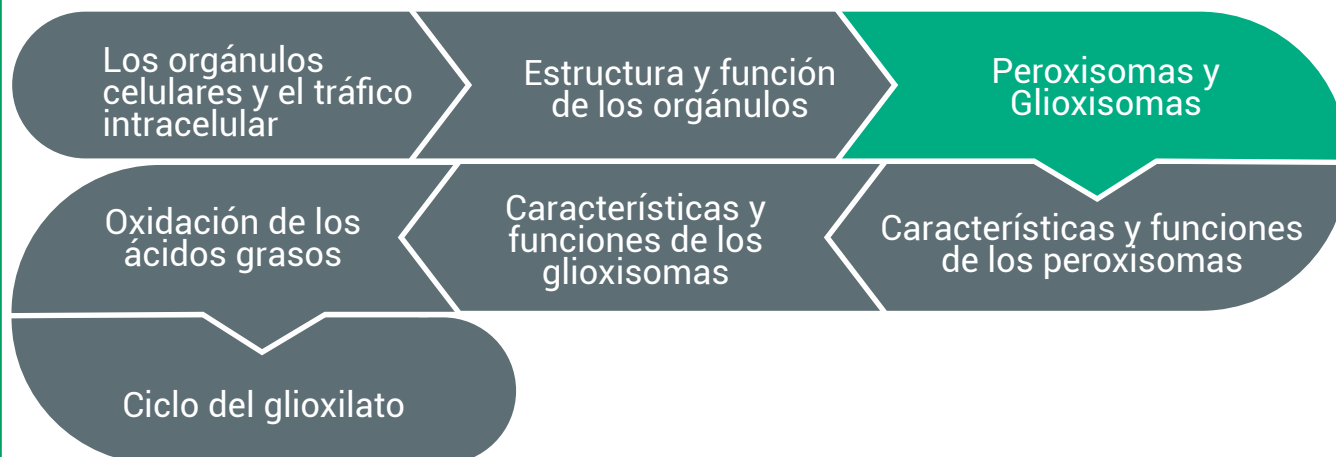


# Peroxisomas y Glioxisomas

## Biología

## RUTA DE APRENDIZAJE

- Con esta guía podrás reforzar la estructura y función de los peroxisomas y glioxisomas.
- Este tema está inserto en la unidad de los orgánulos celulares y el tráfico intracelular como se detalla a continuación.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

- Peroxisomas
- Glioxisomas
- Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas / glioxisomas
- Ciclo del glioxilato

ACTIVIDADES

RESOLUCIÓN

PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

RESPUESTAS

SÍNTESIS

BIBLIOGRAFÍA

## Introducción

Todas las **células animales** (excepto los eritrocitos), así también muchas **células vegetales y fúngicas** contienen **peroxisomas**, una clase de orgánulos más o menos esféricos (Urry et al., 2016). Los peroxisomas son **pequeñas vesículas** delimitados por **membrana** que

proporcionan un **entorno adecuado** para las reacciones en las que se genera **peróxido de hidrógeno**, de donde proviene el nombre de este orgánulo (Lodish et al., 2016). En esta guía encontrarás las características y funciones de los peroxisomas y glioxisomas.

## CONTENIDO

### Peroxisomas

El peroxisoma es un pequeño **orgánulo delimitado por una sola membrana**, de 0.2–1.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, el cual contienen **enzimas** (oxidasas) que eliminan los átomos de hidrógeno de varios sustratos y los transfieren al oxígeno ( $\text{O}_2$ ), **produciendo peróxido de hidrógeno** ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) como subproducto (**Figura 1**). Algunos peroxisomas utilizan el **oxígeno** para **degradar los ácidos grasos** en moléculas más pequeñas que son **transportadas a las**

**mitocondrias** y utilizadas como **combustible** para la **respiración celular** (Urry et al., 2016). Los peroxisomas también contienen **catalasa**, enzima encargada de degradar el peróxido de hidrogeno produciendo agua y oxígeno (Lodish et al., 2016). Estos orgánulos en el hígado **desintoxican el alcohol** y otros **compuestos nocivos**, transfiriendo el hidrógeno de los compuestos tóxicos al oxígeno (Urry et al., 2016).

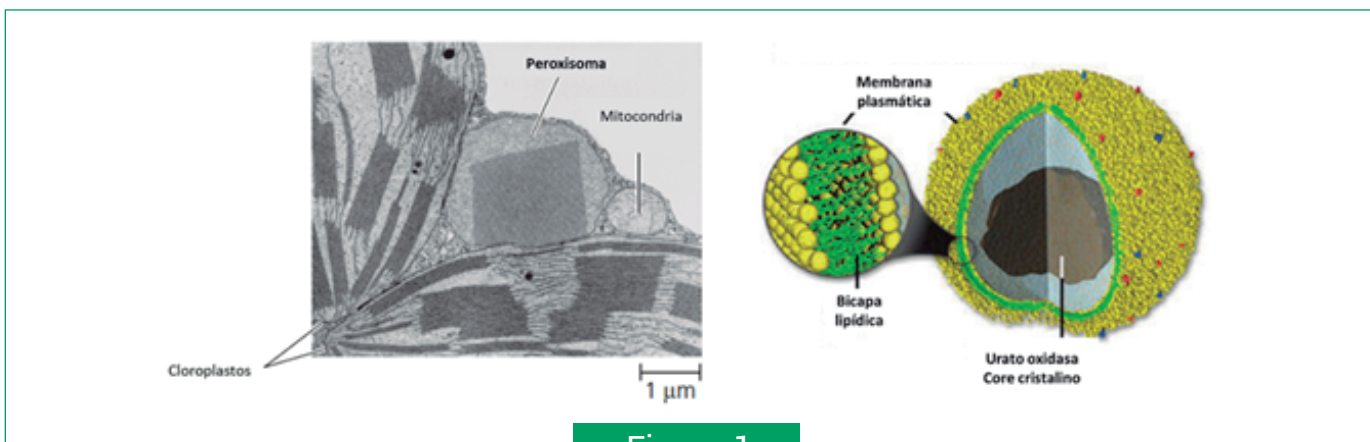


Figura 1

**Un peroxisoma. A.** Micrografía electrónica de transmisión (TEM) donde se observan un peroxisoma más o menos esférico, los cuales a menudo presentan un centro cristalino, el cual correspondería a una densa colección de enzimas. Los cloroplastos y las mitocondrias cooperan con los peroxisomas en ciertas funciones metabólicas (Urry et al., 2016). **B.** Representación de un peroxisoma, se identifica el centro cristalino y la bicapa lipídica de la membrana.



## Recordando

Los peroxisomas son pequeños **orgánulos** rodeados por una **membrana** en cuyo interior hay **enzimas** utilizadas en diversas **reacciones oxidativas** que **degradan los lípidos** y **destruyen las moléculas tóxicas**.

## Glioxisomas

Las semillas de las plantas contienen **glioxisomas**, los cuales son **peroxisomas especializados**, que **oxidan los lípidos** almacenados como **fuerza de carbono** y energía para el crecimiento (**Figura 2**). Además, de contener los mismos tipos de enzimas que los peroxisomas, contienen otras involucradas en la **conversión de ácidos grasos** en precursores de **glucosa**. Lo cual, le sirve a la plántula emergente como **fuerza de energía** y **carbono** hasta que pueda producir su propio azúcar mediante la **fotosíntesis**.

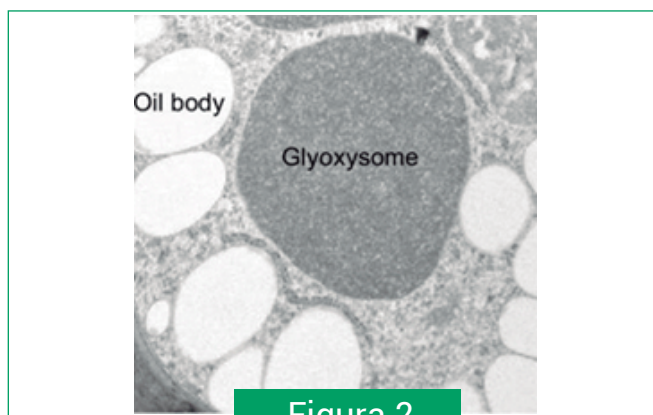


Figura 2

Micrografía electrónica de transmisión de una sección de semilla de la planta modelo *Arabidopsis* que muestra un glioxisoma (Graham, 2014).



## Recordando

Los **glioxisomas** son **peroxisomas especializados** presentes en tejidos que **almacenan lípidos** en las **semillas**. Estos orgánulos contienen **enzimas** para la **oxidación de ácidos grasos** almacenados para que la plántula emergente pueda obtener **energía** antes de realizar fotosíntesis.

## Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas / glioxisomas

En **células animales** (a excepción de los eritrocitos) la **mitocondria** es el principal compartimento donde ocurre la  **$\beta$ -oxidación de los ácidos grasos** para la obtención de **ATP**, sin embargo, en los **peroxisomas** también se oxidan los ácidos grasos hasta **acetil-CoA**, siguiendo una ruta similar, **no idéntica**, en ambos orgánulos (Nelson & Cox, 2004; Lodish et al., 2016). En peroxisomas de las células animales, se oxidan **ácidos grasos de cadena muy larga** (VLFAs > C<sub>20</sub>), que no puede ser oxidados por las mitocondrias. Por otra parte, en las **células vegetales**, el principal lugar de la  **$\beta$ -oxidación** es el peroxisoma (Nelson & Cox, 2004). La oxidación de ácidos grasos peroxisomal **no produce ATP** y la energía liberada se **disipa en forma de calor** (Lodish et al., 2016).

Los intermediarios de la  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos son los derivados de la **coenzima A**, y el proceso consta de cuatro pasos como en las mitocondrias: (1) deshidrogenación, (2) adición de agua al doble enlace resultante, (3) oxidación del  $\beta$ -hidroxiacil-CoA a una cetona, y (4) escisión tiolítica por la coenzima A (**Figura 3**) (Nelson & Cox, 2004).

Una diferencia entre la  $\beta$ -oxidación ocurrida en los peroxisomas, comparada con la que ocurre en las mitocondrias, está en la **primera reacción**. En los peroxisomas, la **acil-CoA oxidasa** que introduce el doble enlace pasa los electrones directamente al O<sub>2</sub>, produciendo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, el cual inmediatamente es escindido por la **catalasa** (**Figura 3**) (Nelson & Cox, 2004).

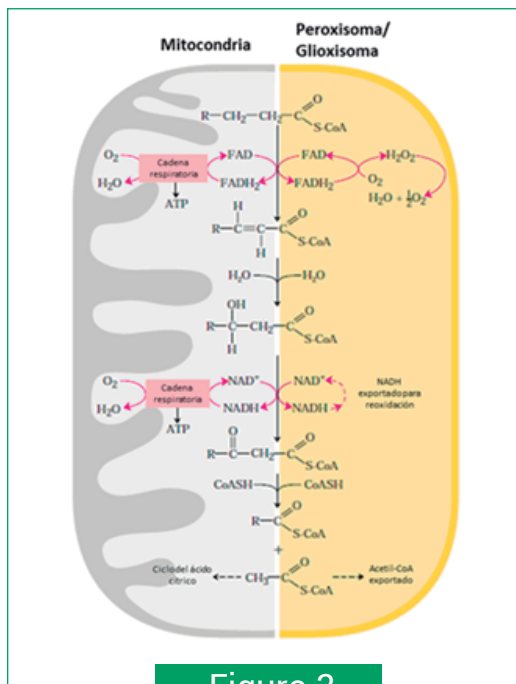


Figura 3



### Recordando

En los **peroxisomas** se lleva a cabo  **$\beta$ -oxidación de los ácidos grasos de cadena muy larga** en las **células animales**, sin la obtención de ATP. En la **célula vegetal**, este proceso se lleva a cabo principalmente en los **peroxisomas en hojas** y **glioxisomas en semillas**.

### Comparación de la $\beta$ -oxidación en las mitocondrias y en los peroxisomas y glioxisomas.

El sistema peroxisomal/glioxisomal difiere del sistema mitocondrial en dos aspectos: (1) en el primer paso oxidativo los electrones pasan directamente al O<sub>2</sub>, generando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, y (2) el NADH formado en el segundo paso oxidativo no puede ser reoxidado en el peroxisoma o el glioxisoma, a lo cual lo que los equivalentes reductores son exportados al citosol, entrando finalmente en la mitocondria. El acetil-CoA producido por los peroxisomas y los glioxisomas se exporta (Nelson & Cox, 2004).

## Ciclo del glioxilato

Los vertebrados no pueden convertir los ácidos grasos, o el acetato derivado de ellos, en carbohidratos (Nelson & Cox, 2004). En los **animales no existe el ciclo del glioxilato** y la mayoría del acetil-CoA producido por la vía de la  **$\beta$ -oxidación** entra en el ciclo de Krebs y se oxida completamente a  $\text{CO}_2$  con producción de energía metabólica adicional (Buchanan et al., 2015). Por su parte, en **plantas** el principal sitio donde ocurre la oxidación de ácidos grasos es en los **peroxisomas**. La  **$\beta$ -oxidación** de los ácidos grasos permite la obtención de **energía metabólica**, pero además en plantas, proporciona **precursores biosintéticos** a partir de los **lípidos** almacenados. Durante la germinación, una gran cantidad de triacilgliceroles almacenados en la semilla se convierte en **glucosa**, **sacarosa** y otros metabolitos esenciales. En muchas plantas, la sacarosa producida a partir de los **ácidos grasos de la semilla** se transloca a los brotes y raíces emergentes de las plántulas (Buchanan et al., 2015).



### Recordando

El ciclo del glioxilato ocurre en **células vegetales de semillas**, donde los **lípidos almacenados** pueden ser convertidos en **azúcares**, los cuales le proporcionan **energía a la plántula emergente**.

En el **ciclo del glioxilato**, el acetil-CoA se condensa con oxaloacetato para formar citrato, y el citrato se convierte en isocitrato, exactamente como en el ciclo de Krebs. Sin embargo, el siguiente paso no es la descomposición del **isocitrato** por la **isocitrato deshidrogenasa**, sino la escisión del **isocitrato**, formando **succinato y glioxilato**. Esta reacción es catalizada por la isocitrato liasa. A continuación, el **glioxilato** se condensa con una segunda molécula de **acetil-CoA** para producir malato, en una reacción catalizada por la **malato sintasa**. El malato se oxida posteriormente a **oxaloacetato**, que puede condensarse con otra molécula de **acetil-CoA** para iniciar otra vuelta del ciclo (**Figura 4**) (Nelson & Cox, 2004). El **succinato** producido en el ciclo, puede convertirse a través del **fumarato** y el **malato** en **oxaloacetato**, que puede ser convertido en fosfoenolpiruvato por la PEP carboxiquinasa y, por tanto, en **glucosa mediante la gluconeogénesis** (Nelson & Cox, 2004).

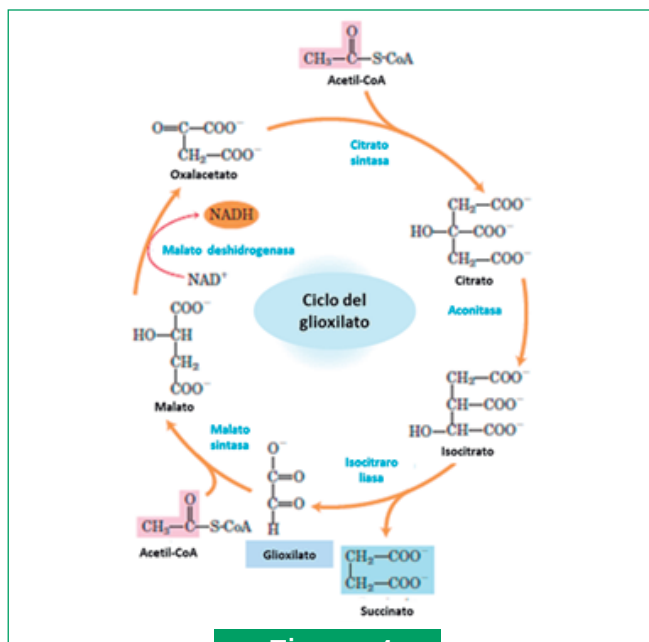


Figura 4

**Ciclo del glioxilato.** La citrato sintasa, la aconitasa y la malato deshidrogenasa del ciclo del glioxilato son isoenzimas de las enzimas del ciclo de Krebs; la isocitrato liasa y la malato sintasa son únicas del ciclo del glioxilato (Nelson & Cox, 2004).

# ACTIVIDADES

Las siguientes actividades propuestas te ayudarán a practicar lo aprendido e identificar aquello que debes reforzar.

- Lee comprensivamente.
- Repasa y apóyate en el texto.
- No revises la resolución hasta el final, ¡Desafíate!
- Si te surgen dudas anótalas para luego consultar a tu tutor o tutora.
- ¡Buen trabajo!

1. Completa con el número correspondiente del concepto que se relaciona con cada definición, en el espacio asignando en la columna B.

## Columna A

1. Catalasa
2. Peroxisoma
3. Ciclo del glioxilato
4. Glioxisomas
5. Células animales
6. Sacarosa

## Columna B

- \_\_\_\_\_ Pequeño orgánulo rodeado de una membrana encargado de la detoxificación celular.
- \_\_\_\_\_ Obtención de azúcares desde lípidos.
- \_\_\_\_\_ Enzima que descompone el  $H_2O_2$ .
- \_\_\_\_\_ Presentes en células vegetales.
- \_\_\_\_\_ Disacárido que se transloca a brotes emergentes.
- \_\_\_\_\_ En peroxisomas se oxidan ácidos grasos de cadena muy larga.



Para completar la columna B el cuadro comparativo debes leer detalladamente el contenido de esta guía. Allí encontraras todos los datos necesarios para realizar esta actividad, la cual te servirá para repasar las características y funciones de los peroxisomas y glioxisomas.

2. Indica si las siguientes afirmaciones son **verdaderas o falsas**. Justifica las falsas.

- 1) Los glioxisomas son los orgánulos donde se lleva a cabo la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos de cadena muy larga en animales.
- 2) En los peroxisomas hay enzimas catalasas encargadas de la descomposición del peróxido de hidrógeno.
- 3) Los glioxisomas son orgánulos rodeados por una membrana lipídica presentes en semillas.
- 4) El ciclo del glioxilato ocurre tanto en plantas como en animales.
- 5) El ciclo del glioxilato permite obtener glucosa a partir de ácidos grasos.



Para completar el verdadero y falso debes leer detalladamente el contenido de esta guía. Allí encontraras todos los datos necesarios para realizar esta actividad, la cual te servirá para repasar las características y funciones de los peroxisomas y glioxisomas.

## RESOLUCIÓN

### 1. Columna B

- 2 Pequeño orgánulo rodeado de una membrana encargado de la detoxificación celular.
- 3 Obtención de azúcares desde lípidos.
- 1 Enzima que descompone el  $H_2O_2$ .
- 4 Presentes en células vegetales.
- 6 Disacárido que se transloca a brotes emergentes.
- 5 En peroxisomas se oxidan ácidos grasos de cadena muy larga.

2.

- 1) F. Los glioxisomas están presente en células vegetales y no en células animales. La  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos de cadena muy larga en animales ocurre en lo peroxisomas.
- 2) V.
- 3) V.
- 4) F. El ciclo del glioxilato ocurre en los glioxisomas, por lo tanto no ocurre en células animales.
- 5) V.



# PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

Aquí te presentamos una **actividad de selección múltiple** donde encontrarás **cinco enunciados**, para los cuales hay tres alternativas en cada uno de ellos (una correcta). Esta actividad te servirá para confirmar cuanto has aprendido. Si te surgen dudas revisa nuevamente el texto y repasa el contenido. Si aún quedas con dudas anótalas, para luego consultar a tu tutor o tutora, recuerda que el objetivo es que aprendas. ¡Buen trabajo!

Selecciona **la** alternativa correcta.

1. ¿Cuál de las siguientes alternativas **NO** es una función de los peroxisomas?

- a) La  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos.
- b) La detoxificación de toxinas.
- c) La obtención de energía en forma de ATP.

2. Sabiendo que los glioxisomas son peroxisomas especializados ¿Cuál es su función?

- a) La obtención de glucosa a partir de ácidos grasos que provee de energía a la plántula en germinación.
- b) La obtención de ácidos grasos a través del ciclo del glioxilato en plantas.
- c) La generación de ATP a partir de los ácidos grasos disponibles en las semillas.

3. ¿Cuál es el orgánulo donde principalmente ocurre la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos en células animales?

- a) El glioxisoma.
- b) El peroxisoma.
- c) La mitocondria.

4. ¿Cuál de las siguientes enzimas son únicas del ciclo del glioxilato?

- a) Aconitasa e isocitrato liasa.
- b) Aconitasa y malato deshidrogenasa.
- c) Isocitrato liasa y malato sintasa.

5. ¿De cuál ruta metabólica es propia la enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinasa (PEP carboxiquinasa)

- a) El ciclo del glioxilato.
- b) La gluconeogénesis.
- c)  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos.

# RESPUESTAS

1. c
2. a
3. c
4. c
5. b

## SÍNTESIS

Los **peroxisomas** son pequeños orgánulos de membrana en cuyo interior se encuentran presentes **enzimas oxidasas y catalasas**, y se lleva a cabo la  **$\beta$ -oxidación de los ácidos grasos** sin la generación de energía en forma de ATP como en las mitocondrias, así también la **oxidación de compuestos tóxicos** para la célula. Por su parte, los **glioxisomas son peroxisomas especializados** que contienen enzimas involucradas en el **ciclo del glioxilato**, permitiéndole a las células vegetales de semillas germinantes, **obtener azúcares a partir de lípidos**.



Peroxisoma; Glioxisoma;  
 $\beta$ -oxidación de ácidos  
grasos; Catalasa; Oxidasa;  
Ciclo del glioxilato

# BIBLIOGRAFÍA

- Buchanan, B., Gruissem, W., & Jones, R. *Biochemistry & Molecular Biology of Plant*. 2ª edición. Wiley, USA.
- Graham, I. A. (2008). *Seed storage oil mobilization*. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 115-142.
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., & Martin, K. (2016). *Molecular cell biology*. (8ª edición). New York: W. H. Freeman and Company.
- Nelson, D. & Cox, M. (2004). *Lehninger Principles of Biochemistry*. 4ª edición. W. H. Freeman, USA.
- Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Reece, J. (2016). *Campbell Biology*. (11ª edición). New York: Pearson Education.

# ¿Quieres recibir orientación para optimizar tu estudio en la universidad?

CONTAMOS CON PROFESIONALES EXPERTOS EN EL APRENDIZAJE QUE TE PUEDEN ORIENTAR

[SOLICITA NUESTRO APOYO](#)



[Sitio Web de CIMA](#)



[Ver más fichas](#)



[Solicita más información](#)