

# **METABOLISMO-NUTRICIÓN**

**SEGUNDO SEMESTRE**

**PRIMER AÑO**

# **METABOLISMO-NUTRICIÓN**

## **TEMA IV. METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS**

### **CONFERENCIA 7**

**TÍTULO: “METABOLISMO DE LOS  
TRIACILGLICÉRIDOS”**

# Sumario

- 1. Lipogénesis. Características.**
- 2. Formación de precursores:**
  - Síntesis de ácidos grasos**
- 4. Regulación.**
- 5. Lipoproteína VLDL. Estructura.  
Función. Destino.**

# Objetivos

- 1. Exponer la importancia de los triacilglicéridos como reserva energética.**
- 2. Enunciar el concepto de lipogénesis.**
- 3. Citar los precursores de la síntesis de triacilglicéridos.**
- 4. Mencionar las enzimas reguladoras de la lipogénesis.**
- 5. Citar los componentes de las VLDL**

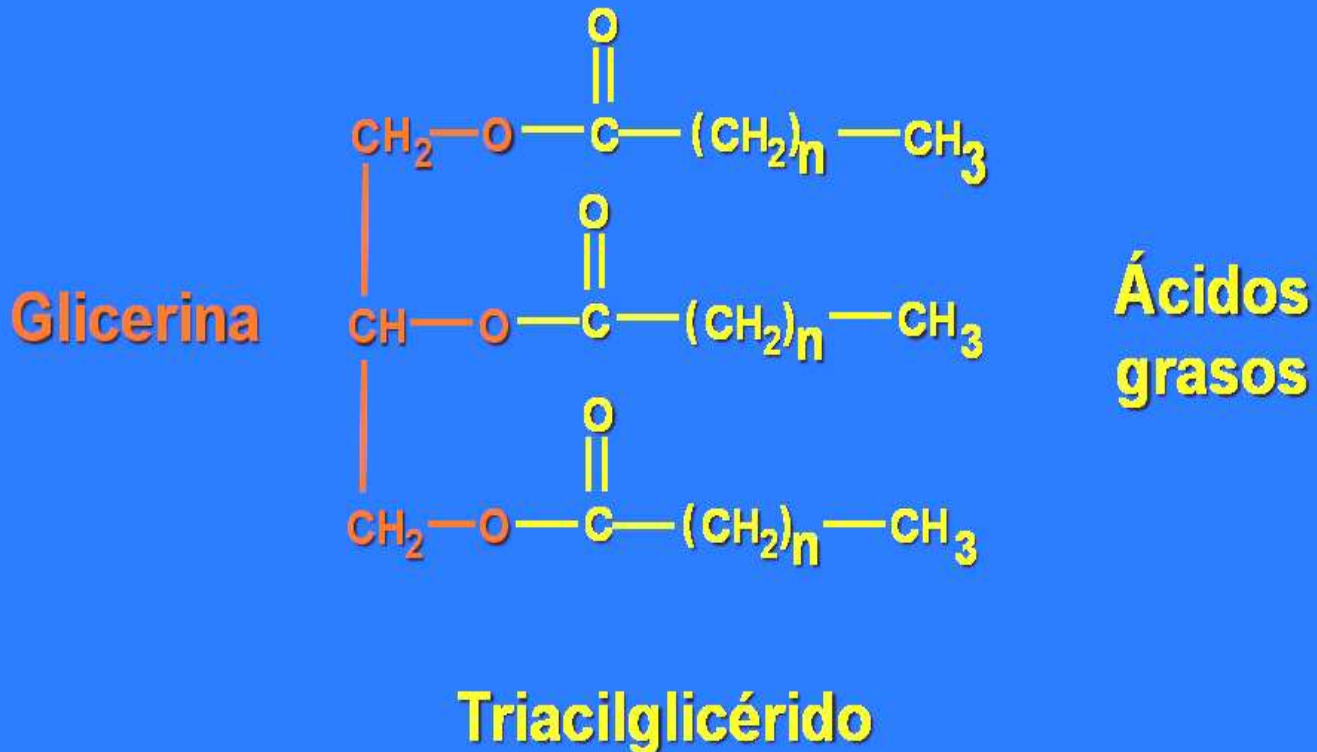
# MOTIVACIÓN

**¿POR QUÉ LOS GLÚCIDOS  
ENGORDAN?**

# Lípidos de la dieta (60-100 g/día)

- 1. Triacilglicéridos (~ 90%)**
- 2. Fosfolípidos**
- 3. Colesterol libre y esterificado**
- 4. Acidos grasos libres**
- 5. Vitaminas liposolubles (A, D, E, K)**

# Estructura de los triacilglicéridos





**Proceso mediante el cuál se sintetizan los**

**TAG**



# CARACTERÍSTICAS GENERALES

**Nombre del Proceso:** Lipogénesis

**Definición:** Proceso mediante el cuál se sintetizan Triacilglicéridos

**Localización Celular y Tisular:** Citosol . Tejido Adiposo y Hepático

**Precursores Activos:** Acil-CoA y 3 Glicerol-Fosfato

**Producto Final:** Triacilglicéridos

**Etapas:** 1. Formación de los Precursores activos  
2. Formación de Triacilglicéridos.

**Tipo de secuencia:** Vías

**Tipo de proceso:** Anabólico

**Estado Energético:** Endergónico

**Reversibilidad:** No

**Regulación:** Enzimas reguladoras: Acil- CoA Carboxilasa y Ácido Graso Sintetasa.

Mecanismo de regulación: Regulación Covalente, Alostérica

Control Hormonal : Insulina  Glucagón 

**Vínculos:** Con Metabolismo de Lípidos, Glúcidos y Comp. Nitrog. (AA)

**Importancia Biológica:** Los triacilglicéridos constituyen una importante reserva energética, es un **almacén ilimitado de sustancia y energía,**

**Otras Características:**

# PRECURSORES DE LA LIPOGÉNESIS



```
graph TD; A[PRECURSORES DE LA LIPOGÉNESIS] --> B[LIPÍDICOS]; A --> C[NO LIPÍDICOS]; B --> D[Ácidos grasos]; C --> E[Glicerol]; C --> F[Glúcidos]; C --> G[Aminoácidos]
```

**LIPÍDICOS**

**Ácidos grasos**

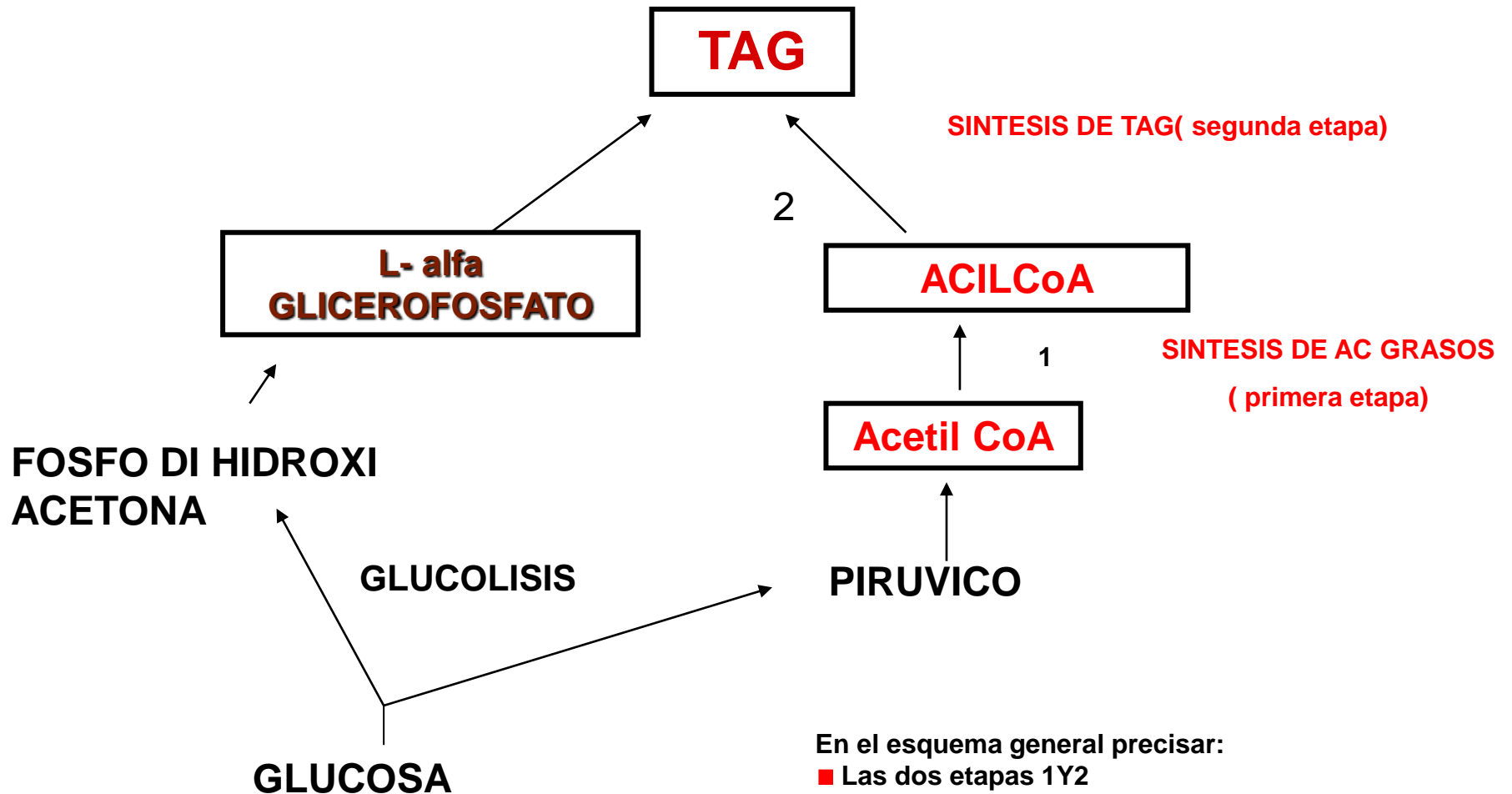
**NO LIPÍDICOS**

**Glicerol**

**Glúcidos**

**Aminoácidos**

# Esquema general de la lipogenesis



En el esquema general precisar:

- Las dos etapas 1Y2
- Sustrato iniciador y producto final de cada etapa
- Los orígenes del ácido graso y del glicerol 3 fosfato
- El origen del Acetil ~ CoA
- Las enzimas que participan

# SINTESIS DEL ÁCIDO PALMITICO: DOS ETAPAS

**1- SINTESIS DE MALONIL CoA catalizada por la acetil CoA carboxilasa**

**2- SINTESIS DEL ACIDO GRASO catalizada por la sintetasa ácido graso**

## Primera etapa



**ENZIMA ACETIL CoA CARBOXILASA**

## Segunda etapa

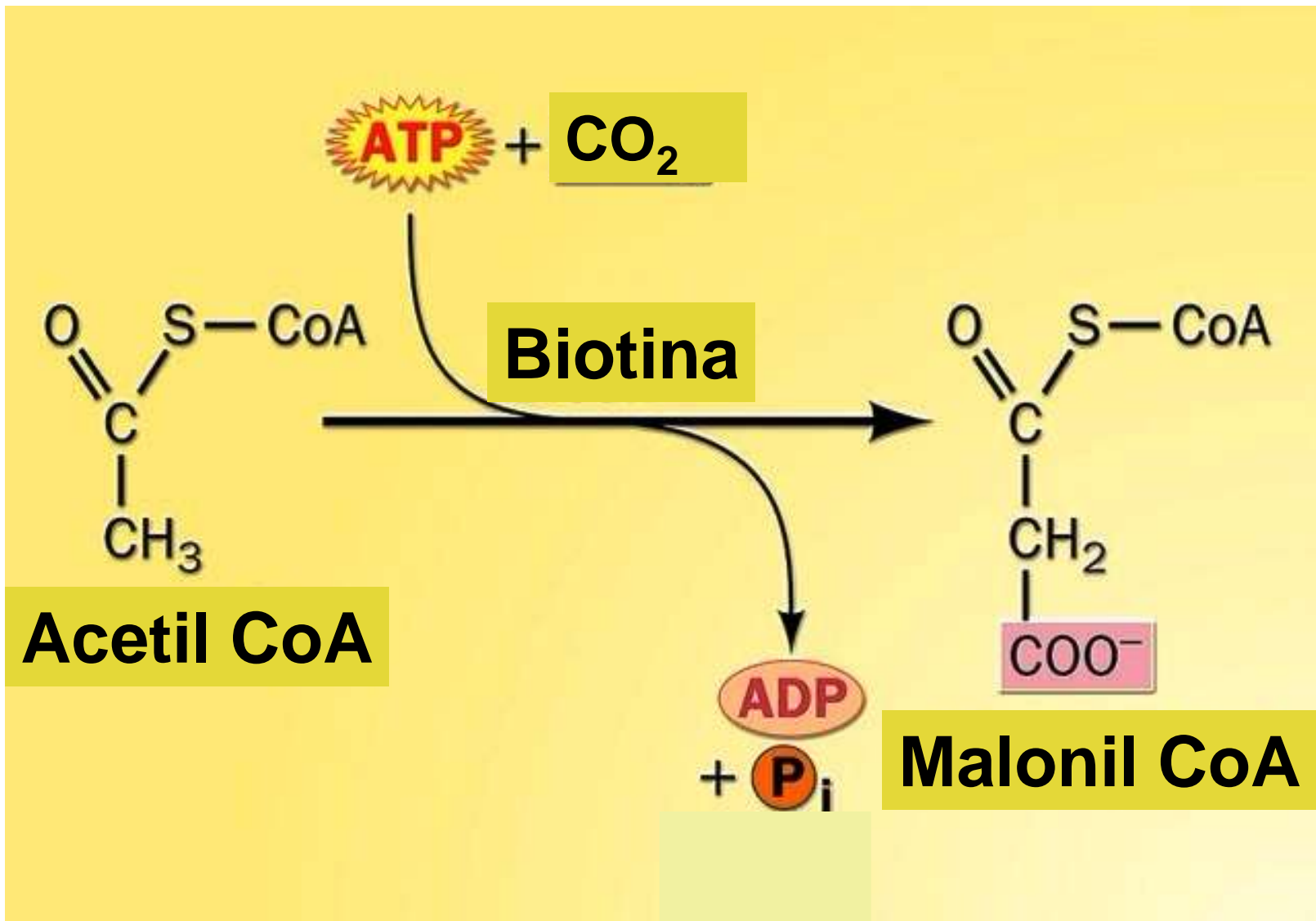


**ENZIMA SINTETASA DE ACIDO GRASO**

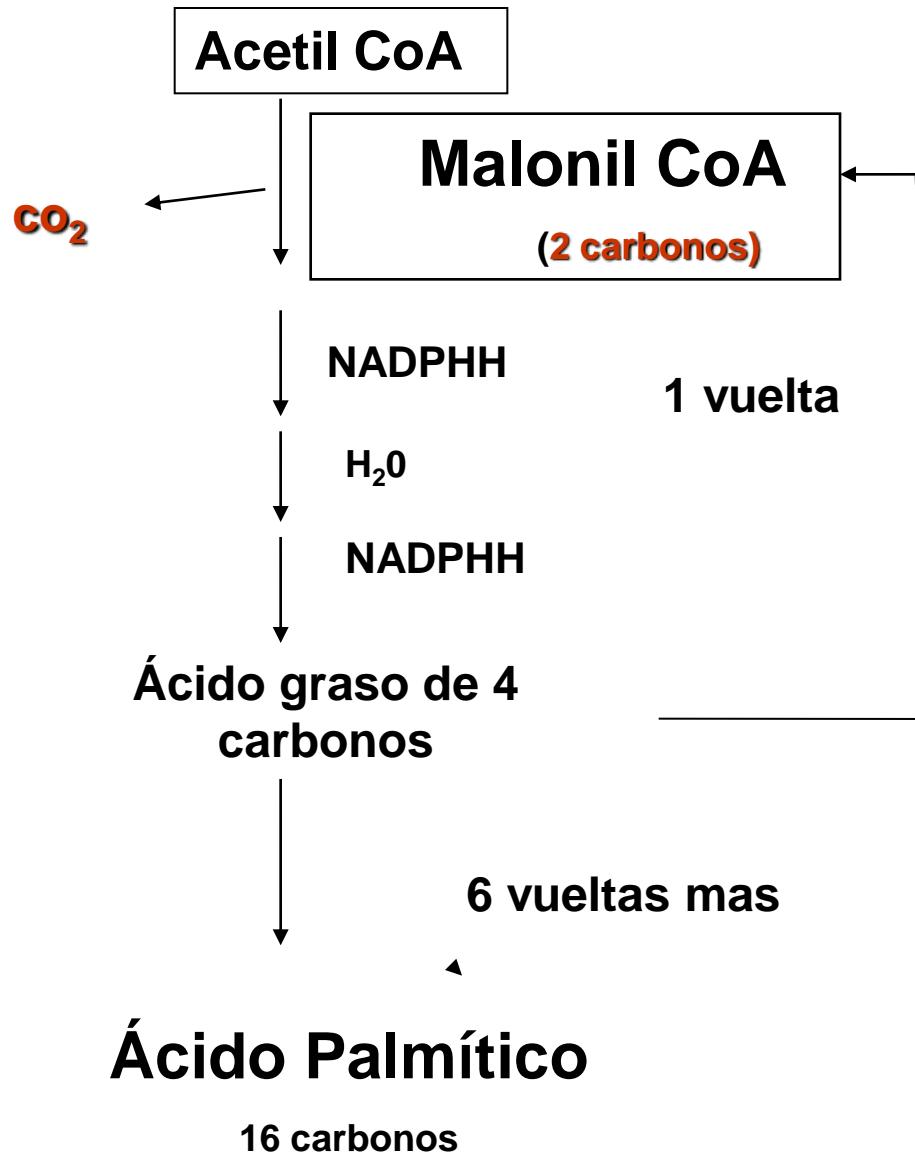


# Principal enzima reguladora

## ACETIL COA CARBOXILASA



# Esquema General de la Síntesis del ácido graso



por cada vuelta. El ácido graso crece en dos carbonos.

Se incorpora 1 Malonil CoA

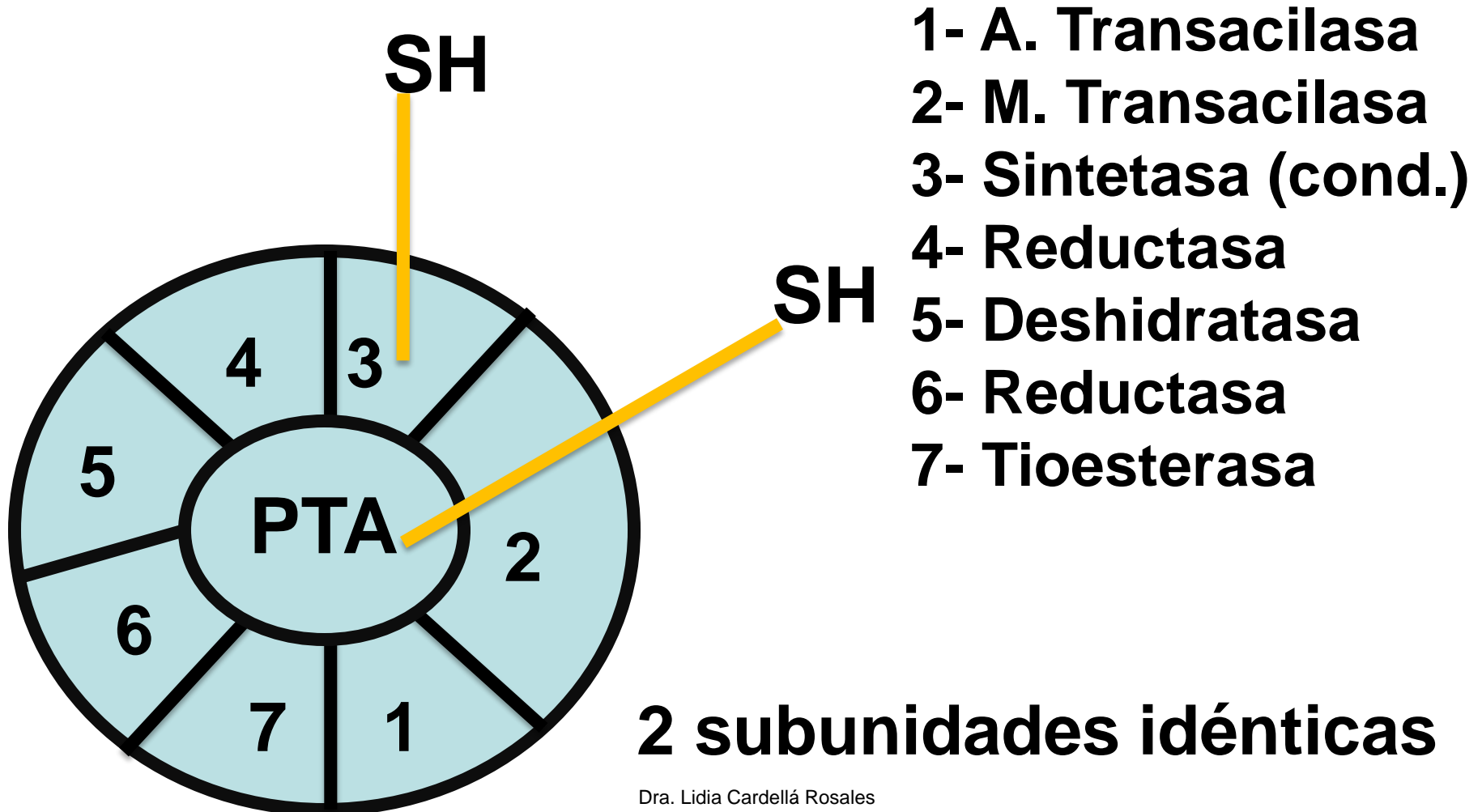
Se libera 1 molécula de CO<sub>2</sub>

Se gastan 2 NADPHH

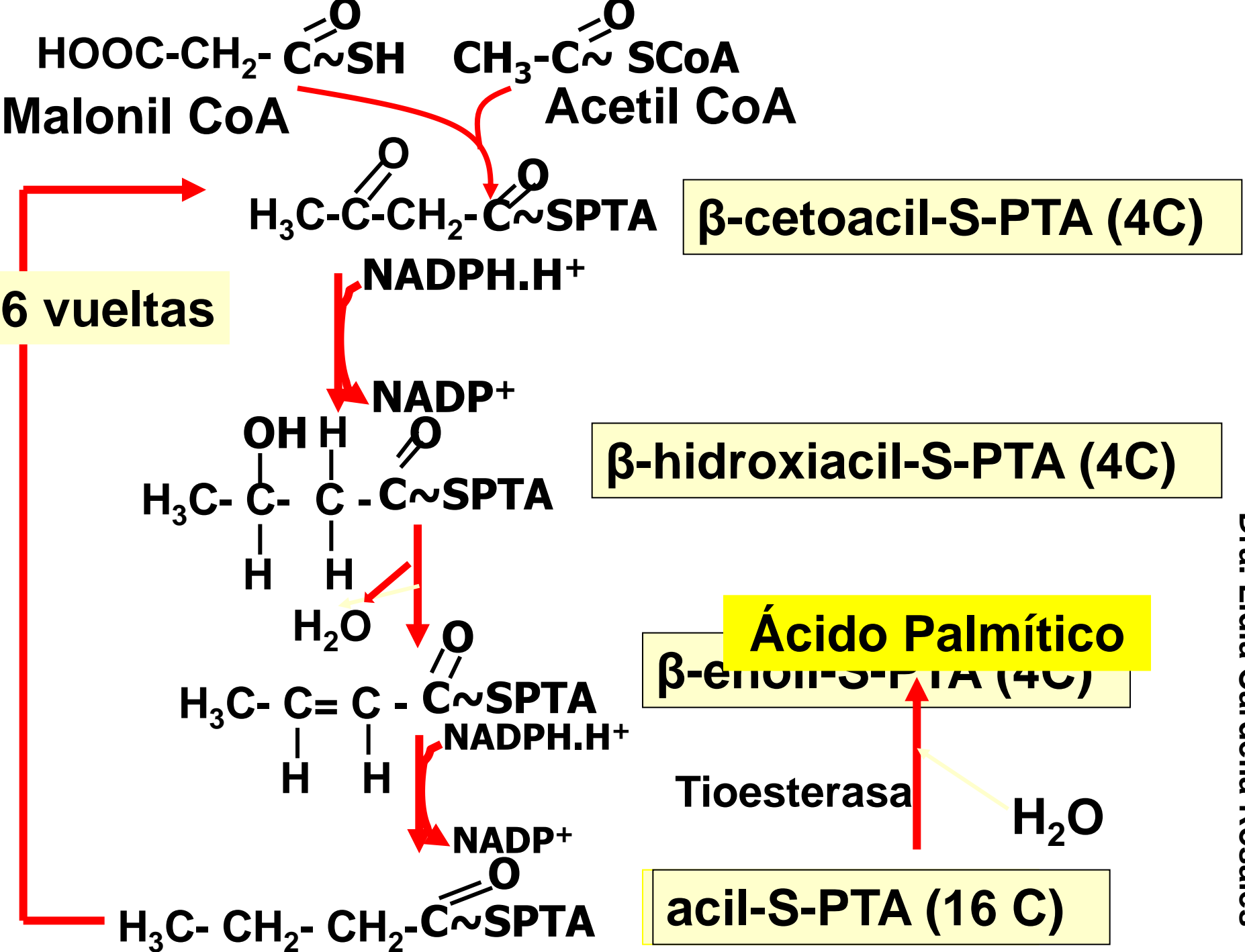
se libera 1 molécula de agua

Se obtiene un ácido graso con dos carbonos mas

# Enzima Ácidos Grasos sintetasa







## Destinos del Palmitil CoA



El organismo humano posee enzimas elongasas y desaturasas presentes en mitocondrias y/o REL. Sin embargo no cuenta con las desaturasas necesarias para la formación de ácidos grasos polinsaturados del tipo  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6.

**Esa limitación origina los ácidos grasos esenciales.**

**Linoléico, linolénico y araquidónico**

# CARACTERÍSTICAS GENERALES

**Nombre del Proceso:** Lipogénesis 1ra Etapa

**Definición:** Proceso mediante el cuál se sintetizan los precursores activos para la 2da etapa.

**Localización Celular y Tisular:** Citoplasma. Tejido Adiposo

**Precursores :** Glucosa, AA

**Producto Final:** Acil-CoA y 3 Glicerol-Fosfato (Precursores Activos)

**Tipo de secuencia:** Vías

**Tipo de proceso:** Anabólico

**Estado Energético:** Endergónico

**Reversibilidad:** No

**Regulación:** Enzimas reguladoras: Acil- CoA Carboxilasa y Ácido Graso Sintetasa.

Mecanismo de regulación: Regulación Covalente, Alostérica

Control Hormonal : Insulina



Glucagón



**Vínculos:** Con metabolismo glucídico, aminoacídico.

**Importancia Biológica:** Se obtienen los precursores activos para la síntesis de triacilglicéridos, que constituyen una reserva energética. La biosíntesis de ácidos grasos en su forma activa (Acil-CoA) es importante porque es también precursor de la síntesis de otros lípidos.

**Otras Características:** La biosíntesis de ácidos grasos transcurre en varias vueltas (7), en cada una de ellas tiene lugar una condensación, una hidrogenación (reducción) con el concurso del NADPH, una deshidratación y otra reducción (NADPH).

# Activación de los precursores

**Fosfodihidroxiacetona**

**Glicerol**

**Glicerol-3-(P)**  
Desh.

**Glicerol-3-fosfato**

**Gliceroquinasa**  
El Tej. Adiposo  
carece de esta  
enzima

**Ácidos grasos + ATP  $\longrightarrow$  Acil CoA + AMP + PPI**

**Acil CoA sintetetasas**

**Membrana externa mitocondrial**

## SEGUNDA ETAPA: Síntesis de TAG

Palmitil CoA

↓  
Alargamiento y  
desaturación

Otros ácidos grasos (Acil CoA)

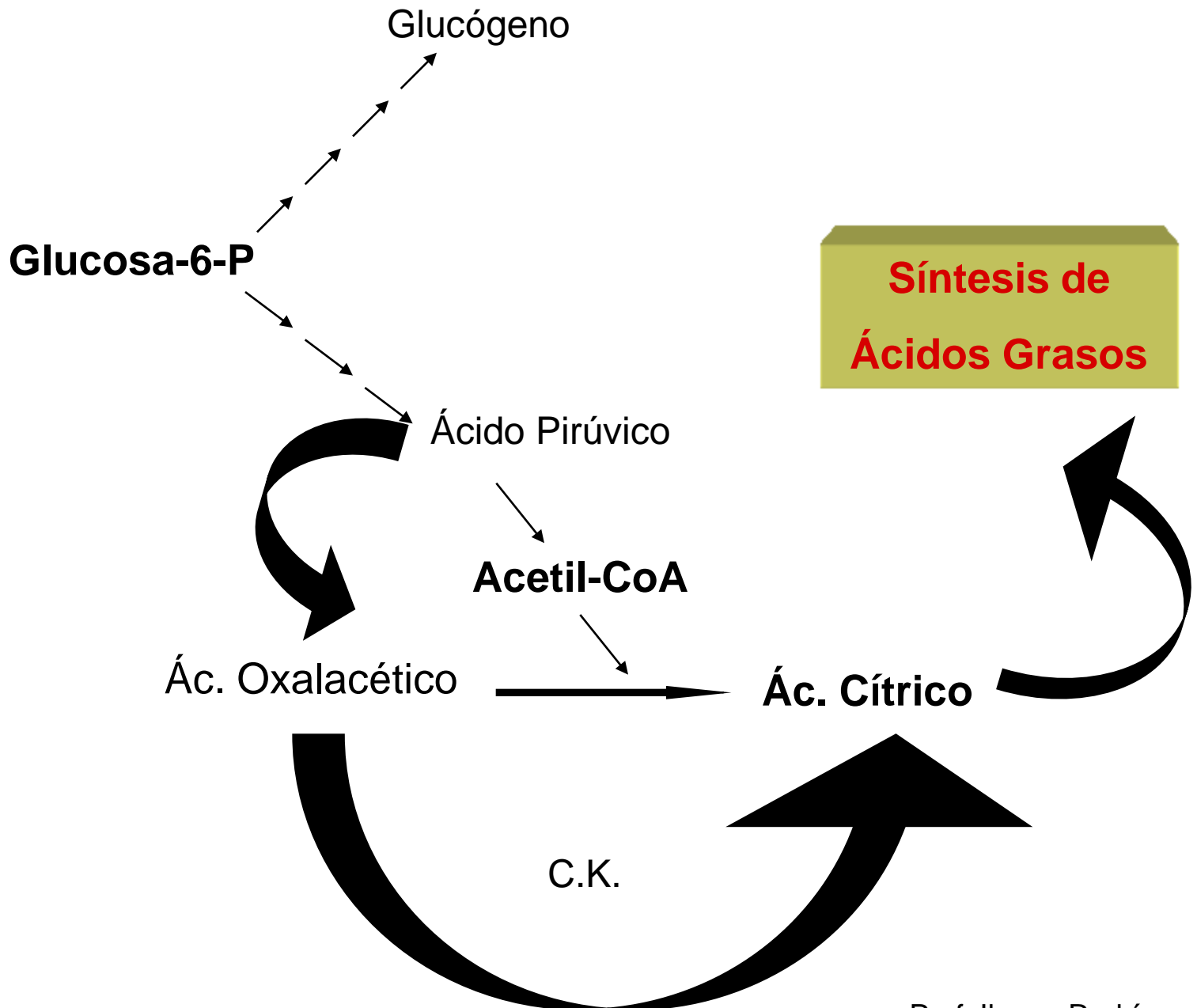


Recordar el origen del glicerol 3 P y los orígenes del acil ~CoA

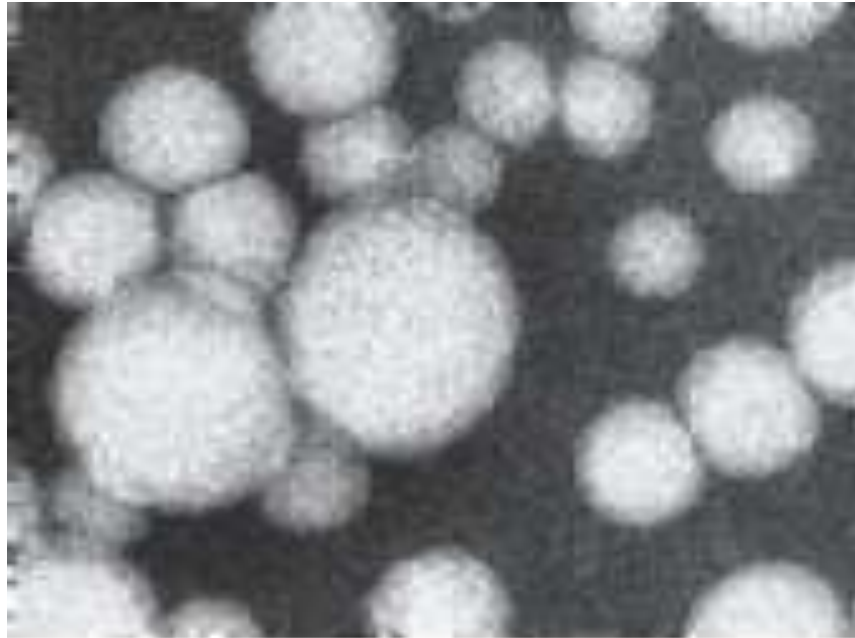
↓  
Proviene de los glúcidos

↓  
Fuentes lipídicas (dieta)

Fuentes no lipídicas



# VLDL LIPOPROTEÍNAS DE MUY BAJA DENSIDAD

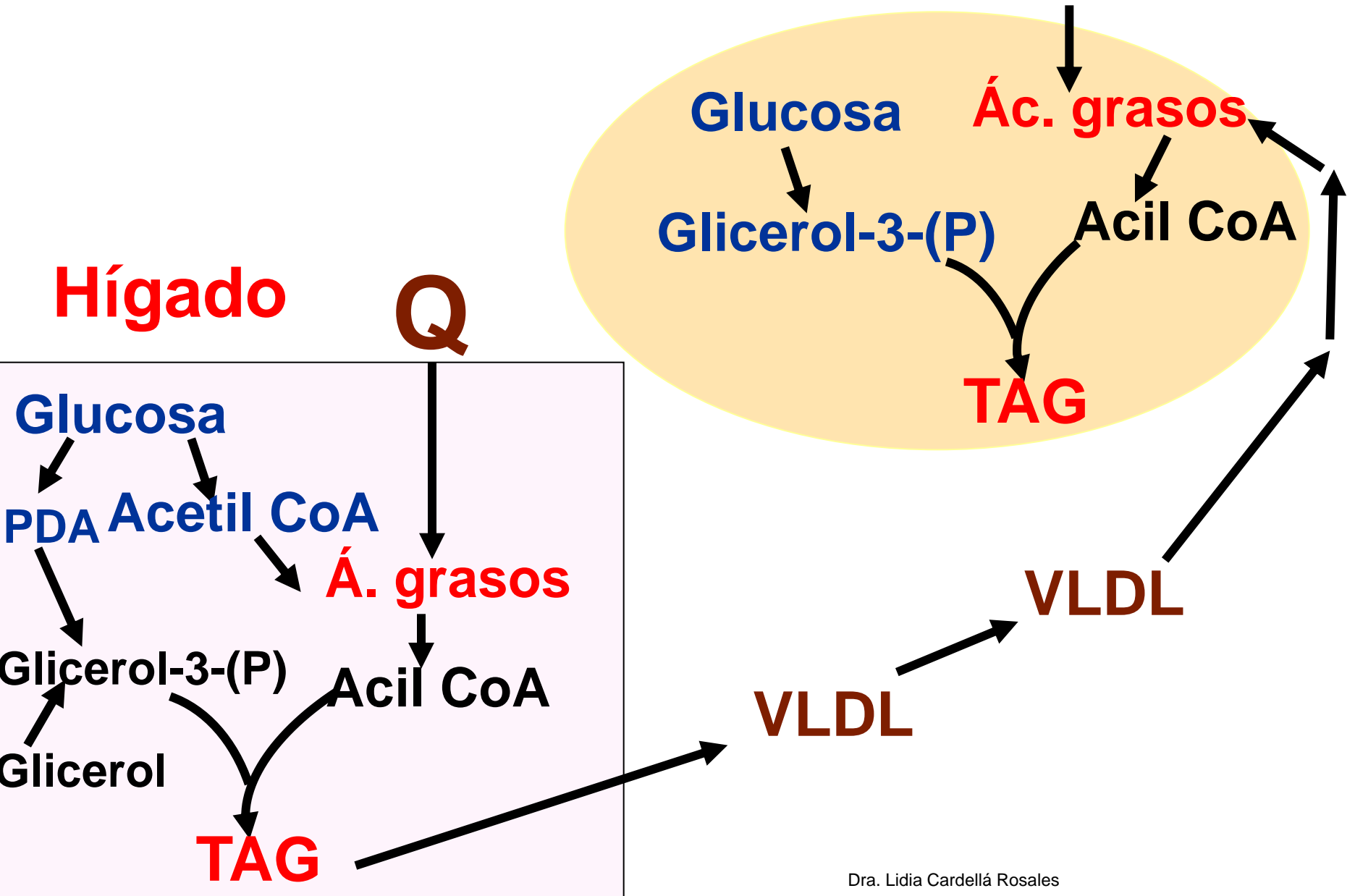


VLDL ( $\times 180,000$ )

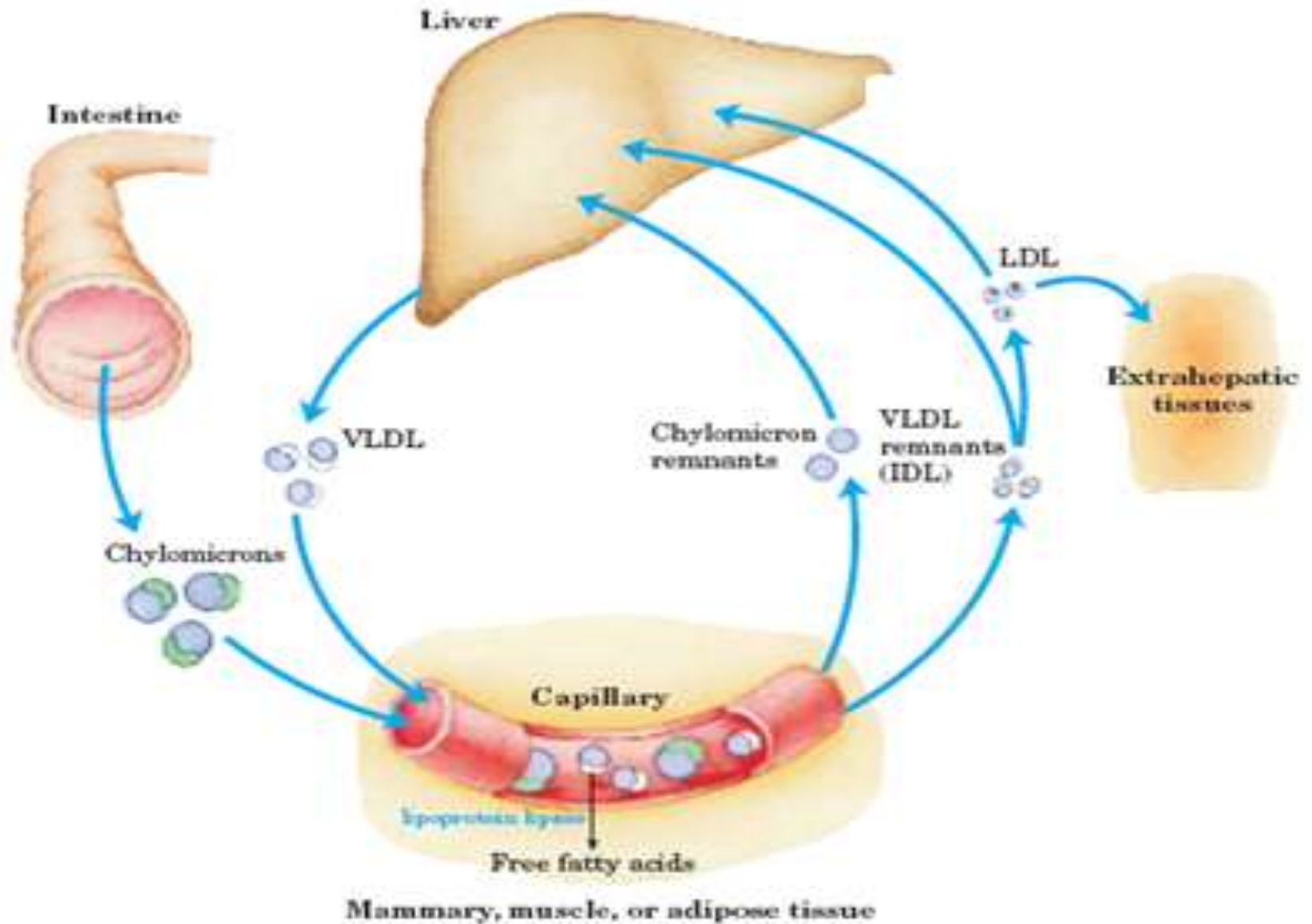


# Tejido adiposo Q

# Hígado



# RESUMEN DEL DESTINO DE LOS QUILOMICRONES Y LAS VLDL



# Período Postabsorptivo

# HÍGADO

## TAG

Insulina



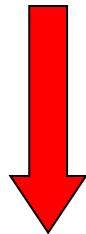
Glucosa  
Dieta



Glucógeno



Glucosa-6-P



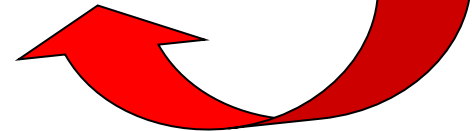
Ácido Pirúvico



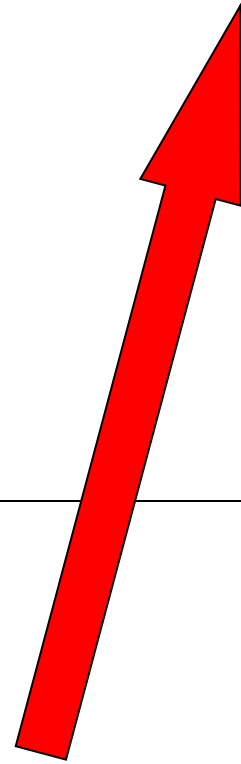
Acetil-CoA



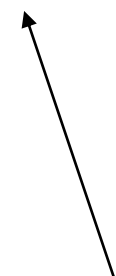
Ác. Oxalacético



Ác. Cítrico



Acil-CoA



L-alfa-Glicerofofato



Glicerol



QM  
TAG dieta

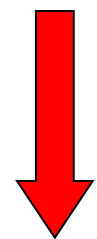
# Período Postabsorptivo

Insulina ↑

Glucosa Dieta



Glucosa-6-P



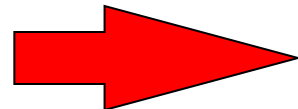
Ácido Pirúvico



Acetil-CoA

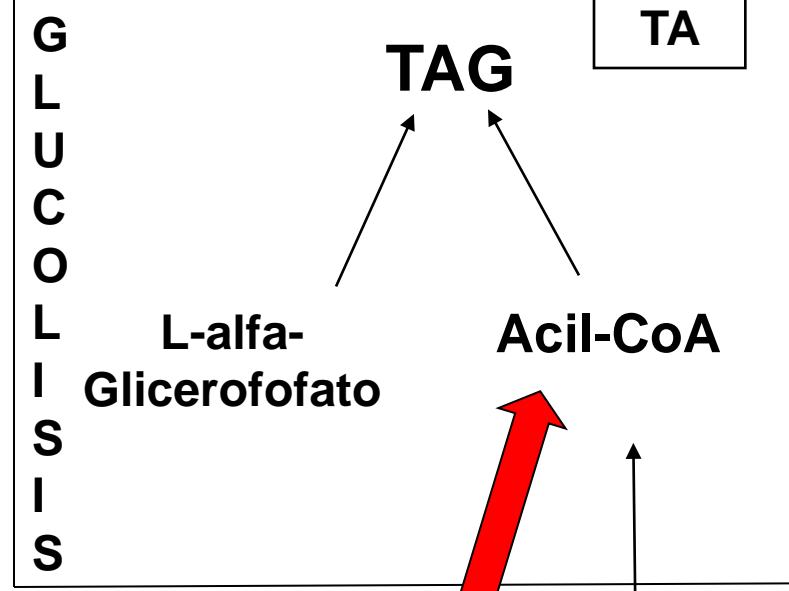
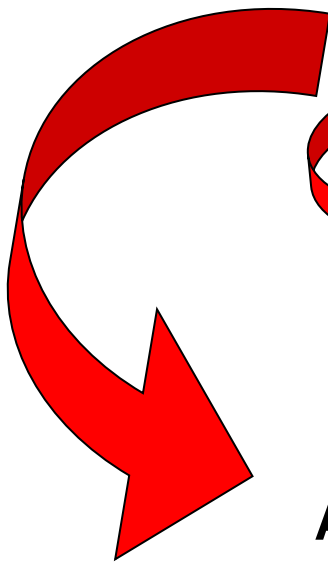
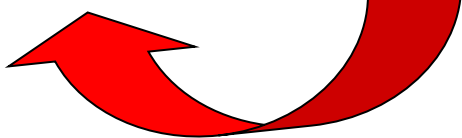


Ác. Cítrico



AG

Ác. Oxalacético



VLDDL TAG dieta



TAG



# Regulación de la lipogénesis por modulación covalente

Ayuno, Ejercicio físico

Glúcidos dietéticos

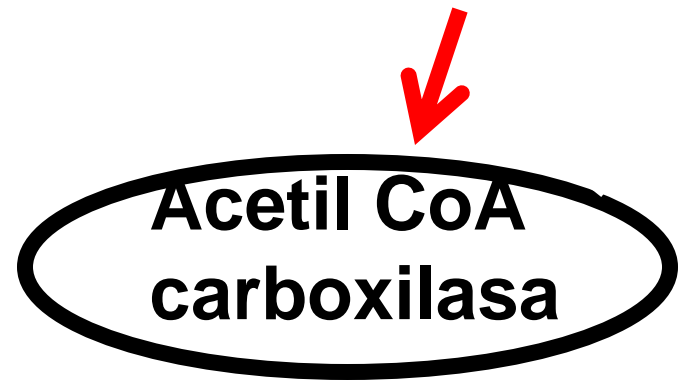
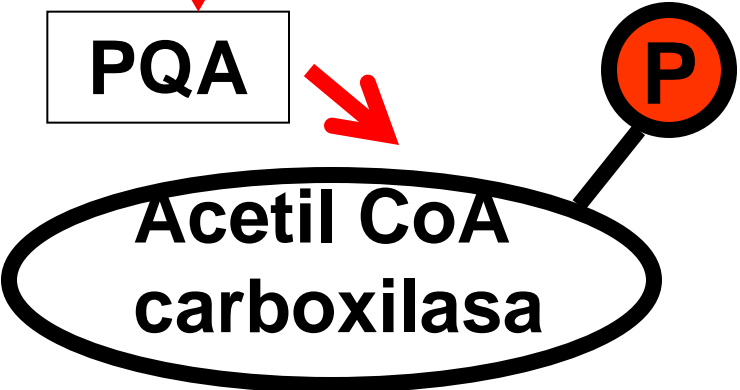
Glucagón, Adrenalina

Insulina

AMPC

Fosfoproteínas fosfatasas

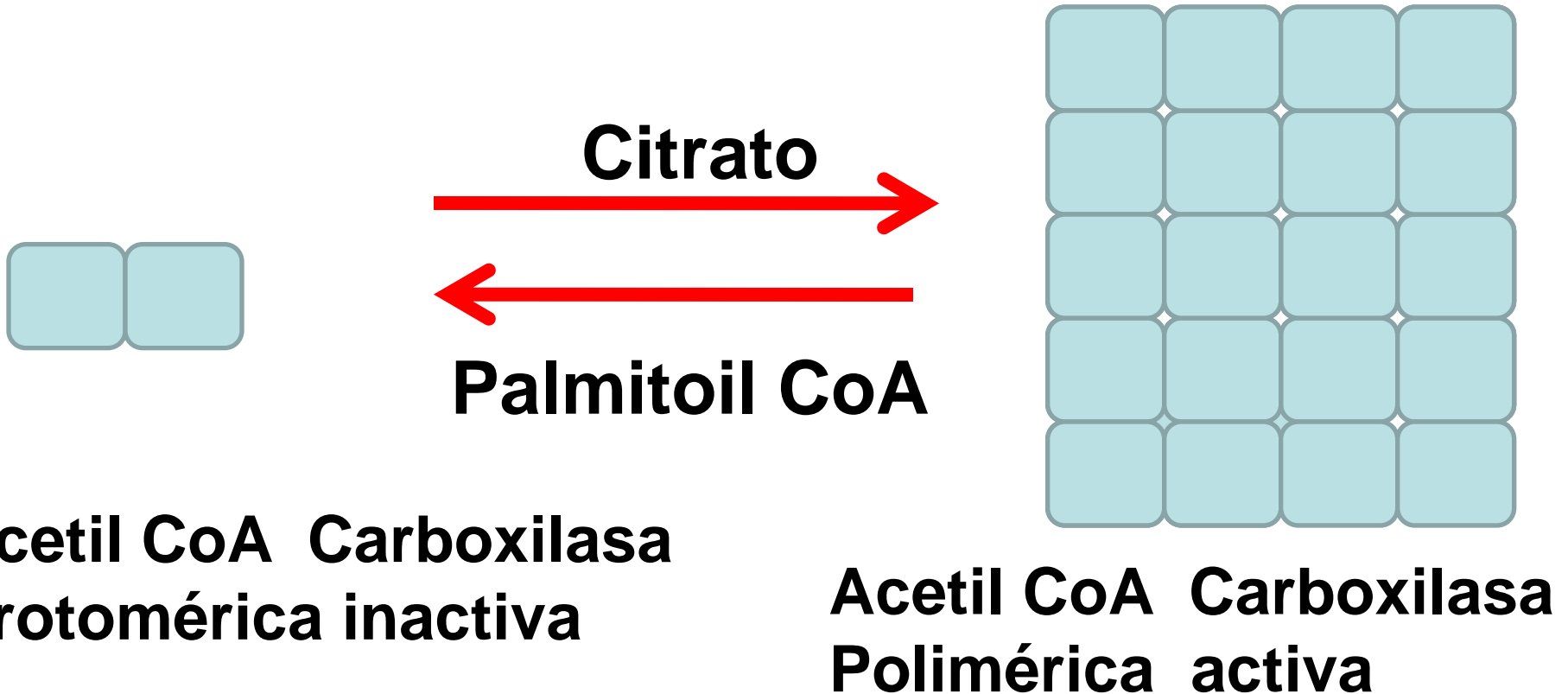
PQA



Inactiva

Activa

# Regulación alostérica de la lipogénesis



# Conclusiones

- **La lipogénesis es el proceso mediante el cual se forman los TAG que garantizan reserva energética necesaria para períodos de ayuno.**
- **Sus fuentes pueden ser: los glúcidos, los aminoácidos y los lípidos.**
- **Este proceso ocurre en el citosol y en el retículo endoplasmático liso e intervienen dos enzimas reguladoras: la acetil-CoA carboxilasa y la ácido graso sintasa.**

# Estudio Independiente



Realizar las invariantes de:

- Síntesis de los ácidos grasos
  - Formación de los TAG
  - Lipogénesis completa
- 
- Mencionar el origen del Acetil CoA citoplasmático
  - Mencionar el origen de los cofactores reducidos
  - Mencionar la causa de los ácidos grasos esenciales
  - Explicar la regulación de las enzimas Acetil CoA carboxilasa y ácidos grasos sintetasa
- 
- Comparar la lipogénesis en hígado y en el tejido adiposo.
  - Preparar Clase taller y Seminario Integrador.



# **Estudio Independiente**

## **Metabolismo de Triacilglicéridos**

Completar y profundizar las invariantes, especialmente los aspectos de regulación y vínculos, así como otras características. Confeccionar las invariantes de la 2da etapa de la lipogénesis y profundizar en las de la primera etapa, así como en la de la lipogénesis en general.

# Bibliografía

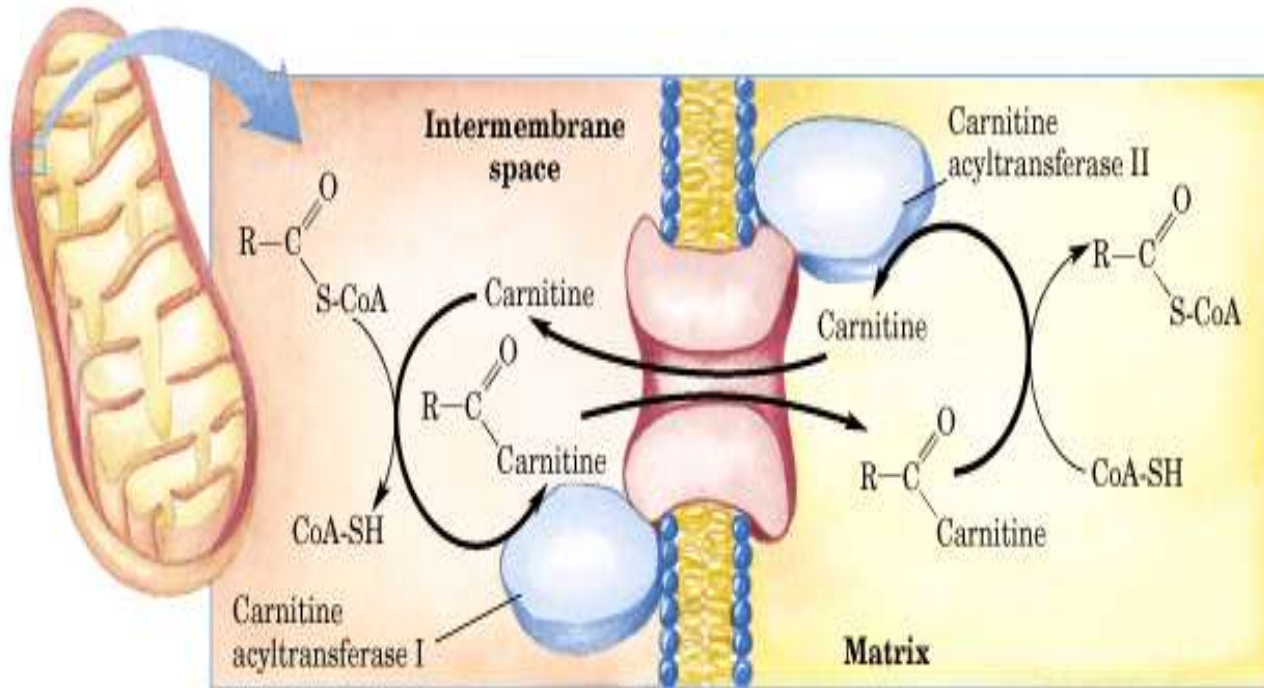


- ❖ **Bioquímica Médica:**
  - ✓ **Capítulo 49, páginas 828-848**
  
- ❖ **Bioquímica Humana:**
  - ✓ **Capítulo 9, páginas 178-184**
  
- ❖ **Guías de clase taller lípidos:**
  - ✓ **Formato electrónico, sitio FTP**
  
- ❖ **Guías de Seminario Integrador:**
  - ✓ **Formato electrónico, sitio FTP**

# MOTIVACIÓN PRÓXIMA CLASE

¿Cómo es posible que un individuo esté sin ingerir alimentos más de un mes y se mantenga con vida?

# Próxima Conferencia



## Lipólisis. Acetil-CoA: Integrador