



# NUTRICIÓN DEPORTIVA

DIGESTIÓN; ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE LOS  
LÍPIDOS

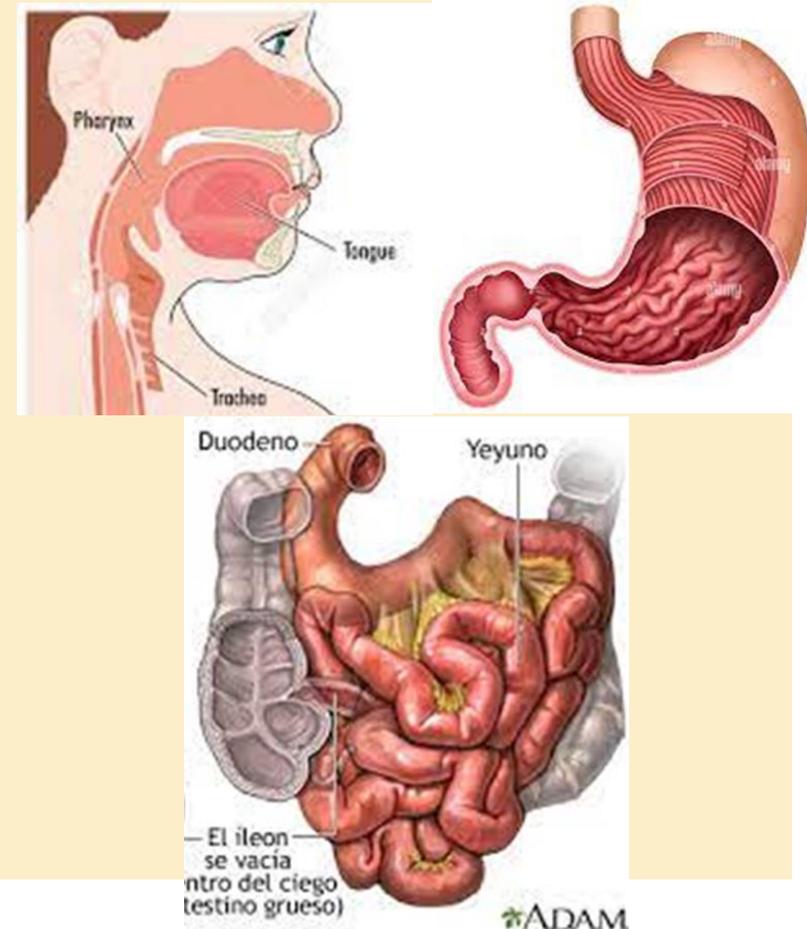
Lic. Ximena Janezic  
[ximenajanezic@gmail.com](mailto:ximenajanezic@gmail.com)



# LÍPIDOS

## Digestión

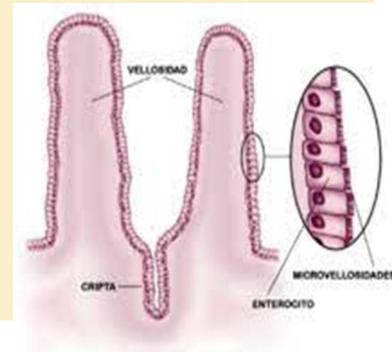
- ✓ Comienza en la boca, lipasa lingual y continua en estómago, lipasa gástrica = se hidrolizan ácidos grasos (AG) saturados de cadena corta y media (4 a 10 C)
- ✓ Intestino delgado = AG de cadena larga (12-18 C)



# LÍPIDOS

## Digestión

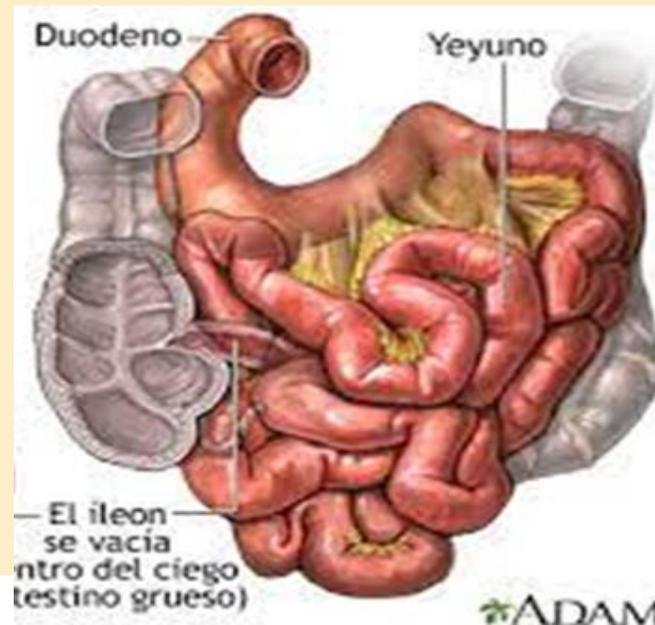
- Se estimula secreción hormonal de las paredes intestinales y se produce secreción de bilis y lipasa pancreática
- Sales biliares, no poseen enzimas. Su acción es romper las gotas de grasa y aumentar superficie de contacto entre moléculas y enzimas. Se producen TAG y AG libres y glicerol.
- AG libres pasan a través de microvellosidades a células epiteliales intestinales



# LÍPIDOS

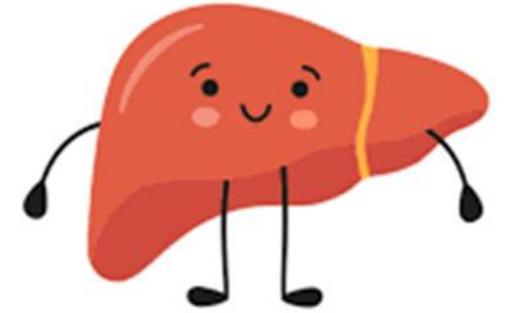
## Absorción

- ✓ Mucosa intestinal convierte lípidos absorbidos en TAG
- ✓ Se empaquetan en lipoproteínas = quilomicrón(QM)
- ✓ Éstos se liberan a torrente sanguíneo vía sistema linfático



# LÍPIDOS

## Absorción



- ✓ Los TAG formados en hígado se empaquetan en lipoproteínas de menor densidad (VLDL, HDL, LDL) y se liberan a sangre
- ✓ TAG de cadena media son absorbidos directamente en torrente circulatorio vía porta sin necesidad de QM
- ✓ Lipoproteinlipasa (LPL) producida en tejido muscular y adipocito y se libera a capilares sanguíneos
- ✓ LPL libera AG y glicerol
  - Los AG son absorbidos por las células = se pueden oxidar o reesterificar
  - Glicerol es transportado al hígado para convertirse en glucosa

# LÍPIDOS

## Metabolismo

- **Lipólisis:** lípidos del organismo son transformados en AG y glicerol para cubrir necesidades energéticas
- Los TAG almacenados en tejido adiposo se hidrolizan a AG libres y glicerol por hormona Lipasa hormona sensible (LPL Hs) presente en membrana de células adiposas
- LPL Hs
  - Se activa por Catecolaminas , Glucágon, Cortisol, Hormona del Crecimiento
  - Se inhibe por insulina, lactato y cuerpos cetónicos
- Tasa de lipólisis es ampliamente dependiente de la activación de LPL Hs
- **Lipogénesis:** AG son unidos (esterificados) con el glicerol para formar TAG o grasas de reservas

# Durante el ejercicio

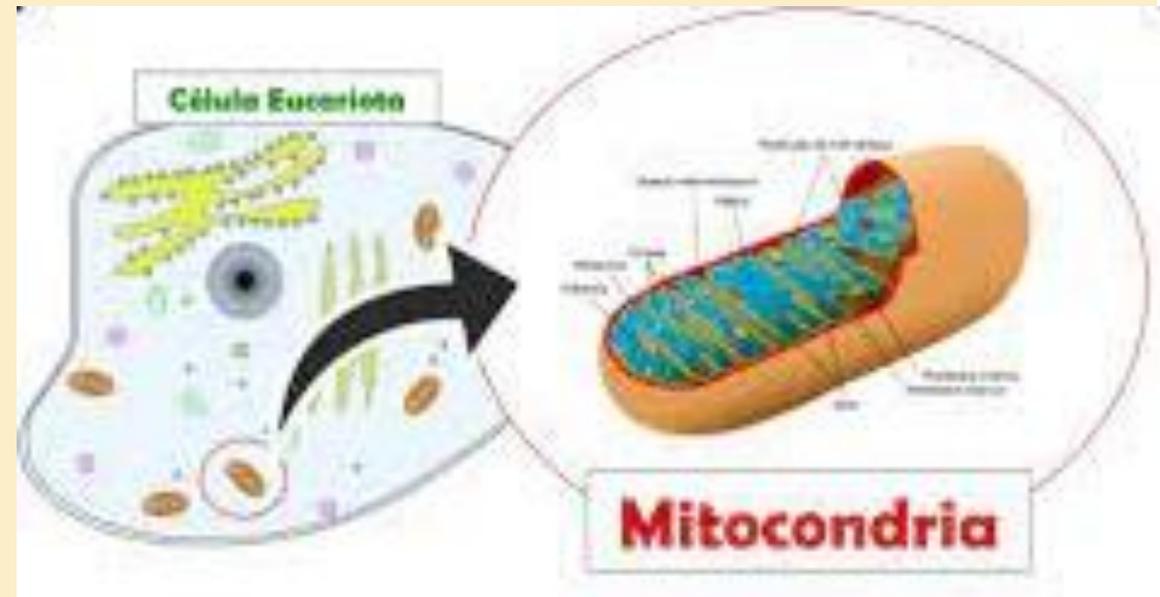
Dos aspectos del metabolismo de grasas de gran importancia en ejercicio:

- La grasa solo puede utilizarse como fuente energética en condiciones aeróbicas
- Como en células musculares se almacenan pequeñas cantidades de TAG, éstas deben ser transportadas hasta el músculo e introducidas en él

# Durante el ejercicio

Los AG son oxidados en mitocondria de célula muscular y provienen de diferentes lugares:

- Tejido adiposo
- TAG intramusculares
- AG libres plasmáticos



# En Reposo

- ✓ En reposo la mayor parte de las necesidades energéticas son provistas por AG libres del plasma
- ✓ El 70% de los AG libres liberados del tejido adiposo son reesterificados nuevamente a TAG y el resto pueden aparecer en plasma y ser utilizados para energía



# Durante el ejercicio

- **En ejercicio**, sólo el 25% son reesterificados, aumentando así los TAG que se utilizan por célula muscular para energía



# Durante el ejercicio

El **entrenamiento** produce aumento de los capilares sanguíneos que rodean las fibras musculares

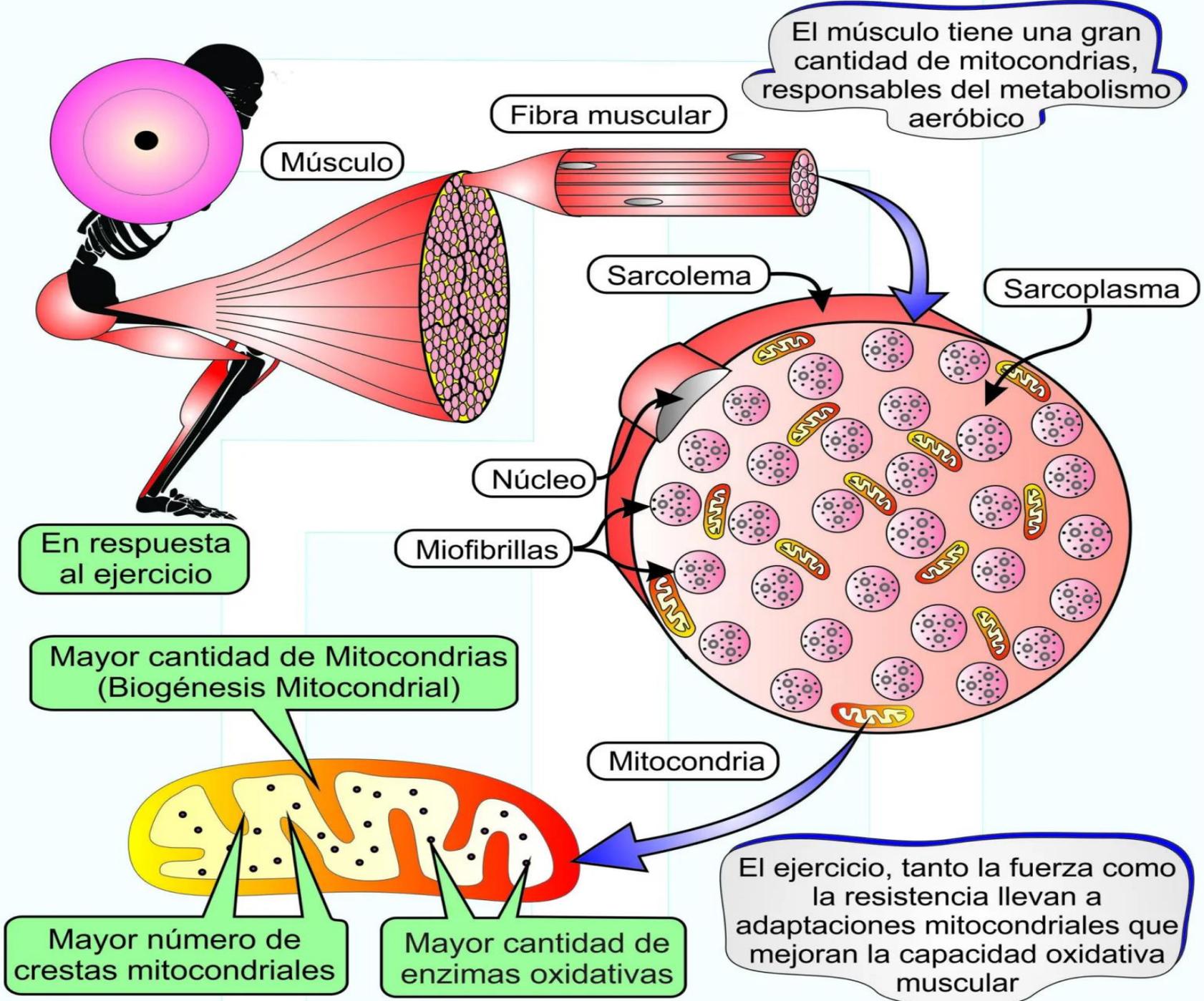
- Se facilita proceso de intercambio



# Durante el ejercicio

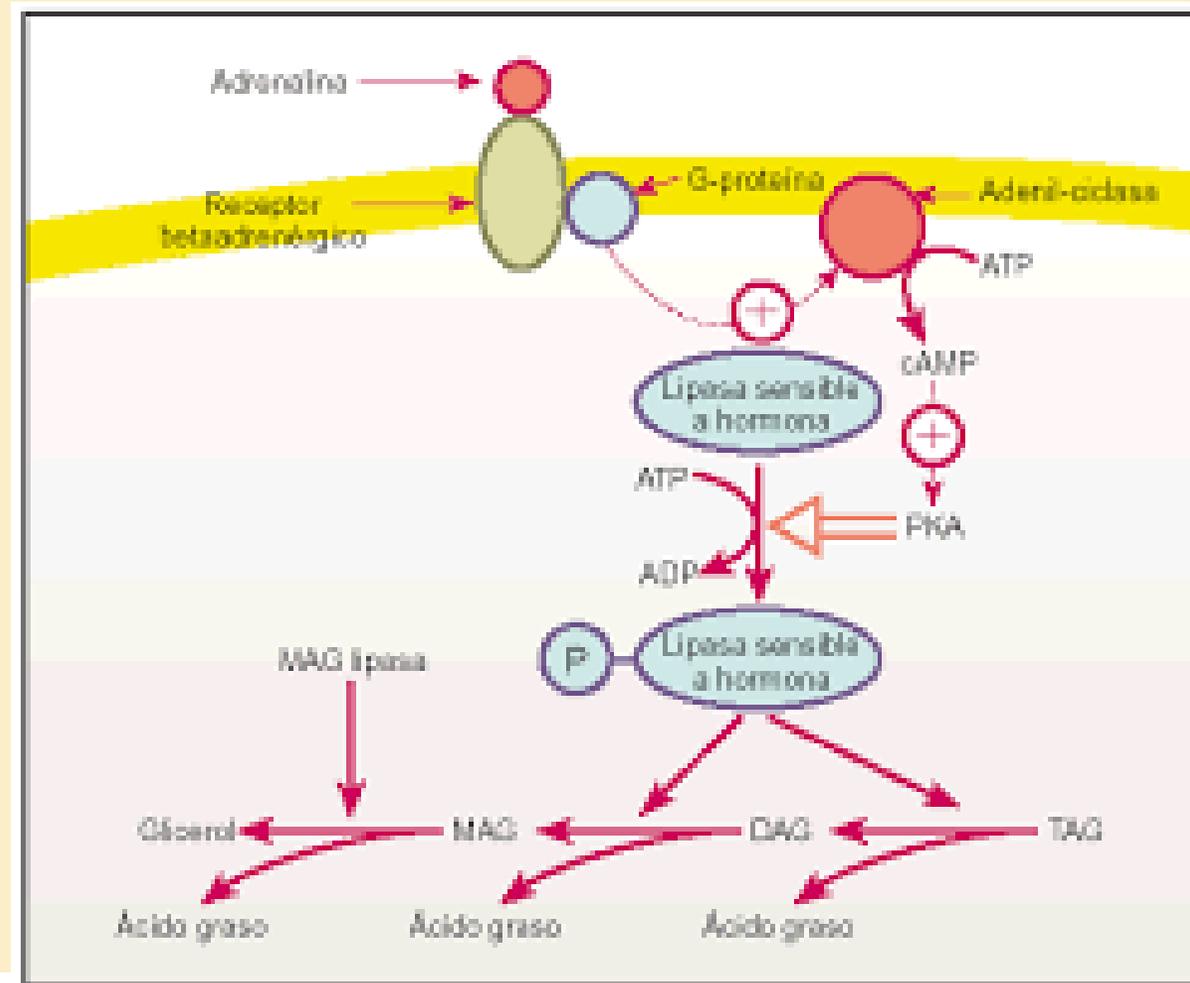
## **Se incrementan el número y tamaño de mitocondrias**

- Existe mayor actividad de enzimas que actúan en Ciclo de Krebs y la Cadena Respiratoria
- Los músculos de personas entrenadas aumentan contenido de glucógeno e incrementa capacidad para movilizar y oxidar grasas



# Durante el ejercicio

Se incrementa la sensibilidad de las células adiposas a la adrenalina que estimula la actividad de LPL Hs



# Durante el ejercicio

Durante esfuerzos de baja intensidad la disponibilidad de AG es similar en personas entrenadas y desentrenadas, pero la Oxidación será mayor en los primeros

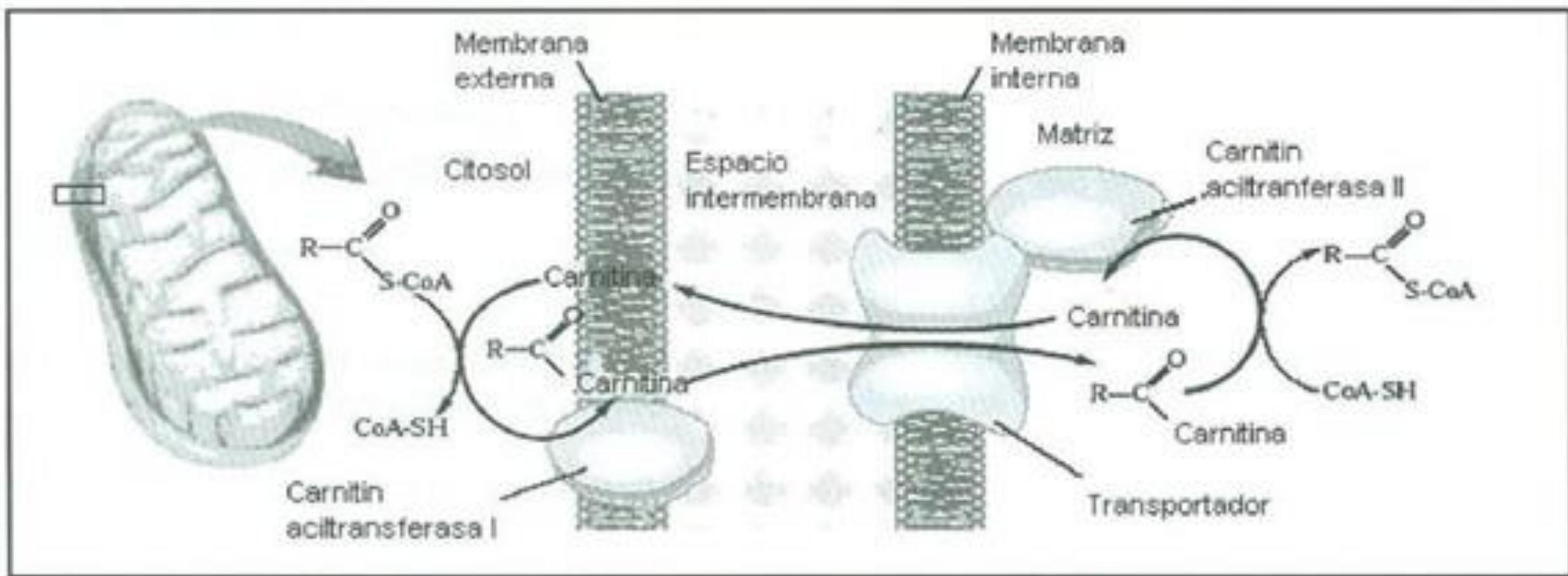


# Durante el ejercicio

Los AG libres de cadena larga, para poder entrar a mitocondria deben ser convertidos en un complejo llamado ACIL CoA

Necesitan de transportador:

- Carnitina Palmitol Transferasa I (CPT I) o Carnitina Acyl Transferasa I (CAT I)
- La concentración de carnitina necesaria para que la enzima CAT I alcance su velocidad media de acción es de 400 a 700  $\mu\text{mol}$
- Concentración muscular normal 4000  $\mu\text{mol}$
- Por lo tanto se satura al máximo la capacidad la velocidad de transporte de AG hacia mitocondria



# Oxidación de grasas y duración del ejercicio

## **Ejercicios aeróbicos:**

**Intensidad moderada a alta** => principal combustible: **glucógeno**

**Intensidades moderadas a baja** => Principal combustible: **grasas**

- Si actividad física continúa a la misma intensidad y la cantidad de H de C son suficientes las grasas seguirán siendo el principal nutriente oxidado
- Punto en donde se comienzan a utilizar más grasas que H de C = Cross-Over
- Puede modificarse según nivel de entrenamiento

# Oxidación de grasas e intensidad del ejercicio

- Lipólisis en ejercicios de intensidad moderada aumenta 3 veces respecto al reposo
- El  $\text{VO}_{2\text{max}}$  importante para definir tasa de oxidación de grasas
  - En deportistas cercano al 75%  $\text{VO}_{2\text{max}}$
  - En sedentarios 65%  $\text{VO}_{2\text{max}}$
- Intensidades mayores al 80%  $\text{VO}_{2\text{max}}$  baja contribución energética por parte de grasas
  - Reducción plasmática de AG libres
  - Acidez = inhibe LPL Hs
  - Vasoconstricción

# Efectos del entrenamiento aeróbico sobre metabolismo de lípidos

## **Cambios fisiológicos:**

- ✓ Aumenta la sensibilidad de las células adiposas a la adrenalina (mayor estímulo de LPL Hs)
- ✓ Aumenta los TAG intramusculares y mejora la ubicación dentro de la mitocondria
- ✓ Aumento de densidad mitocondrial
- ✓ Aumento de enzimas oxidativas
- ✓ Aumento de capilarización
- ✓ Aumento de la concentración de proteína transportadora de AG a través de membrana sarcoplasmática
- ✓ Aumento de Carnitina Palmitol Transferasa
- ✓ Utilización más eficiente de las cetonas

# Cuerpos Cetónicos

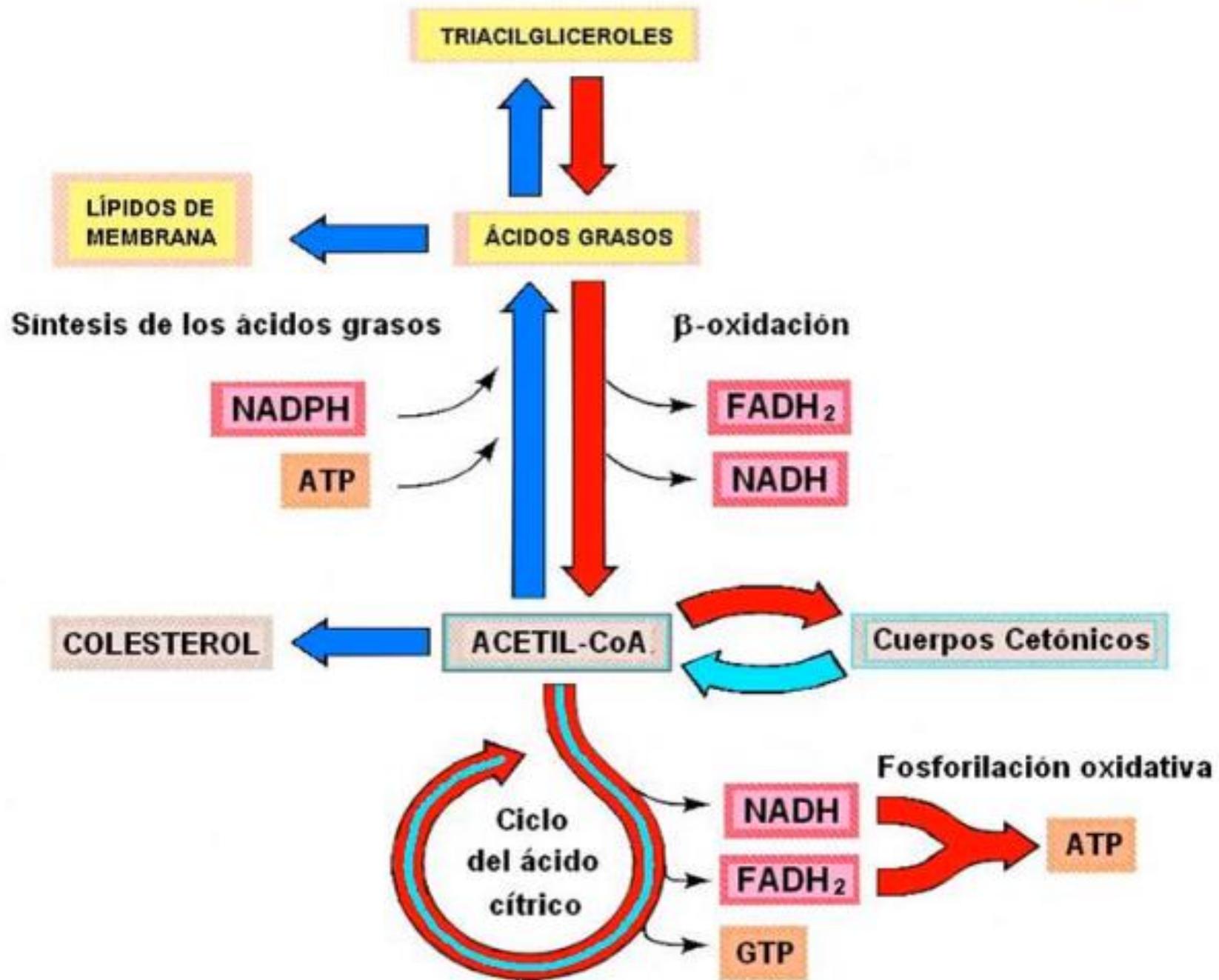
**Cetogénesis:** Producción de cuerpos cetónicos por la Lipólisis

- Exceso de acetil-CoA
- Formación de beta-hidroxibutirato y acetona

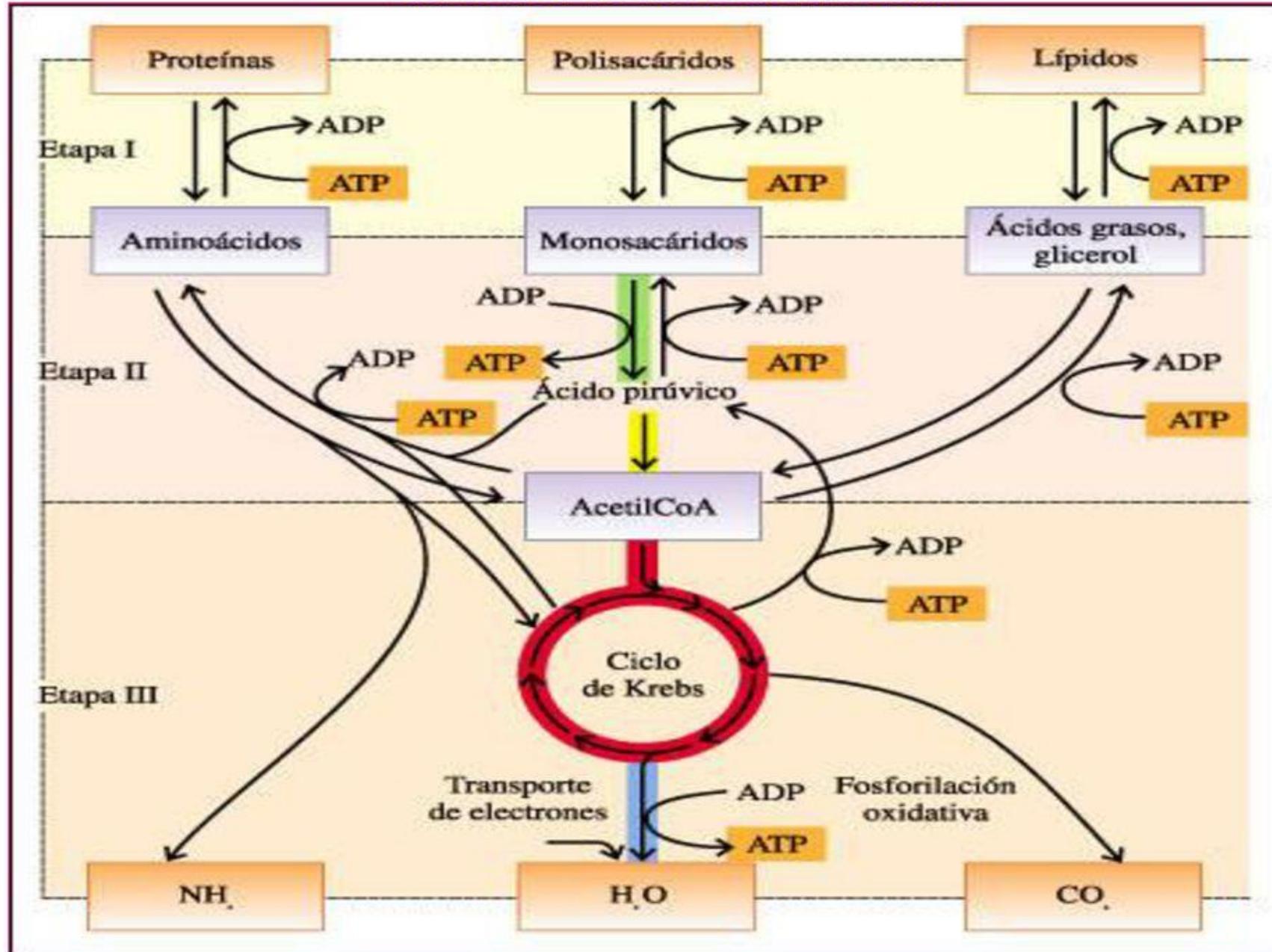
**Cetólisis:** Degradación de cuerpos cetónicos con fines energéticos

**Cetosis o Cetoacidosis:** sucede cuando se supera la capacidad de oxidación de los cuerpos cetónicos, se acumulan en sangre y se eliminan por orina o vía respiratoria

- Disminución del pH
- Acidosis metabólica



## ETAPAS GENERALES DEL METABOLISMO





# ENERGÍA

## Conceptos Básicos

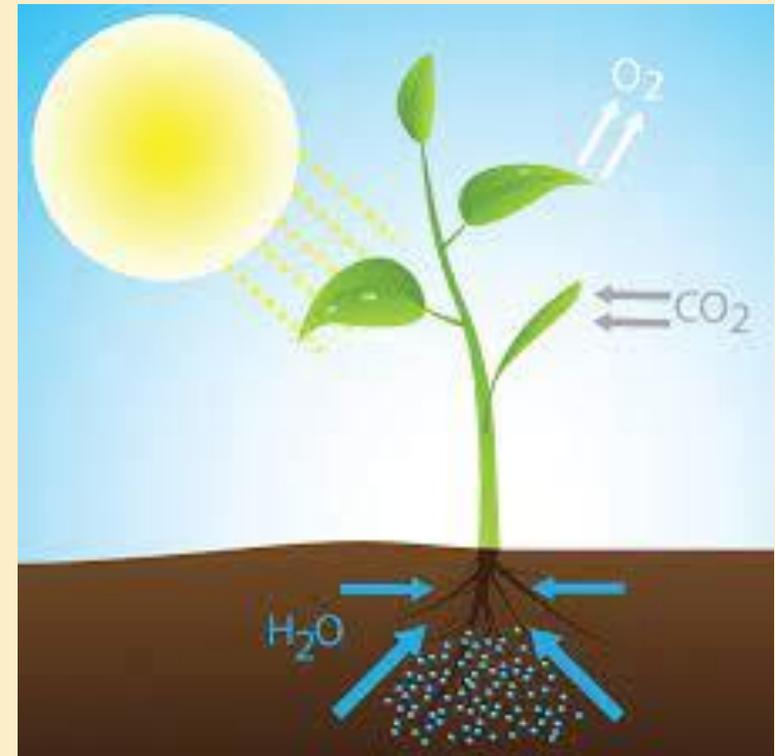
# Energía

- ✓ Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.
- ✓ “Capacidad de hacer funcionar las cosas”



# Tipos

- ✓ Solar
- ✓ Química
- ✓ “Utilización de la energía química”



# 1º Ley de Termodinámica

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma de una forma a otra



Energía libre



Capturada por  
compuestos químicos

ATP



# ATP = Adenosin – Tri – Fosfato

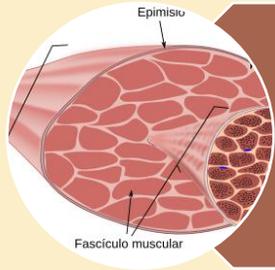
- ✓ Principal transformador de energía libre en todos los seres vivos
- ✓ La formación de ATP provee a las células un medio de almacenamiento y conservación de compuestos de alta energía
- ✓ Moneda energética

# ATP = Adenosin – Tri – Fosfato

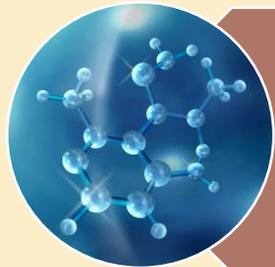
- ✓ La energía química de los enlaces Fosfatos es utilizada por las células para producir TRABAJO



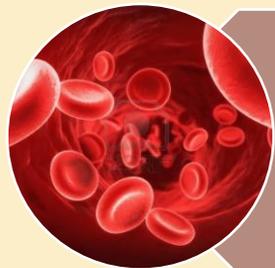
# Trabajo



Mecánico (Contracción Muscular)

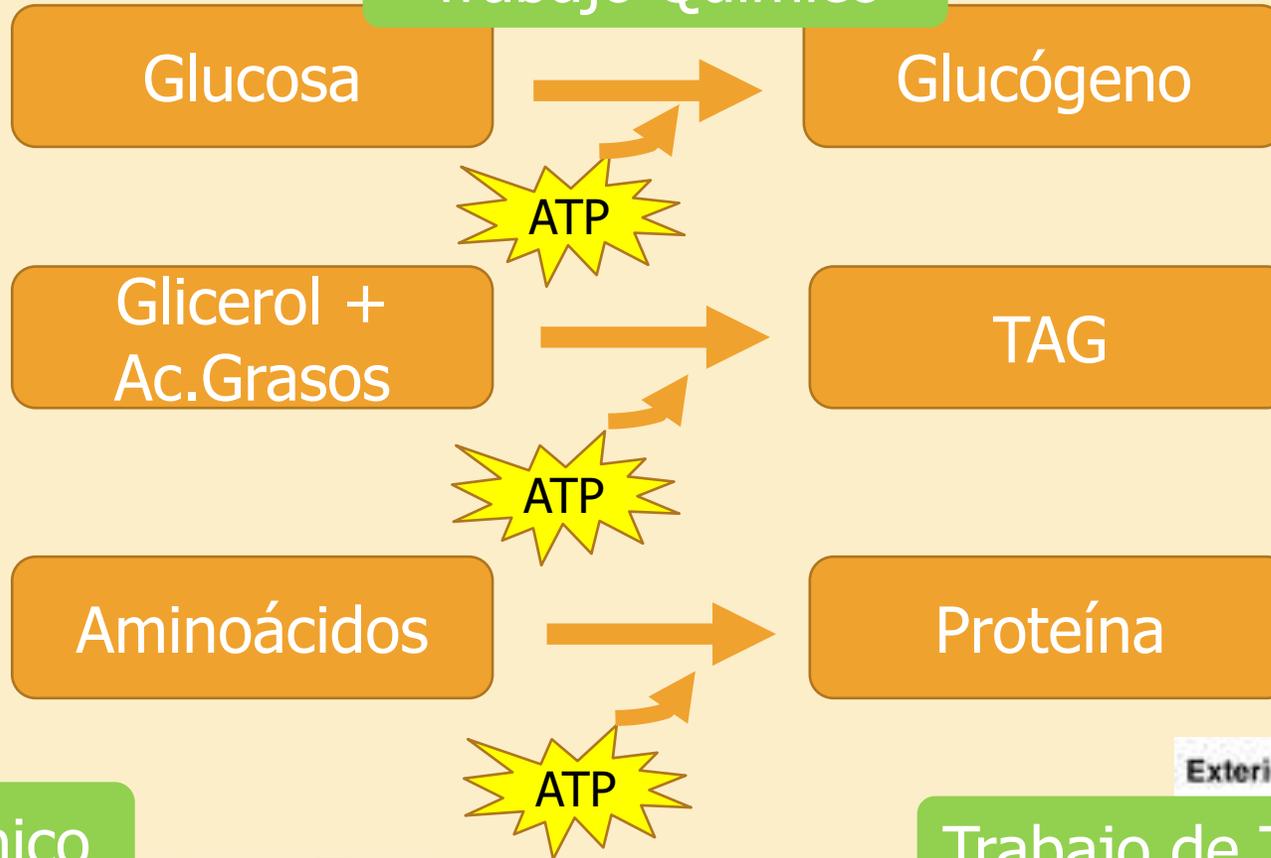


Químico (Síntesis Molecular)



Transporte de sustancias

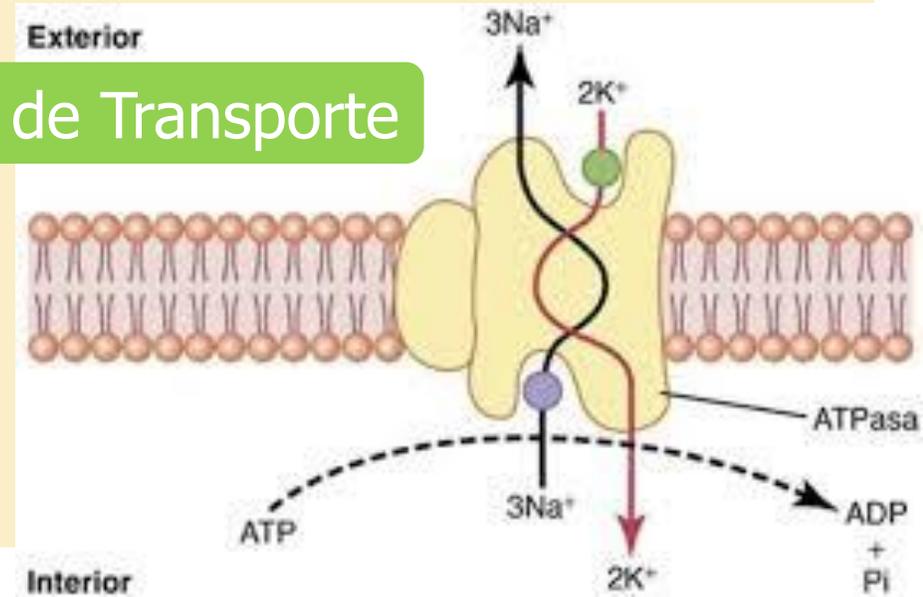
## Trabajo Químico



## Trabajo Mecánico



## Trabajo de Transporte



# En reacciones biológicas

- ✓ Toda la energía se transforma en calor
- ✓ La cantidad de energía liberada se calcula a partir de la cantidad de calor producido



# Unidad de Medida

Universal para todas las formas de energía: JOULE

Para energía térmica: CALORÍA



# Caloría x 1000

- ✓ Muy pequeña...
- ✓ Múltiplo mil veces mayor: Kcal
  - ✓ Contenido energético de A.F.
  - ✓ Valor energético de los alimentos

$$1 \text{ Kcal} = 4,184 \text{ KJoule}$$



