



**LICENCIATURA: NUTRICIÓN APLICADA**  
**ASIGNATURA: BIOQUÍMICA METABÓLICA**

**NÚMERO Y TÍTULO DE LA UNIDAD:**

Unidad 2. Visión global del Metabolismo de Macronutrientes

**ACTIVIDAD:**

“Rutas metabólicas Integradas”

**ASESOR:**

JULIO CÉSAR BRITO ROBLES

**ESTUDIANTE:**

GUILLERMO DE JESÚS VÁZQUEZ OLIVA

**MATRICULA:** ES231107260

**FECHA DE ENTREGA:**

28 de febrero de 2024



## INTRODUCCIÓN

La regulación del metabolismo es un proceso fundamental en los organismos vivos que implica una red compleja de vías metabólicas interconectadas. En este contexto, las rutas metabólicas como la glucólisis, glucogénesis, gluconeogénesis, glucogenólisis, proteólisis, lipólisis y lipogénesis desempeñan roles críticos en la obtención, almacenamiento y utilización de energía, así como en la síntesis y degradación de biomoléculas importantes.

En este estudio, se ha examinado detalladamente cada una de estas rutas metabólicas, destacando los sustratos que las alimentan, los productos finales que generan y los puntos de control clave que regulan su actividad. Los sustratos representan las moléculas que ingresan en cada ruta para su procesamiento, mientras que los productos finales son los resultados de las transformaciones metabólicas que ocurren en el interior de las células.

Además, se ha explorado la interconexión entre estas rutas metabólicas, revelando cómo los productos de una vía pueden convertirse en sustratos para otra, lo que subraya la flexibilidad y coordinación del sistema metabólico. Asimismo, se ha analizado el papel de las enzimas multifuncionales y los puntos de control en la regulación precisa del flujo de metabolitos a través de las vías metabólicas.



## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

**1.- Investiga los puntos de regulación de cada ruta metabólica (glucólisis, glucogénesis, gluconeogénesis, glucogenólisis, proteólisis, lipólisis, lipogénesis), así como los sustratos y los desechos de cada ruta.**

### 1. Glucólisis:

- Punto de regulación: La enzima fosfofructoquinasa-1 (PFK-1) es la reguladora clave, controlando la velocidad de la primera fase de la glucólisis.
- Sustratos: Glucosa (o glucógeno en caso de glucógeno que se convierte primero en glucosa).
- Productos: Piruvato, ATP y NADH.

### 2. Glucogénesis:

- Punto de regulación: El enzima glucógeno sintasa es la reguladora principal, estimulada por la insulina y el AMP cíclico.
- Sustratos: Glucosa 6-fosfato.
- Productos: Glucógeno.

### 3. Gluconeogénesis:

- Punto de regulación: La enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinasa (PEPCK) es una de las principales reguladoras, controlando la formación de oxaloacetato a partir de piruvato.
- Sustratos: Lactato, piruvato, glicerol, aminoácidos glucogénicos.
- Productos: Glucosa.

### 4. Glucogenólisis:

- Punto de regulación: La enzima glucógeno fosforilasa es la reguladora principal, activada por la glucosa y el AMP.
- Sustratos: Glucógeno.
- Productos: Glucosa 6-fosfato.

### 5. Proteólisis:

- Punto de regulación: La regulación ocurre a nivel de las vías de señalización celular que activan la degradación de proteínas, como la vía ubiquitina-proteasoma y la vía lisosomal.
- Sustratos: Proteínas.
- Productos: Aminoácidos.

### 6. Lipólisis:

- Punto de regulación: La lipasa sensible a hormonas (HSL) es la enzima reguladora clave, activada por hormonas como la adrenalina y el glucagón.
- Sustratos: Triglicéridos.



- Productos: Ácidos grasos y glicerol.

## 7. Lipogénesis:

- Punto de regulación: La enzima acetil-CoA carboxilasa es la reguladora principal, catalizando el paso limitante de la velocidad en la síntesis de ácidos grasos.
- Sustratos: Acetil-CoA.
- Productos: Triglicéridos.

## ¿Revisa que moléculas o productos finales son los sustratos de otra ruta?

### 1. Glucosa 6-fosfato:

- Glucólisis: Se convierte en fructosa 6-fosfato, un paso clave en la vía glucolítica.
- Glucogenogénesis: Se convierte en glucosa 1-fosfato, un paso inicial en la síntesis de glucógeno.

### 2. Piruvato:

- Glucogénesis: Se convierte en oxaloacetato, un precursor de la gluconeogénesis.
- Gluconeogénesis: El piruvato es el sustrato inicial para la síntesis de glucosa en esta vía.

### 3. Glicerol:

- Gluconeogénesis: Se convierte en dihidroxiacetona fosfato, que puede seguir la ruta de la gluconeogénesis para producir glucosa.

### 4. Aminoácidos:

- Gluconeogénesis: Algunos aminoácidos pueden convertirse en intermediarios metabólicos que alimentan directamente la gluconeogénesis para la síntesis de glucosa.
- Proteólisis: Las proteínas se descomponen en aminoácidos, que luego pueden ingresar en la vía de gluconeogénesis si es necesario.

### 5. Ácidos grasos:

- Gluconeogénesis: A través de la beta-oxidación, los ácidos grasos pueden producir acetil-CoA, que puede ser utilizado en la gluconeogénesis para generar glucosa.
- Lipogénesis: Los ácidos grasos se activan y se unen a la molécula de malonil-CoA para la síntesis de ácidos grasos más largos.



## ¿Cómo están relacionadas las rutas?

Las rutas metabólicas están intrínsecamente relacionadas entre sí, formando una red compleja y altamente coordinada que permite al organismo regular y utilizar eficientemente los sustratos para satisfacer las demandas energéticas y estructurales. A continuación, presento algunas formas en que estas rutas están interconectadas:

1. **Interconversión de sustratos:** Los productos de una ruta metabólica pueden servir como sustratos para otra. Por ejemplo, el piruvato generado en la glucólisis puede convertirse en oxaloacetato para la gluconeogénesis, o en acetil-CoA para la síntesis de ácidos grasos en la lipogénesis.
2. **Regulación cruzada:** Las vías metabólicas están sujetas a una regulación cruzada, donde los productos finales o intermediarios de una ruta pueden actuar como reguladores de enzimas en otra. Por ejemplo, el ATP generado en la glucólisis puede inhibir la glucólisis misma y estimular la gluconeogénesis.
3. **Equilibrio energético:** Las rutas metabólicas están interconectadas para mantener un equilibrio energético óptimo en el organismo. Por ejemplo, durante el ayuno, la gluconeogénesis utiliza sustratos como aminoácidos y ácidos grasos para producir glucosa y mantener los niveles de glucosa en sangre.
4. **Respuesta hormonal:** Las hormonas como la insulina, el glucagón y la adrenalina regulan múltiples rutas metabólicas de manera coordinada para responder a las demandas energéticas del cuerpo. Por ejemplo, la insulina estimula la captación de glucosa y la síntesis de glucógeno, mientras que el glucagón promueve la glucogenólisis y la gluconeogénesis para liberar glucosa en la sangre.
5. **Almacenamiento y movilización de energía:** Las rutas metabólicas están interconectadas para almacenar y movilizar energía según sea necesario. Por ejemplo, los carbohidratos se almacenan como glucógeno en el hígado y los músculos, que pueden ser degradados para producir glucosa cuando se necesita energía.

## ¿Existen enzimas que intervengan en diferentes rutas?

Sí, algunas enzimas pueden participar en varias rutas metabólicas, lo que refleja la interconexión y flexibilidad del sistema metabólico. Estas enzimas multifuncionales son clave para coordinar y regular el flujo de metabolitos a través de las diferentes vías. Aquí hay algunos ejemplos:

1. **Piruvato deshidrogenasa (PDH):**
  - Función: Cataliza la conversión de piruvato a acetil-CoA, un paso crucial en la glucólisis y una conexión entre la glucólisis y el ciclo de Krebs.
  - Ubicación: Se encuentra en la matriz mitocondrial.
2. **Fosfofructoquinasa-1 (PFK-1):**
  - Función: Cataliza la fosforilación de fructosa 6-fosfato a fructosa 1,6-bisfosfato, un paso limitante de la velocidad en la glucólisis.



- Regulación: Es una enzima clave en la regulación de la glucólisis.

### 3. **Glucógeno fosforilasa:**

- Función: Cataliza la fosforólisis del glucógeno, liberando glucosa 1-fosfato, que puede ser utilizado en la glucólisis o en la gluconeogénesis según las necesidades.

## ¿Qué sucede con los desechos?

### 1. **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):**

- Producto final de la oxidación completa de carbohidratos y ácidos grasos en el ciclo de Krebs.
- Se elimina principalmente a través de la respiración.

### 2. **Urea:**

- Producto final del metabolismo de los aminoácidos en el hígado.
- Se excreta principalmente a través de la orina en mamíferos terrestres.

### 3. **Ammonio (NH<sub>3</sub>):**

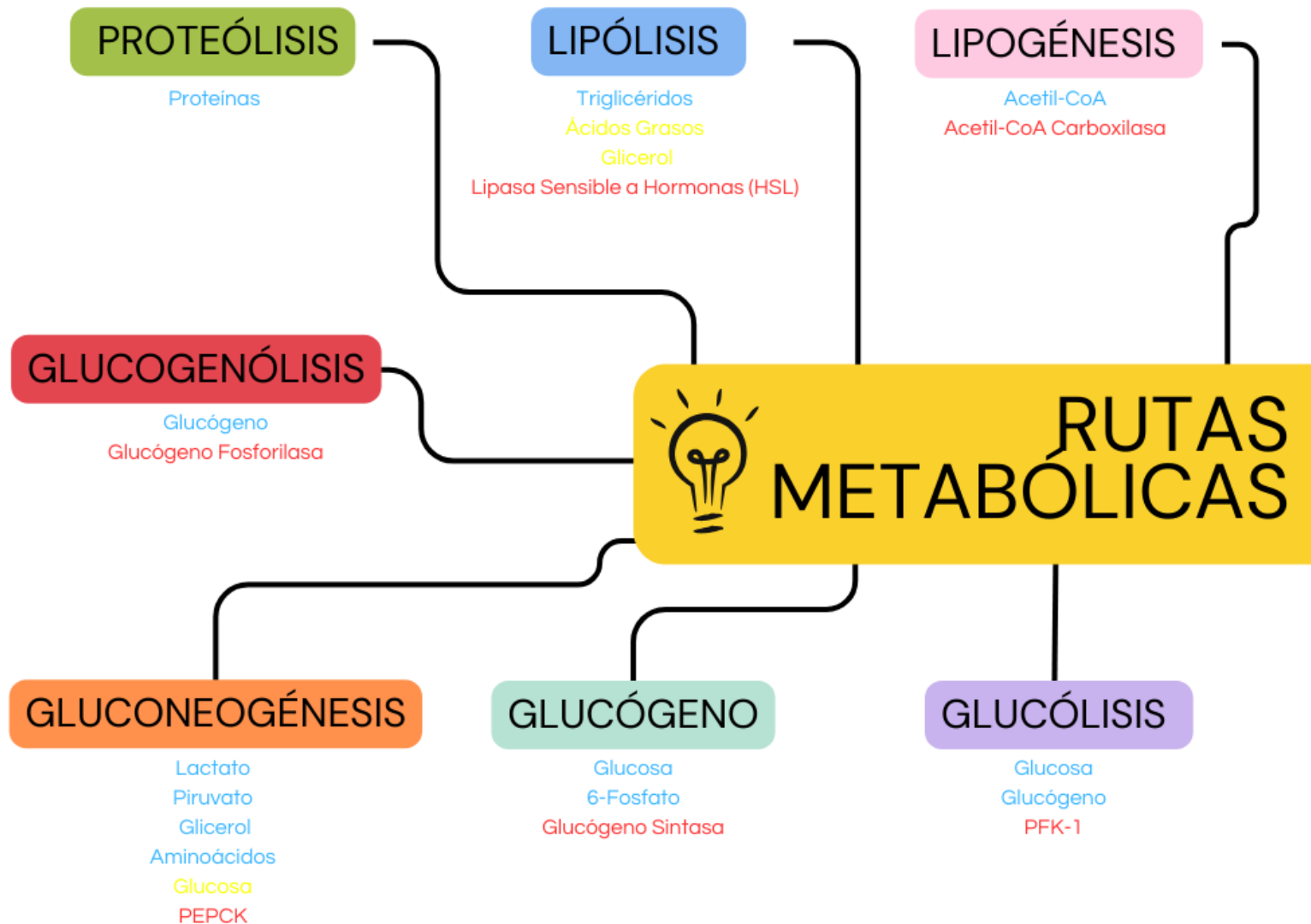
- Se produce como un subproducto tóxico del metabolismo de aminoácidos.
- Se convierte en urea en el hígado para su excreción o se convierte en otros compuestos menos tóxicos en el ciclo de la urea.

### 4. **Ácido láctico:**

- Se acumula durante la fermentación láctica en ausencia de oxígeno en la glucólisis anaeróbica.
- Puede ser reciclado por el hígado o eliminado a través de la respiración y la circulación sanguínea.



2. Elabora un organizador gráfico donde resaltes con color azul los sustratos, con color amarillo los desechos, así como los puntos de control de color rojo de cada una de las vías.





## CONCLUSIONES

En conclusión, el estudio detallado de las diferentes rutas metabólicas, sus sustratos, productos finales y puntos de control proporciona una visión profunda de cómo los organismos regulan y utilizan la energía y los nutrientes. La interconexión entre estas vías metabólicas demuestra la naturaleza integrada y altamente coordinada del metabolismo, donde los productos de una ruta pueden convertirse en sustratos para otra, permitiendo una adaptación flexible a las cambiantes demandas fisiológicas y ambientales.

Los puntos de control, representados por enzimas clave y factores reguladores, son críticos para mantener el equilibrio metabólico y prevenir desviaciones perjudiciales en el funcionamiento celular. Además, la gestión adecuada de los desechos metabólicos es esencial para evitar la acumulación de productos tóxicos y mantener la homeostasis.

Comprender la complejidad y la interrelación de las rutas metabólicas no solo proporciona una base sólida para la investigación biomédica, sino que también tiene implicaciones importantes para la salud humana, ya que los desequilibrios metabólicos pueden contribuir a una variedad de enfermedades, como la obesidad, la diabetes y los trastornos metabólicos.





## FUENTES DE CONSULTA

UNADM. (s/f). Visión global del metabolismo de macronutrientes. Unadmexico.mx. Recuperado el 28 de febrero de 2024, de [https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/NA/03/NBME/unidad\\_02/descargables/NBME\\_U2\\_Contenido.pdf](https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/NA/03/NBME/unidad_02/descargables/NBME_U2_Contenido.pdf)

INTEGRACIÓN Y REGULACIÓN METABÓLICAS. (s/f). Unican.es. Recuperado el 28 de febrero de 2024, de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/715/course/section/397/Tema%25206-Bloque%2520I-Integracion.pdf>

Ruiz, O. A. (s/f). Rutas metabólicas Asociación con puntos de regulación, sustratos y desechos correspondientes. GoConqr. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de <https://www.gocongr.com/es/mapamental/18847916/rutas-metabolicas-asociacion-con-puntos-de-regulacion-sustratos-y-desechos-correspondientes>

Metabolismo de macronutrientes. (s/f). Edu.co. Recuperado el 28 de febrero de 2024, de <http://www2.udea.edu.co/webmaster/editorial/fichas-libros/metabolismo-de-macronutrientes.pdf>

Introducción al metabolismo. (s/f). Edu.ar. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/IntroduccionalmetabolismoCap10Horton.pdf>