*
FOTOSINTÉTICOS	→ *Utilizan la luz como fuente de energía y desprenden oxígeno.*

El O_2 producido provoca grandes cambios en la atmósfera. Cuando aumenta su cantidad aparece la capa de ozono que permite la vida sobre la superficie del agua y la Tierra.

METABOLISMO AEROBIO	→ *Utiliza el oxígeno de la atmósfera para obtener la energía de los nutrientes de un modo más eficaz que con la fermentación.*

FIN