



Lípidos

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



LÍPIDOS

Los lípidos son moléculas orgánicas insolubles en agua.

FUNCIONES

- Almacenan gran cantidad energía química.
- Componentes estructurales de las membranas biológicas.
- Protección
- Cofactores
- Hormonas
- Mensajeros intracelulares.



Clasificación

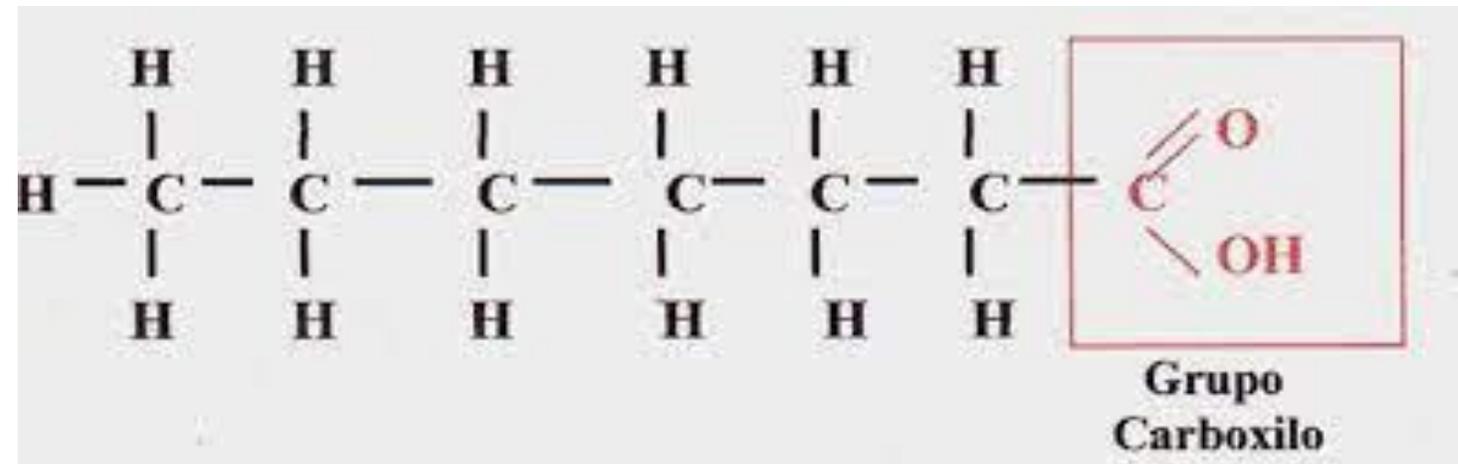
- **ÁCIDOS GRASOS:** pueden ser saturados e insaturados.
- **LÍPIDOS SAPONIFICABLES:**
 - acilglicéridos,
 - lípidos complejos (fosfogliceridos, esfingolipidos),
 - ceras
- **LÍPIDOS INSAPONIFICABLES:**
 - Terpenos
 - Esteroides
 - Ecosanoides.



ÁCIDOS GRASOS

Son ácidos carboxílicos de cadena larga entre 16 y 22 carbonos.

Los ácidos grasos difieren unos de otros en la longitud de la cadena y en la presencia número y posición de dobles enlaces.

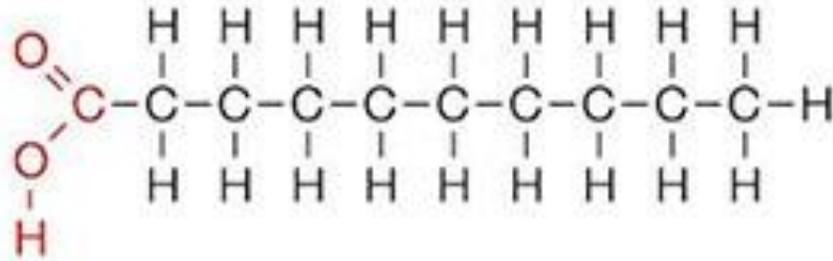


COLA APOLAR

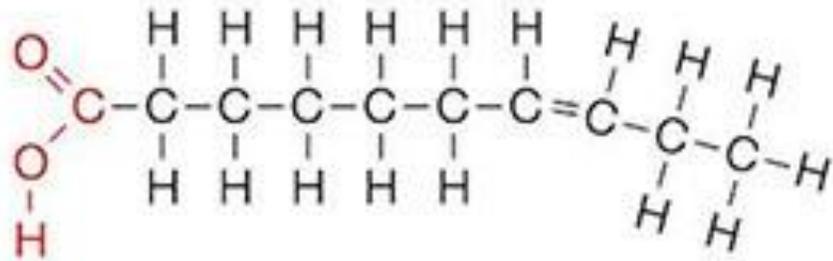
COLA POLAR

Clasificación

Saturado



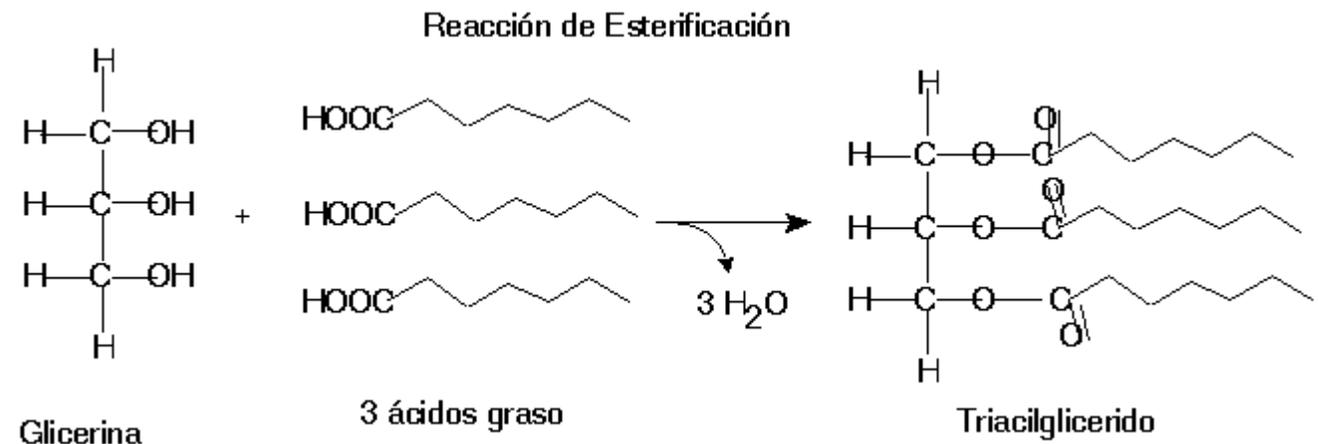
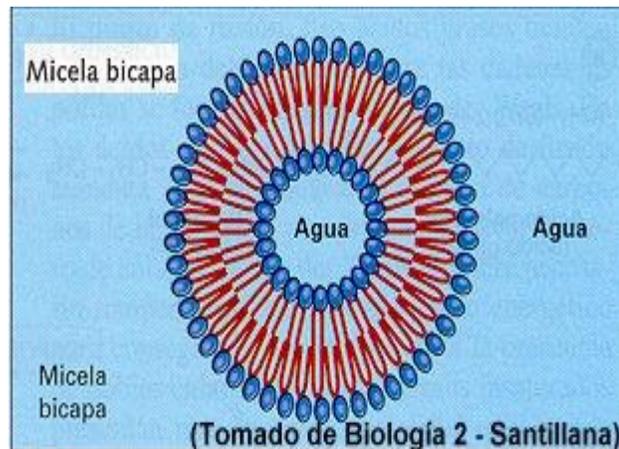
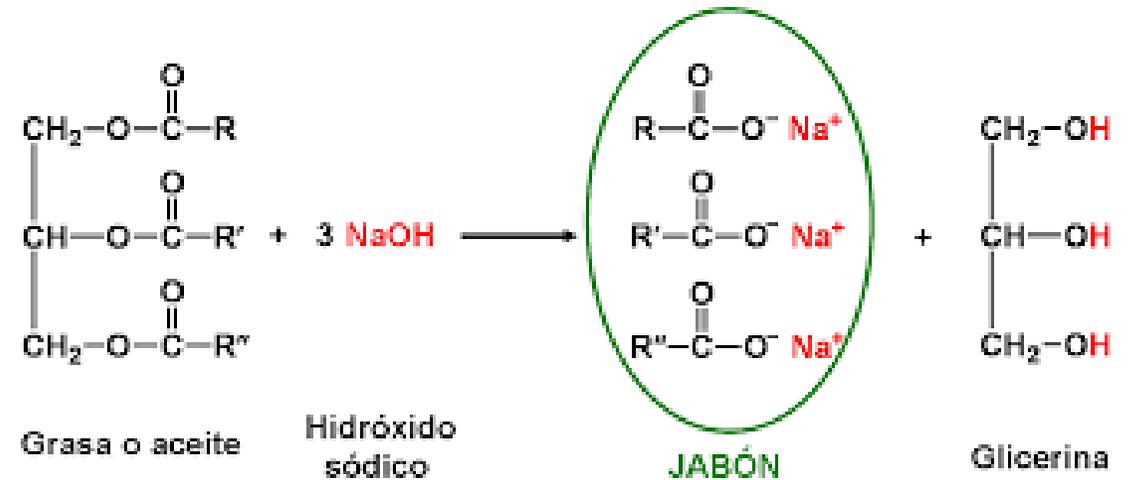
Insaturado



- Saturados: no poseen enlaces dobles, son flexibles y sólidos a temperatura ambiente.
- Insaturados o poliinsaturados: tienen dobles o triples enlaces, rígidos a nivel del doble enlace y son líquidos aceitosos.

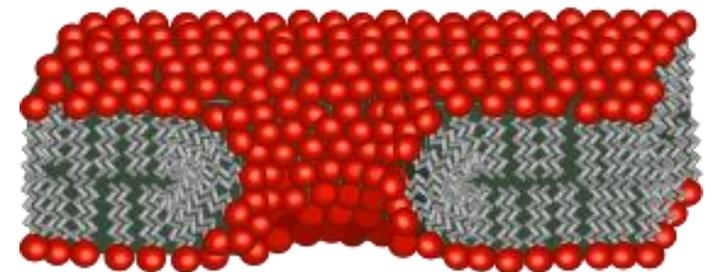
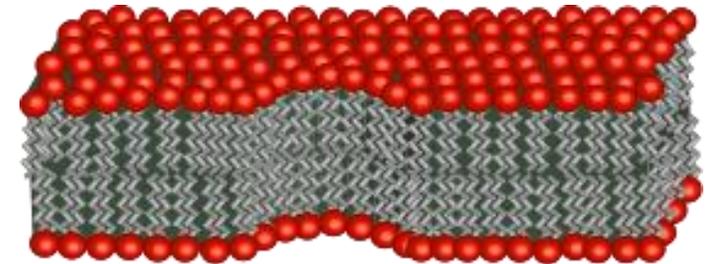
Propiedades de los ácidos grasos

- Solubilidad
- Punto de fusión
- Esterificación
- Saponificación



Destinos fisiológicos

- Forman parte de las membranas biológicas (fosfolípidos y glucolípidos).
- Almacén: en forma de triacilglicéridos (grasas neutras, triacilgliceroles): ésteres de ácidos grasos con glicerol.
- Hormonas y mensajeros intracelulares.



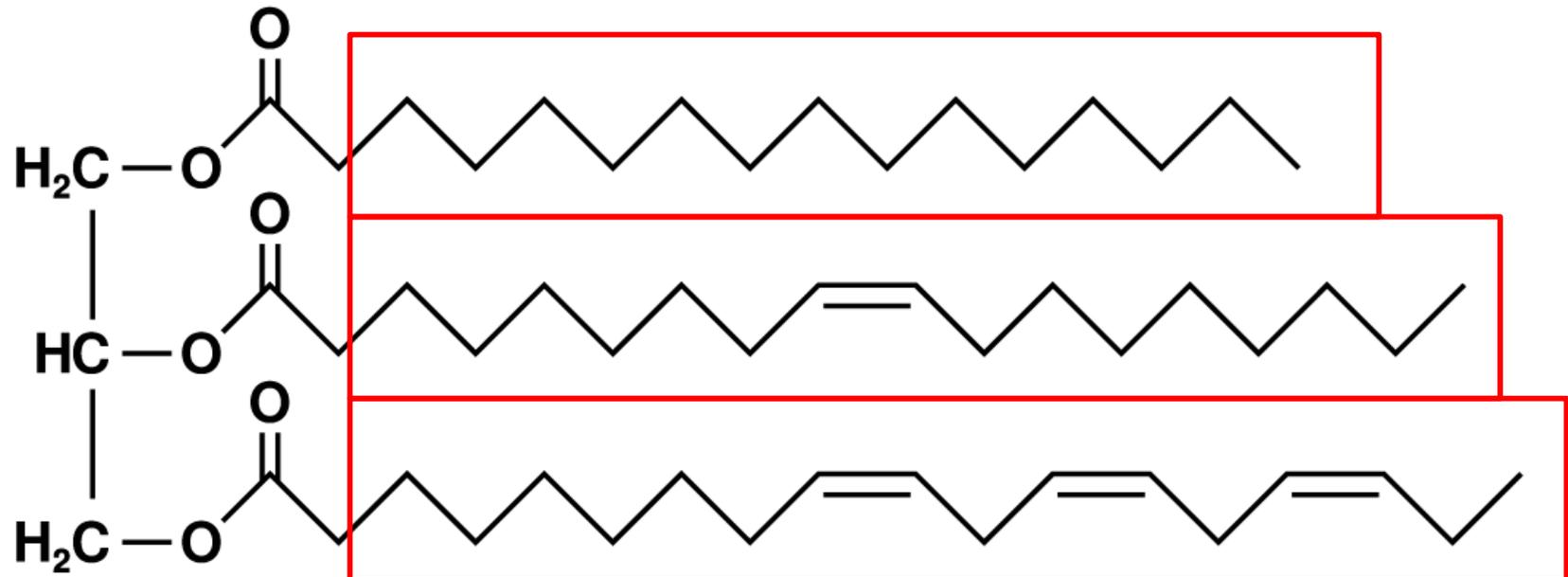


LÍPIDOS SAPONIFICABLES

ACILGLICÉRIDOS

Son lípidos simples formados por **glicerol** esterificado por ácidos grasos.

- un ácido graso: **monoacilglicérido**
- dos ácidos: **diacilglicérido**
- tres: **triacilglicérido**.



TRIACILGLICÉRIDOS

Son los más abundantes, especialmente en el tejido adiposo como reserva energética.





Propiedades de los triacilglicéridos

Polaridad

- Los mono y diacilgliceroles son moléculas anfipáticas (micelas).
- Los triacilgliceroles se han denominado grasas neutras ya que son moléculas totalmente hidrófobas.

Reactividad

- Reacciones de hidrólisis y saponificación

Densidad

Punto de fusión



Clasificación según punto de fusión

- GRASAS

Son ácidos grasos de cadena larga, saturados o trans.

Son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente.

- ACEITES

Son ácidos grasos de cadena corta o insaturados cis.

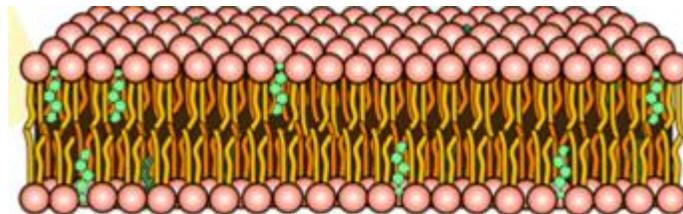
Son líquidos a temperatura ambiente.



LÍPIDOS COMPLEJOS

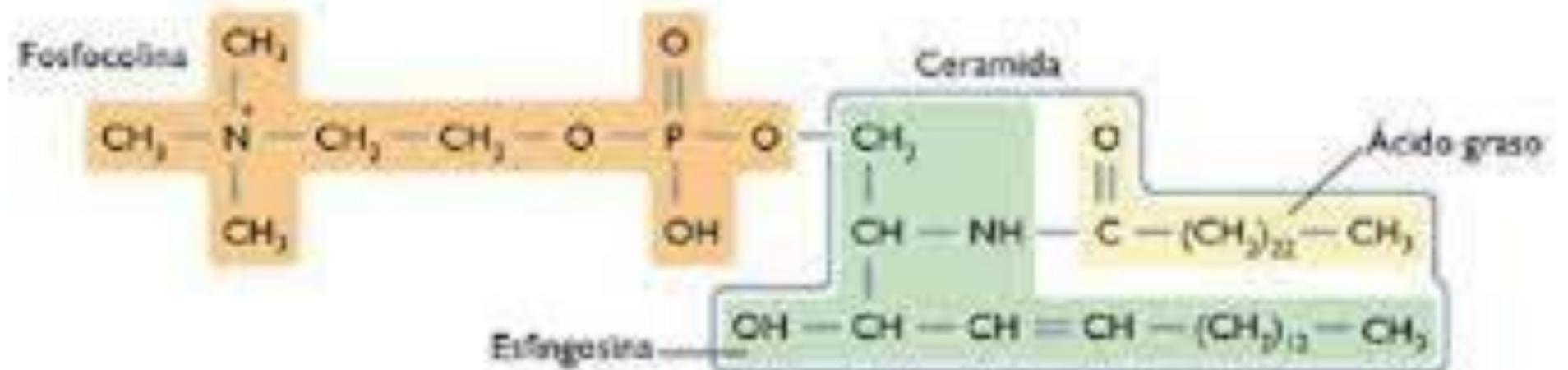
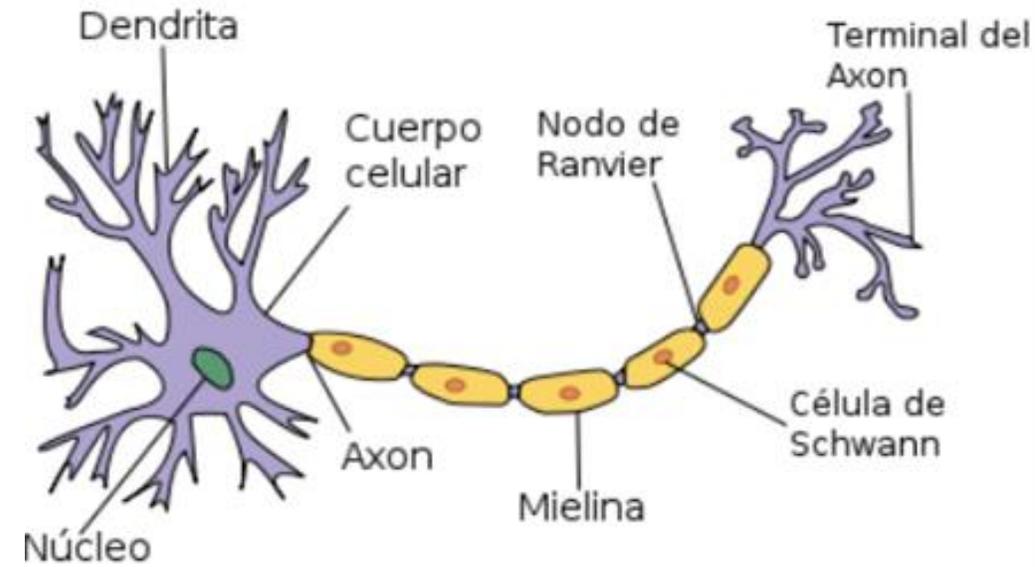
También se les llaman lípidos de membrana.

<p>- Glicerolípidos</p> <p>glicerina + ácido graso + otra molécula</p>	<p>a) Gliceroglucolípidos</p> <p>b) Glicerofosfolípidos (fosfolípidos)</p>
<p>- Esfingolípidos</p> <p>esfingosina + ácido graso + otra molécula</p>	<p>a) Esfingoglucolípidos</p> <p>b) Esfingofosfolípidos</p>



Esfingolípidos

- Esfingoglucolípidos
- Esfingolípidos: vaina de mielina





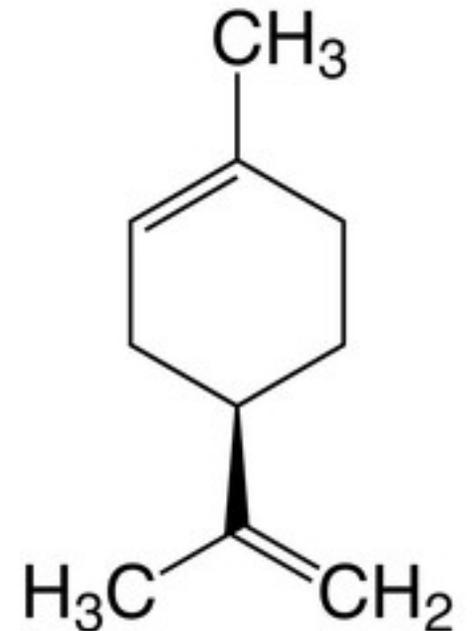
LÍPIDOS INSAPONIFICABLES



TERPENOS

Abundan en vegetales, pigmentos, aceites esenciales y vitaminas liposolubles A, D, E y K.

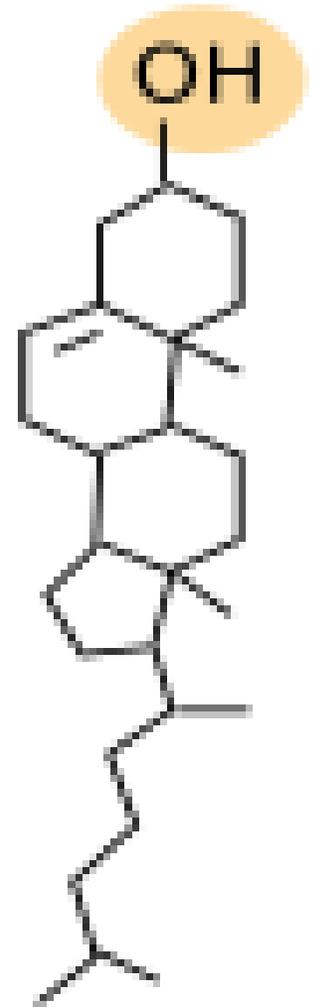
- Monoterpenos: limoneno. alcanfor
- Diterpenos: vitamina A, E.
- Triterpenos: escualeno, lanosterol.
- Tetraterpenos: carotenoides
- Politerpenos



LIMONENO

ESTEROIDES

- Colesterol: biosíntesis de hormonas esteroideas y de los ácidos biliares.
- Hormonas: estrógenos, testosterona, cortisol, etc
- Vitaminas: vitamina D
- Ácidos biliares





Destinos del colesterol

Se sintetiza a partir de Acetil CoA en el citoplasma.

Acetil CoA -> Ac mevalónico -> Escualeno -> Colesterol

Destinos del colesterol:

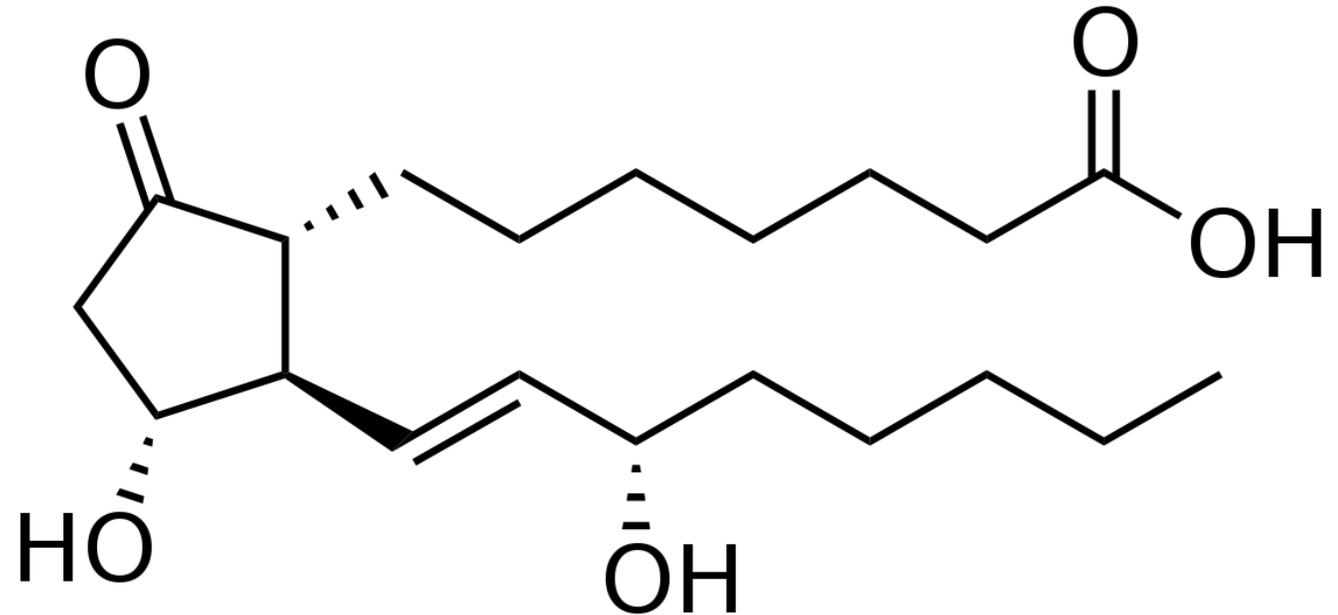
- Ácidos biliares
- Vitamina D
- Hormonas esteroideas
- Membranas



EICOSANOIDES

Son compuestos derivados de los ácidos grasos de 20 carbonos (ácido araquidónico):

- Prostaglandinas
- Leucotrienos
- Tromboxanos



Prostaglandinas



Membrana plasmática y transporte

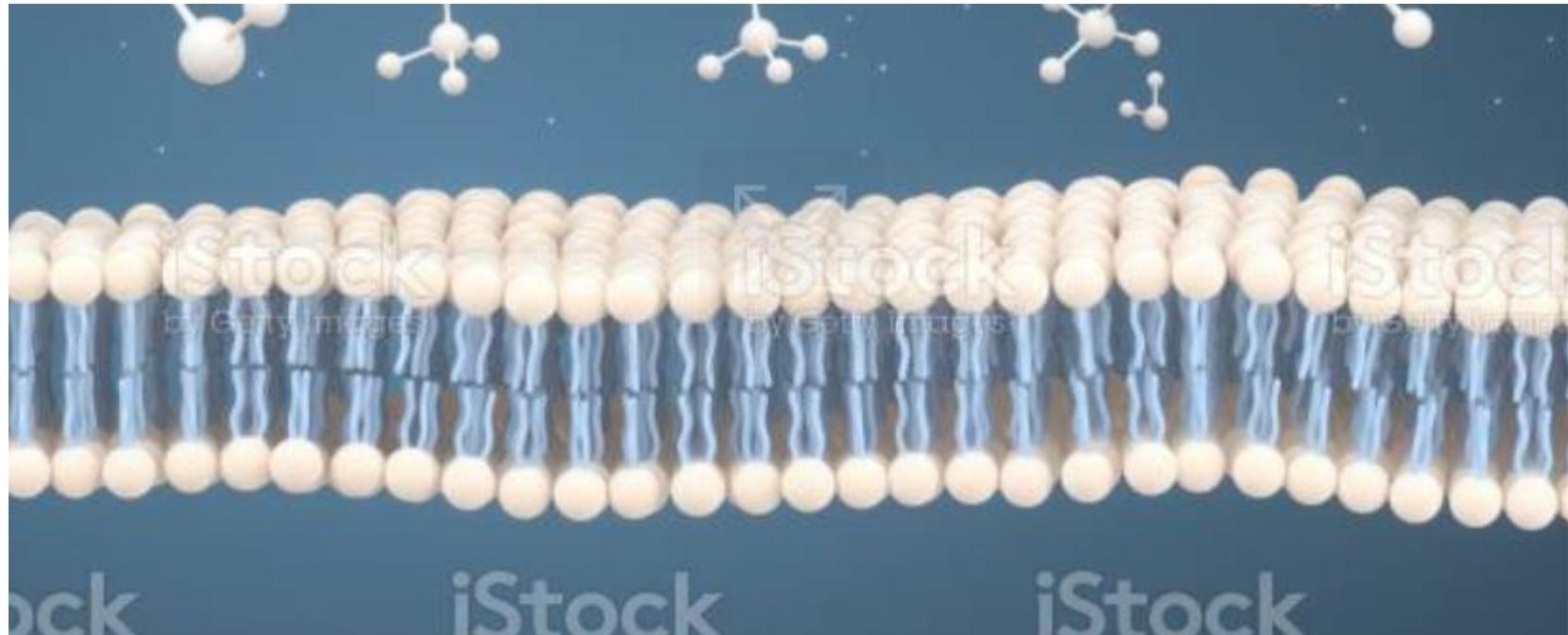
Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



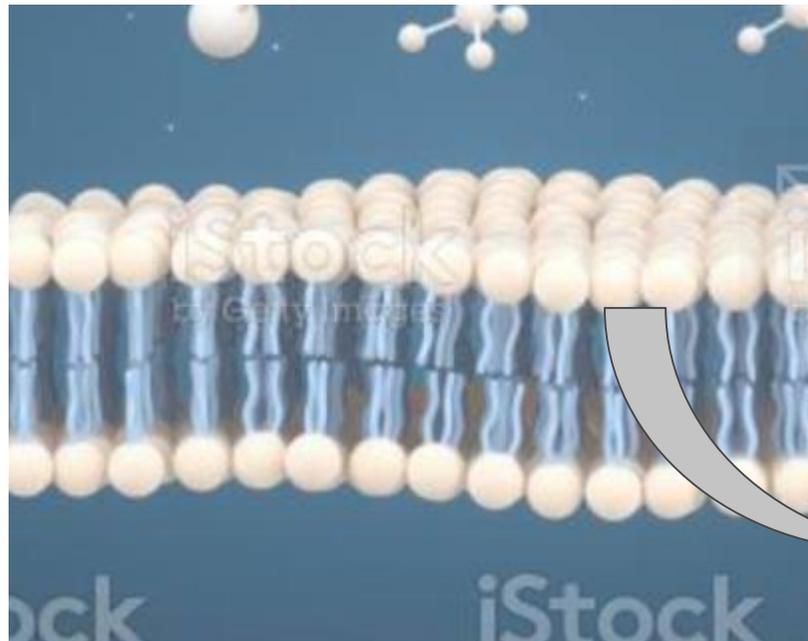
Membrana plasmática

La membrana plasmática aísla a las células del medio y permite el transporte selectivo de sustancias.

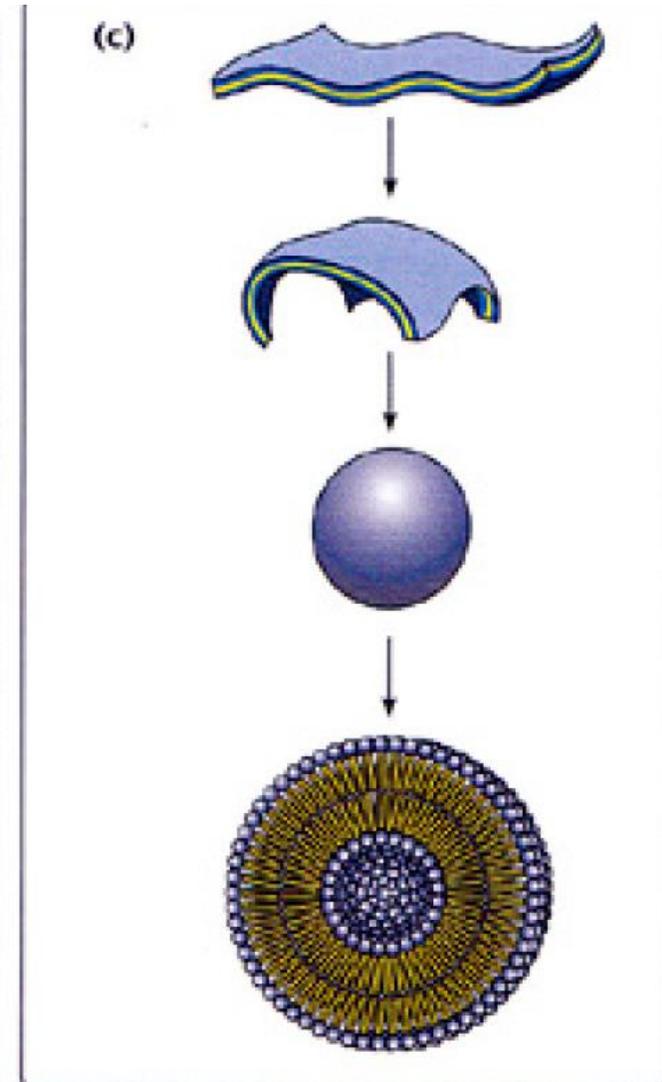
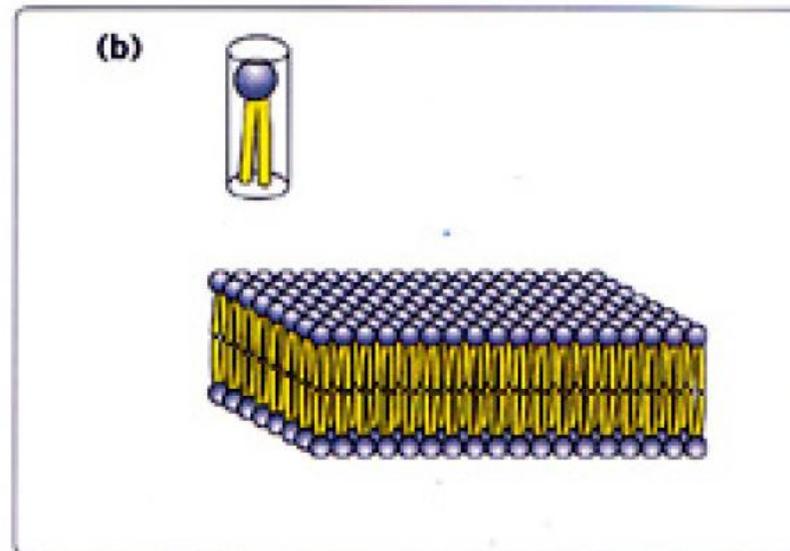
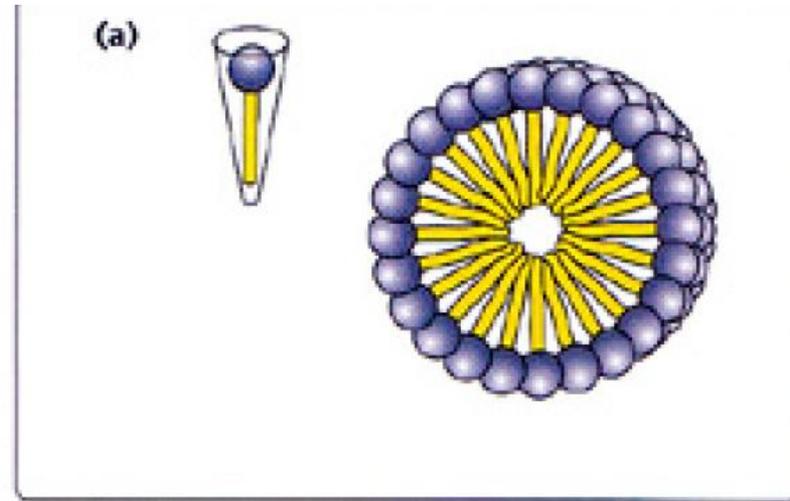


ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA CELULAR

Los principales constituyentes de las membranas son los fosfolípidos estructurados de tal manera que la cabezas polares se orientan hacia afuera y las colas hidrófobas hacia dentro.

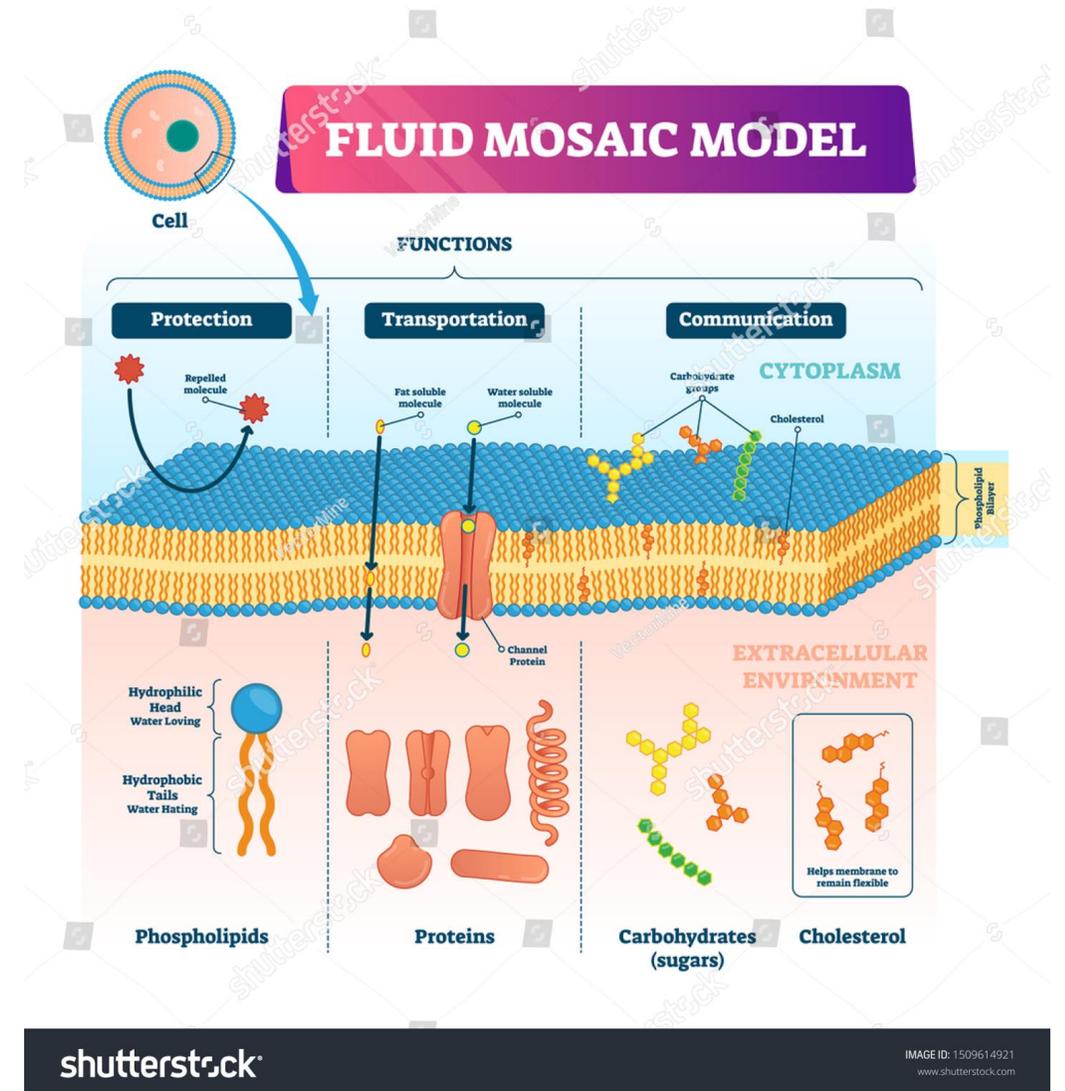


ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA CELULAR

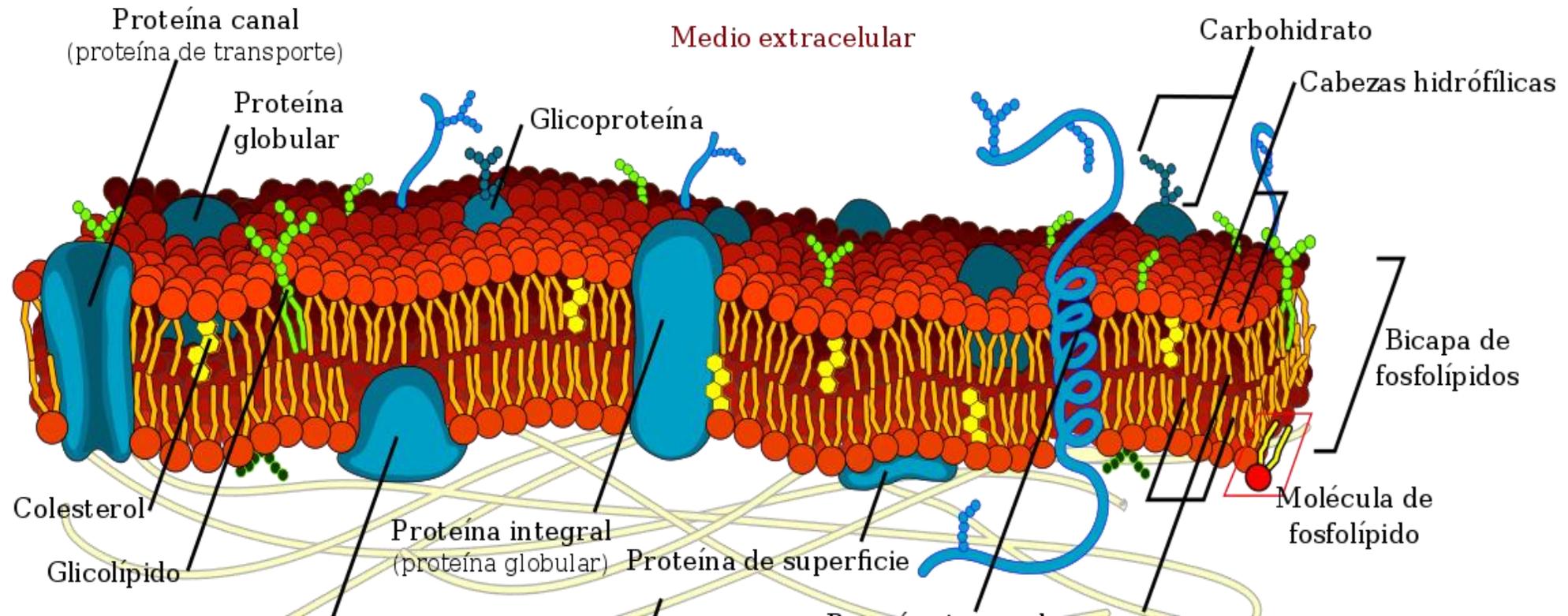


MODELO MOSAICO FLUIDO

La membrana y sus componentes están en constante movimiento. Esto ayuda a que la membrana celular mantenga su papel de barrera entre el ambiente interior y el exterior de la célula.



COMPONENTES DE LA MEMBRANA

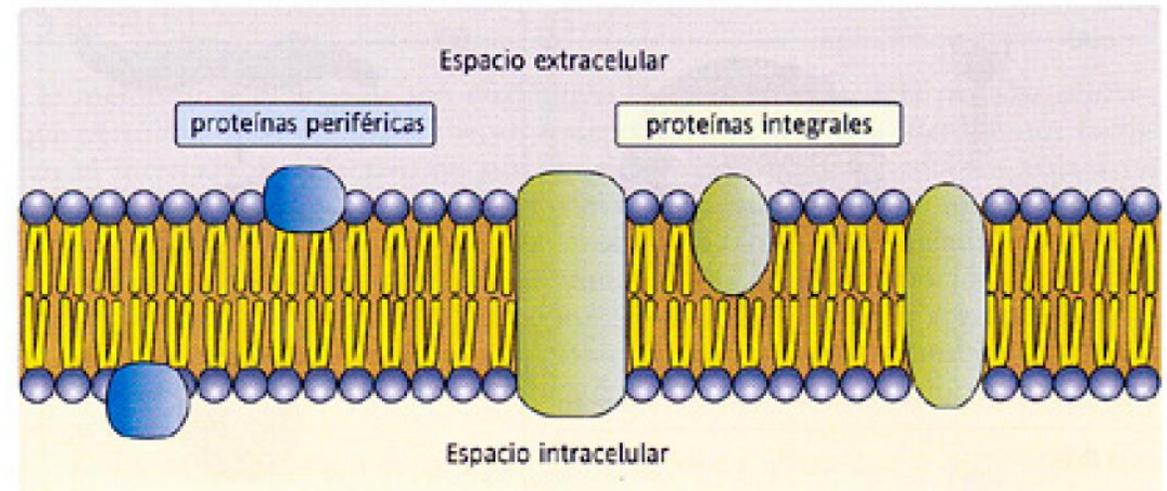




PROTEÍNAS DE MEMBRANA

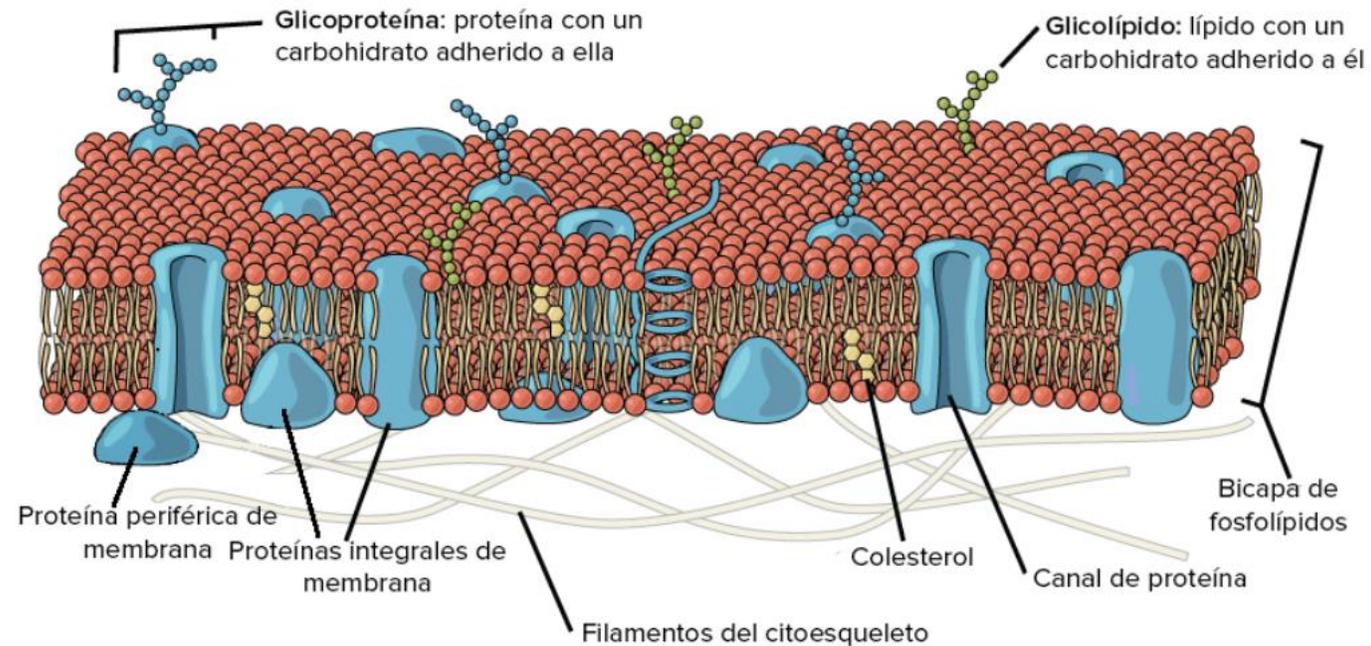
Las proteínas de la membrana pueden extenderse parcialmente dentro de la membrana plasmática, atravesarla por completo, o estar unidas a su cara interna o externa.

- Proteínas integrales - transmembrana
- Proteínas periféricas



Carbohidratos de membrana

Están presentes solo en la superficie externa de la membrana plasmática y están unidos a proteínas, formando **glicoproteínas** o a lípidos, formando **glicolípidos**.





Funciones de la bicapa

- Contención
- Separación de los componentes
- Señalización celular
- Intercambio selectivo de sustancias



Fluidez de membrana

La temperatura y la presencia de lípidos saturados afecta a la rigidez de la membrana.

Una membrana de fosfolípidos insaturados permanece fluida a temperaturas más bajas que una membrana de fosfolípidos saturados que es rígida y densa.

El **colesterol** ayuda a disminuir los efectos de la temperatura en la fluidez.



Permeabilidad selectiva

La permeabilidad selectiva es la posibilidad de que la membrana restrinja los solutos que han de pasar en función de las necesidades celulares en cada momento.

Se regula a través de transportadores selectivos de membrana.

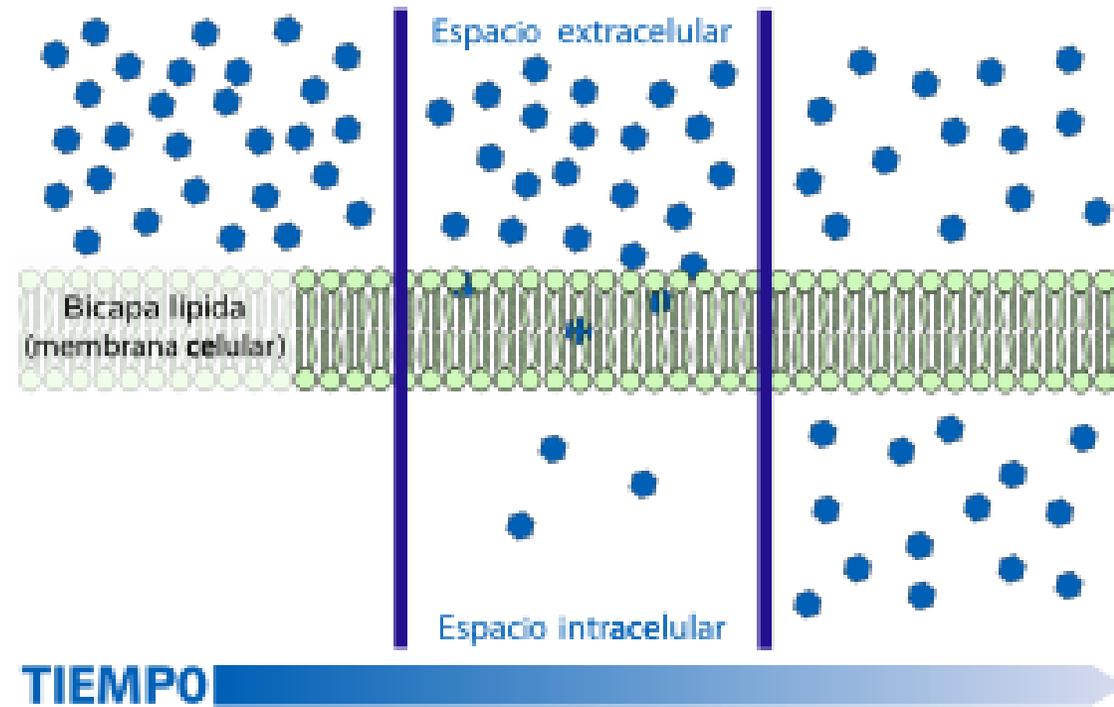


Transporte a través de la bicapa

DIFUSIÓN PASIVA

Paso de sustancias por gradiente de concentración sin consumo de energía

- Moléculas hidrosolubles de bajo peso molecular: agua
- O₂, CO₂.
- Moléculas liposolubles de peso molecular bajo: urea, glicerol, etc





Transporte a través de la bicapa

BOMBAS Y CANALES

- Proteínas de membrana denominadas "canales": permiten a los solutos moverse en ambas direcciones.
 - activa
 - pasiva
- Los canales iónicos no construyen gradientes químicos.
- Las bombas de iones utilizan una fuente de energía externa para mover iones contra el gradiente de concentración a un área de mayor **potencial químico**.

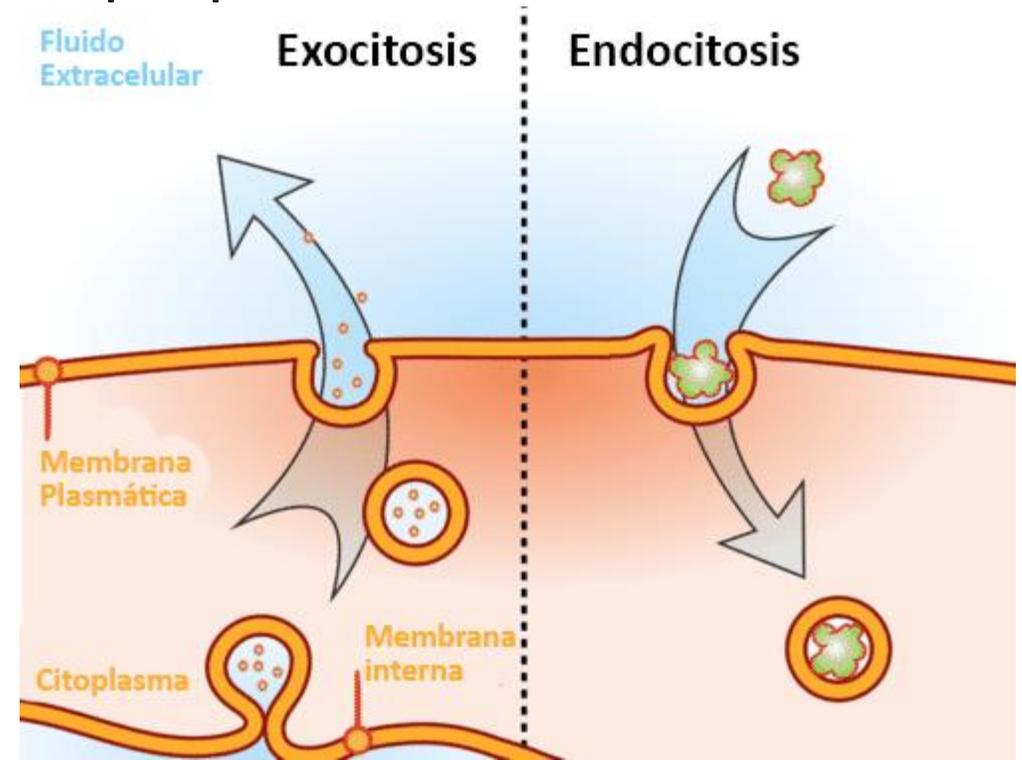


Transporte a través de la bicapa

VESÍCULAS

Las sustancias pueden atravesar la membrana celular sin interaccionar con los componentes de la misma mediante la formación de vesículas con la propia membrana.

- Endocitosis
- Exocitosis



Mariana Ruiz Villarreal (LadyofHats) for the CK-12 Foundation



Metabolismo lipídico

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo

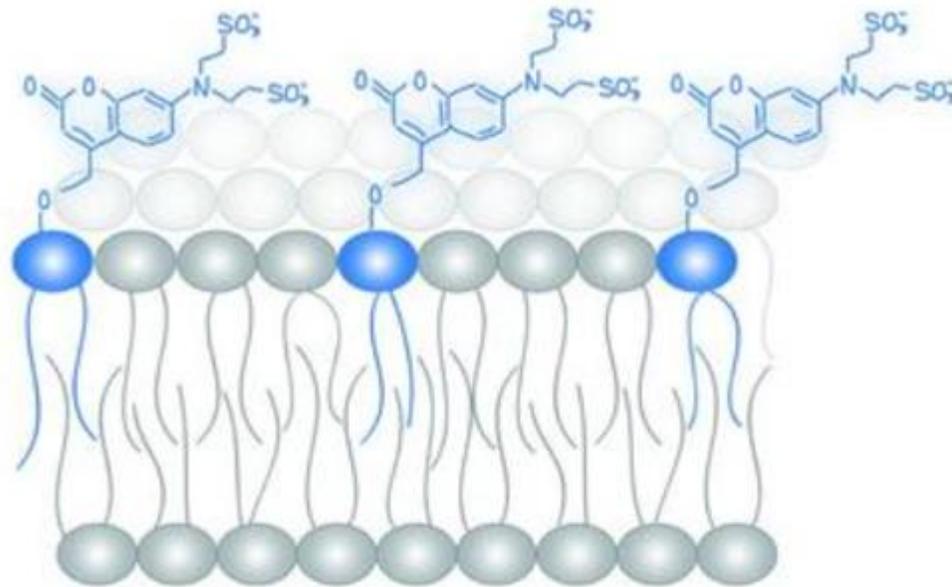


Lípidos

- Triglicéridos: reserva energética.
- Colesterol: forma parte de las membranas celulares, es el precursor de las hormonas esteroideas y de los ácidos biliares.
- Fosfolípidos: componen las membranas celulares y lipoproteínas y hacen más solubles a estas estructuras.

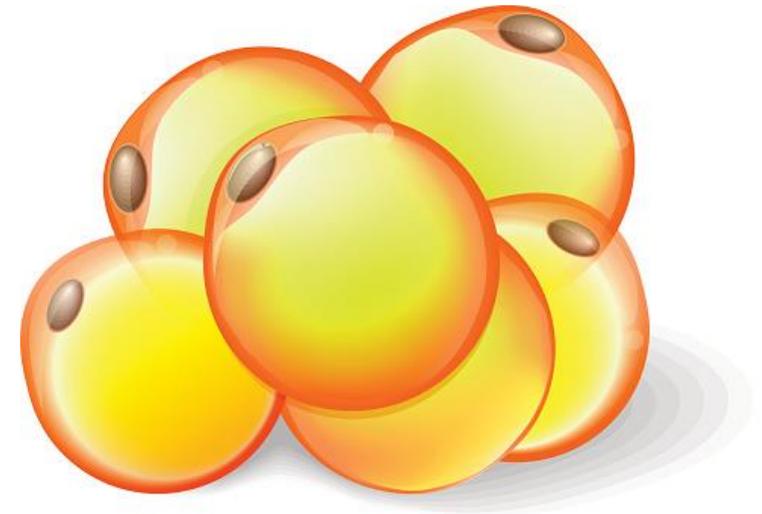
Funciones

- Actúan como vitaminas, hormonas.
- Forman parte de las membranas biológicas
- Reserva energética, energéticamente muy eficiente

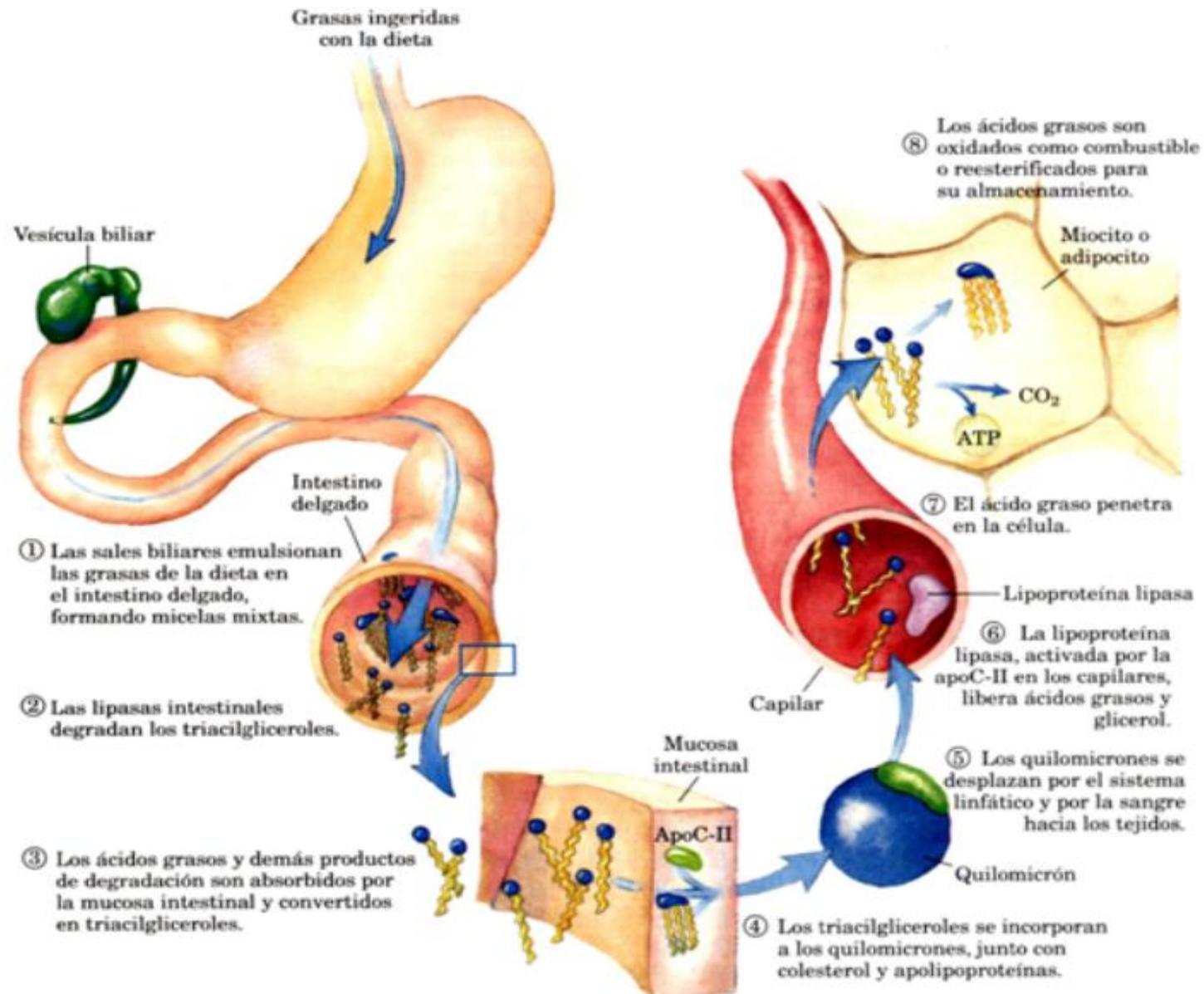


Procedencia

- . **Exógena:** De la dieta
- **Endógena:** Del hígado o los adipocitos



Absorción, digestión y transporte



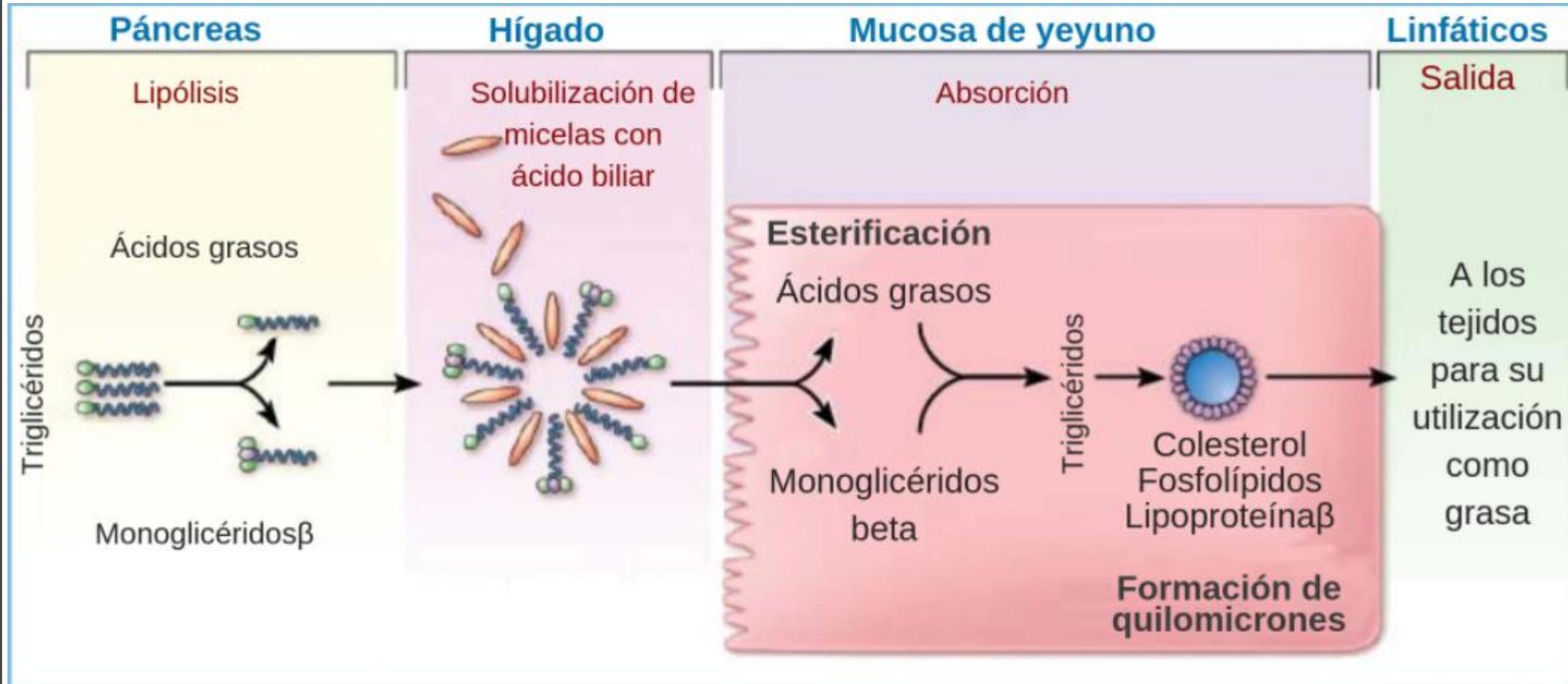


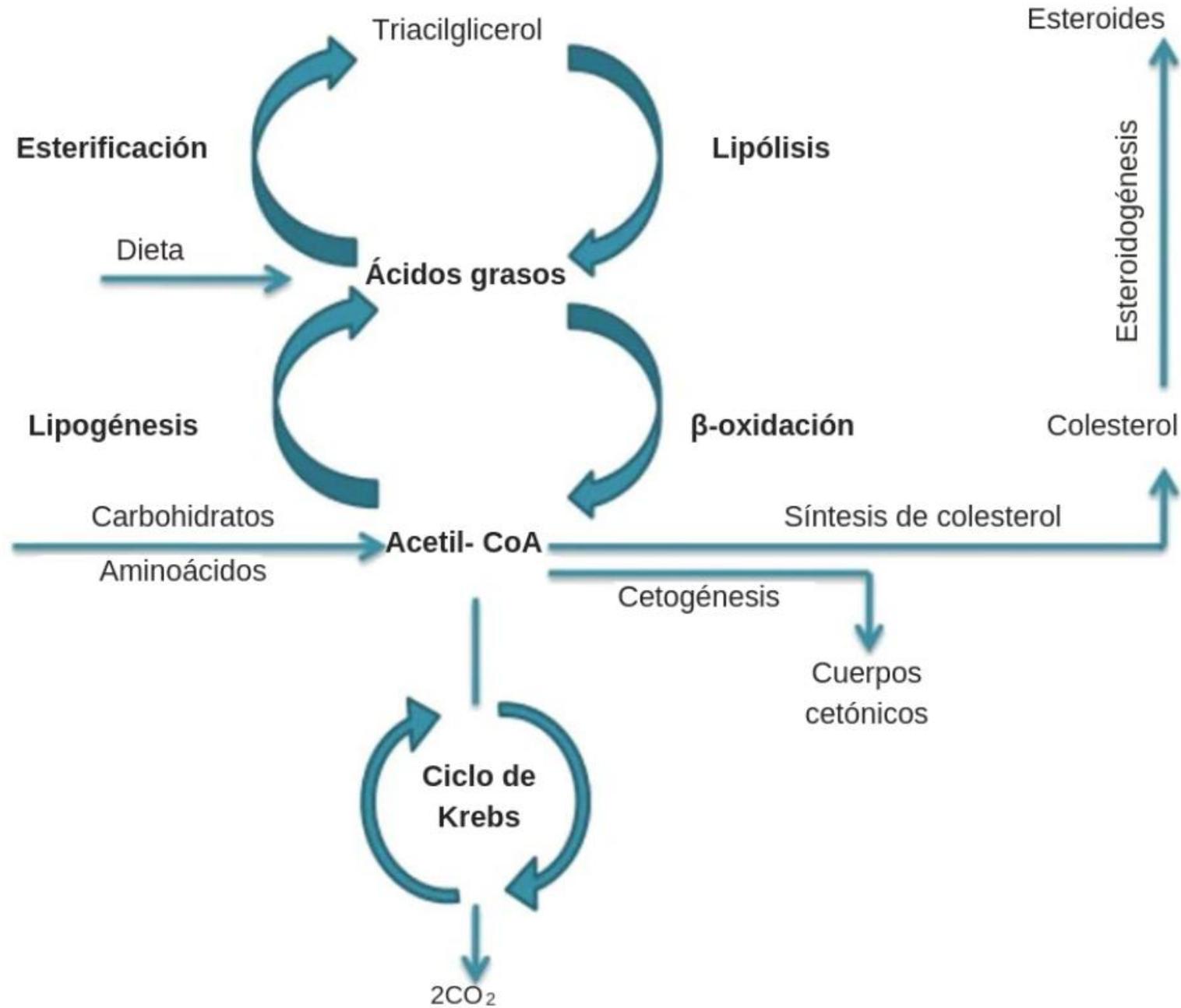
Transporte de lípidos

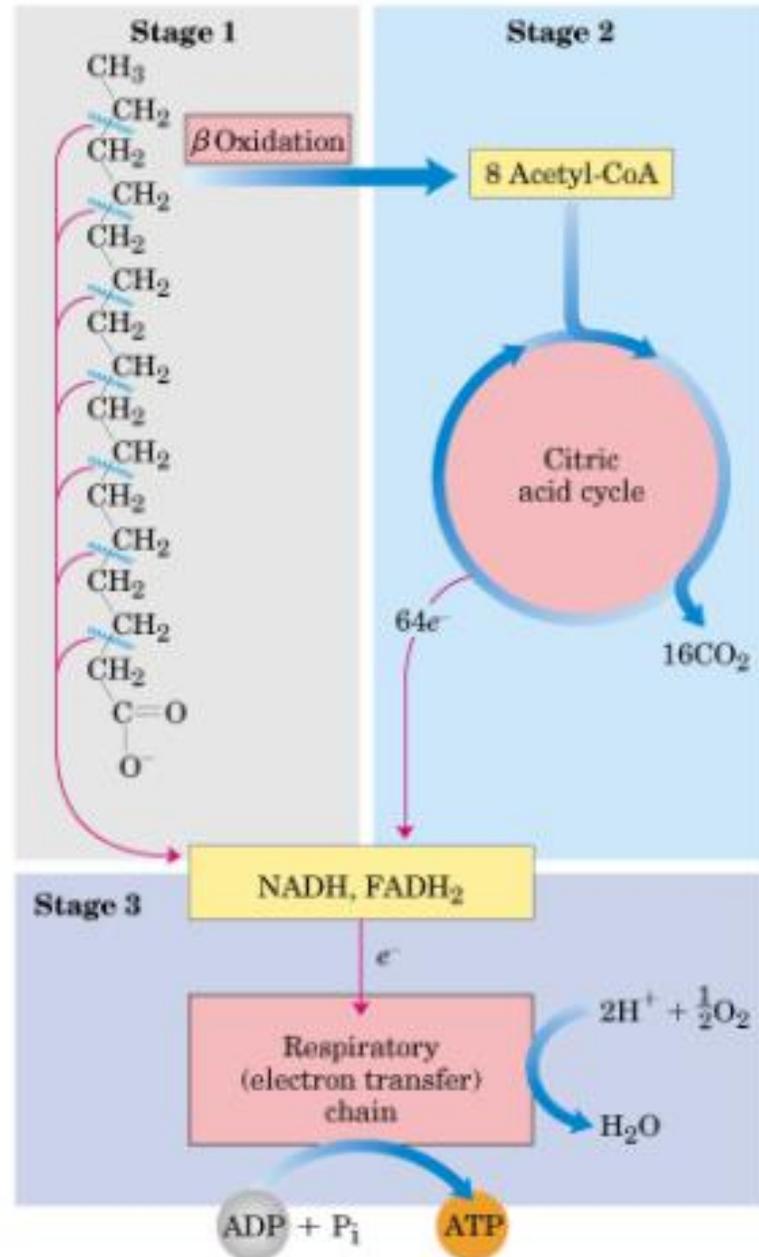
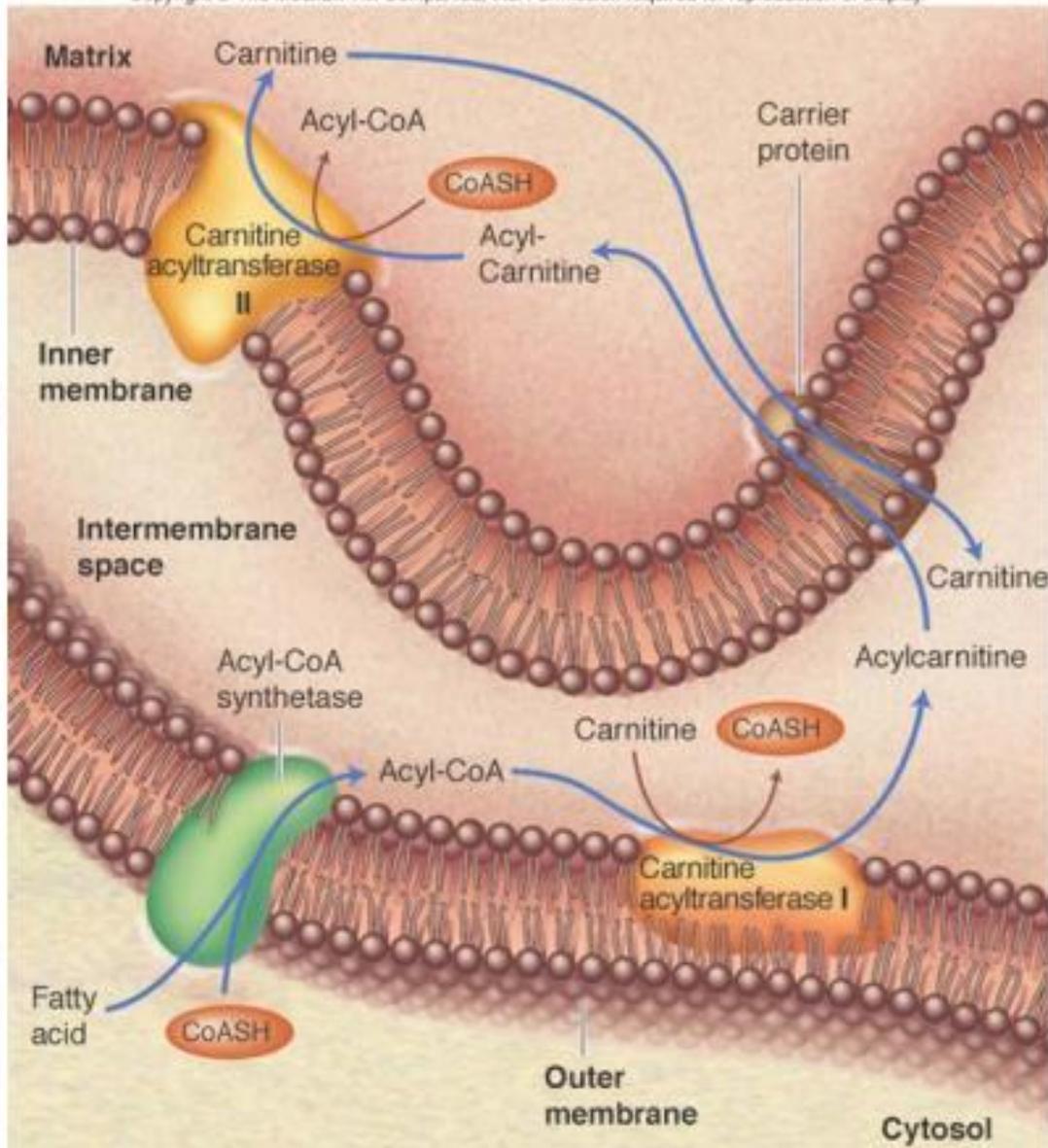
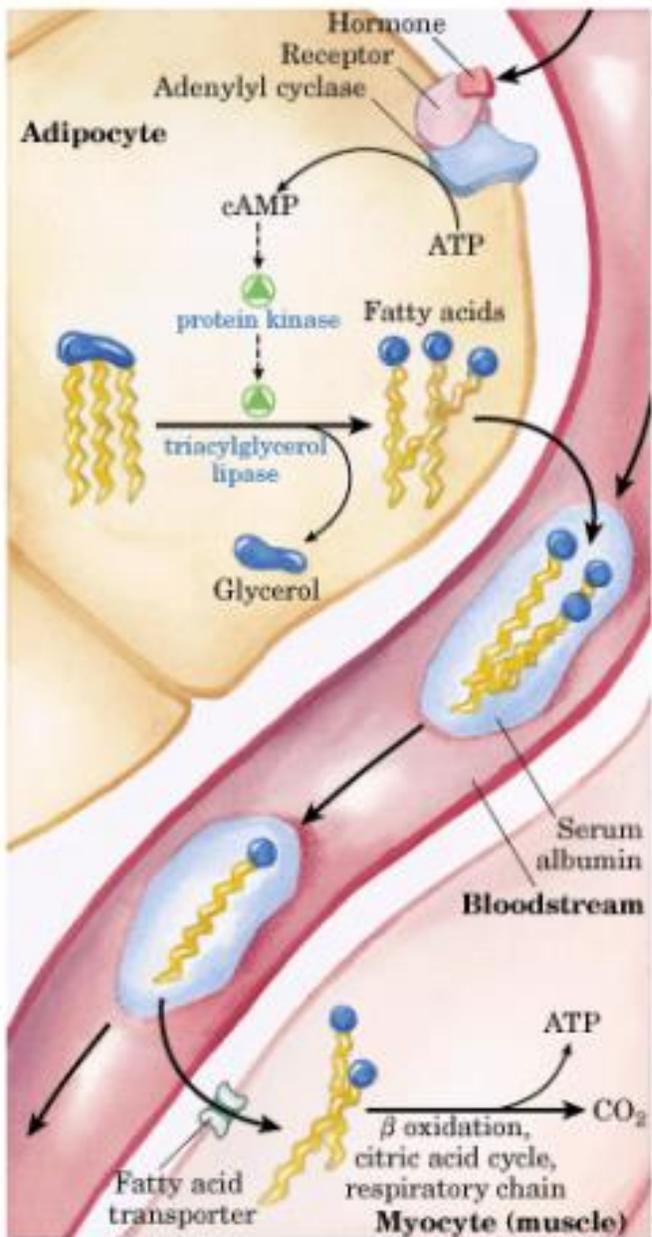
Tipos de lipoproteínas	Contenido lipídico	Apoproteína	Origen	Función
Quilomicrones	TG exógenos	Apo-A, apo-B48, apo-C, apo E	Intestino	Transporte TG exógenos
VLDL (lipoproteína de muy baja densidad)	TG endógenos	Apo-B100, apo-C, apo-E	Hígado	Transporte de TG endógenos
IDL (lipoproteína de densidad intermedia)	TG y CE	Apo-B100, apo E	En circulación, a partir de VLDL	Similar a VLDL y LDL
LDL (lipoproteína de baja densidad)	TG y CE	Apo-B100	En circulación, a partir de IDL	Transporta colesterol del hígado a tejidos
HDL (lipoproteína de alta densidad)	CE y FL	Apo-A1, apo-C	Hígado	Transporta colesterol de los tejidos al hígado

CE: colesterol esterificado; FL: fosfolípidos; TG: triglicéridos;

Resumen









Biosíntesis de ácidos grasos

Fundamentos de Bioquímica

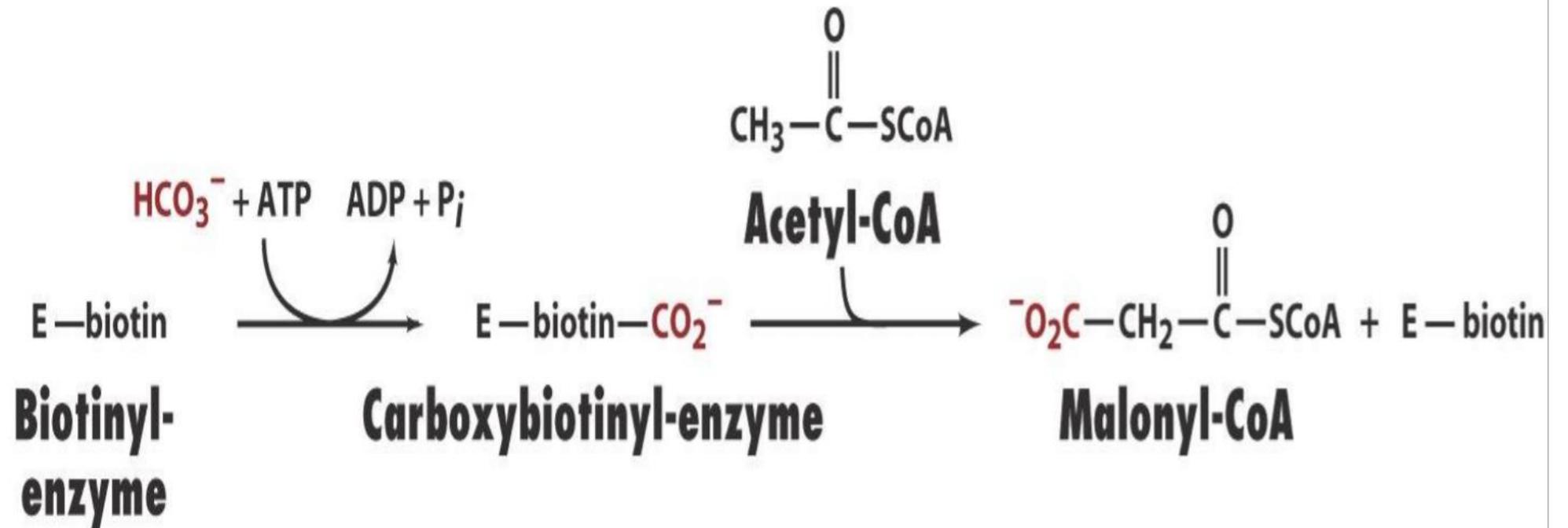
Marga Rodríguez Espejo



Síntesis de ácidos grasos

- 1. Transporte de acetil CoA hacia el citosol.**
- 2. Formación del precursor (malonil CoA)**
- 3. Síntesis de Ácido Graso - Elongación**

Activación del Malonil CoA



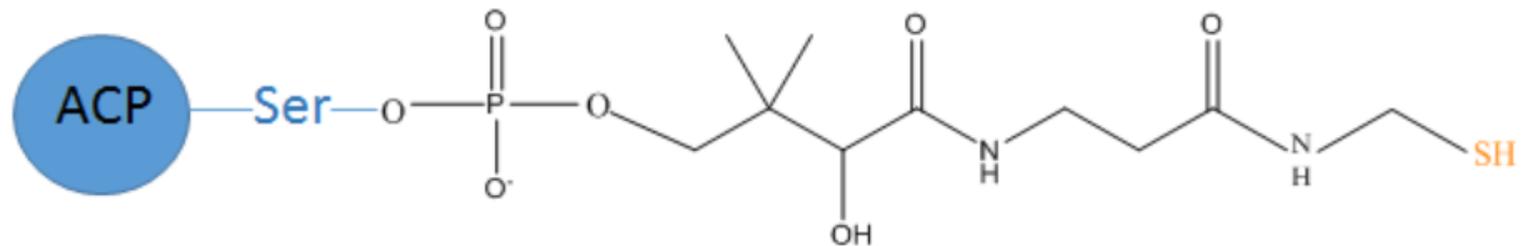
Unnumbered figure pg 652 Fundamentals of Biochemistry, 2/e

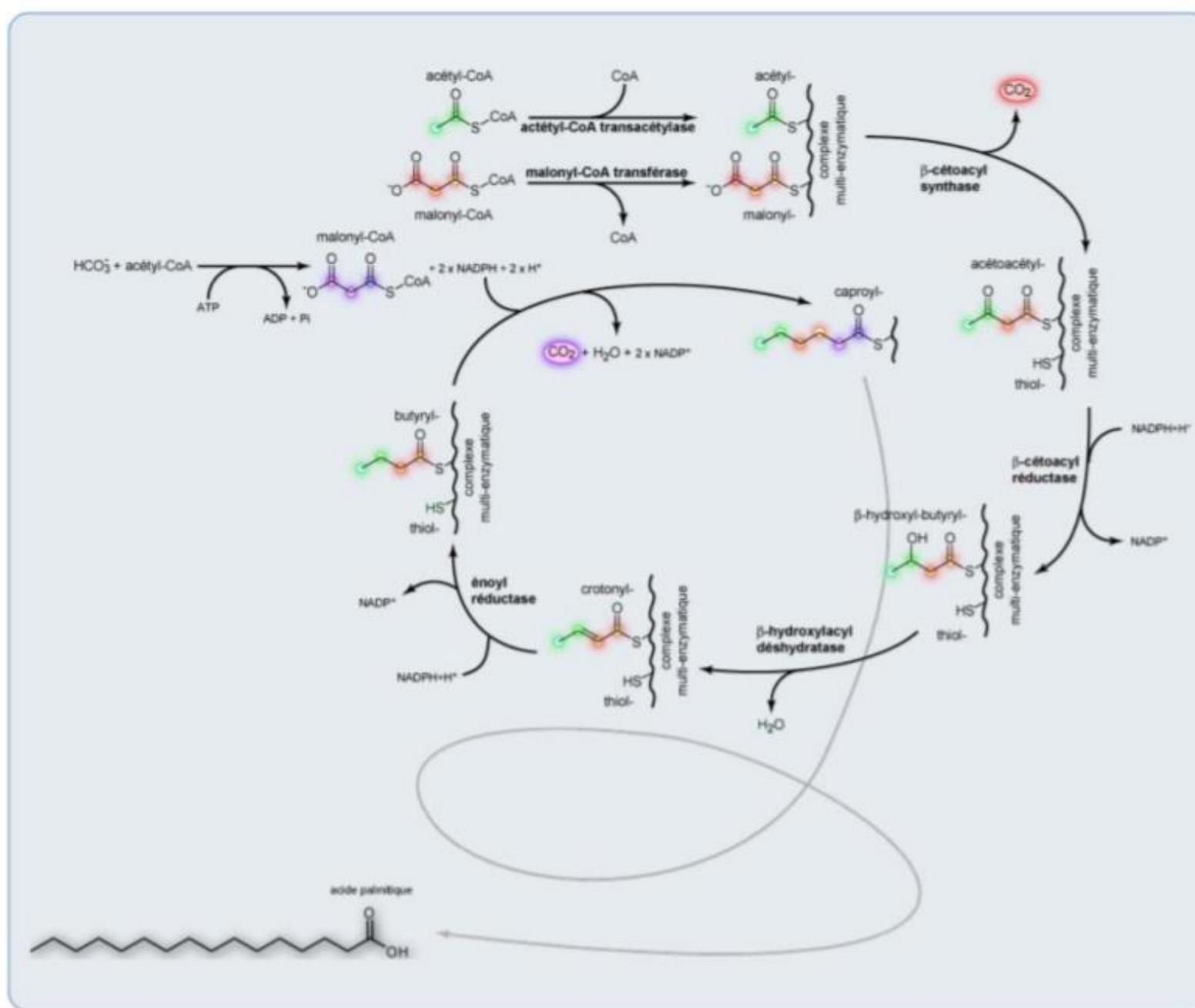
© 2006 John Wiley & Sons



Moléculas implicadas

- Ácido graso sintasa
- Acetiltransferasa
- Maloniltransferasa
- Enzima condensante acil-malonil-ACP
- β -cetoacil-reductasa
- Deshidratasa
- Enoil-reductasa
- Tioesterasa

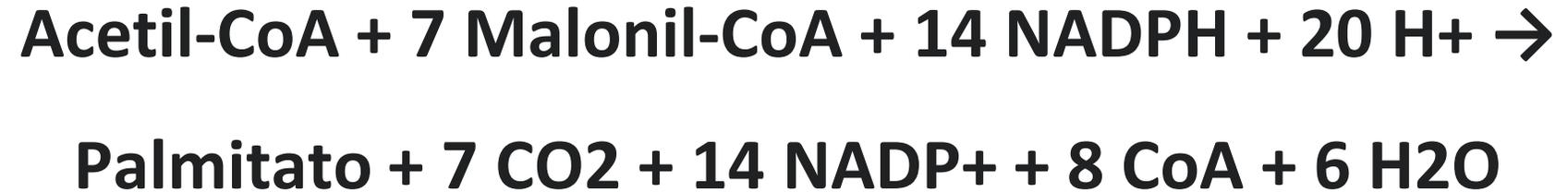




Lipogenesis of the palmitic acid by the acyl carrier protein (© Foobar).



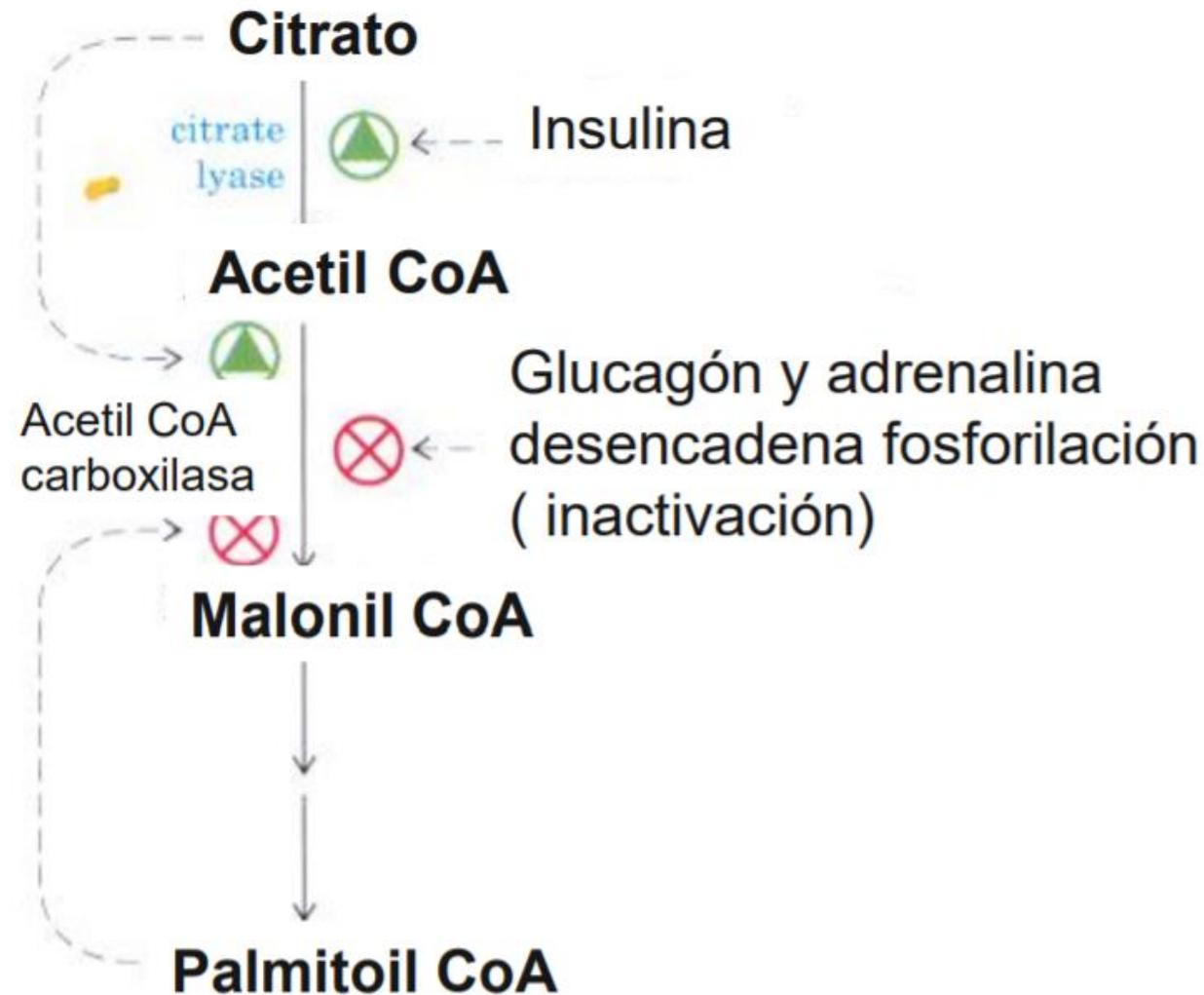
Balance energético



Se necesita:

- 8 Acetil-CoA.
- 7 ATP.
- 14 NADPH.

Regulación de la lipogénesis





Oxidación de ácidos grasos

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



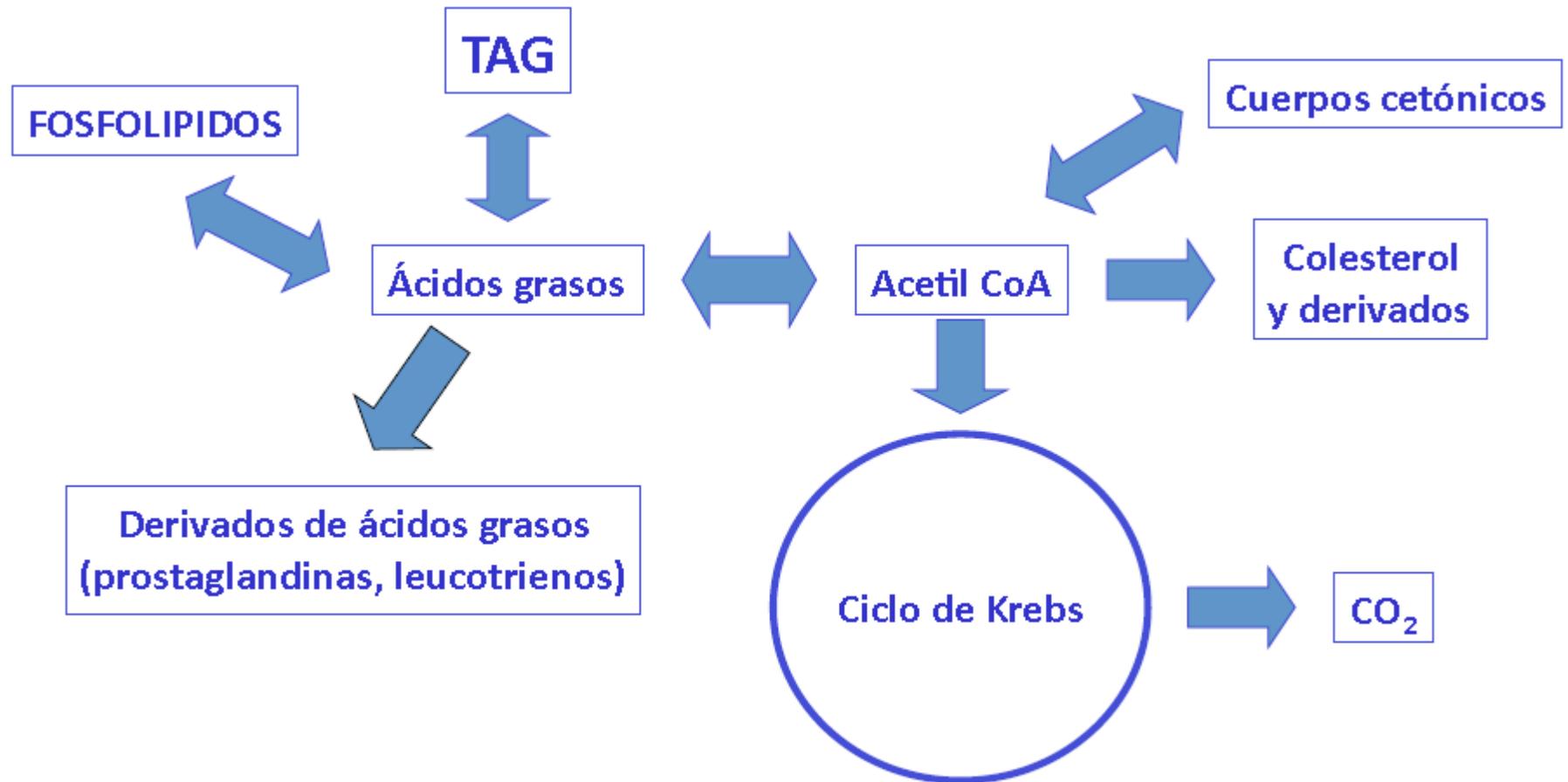
Lípidos

Los lípidos son la principal forma de almacenamiento de energía en el organismo.

Se almacena fundamentalmente en el tejido adiposo.

Cada gramo de grasa proporciona al organismo alrededor de 9 kcal, más del doble de las proporcionadas por las proteínas o los hidratos de carbono.

Vías metabólicas de lípidos

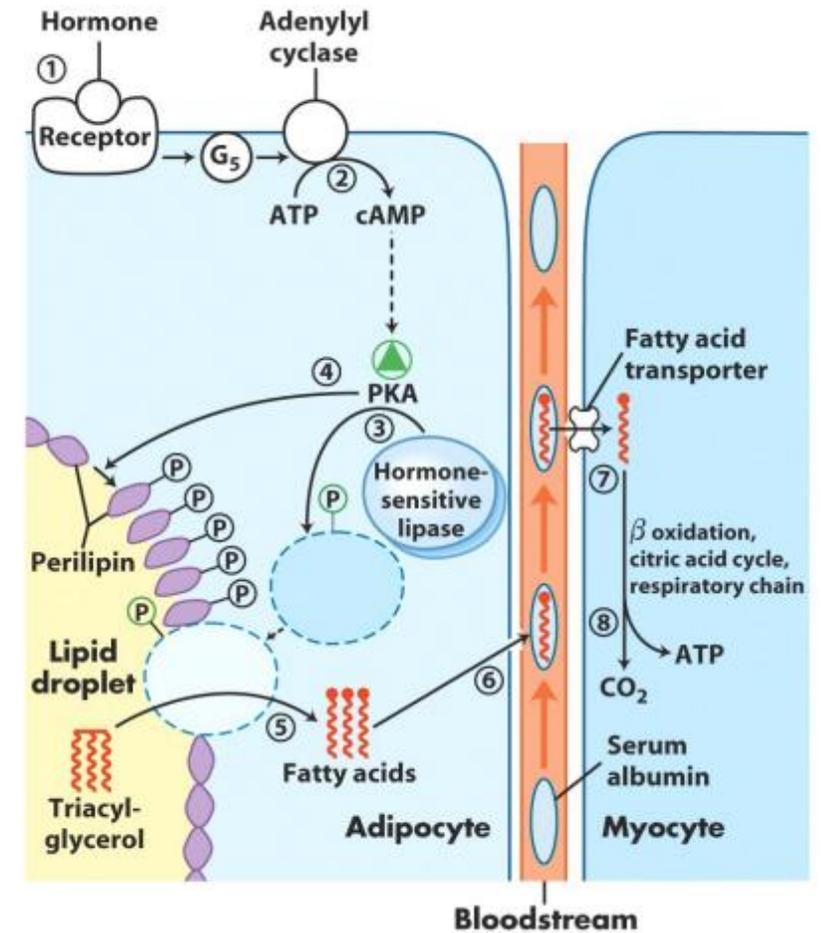
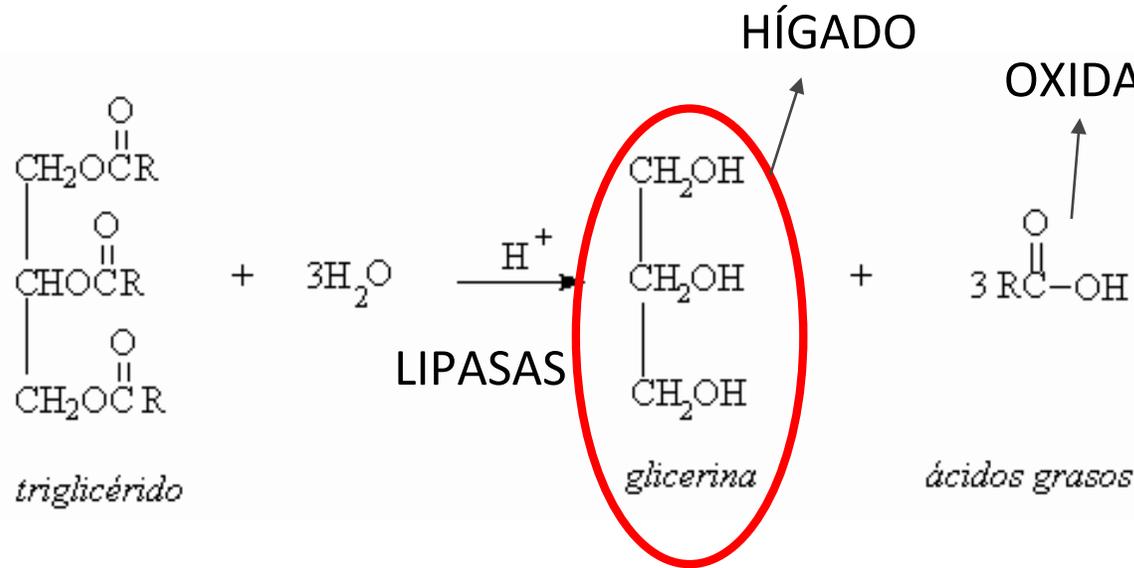




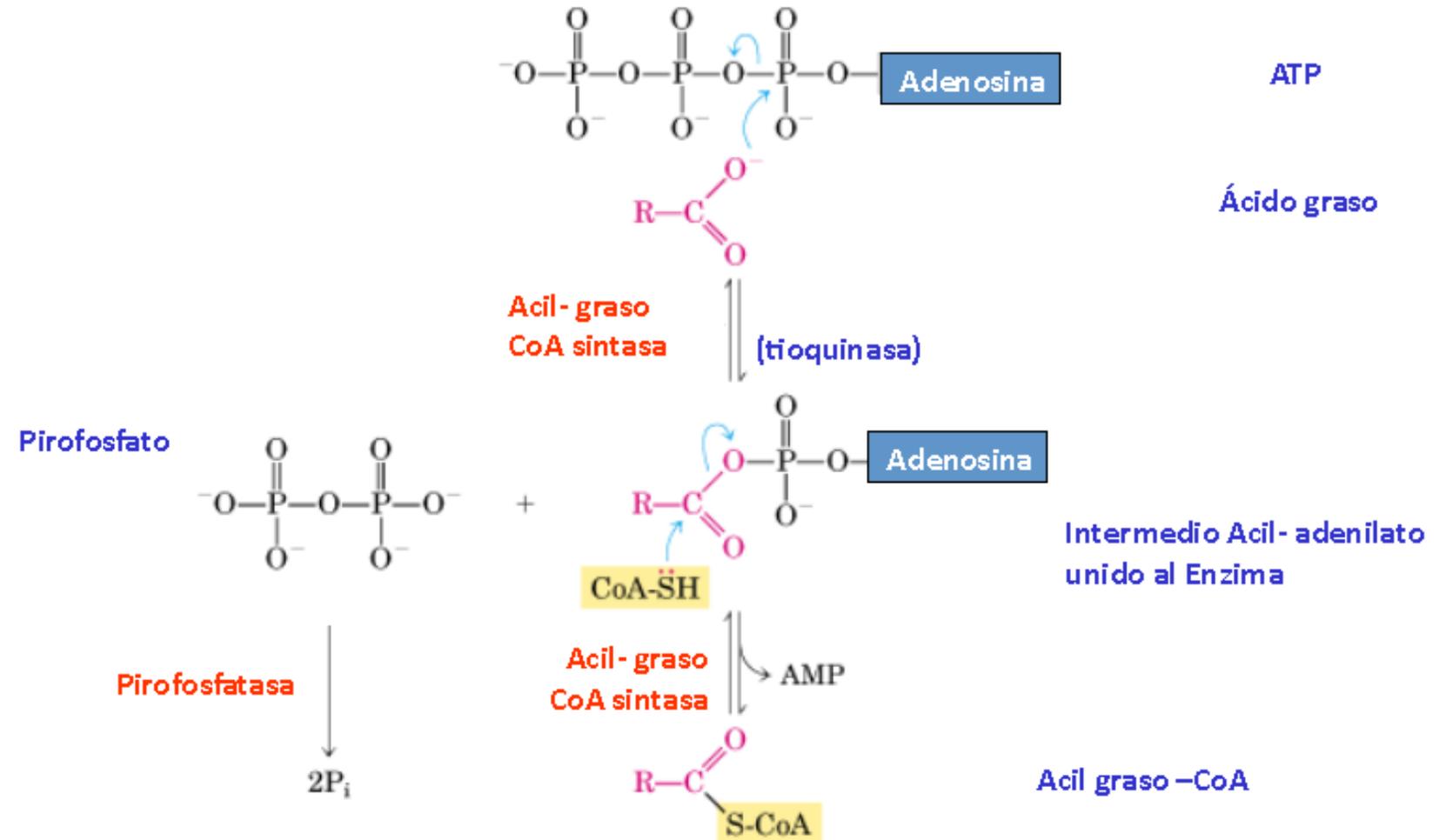
OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

1. Hidrólisis de TAGs

Es la degradación de los triacilglicéridos en monómeros.

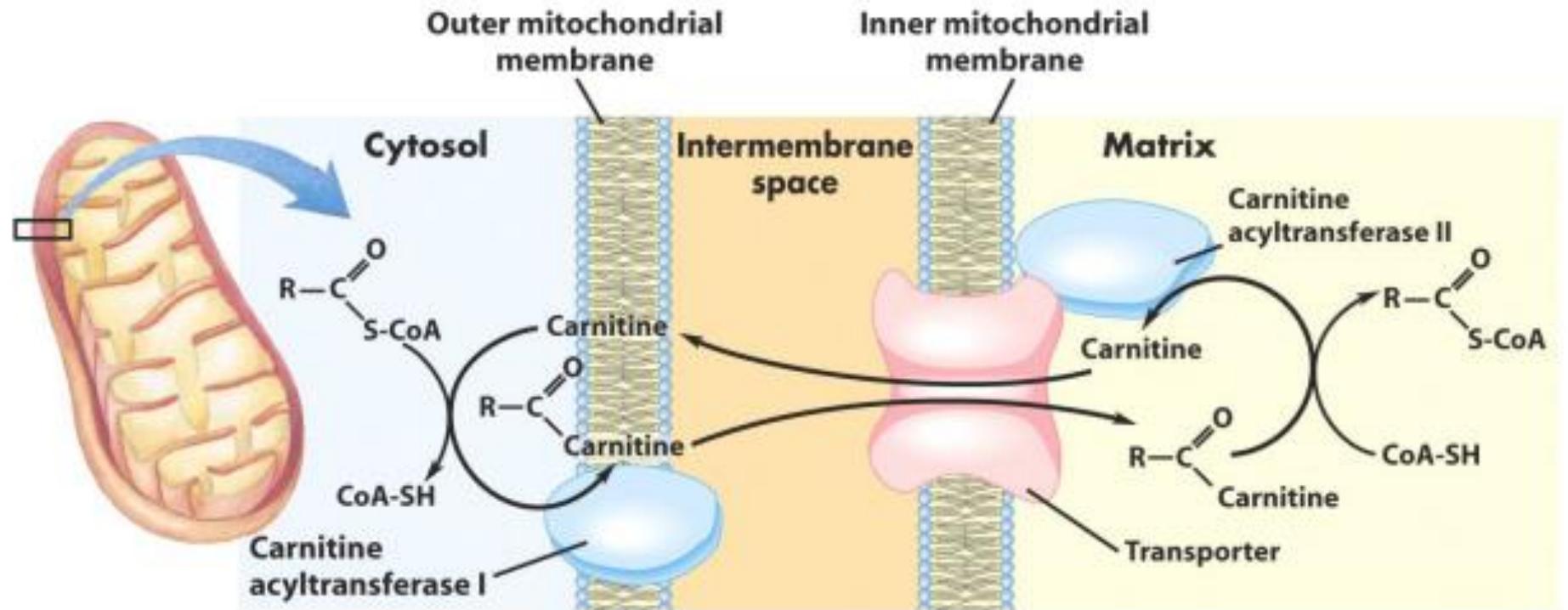


2. Activación de los AG



3. Transporte

Las moléculas de acil-CoA se tienen que transportar al interior de la mitocondria para su degradación a través de la carnitina.

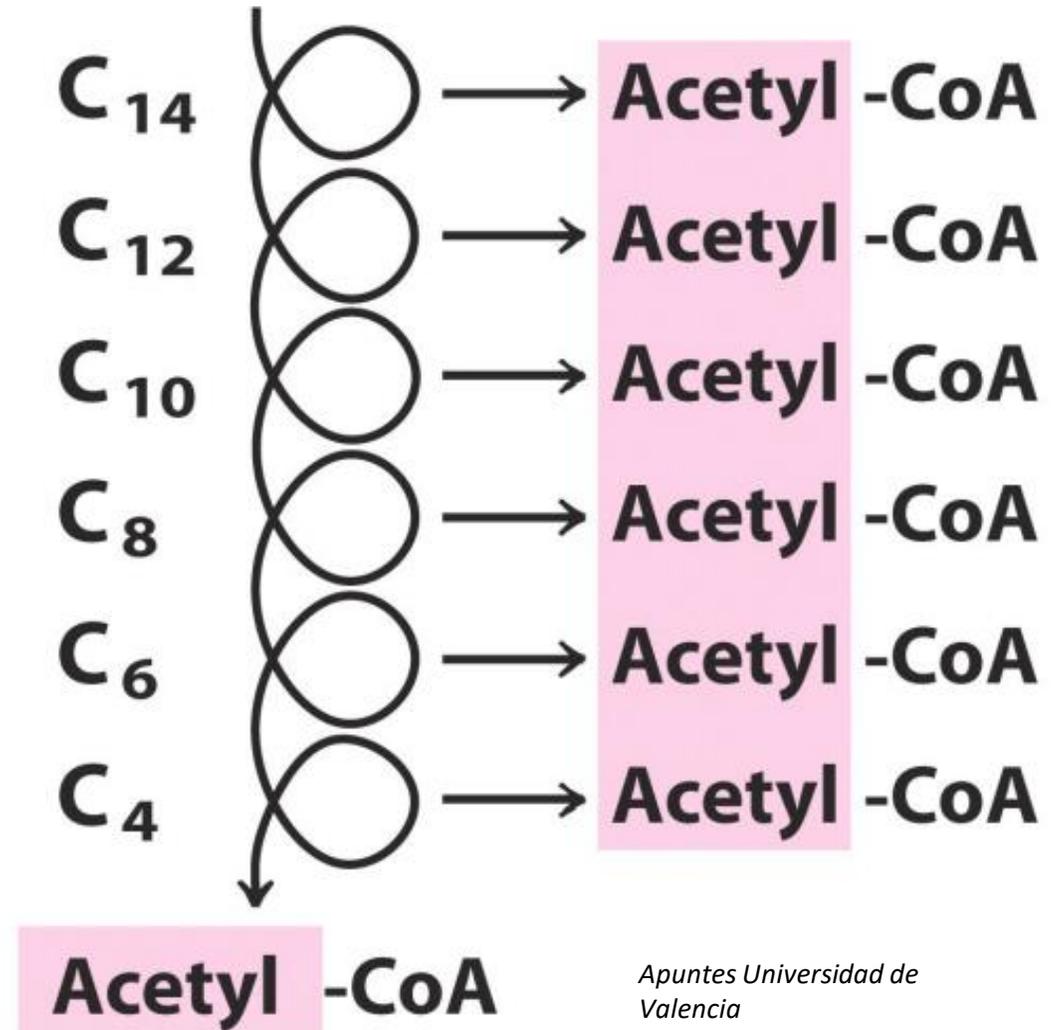


4. Beta-oxidación de AG

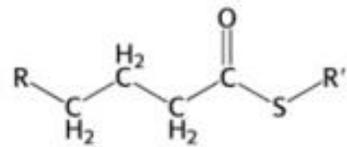
Se produce mayoritariamente en la **matriz mitocondrial**.

Se trata de una ruta catabólica espiral.

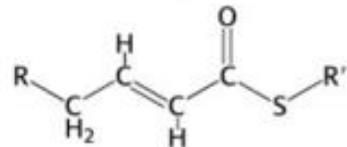
1. Oxidación por FAD.
2. Hidratación
3. Oxidación por NAD⁺
4. Tiolisis por CoA



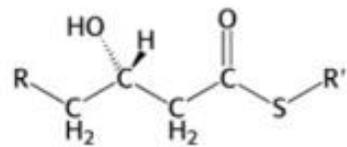
FATTY ACID DEGRADATION



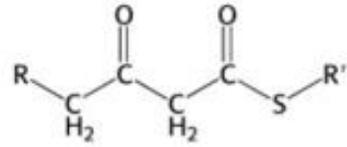
Oxidation



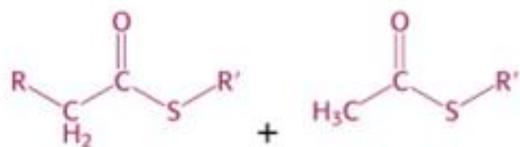
Hydration



Oxidation



Cleavage



Activated acyl group (shortened by two carbon atoms) + Activated acetyl group

Acil_(n) graso-CoA

Enz-FAD

Enz-FADH₂

H₂O

NAD⁺

NADH + H⁺

CoA

Acil_(n-2) graso-CoA +

acetil-CoA

4 reacciones de β-oxidación

ATP

Cadena de transporte electrónico

Ciclo de Krebs



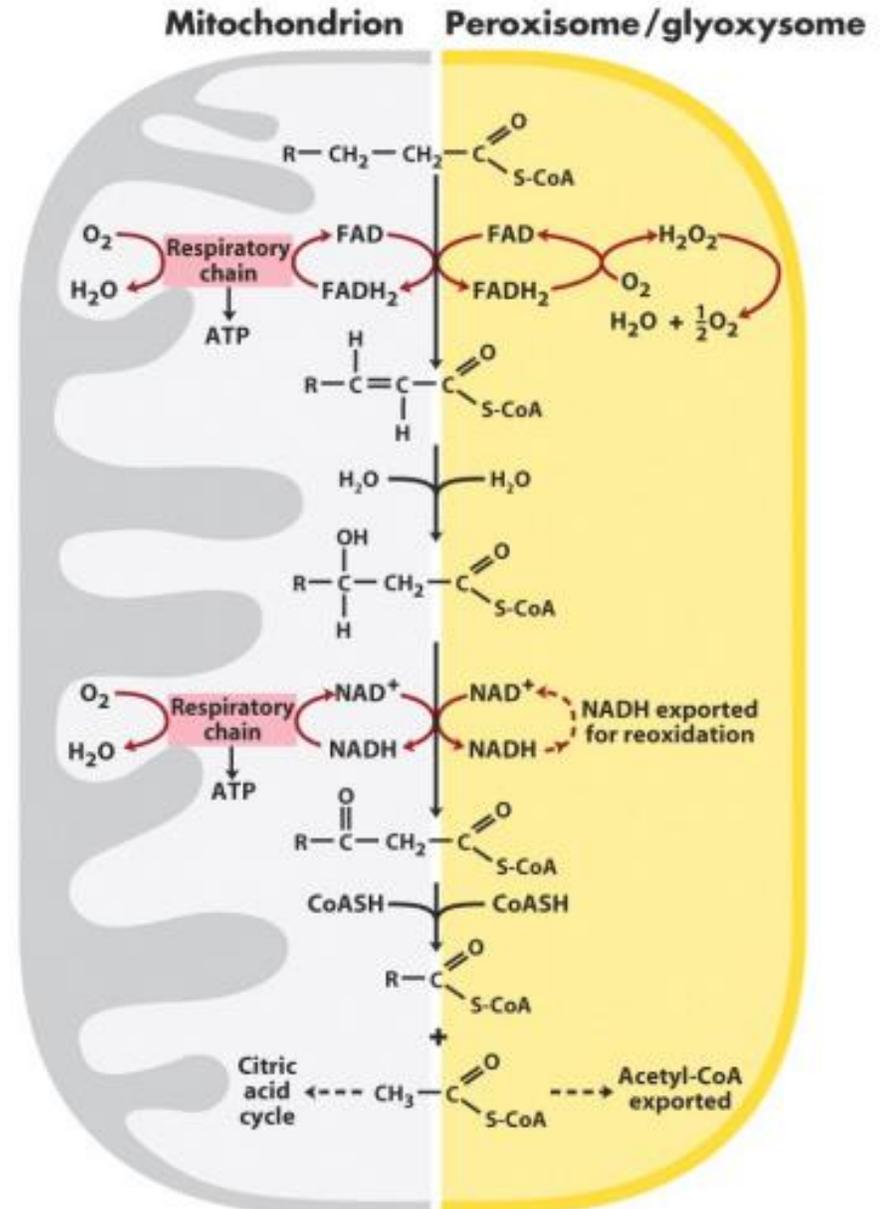


Rendimiento energético

	moléculas ATP
7 FADH ₂ (x 1,5 ATP)	8.5
7 NADH (x 2,5 ATP)	9.5
8 Acetil-CoA (x 10 ATP)	80
Activación (-2 ATP)	-2
1 Palmitato	106 ATP

Oxidación en los peroxisomas

La deshidrogenasa de Flavoproteína transfiere los electrones al O₂, produciendo H₂O₂, a diferencia de capturarlos en FADH₂ como ocurre en la β-oxidación mitocondrial. Este peróxido es eliminado posteriormente por la catalasa.





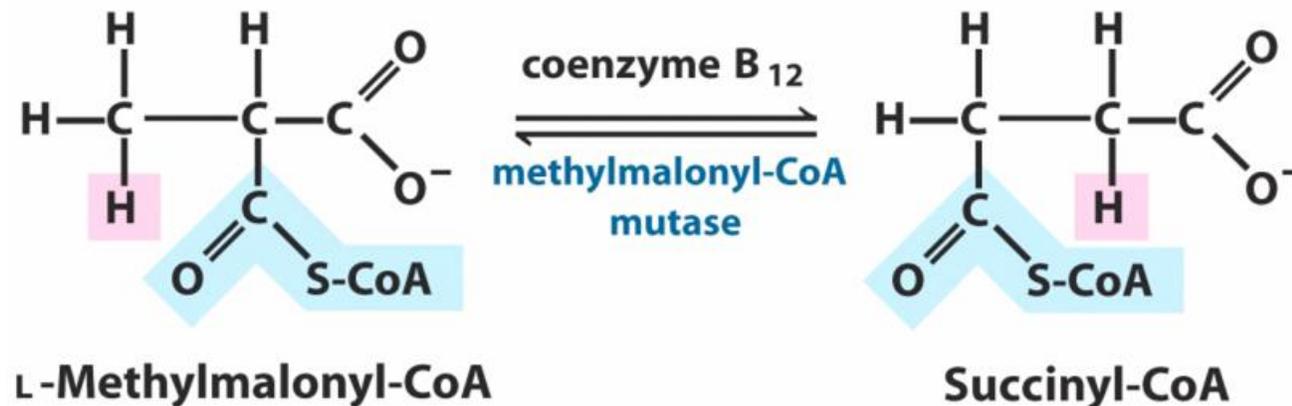
Oxidación de otros tipos de AG

- Oxidación de los ácidos grasos insaturados
- Oxidación de los ácidos grasos de cadenas impares

Cobalamina (Vitamina B12)

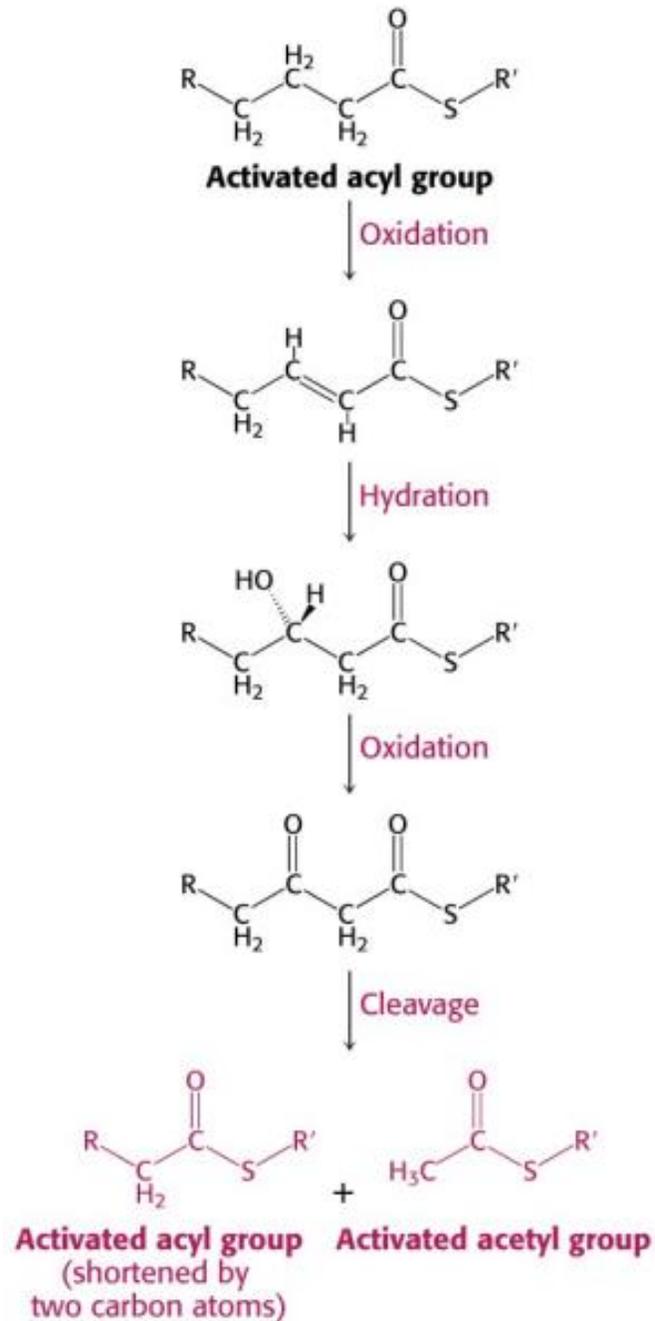
La función del coenzim a B12 en estas migraciones intramoleculares es servir de fuente de radicales libres para la extracción de átomos de hidrógeno.

- La conversión de L-metilmalonil-CoA en succinil-CoA
- La formación de metionina por metilación de la homocisteína.

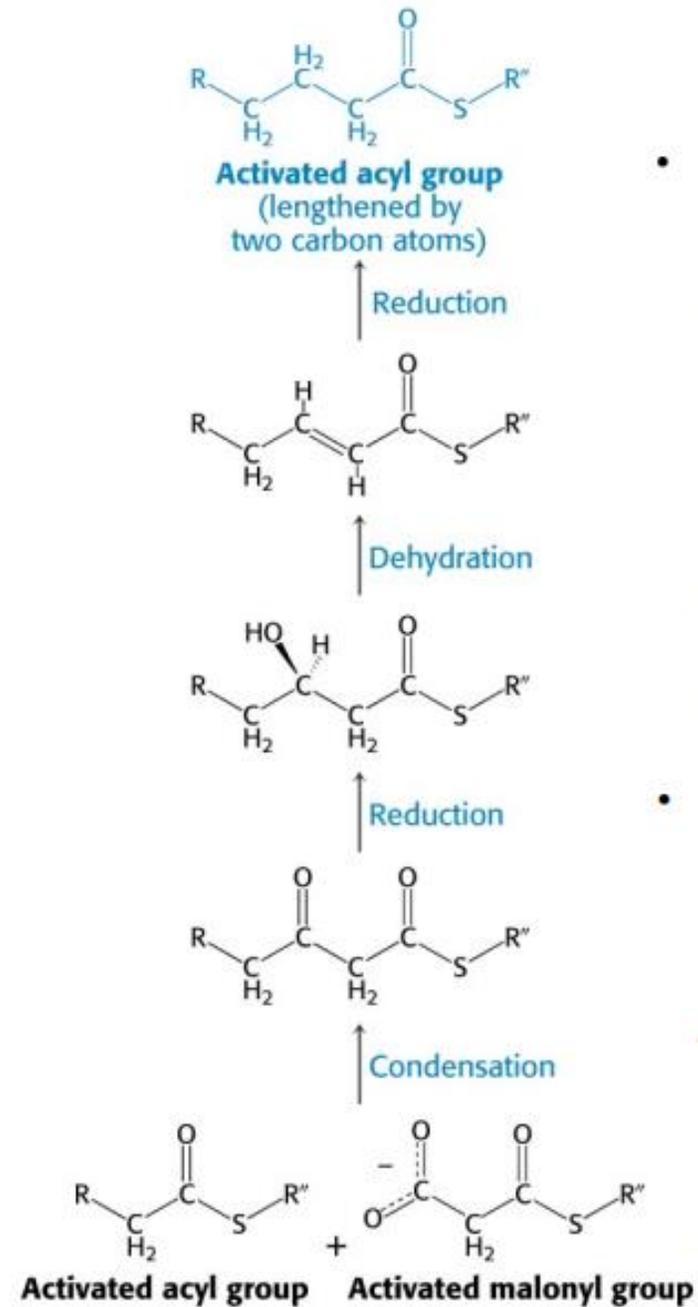




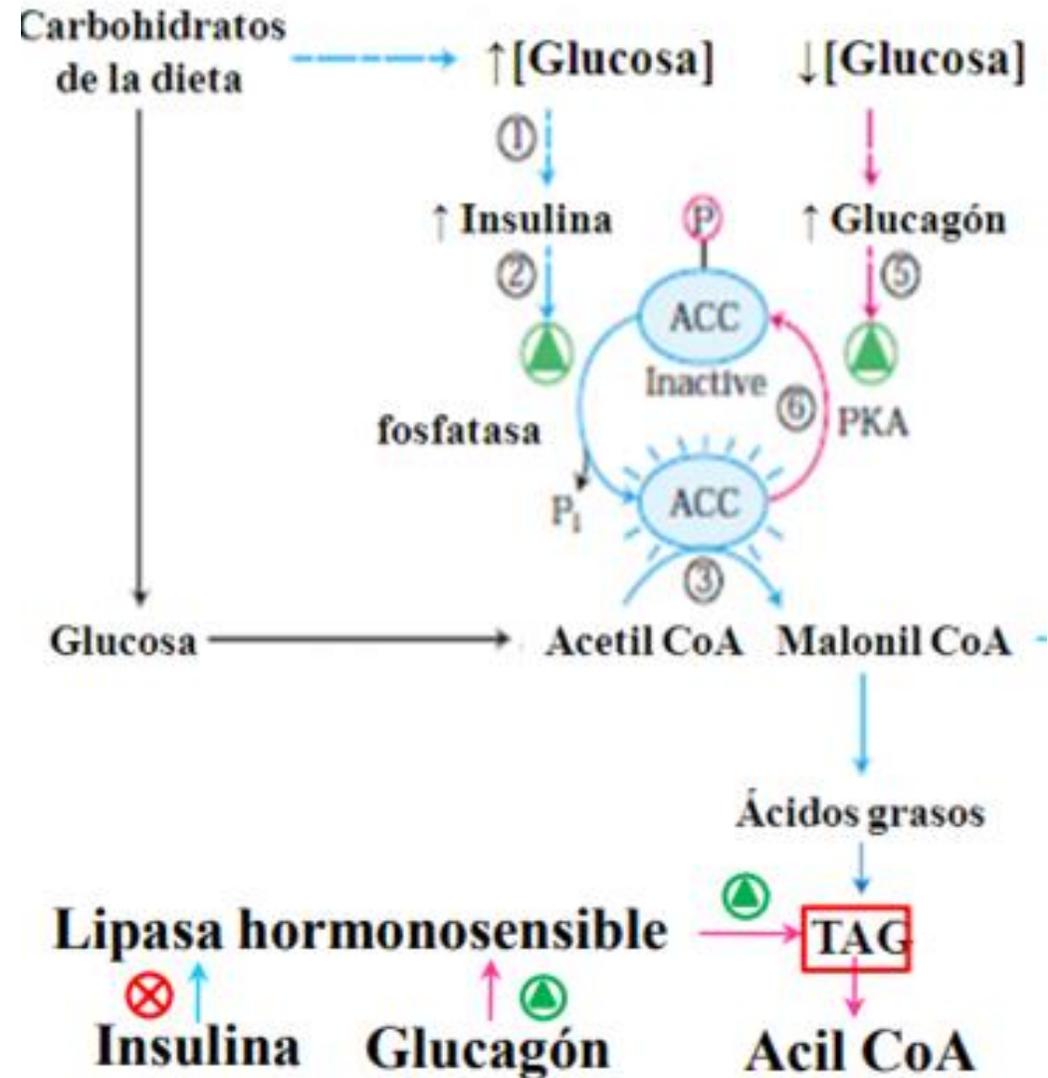
FATTY ACID DEGRADATION



FATTY ACID SYNTHESIS



Regulación de la lipólisis





Metabolismo de los cuerpos cetónicos

Fundamentos de Bioquímica

Marga Rodríguez Espejo



Cuerpos cetónicos

Los cuerpos cetónicos son **compuestos químicos** producidos por **cetogénesis** en las **mitocondrias** de las **células** del **hígado**.

Se producen cuando el cuerpo utiliza las grasas en lugar de los azúcares para generar energía. es una situación fisiológica



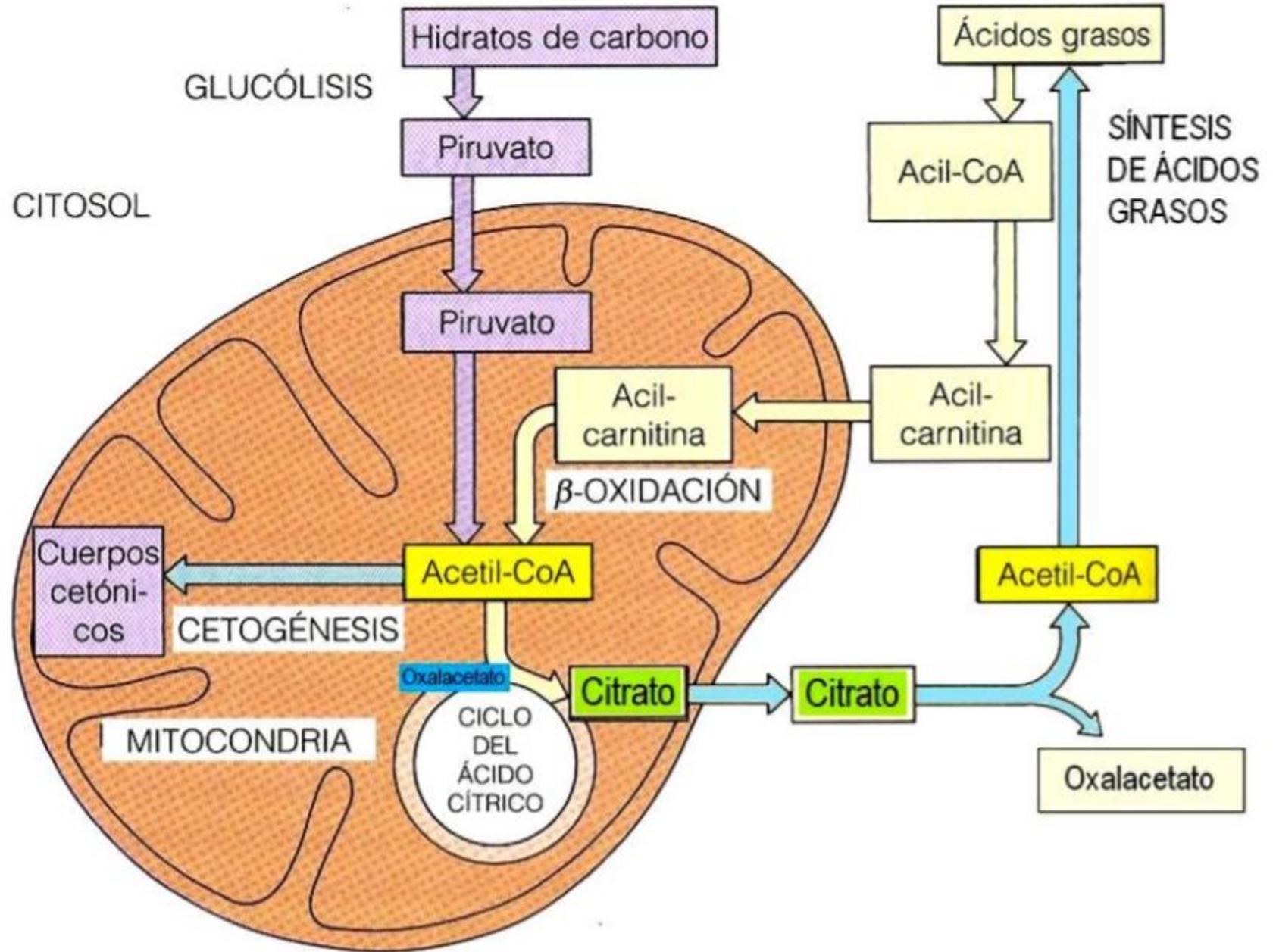
Causas

Causas:

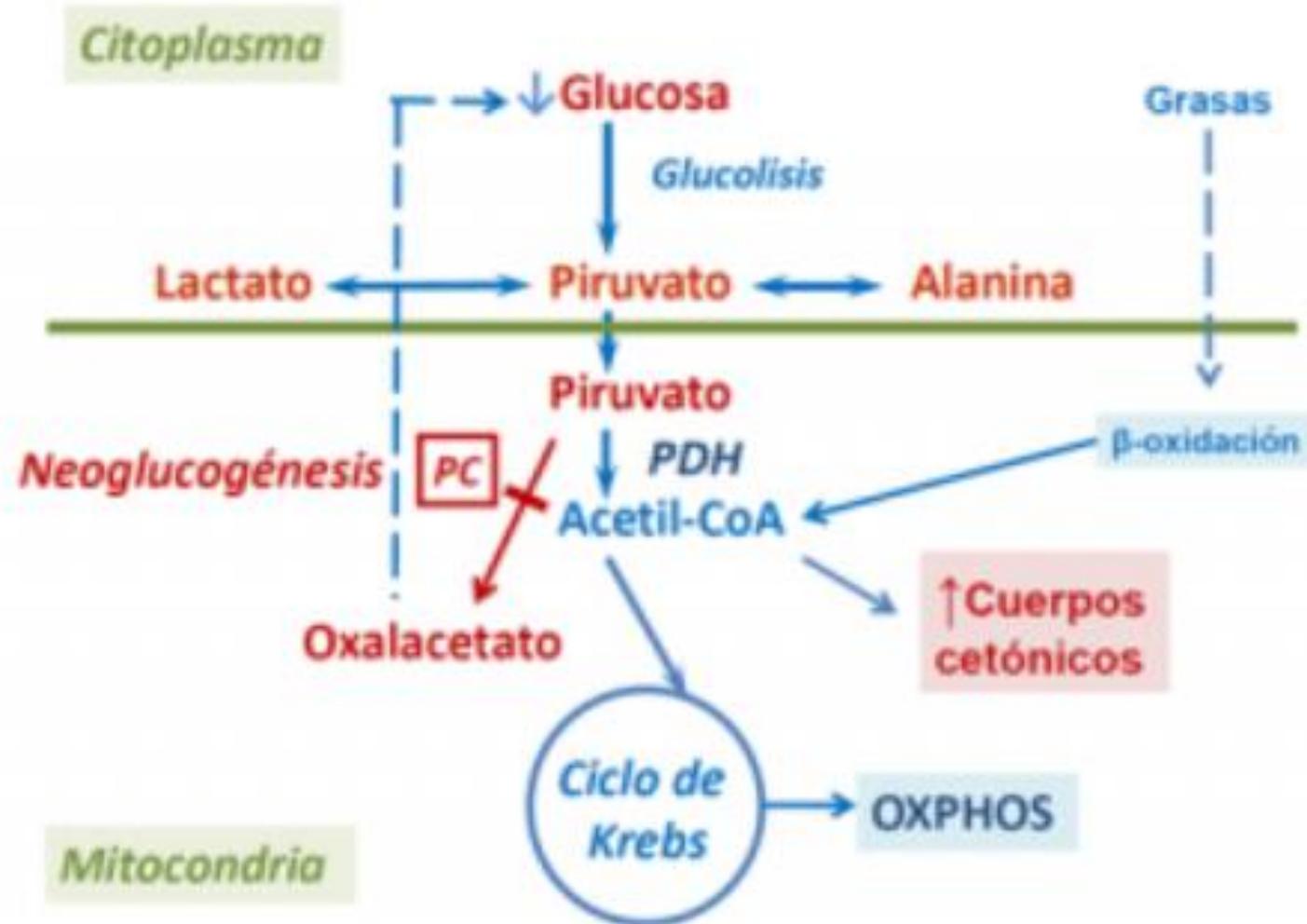
- Poca disponibilidad de carbohidratos (por ejemplo, ayuno).
- Gran utilización de reservas de grasa.

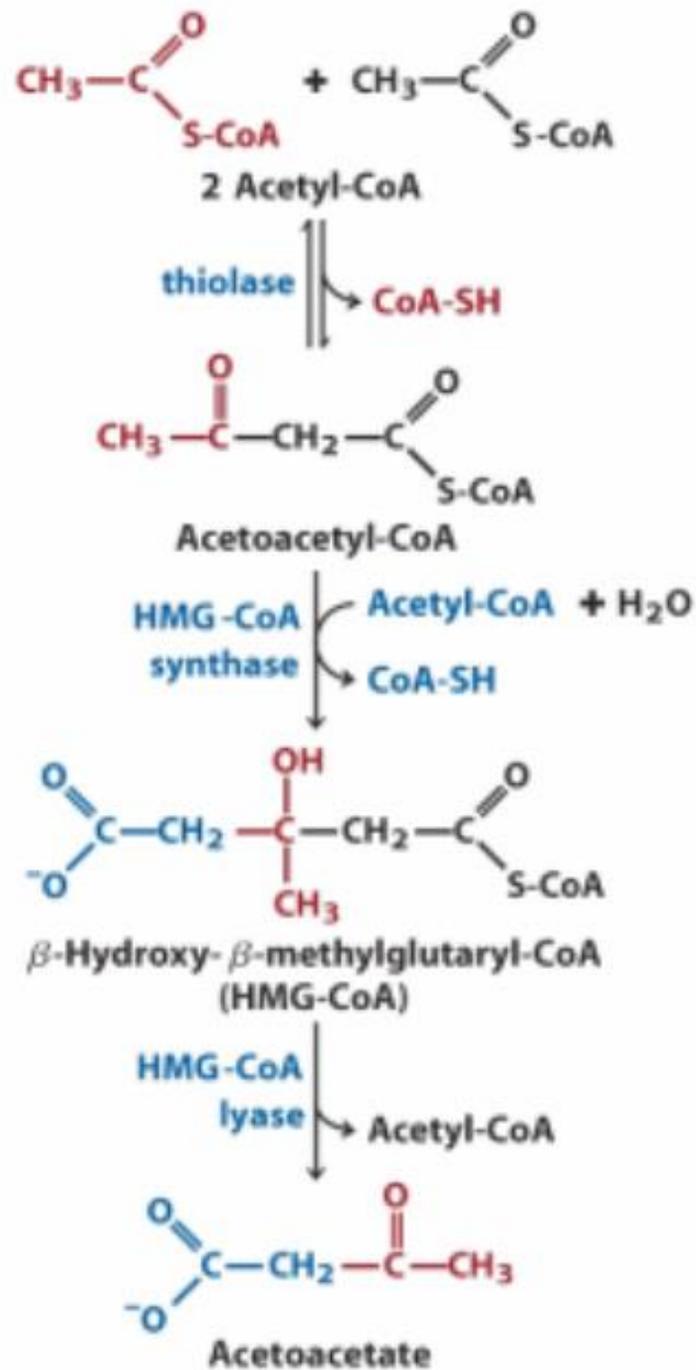
Condiciones determinantes:

- Inanición.
- Diabetes mellitus.
- Consumo excesivo de grasas.



Limitantes e intermediarios





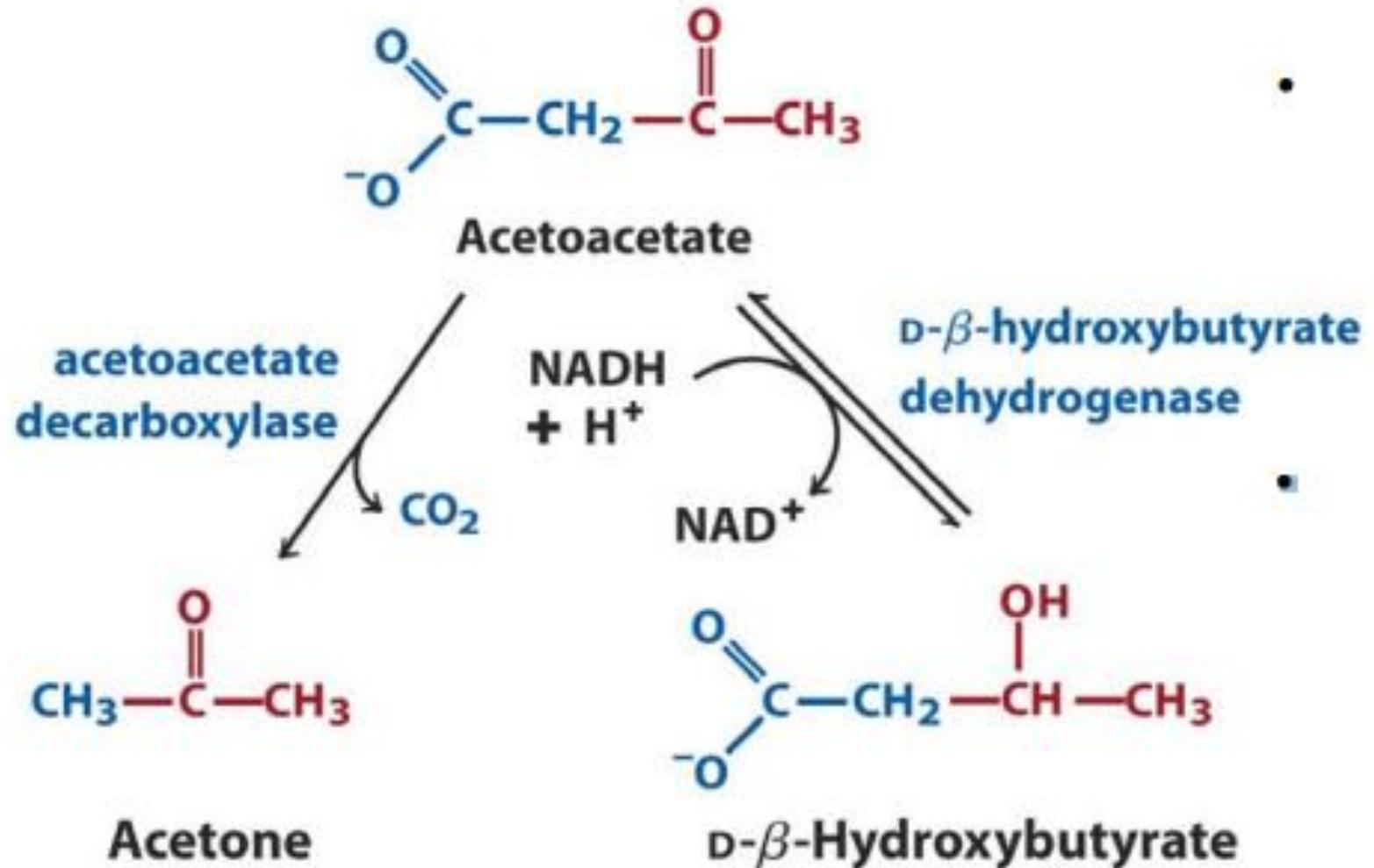
Cetogénesis

1. CONDENSACIÓN

2. DESHIDRATACIÓN

3. HIDRÓLISIS

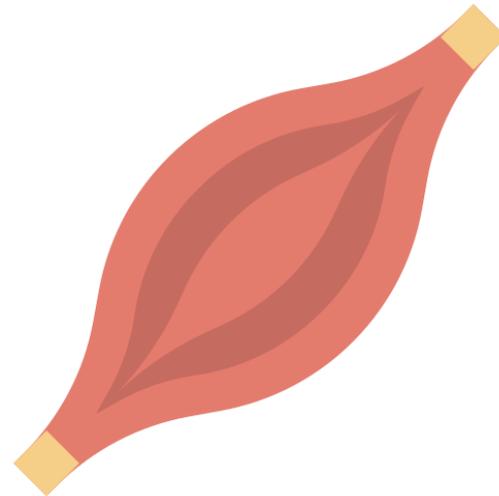
Cetogénesis





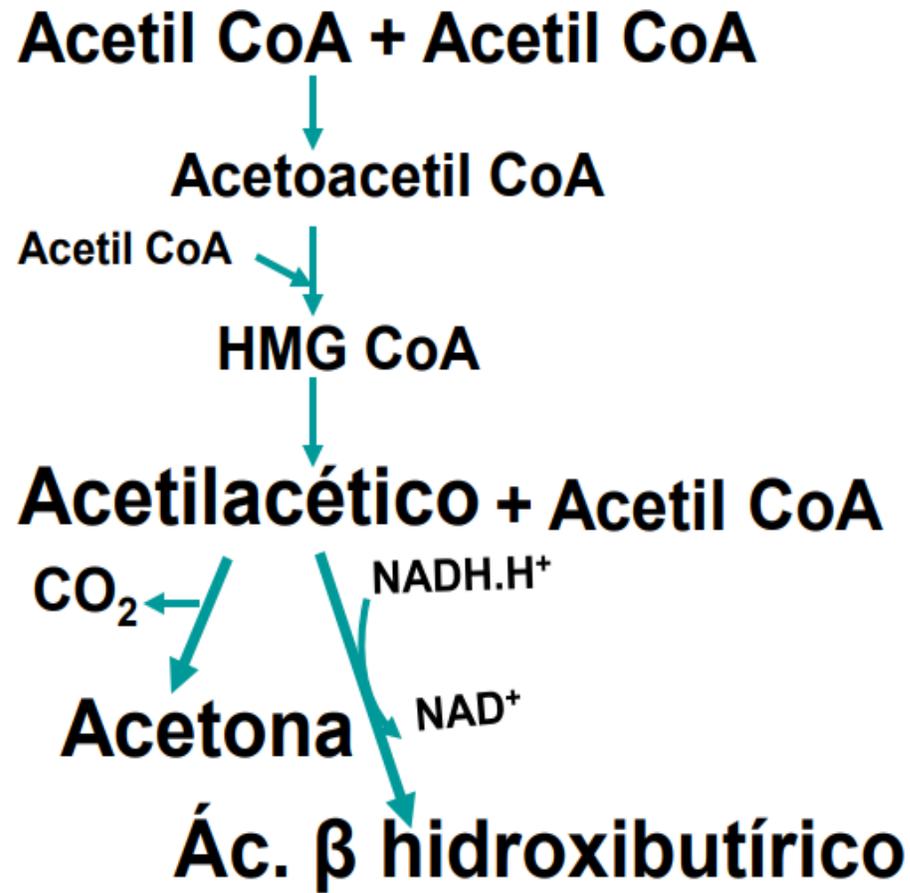
Uso de los cuerpos cetónicos

Los cuerpos cetónicos pueden utilizarse como fuente de energía en la mayoría de células con mitocondrias.

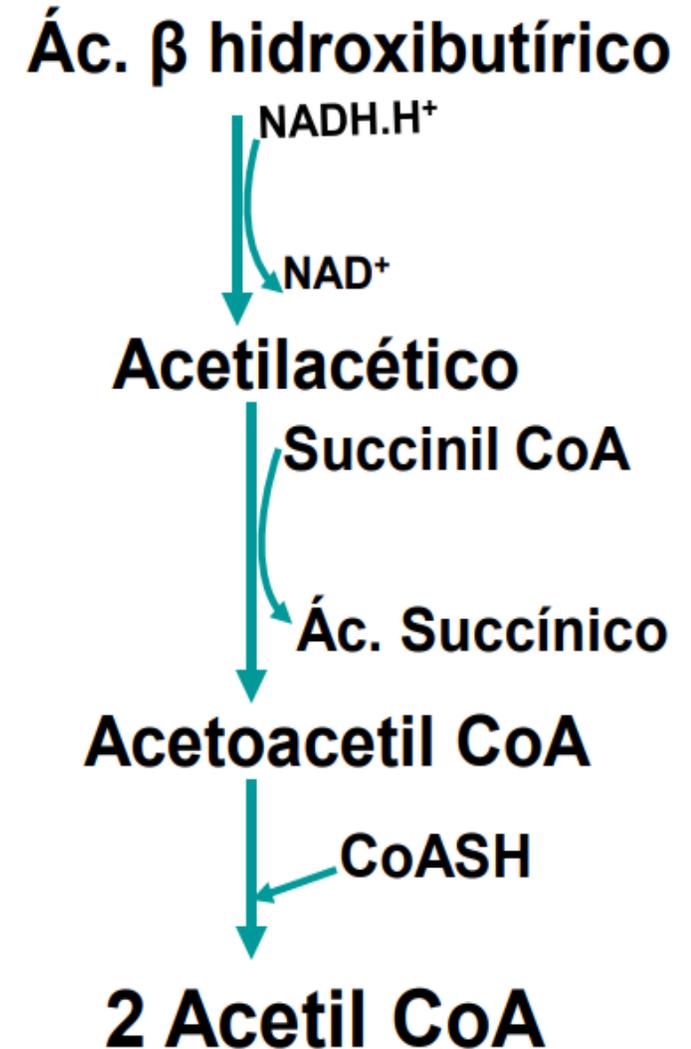




CETOGENÉISIS



CETOLISIS



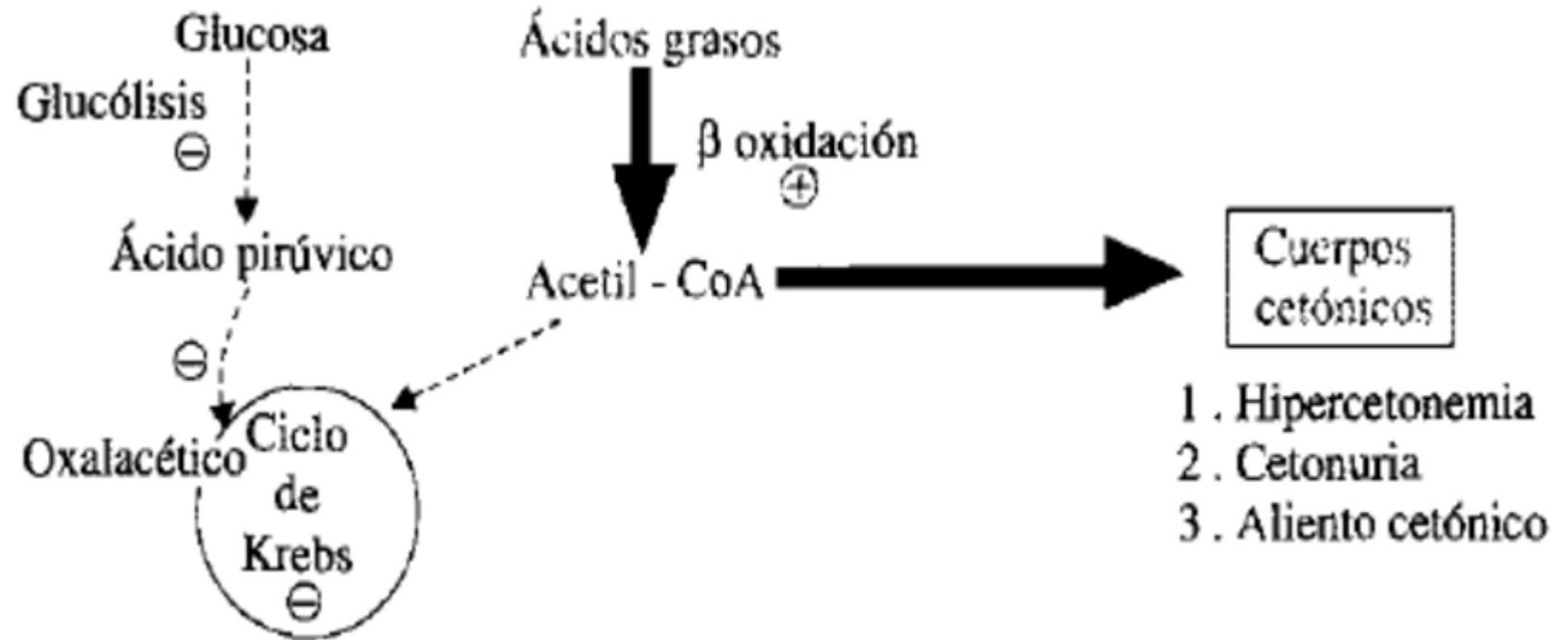


Acetoacetato



Los cuerpos cetónicos son una forma de transporte hidrosoluble de unidades de acetilo. Una elevada concentración en sangre de *acetoacetato* inhibe la lipólisis.

Cetosis



- 1 . Hiperketonemia
- 2 . Cetonuria
- 3 . Aliento cetónico

\oplus : procesos activados; \ominus : procesos disminuidos.



Gracias