



Guía de Bioquímica Metabólica

LÓPEZ-RIOJAS, Brenda Gabriela, MsC.
PÉREZ-FLORES, Flavia Angélica, MsC.
MONTES-QUIROZ, Alejandrina, MsC.
VIDALES-PAZ, Juana Edelia, MsC.
SÁNCHEZ-HERRERA, Leticia Mónica, PhD.
BERNAL-PÉREZ, José Antonio, MsC.
BAUTISTA-ROSALES, Pedro Ulises, PhD.
ZEPEDA-CARRILLO, Eloy Alfonso, PhD.

ECORFAN-México

Guía de Bioquímica Metabólica

Autores

LÓPEZ-RIOJAS, Brenda Gabriela, MsC.
PÉREZ-FLORES, Flavia Angélica, MsC.
MONTES-QUIROZ, Alejandrina, MsC.
VIDALES-PAZ, Juana Edelia, MsC.
SÁNCHEZ-HERRERA, Leticia Mónica, PhD.
BERNAL-PÉREZ, José Antonio, MsC.
BAUTISTA-ROSALES, Pedro Ulises, PhD.
ZEPEDA-CARRILLO, Eloy Alfonso, PhD.

Diseñador de Edición

ESPINOZA-GÓMEZ, Luis, MsC.

Producción Tipográfica

TREJO-RAMOS, Iván, BsC.

Producción WEB

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda, MsC.

Producción Digital

LUNA-SOTO, Vladimir, MsC.

Editor en Jefe

OLIVES-MALDONADO, Juan Carlos, MsC.

Comité Técnico de la Universidad Autónoma de Nayarit

PARRA-GONZÁLEZ, Efraín
NAVARRO-HERNÁNDEZ, María del Refugio
ROMO-GONZÁLEZ, Prisca Icela
ZEA-VERDIN, Aldo Asunción
VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, Salvador
PASTRANA-MARTÍNEZ, Alejandra Estefanía

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Visite nuestro sitio WEB en: www.ecorfan.org

ISBN 978-607-8324-62-0

A los efectos de los artículos 13, 162 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209, y otra fracción aplicable III de la Ley del Derecho de Autor.



© Universidad Autónoma de Nayarit

Ciudad de la Cultura Amado Nervo Boulevard Tepic- Xalisco S/N C.P. 63190 Tepic, Nayarit, México

Proyecto realizado con financiamiento del Fondo para elevar la Calidad de la Educación Superior (FECES) de la

Presentación

En los últimos años, la Universidad Autónoma de Nayarit ha realizado una serie de esfuerzos para apoyar la producción y divulgación académica, las y los académicos universitarios han sido convocados por diversos medios para generar publicaciones que contribuyan a fortalecer su perfil profesional, a mejorar sus prácticas formativas, y por ende a la formación integral de los estudiantes.

En esta colección “45 años de Vida Universitaria” se integre por un conjunto de materiales educativos que pretenden contribuir a la formación de los estudiantes, en esta primera entrega se presentan 13 materiales, entre guías de aprendizaje, manuales técnicos y libros de texto.

Se agradece la participación de las y los académicos que hicieron posible materializar este esfuerzo, además porque se convirtió en un proyecto con buenas intenciones a una práctica que fomentará el desarrollo académico. A finales de esta administración contar con evidencias del trabajo que se ha desarrollado al interior de las academias da muestra de la actividad conjunta entre académicos y administración, así como de los esfuerzos para que dentro la institución prevalezca un clima de trabajo académico abierto, inclusivo y respetuoso están dando resultados. Es preciso mencionar que los recursos para apoyar este conjunto de publicaciones son provenientes del Fondo para Elevar la Calidad de la Educación Superior (FECES) de la Secretaría de Educación Pública y se obtuvieron en el concurso 2014.

Los materiales se encontrarán en formato digital e impreso, para acceso a toda la comunidad universitaria y todas aquellas personas externas interesadas en la producción académica de nuestra institución. No me resta más que invitar a la comunidad universitaria a continuar con los esfuerzos de producción y divulgación académica y ser punta de lanza en el estado en la generación de publicaciones indexadas.

*LÓPEZ- SALAZAR, Juan, BsC.
Rector Universidad Autónoma de Nayarit*

Prólogo

“Hoy las escuelas latinoamericanas tienen que vérselas con sujetos nuevos, saberes nuevos, condiciones nuevas. Habrá que imaginar una escuela que dibuje otros contornos y otros horizontes, con la voluntad de sostener una institución que ponga en relación con saberes sistemáticos, que ayuden a habilitar otros futuros, que nos conecte con otros pasados y otros mundos, pero también con la apertura para inventar, para apropiarse, para enriquecer un espacio que, si no se renueva, si persiste en su vieja gramática, parece destinado a convertirse en ruinas, o en lugar de pasaje que no deja huellas”

Inés Dussel (2009)

Muchas de las actividades que realizamos a diario son producto de un conjunto de creencias, conocimientos, actitudes, experiencias, entre otros, que hemos interiorizado con anterioridad y que determinan en gran medida nuestra forma de actuar y pensar en el mundo. En este horizonte de posibilidades muchas de las respuestas que damos acertadamente o las variadas estrategias que utilizamos para resolver correctamente un problema son exteriorizadas sin darnos cuenta de la complejidad de procesos que tuvimos que pasar para realizarlas.

Es preciso reconocer la existencia de un bagaje cultural interno que provoca que conozcamos y actuemos de forma literal. Si nuestro conocimiento se representará por un iceberg, la parte externa sería el conocimiento explícito, es decir, el que exteriorizamos y que nos atrevemos a discutir, mientras que la parte sumergida representaría el conocimiento tácito que no conocemos explícitamente y que por tanto no podemos discutir.

Resulta complejo pensar en el conocimiento tácito, ya que no somos conscientes de él y por ello podemos utilizarlo a nuestra voluntad. Esta situación se presenta de manera individual como en conjunto; diferentes colectivos y organizaciones poseen conocimiento del cual no son conscientes y entonces no pueden disponerlo como un activo que contribuya a mejorar su actividad cotidiana.

Bajo esta perspectiva, el conocimiento que una organización posee hace referencia al conjunto de expectativas, creencias, información, habilidades y saber hacer que tiene y que le permiten situarse ante los posibles sucesos de su entorno, para que mediante un aprendizaje dialógico se dé una respuesta efectiva, y al mismo tiempo se reconfigure su saber sistémico que servirá de marco de actuación para los aprendizajes futuros (Gordó, 2010).

El caso de las Instituciones de Educación Superior, no es la excepción. Al ser organizaciones complejas en su estructura y densas en su actividad colectiva e individual, la necesidad de contar con mecanismos de sistematización de su productividad se convierte en un eje central del quehacer cotidiano. Esta situación se agudiza para las universidades públicas estatales, donde los recursos económicos para la generación y desarrollo de proyectos son escasos y la generación de resultados tangibles se convierte en la única forma de medir el impacto de las acciones. La gran ventaja de las universidades es su capital humano, las y los docentes que conforman el colectivo académico, desde la experiencia práctica desarrollada, su habilitación y producción, representan el principal motor que hace que la institución se mueva y crezca.

El centro de las acciones de la gestión debe ser el generar mecanismos que fomenten procesos de sistematización, producción y divulgación de los trabajos de los académicos universitarios. El Programa de Producción y Divulgación Académica Universitaria (PPDA-UAN) se constituyó con el objetivo de sistematizar, producir y divulgar materiales académicos que fortalezcan la docencia universitaria e impacten en la formación integral de los estudiantes, dentro de este programa de han tejido diferentes líneas de trabajo:

- a. Producción de la colección “La Función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento”.
- b. Producción de la colección de materiales educativos “45 años de vida universitaria”.
- c. Producción de memoria colectiva “Experiencia del trabajo colegiado en la Universidad Autónoma de Nayarit: una mirada desde sus academias”.
- d. Sistematización y producción de experiencias institucionales.
- e. Producción de trabajos individuales para la docencia universitaria.

Algunas de estas, tienen actualmente resultados tangibles y en proceso de divulgación tanto al interior como al exterior de la institución. En esta ocasión se hace mención especial de la colección “45 años de vida universitaria” la cual tiene como propósito principal la producción de materiales educativos producidos al interior de las academias.

Lo anterior surge de un esfuerzo por reconocer cómo el trabajo colegiado desarrollado en los últimos años en la Universidad se ha conformado como una actividad de suma importancia para el desarrollo académico de los programas. Gran cantidad de las acciones de concreción del plan de estudios recaen en la actividad de las academias, en este sentido, los docentes como parte de su actividad formativa han diseñado, acordado y aplicado materiales educativos, entre ellos se encuentran: guías de aprendizaje, ensayos individuales y colectivos, manuales de práctica y libros de texto.

Por lo tanto, sistematizar el esfuerzo de las academias y generar procesos de apoyo para que dichos materiales se conformen y divulguen, constituye el esfuerzo central de la colección. Gracias a la participación de las y los docentes universitarios, en esta primera edición de la colección se publicarán 13 materiales educativos, entre guía de aprendizaje, manuales de práctica y libros de texto. Estos materiales serán publicados en formato impreso y digital, tendrán acceso público para toda la comunidad universitaria y generarán procesos de divulgación que fortalezcan la actividad docente y la formación de los estudiantes universitarios.

*PEÑA-GONZÁLEZ, Jorge Ignacio, MsC.
Director de la Colección “45 años de Vida Universitaria”*

Contenido	Pág
Introducción	1
1 Bioenergética y metabolismo	3
Introducción	3
Referencias	8
Material de consulta para ampliar el tema	8
2 Fosforilación oxidativa	9
Introducción	9
Referencias	15
Material de consulta para ampliar el tema	15
3 Ciclo de Krebs	17
Introducción	17
Referencias	22
Material de consulta para ampliar el tema	22
4 Metabolismo de carbohidratos	23
Introducción	23
Referencias	45
Material de consulta para ampliar el tema	45
5 Metabolismo de lípidos	46
Introducción	46
Referencias	60
Material de consulta para ampliar el tema	60
6 Metabolismo de aminoácidos	61

Introducción	61
Referencias	70
Material de consulta para ampliar el tema	70
7 Metabolismo de purinas y pirimidinas	71
Introducción	71
Referencias	80
Material de consulta para ampliar el tema	80
8 Resumen del curso Bioquímica Metabólica	81
Apéndice A. Consejo Editor Universidad Autónoma de Nayarit	84
Apéndice B. Consejo Editor ECORFAN	85

Introducción

La bioquímica es una ciencia que estudia la composición de los seres vivos en términos moleculares, es decir el estudio de las características químicas de las biomoléculas (carbohidratos, lípidos, proteínas, nucleótidos), las transformaciones que estas sufren como componentes de las células y los tejidos, así como la interrelación entre ellas. Desde un enfoque metabólico, la Bioquímica se encarga del análisis del enorme conjunto de reacciones bioquímicas que se llevan a cabo dentro de la célula, con la finalidad de producir energía y/o la síntesis de moléculas que el organismo necesita, lo que se denomina, catabolismo y anabolismo respectivamente. Como docentes de nivel superior, impartir la bioquímica representa un gran reto como profesor(a) frente al grupo, el poder transmitirles éstos conocimientos y que los estudiantes lo hagan suyo, ya sea para sentar las bases de unidades de aprendizaje posteriores, o para entender y buscar soluciones a los problemas de salud que actualmente existen y hay que atender como profesionales de la salud.

A lo largo de los años las profesoras y profesores han observado como los y las estudiantes del Área de la Salud les resulta ininteligible y difícil de entender ésta unidad de aprendizaje, lo anterior dada las características propias del enmarañado metabolismo y la interrelación que existe entre las vías, motivo por el cual la Academia de Biomoléculas de la Universidad Autónoma de Nayarit consideró importante diseñar un material que les permita la comprensión temática del Metabolismo de las Biomoléculas, a través de la integración de una serie de actividades basadas en los objetivos de la materia, de tal forma que los estudiantes puedan ir de la mano en la clase teórica con su resolución y así clarificar conceptos y medir de forma individual su aprendizaje. Con base a lo anterior se consideró importante integrar la presente guía de estudio como una herramienta que al estudiante lo lleve a comprender, comparar y relacionar los aspectos relevantes, realizar un análisis del material por aprender, reafirmar su conocimiento y lograr un aprendizaje más significativo.

Los temas que incluyen ésta Guía de Estudio son: Bioenergética, Fosforilación Oxidativa, Ciclo de Krebs, Metabolismo de Carbohidratos, Metabolismo de Lípidos, Metabolismo de Aminoácidos y Metabolismo de Nucleótidos.

Respecto al primer tema, Bioenergética, se presentan de forma objetiva preguntas que refuerzan las partes del sistema enzimático, tema fundamental para comprender el enorme conjunto de reacciones que conforman en el metabolismo, así también puedan diferenciar entre el concepto catabolismo y anabolismo, las diferencias entre nutrientes, plásticos energéticos y reguladores, así como las características de los nutrientes considerando la cantidad en su consumo y por su origen. Sin olvidar el que puedan identificar las funciones las coenzimas en los sistemas enzimáticos que participan. También se incluye el desarrollo de los conceptos básicos de bioenergética como: potencial redox, entropía, entalpía y energía química, los mecanismos de regulación del metabolismo y tipos de inhibición. Las actividades de Fosforilación Oxidativa y Ciclo de Krebs están orientadas identificar su ubicación en la mitocondria, comprender el proceso de ambas vías, su estrecha relación entre ellas y con el metabolismo en general, sin olvidar su regulación y correlación con la alimentación y aspectos de vida saludable. Y sobre todo en lo que respecta al Ciclo de Krebs que lo puedan conceptualizar más allá de una simple vía catabólica, sino que puedan reconocer su función tan importante en los procesos anabólicos en lo que éste participa.

El abordaje del Metabolismo de Carbohidratos incluyen desde la forma de cómo se transporta e introduce la glucosa a la célula a nivel de membrana, la ubicación celular de las vías de glucólisis, oxidación del piruvato, glucogénesis, glucogenólisis, vía de pentosas y gluconeogénesis, aspectos relevantes como balance energético, cuándo se activan, su interrelación entre ellas y con otras vías metabólicas, su función y regulación hormonal. Así como se incluyó una temática importante a manera de reflexión y formación integral acerca del catabolismo, los efectos del etanol y el significado clínico de su ingesta excesiva.

Respecto al Metabolismo de Lípidos las actividades se integraron, partiendo de la premisa, de que para iniciar éste complejo tema, deben reconocer cuáles serán las vías catabólicas y anabólicas que integrarán su estudio, comprender cómo se llevan a cabo dichas rutas, cuál es el papel del AMPc así como las hormonas que intervienen en la activación e inhibición de las vías y la participación de la molécula clave llamada Acetil-CoA.

Las actividades del Metabolismo de Aminoácidos tienen como objetivo la comprensión de los conceptos: recambio proteico, balance nitrogenado positivo y negativo, las vías que existen para la degradación de proteínas, así como la participación de los aminoácidos en la formación de moléculas con funciones biológicas específicas (carnitina, grupos hemo, serotonina, etc.) Sin pasar por alto, que intermediarios metabólicos pueden formar y como se eliminan a través del ciclo de la urea.

Por último, el Metabolismo de Nucleótidos de inicio se consideró importante que centraran las características y diferencias estructurales entre las purinas y pirimidinas, para de ahí lograr comprender cómo se sintetiza y como se degradan. Reconociendo además la importancia de éstas moléculas dentro del metabolismo celular.

Esperamos que este material, les sea de utilidad en su formación universitaria, sin embargo, lograr este objetivo depende en gran medida de la responsabilidad con la que los estudiantes se comprometan e involucren en el desarrollo de las actividades, a la par y de forma paralela de cómo se aborden los temas en el aula.

1 Bioenergética y Metabolismo

Da tu primer paso ahora. No importa que no veas el camino, solo da tu primer paso, y el resto del camino irá apareciendo a medida que camines.

Martin Luther King.

Introducción

Ayudar al estudiante a entender los detalles importantes sobre bioenergética y relacionarlos con la bioquímica y los nutrientes reviste de importancia si queremos lograr un aprendizaje significativo y no simplemente memorístico. Es una realidad el hecho de poder fusionar ese fino vínculo entre alimentos y la forma de cómo se obtiene la energía a través de ellos, es la mejor manera de despertar el interés de éste curso de bioquímica y lograr así mejores resultados de aprendizaje. Sabemos que por definición el metabolismo es el enorme conjunto de reacciones químicas posteriores a la digestión y absorción encargadas de producir energía o sintetizar macromoléculas. En éstas reacciones catalizadas por enzimas, resulta fundamental tener en claro quiénes conforman el sistema enzimático y cuál es la función de cada uno de ellos.

De la misma forma, el clarificar los conceptos como catabolismo, anabolismo, las características, ejemplos y funciones de los nutrientes resulta fundamental para poder ensamblar el metabolismo con la bioenergética. Como definición tenemos que la bioenergética consiste en el estudio de la transferencia y utilización de la energía en los sistemas biológicos, de ahí la relación de ésta materia con la termodinámica, específicamente con el tema de energía libre (energía libre de Gibbs ΔG) pero a ¿Qué nos referimos cuando decimos transferencia de energía? ¿Qué es lo que queremos que los estudiantes comprendan respecto a la utilización de energía? Al referirnos a transferencia de energía, la idea de dimensionar este concepto va en el sentido, que de que una vez que se consumen alimentos, a través de las rutas degradativas (catabólicas) existen reacciones en las cuales ciertos intermediarios de las rutas o caminos por las cuales se van transformando en un producto, sufren pérdida de H^+ , es decir se oxidan, de ésta forma éstos protones, se transfirieren a las moléculas generadoras de energía como los son el NAD y FAD. La reducción de ésta dos moléculas, $NADH+H$ y $FADH_2$ debido a la ganancia de H^+ , se utilizará para la producción de energía en forma de ATP, misma que se considera la moneda energética del metabolismo.

Desde ésta perspectiva es más sencillo que él o los estudiantes relacionen la bioquímica con la primera ley de la termodinámica: “La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma” Debiendo complementar ésta temática con los conceptos: entalpía, entropía, energía química y potencial Redox.

Consideramos que las actividades que han sido diseñadas para ésta primera unidad, serán de utilidad para el inicio de éste Curso de Bioquímica Metabólica, y que permitirá la iniciación de los contenidos propios de una forma más accesible y clara para su aprendizaje.

1. Esquematiza un sistema enzimático que incluya sustrato, enzima, cofactor inorgánico, coenzima, producto e inhibidor.

--

2. Complementa el siguiente enunciado:

La _____ consiste en la pérdida de electrones o H^+ . Mientras que la reducción consiste _____ de electrones o hidrógenos.

3. Marca con una cruz el enunciado correcto.

El metabolismo:

<input type="checkbox"/> No es regulado por enzimas u hormonas	<input type="checkbox"/> Puede ser anabólico, catabólico o anfibólico	<input type="checkbox"/> El anabolismo no requiere del catabolismo	<input type="checkbox"/> Sus vías no se interrelacionan
--	---	--	---

El anabolismo:

<input type="checkbox"/> Es reductor	<input type="checkbox"/> Es oxidante	<input type="checkbox"/> Es consumidor de energía	<input type="checkbox"/> Las coenzimas pasan de NADH+H a NAD y de FADH2 a FAD
<input type="checkbox"/> Su producto final tiene menor peso molecular que el sustrato	<input type="checkbox"/> Requiere de energía y es hacia arriba	<input type="checkbox"/> El AMP se convierte en ATP	<input type="checkbox"/> Un ejemplo puede ser la reacción de ácidos grasos a triglicéridos

El catabolismo:

<input type="checkbox"/> Forma las coenzimas NADH+H o FADH2	<input type="checkbox"/> Es degradativo	<input type="checkbox"/> Su producto tiene menor peso molecular	<input type="checkbox"/> Forma ATP a partir de AMP+Pi
<input type="checkbox"/> Produce energía	<input type="checkbox"/> Sus vías tienen terminación "lisis"	<input type="checkbox"/> Las reacciones están dirigidas a generar energía electroquímica (NADH+H, FADH2 ó NADPH) o química (ATP principalmente)	

4. Ejemplo y funciones de los nutrientes.

	Completa el siguiente cuadro de ejemplos y funciones de los nutrientes	Funciones
Plásticos		
Energéticos		Función combustible, producen _____
Reguladores	Vitaminas, _____ y _____	

5. Escribe la definición de los siguientes nutrientes.

Micronutrientes	
Macronutrientes	
Esenciales	
No esenciales	

6. Complementa el siguiente cuadro:

Nro.	Vitamina	Coenzima que forma	Grupo. que transfiere
B ₁		Tiamina	CO ₂
	Riboflavina		
B ₃		NADH-H; NADPH+H	H ⁺
B ₅		CoA	
	Piridoxina		Aminoácidos
B ₇		Biotina	
B ₉	Ac. fólico		Carbonos-metilo

7. Explica el concepto bioenergética:

--

8. Complementa el siguiente enunciado:

La _____ consiste en la pérdida de electrones o H^+ . Mientras que la reducción consiste en la _____ de electrones o hidrógenos

9. Representa la estructura del ATP, y señala sus enlaces de alta energía

10. ¿Cuántas kcal/mol libera cada enlace de alta energía del ATP? _____ y cuál es su ΔG

_____ ¿Cuántos ATP el $NADH+H^+$? _____ ¿y el $FADH_2$? _____

11. Selecciona la letra correcta, se repiten

A. Potencial Redox B. Entropía C. Entalpía D. Energía química

- _____ Se abrevia como ΔS .
- _____ Se abrevia como ΔE .
- _____ Representa el desorden molecular.
- _____ Se abrevia como ΔH .
- _____ Representa la energía cinética de las moléculas.
- _____ Es la energía electroquímica.
- _____ Es la energía derivada de la entropía y entalpía.
- _____ Es la energía derivada del intercambio de electrones.

12. Explica los siguientes mecanismos de regulación del metabolismo

Compartimentalización	Por producto
Reacciones irreversibles	Fosforilación-desfosforilación

13. Explica en qué consiste la inhibición alostérica.

14. Explica en qué consiste la inhibición competitiva.

15. ¿Si una enzima tiene un K_m baja, es menos a fin a su sustrato? Explicar

Referencias

Appleton, A.; Vanbergen, Olivia. (2013). *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España

D.M. Vasudevan. (2013). Ejercicios de Revisión, basado en el libro de texto de Bioquímica. 6ta. Edición. Ed. Cuéllar-Ayala. Jaypee-Highlights. México.

Harper. Bioquímica Ilustrada. (2010). 28ª Edición. Ed. Mc Graw Hill.

Harvey, R. (2013). Bioquímica. Ed. Lippincott. México.

Mathews. Bioquímica. (2003). 3ª. Edición, Edit. Perarson. Madrid, España.

Stryer y col. (2013). Bioquímica con aplicaciones clínicas. 7ª. Edición Ed. Reverté. México

Timberlake K.C. (2013). *Química General, Orgánica y Biológica*, estructuras de la vida. 10ª edición, Pearson Educación, S.A., Madrid, España.

Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. (2011). *Texto de Bioquímica*. 6ta. Edición. Ed. Cuellar Ayala, Guadalajara, Jalisco, México.

Material de consulta para ampliar el tema

Cadena Respiratoria

<https://www.youtube.com/watch?v=MkzK3RyGvH0>

Compartimentalización celular

<http://cienciasdejoseleg.blogspot.mx/2013/01/compartimentalizacion-celular.html>

Introducción Proceso Oxido Reducción y Enzimas

https://www.youtube.com/watch?v=5haeqvGx7_M

Lanzadera Malato-Aspartato

<https://www.youtube.com/watch?v=hZBDRgATno0>

2 Fosforilación oxidativa

La mente es como un paracaídas. No funciona si no está abierta.

Frank Zappa (1940-1993) Músico estadounidense.

Introducción

La fosforilación oxidativa es la etapa final de la ruta central del metabolismo celular, ésta se encuentra después de la glucólisis y el ciclo de Krebs, las cuales precursoras brindan la materia prima para esta vía metabólica, es decir, producen el NADH+H y FADH₂ requerido para que se lleve a cabo la fosforilación oxidativa, que es responsable de la respiración celular en la mitocondria y de que se produzca la principal molécula energética de la célula: el ATP.

Esta vía de la fosforilación oxidativa está integrada por cuatro complejos proteicos que están acoplados a la enzima ATP sintetasa, los primeros son los encargados de transportar los electrones captados a partir del NADH+H y FADH₂ a los complejos uno y dos respectivamente, llevándolos a través del complejo tres hasta el complejo cuatro en donde finalmente se llevará a cabo la respiración, ya que ahí se capta oxígeno y se combina con dos H⁺ para formar una molécula de agua. Asimismo, estos complejos son los encargados de bombear protones hacia el exterior de la matriz mitocondrial.

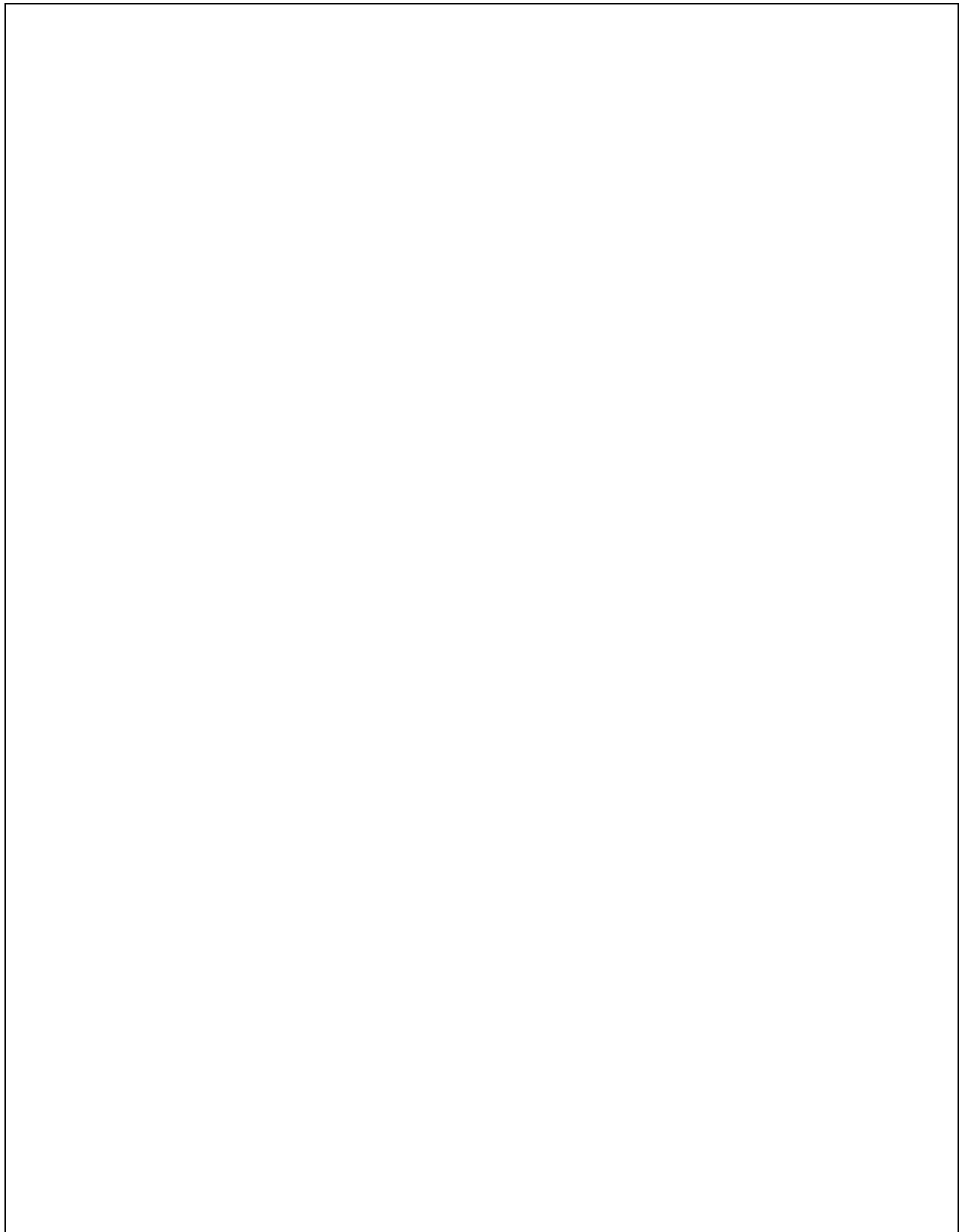
Se dice que estos complejos están acoplados con la enzima ATP sintetasa debido a que ésta es la responsable de mantener el equilibrio químico de protones dentro y fuera de la matriz mitocondrial, ya que los recibe para generar la molécula energética llamada ATP, la ATP sintetasa es la responsable de introducirlos de nuevo. Con la introducción de protones se genera un trabajo en la enzima ATP sintetasa, mediante la cual se produce el ATP.

Además de la importancia que le otorga a esta ruta metabólica la producción de ATP, otra función de gran importancia es la de mantener la temperatura corporal, la cual es conservada por el calor producido durante el proceso de transporte de electrones y la formación de ATP.

Es importante destacar que existen algunos medicamentos, sustancias o plantas que pueden afectar el correcto funcionamiento de este mecanismo, las cuales pueden ser desacoplantes inhibidores de fosforilación e inhibidores de la respiración, lo que conlleva a una alteración en la temperatura corporal, pudiendo disminuir en consecuencia el rendimiento energético del NADH+H y del FADH₂.

En el presente capítulo se presentan ejercicios, los complejos que intervienen en el proceso de transporte de electrones, el bombeo de protones, consumo de oxígeno, producción de agua y ATP, además de esto, también plantean cuestiones acerca de los desacoplantes e inhibidores de los complejos y los efectos que pueden tener en el mismo.

1. Dibuja las partes que conforman a la mitocondria e indica sus funciones y características.



2. Con las siguientes opciones de respuesta, complementa los enunciados enumerados abajo.

- Quita electrones (oxida) y los cede (reduce).
- Permite el paso de electrones de los complejos I con II y II con III.
- Transportador electrones a lo largo de los complejos.
- Complejo II.
- FADH_2 .
- Permite el paso de electrones del complejo III al IV.
- Complejos I, III y IV.
- Complejo V.
- Responsable del consumo de oxígeno y forma agua.
- $\text{NADH}+\text{H}$.
- F_o .
- F_1 .
- Complejo I.
- Complejos I, II, III y IV.

Enunciados:

- a) Su entrada a la cadena respiratoria forma 1.5 ATPs.
- b) ¿Qué función tiene la CoQ?
- c) ¿Qué función tiene el Citocromo C?
- d) ¿Cuáles son complejos bombeadores de protones (H^+)?
- e) ¿Cuál fue la función de los grupos prostéticos?
- f) ¿Cuál es la función de las enzimas de la cadena respiratoria?
- g) ¿Qué complejos componen la cadena respiratoria?
- h) ¿Qué función tiene el complejo IV?
- i) Número de complejo donde entra el $\text{NADH}+\text{H}$
- j) Número de complejo que recibe el FADH_2
- k) Es el complejo forma la energía química (ATP).
- l) Es el canal de protones de la ATPasa.
- m) Fracción catalítica de la ATPasa, responsable de la síntesis del ATP.
- n) Coenzima cuya entrada a la cadena respiratoria forma 2.5 ATPs.

3. Consultar el libro de Karen C. Timberlake 2013. Química General, Orgánica y Biológica, estructuras de la vida. 10ª edición, Ed. Pearson Educación, S.A., Madrid, España. Capítulo 18. Procesos metabólicos y producción de energía; y marca con una cruz los enunciados correctos.

A. Marca con una cruz las características del proceso oxidativo:

- () Incluye el transporte de electrones entre los complejos.
- () Incluye el bombeo de H^+ (protones) del espacio intermembrana hacia la matriz.
- () Forma energía química ATP.
- () Ocasiona una disminución del pH en el espacio intermembrana.
- () Forma calor (energía eléctrica).
- () No forma agua.
- () Requiere de oxígeno.

B. Marca con una cruz las características del proceso fosforilante.

Solo lo realiza la ATPasa.

Los H bombeados pasan del espacio intermembrana a la fracción Fo.

Forma energía química (ATP)

El proceso requiere de 3 a 4 H⁺ para formar un ATP.

4. Consulta ¿Qué es el metabolismo basal? en el libro: Amber Appleton; Olivia Vanbergen. 2013. Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España. Y explicar el uso de éstos porcentajes de ATP en el organismo

50% ATP _____

5-10% del ATP _____

25-40% del ATP _____

4.1 Con base a lo anterior, ¿De cuánto ATP disponemos?

4.2 ¿Qué cantidad en peso formamos de ATP diariamente?

4.3 ¿Qué conclusión resulta de las dos preguntas anteriores?

5. Explica cómo se obtiene el valor de producción de ATP 2.5 y 1.5 por NADH+H y FADH₂ respectivamente.

2.5 ATPs	
1.5 ATPs	

6. ¿Por qué razón se requieren de las lanzaderas de malato y glicerol 3-P?

7. Consulta la lanzadera de malato- aspartato y contesta las siguientes preguntas

Molécula que dona un grupo NH_3 , para convertir el oxalacetato en un Aminoácido

De que vía proviene el $\text{NADH} + \text{H}$ que va introducir la lanzadera de Malato

Que intermediario recibe los hidrógenos provenientes del $\text{NADH} + \text{H}$ de la glucólisis

Molécula responsable de sacar al oxalacetato al citosol

Molécula que reducida introduce los H del $\text{NADH} + \text{H}$ a la mitocondria

¿Cuál fue la función del malato?

¿Cuál fue la función del aspartato?

8. Investiga en el libro de Amber Appleton; Olivia Vanbergen, (2013). Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España; la lanzadera de glicerol 3-P y, responde las preguntas siguientes, escribiendo la letra correcta.

___ ¿Qué tejidos la llevan a cabo?

- A. Todas las células
- B. Riñón e hígado
- C. Cerebrales y musculares

___ ¿Quién recibe los H provenientes del $\text{NADH} + \text{H}$ citosólico?

- A. FADH_2
- B. Dihidroxicetona-P
- C. Gliderol 3-P

___ ¿Quién introduce los H provenientes del NADH+H citosólico?

- A. FADH₂
- B. Dihidroxicetona-P
- C. Glícerol 3-P

___ ¿A qué complejo entra el FADH₂?

- A. Al complejo I
- B. Al complejo II
- C. Al complejo III

___ ¿Cuántos ATPs se forman?

- A. 3
- B. 2.5
- C. 1.5

___ ¿Cómo se formó el FADH₂?

- A. Por la oxidación del Glícerol 3-P
- B. Por la oxidación del FAD
- C. Por reducción de dihidroxicetona-P

9. Lee las siguientes preguntas del tema desacoplantes e inhibidores de la fosforilación y escribe la letra correcta sobre la línea:

___ Evitan la formación del ATP, ya que no permiten la unión del ADP al Pi.

A. Desacoplantes	B. Inhibidores de la respiración	C. Inhibidores de las fosforilación	D. Activadores
------------------	----------------------------------	-------------------------------------	----------------

___ Detienen el paso de electrones de modo que no hay bombeo de protones, ni gradiente de protones.

A. Desacoplantes	B. Inhibidores de la respiración	C. Inhibidores de las fosforilación	D. Activadores
------------------	----------------------------------	-------------------------------------	----------------

___ Separan el proceso oxidativo del fosforilante. Acelerando el paso de H⁺ a través de la membrana mitocondrial interna, pero no a través de la ATP asa. Sólo forman energía eléctrica (calor) pero no química (ATP).

A. Desacoplantes	B. Inhibidores de la respiración	C. Inhibidores de las fosforilación	D. Activadores
------------------	----------------------------------	-------------------------------------	----------------

10. Relaciona ambas columnas y escribe la letra correcta sobre la línea:

___ Desacoplante llamado proteína UCP1 haciendo que todos los protones pasen del espacio intermembrana hacia la matriz sin pasar por el complejo F ^o F1', ocasionando solo formación de calor y no ATP	1. Oligomicina
___ Antibiótico que actúa a inhibiendo el complejo III. Inhibe la reoxidación del NADH y del FADH ₂ .	2. Rotenona
___ Bloquea el paso de electrones del citocromo a ₃ al oxígeno	3. Termogenina
___ Antibiótico producido por <i>Streptomyces</i> , inhibe a la ATPasa al unirse a la subunidad F _o e interferir en el transporte de H ⁺ a través de F _o , inhibe por lo tanto la síntesis de ATP.	4. Antimicina A
___ Entra en el segundo punto de entrada a la cadena, posterior al del NAD ⁺ .	5. Cianuro
___ Toxina de una planta, utilizada por indios amazónicos como veneno, también ha sido usada como insecticida. Actúa a inhibiendo el complejo I. Inhibe la reoxidación del NADH, no afecta la del FADH ₂	6. Succinato
___ Barbitúrico que inhibe al complejo I, afecta las oxidaciones dependientes del NAD ⁺ .	7. Amital

Referencias

Amber Appleton; Olivia Vanbergen, (2013). *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España.

Berg J.M., Stryer L. y Tymoczko, J.L. 2013. *Bioquímica*. 7ma edición. Ed. Reverté, México.

Murray K. Mayes A. Granner K. Rodwell W. Haper. 2004. *Bioquímica Ilustrada*. México. 16ª edición. Manual moderno.

Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. 2011. *Texto de Bioquímica*. 6ta. Edición. Ed. Cuellar Ayala, Guadalajara, Jalisco, México.

Timberlake K.C. 2013. *Química General, Orgánica y Biológica*, estructuras de la vida. 10ª edición, Pearson Educación, S.A., Madrid, España.

Material de consulta para ampliar el tema

Funcionamiento de la Fosforilación Oxidativa

https://www.youtube.com/watch?v=OD5iqx_Jj8s

Funciones Mitocondriales y Oxidaciones Biológicas

<http://themedicalbiochemistrypage.org/es/oxidative-phosphorylation-sp.php>

Fosforilación Oxidativa

<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/introduccion%20fosforilacion%20oxidativa.html>

Estructura de la mitocondria, fosforilación oxidativa, inhibidores y desacoplantes

http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/file.php/139/Presentaciones_ppt_clases_teoricas/Fosforilacion_oxidativa.pdf

Mitocondria función en 3D

<https://www.youtube.com/watch?v=FPCpflaFDX0>

Enfermedades mitocondriales: un reto para las ciencias médicas

http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol8_n1_04/san08104.htm

3 Ciclo de Krebs

No importa lo lento que vayas, lo importante es que no te detengas.

Anónimo.

Introducción

El Ciclo de Krebs (ciclo de los ácidos tricarboxílicos o ciclo del ácido cítrico); está relacionado con el catabolismo de carbohidratos, y como vía final del metabolismo de lípidos y aminoácidos para ser oxidados a CO_2 y H_2O , con la consecuente producción de equivalentes reducidos de NADH, FADH_2 , los cuales entran a la cadena respiratoria para generar grandes cantidades de ATP por fosforilación oxidativa.

El Ciclo de Krebs, también participa en reacciones anabólicas como la gluconeogénesis, transaminación, desaminación y lipogénesis, por lo que es considerado como un ciclo anfibólico.

Las enzimas participantes en este ciclo se encuentran en la matriz mitocondrial a excepción de la succinato deshidrogenasa que se localiza embebida en la membrana interna mitocondrial, cercana a la cadena respiratoria, lo que facilita el acoplamiento de ambos procesos.

El Ciclo de Krebs inicia con la condensación del oxalacetato (4C) con el residuo acetilo (2C) de la acetil-CoA formando el citrato de 6C que a través de la transformación a intermediarios pierde por descarboxilación dos moléculas de CO_2 para regenerar oxalacetato, permitiendo que el ciclo funcione de manera continua mientras sea alimentado por la acetil-CoA.

1. Dibuja el ciclo de Krebs apoyándote en la bibliografía: Murray K. Mayes A. Granner K. Rodwell W. Haper. (2004) Bioquímica lustrada. 16ª edición. Ed. Manual Moderno, México. y complementa lo siguiente:

A) Colorea las siguientes características del ciclo:

1. ROJO: Reacciones irreversibles.
2. AZUL: La participación de las moléculas de agua.
3. CAFÉ: La formación de CO_2 .
4. VERDE: Los activadores (minerales que participan).
5. NARANJA: Las vitaminas que participan.
6. MORADO: Encierra en un círculo los intermediarios anfibólicos.
7. AMARILLO: El recuadro de las enzimas que regulan al ciclo.

--

B. Analizar las reacciones del ciclo de Krebs y complementa la siguiente tabla, describiendo la importancia de la reacción: por ejemplo: ¿son irreversibles, productoras de energía, requieren de agua, tienen relación con la cadena respiratoria, descarboxila, permiten reiniciar el ciclo?, etc.

	Importancia de la reacción
Reacción 1 Formación de Citrato	
Reacción 2 Formación de Oxalosuccinato	
Reacción 3 Formación de Succinil CoA	

Reacción 4 Formación de Succinato	
Reacción 5 Formación de Fumarato	
Reacción 6 Formación de oxalacetato	

2. Pega una imagen del ciclo de Krebs y en la reacción que corresponda, dibuja o pega imágenes de vida saludable que corresponden al ciclo:

- a. Consumo de agua.
- b. Hacer ejercicio.
- c. Alimento(s) que provee de Vitamina B₁, B₂, B₃, B₅ y Ácido lipoico.
- d. Alimento(s) que provee de Consumo Fe²⁺, Mn²⁺, Mg²⁺.



3. Realiza el balance energético del ciclo de Krebs

	¿Cuántas de éstas moléculas se formaron?	¿Cuántos ATP formó?	¿Método de producción?: ¿Nivel de sustrato (NS) o Fosforilación oxidativa (FO)?	¿Total de ATP?
NADH+H				
FADH ₂				
ATP				

4. ¿Total de ATP formado por molécula de acetyl-CoA, que entra al ciclo de Krebs: _____

5. Complementa la siguiente tabla de anabolismo del ciclo del Krebs

Intermediario, características e importancia en la vía.	Producto
1. Intermediario: Citrato. Característica de la vía:	
2. Intermediario: _____ Característica de la vía:	Glucosa
3. Intermediario: _____ Característica de la vía:	
4. Intermediario: _____ Característica de la vía:	Aminoácidos

a) Lista por lo menos tres características catabólicas del ciclo de Krebs:

--

b) Lista por lo menos tres características anabólicas del ciclo de Krebs

--

c) ¿Por qué se dice que el ciclo de Krebs es una ruta anfibólica?

--

d) ¿Cuál fue la importancia de la ruta anaplerótica?

--

e) ¿Tiene el Ciclo de Krebs importancia en el metabolismo celular? Explicar por qué.

--

f) ¿Para qué se utiliza el ATP formado en el metabolismo?

--

g) Complementa la siguiente tabla, escribiendo el nombre de las enzimas que regulan el ciclo de Krebs, y el correspondiente activador e inhibidor.

Enzima	Activada por....	Inhibida por.....

Referencias

Harvey R.A., Ferrier, D.R. 2013. Revisión Ilustrada de Lippincott: Bioquímica. Edit. Lippincott Williams & Wilkins. China.

Laguna J., Piña E., 2013. Bioquímica de Laguna. 7ª. Edición. Edit. Manual Moderno. México.

Stryer y col. 2013. Bioquímica con aplicaciones clínicas. 7ª. Edición Ed. Reverté. México.

Vasudevan, D.M. 2011. Bioquímica. 6ta. Edición. Ed. Cuéllar-Ayala. Jaypee-Highlights. México.

Material de consulta para ampliar el tema

<http://www.todonatacion.com/ciclo-dekrebs/>) ver YouTube

<http://themedicalbiochemistrypage.org/es/amino-acid-metabolism-sp.php#glutamate>

(<http://www.indstate.edu/thcme/mwking/home.html>) 2004. Indiana State University, Karl J. Miller. "The Metabolic Pathways of Biochemistry"

<http://laguna.fmedic.uanm.mx>

https://www.youtube.com/watch?v=mJ_kEeqQ2Fw

4 Metabolismo de carbohidratos

No se mide el valor de un hombre por su vestimenta o bienes que posee, el verdadero valor de un hombre es su carácter, sus ideas y la nobleza de sus ideales.

Charles Chaplin.

Introducción

Al hablar de metabolismo de carbohidratos lo primero en que se suele pensar es en glucólisis, oxidación del piruvato, glucogénesis, glucogenólisis, vía de las pentosas fosfato y gluconeogénesis, entre otras. Sin embargo, el metabolismo de los glúcidos comienza desde que estos entran en nuestro cuerpo, es decir, inicia con el proceso de digestión, posteriormente se llevan a cabo la absorción, la distribución y una vez en las células, estas realizan las vías antes mencionadas, pero no termina ahí, lo último es la eliminación de los productos del metabolismo, como el CO₂ y el H₂O.

La digestión de la glucosa comienza en la boca, desde el momento en que la saliva se mezcla con el alimento. Por ejemplo, si lo que se está masticando son polisacáridos como el almidón (pieza de pan), en cada mordida la α -amilasa, que es una enzima presente en la saliva comienza por romper los enlaces α -1,4 presentes en ese alimento. La hidrólisis de este polisacárido genera oligosacáridos, como la maltosa, los cuales pasan junto con la enzima al estómago. En este sitio la digestión continúa hasta que el pH ácido termina por inactivar la enzima. A continuación el quimo pasa al intestino delgado, en donde una buena cantidad de α -amilasa pancreática es vertida y esta continúa con la digestión que comenzó su colega en la boca, realizando la liberación de monosacáridos, como la glucosa.

Después viene el proceso de absorción, el cual se da en el intestino en las vellosidades de este. Son dos los mecanismos de absorción de los monosacáridos: la difusión facilitada y transporte activo secundario, el primero sin gasto de energía a favor del gradiente de concentración y el segundo esta acoplado al transporte de Na⁺ y es contra el gradiente de concentración. La difusión facilitada se da gracias a unos transportados especializados llamados GLUT, de los cuales existen muchos subtipos, algunos dependientes de insulina y otros independientes. Estos transportadores son expresados sobre la superficie de todas las células de cuerpo y son altamente específicos, de tal manera que algunos transportan glucosa, otros fructosa o galactosa. La absorción de monosacáridos a través del transporte secundario dependiente de sodio utiliza las proteínas SGLT, estos son los encargados de introducir la glucosa y galactosa al interior de las células del intestino.

Una vez absorbidos los azúcares por las células intestinales, los monosacáridos pasan al torrente circulatorio, el cual se encarga de llevarlos a cada una de las células del organismo. Niveles altos de insulina ayudan a abrir las compuertas (GLUT insulino-dependientes) para que la glucosa pase al interior de las células, en donde será utilizada como sustrato para las diferentes vías y ciclos del metabolismo de los carbohidratos. La insulina no es la única hormona implicada en la regulación hormonal de los glúcidos, también juegan un papel importante el glucagón y la adrenalina.

Nuestro organismo es una perfecta maquina bioquímica capaz de obtener energía a través de moléculas complejas como carbohidratos y lípidos. El principal combustible para toda nuestra maquinaria es la glucosa, un monosacárido de seis átomos de carbono, el cual puede oxidarse completamente hasta CO_2 y H_2O para obtener energía en forma de ATP y equivalentes reductores como $\text{NADH}+\text{H}^+$ y FADH_2 . A lo anterior se le denomina vía central de la glucosa y comprende las vías de glucólisis (aerobia), oxidación del piruvato, ciclo de krebs, cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa.

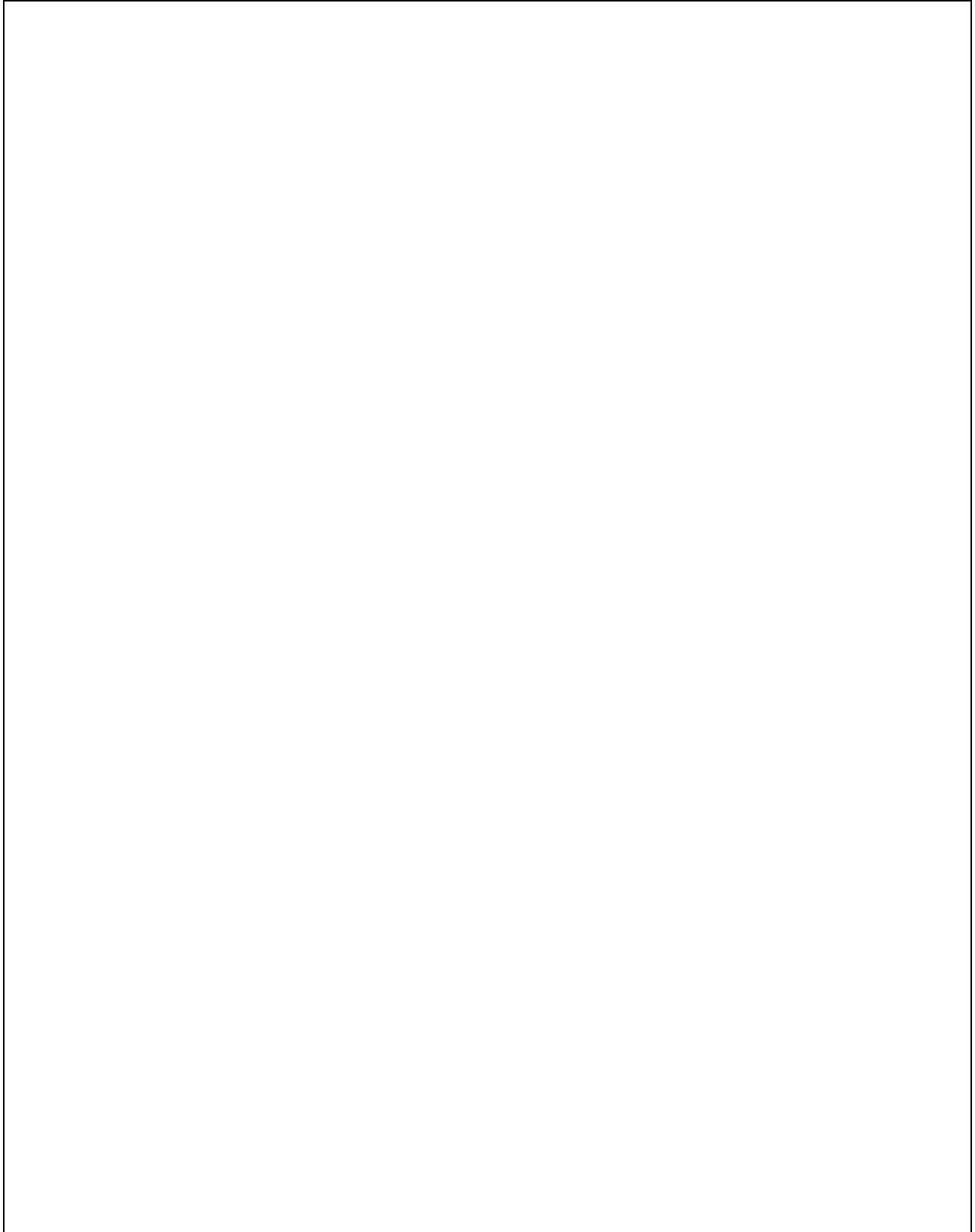
No obstante, no todos los carbohidratos que consumimos en nuestra dieta son quemados para obtener energía. Cuando las necesidades energéticas de nuestro cuerpo son cumplidas, el resto de los carbohidratos son almacenados en forma de un polisacárido conocido como glucógeno (estado posprandial). Son dos los lugares estratégicos de su almacenamiento: el hígado y los músculos. Durante los periodos de ayuno prolongado o inanición, los depósitos de glucógeno hepático son saqueados para proveer de glucosa a todas las células del cuerpo, en especial a aquellas en las que su alimento principal es este carbohidrato, como neuronas y eritrocitos. Las reservas del músculo se emplean para abastecer solo la actividad de este tejido, es decir, el preciado alimento no es exportado a la sangre como lo hace el hígado.

La reserva de glucógeno presente en el hígado no es una fuente inagotable de monosacáridos, por el contrario, se estima que solo dura de 12 a 24 horas. Después de este tiempo es necesario buscar nuevas fuentes de combustibles como los ácidos grasos. No obstante, existen células que solo pueden metabolizar glucosa como sustrato para obtener energía, tal es el caso de los eritrocitos, o bien, hay células que son incapaces de quemar los ácidos grasos como combustible, como es el caso del cerebro. En estas situaciones tener glucosa disponible es de vital importancia, y si no existe aporte exógeno, el cuerpo posee un mecanismo para sintetizarla de forma endógena a partir de fuentes que no son carbohidratos, como los ácidos grasos, el ácido propionico, los aminoácidos, el ácido láctico o el piruvato; Esta vía se denomina gluconeogénesis.

La glucosa es un sustrato primordial para nuestro metabolismo, ya que no solo se emplea como primera fuente de energía o como reserva en el caso del glucógeno, sino que también se utiliza como reactivo base para la síntesis de las otras biomoléculas como ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos. Estos últimos formados por una base nitrogenada (adenina, guanina, citocina, timina y uracilo), un azúcar de cinco carbonos (ribosa o desoxirribosa) y tres grupos fosfato. La síntesis de la pentosa se lleva a cabo a través de la vía de las pentosas fosfato y cuyo sustrato es la glucosa 6-P. Esta vía también provee equivalentes reductores en forma de $\text{NADPH}+\text{H}^+$ que se emplean para la síntesis de ácidos grasos, colesterol, entre otras.

En este apartado, se presentan ejercicios en relación al metabolismo de los carbohidratos; desde la digestión de los mismos pasando por todas las vías y ciclos mencionados anteriormente. En algunos casos, será necesaria la consulta de material complementario para resolver los cuestionamientos presentados. Al final del capítulo también se encuentra la bibliografía utilizada para la elaboración del mismo, así como una lista de material de consulta para ayudar a ampliar el conocimiento adquirido.

1. De la lectura “Mecanismos moleculares que intervienen en el transporte de la glucosa”. Elaborar un mapa conceptual.

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the text. It is intended for the student to draw a conceptual map based on the reading material.

2. De la lectura anterior dibujar o pegar los mecanismos de transporte que corresponda y explica sus características, especificar en cuáles tejidos se llevan a cabo.

Figura o esquema	
	SGLUT:
	Fosforilación irreversible:
	GLUT 1:
	GLUT 4:

3. Complementa en el cuadro, la fuente de carbohidratos en la dieta

Azúcar	Alimentos que nos lo proporcionan
Glucosa	
Galactosa	
Fructosa	

4. Escribe las características de la digestión de carbohidratos que se te piden

Lugar de digestión	¿Qué sucede en éste sitio con la digestión de carbohidratos?
Boca	
Estómago	
Intestino	

5. Contesta las siguientes preguntas

A) En el metabolismo de carbohidratos, tras entrar en una célula la glucosa se fosforila, menciona dos razones por las que se requiere esta reacción

B) ¿Qué implica que exista una diferencia de K_m entre glucocinasa y hexocinasa? ¿En qué tejidos actúan?

C) ¿Qué enzima de la glucólisis aerobia y anaerobia cataliza una reacción redox?

D) ¿Qué característica o requisitos debe cumplir una vía para considerarse lanzadera?

E) ¿Qué reacción de la glucólisis requiere de éste proceso?

F) Escribe la estructura de la fructosa 1, 6 bifosfato, enumera sus carbonos ¿éste azúcar producirá 1 piruvato? Explica

G) ¿Qué relación hay entre la enzima gliceraldehído 3-P deshidrogenasa con la lactato deshidrogenasa?

6. Escribe dentro del paréntesis el número que corresponda:

1. Glut-4 Además de piruvatocinasa, hexocinasa- glucocinasa, qué otra enzima cataliza la reacción irreversible en la glucólisis.
2. Aeróbica Glut presente en la mayoría de las células.
3. Fase I Fase de la glucólisis que consiste en la producción de energía.
4. Hexocinasa La degradación de glucosa por esta tipo de glucólisis forma lactato.
5. Fase II Glut insulino dependiente que actúa en músculo y tejido adiposo.
6. Anaeróbica Tipo de glucólisis que continua con la vía de oxidación de piruvato.
7. Fructosa 1, 6 Bifosfato A partir de la ruptura de éste intermediario la vía de glucólisis se duplica.
8. Glicerol Enzima que cataliza la primera reacción de la glucólisis en el músculo.
9. Glut 1 Fase de la glucólisis que implica la inversión de 2 ATPs.
10. Fosfofructocinasa

7. Desarrolla las siguientes temáticas del papel del 2,3 DFG (ciclo de Rapoport)

¿Cuál es el papel de 2,3 DFG en la hemoglobina?

¿Cuáles son los principales efectos fisiológicos?

a) En la hemoglobina fetal

--	--

10. ¿Con cuáles vías metabólicas tiene relación la glucólisis?

11. ¿Cómo es que las levaduras pueden producir alcohol? ¿Cómo los bacilos lácticos forman el yogurt?

12. Consultar el libro de Appleton A, Vanbergen O. *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ª ed. Madrid: Elsevier; 2013. Elaborar una síntesis de las siguientes temáticas del catabolismo del etanol:

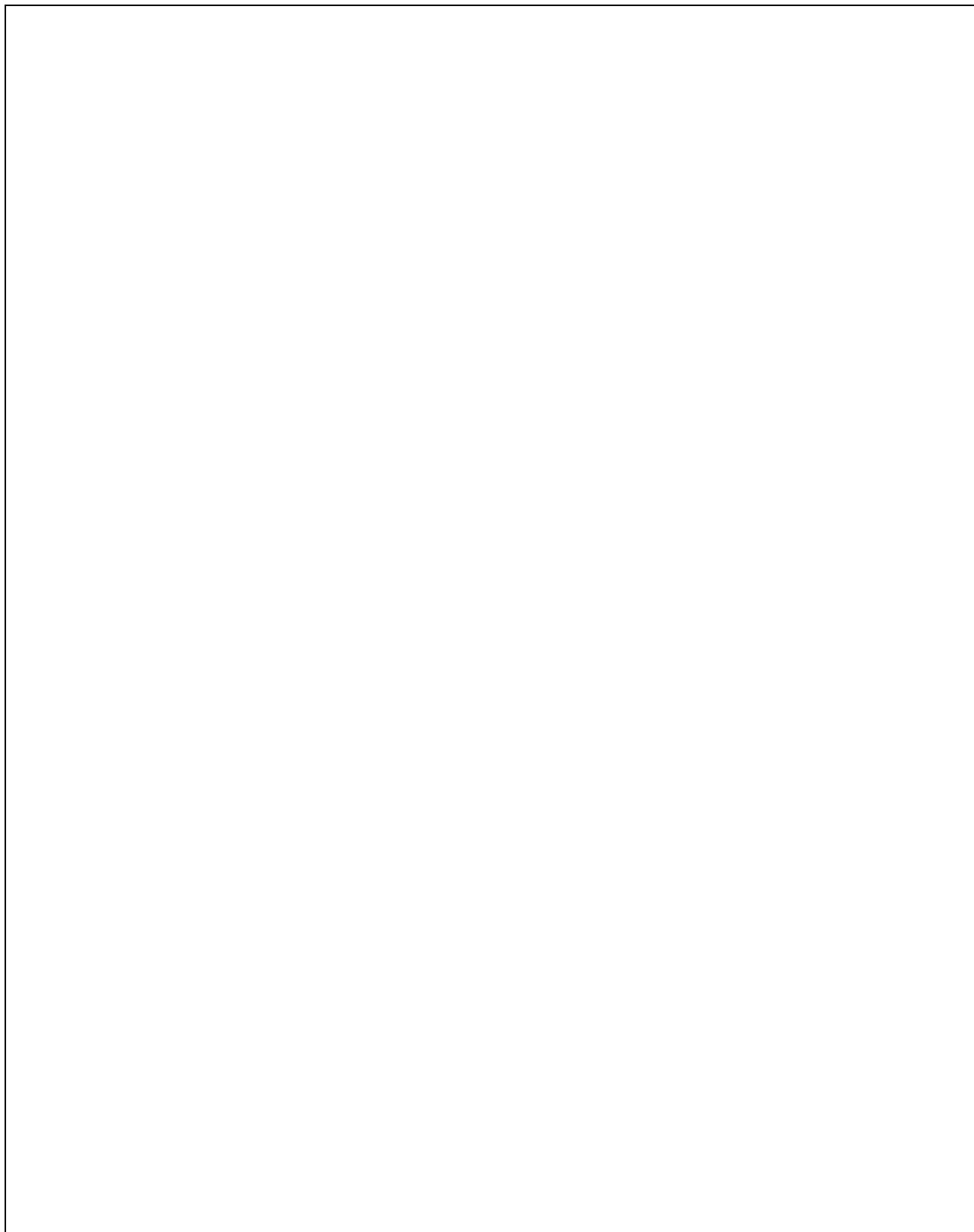
Catabolismo del etanol	
Efectos metabólicos	

Significado clínico de su ingesta excesiva	
--	--

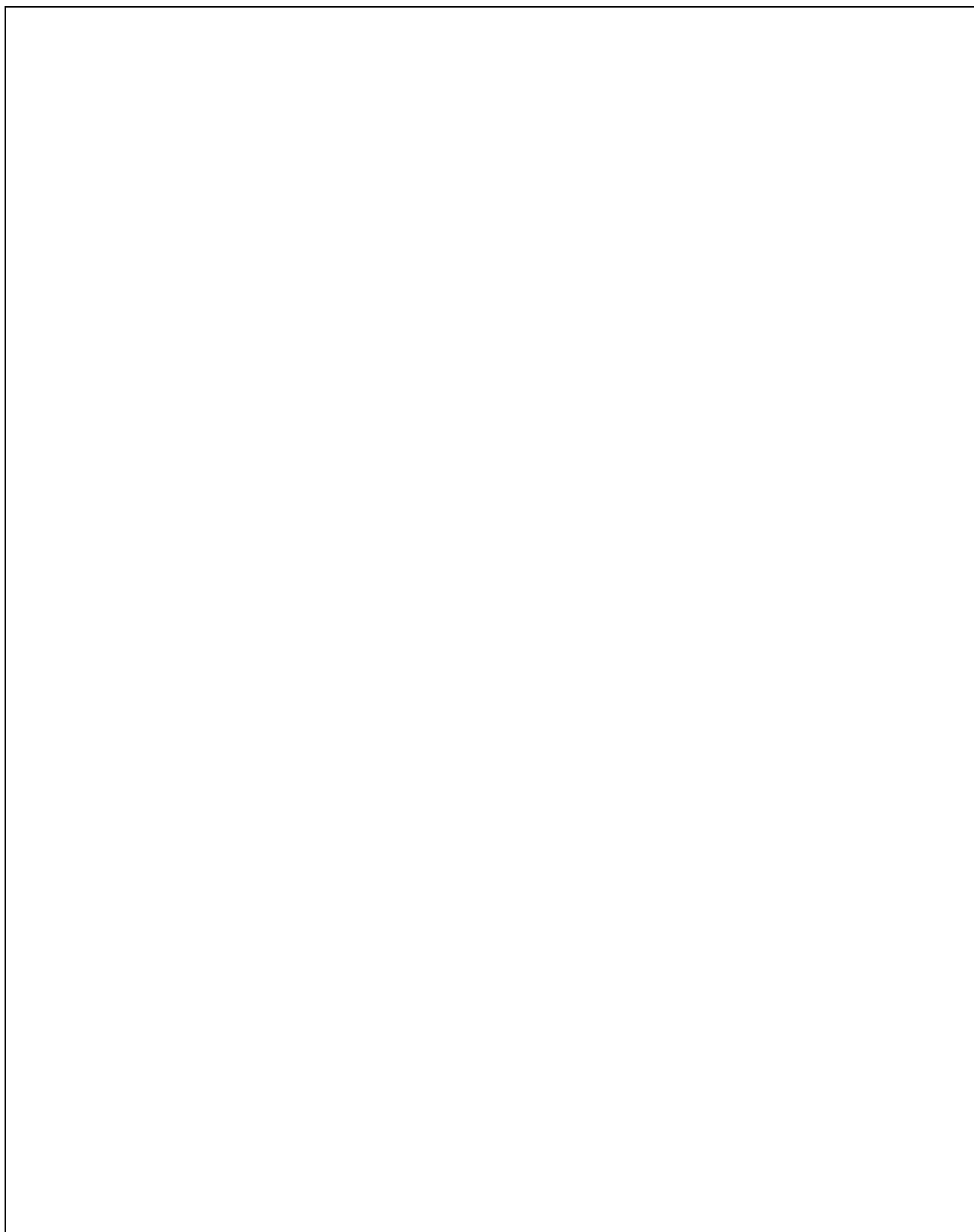
13. ¿Qué concluyes de la ingesta de etanol?

14. Consultar el libro de Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. (2011). *Texto de Bioquímica*. 6ta. Edición. Ed. Cuellar Ayala, México. El tema: "Metabolismo del Etanol" y elaborar un mapa conceptual de las alteraciones bioquímicas del alcoholismo y alcoholismo crónico.

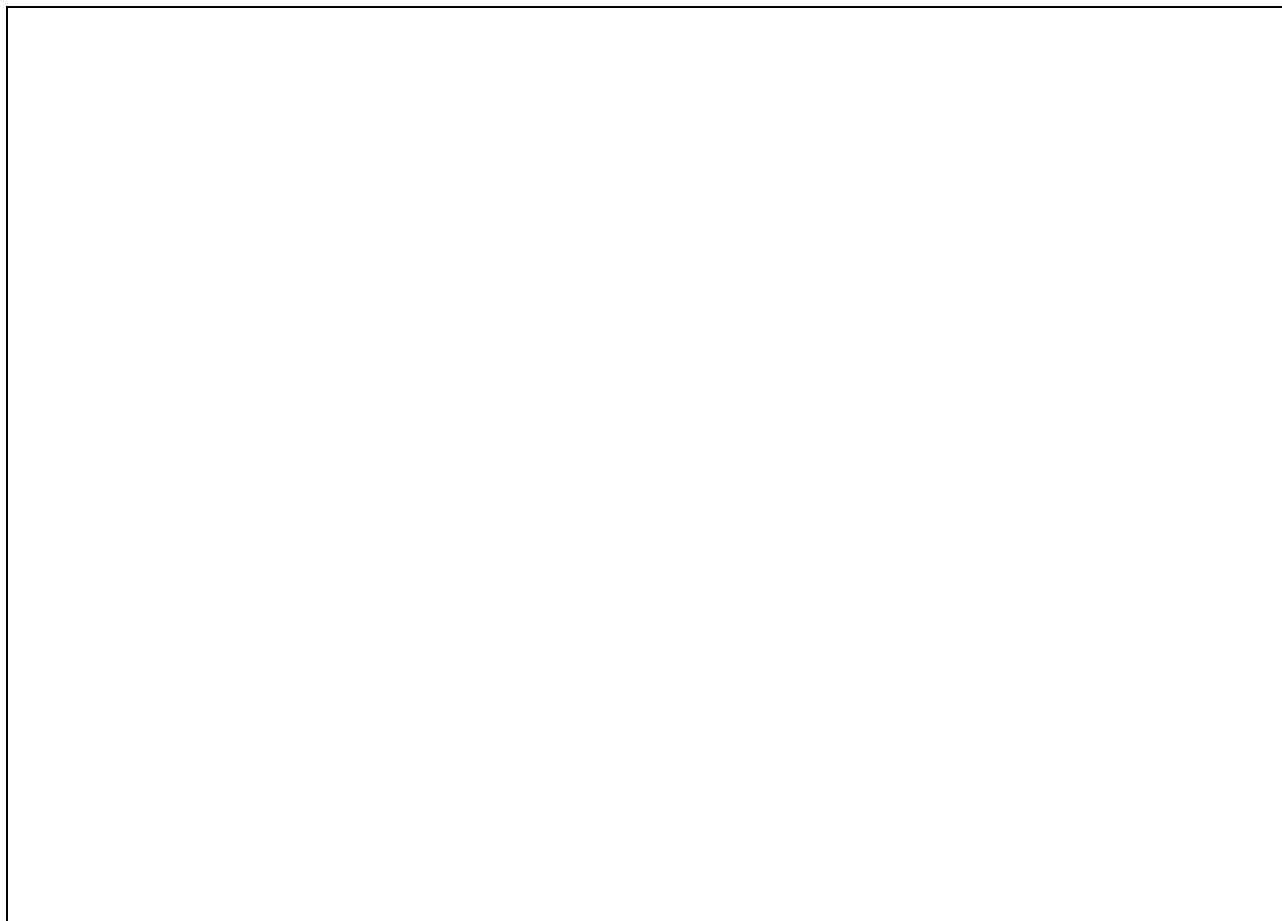
Mapa Conceptual
Alteraciones Bioquímicas del Alcoholismo



Mapa Conceptual
Alteraciones Bioquímicas del Alcoholismo Crónico



15. Realiza un pequeño mapa metabólico donde señales las reacciones que convierten o ingresan la fructosa y galactosa a la glucólisis.



16 El mecanismo de oxidación del piruvato, es exactamente igual a la reacción catalizada por la enzima α -cetoglutarato deshidrogenasa del ciclo de Krebs...

¿Explica por qué un consumo adecuado de las vitaminas hidrosolubles: tiamina, ácido lipoico, niacina, riboflavina y ácido pantoténico, permiten que obtengamos energía (ATP) en ésta vía?

17. ¿Cuál es su producto si oxida 1 molécula de glucosa? _____ ¿Con los productos anteriores, cuántos ATPs produciría la vía de oxidación del piruvato?

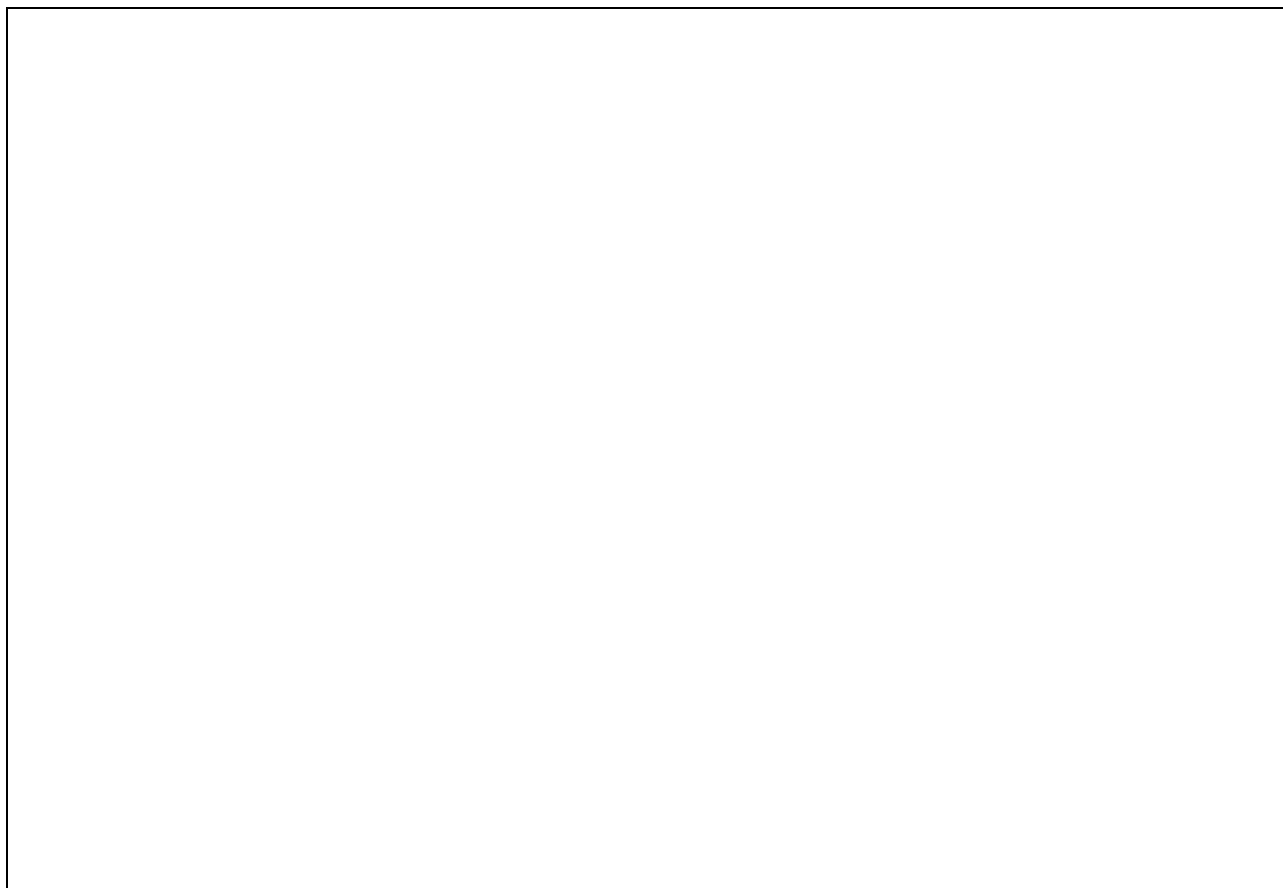
18. ¿Cuáles pueden ser sus destinos?



19. Ordena la secuencia de reacciones de ambas vías...

Glucogénesis	Glucogenólisis
<input type="checkbox"/> Glucógeno sintetasa. <input type="checkbox"/> Enzima ramificante. <input type="checkbox"/> UDG-Pirofosforilasa. <input type="checkbox"/> Glucógeno sintetasa.	<input type="checkbox"/> Glucógeno fosforilasa. <input type="checkbox"/> Desramificante. <input type="checkbox"/> Fosfoglucomutasa. <input type="checkbox"/> Glucógeno fosforilasa. <input type="checkbox"/> Transferasa.
Marca con una cruz los enunciados incorrectos <input type="checkbox"/> La vía requiere vitamina B ₅ (Piridoxal fosfato). <input type="checkbox"/> No requiere glucógeno cebador o glucogenina. <input type="checkbox"/> La vía degrada la glucosa. <input type="checkbox"/> Una vez que los tejidos recibieron la glucosa que necesitaban, posteriormente esta vía se activa cuando existe un exceso de glucosa en sangre. <input type="checkbox"/> La vía es inhibida por el glucagón. <input type="checkbox"/> Es una vía anabólica.	Marca con una cruz los enunciados incorrectos <input type="checkbox"/> La vía requiere agua. <input type="checkbox"/> Su producto en músculo es glucosa libre. <input type="checkbox"/> Se activa cuando la glucosa sérica disminuye en sangre. <input type="checkbox"/> El producto glucosa 6-P, es exportado por el hígado a la sangre. <input type="checkbox"/> La vía es inhibida por la insulina. <input type="checkbox"/> Es posible degradar todo el glucógeno almacenado.

20. Dibujar o pegar la gráfica que muestra la variación aproximada de los depósitos de glucógeno en el hígado y el nivel de glucosa en sangre a las distintas horas del día, consultar el libro Amber Appleton; Olivia Vanbergen, (2013). Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España. Analizar la gráfica y explicar tu interpretación de la concentración de glucosa en sangre.



Explica la imagen anterior:

21. De la misma gráfica de la pregunta anterior, explica tu interpretación de la concentración de glucógeno hepático.

22. A partir de lo antes contestado marca con una cruz si el enunciado es falso.

- Como amanecemos con un almacén repleto de glucógeno, el desayuno se puede omitir.
- Las colaciones son necesarias ya que entre comidas disminuye la glicemia.
- Después de las comidas se activa la glucogenólisis.
- Después de comer podemos almacenar todo el exceso de glucosa en sangre en forma de glucógeno.
- Durante el día entre comidas hacemos glucogenólisis.
- El mayor nivel de glicemia es después de la comida.
- El mayor almacén de glucógeno es por la noche.
- Después del desayuno presentamos el nivel de glucógeno es más bajo.
- En caso de inanición por más de 24 horas, se puede obtener glucosa a partir del glucógeno.
- Después de desayuno, comida y cena se activa la glucogenogénesis.
- Entre el desayuno, comida y cena se activa la glucogénesis.
- La gráfica demuestra que ante una elevación de la glicemia se activa la glucogénesis.
- También demuestra que ante una disminución de la glicemia se activa la degradación del glucógeno.
- La gráfica hace referencia que después de comidas la reserva de glucógeno aumenta y entre comida disminuye.

23. ¿Cuántas horas dura la reserva de glucógeno? ____ ¿Son necesarias dos colaciones durante el día? ____ ¿Por qué?

24. Complementa los siguientes enunciados de la vía de gluconeogénesis y escribe dentro de cada cuadro el nombre del sustrato que puede iniciar esta ruta

La gluconeogénesis se lleva a cabo en el hígado y _____, y consiste en la formación de _____ a partir de moléculas que _____ son carbohidratos.

El sustrato _____, inicia la ruta cuando se requiere de energía o baja de peso o ya no existe glucógeno disponible.

El sustrato _____ inicia la ruta cuando se hace ejercicio. También el eritrocito como parte de su metabolismo. Este ciclo se denomina _____

El ciclo de Krebs puede recibir _____, para formar 4 de sus intermediarios, ésta ruta se activa, ante estados de inanición, desnutrición o diabetes, dichos sustratos provienen de _____

¿Qué sustrato forma más rápidamente glucosa? _____, cuáles enzimas gluconeogénicas utilizó _____

Considerando que es una ruta anabólica, ordena la forma de participación de las enzimas (1, 2, 3)

() Glucosa 6 fosfatasa
 () Fosfoenolpiruvato carboxicinasas
 () Fructosa 1,6 bifosfatasa

¿Qué sustrato forma más rápidamente glucosa? _____, cuáles enzimas gluconeogénicas utilizó:

El sustrato _____ inicia la ruta cuando se requiere de energía o baja de peso o ya no existe glucógeno disponible.

El sustrato _____ inicia la ruta cuando se hace ejercicio. También el eritrocito como parte de su metabolismo. Este ciclo se denomina _____

El ciclo de Krebs puede recibir _____, para formar 4 de sus intermediarios, ésta ruta se activa, ante estados de inanición, desnutrición o diabetes, dichos sustratos provienen de _____

25. Lee los siguientes enunciados y subraya lo incorrecto de la vía de las pentosas, escribiendo sobre la línea lo que corresponda:

- Fase 1 se denomina oxidativa irreversible (FOI).

Genera ribulosa-5-fosfato: _____

No forma CO_2 : _____

Forma 5 ATPs: _____

Es la etapa degradativa: _____

La vía forma dos moléculas de NADPH+H: _____

Requiere de 2 moléculas de Glucosa 6-P: _____

Requiere de Mg^{+2} , Mn^+ o Ca^{++} : _____

- Escribe sobre la línea cómo se denomina La Fase 2: _____ (FOR).

Forma 2 glucosas y una triosa: _____

No requiere de Tiamina (B_1): _____

Etapas de interconversiones: _____

Forma ribosa _____

Forma tetrasas, heptosas, hexosas: _____

Requiere de Mg^+ : _____

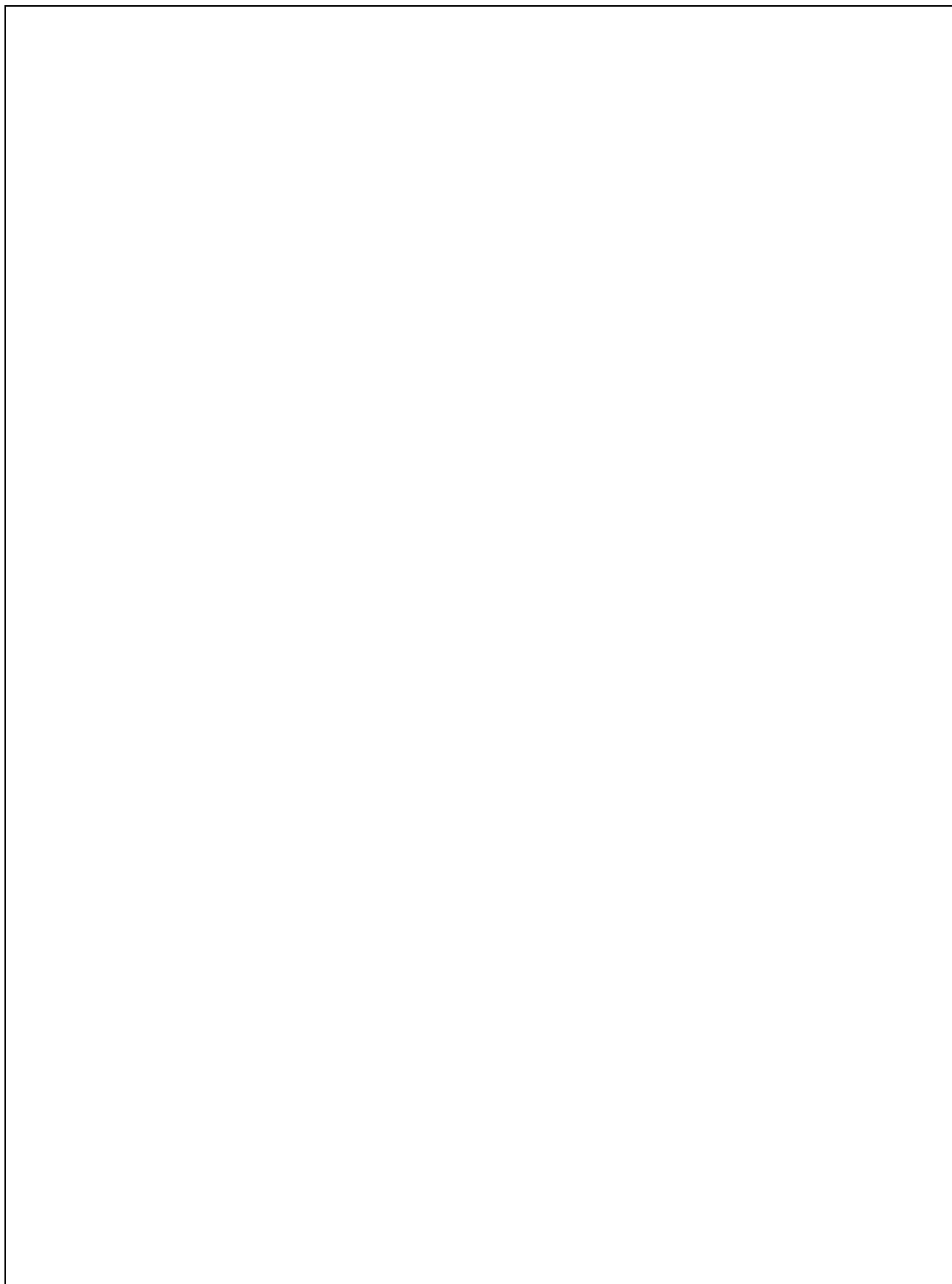
26. Escribe dentro del rectángulo ¿Cuáles son sus destinos?

1. Ribosa	→	
2. NADPH+H	→	
3. Glucosa 6-P	→	
4. Gliceraldehído 3-P	→	

27. ¿Con qué otras rutas metabólicas están conectadas la vía de las pentosas fosfato?

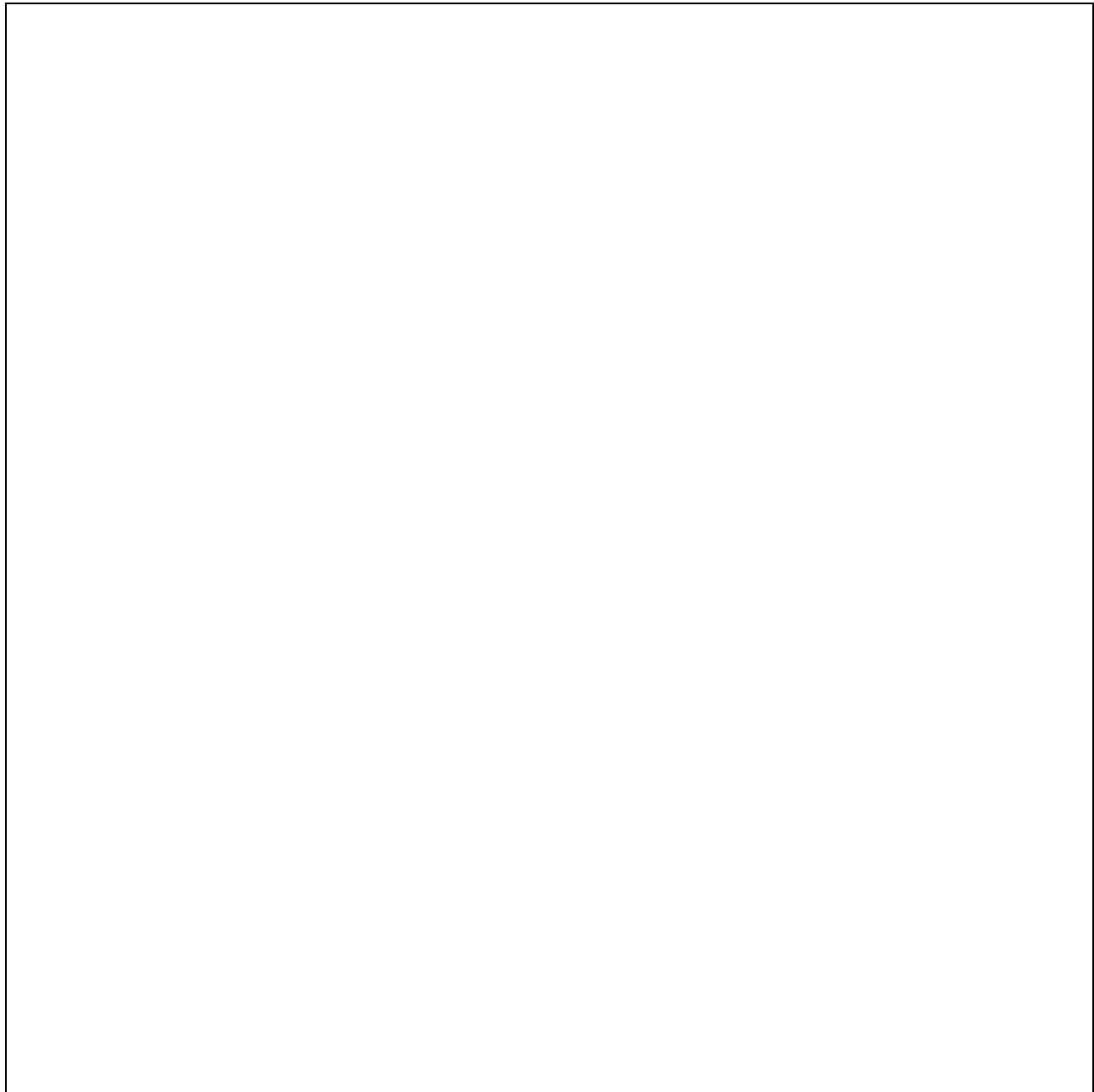
28. ¿Quién activa la vía de las pentosas?

29. Consultar el libro de Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. (2011). *Texto de Bioquímica*. 6ta. Edición. Ed. Cuellar Ayala, México. El tema “Significado Biológico de la Vía de las Pentosas”. Y elaborar un resumen de los puntos dos al nueve.



30. Consultar el libro de Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. (2011). *Texto de Bioquímica*. 6ta. Edición. Ed. Cuellar Ayala, México. El tema "Funciones del NADPH+H" y elabora una síntesis que incluya los siguientes subtemas:

1. Función del NADPH+H en la biosíntesis de lípidos.
2. En la producción de glutatión.
3. En el metabolismo del glutatión (importancia en hematíes, inactivación enzimática y no enzimática).
4. Prevención de la oxidación de la hemoglobina.
5. Metabolismo de medicamento.



31. ¿En qué lugar de la célula eucariota se llevan a cabo las siguientes vías y en que tejidos?

Vía	Lugar de la célula	Tejido
Glucólisis aerobia		
Glucólisis		
Oxidación del piruvato		
Glucogénesis		
Glucogenólisis		
Gluconeogénesis		
Vía de las pentosas		

32. Regulación del metabolismo de carbohidratos.

a) Escribe qué moléculas activan e inhiben a la glucólisis.

b) Enlista quiénes activan o inhiben la vía de oxidación del piruvato.

c) El glucagón, adrenalina, insulina y calcio en el metabolismo del glucógeno ¿Activan o inhiben la vía?

Referencias

Appleton A, Vanbergen O. *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ª ed. Madrid: Elsevier; 2013.

Mueckler M, Thorens. The SLC2 (GLUT) family of membrane transporters. *Molecular Aspects of Medicine* 2013; 34:121-138.

Timberlake K.C. *Química General, Orgánica y Biológica*, estructuras de la vida. 10ª ed. Madrid: Pearson Educación; 2013

Vasudevan DM, Sreekumari S, Kannan V. *Texto de Bioquímica*. 6ª ed. México: Cuellar Ayala; 2011.

Material de consulta para ampliar el tema

Adekora K, Rosen ST, Shanmugam M. Glucose transporters in cancer metabolism. *Current Opinion in Oncology* 2012; 24(6): 650-654.

American diabetes association. <http://www.diabetes.org>

Asociación Mexicana de diabetes. <http://amdiabetes.org>

De la Barrera AK, De la Barrera AA. *Luda y Sercho En: Diabetes, un cómic digestivo* No. 5. México: Comité Asesor de Salud, Protección Civil Y Manejo Ambiental de la UNAM. www.alimentos.unam

Martínez Montes F. *Programa interactivo de integración Médica*. Facultad de Medicina, UNAM. <http://bq.unam.mx/wikiped/pmwiki.php/Main/piim> (último acceso 2 de septiembre 2015).

¿Qué es la diabetes y cómo se controla? [Programa de TV on line]. Mirador Universitario CUAED, UNAM. México. Coordinación de Universidad Abierta y Educación a distancia. 2 de Junio del 2014.

Wright EM. Glucose transport families SLC5 and SLC50. *Molecular Aspects of Medicine* 2013; 34:183-196.

Sobre expresión de genes de las enzimas de la vía glicolítica en células

Cancerígenas: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v24n3/v24n3a11>

Glucólisis y cáncer: <https://prezi.com/xmcc60wjed7f/glucolisis-y-cancer/>

5 Metabolismo de lípidos

Sorprenderse, extrañarse, es comenzar a entender.

José Ortega y Gasset.

Introducción

La complejidad de las biomoléculas conocidas como lípidos o grasas permite entender las diferentes propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y coligativas que en su conjunto explican la amplia variedad de funciones biológicas en las que se encuentran implicadas.

Una de las propiedades químicas que mejor caracteriza a los lípidos o grasas es su poca o nula solubilidad en el disolvente universal como lo es el agua. Pero esta peculiaridad conlleva una ventaja que permite la separación de macro y microambientes dentro de los seres vivos para que en cada uno de estos se desarrollen actividades de vital importancia. Si reconocemos que la unidad estructural y funcional de todo ser biológico es la célula y su componente mayoritario es agua entonces debemos concebir que para su existencia es indispensable la participación organizada de moléculas insolubles para delimitar su contenido. Así es posible entender las estructuras membranales de las células y a través del conocimiento del comportamiento de sus componentes explicar los mecanismos de transporte que se verifican en ella. De la misma manera las estructuras membranales que posee una célula y que permiten delimitar sus entornos en organelas origina una variedad de actividades en cada una de estas para completar el ciclo celular.

Al ser los lípidos moléculas insolubles en los fluidos biológicos como la sangre o la linfa tienen que ser transportados en complejos macromoleculares con proteínas, así se forman las clases de lipoproteínas que llevarán a los lípidos desde su lugar de absorción que es el intestino hasta su lugar de utilización o almacenamiento como es el músculo y tejido adiposo respectivamente. El estudio de la participación de estas lipoproteínas en procesos patológicos como la obesidad, diabetes mellitus o aterosclerosis han hecho que las grasas sean sinónimo de maldad o daño para los individuos, sin embargo las funciones biológicas deben ser analizadas en su justa dimensión para evitar sesgar a quienes se sumergen en la búsqueda de conocimiento significativo.

Por otra parte los ácidos grasos con sus diversos componentes y estructuras poseen una característica sin la cual es imposible concebir la vida humana, esta propiedad de poder fijar átomos de carbono en gran cantidad y construir macromoléculas que al ser aprovechadas por tejidos específicos en lo que conocemos como metabolismo generen cantidades importantes de energía para proveer a otros tejidos de la capacidad para realizar su trabajo específico.

Con lo anterior podemos valorar y destacar la importancia biológica que tienen estas biomoléculas y la imperiosa necesidad que tiene cualquier profesional de la Salud de estudiar la participación de los lípidos en el metabolismo del ser humano y así tener mayor comprensión del proceso Salud-enfermedad.

1. Complementa las siguientes llaves:

1. Vías Anabólicas del metabolismo de lípidos

2. Vías Catabólicas del metabolismo de lípidos

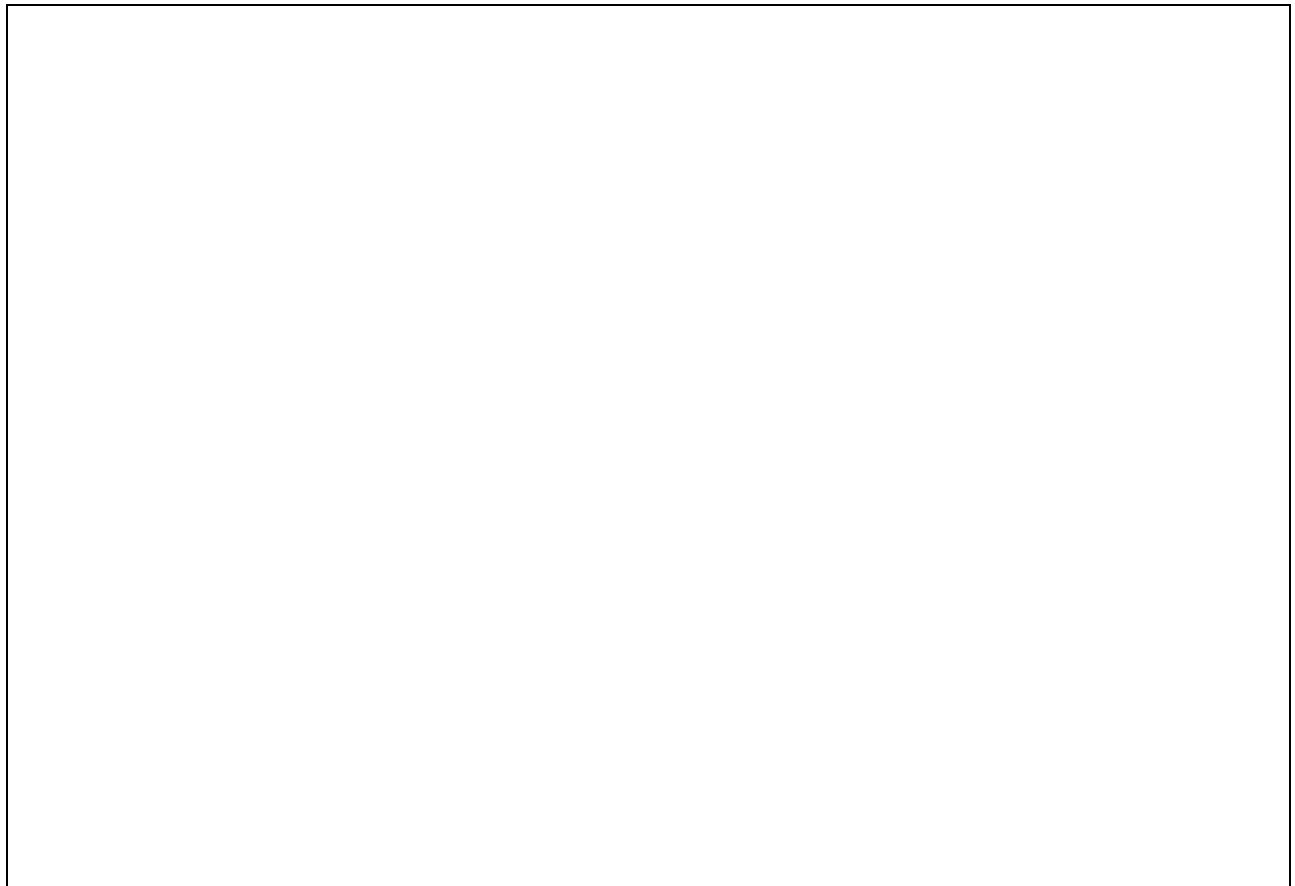
3. Lanzaderas que participan en el metabolismo de lípidos

2. Con base al sustrato que inicia ¿Consideras correcto el término de la vía: lipólisis? ¿Por qué?

3. Marca con una cruz los activadores de la lipólisis

- Insulina.
- Adrenalina.
- Cafeína.
- Glucagón.
- Hormona de crecimiento.
- Tiroxina.

4. Dibuja o pega un esquema de la célula adiposa en cual expliques la cascada de reacciones que se llevan a cabo cuando se forma el AMPc y éste a su vez cómo activa la enzima lipasa sensible a hormonas para la degradación del triacilglicéridos.



Explica:

5. Subraya el enunciado correcto

a. Es la enzima que convierte el ATP en AMPc.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

b. Inhibe la lipólisis por catalizar la conversión de AMPc en 5-AMP.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

c. Requiere de agua para poder llevar a cabo su catálisis.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

d. Evita la lipólisis inactivando la enzima que degrada a los triacilglicéridos.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

e. Es la enzima clave que forma el nucleótido que activa la lipólisis.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

f. Sólo puede hidrolizar los ácidos grasos de las posiciones 1 y 3.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

g. Es activada por la cafeína.

Lipasa sensible a hormonas	Fosfodiesterasa	Adenilciclase	Fosfatasa
----------------------------	-----------------	---------------	-----------

6. ¿Cuáles son los destinos del glicerol y los ácidos grasos productos de la lipólisis?

a) Glicerol: ¿Con qué ruta continúa? _____, ¿Tejido?
_____.

b) Ácidos grasos: ¿con qué ruta continúa? _____, ¿Tejido?
_____.

7. ¿Es lo mismo Acetil-CoA, qué Acil-CoA? Explica las características de cada una de estas moléculas.

8. Marca con una cruz los enunciados correctos de la lanzadera de citrato

- () Exporta la Acetil-CoA a la matriz mitocondrial.
- () La enzima citrato liasa en presencia de agua y ATP forma oxalacetato y Acetil-CoA a partir de citrato.
- () El oxaloacetato regresa a la mitocondria en forma de piruvato.
- () Piruvato se convierte de nuevo en malato dentro de la mitocondria.
- () Se forma oxaloacetato por la ruta anaplerótica.

9. Menciona las tres etapas (estadios) que se requieren para la síntesis de ácidos grasos (saturados e insaturados)

- 1)
- 2)
- 3)

10. Ordena los pasos para la síntesis del ácido palmítico:

- () Deshidratación.
- () Reducción del grupo carbonilo.
- () Condensación.
- () Liberación del ácido graso de 16 C de la proteínas ACP.
- () Reducción del grupo carbonilo.
- () Formación de malonil-ACP.

11. Escribe dentro del paréntesis lo que consideres correcto, se pueden repetir:

1) Butiril-ACP	<input type="checkbox"/> Se denomina ácido graso madre.
2) Malonil-CoA	<input type="checkbox"/> Es la molécula donadora de 2 carbonos que alarga o elonga el ácido graso en crecimiento.
3) Palmitoil ACP	<input type="checkbox"/> Requiere de agua para continuar con otras rutas como: síntesis de triacilglicéridos, glucolípidos, etc.
4) Ácido palmítico	<input type="checkbox"/> Es la molécula sobre la cual se va elongando el ácido graso.
	<input type="checkbox"/> Es el producto final de la lipogénesis.

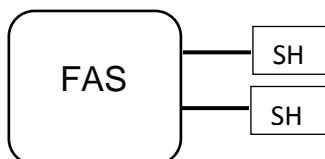
12. ¿Escribe sobre la línea el número que corresponda de la función del campo 1, 2 y 3 de la enzima sintasa de ácidos grasos (FAS)?

Campo ____: Requiere de agua para eliminar la proteína ACP del ácido palmítico y dejarlo libre para continuar con otras rutas.

Campo ____: Contiene un brazo flexible largo (con fosfopanteína) y otro brazo donde une la malonil-CoA al ácido graso en crecimiento.

Campo ____: Forma una cadena de acilo de 4 carbonos llamado butiril-ACP

13. Consulta el libro Amber Appleton; Olivia Vanbergen, (2013). *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España. Y explica la función de los dos grupos SH



Explicación del SH superior

Explicación del SH inferior

14. En caso de requerirse ácidos grasos de más de 16 carbonos insaturados ¿Qué compartimiento intracelular toma el ácido palmítico?

15. ¿Menciona qué instauraciones podemos formar los humanos?

16. ¿Escribe todas rutas con las que puede continuar el ácido palmítico?

17. ¿Consideras correcto que la vía de síntesis de ácido palmítico se le denominé lipogénesis? ¿Explica por qué?

18. El ácido láurico (laurato sódico) habitualmente se usa en numerosos productos (detergentes de lavandería, dentríficos, etc. ¿Cuántos ATPs, NADPH+H y Acetil-CoA son necesarios para la síntesis del ácido láurico?

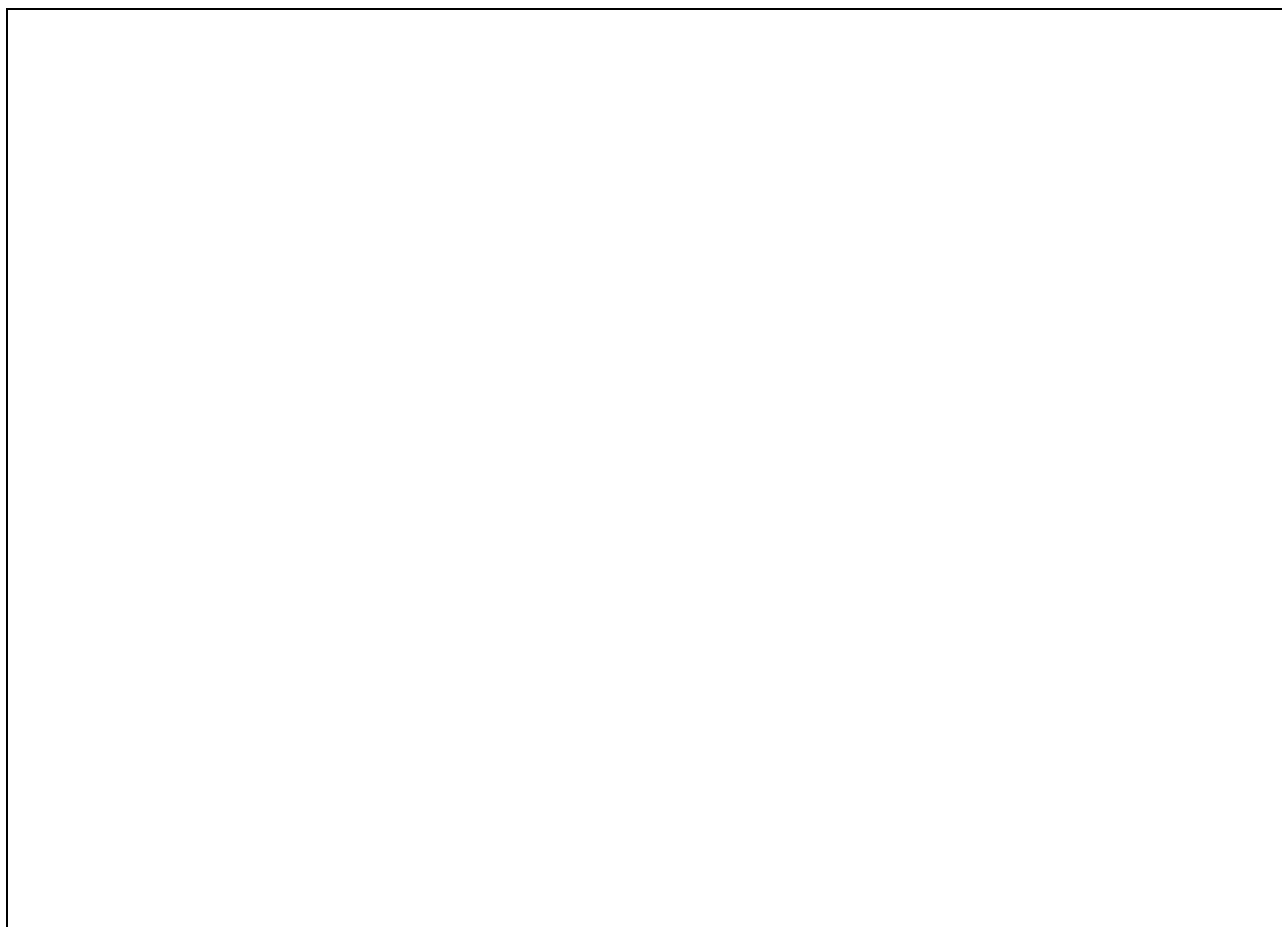
ATPs _____

NADPH+H Acetil-CoA _____

19. ¿De qué sustrato se forma en primera instancia la acetil-CoA para la síntesis de ácidos grasos, que una vez sintetizados se esterificarán en forma de triacilglicéridos en el tejido adiposo?

20. La síntesis de triglicéridos y fosfolípidos está conectada con una de las siete puertas de salida que tiene la glucólisis ¿cuál de ellas es?

21. Dibuja o pega la Lanzadera de Carnitina, y a partir de su análisis, resuelve las siguientes preguntas:



¿Cuál es la función de la CAT I y CAT II?

¿En qué parte de la mitocondria se lleva a cabo ésta lanzadera?

¿Todos los ácidos grasos requieren de ésta lanzadera? ¿Explica por qué?

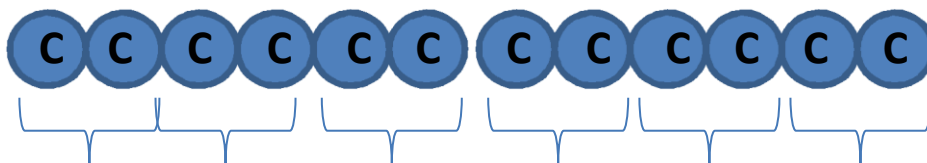
22. Escribe dentro del paréntesis una cruz, si el enunciado es falso:

- () Los ácidos grasos de cadena más larga de 20 carbonos se oxidan en los peroxisomas.
- () Los menores de 10 carbonos entran directamente al REL.
- () Los ácidos grasos de cadenas más largas (pero con menos de 20 carbonos), mayoritarios en aceites y grasas de nuestra dieta, necesitan ser activados en la membrana externa mitocondrial.
- () En la activación se obtienen moléculas llamadas Acetil-CoA.
- () La Co-A impide su paso a través de la membrana interna mitocondrial.
- () La unión de la Co-A al ácido graso hace necesario un mecanismo especial de transporte a través de dicha membrana.
- () La carnitina-acil-transferasa-I (CAT-I) transfiere el grupo acilo a la carnitina.
- () La acil-carnitina actúa como una lanzadera a través de la membrana interna mitocondrial por acción de una translocasa.
- () La carnitina-acil-transferasa II (CATII) localizada en la matriz mitocondrial, transfiere el grupo acilo a una molécula de CoA.
- () La carnitina se devuelve al lado citosólico por la acción de la translocasa y ahí se intercambia por otra acil-carnitina que entra.
- () Tanto CATI como CATII se localizan en la matriz mitocondrial.
- () La ruta de la pentosas generan la coenzima para la síntesis de ácidos grasos.
- () La deficiencia de insulina disminuye la beta oxidación.
- () La L-carnitina proviene principalmente de la carne.
- () Los cuerpos cetónicos se convierten en glucosa nuevamente.

23. Ordena de forma correcta la secuencia de reacciones de la β -oxidación

- () Lanzadera de carnitina.
- () Hidratación.
- () Tiólisis.
- () Ácido graso en citosol.
- () Oxidación ligada a NAD.
- () Acil-CoA en matriz mitocondrial.
- () Oxidación ligada a FAD.
- () Unión del ácido graso a CoA.

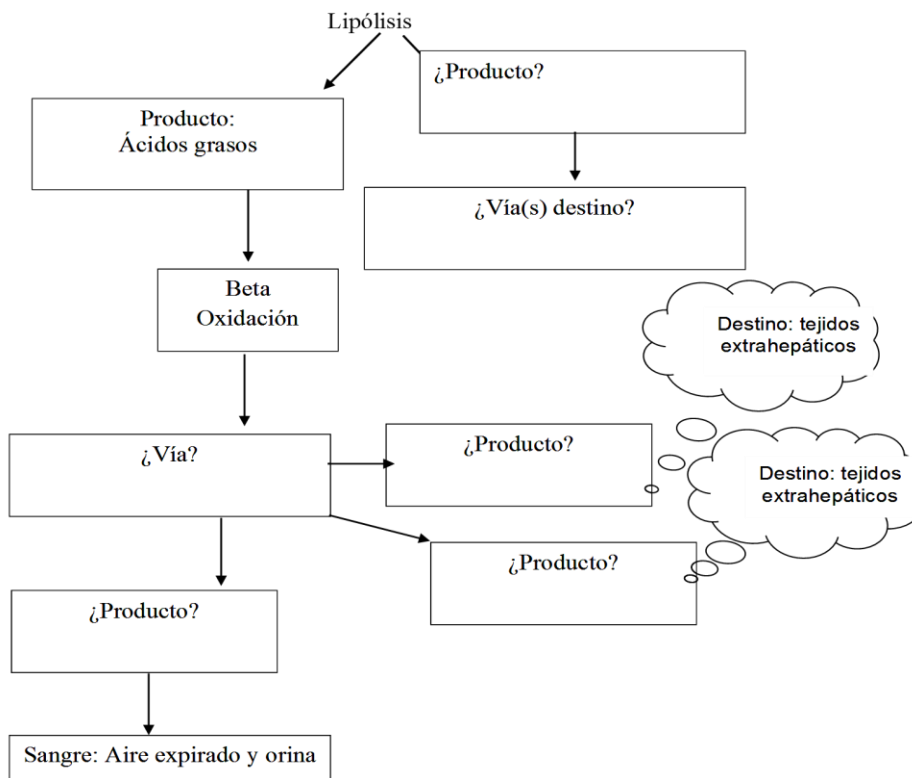
24. Explica la producción total de ATP del siguiente ácido graso por medio de la ruta de beta oxidación, especificando por cada dos carbonos la producción de NADH+H, FADH₂, Acetil-CoA y Acil-CoA.



25. Complementa el siguiente cuadro comparativo

	Lipogénesis (Beta reducción)	B-Oxidación de ácidos grasos
Sitio sub celular		
Sustrato		
Producto		
Transportador de Acilo		
Coenzimas Reductoras y Oxidantes		
Enzima que regula la vía		
Efecto de insulina, glucagón, adrenalina yAMPc		
Dirección: síntesis o degradación		

26. Complementa el siguiente esquema, escribiendo el nombre de la ruta que corresponda



27. Ordena de forma secuencial las etapas de la síntesis del colesterol

- _____ Formación de escualeno
 _____ Síntesis de colesterol
 _____ Formación de mevalonato

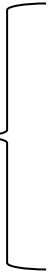
28. Relaciona ambas columnas de las características de las etapas del colesterol

Característica	Etapas
() Consume 6 moléculas de mevalonato	1) Formación de escualeno.
() Forma una molécula lineal de 30 C, formada por 6 unidades isoprenoides	
() Se forma el anillo esteroide	2) Síntesis de colesterol.
() Forma el IPP, el cual puede sintetizar clorofila, vitaminas A, K, E, etc.	3) Formación de mevalonato.
() En ésta etapa se le agrega la única parte polar (OH) que contiene el colesterol	
() Consume 3 acetyl-CoA	
() Forma el lanosterol, molécula cíclica de 30 carbonos	
() Participa la enzima clave que regula la síntesis de colesterol: HMG-CoA reductasa	

29. ¿Cuáles pueden ser los destinos del colesterol?

30. ¿Qué moléculas incluyen el grupo de eicosanoides?

a. Eicosanoides



b. ¿Por qué se les denomina eicosanoides?

c. Escribe la función de eicosanoide que corresponda

Relacionado con procesos de inflamación y dolor	
Participa en la coagulación	
Ayuda a amplificar la respuesta inmune	
Su síntesis se inhibe por fármacos inhibidores de ciclooxigenasa	

d. ¿Qué ácido graso origina que da origen a los eicosanoides es esencial o no esencia? _____, esto ¿Qué significa?

e. ¿Cuál es la función de la Fosfolipasa A₂? Esquematiza y explica

31. Marca con una cruz cuáles son las vías donde la Acetil-CoA es sustrato

<input type="checkbox"/> Lipogénesis	<input type="checkbox"/> Lipólisis	<input type="checkbox"/> Cetólisis
<input type="checkbox"/> Beta oxidación	<input type="checkbox"/> Cetogénesis	
<input type="checkbox"/> Colesterogénesis	<input type="checkbox"/> Síntesis de Eicosanoides	
<input type="checkbox"/> Esterificación	<input type="checkbox"/> Síntesis de glucolípidos	

32. ¿Marca con una cruz cuáles son las vías donde la Acetil-CoA es el producto?

<input type="checkbox"/> Lipogénesis	<input type="checkbox"/> Lipólisis	<input type="checkbox"/> Cetólisis
<input type="checkbox"/> Beta oxidación	<input type="checkbox"/> Cetogénesis	
<input type="checkbox"/> Colesterologénesis	<input type="checkbox"/> Síntesis de Eicosanoides	
<input type="checkbox"/> Esterififación	<input type="checkbox"/> Síntesis de glucolípidos	

33. ¿Cuáles son los lípidos de importancia clínica?

34. Dibuja o pega la estructura de una lipoproteína y señala que contienen en su centro hidrofóbico y qué presentan la envoltura polar

35. Complementa la composición de las lipoproteínas

Tipo de lipoproteína	Contenido de triacilglicéridos	Contenido de colesterol	Contenido de proteínas

36. ¿Porque al c-LDL se le considera colesterol malo?

37. ¿Porque al HDL se le considera colesterol bueno?

38. ¿Cuáles son las lipoproteínas que transporta la mayor parte de triglicéridos?

39. Escribe sobre la línea la palabra correcta a las respuestas, se pueden repetir

Forma la molécula madre de los esteroides. _____	Acetil-CoA. B-oxidación. Cetogénesis. Síntesis de Triacilglicéridos. Eicosanoides. Ceramida. Palmítico. Colesterogénesis. Síntesis de fosfolípidos. Esfingomielinas y glucolípidos.
Se sintetiza a partir de la palmitoil-CoA y serina _____	
Se activa en periodos de ayuno, cuyos productos proporcionan energía a tejidos como el cerebro. _____	
Comparte reacciones con la síntesis de triacilglicéridos, cuyo fin es formar lípidos de membrana. _____	
Su síntesis se resume en formación de glicerol-3 fosfato, activación de ácidos grasos y esterificación de los ácidos grasos. _____	
Molécula precursora de esfingomielinas y glucoesfingolípidos. _____	
Se sintetizan a partir del ácido araquidónico. _____	

Se activa ante la falta de glucógeno disponible y requerimiento de energía. _____
Molécula clave del metabolismo de lípidos. _____
Molécula madre en la síntesis de otros ácidos grasos. _____
Vía productora de energía, que justifica por qué los lípidos producen mayor energía que los carbohidratos. _____

Referencias

Devlin T.M. Bioquímica. Libro de Texto con Aplicaciones Clínicas. 4ª. Edición. Ed. Reverté. Barcelona. 2004.

Murray RJ, Bender DA, Botham KM, Kennelly JP, Rodwell VW. Harper. Bioquímica Ilustrada. 28ª ed. [s.l]: McGraw- Hill; 2010.

Material de consulta para ampliar el tema

<http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad72.pdf>

<http://www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/material%20nivelacion/METABOLISMO%20%20LIPIDOS.pdf>

https://www.youtube.com/watch?v=_biNvOOOnEq8

<https://www.youtube.com/watch?v=h241spqzUk>

6 Metabolismo de aminoácidos

La felicidad es interior, no exterior; por tanto, no depende de lo que tenemos, sino de lo que somos.

Pablo Neruda.

Introducción

En la digestión de los alimentos, las proteínas son degradadas por procesos de hidrólisis, a polipéptidos, tripéptidos, dipéptidos y aminoácidos por la acción de un conjunto de enzimas peptidasas y aminopeptidasas. La absorción de estos productos de digestión, son transportados por varios sistemas como: transporte activo, dependiente de energía y acarreadores, cotransporte con el Na^+ , por pinocitosis, entre otros. Los aminoácidos absorbidos en el intestino se incorporan continuamente a las proteínas tisulares, no se almacenan como ocurre con los carbohidratos y los lípidos, es decir, ocurre síntesis y degradación constante de proteínas originando un recambio de estas en el cuerpo, de tal manera que se mantenga el balance de nitrógeno. Los aminoácidos esenciales se obtienen sólo de la dieta y los aminoácidos no esenciales provienen de la dieta o son sintetizados por el cuerpo. El principal papel de los aminoácidos es la síntesis de proteínas estructurales y funcionales, y también pueden convertirse en otros compuestos esenciales como: purinas, pirimidinas, colina, creatinina, niacina, porfirinas, adrenalina, tiroxina, melanina, etc. Pueden también oxidarse y proporcionar energía después de perder su grupo amino por transaminación o desaminación.

1. Completa la siguiente tabla, enlistando los aminoácidos esenciales y no esenciales.

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales

2. ¿Qué es el recambio proteico?

3. ¿Cuál es la diferencia entre el balance nitrogenado positivo y negativo? Cita ejemplos.

4. Menciona las dos vías que existen para la degradación de proteínas:

1.
2.

5. ¿Cuál es la proteína que marca las proteínas para su destrucción?

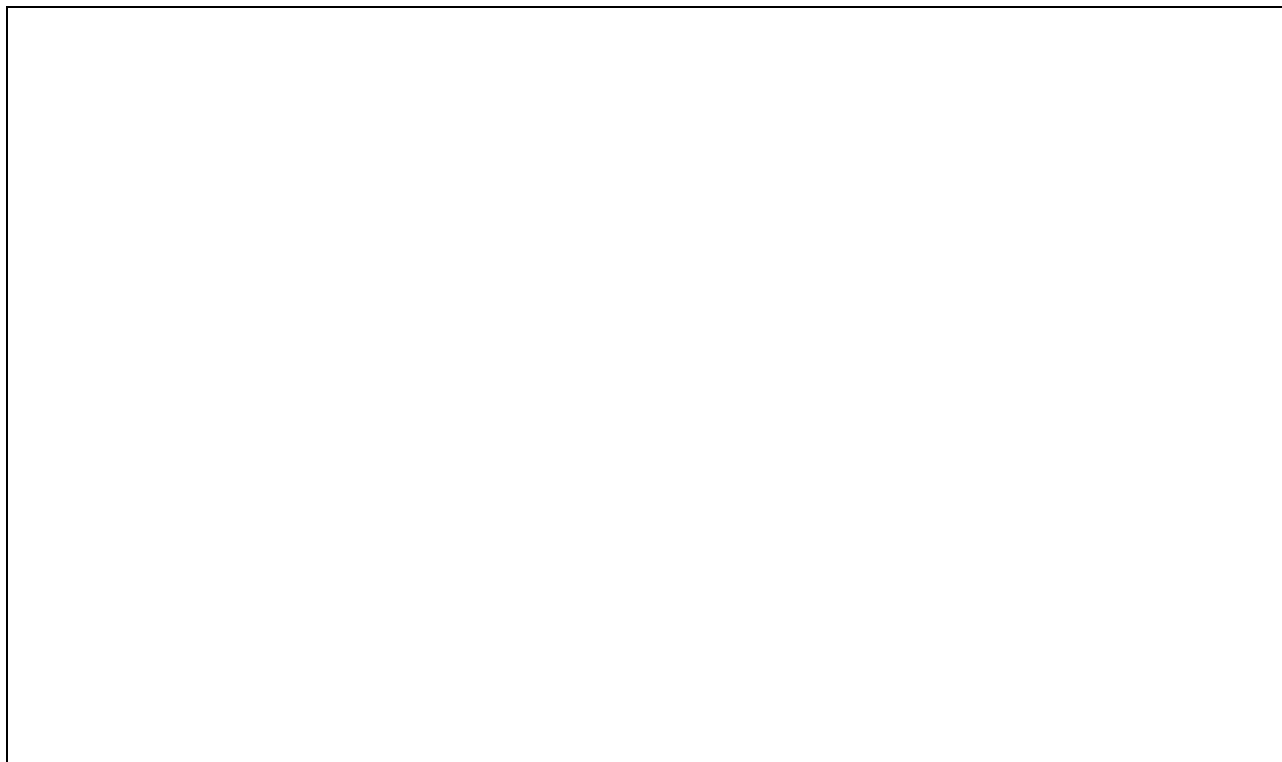
6. ¿Qué es la secuencia de aminoácidos “degrón”? Explica

7. Escribe dentro del recuadro (F) si el enunciado es falso y argumenta el por qué de tu respuesta

Pregunta	¿F?
Un adulto de 70 kg sintetiza y degrada diariamente 200 g de proteína	
Al igual que los carbohidratos y lípidos el exceso de proteína se almacena	
Nuestro organismo sólo puede sintetizar 9 aminoácidos, los restantes provienen de la alimentación	
Existe recambio proteico cuando existe una ingesta dietética igual a la pérdida (35-55 g)	

Se define como conjunto de aminoácidos (100 g) a los aminoácidos libres en la célula y los líquidos corporales	
Los aminoácidos pueden sintetizar productos especializados como purinas, porfirinas, creatina, hormonas	
La proteína colágeno tiene una vida media promedio de 120 días	
Los intermediarios del ciclo de Krebs que pueden formar aminoácidos son: α -cetoglutarato, succinil-CoA, fumarato y malato.	
Los intermediarios de la glucólisis: piruvato, fosfoenolpiruvato y 3-fosfoglicerato, pueden formar aminoácidos	

8. Consulta el capítulo 6 del libro de Appleton A.; Vanbergen O., (2013). *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4^{ta}. Edición. Ed. Elsevier, Barcelona, España. Y dibuja o pega la imagen de la degradación lisosómica de las proteínas.



9. A partir de la imagen anterior, explica el mecanismo de:

1. Endocitosis	2. Autofagia
----------------	--------------

Consulta el capítulo 23 del libro de Stryer et al. 2013. *Bioquímica con aplicaciones clínicas*. 7^a Edición Ed. Reverté. México. Y esquematiza la proteína ubiquitinada, el proteosoma, fragmentos lipídicos, ubiquitina liberada y el destino de los aminoácidos.

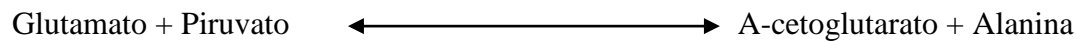
10. Relaciona ambas columnas y escribe sobre la línea el número que corresponda:

1.	Cisteína	___ Carnitina.
2.	Triptófano	___ Síntesis de purinas y pirimidinas Síntesis de enfiingosinas.
3.	Ornitina	___ Junto con la glicina constituyen la fracción considerable de N amínico del plasma humano. Forma parte de la pared celular bacteriana.
4.	Arginina y glicina	___ Ciclo de la Urea, putresina.
5.	Glicina	___ Taurina, sulfatos, urinatos.
6.	Serina	___ Hem, purinas, creatinina (junto con arginina).
7.	Metionina	___ Histamina.
8.	Tirosina	___ Espermina y espermidina.
9.	Lisina	___ Melanina, catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) y hormonas tiroideas.
10.	Alanina	___ Creatina-P.
11.	Histidina	___ Serotonina, melatonina.

11. Completa la siguiente tabla y enlista los siete intermediarios metabólicos que se pueden formar a partir de la fracción, no amina, de los aminoácidos.

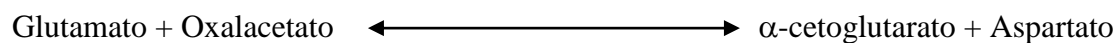
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

12. Escribe o pega dentro del recuadro la estructura química y explica la participación de la transaminasa en cada una de las reacciones:



--	--

¿Nombre y función de la transaminasa que catalizó ésta reacción?



--	--

¿Nombre y función de la transaminasa que catalizó ésta reacción?

13. ¿Qué significan estas siglas de las enzimas ALT y AST?

ALT: _____

AST: _____

14. Completa la siguiente tabla y menciona por lo menos cinco proteínas plasmáticas

1.
2.
3.
4.
5.

15. Escribe dentro del paréntesis el número que le corresponda

() Albúmina	1. Proteína que transporta el colesterol y vitaminas liposolubles.
() Haptoglobina	2. Participa en la coagulación sanguínea.
() Inmunoglobulinas	3. Incluye la línea de defensa o anticuerpos (gama-globulinas).
() Protrombina	4. Proteína fijadora de hemoglobina.
() Transferrina	5. Proteína sérica fijadora de cobre.
() C3 y C4	6. La sintetiza el riñón, es una hormona esencial para la síntesis de eritrocitos y plaquetas.
() Ceruloplasmina	7. Es una glicoproteína transportadora de hierro.
() α -1-lipoproteínas	8. Representa el 50% de la proteína del plasma y se considera la más abundante de todo el organismo.
() Eritropoyetina	9. Actúan en las reacciones inflamatorias.

16. Una de las funciones de las proteínas plasmáticas es evitar la pérdida de líquidos hacia los tejidos ¿Cómo lo hacen?

17. Si los seres humanos fueran amoniotélicos o uricotélicos ¿Explicar, qué significaría?

Amoniotélicos:	
Uricotélicos:	

18. ¿Cuáles son las tres reacciones que se requieren para la eliminación del grupo amino?

1	
2	
3	

19. Esquematiza y explica las siguientes reacciones

1. Transaminación	2. Desaminación
3. Dibuja o pega el Ciclo de la Urea-Ornitina	

21. ¿Cuáles reacciones se llevan a cabo en la mitocondria? ¿Qué intermediarios forman?

Sustrato	Producto

22. ¿Cuáles reacciones se llevan a cabo en el citosol?

Sustrato	Producto
Sale al citosol la citrulina	
Citrulina + aspartato	
	arginina
Arginina	Ornitina +
Ornitina entra a la mitocondria y reinicia la reacción 1	

23. Intermediario del ciclo que dio lugar a la urea: _____

24. ¿Qué molécula inorgánica es fundamental para la reacción anterior? _____

25. Metabolismo de aminoácidos. Marca con una cruz la letra correcta que indique la respuesta correcta.

1. Son los aminoácidos que sólo se obtienen a partir de la alimentación

A. Glucogénicos B. Cetogénicos C. No esenciales D. Esenciales

2. Se denominan así a los aminoácidos que producen energía al formar acetil-CoA y acetoacetato

A. Glucogénicos B. Cetogénicos C. No esenciales D. Esenciales

3. Qué nombre reciben los aminoácidos que podemos sintetizar a través de rutas metabólicas

A. Glucogénicos B. Cetogénicos C. No esenciales D. Esenciales

4. Los aminoácidos anteriores se pueden sintetizar a través de intermediarios metabólicos, ¿De cuáles rutas pueden provenir?

A. Glucogénesis, lipogénesis, cetogénesis B. Vía de las pentosas, ciclo de Krebs aminoácidos C. Cetogénesis, ciclo de Krebs ó aminoácidos. D. Ciclo de Krebs, y catabolismo de cuerpos cetónicos.

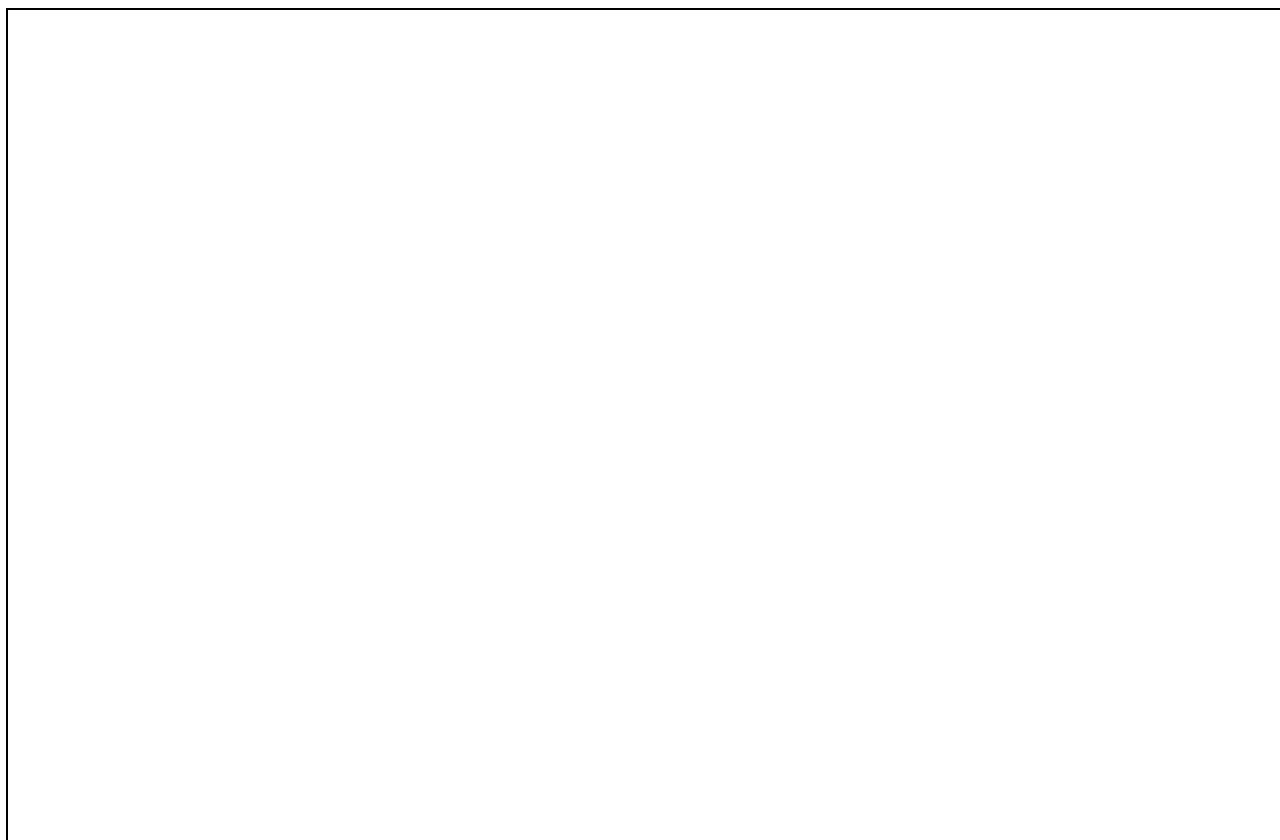
5. El catabolismo de grupo amino de los aminoácidos se elimina en forma de:

A. Energía B. Cuerpos cetónicos C. Urea D. Ácido úrico

6. En el catabolismo de los aminoácidos, la fracción carbonada produce:

A. Energía B. Cuerpos cetónicos C. Urea D. Ácido úrico

En el siguiente recuadro dibuja o pega la ruta metabólica de entrada de aminoácidos glucogénicos al ciclo de Krebs y la conversión de los aminoácidos cetogénicos en piruvato, acetil y acetoacetil-CoA.



Referencias

Harvey R.A., Ferrier, D.R. 2013. Revisión Ilustrada de Lippincott: Bioquímica. Edit. Lippincott Williams & Wilkins. China.

Laguna J., Piña E., 2013. Bioquímica de Laguna. 7ª. Edición. Edit. Manual Moderno. México.

Stryer y col. Bioquímica con aplicaciones clínicas. 7ª. Edición Ed. Reverté. México 2013.

Vasudevan, D.M. Bioquímica. 6ta. Edición. Ed. Cuéllar-Ayala. Jaypee-Highlights. México. 2011.

Material de consulta para ampliar el tema

(<http://www.indstate.edu/thcme/mwking/home.html>) 2004. Indiana State University, Karl J. Miller. "The Metabolic Pathways of Biochemistry"

<http://laguna.fmedic.uanm.mx>

7 Metabolismo de purinas y pirimidinas

La paz comienza con una sonrisa.

Madre Teresa de Calcuta.

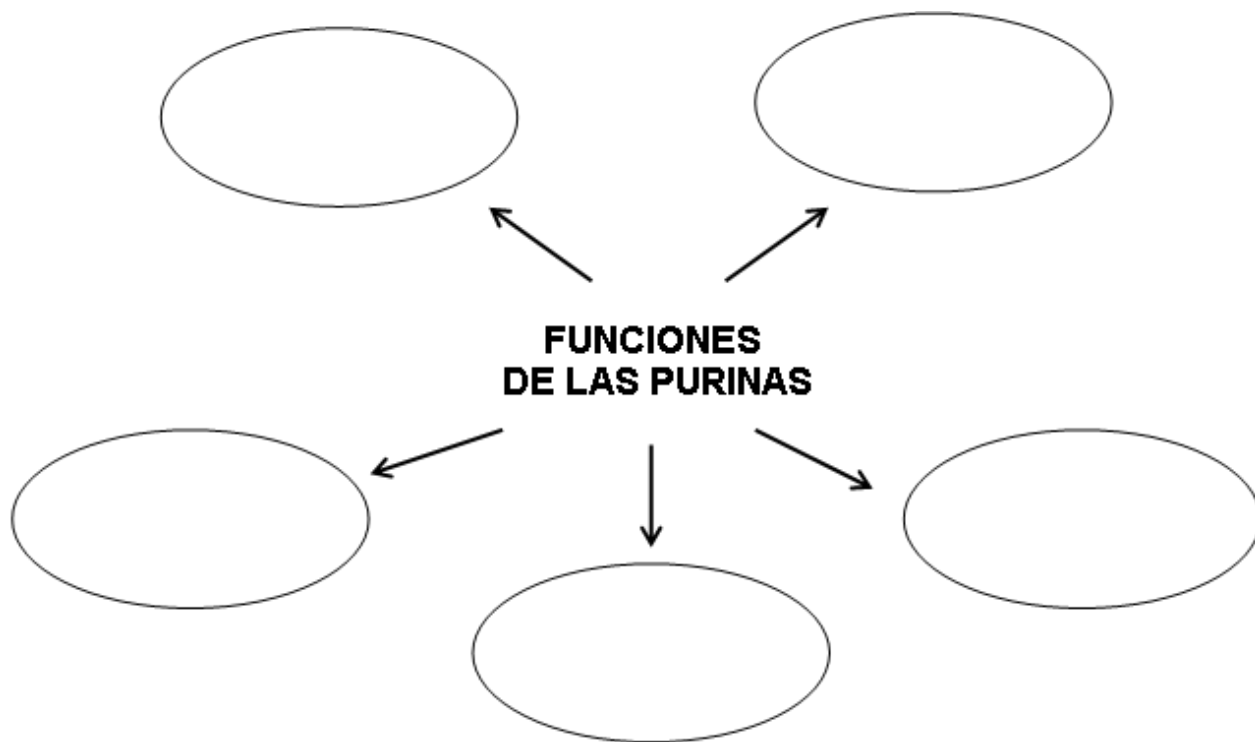
Introducción

Los nucleótidos como unidades monoméricas destacan por formar parte de los ácidos nucleicos como el DNA y RNA. Por otra parte, pero no menos importante, esta su participación como moléculas energéticas en el metabolismo celular, y son el ATP y el GTP los más abundantes. Otras funciones de los nucleótidos, implicadas en la señalización, es su participación como segundos mensajeros (CTP, UTP, AMPc y el GMPc). La CDP-colina y la UDP-glucosa participan como intermediarios metabólicos, y el NAD, FAD y la coenzima A funcionan como coenzimas en reacciones importantes del metabolismo. Los nucleótidos provenientes de los alimentos son degradados por las nucleotidasas, liberando nucleósidos y el fosfato terminal, los cuales son absorbidos en el intestino. Las bases puricas y pirimidicas que los componen no son integrantes esenciales de la dieta; la mayoría de los nucleótidos son sintetizados de novo en el cuerpo. Los nucleótidos de purinas son sintetizados en la mayoría de los tejidos, pero es en el hígado donde se concentra la mayor síntesis, obteniendo los átomos que las constituyen de diversas fuentes para la formación de los anillos. En el caso de las pirimidinas el anillo se sintetiza como una pirimidina libre que posteriormente se incorpora en los nucleósidos, y sus átomos son donados por el carbamoil fosfato y el ácido aspártico.

1. Escribe o pega la estructura de una pirimidina y purina, y señala la fuente o procedencia de sus átomos de carbono o nitrógeno.

¿Nombre del anillo?	¿Nombre del anillo?
---------------------	---------------------

2. Escribe dentro de los círculos las funciones de las purinas.



3. Dibuja la estructura del nucleótido AMP y CTP

AMP	CTP

4. Explica qué sucede con los ácidos nucleicos ingeridos:

5. ¿Explica de forma concreta, en qué consisten las dos vías de la síntesis de purinas y pirimidinas?

Vía _____	Vía _____

6. Explica por qué al IMP se le denomina nucleótido progenitor

7. Dibuja o pega las dos imágenes de reacciones de la biosíntesis de novo de las purinas (hasta la formación de IMP y hasta la síntesis de AMP y GMP y señalar, con colores la entrada de: glicina, aspartato, glutamina, CO₂ y N₅ N₁₀ Metenil H₄ Folato. Señalar la vía que provee la ribosa 5-P. Colorear con rojo al IMP Bibliografía de apoyo: Capítulo 36 del libro de Murray y Mayes 1997. *Bioquímica de Harper*. 14^a. Edición. Manual Moderno

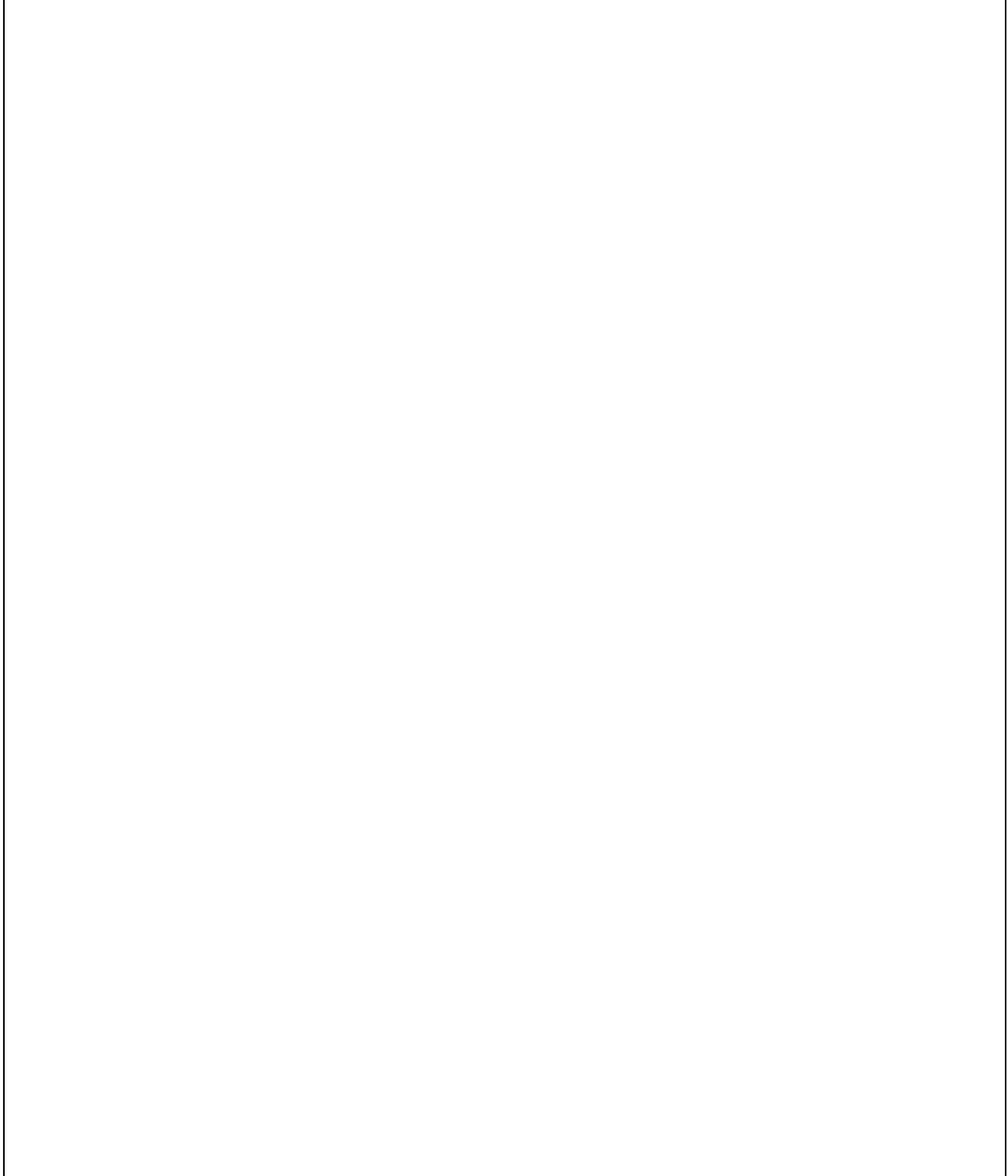
8. Sólo con nombres, escribe los intermediarios de las reacciones que se llevan a cabo del IMP hasta la formación del AMP y el GMP?

9. Marca, con una cruz, lo que la biosíntesis de purinas requiere:

- Mg^{2+}
- ADP
- ATP
- Vía de pentosas

10. Explica el efecto de fármacos antifolato, o análogos, de glutamina:

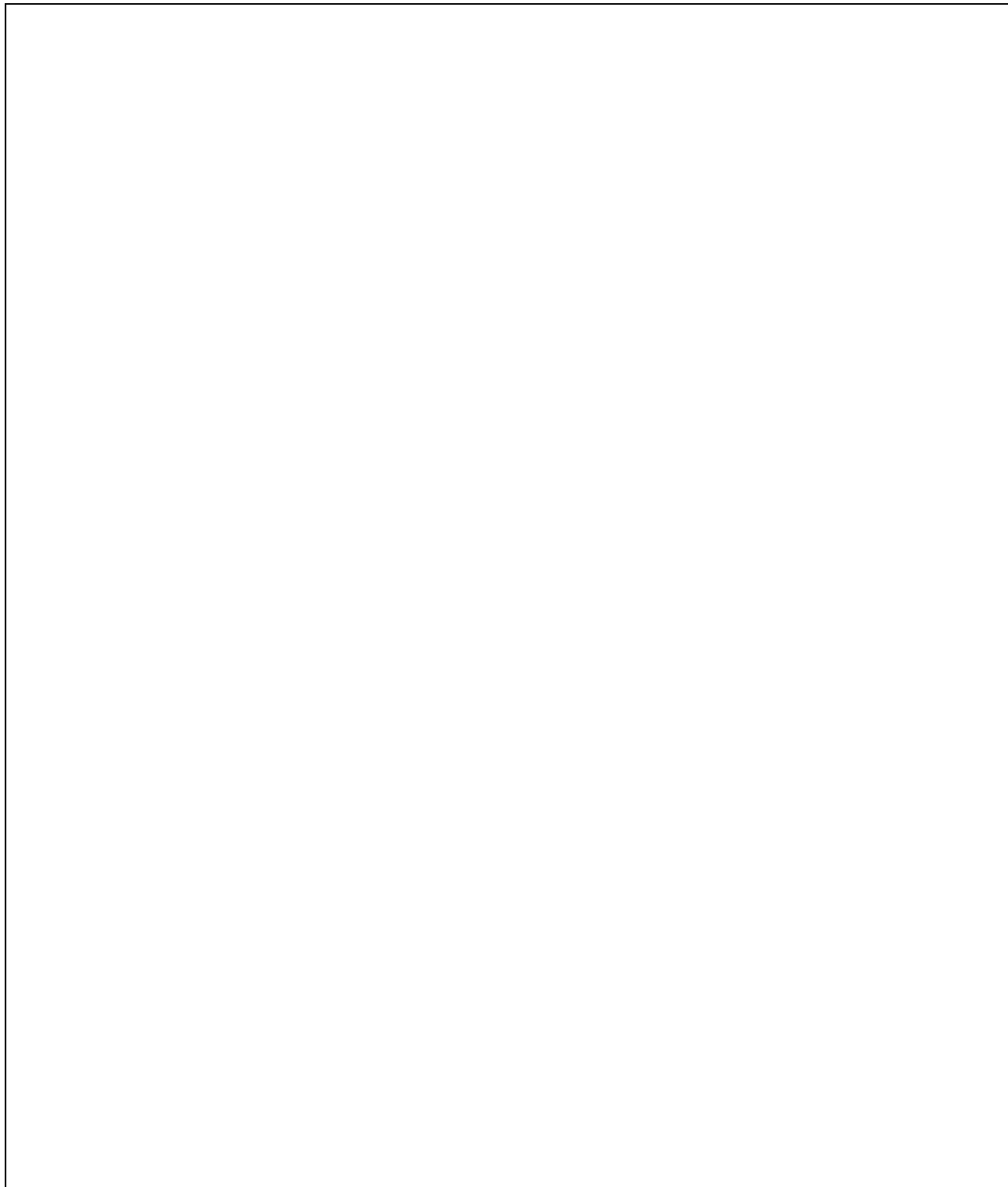
11. Consultando el Capítulo 36 del libro de Murray y Mayes 1997. *Bioquímica de Harper*. 14^a. Edición. Manual Moderno. Dibuja o pega en el siguiente recuadro las imágenes de reacciones de la biosíntesis de novo de las pirimidinas, y señala con colores la entrada de: glutamina, aspartato, entrada de ATP, NADH+H, H₂O, N₅ N₁₀ Metenil H₄ Folato y CO₂.



12. Explica el efecto de los siguientes medicamentos en el metabolismo de purinas y pirimidinas:

Metrotexato	Alopurinol	5-fluorouracilo

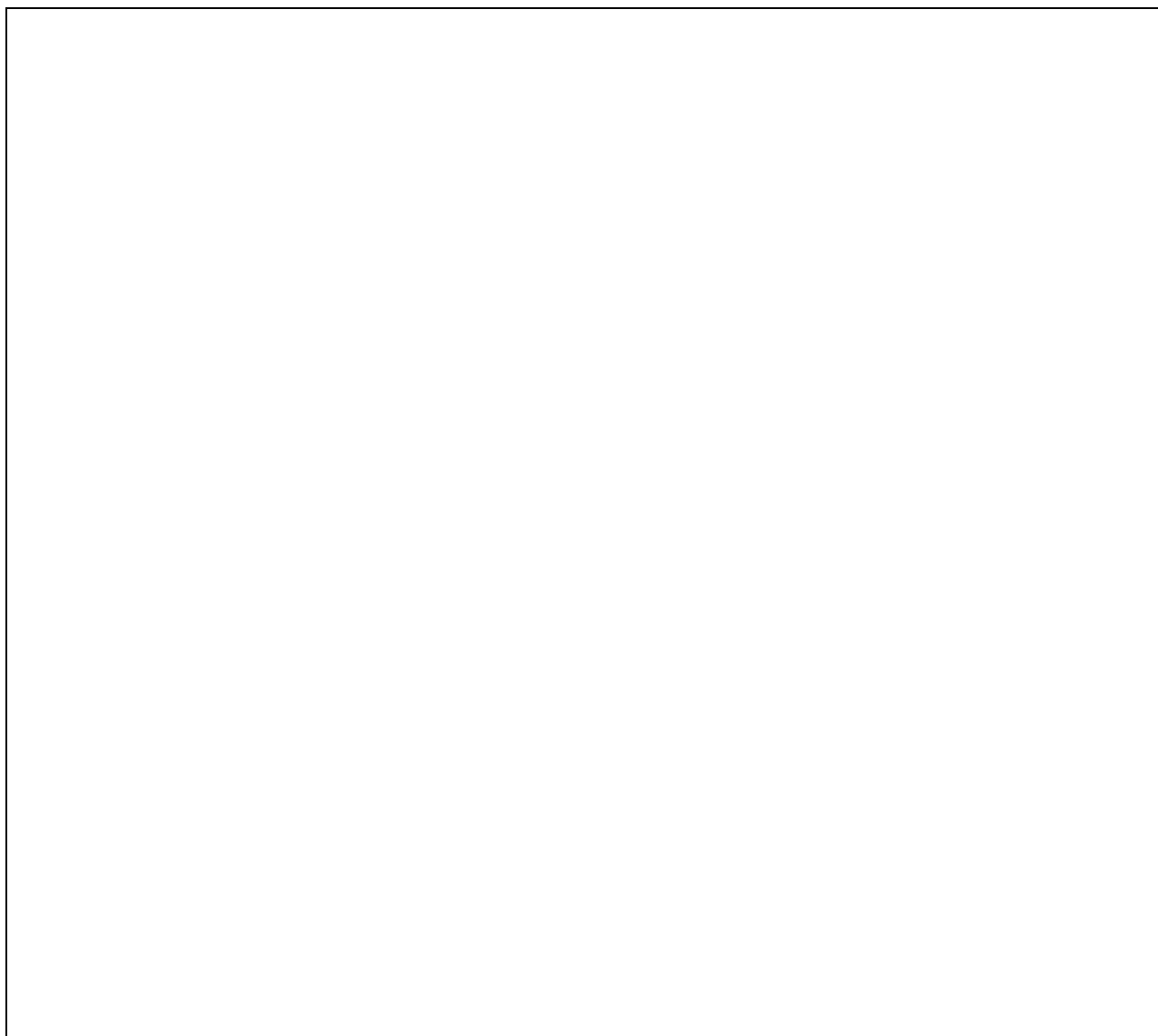
13. Dibuja o pega las imágenes de reacciones de formación de ácido úrico, a partir de los nucleósidos de purina en las cuales puedas señalar la importancia del agua en cada una de sus reacciones. Encierra en un círculo la participación de ésta molécula y también la enzima clave regulada por los fármacos.



14. ¿Qué diferencia existe entre el ácido úrico y el urato?

15. ¿Por qué a la “gota” en la antigüedad se le denominó la enfermedad de los reyes?

16. Dibuja o pega la imagen de la degradación de pirimidinas; encerrar en un círculo los sustratos y productos. Consulta el capítulo del metabolismo de purinas y pirimidinas del libro de Amber Appleton; Olivia Vanbergen, (2013). *Lo Esencial en Metabolismo y Nutrición*. 4ta. edición. Ed. Elsevier, Barcelona España.



17. ¿Cuál es el destino de sus productos?

18. Complementa el siguiente cuadro comparativo de la síntesis de novo:

	Purinas	Pirimidinas
Sustrato		
Intermediario clave		
Productos		
Qué requieren: ¿cuáles cofactores? ¿Agua? ¿Energía?		
Destino de sus productos		

19. Complementa el siguiente cuadro comparativo y, realiza el resumen del metabolismo de purinas y pirimidinas.

<p>La síntesis de purinas ¿qué nucleótidos forman?:</p> <p>El catabolismo de purinas ¿qué produce?</p>	<p>¿Específica cuál es el destino de las purinas sintetizadas?:</p>
<p>La síntesis de pirimidinas ¿qué nucleótidos forman?:</p> <p>El catabolismo de pirimidinas ¿qué produce?</p>	<p>¿Específica cuál es el destino de las pirimidinas sintetizadas?:</p>

20. ¿Los productos del catabolismo de purinas y pirimidinas son solubles en agua?

Referencias

Harvey RA, Ferrier, DR. Bioquímica. 6a. ed. México: Lippincott Williams & Wilkins. 2014.

Laguna J, Piña E, Martínez-Montes, F, Pardo-Vázquez, et al. Bioquímica de Laguna. 7a. ed. México: Ed. Manual Moderno. 2013.

Pacheco-Leal D. Bioquímica Médica. 1a. ed. México: Ed. Limusa, S.A de C.V. 2010.

Stryer, L, Beng, JM y Tymoczko, JL. Bioquímica con aplicaciones clínicas. 7a. ed. México: Ed. Reverté. México 2013.

Vasudevan, DM. Bioquímica. 6a. ed. México: Ed. Cuéllar-Ayala. Jaypee-Highlights. 2011.

Material de consulta para ampliar el tema

<https://www.youtube.com/watch?v=Jy8vCwPJ7qk>

<https://www.youtube.com/watch?v=HUeIRfVudDI>

Resumen del curso

En tu interior es donde existe tu grandeza, por eso déjala salir, cuéntale al mundo lo que eres capaz de hacer.

Anónimo.

a. Explicar la diferencia entre una ruta catabólica y una anabólica.

b. Cita cinco rutas catabólicas

c. Cita cinco rutas anabólicas

d. Menciona las rutas centrales del metabolismo celular

e. Citar tres rutas que se lleven a cabo dentro de la mitocondria

f. Cita tres rutas que se lleven a cabo en el citosol

g. Brevemente, elabora un mapa metabólico donde integres la interrelación entre sustratos, y sólo productos finales de las vías de carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos.

--

Apéndice A. Consejo Editor Universidad Autónoma de Nayarit*Presidente*

López – Salazar, Juan. BsC

Rector

Vocales

Flores - Soto, Cecilio Oswaldo. PhD

Secretario General

Bugarín- Montoya, Rubén. PhD

Secretario de Investigación y Posgrado

Peña- González, Jorge Ignacio. MsC

Secretario de Docencia

Sánchez- Valdés, Arturo. BsC

Secretario de Servicios Académicos

Chávez- González, José Ricardo. BsC

Secretario de Educación Media Superior

González- Sandoval, Edgar Raymundo. BsC

Secretario de Vinculación y Extensión

Luna – López, Marcela. BsC

Secretaría de Finanzas y Administración

Apéndice B. Consejo Editor ECORFAN

Berenjeii -Bidisha, PhD.
Amity University, India

Peralta Ferriz- Cecilia, PhD.
Washington University, E.U.A

Yan Tsai- Jeng, PhD.
Tamkang University, Taiwan

Miranda Torrado- Fernando, PhD.
Universidad de Santiago de Compostela, España

Palacio- Juan, PhD.
University of St. Gallen, Suiza

David Feldman- German, PhD.
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania

Guzmán Sala- Andrés, PhD.
Université de Perpignan, Francia

Vargas Hernández- José, PhD.
Keele University, Inglaterra

Aziz-Poswal , Bilal.PhD.
University of the Punjab, Pakistan

Hira- Anil , PhD.
Simon Fraser University, Canada

Villasante – Sebastian, PhD.
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia

Navarro Frómeta -Enrique, PhD.
Instituto Azerbaidzhan de Petróleo y Química Azizbekov, Rusia

Beltrán Morales -Luis Felipe, PhD.
Universidad de Concepción, Chile

Araujo Burgos -Tania, PhD.
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

Pires Ferreira Marão- José , PhD.
Federal University of Maranhão, Brasil

Raúl Chaparro- Germán , PhD.
Universidad Central, Colombia

Gandica de Roa- Elizabeth, PhD.
Universidad Católica del Uruguay, Montevideo

Quintanilla Cóndor- Cerapio, PhD.
Universidad Nacional de Huancavelica, Peru

García Espinosa- Cecilia, PhD.
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador

Alvarez Echeverría -Francisco, PhD.
University José Matías Delgado, El Salvador.

Guzmán Hurtado- Juan, PhD.
Universidad Real y Pontificia de San Francisco Xavier, Bolivia

Tutor Sánchez -Joaquín PhD.
Universidad de la Habana, Cuba.

Núñez Selles- Alberto, PhD.
Universidad Evangelica Nacional, Republica Dominicana

Escobedo Bonilla- Cesar Marcial, PhD.
Universidad de Gante, Belgica

Armado Matute- Arnaldo José, PhD.
Universidad de Carabobo, Venezuela

