

Antología de Biología Celular

DIRECTORIO

DR. JOSÉ ENRIQUE VILLA RIVERA
Director General

DR. EFRÉN PARADA ARIAS
Secretario General

DRA. YOLOXÓCHITL BUSTAMANTE DÍEZ
Secretaria Académica

DR. JOSÉ MADRID FLORES
Secretario de Extensión e Integración Social

DR. LUIS HUMBERTO FABILA CASTILLO
Secretario de Investigación y Posgrado

DR. HÉCTOR MARTÍNEZ CASTUERA
Secretario de Servicios Educativos

DR. MARIO ALBERTO RODRÍGUEZ CASAS
Secretario de Administración

LIC. LUIS ANTONIO RÍOS CÁRDENAS
Secretario Técnico

ING. LUIS EDUARDO ZEDILLO PONCE DE LEÓN
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación
y Fomento de Actividades Académicas

ING. JESÚS ORTIZ GUTIÉRREZ
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones

ING. MARÍA LIZÁRRAGA IRIARTE
Encargada del Despacho de la Dirección General de XE-IPN TV Canal 11

LIC. LUIS ALBERTO CORTÉS ORTIZ
Abogado General

LIC. ARTURO SALCIDO BELTRÁN
Director de Publicaciones

Antología de Biología Celular

Josefina Pérez Campos
Guadalupe Harper Rincón
María Elena Cano González
María Teresa Valádez Omaña
Miguel Ubaldo Mendoza García
Rodolfo Mora Ramírez
José Aniceto Buenrostro Buenrostro

Instituto Politécnico Nacional
— México —

Antología de Biología Celular

Primera edición: 2007

D.R.© 2007 Instituto Politécnico Nacional
Dirección de Publicaciones
Tresguerras 27, 06070, México, D.F.

ISBN: 978-970-36-0463-0
FIPN: 2007-503

Impreso en México / *Printed in Mexico*

ÍNDICE

Prólogo.....	9
Agradecimientos	11
Métodos de estudio de las células	15
Historia del microscopio	13
Tipos de microscopios	15
Métodos de estudios citológicos	25
Estructuras precelulares y evolución de las primeras células	29
Microesférulas proteicas.....	29
Coacervados.....	30
Protobiontes y eubiontes	30
Procariotes y eucariotes.....	31
Composición química de la materia viva.....	33
Bioelementos	33
El agua un compuesto vital	34
Sales minerales	41
Grupos funcionales	41

Carbohidratos	43
Lípidos	50
Ceras	56
Esteroides	58
Proteínas	59
Enzimas	63
Vitaminas	71
Ácidos nucleicos	74
Características del código genético	78
Teoría celular	83
Morfología de los organelos celulares	84
Metabolismo celular	107
Respiración celular	107
Glucólisis	109
Ciclo de Krebs o del ácido cítrico	111
Fotosíntesis	118
Glosario	129
Bibliografía	137

PRÓLOGO

Contribuir al desarrollo de la educación y la cultura mediante la publicación de obras de apoyo al estudiante, es una tarea que en nuestro tiempo es esencial para llegar a la excelencia en la educación. Los profesores de la Academia de Biología del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos “Miguel Othón de Mendizábal” del Instituto Politécnico Nacional; hemos recopilado las experiencias docentes de por lo menos 20 años, para ofrecer a los alumnos del Nivel Medio Superior esta obra, la cual podrá ser consultada por alumnos de cualquier plantel educativo del nivel antes mencionado y servir al mismo tiempo de base para aquellos alumnos de Escuelas Superiores que requieran reforzar los conocimientos básicos de la Biología Celular. El elaborar este material tiene el propósito fundamental de expresar el contenido con la mayor claridad posible y en forma sucinta esperamos que esta obra contribuya a la formación integral de alumnos y maestros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, agradecemos la valiosa e imprescindible colaboración para la revisión de esta obra de los profesores e investigadores abajo citados; lo cual nos permitió adecuar el nivel y la estructura de la misma:

M. en C. Ma. Teresa García Castañeda: Profesora e investigadora de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

Dra. Adriana Becerril Montes: Médico Homeópata Cirujano y Partero, Doctorada en Histología. Coordinadora de la Maestría en Ciencias de la Especialidad de Morfología en la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional.

Dra. Blanca Estela Gutiérrez Barba: Subdirectora Académica de la Unidad Profesional interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional Profesora e investigadora de la Academia de Biología-Ecología de la UPIBI del Instituto Politécnico Nacional.

Biól. Norma Ivonne Herrera Colmenero: Profesora e investigadora de la Academia de Biología-Ecología de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional.

MÉTODOS DE ESTUDIO DE LAS CÉLULAS

HISTORIA DEL MICROSCOPIO

El microscopio (*micro*-pequeño, *skopéo*-observar) actual es uno de los instrumentos ópticos indispensables en todo laboratorio, ya que nos permite observar el microcosmos con el detalle que requiere el investigador o estudiante. A través del tiempo el microscopio ha sufrido una serie de avances tecnológicos importantes, pero a ciencia cierta no existe un indicio preciso de cuándo y por quién fue inventado.

En 1590, Zacharías Janssen puso en práctica la idea de ver un objeto pequeño a través de dos lentes; fue grande su sorpresa al descubrir que tal objeto se veía considerablemente aumentado y fue en ese momento cuando posiblemente nació o fue inventado el microscopio (el cual proporcionaba un aumento de 30X). El microscopio de Janssen estaba constituido por cuatro grandes tubos, conectados uno con otro; uno de los cuatro tubos llevaba montado el "objetivo" y el último tubo llevaba el ocular (este nombre fue dado por Kepler). Además de Janssen otros muchos han sido señalados como presuntos inventores de este instrumento. Posteriormente Roberto Hooke (1635-1703) construyó un microscopio que debió ser de excelente calidad: este multifacético investigador inglés descubrió la célula (al estudiar un fino corte de corcho), durante una demostración a los integrantes de una asociación científica inglesa, de la cual fue nombrado coordinador general. En 1665 Hooke publicó el libro *Micrografía*.

El astrónomo Johannes Hevelius (1611-1687) famoso coleccionista y constructor de microscopios y telescopios, contribuyó de manera extraordinaria a la evolución de tan significativo instrumento, ya que inventó el sistema de enfoque fino a partir de un modelo de Roberto Hooke. Fue entre los siglos xvii y xviii cuando Antón Van Leeuwenhoek (1632-1723) que se dedicaba a tallar lentes y que por primera vez observara a los microorganismos, inventó una técnica nueva para tallar lentes cada vez más pequeños, aumentando con esto su curvatura y por lo tanto mejorando su calidad y su resolución (hasta 2000X). Además de su técnica para tallar vidrio, tenía una habilidad natural para la disección, que se guardó en secreto hasta su muerte.

En 1886 Zeiss montó un taller para la construcción de instrumentos ópticos. En aquella época se construían todos los microscopios por el procedimiento de *probaturas*, Zeiss se dirigió a la Universidad de Jena para solicitar un especialista en óptica de talento que se encargara de hacer los cálculos difíciles y aumentara la calidad de los microscopios, le recomendaron a Ernest Abbe, quien realizó una serie de ensayos con aceite y líquidos de diferentes índices de refracción, que lo condujeron a descubrir y plantear la fórmula de aplanetismo, sin la cual hasta hoy no sería posible construir ningún objetivo para microscopio, telescopio, o cámara fotográfica. Además, Abbe descubrió el empleo del espato-fluor (fluorita) que combinado con diversos tipos de vidrios modifica la dispersión de los colores.

Los vidrios de borato y fosfatos poseían ya las cualidades indispensables para la mejor corrección de las aberraciones de los lentes. Con esto Abbe corrigió ampliamente los objetivos acromáticos y llegó a crear en 1884 el *Non Plus Ultra* de los objetivos microscópicos: los apocromáticos, en donde se combinan diversos tipos de lentes fabricados con distintos materiales, corrigiéndose de esta forma las aberraciones cromáticas causadas por la diferencia de colores.

TIPOS DE MICROSCOPIOS

Como se mencionó al principio, para el estudio de los seres vivos, es de gran importancia el uso del microscopio. Existe una gran diversidad de microscopios en cuanto a su estructura, funcionalidad, marca, entre otras características.

Microscopio óptico compuesto

El microscopio óptico compuesto o fotónico, es el tipo más común; se le llama fotónico porque utiliza la luz natural o la artificial de una lámpara y consta de tres sistemas:

1. Mecánico {
 - Pie: sirve de apoyo.
 - Brazo: para engranar o articular el tubo y para sujetar el el microscopio al transportarlo.
 - Tubo del microscopio: en él está insertado el o los oculares.
 - Platina: sitio donde se coloca la preparación.
 - Revólver: lugar sobre el que giran los objetivos.
 - Tornillo macrométrico: para enfoque grueso.
 - Tornillo micrométrico: para enfoque fino.
 - Pinzas de platina o carro de platina.

2. De iluminación {
 - Lámpara o espejo: fuente luminosa.
 - Condensador: reúne los rayos de luz y los dirige hacia el objeto.
 - Diafragma: regula la cantidad de rayos luminosos.

3. Óptico {
 - Oculares: son las lentes por donde se observa.
 - Objetivos: son las lentes que quedan cerca del objeto a observar.

La parte óptica del microscopio está constituida por las diferentes lentes, que son las responsables de la desviación que sufren los rayos de luz y por lo tanto de la imagen agrandada que se obtiene.

Cada lente tiene un número que indica los aumentos que proporciona; los microscopios ópticos tienen un ocular que aumenta 8X,* 10X, o más veces el objeto y varios objetivos que son:

- Lupa. Aumento en diámetros: 2.5-5X
- Seco débil. Aumento en diámetros: 10-20X
- Seco fuerte. Aumento en diámetros: 40-60X
- Inmersión. Aumentos en diámetros: 100 X (esta lente debe usarse sumergida en una gota de aceite de inmersión).

Para calcular los aumentos en diámetros del microscopio, basta con multiplicar los aumentos del ocular por los aumentos del objetivo, que se esté utilizando en el momento de la observación:

(Aumento del ocular) X (aumento del objetivo) = aumento del microscopio. Ejemplo: (10X) X (40X) = 400X o 400 aumentos

Una propiedad importante de los microscopios es su poder de resolución, que consiste en la capacidad del aparato para poder diferenciar o distinguir con toda precisión dos puntos que se encuentren muy cercanos; es decir, que en una sucesión de puntos muy juntos, con un microscopio de bajo poder de resolución, los puntos se observarán como una línea, y con uno de alto poder de resolución se podrá definir claramente cada punto.

El microscopio óptico, que muestra una imagen invertida de lo que se está observando, es el más común y el más usado en escuelas, hospitales y laboratorios.

Pasos para enfocar y observar una imagen en el microscopio:

1. Iluminar el campo de observación.
2. Colocar el objeto a observar (colocando el portaobjetos sobre la platina) procurando que el objeto coincida con el haz de luz y el tubo del microscopio, ya que la imagen que se recoge en el ocular no es otra cosa que la luz modificada en su trayectoria

* Nota: X es el aumento en diámetros.

al incidir sobre el objeto y esta modificación es lo que estimula nuestra retina (mientras más pequeña es la longitud de onda, mayor poder de aumento presenta el microscopio, ya que se podrán iluminar partículas más pequeñas).

3. Mover el tornillo macrométrico y, observando lateralmente, acercar el objetivo hacia la preparación hasta llegar al tope.
4. Observar por el ocular y girar el tornillo macrométrico en sentido contrario hasta tener a la vista alguna imagen.
5. Sin dejar de observar, mover el tornillo micrométrico hasta enfocar perfectamente la imagen (la imagen deberá ser nítida).
6. Observar todo el panorama y centrar en la parte que se va a estudiar, fijando la preparación con las pinzas del microscopio.
7. Sin mover la preparación ni los tornillos (micrométrico ni macrométrico) se puede cambiar de objetivos y únicamente afinar la imagen con el tornillo micrométrico cada vez que se haya realizado un cambio.
8. Al finalizar la observación elevar el tubo y retirar el portaobjetos. Apagar la luz del microscopio (limpiar las lentes con papel seda) y dejar el objetivo de menor aumento en el eje óptico.

Observe las siguientes imágenes de microscopios:

Figura 1. Primera lente de la que se tiene conocimiento en la historia de la humanidad. Se trata de una lente plano convexa de cristal de roca tallada toscamente, encontrada en las excavaciones de Ninive. (Fuente: sitio público de internet)



Figura 2. Microscopio compuesto realizado por los hermanos Juan y Zacharias Janssen en 1590, en Midelburg, Holanda (25 cm). Está formado por dos tubos de latón, soportando una lente cada uno, que se deslizan dentro de otro tubo de latón lo que permite el enfoque. (Fuente: sitio público de internet)

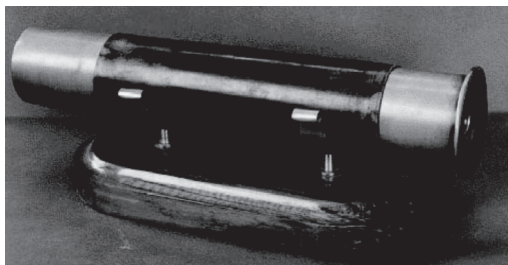


Figura 3. Microscopio compuesto realizado por Galileo Galilei en 1612 Italia (12 cm). Este microscopio, posee dos lentes instaladas en dos cilindros de madera que se deslizan sobre uno exterior de cartón, forrado de cuero verde, permitiendo el enfoque. (Fuente: sitio público de internet)

Figura 4. Microscopio simple realizado por Anton van Leeuwenhoek, 1632, en Leyden, Holanda (10 cm). Con este microscopio simple se consiguen imágenes de mayor calidad que con el microscopio compuesto de los hermanos Janssen, lo que permitió a Leeuwenhoek hacer los descubrimientos de infusorios, eritrocitos, etcétera. (Fuente: sitio público de internet)





Figura 5. Microscopio compuesto construido por Giuseppe Campana en 1665, Italia (9 cm). Construido en madera y apoyado en un anillo de metal. Permite el enfoque mediante el desplazamiento de la porción interior por un mecanismo de tornillo. En la base presenta un disco de madera con un agujero central, lo que lo hace apto para observar especímenes por transparencias. (Fuente: sitio público de internet)

Figura 6. Microscopio compuesto creado por Eustaquio Divini, 1668, Bologna, Italia (30 cm.). El original se encuentra en el Museo Copernicana de Roma. Está construido con tubos de cartón telescopados. En la porción superior presenta un juego de dos lentes enfrentadas por la convexidad y en la porción inferior contiene una lente montada en madera. El sistema se ampara en un trípode de metal. (Fuente: sitio público de internet)



Figura 7. Microscopio compuesto construido por Christopher Cock, según diseño de Robert Hooke en 1670, Inglaterra (50 cm). (Fuente: sitio público de internet)

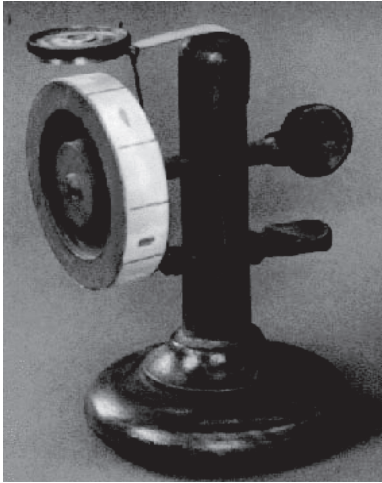


Figura 8. Curioso microscopio simple hecho en Italia en 1686 (12 cm). El enfoque se logra mediante un hilo que por un lado está sujeto al fleje que apoya la lente, y por el otro se enrolla en una clavija de madera. Las muestras se colocan en una rueda de madera que se gira mediante otra clavija. (Fuente: sitio público de internet)

Figura 9. Microscopio simple creado por Juan Crisóstomo Martínez en 1680, Valencia, España (28 cm). (Fuente: sitio público de internet)

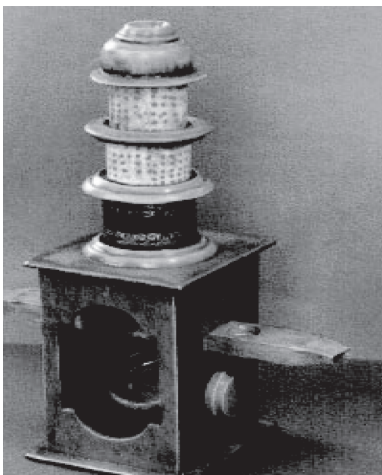
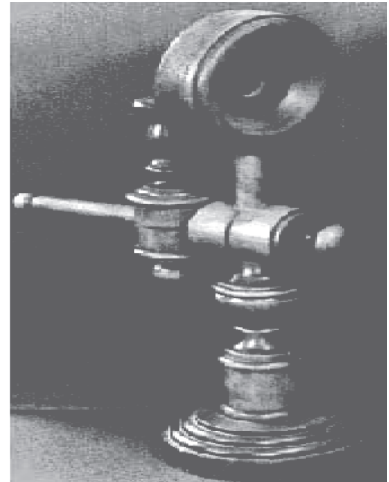


Figura 10. Microscopio compuesto por el alemán Nuremberg, hacia 1750 (40 cm). Este microscopio está construido íntegramente en madera y cartón. Consta de una barra sobre la que se apoya el sistema óptico y un sistema cilíndrico para la colocación de la muestra. La barra y el sistema están sobre una caja rectangular en la que se guardaban los accesorios. (Fuente: sitio público)

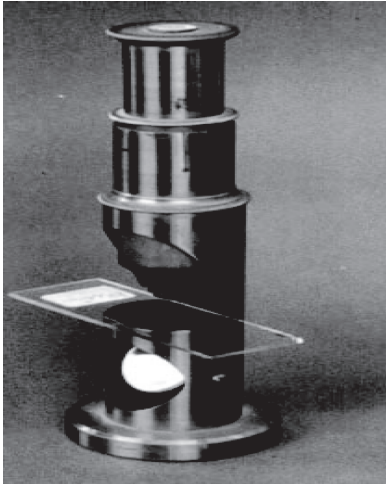


Figura 11. Pequeño microscopio modelo Georges Oberhauser, 1835 (15 cm). Posee una base circular. Fue un microscopio muy extendido en la época como modelo de bolsillo. (Fuente: sitio público de internet)

Figura 12. Microscopio de disección Carl Zeiss creado hacia 1900 (18 x 50 cm). Consta de una base de herradura que se apoya mediante un pilar, una sólida platina y un brazo articulado donde se coloca el sistema óptico. Este brazo se desplaza verticalmente mediante un sistema de cremallera introducido en el pilar. En la platina se engastan dos apoyabrazos de madera. (Fuente: sitio público de internet)

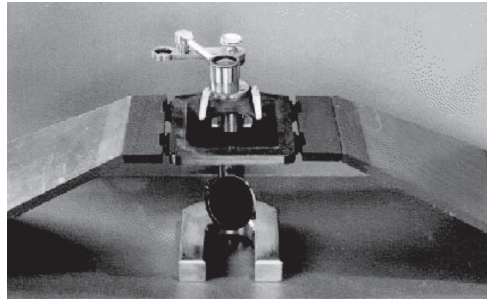
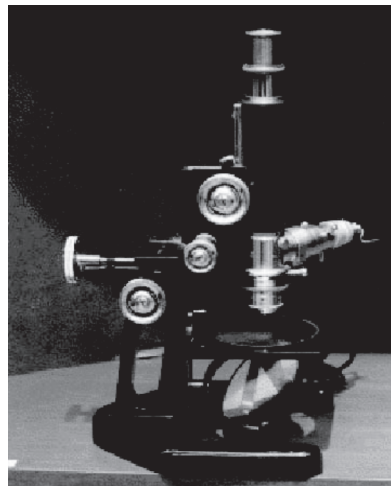


Figura 13. Microscopio de disección por Leitz Wetzlar, 1920 (32 cm). Lleva incorporado un sistema eléctrico de iluminación a través del objetivo, que permite observar la muestra con luz incidente. Los dos objetivos se cambian por un sistema de bayoneta. (Fuente: sitio público de internet)



Microscopio de contraste de fases

Este microscopio ha constituido un gran avance en las ciencias biológicas, ya que en él se pueden hacer observaciones en vivo sin necesidad de matar a las células u organismos por someterse a la acción de fijadores y colorantes. El principio de la técnica del contraste de fases consiste en que de todos los rayos que salen de la lámpara en fase (que coinciden en sus crestas y sus valles), algunos son retardados por medio de lentes especiales y por el propio objeto a observar. El adelanto y retardo de los rayos proporciona un contraste en la imagen, los rayos adelantados dan zonas brillantes y los que viajan con retraso dan zonas oscuras.

Microscopio estereoscópico

Se le utiliza para hacer disecciones, ya que por su construcción permite la manipulación de especímenes y brinda una imagen tridimensional y real. Su poder de aumento es muy limitado, aunque los más modernos ya cuentan con un dispositivo *zoom* de acercamiento que permite aumentar la imagen. (Véase figura 14).



Figura 14. Microscopio estereoscópico.
(Fuente: sitio público de internet)

Microscopio electrónico

Utiliza un haz de electrones, en lugar de luz, dirigido por electroimanes, el haz de electrones pasa a través del objeto de estudio hasta una pantalla fluorescente o a una placa fotográfica, los electrones son dispersados por el objeto y la dispersión es mayor mientras más denso sea el material. El microscopio electrónico puede producir un aumento de hasta 200 mil diámetros. Como el gas también dispersa a los electrones, el proceso debe llevarse a cabo en el vacío y la preparación debe estar seca para eliminar el vapor de agua y por lo tanto no se podrán estudiar estructuras vivas (también porque los rayos son altamente energéticos). Existen dos tipos de microscopios electrónicos:

1. Microscopio Electrónico de Transmisión (MET) el haz atraviesa la muestra. (Véase figura 15).
2. Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) El haz de electrones se refleja en la superficie de la muestra (la cual está cubierta por una fina capa de oro o de algún otro material) dándonos una imagen tridimensional. (Véase figuras 16 y 17).



Figura 15. Microscopio electrónico (moderno computarizado).
(Fuente: sitio público de internet)

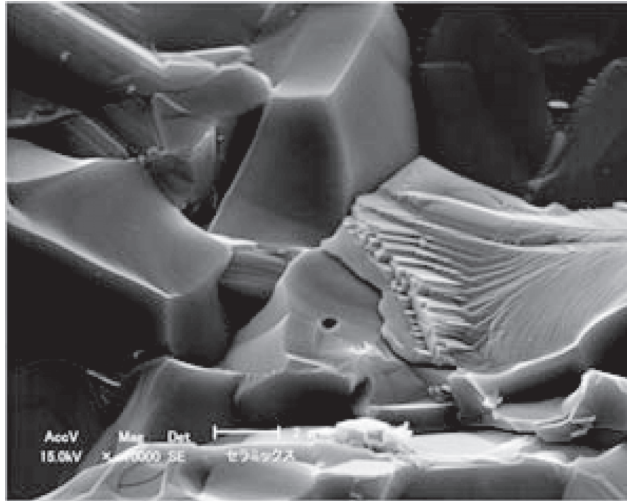


Figura 16. Imagen de Microscopio Electrónico de Barrido.
(Fuente: sitio público de internet)

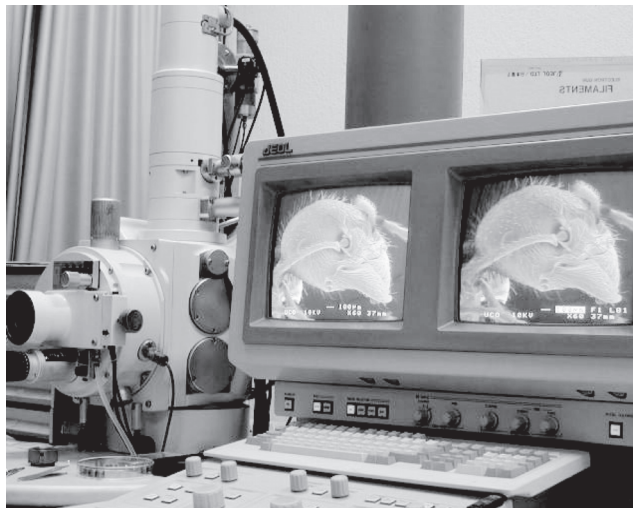


Figura 17. Imágenes de Microscopio Electrónico de Barrido (computarizado).
(Fuente: sitio público de internet)

MÉTODOS DE ESTUDIOS CITOLÓGICOS

Técnicas de coloración

Tienen como función teñir los diferentes componentes celulares y tisulares para facilitar su observación, ya que éstos son incoloros. La tinción es un proceso fisicoquímico, en donde ocurren fenómenos de difusión, absorción y afinidad química entre el colorante y los componentes celulares.

Los colorantes están constituidos por dos grupos moleculares:

1. Grupo Cromóforo: es el que imparte color.
2. Grupo Auxócromo: forma sales con el colorante y permite que éste se fije a las células.

Con base en el grupo auxócromo los colorantes se clasifican en:

- a) Ácidos: su propiedad de teñir reside en el anión (-) Ejemplo: Eosina;
- b) Básicos: su propiedad de teñir reside en el catión (+) Ejemplo: Hematoxilina;
- c) Neutros: son una mezcla de los anteriores. Ejemplo: Giemsa (para frotis de sangre).

En lo que se refiere a componentes celulares, el núcleo presenta un carácter ácido debido a los ácidos nucleicos y por lo tanto presentan una marcada afinidad por los colorantes básicos. Por otro lado el citoplasma es de carácter básico por lo tanto presenta una marcada afinidad por los colorantes ácidos.

Técnica de centrifugación

La centrifugación es un método que se utiliza para separar partículas, o componentes celulares que se encuentran suspendidos en un líquido, aplicando una fuerza centrífuga mayor que la fuerza de gravedad

de la Tierra. Para esto se utiliza un aparato llamado centrífuga el cual, al girar, genera precisamente una fuerza centrífuga. La velocidad con que una partícula desciende hacia el fondo del tubo, bajo la acción de una fuerza de este tipo, depende de los siguientes factores:

1. Fuerza aplicada: se expresa por el número de revoluciones por minuto (rpm).
2. Tamaño, forma y densidad de la partícula.

Las centrífugas son indispensables en hospitales y laboratorios, ya que se usan en la determinación de hematocrito, químicas sanguíneas, en separaciones de materiales en orina, en heces fecales y así mismo en la separación de componentes celulares.

Unidades de medida y tamaño

Escala de conversiones, tomando como unidad de longitud el metro.

Kilómetro	Km	1.000 m
Centímetro	cm	0.01 m o $1 \times 10^{-2} \text{m}$
Milímetro	mm	0.001 m o $1 \times 10^{-3} \text{m}$
Micra	μ	0.000001 m o $1 \times 10^{-6} \text{m}$
Nanómetro o milimicra	nm	0.000000001m o $1 \times 10^{-9} \text{m}$
Ángstrom	Å	0.0000000001m o $1 \times 10^{-10} \text{m}$

Cultivos

Se llama medio de cultivo a toda materia donde exista alimento y las condiciones para que los organismos puedan vivir y reproducirse.

Factores comunes que debe reunir cualquier medio de cultivo:

- **Nutrientes:** cualquier organismo que se desee conservar fuera de su ambiente natural debe estar provisto de alimentos necesarios para su sobrevivencia.

- Concentración adecuada de hidrogeniones (pH).
- Temperatura.
- Aireación: ya que hay organismos aerobios y anaerobios.

Existe una gran variedad de medios de cultivo según la especie que se va a cultivar.

Por ejemplo, para cultivar bacterias hay medios comerciales que contienen macerados de carne o medios sólidos hechos a base de agar, los cuales están deshidratados y vienen listos para ser preparados adicionándoles agua destilada y esterilizándolos.

Otro ejemplo lo constituye el preparado de infusiones de heno, alfalfa, lechuga, paja, arroz o trigo, que una vez enfriados se utilizan para cultivo de protozoarios.

Las técnicas de cultivo *in vitro* se encuentran en un periodo de gran perfeccionamiento. En la actualidad se ha logrado obtener con óptimos resultados el desarrollo artificial de tejidos animales y vegetales. Los resultados de este proceso son de gran interés biológico, citológico, fisiológico, bioquímico, farmacológico, patológico y genético. La mayoría de las células animales y vegetales sobreviven y se multiplican en cultivos si se les suministran los nutrientes adecuados. A diferencia de las bacterias, aquellas solamente crecen en superficies sólidas. Otro ejemplo es el diagnóstico de los virus que se hace por cultivo de células, en embriones de pollo.

ESTRUCTURAS PRECELULARES Y EVOLUCIÓN DE LAS PRIMERAS CÉLULAS

Se denominan estructuras precelulares a agrupaciones de elementos o compuestos que de alguna manera se asociaron o realizaron reacciones físicas y químicas, bajo la influencia de un medio propicio, que algunos autores denominaron caldo primigenio. A partir de estas reacciones se supone que se iniciaron los primeros seres vivos mediante una evolución química.

El ambiente era propicio para reacciones químicas donde las sustancias como el amoníaco, metano, dióxido de carbono e hidrógeno podían reaccionar entre sí, originando compuestos orgánicos.

La organización de estos compuestos, se considera que pudiera ser el punto de partida, bajo la influencia de la radiación solar, las descargas eléctricas y la actividad volcánica, para la formación de compuestos más complejos, acumulándose en los mares primitivos (sopa primigenia) y que en un momento dado diera inicio a la evolución biológica.

MICROESFÉRULAS PROTEICAS

Los estudios realizados por Sydney W. Fox, lo llevaron al descubrimiento de sistemas polimoleculares a los cuales les dio el nombre de microesférulas proteicas para explicar el origen de las primeras

formas de vida. Estas microesférulas las podemos definir como pequeñas gotitas que se forman en soluciones concentradas de protenoides cuyas dimensiones son comparables a las de las células típicas. Son aminoácidos que se polimerizan por el calor y que en condiciones adecuadas de pH y concentraciones salinas, originan dichas microesférulas proteicas.

Presentan una similitud morfológica y dinámica con las células, ya que también estas microesférulas proteicas propuestas por Fox, presentan fenómenos de ósmosis y una doble capa proteica.

COACERVADOS

Otro investigador que se dedicó a explicar el origen de las primeras formas de vida fue B. de Jong, quien propuso como modelo antecesor de las primeras células a los coacervados.

Jong demostró que mezclando dos soluciones diluidas de compuestos de alto peso molecular como las proteínas y los carbohidratos se podían obtener gotitas microscópicas, donde los agregados moleculares se atraen por cargas opuestas.

PROTOBIONTES Y EUBIONTES

El investigador ruso Oparin (1924) da a conocer sus estudios sobre este tema y propone que entidades polimoleculares como los protobiontes y eubiontes son los precursores de los sistemas vivientes, ya que desde el punto de vista termodinámico se comportan como verdaderos sistemas abiertos y son capaces de intercambiar materia y energía con su ambiente.

Los protobiontes propuestos por Oparin se diferencian por su grado de organización interna, por el tipo de sustancias y por su estabilidad. Estos sistemas se combinan y se fragmentan a menudo en otros sistemas similares. Estos protobiontes son considerados en la actualidad como los antecesores directos de las primeras formas de vida.

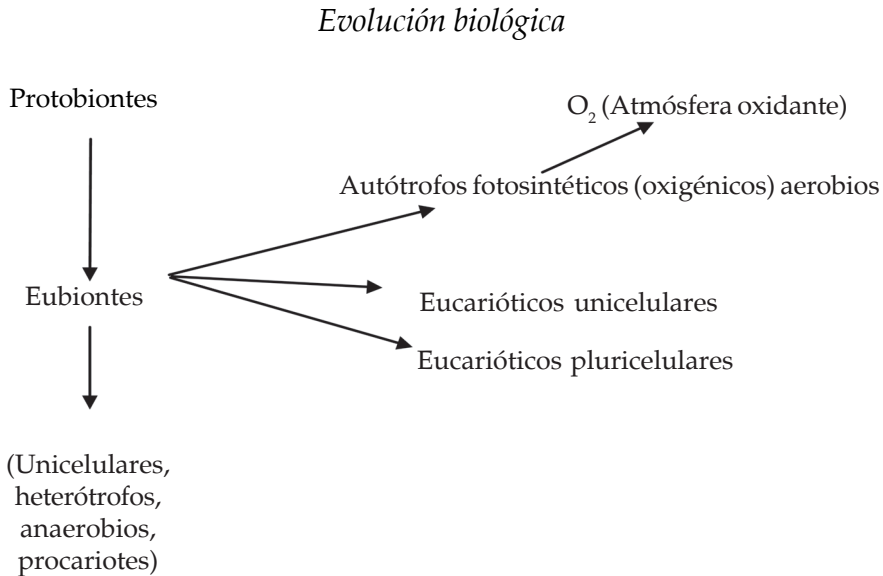
Algunos protobiontes que contenían polinucleótidos y polipéptidos fueron capaces de transmitir su información genética a sus descendientes, de tal manera que dieron un paso más hacia la evolución y Oparin les llamó eubiontes (verdaderos seres vivos).

Una vez concluida esta evolución química los eubiontes ya considerados como organismos vivos, generan el inicio de la evolución biológica y es a partir de este cambio que se originan varias líneas evolutivas, las cuales desembocan en la gran biodiversidad actual.

PROCARIOTES Y EUCARIOTES

Los ácidos nucleicos en un principio permanecieron inmersos en el citoplasma sin una membrana que los delimitara, a estas formas de vida se les denominó procariotes.

Por otro lado, cuando el material genético se condensó y se limitó por una membrana se constituyeron los eucariotes.



COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA VIVA

BIOELEMENTOS

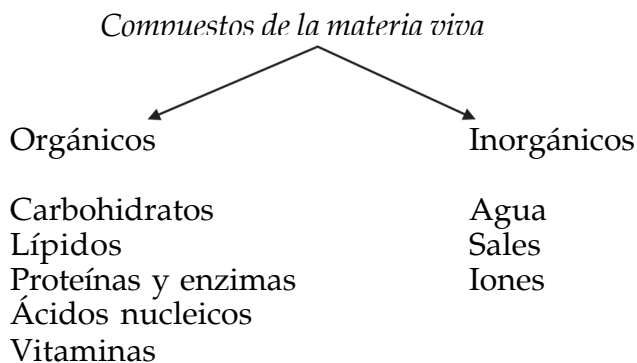
La materia viva está compuesta por bioelementos primarios, secundarios y traza:

Bioelementos primarios: C, H, O, N, son los más abundantes y constituyen 99.3% de la materia viva.

Bioelementos secundarios: Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, Fe, constituyen 0.67% de la materia viva.

Bioelementos traza: Mn, Co, Br, Al, Va, Mo, I, Sn, F, Cu, Zn, Se, Si, Ni, Cr. Representan 0.03% de la materia viva.

Estos elementos se combinan para constituir la materia viva.



El agua tiene ciertas propiedades raras y exclusivas.
La vida se originó en el agua, depende del agua,
el agua es su solvente y su medio.
el agua no sólo es la madre,
también es la matriz de la vida.

A. Szent-Gyorgy

EL AGUA UN COMPUESTO VITAL

Vivimos en un mundo de agua. La bebemos, la respiramos, nos bañamos con ella, flotamos, nadamos, patinamos, esquiamos en ella y la usamos tanto para calentar como para enfriar.

El agua se encuentra en abundancia en la vasta red de océanos, mares, ríos, lagos. Aproximadamente, las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua. El agua es esencial para la vida.

El agua es el compuesto inorgánico más abundante en los seres vivos, la vida depende absolutamente de este compuesto. La cantidad de agua en los seres vivos varía entre 20% y 95% de un organismo a otro.

Funciones del agua en los organismos:

1. Es el medio en el cual muchas sustancias se disuelven.
2. En estado de solución muchas sales se ionizan y se tornan activas.
3. Transporte de nutrimentos y desechos.
4. El agua absorbe y libera calor (termorregulador), manteniendo la temperatura constante.
5. Lubricante:
 - a) Ligamentos, tendones, músculos y articulaciones.
 - b) El *mucus* contiene gran cantidad de agua y es el lubricante más ampliamente utilizado.
6. Los sentidos del gusto y del olfato dependen también del agua, si la superficie de la lengua estuviera seca no podría desempeñar su función, y si la nariz estuviese seca no podría realizar la humidificación y el calentamiento del aire.



Figura 18. Representación molecular del agua con formación espacial.
(Fuente: sitio público de Internet)

Propiedades físico-químicas

En la naturaleza es posible encontrar al agua en sus tres estados físicos: el líquido, el sólido y el gaseoso; dichos estados dependen de las condiciones ambientales. (Véase figura 19).



Figura 19. Estructura del hielo. Representación del arreglo cristalino del agua en estado sólido. (Fuente: sitio público de Internet)

Forma en la que actúa el agua en los seres vivos: sabemos que el agua es un compuesto que presenta propiedades totalmente diferentes a todos los compuestos inorgánicos; características que se deben a la estructura de su molécula.

Analicemos su estructura molecular: la molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Cada átomo de hidrógeno está unido al átomo de oxígeno mediante un enlace covalente.

En conjunto, la molécula de agua posee una carga neutra porque tiene la misma cantidad de electrones y de protones, pero la molécula es polar debido a que existe una atracción muy grande del núcleo del oxígeno por los electrones. Los electrones compartidos de los enlaces covalentes pasan más tiempo en torno del núcleo de oxígeno que de los núcleos de hidrógeno, de modo que la región próxima a cada núcleo de hidrógeno es débilmente positiva y el átomo de oxígeno posee cuatro electrones más en su nivel energético externo. Estos electrones están apareados en dos orbitales que no forman enlaces covalentes con el hidrógeno, cada uno de estos orbitales son una zona débilmente negativa; por lo tanto, en términos de polaridad, la molécula de agua posee cuatro vértices, dos con carga positiva (+) y dos con carga negativa (-). (Véase figura 20).

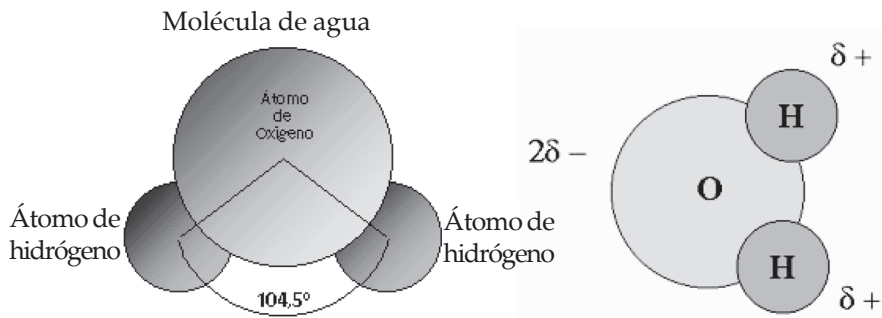


Figura 20. Representaciones de la molécula de H_2O .
(Fuente: sitio público de Internet)

Cuando una de estas regiones cargadas se acerca a una región de carga opuesta de otra molécula de agua, la fuerza de atracción forma un enlace entre ellas y esto se conoce como enlace de hidrógeno (puen-

tes de hidrógeno), cada molécula de agua es capaz de unirse a cuatro moléculas de agua más. (Véase figura 21). Los enlaces de hidrógeno no sólo existen en el agua, sino que se pueden localizar en otros compuestos, como en los ácidos nucleicos y en algunas proteínas.

Y además por el ángulo de enlace de 104.5° favorece el efecto de solvente universal y la interacción con otras moléculas.

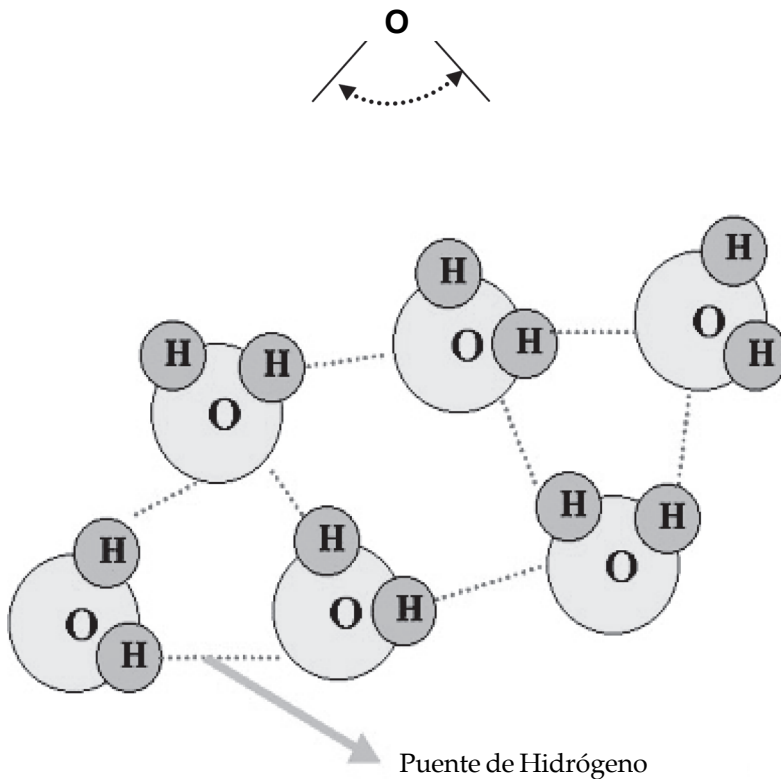


Figura 21. Representación de la molécula del agua en estado líquido.
(Fuente: sitio público de Internet)

Solvente universal

La polaridad de la molécula de agua es responsable de la capacidad de ésta como disolvente (solvente). Las moléculas polares del agua tienden a separar a las sustancias iónicas como el cloruro de sodio, en sus iones constitutivos. Las moléculas de agua aglomeradas se concentran alrededor de los iones cargados y los separan.

Muchas moléculas importantes, en los sistemas vivientes, tienen áreas de carga negativa y positiva, (estas regiones polares se forman en la vecindad de átomos unidos en enlaces covalentes cuyos núcleos ejercen distintos grados de atracción por electrones) por lo tanto, estas moléculas atraen a las moléculas de agua y se disuelven en ella.

Las moléculas polares que se disuelven en agua se denominan hidrofílicas (amantes del agua). El agua también disuelve gases como el oxígeno y el bióxido de carbono.

Ionización del agua

El agua tiene una ligera tendencia a la ionización, es decir, a disociarse para formar iones: ión hidrógeno o hidrogeniones (H^+) y iones hidroxilo (OH^-). En el agua pura hay una pequeña cantidad de moléculas ionizadas de esa manera. La tendencia del agua a disociarse es equilibrada por la tendencia de los iones de hidrógeno e hidroxilos a volverse a unir para formar agua.



Puesto que el agua se separa en un hidrogenión y un ión hidroxilo, las concentraciones de ambos iones en el agua pura son exactamente iguales. Se dice que esa solución es neutra (ni ácida, ni básica).

Las propiedades fisicoquímicas del agua, como son: elevados valores de calor específico, calor de vaporización, calor de fusión, cohesión, adhesión y tensión superficial; son debidas al elevado número de puentes de hidrógeno.

Calor específico del agua

El agua tiene un elevado calor específico ($1.0 = 1000 \text{ cal/g}$), es decir es muy grande la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua, un grado Celsius. Esto es debido a la presencia de puentes de hidrógeno entre sus moléculas.

Debido a esta particularidad física el agua tiene funciones tales como:

- Controlar la temperatura del ambiente (regula la temperatura del planeta).
- Actuar como regulador contra cambios drásticos de temperatura en homeotermos pues hacen posible la elevación lenta de la temperatura y no cambios drásticos.

Densidad del agua

Mientras que la mayor parte de las sustancias aumentan su densidad conforme disminuye su temperatura, el agua alcanza su mayor densidad a los 4°C y cuando la temperatura disminuye aún más, los puentes de hidrógeno en las moléculas de agua se expanden manteniendo a estas lo suficientemente separadas para dar al hielo una densidad 10% menor que la densidad del agua, con el consiguiente aumento de su volumen, dando las siguiente características:

1. El agua sólida o hielo flota dentro del agua fría que es más densa.
2. Esta propiedad es muy importante en la aparición, sobrevivencia y evolución en la vida de la tierra (efecto de coagulación en la superficie máxima, y no en el fondo del mar).

Fuerzas de cohesión y adhesión

Las moléculas de agua presentan una fuerte tendencia a unirse entre sí, es decir, son cohesivas (esto es debido a la presencia de puentes de hidrógeno entre ellas).

Dichas moléculas también se adhieren a muchos otros tipos de sustancias, estas fuerzas de adhesión ayudan a explicar porque el agua moja las cosas.

Las fuerzas de adhesión y cohesión explican la tendencia del agua a ascender por tubos de calibre muy pequeño (capilares) fenómeno que recibe el nombre de capilaridad.

Este mismo fenómeno participa en el ascenso del agua por los tallos de las plantas desde la raíz hasta las hojas más altas.

Tensión superficial

Las moléculas de agua tienen un alto grado de tensión superficial debido a la cohesión, se atraen entre sí con mayor fuerza que las moléculas del aire, las moléculas de agua en la superficie se agrupan produciendo una capa fuerte (red molecular superficial) de alta constante dieléctrica.

¿Sabías qué?

Un insecto (zapatero) aunque es más denso que el agua, puede caminar o pararse en la superficie de un charco debido a la presencia de pelos finos en la parte inferior de sus patas, los que distribuyen el peso del insecto sobre un área mayor. (Véase figura 22).

Y que algunos peces tienen en su sangre proteínas anti-congelantes y las ranas poseen el alcohol glicerol en su sangre para evitar la congelación de la misma.

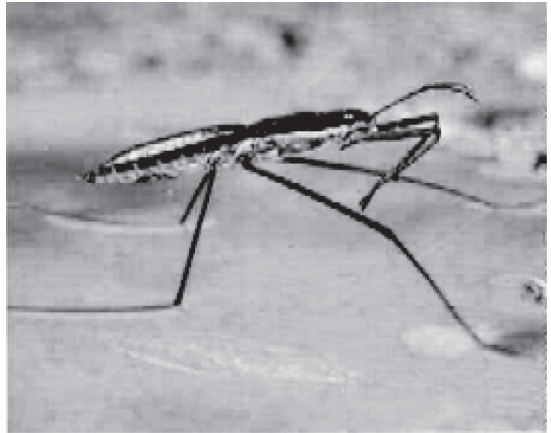


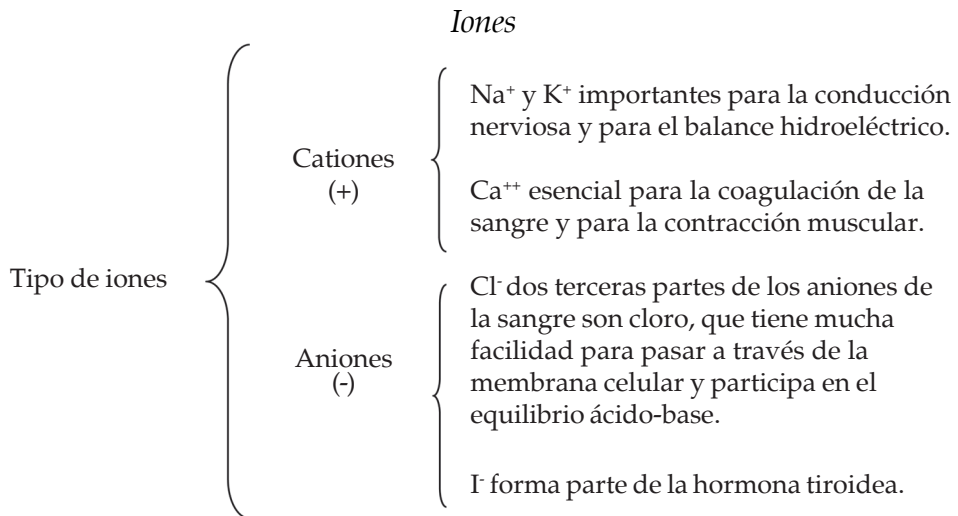
Figura 22. Fotografía del insecto zapatero. (Fuente: sitio público de Internet)

SALES MINERALES

Las sales minerales se definen como compuestos que tienen un ión positivo que no es hidrógeno (H^+) y un ión negativo que no es el hidroxilo (OH^-). Ejemplo: Na^+Cl^- y K^+Cl^- .

Existen dos tipos de sales minerales:

1. Las que se disocian en presencia de agua. Ejemplo: $NaCl$ y KCl , que producen, después de la disociación, cationes y aniones necesarios para el metabolismo celular.
2. Las que no se disocian en presencia de agua. Ejemplo: $CaCO_3$, que participa estructuralmente en la formación ósea y además constituye el exoesqueleto de algunos artrópodos y las conchas de los moluscos.



Grupos funcionales

Son grupos de átomos de los cuales depende en gran medida la reactividad y características químicas de los compuestos orgánicos que los poseen. (Véase figura 23).

Grupos funcionales más importantes

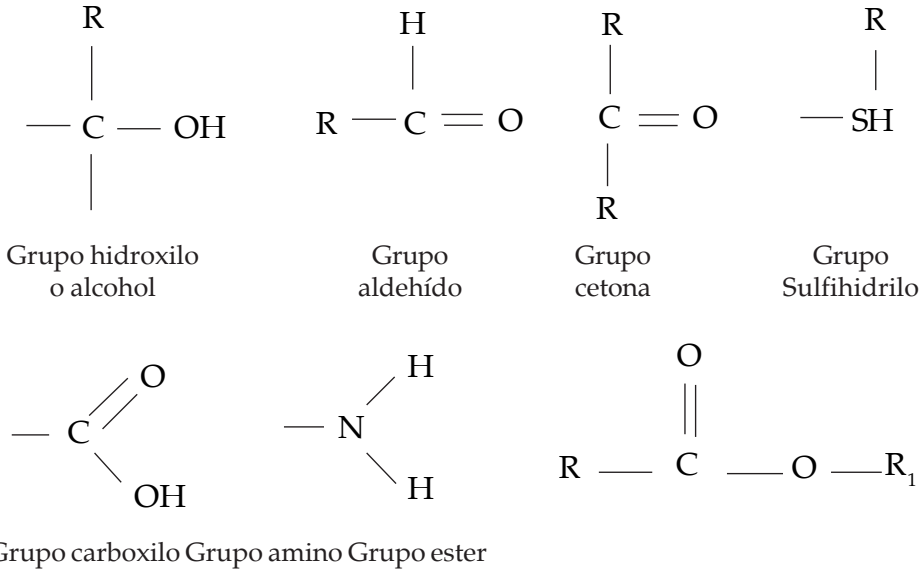


Figura 23. Grupos funcionales

El grupo alcohol (OH) o hidroxilo, se halla en los compuestos alcohólicos y en varios azúcares o carbohidratos.

Los grupos aldehídos contienen un átomo de carbono doblemente enlazado con el oxígeno y sencillamente unido al hidrógeno. Los aldehídos están presentes en carbohidratos, en productos intermedios de procesos biológicos, como la fotosíntesis y la respiración.

Los grupos cetona tienen el átomo de carbono central unido al oxígeno mediante doble enlace y a los otros dos carbonos mediante enlaces sencillos. Están presentes en los carbohidratos.

El grupo carboxilo (COOH), es uno de los más importantes. Se encuentra en los aminoácidos y en los ácidos grasos.

El grupo amino (NH₂), se halla primordialmente en los aminoácidos.

El grupo sulfhidrilo (SH), consta de un átomo de azufre unido a un átomo de hidrógeno, se encuentra en el aminoácido cisteína.

CARBOHIDRATOS

Es el tipo de biomoléculas constituidas químicamente por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en una porción de $(\text{CH}_2\text{O})_n$ razón por la cual también se les llama hidratos de carbono. En tanto que por su sabor son conocidos como glúcidos o azúcares. Químicamente se definen como derivados aldehídos o cetónicos de alcoholes polivalentes. Y también como polihidroxi aldehídos o polihidroxi cetonas.

Clasificación de los carbohidratos

La clasificación de los carbohidratos se establece por el número de unidades de azúcares que los constituyen:

- a) Monosacáridos (formados únicamente por una unidad de azúcar).
- b) Oligosacáridos (formados de dos a 10 unidades de monosacáridos), siendo los más abundantes los disacáridos.
- c) Polisacáridos (formados por más de 10 unidades de monosacáridos).

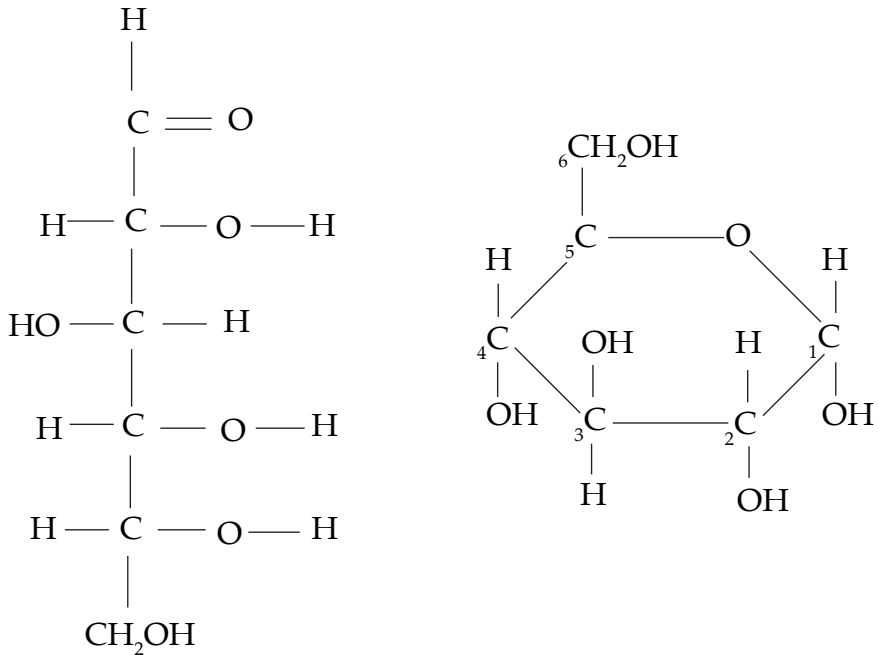
Monosacáridos

Son los azúcares más simples que no pueden hidrolizarse en unidades más pequeñas, constituyen la base para formar los demás carbohidratos y de ésta manera se absorben por el intestino. Se clasifican de acuerdo con:

1. El número de átomos de carbono:
 - a) Triosas: tres átomos de carbono. Ejemplo: gliceraldehído y dihidroxicetona.
 - b) Tetrasas: cuatro átomos de carbono. Ejemplos: eritrosa y eritru-losa.

- c) Pentosas: cinco átomos de carbono. Ejemplos: ribosa y desoxirri-bosa.
- d) Hexosas: seis átomos de carbono. Ejemplos: glucosa y fructosa.
2. El tipo de grupo funcional (aldehído y cetona):
- a) Aldosas: contienen el grupo aldehído. Ejemplos: glucosa, ribosa.
- b) Cetosas: contienen el grupo cetona. Ejemplos: fructosa, dihidro-xicetona.

De los monosacáridos, la glucosa (véase figura 24) merece especial mención, ya que es el principal carbohidrato utilizado por la célula para la producción de energía necesaria para todas sus funciones metabólicas.



Cadena lineal de la glucosa (cíclica)

Glucosa en estructura de anillo

Figura 24. Cadena lineal y estructura del anillo de la glucosa*

* Nota: en la glucosa con estructura de anillo, se forma un puente de oxígeno al reaccionar el aldehído del carbono 1 con el alcohol del carbono 5.

Existen dos configuraciones posibles para las moléculas de forma de anillo, existiendo un equilibrio entre ellas. (Véase figura 25).

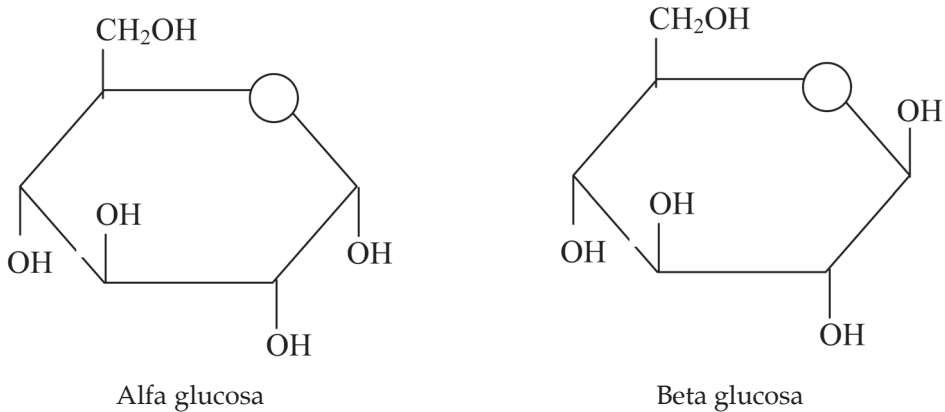


Figura 25. Configuración cíclica de la glucosa

Propiedades de los monosacáridos

1. Solubilidad. Por tener un bajo peso molecular y muchos radicales alcohólicos son muy solubles en agua, en donde adoptan la forma cíclica que puede ser forma alfa que se representa con el -OH del primer carbono hacia abajo, o la forma beta con el -OH del primer carbono hacia arriba (véase figura 25).
2. Son reductores. Dentro de los monosacáridos, existen algunos que son reductores porque hacen que otras sustancias se reduzcan (ganen electrones) y por lo tanto den positiva la *reacción de Benedict*, con la que se les identifica. El reactivo tiene en su composición cobre oxidado que le da una coloración azul; al combinarse con un monosacárido, cuyo grupo funcional es terminal, el cobre se reduce, lo que se manifiesta por la formación de un precipitado de color rojo ladrillo. La reacción debe hacerse en caliente.

3. Tienen actividad óptica. Los monosacáridos tienen carbonos asimétricos y por lo tanto presentan actividad óptica. Cuando una sustancia ópticamente activa desvía el plano de luz polarizada a la derecha se le llama dextrógira y cuando lo desvía a la izquierda se llama levógira.

Oligosacáridos

Como se recordará, los oligosacáridos, son azúcares constituidos desde dos hasta 10 unidades de monosacáridos. Dentro de este grupo de carbohidratos, destacan los disacáridos.

Los disacáridos se forman por la unión de dos monosacáridos (que pueden ser iguales o diferentes), con la liberación de una molécula de agua; estableciéndose de esta forma un enlace químico de tipo glucosídico. (Véase figura 26). Al recuperarse la molécula de agua este enlace se rompe y da como resultado los dos monosacáridos que formaban al disacárido (hidrólisis).

Ejemplos:

Maltosa = glucosa + glucosa. Unidas por un enlace α 1,4 – reductor.
Lactosa = glucosa + galactosa. Unidas por un enlace β 1,4 – reductor.
Sacarosa = glucosa + fructosa. Unidas por un enlace α 1,2 – no reductor.

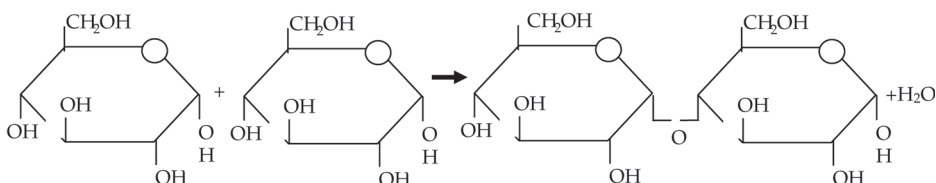


Figura 26. Unión entre los monosacáridos, a través de un enlace glucosídico, formando un disacárido*

* Nota: el enlace se establece con la unión entre el -OH del C₁, en posición alfa con el OH del C₄ de la siguiente glucosa, formando así el enlace glucosídico α 1,4.

La maltosa es el azúcar que se obtiene a partir de la fermentación de la cebada (malta); la lactosa es el azúcar presente en la leche y la sacarosa es el glúcido obtenido a partir de la caña de azúcar. Los disacáridos se ingieren en la dieta y son la fuente de monosacáridos.

Polisacáridos

Son macromoléculas formadas por la unión de muchos monosacáridos, en donde la unidad predominante es la glucosa.

Los polisacáridos se clasifican sobre la base de su función en:

1. Polisacáridos de reserva energética:
 - a) Almidón: de origen vegetal, se acumula en semillas, tubérculos y raíces.
 - b) Glucógeno: de origen animal, se almacena en músculos y en el hígado.
2. Polisacáridos estructurales, dan forma, confieren elasticidad o rigidez; así como protección y soporte:
 - a) Quitina: forma el exoesqueleto de los artrópodos.
 - b) Celulosa: forma la pared celular de los vegetales.

También los polisacáridos se clasifican de acuerdo con su composición química en:

1. Homopolisacáridos: formados por los mismos monosacáridos a la n veces:
 - a) Almidón, glucógeno y quitina.
2. Heteropolisacáridos: formados por diferentes unidades de monosacáridos:

a) Ácido hialurónico y peptidoglicano.

3. Almidón: consta de dos fracciones:

a) Amilosa: formada por cadenas no ramificadas de unidades de glucosa unidas por enlace alfa 1,4. Da color azul con el yodo, no es muy soluble en agua y es degradada por la enzima alfa amilasa, dando como productos de dicha degradación moléculas de maltosa y glucosa. (Véase figura 27).

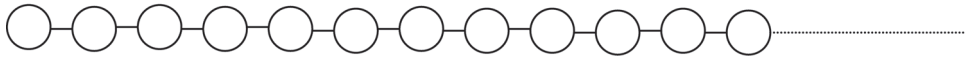


Figura 27. Representación esquemática de la amilosa

b) Amilopectina: es la fracción del almidón que es insoluble en agua, de estructura ramificada, la cual se obtiene por los enlaces alfa 1,6 que se establecen aproximadamente cada 30 unidades de glucosa. En presencia de yodo da un color violeta y es degradada por la enzima alfa 1,6 glucosidasa. (Véase figura 28).

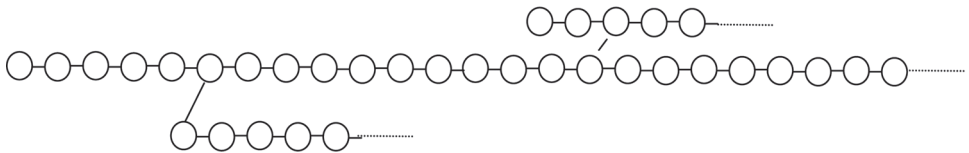


Figura 28. Representación de la fracción de amilopectina

4. Glucógeno: este es un polisacárido de reserva en los animales. De estructura similar al almidón, pero con mayor número de ramificaciones las cuales ocurren cada 8 a 10 unidades de glucosa. Presenta enlaces alfa 1,4 (porción lineal) y alfa 1,6 (porción ramificada). Este polisacárido es degradado por la enzima alfa amilasa, resultando glucosas y maltosas. (Véase figura 29).

treo, cordón umbilical). Está formado por unidades repetitivas de un disacárido integrado por ácido glucourónico y N-acetilglucosamina unidos por enlaces beta 1,3 estos disacáridos se unen a otros por enlaces beta 1,4.

Peptidoglicano: heteropolisacárido que constituye la pared celular de las bacterias y cianobacterias (implica procesos de virulencia, antigenicidad, crecimiento celular y diferenciación). Está constituido por N-acetilglucosamina y N-acetilmurámico unidos por enlace β 1,4.

LÍPIDOS

Son compuestos orgánicos químicamente heterogéneos entre sí, por lo que no se les puede definir químicamente en forma global, a diferencia de los carbohidratos; por lo que se conoce como lípidos a aquellos compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos no polares: como alcohol, éter y acetona, cloroformo, y otros, lo cual indica la naturaleza anfipática de los lípidos, esto es debido a la presencia de cadenas hidrocarbonadas en la estructura de estos compuestos.

Características generales:

- Insolubles en agua.
- Solubles en solventes orgánicos no polares.
- De consistencia líquida, semisólida o sólida a temperatura ambiente.
- Densidad menor de uno. Son más ligeros que el agua.
- Constituye aproximadamente 5% de la materia orgánica. El tejido nervioso es especialmente rico en lípidos.

Papel fisiológico de los lípidos en la célula:

1. Componentes estructurales de las membranas.
2. Están almacenados como depósitos (reserva energética secundaria).

3. Los ácidos grasos se oxidan para formar acetyl Co-A (molécula clave para iniciar el ciclo de Krebs); son fuente de energía.
4. Forman películas protectoras en la superficie de las hojas y frutas.

Características de los lípidos

Los lípidos son moléculas anfipáticas, ya que poseen dos regiones: una polar o hidrofílica, la cual tiene afinidad por el agua; la otra región es no polar o hidrofóbica, la cual rechaza el agua.

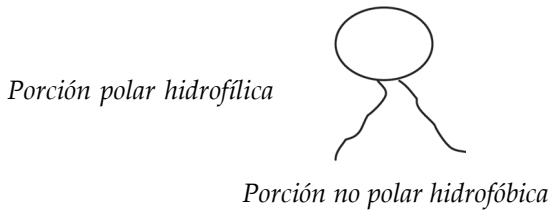


Figura 32. Representación de un lípido

Cuando los lípidos están en contacto con el agua espontáneamente pueden adoptar diferentes arreglos estructurales, dependiendo del tipo de lípido. (Véase figuras 33a, 33b y 33c).



Figura 33a. Micelas

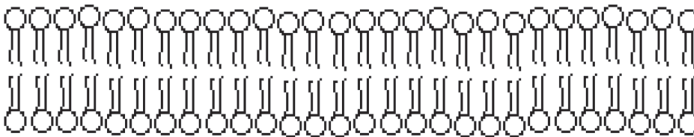


Figura 33b. Bicapas lipídicas

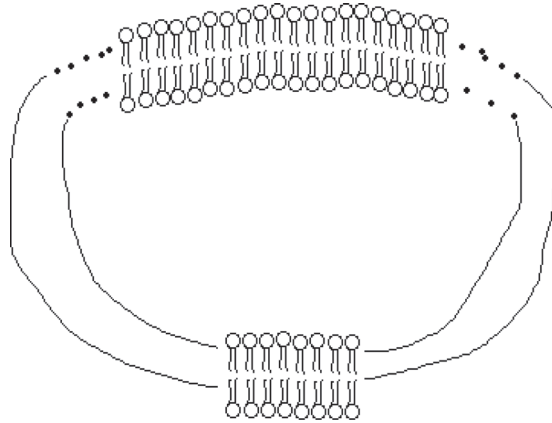
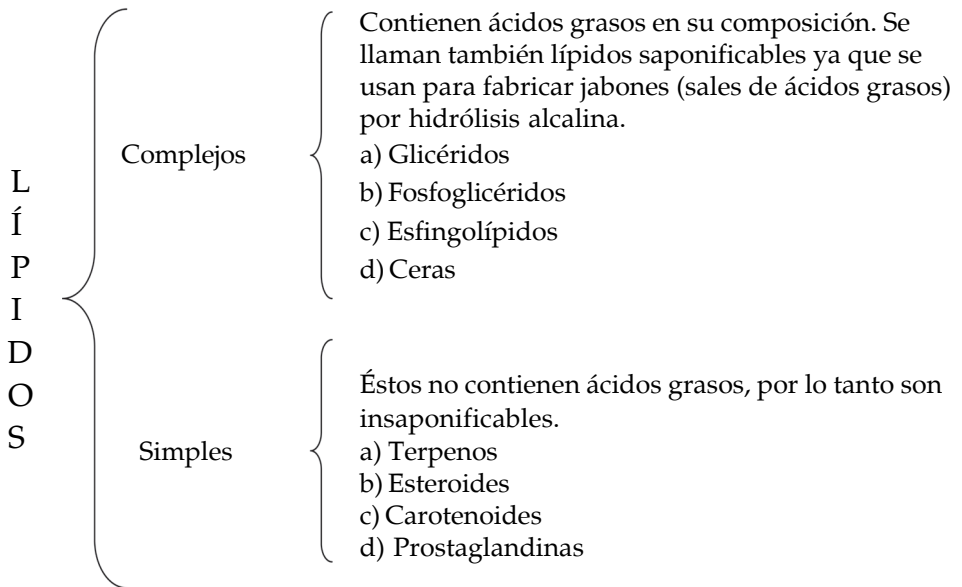


Figura 33c. Arreglos moleculares de lípidos de tipo liposoma

Los lípidos se pueden clasificar de distintas maneras, la más satisfactoria está basada en su estructura fundamental:



Lípidos complejos

Poseen un alcohol que se encuentra esterificado con ácidos grasos de 16 a 24 carbonos cada uno de ellos.

Ácidos grasos; componentes esenciales de los lípidos complejos, todos contienen una larga cadena hidrocarbonada con un grupo carboxilo terminal.

La cadena hidrocarbonada puede estar saturada: C-C-C-C...(están presentes principalmente en los animales, tienen mayor punto de fusión y son conocidos comúnmente, como mantecas).

O puede tener dobles o triples ligaduras (a estos se les conoce como ácidos grasos insaturados, están presentes principalmente en los vegetales, tienen menor punto de fusión y son conocidos comúnmente como aceites, estos ácidos grasos difieren entre si por el número, posición y configuración de las dobles o triples ligaduras). (Véase figura 34).

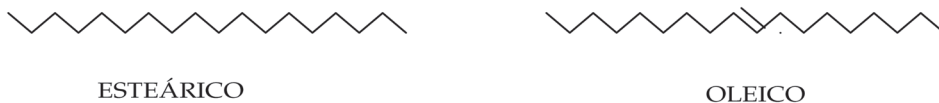


Figura 34. Representación del arreglo estructural de ácidos grasos de acuerdo a su ligaduras

Ejemplos de ácidos grasos:

Saturados	{	<p><i>Palmítico</i>: 16 carbonos, grasa animal y vegetal</p> <p><i>Esteárico</i>: 18 carbonos, grasa animal y vegetal</p> <p><i>Butírico</i>: 4 carbonos, grasa de mantequilla.</p>
Insaturados	{	<p><i>Oleico</i>: 18 carbonos, aceite de oliva una doble ligadura en el C9.</p> <p><i>Linoleico</i>: 18 carbonos, aceite de linaza 2 dobles ligaduras en el C9 y C12.</p>

Ácidos grasos esenciales: los mamíferos pueden sintetizar ácidos grasos saturados y monoinsaturados a partir de precursores, pero

no producen ácido linoleico ni linolénico. A estos ácidos grasos, que se requieren en la dieta de los mamíferos, se les llama ácidos grasos esenciales.

Glicéridos

También conocidos como lípidos derivados del glicerol. El término correcto de estos lípidos es acilgliceroles. Están constituidos por glicerol esterificado con ácidos grasos. (Véase figura 35).

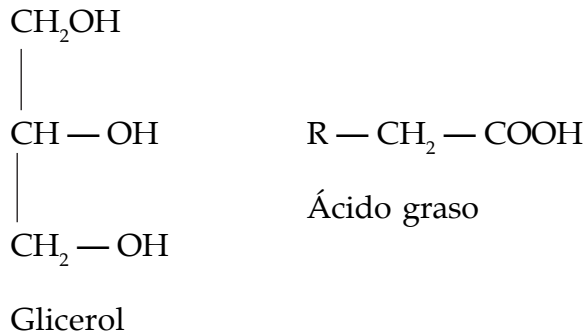


Figura 35. Estructura química del glicerol y de un ácido graso

Los OH del glicerol van a reaccionar con el grupo carboxilo (COOH) de 1, 2 o 3 ácidos grasos, quedando unidos mediante enlaces éster, dando los productos de la figura 36.

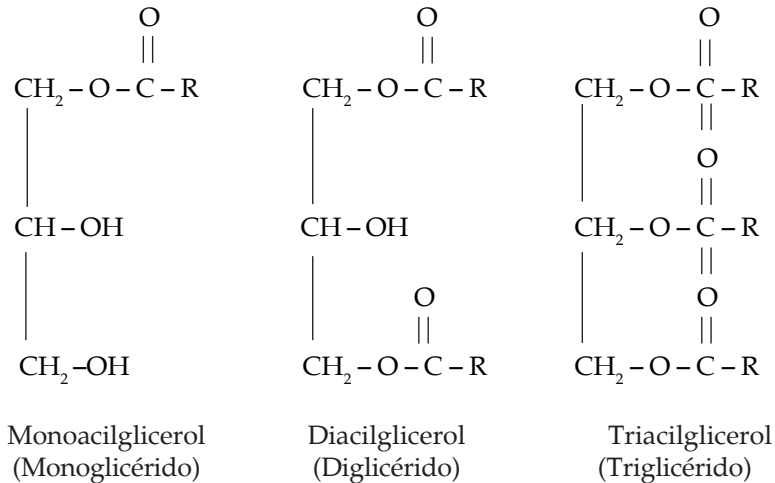


Figura 36. Compuestos resultantes de la unión de un glicerol con los grupos carboxilo de uno, dos o tres ácidos grasos, constituyendo enlaces de tipo éster.

Los triacilgliceroles constituyen un material de depósito en las plantas y en los animales; cuando tienen una consistencia sólida a temperatura ambiente se les conoce como grasas y cuando están en forma líquida, como aceites.

La hidrólisis de los acilgliceroles, sea por la acción de ácidos en caliente o por la acción de las lipasas presentes en el jugo pancreático, dan siempre como productos al glicerol en forma libre y al ácido graso correspondiente.

Cuando la hidrólisis se efectúa con un álcali se produce una mezcla de jabones y glicerol (el jabón son las sales de los ácidos grasos).

Fosfoglicéridos o fosfolípidos

Son también lípidos complejos, producto de la reacción entre los hidroxilos del glicerol con ácidos grasos y ácido fosfórico por medio de un enlace tipo éster. Son característicos de las membranas celulares y solamente se hallan presentes en muy pequeñas cantidades en otras partes de la célula.

Esfingolípidos

No contienen glicerol, en su lugar poseen esfingosina (es un amino alcohol de 18 átomos de carbono) como ejemplo tenemos a las esfingomielinas.

Los esfingolípidos tienen función estructural. Se les encuentra principalmente en la membrana de las células nerviosas.

Dentro de los esfingolípidos se encuentran los glucoesfingolípidos también conocidos como glucolípidos, los cuales poseen residuos de azúcares y son de dos clases:

- a) Cerebrósidos: contienen glucosa o galactosa, por lo que son conocidos como glucocerebrósidos o galactocerebrósidos respectivamente.
- b) Gangliósidos: en lugar de poseer un solo azúcar poseen varios; glucosa, galactosa, N-acetilgalactosamina y ácido n-acetilneuramínico (ácido siálico).

Los glucoesfingolípidos son importantes componentes de la membrana celular; algunos de ellos se hallan sobre la superficie de los eritrocitos y son los que les confieren la especificidad del grupo sanguíneo. Son abundantes en la llamada materia gris del cerebro.

CERAS

Son ésteres de ácidos grasos asociados con alcoholes monohidroxilados de cadena larga o con esteroides. Las ceras tienen una distribución muy amplia y sirven como capa protectora de la piel, pelaje o plumas en los animales, en hojas y frutos de plantas superiores, también pueden servir de recubrimiento al exoesqueleto de algunos insectos. Un ejemplo de cera es la lanolina, llamada así porque se extrae de la lana.

Lípidos simples

No poseen ácidos grasos, por lo que con éstos lípidos no es posible llevar a cabo la reacción de saponificación, debido a lo cual estos lípidos son conocidos como insaponificables.

Los lípidos simples aparecen en las células y los tejidos en menor cantidad que los lípidos complejos, pero se hallan entre ellos muchas sustancias con intensa actividad biológica como las vitaminas, hormonas y otras biomoléculas solubles en grasas.

Terpenos

Están constituidos por múltiples unidades de isopropeno (véase figura 37) (es una molécula de hidrocarburo de cinco átomos de carbono) formando largas cadenas que pueden ser lineales o cíclicas y algunos tienen estructuras de ambos tipos.

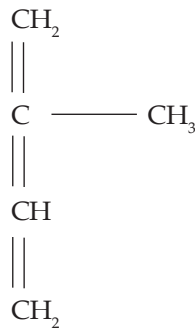


Figura 37. Estructura química del isopropeno

Se han identificado un gran número de terpenos en las plantas, con olores o sabores característicos como el geraniol, el limoneno, el mentol y el alcanfor. Otros ejemplos de terpenos son:

- Triterpeno: es importante el escualeno (se obtiene del hígado de tiburón) es precursor indispensable en la biosíntesis del colesterol.

- Fitol: es componente de la clorofila.
- Carotenoides: como el beta caroteno, que es precursor de la vitamina A.
- Vitaminas liposolubles: A, D, E y K.

ESTEROIDES

Son derivados del compuesto ciclopentanoperhidrofenantreno que es un hidrocarburo constituido por cuatro anillos con un total de 19 carbonos. (Véase figura 38).

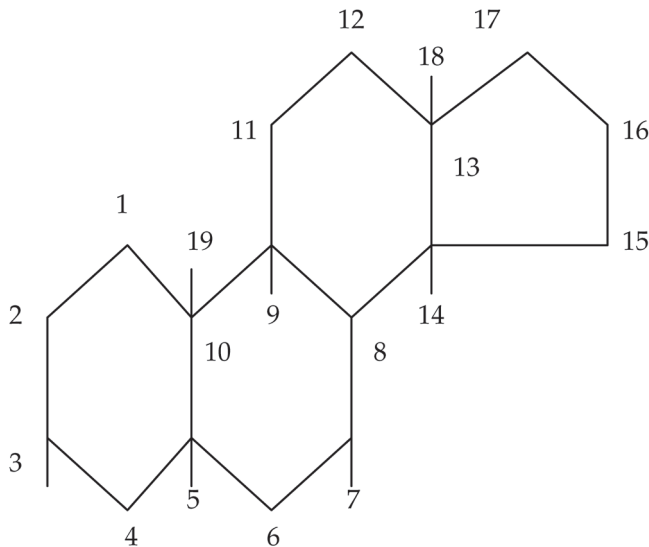


Figura 38. Estructura química del ciclopentanoperhidrofenantreno

El colesterol es un esteroide (véase figura 39) que se encuentra presente en las membranas de las células animales y en las lipoproteínas del plasma sanguíneo. Muy rara vez se encuentra en los vegetales, pues en su lugar existen otros esteroides propios de las plantas como el fitoesterol. Las bacterias no contienen esteroides.

El colesterol es el precursor de:

- Ácidos biliares (ácido cólico y ácido desoxicólico).
- Hormonas sexuales: andrógenos y estrógenos progesterona y hormonas adrenocorticales como el cortisol, aldosterona y corticosterona.

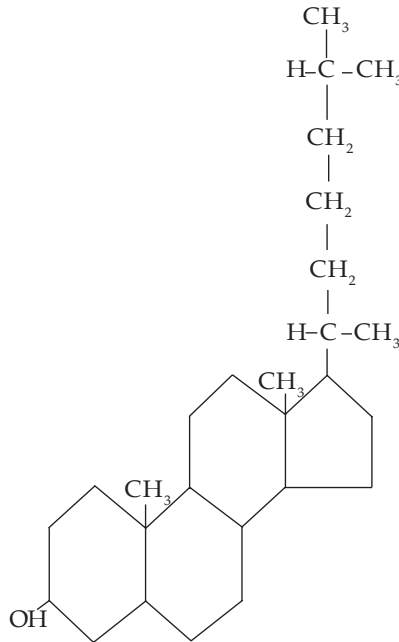


Figura 39. Estructura química del colesterol

PROTEÍNAS

Pueden definirse como polímeros constituidos por unidades más pequeñas llamadas aminoácidos o bien, como biomoléculas que están constituidas por aminoácidos. Las proteínas son fundamentales, tanto para la estructura como para la función de las células. Son las moléculas orgánicas más abundantes en los seres vivos y las que presentan un mayor número de funciones.

Las proteínas desempeñan funciones biológicas bien establecidas y específicas como:

	Función	Ejemplo
1	Catalítica (ya que actúan como enzimas).	Amilasa, transferasas
2	Transporte	Hemoglobina, proteínas de membranas y citocromos.
3	Contracción muscular	Actina, miosina
4	Protección o defensa	Anticuerpos (IgG, IgA, IgM, IgE)
5	Hormonal	Insulina
6	Estructural	Membrana celular, colágena queratinas, tela de araña.
7	Almacenamiento	Albúmina de huevo de aves y reptiles, semillas.

Unidades fundamentales

Las unidades estructurales de las proteínas son los aminoácidos, estos contienen en su estructura química un grupo carboxilo o ácido (-COOH) y un grupo amino o básico (-NH₂).

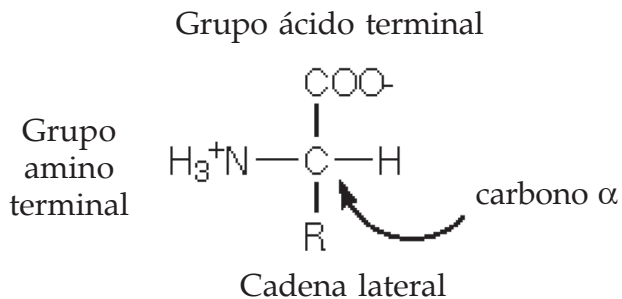


Figura 40. Fórmula general de un aminoácido

Los compuestos cuyas moléculas tienen ambas propiedades ácidas y básicas se denominan compuestos anfóteros.

Los aminoácidos se unen entre sí mediante enlaces peptídicos, los cuales se establecen entre el H del grupo amino de un aminoácido y el OH del grupo carboxilo del siguiente aminoácido. (Véase figura 41).

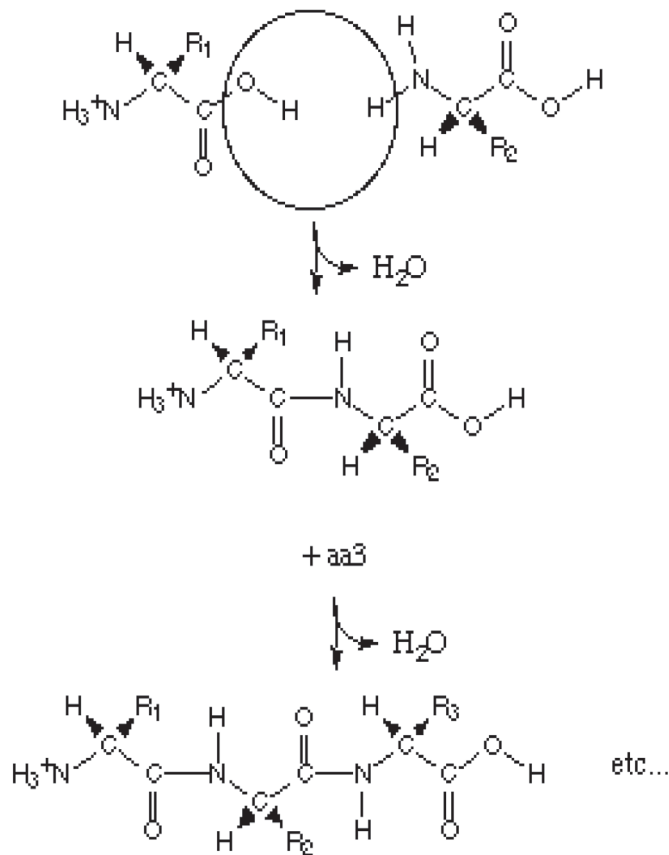


Figura 41. Enlace peptídico (Fuente: sitio público de Internet)

Hay muchas proteínas diferentes. Las distintas proteínas contienen combinaciones de aminoácidos, de manera semejante a como se combinan las letras en las palabras (muy largas). (Véase figura 42).



Figura 42. Analogía

Nivel estructural de las proteínas

Estructura primaria: está dada por el número y la secuencia específica de los aminoácidos.

Estructura secundaria: está dada por un ligero enrollamiento de la cadena polipeptídica que puede ser:

- Alfa-hélice (espiral). Ejemplo: lana, cabello, piel, uñas.
- β -tira plegada (zig zag). Ejemplo: seda.

Estructura terciaria: está dada por un sobreenrollamiento de la cadena polipeptídica, adoptando la forma de una esfera o de un ovoide a lo largo de un eje y constituyendo una unidad. Ejemplo: globulinas, insulina, citocromo C.

Estructura cuaternaria: está determinada por la asociación de dos o más subunidades. Ejemplo: hemoglobina.

Clasificación de las proteínas

Por su conformación:

- a) **Proteínas globulares:** moléculas esféricas, solubles en agua, ejemplo: hemoglobina, citocromo C, algunas enzimas.

- b) Proteínas fibrosas: son cadenas en forma de fibras alargadas, a lo largo de un eje y en forma paralela, son proteínas duras, resistentes, químicamente inertes y con funciones principales de tipo estructural.
- Queratinas: cuernos, uñas, piel, pelo, lana, seda, escamas, garras, picos de aves y reptiles.
 - Colágenas: tendones, piel de bovino.
- c) Por su composición química:
- Simples: poseen exclusivamente aminoácidos. Ejemplo: albúmina, insulina.
 - Conjugadas: poseen una porción proteica y no proteica. Ejemplo: hemoglobina, nucleoproteínas, lipoproteínas, fosfo-proteínas y glucoproteínas.

ENZIMAS

Las células son fábricas químicas en miniatura e increíblemente complejas.

Las reacciones químicas que se llevan a cabo en las células están regidas por las leyes de la termodinámica y reguladas por proteínas especiales llamadas enzimas.

Las enzimas son un tipo especial de proteínas que tienen función catalítica, por lo que se dice que son biocatalizadores.

Las enzimas poseen las siguientes propiedades:

- Aceleran las reacciones químicas, disminuyendo la energía de activación.
- No hacen que sucedan reacciones energéticamente desfavorables, solo aceleran las que no puedan ocurrir de manera espontánea, aunque muy despacio.
- No cambian el punto de equilibrio de una reacción.
- No alteran su estructura química durante la reacción.

Además, las enzimas presentan características exclusivas:

- Son muy específicas en cuanto a sus sustratos (sustancia sobre la cual actúan).
- Su actividad está regulada por:
 - Factores externos: temperatura, pH, inhibidores.
 - Propiedades inherentes.
 - Moléculas originadas en las reacciones que promueven.

A temperaturas corporales, las reacciones espontáneas son demasiado lentas para sustentar la vida. Para elevar la velocidad de reacción en las células las enzimas disminuyen la energía de activación (cantidad de energía necesaria para iniciar la reacción) como se muestra en la gráfica siguiente:

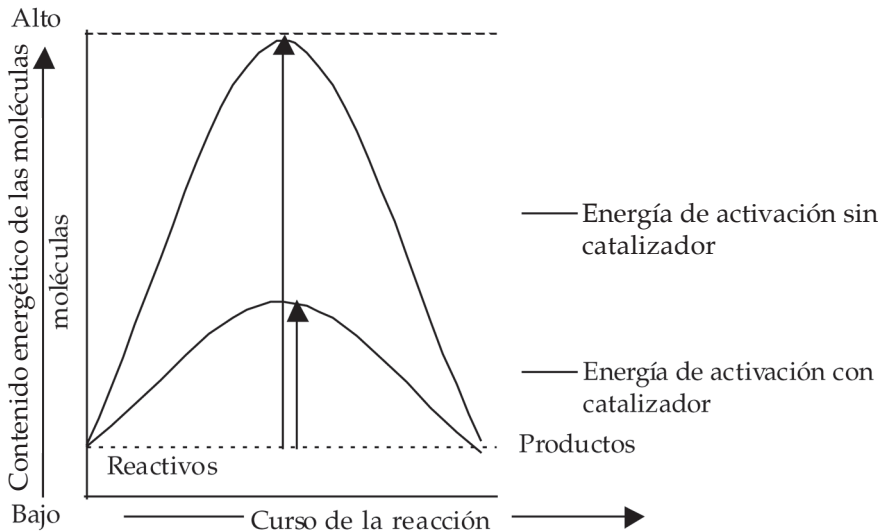


Figura 43. Cantidad de energía necesaria para iniciar la reacción en las células.
(Fuente: sitio público de Internet)

La energía de activación controla la velocidad de las reacciones químicas. La energía de activación de la reacción catalizada es menor que la energía de activación de la reacción no catalizada.

Estructura de las enzimas

Las enzimas son proteínas globulares, cuya estructura tridimensional presenta una zona llamada sitio activo, donde se unen a su sustrato:

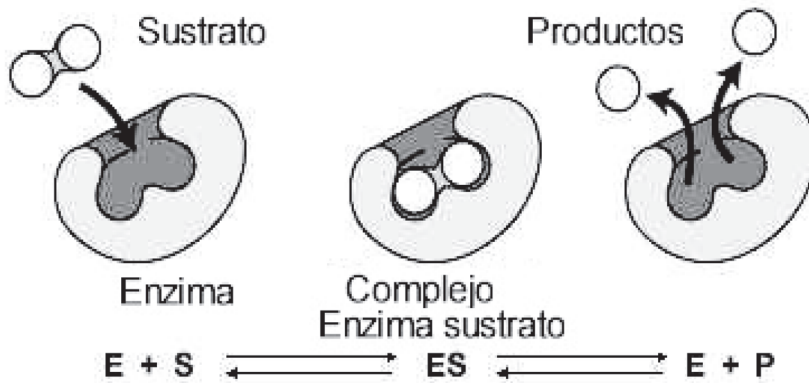


Figura 44. Ciclo de interacciones enzima-sustrato.
(Fuente: sitio público de Internet)

El sitio activo de cada enzima tiene forma y distribución de cargas eléctricas distintas, que se complementan con las del sustrato, esto le da la especificidad al complejo enzima-sustrato:

Algunas enzimas son proteínas simples formadas exclusivamente de aminoácidos y otras proteínas conjugadas. Su actividad depende, además de su estructura proteica, de otras estructuras no proteicas denominadas cofactores. El complejo proteína-cofactor se llama holoenzima; cuando el cofactor se separa, la proteína restante es inactiva y se denomina apoenzima. (Véase figura 45).

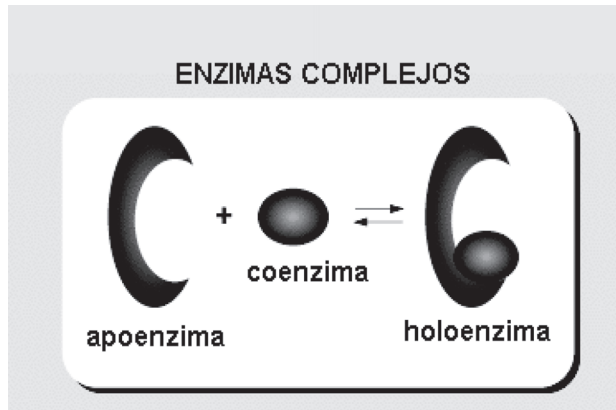


Figura 45. Proteína conjugada.
(Fuente: sitio público de Internet)

Un cofactor puede ser un ion metálico o bien un compuesto orgánico, en este último caso se habla de coenzima.

Las vitaminas hidrosolubles como la C y las del complejo B son precursoras de coenzimas que intervienen en distintas rutas metabólicas y, por ello, una deficiencia en una vitamina puede originar importantes defectos metabólicos.

Actividad enzimática

En la célula se pueden llevar a cabo simultáneamente muchas reacciones por la especificidad de las enzimas sobre sus sustratos.

Las enzimas catalizan las reacciones químicas en el siguiente orden:

Primero: el sustrato se une al sitio activo de la enzima formando el complejo enzima-sustrato que requiere menor energía de activación.
 Segundo: la interacción física de enzima y sustrato produce un cambio en la geometría del sitio activo.
 Tercero: se lleva a cabo la reacción y los productos se separan.
 Cuarto: la enzima vuelve a adquirir la estructura original para una nueva catálisis.

Cinética enzimática

La velocidad de una reacción depende de:

- La concentración de enzima.
- La concentración de sustrato.
- La concentración de las coenzimas.
- El pH.
- La temperatura.
- Presencia o ausencia de inhibidores.

Las enzimas actúan dentro de límites de pH que va de 6.0 a 7.0, aunque algunas como la pepsina del estómago tiene un pH óptimo de 1.5 a 2.0, y otras actúan mejor en ambientes alcalinos. (Véase figura 46).

Actividad enzimática

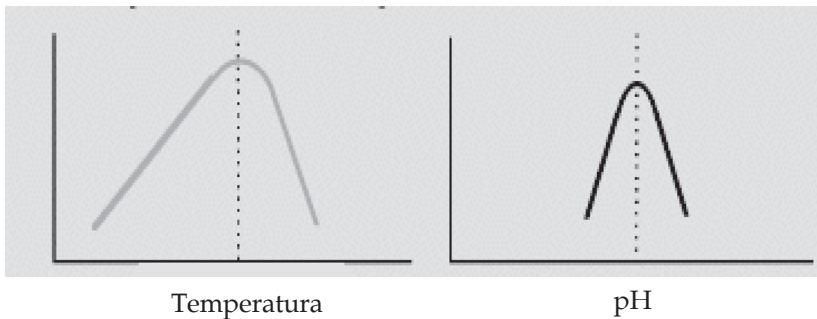


Figura 46. Efecto de la temperatura y el pH en la actividad enzimática.
(Fuente: sitio público de Internet)

Algunas enzimas muestran rangos de trabajo a temperaturas específicas y a otras les es indiferente. (Véase figura 47).

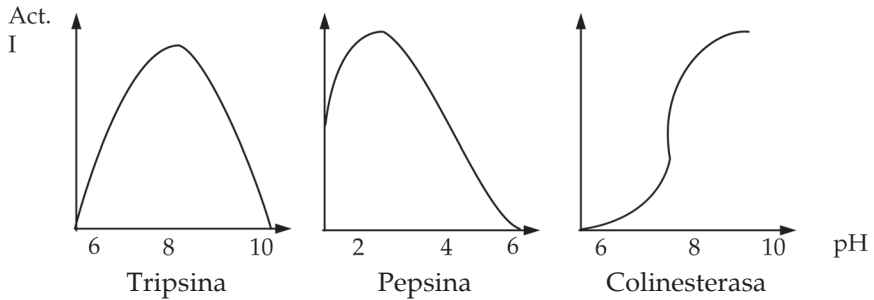


Figura 47. Efecto de la temperatura en algunas enzimas.
(Fuente: sitio público de Internet)

Efectos de la concentración de sustratos:

- Concentración de saturación
- Velocidad máxima
- Velocidad inicial

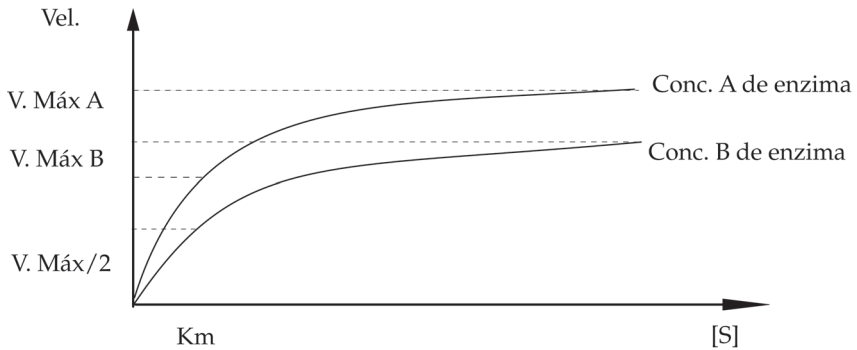


Figura 48. Efectos en la concentración de sustratos.
(Fuente: sitio público de Internet)

El aumento de la temperatura provoca un aumento en la actividad enzimática, esto es de 45 a 55°C, pero a partir del límite máximo la mayoría de las enzimas se desnaturalizan, perdiendo su conformación en el espacio y por tanto deformando el sitio activo.

La actividad enzimática puede ser prohibida por algunas sustancias llamadas inhibidores.

La inhibición enzimática puede ser:

Reversible: el sitio activo de la enzima no se modifica y sus efectos se pueden eliminar y pueden ser de tipo:

Competitiva: en este caso el inhibidor se parece al sustrato específico y compiten por el sitio activo de la enzima. Se debe revertir aumentando la concentración de sustrato. (Véase figura 49).

No competitiva: en este caso el inhibidor se une a un sitio diferente al activo llamado sitio alostérico, lo que modifica al sitio activo de la enzima de tal manera que la enzima no reconoce al sustrato.

Irreversible: la región del sitio activo de la enzima sufre cambios permanentes. El inhibidor se une tan estrechamente a ella que se disocia con mucha lentitud, y la actividad enzimática disminuye o incluso se pierde. (Véase figura 50).

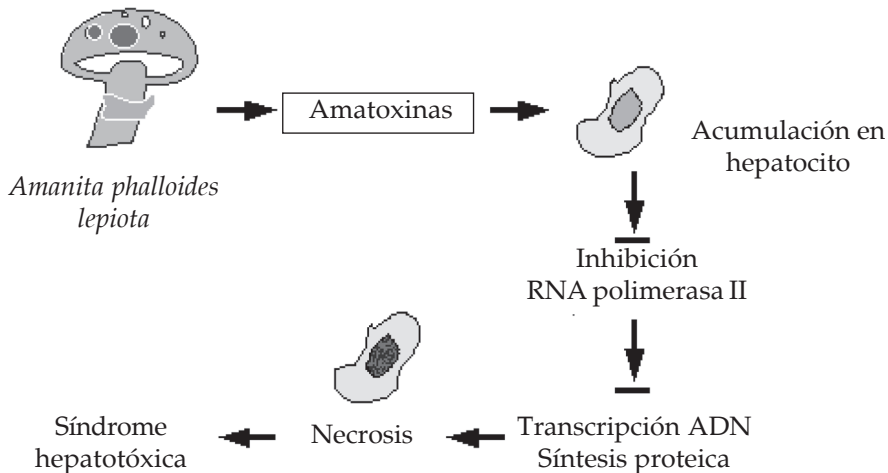
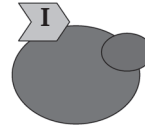


Figura 49. Inhibición enzimática competitiva.
(Fuente: sitio público de Internet)

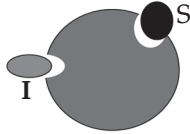
La velocidad de una reacción catalizada por una enzima depende de la presencia de activadores, inhibidores o inactivadores



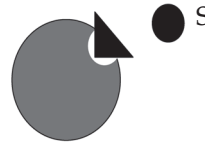
Inhibidor competitivo:
se une a la enzima libre al igual que S



Inhibidor no competitivo: se une al complejo enzima-sustrato



Inhibidor no competitivo o mixto:
se une a una forma de enzima diferente

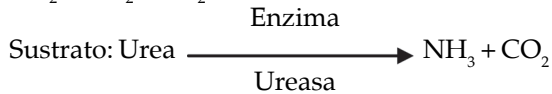


Inactivador: modifica en forma covalente el sitio activo

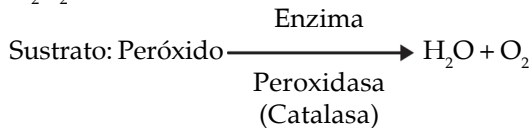
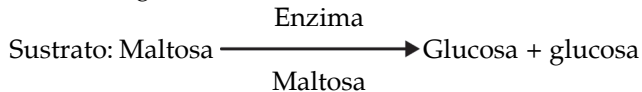
Figura 50. Inhibición enzimática irreversible.
(Fuente: sitio público de Internet)

Nomenclatura de las enzimas

Para nombrar a las enzimas comúnmente se usa el sufijo *-asa* en el nombre del sustrato sobre el cual actúan, ejemplo:



Glucosa + glucosa



La nomenclatura internacional se basa en la reacción química catalizada y se dividen en seis clases principales:

1. Oxidorreductasas: reacciones de óxido reducción.
2. Transferasas: transfieren grupos funcionales.
3. Hidrolasas: reacción de hidrólisis.
4. Liasas: adición a dobles enlaces.
5. Isomerasas: reacciones de isomerización.
6. Ligasas: formación de enlaces con ruptura de ATP.

¿Cómo actúan las enzimas?

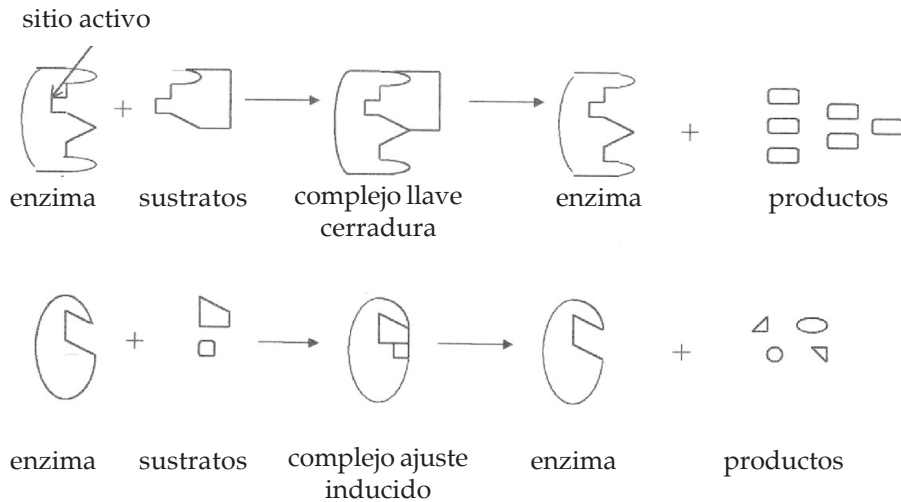


Figura 51. Formación de complejos enzima-sustrato

VITAMINAS

Son un grupo de compuestos químicos, que se necesitan en pequeñas cantidades en la dieta y son esenciales para el metabolismo normal y la buena salud del organismo. No son energéticos ni estructurales. La mayoría de las vitaminas actúan como coenzimas.

Las vitaminas, de acuerdo a su solubilidad, se clasifican en: Liposolubles (cuadro 1) e hidrosolubles (cuadro 2).

Vitaminas { Liposolubles: *A, D, E, K*
Hidrosolubles: *C y Complejo B*

Cuadro 1. Vitaminas liposolubles

Vitamina	Fuente	Acciones	Efectos por deficiencia	Comentarios
A (retinol) (5000 UI) (1mg/día)	Vegetales verdes o amarillos, productos lácteos, hígado, yema de huevo.	Crecimiento de tejidos animales (óseo, nervioso, epitelial), indispensable para la visión normal.	Xeroftalmia: falla en la visión. Ceguera nocturna: Piel seca y escamosa.	Los excesos son dañinos.
D (calciferol) (400 UI) (0.01mg/día)	Aceites de pescado, productos lácteos fortificados, acción de la luz solar.	Incrementa la absorción de Ca^{2+} del intestino, importante en la formación de huesos y dientes.	Raquitismo: (formación de huesos defectuosos) en niños y osteomalacia en adultos.	Los excesos son dañinos.
E (tocoferol) (30 UI) (15mg/día)	Vegetales verdes, semillas, carne, huevo.	Inhibe la oxidación de los ácidos grasos insaturados.	Alteración del hígado y riñón, y distrofia de músculo esquelético.	Captura radicales libres.
K (nafto-quinona)	Vegetales verdes, coliflor, síntesis por bacterias intestinales.	Coagulación normal de la sangre. Funcionamiento normal del hígado.	Alteración de la coagulación sanguínea.	Su falta causa sangrados y hemorragias internas.

Fuente: Tomado de Ville-Solomon, 1992.

Cuadro 2. Vitaminas hidrosolubles

Vitamina (DDR)	Fuente	Acciones	Efectos por la deficiencia
C (ácido ascórbico) (60mg)	Frutas cítricas, jitomate, pimientos y vegetales verdes.	Huesos y dientes saludables, capilares fuertes.	Escorbuto: encías hinchadas y sangrantes, dientes flojos y fragilidad capilar.
B1 (tiamina) (1.5mg)	Hígado, granos enteros, trigo, carne.	Oxidación de carbohidratos, metabolismo de a.a., buen funcionamiento de nervios y músculos.	Beriberi: cambios en los nervios periféricos, edema e insuficiencia cardíaca.
B2 (riboflavina) (1.7mg)	Leche, huevo, hígado y granos enteros.	Respiración celular (FAD) piel y ojos saludables.	Fotofobia, fisuras en la piel, lesiones en labios y boca.
B3 (niacina) (20mg)	Granos enteros, hígado, levadura, carnes, pescado.	Esenciales para respiración celular (NAD, Co.A).	Pelagra: lesiones de la piel y gastrointestinales, desórdenes del sistema nervioso.
B6 (piridoxina) (2mg)	Granos enteros, cereales, hígado, carne y leguminosas.	Coenzima para el metabolismo de a.a. y ácidos grasos.	Dermatitis, trastornos del aparato digestivo, convulsiones, cálculos renales.
Ácido Pantoténico 20mg/día	Presente en la mayoría de los alimentos.	Forma parte de la Co.A.	Trastornos neuromotores.
Ácido fólico (0.4mg/día)	Hígado, hojas de hortaliza.	Síntesis de ácidos nucleicos, formación de glóbulos rojos.	Anemia por falta de maduración de glóbulos rojos y disminución del crecimiento.
B12 (cianocobalamina)	Productos lácteos, carne e hígado.	Maduración de glóbulos rojos.	Anemia perniciosa: número reducido de glóbulos rojos, desórdenes neurológicos.

Fuente: Tomado de Ville-Solomon, 1992.

ÁCIDOS NUCLEICOS

Los ácidos nucleicos se definen como polímeros de elevado peso molecular constituidos por unidades más sencillas llamadas nucleótidos que se unen entre sí por enlaces di-éster fosfato.

Su nombre se debe a que se les encontró por primera vez en el núcleo de la célula y disueltos en agua generan una reacción ácida.

Son los responsables de almacenar y transmitir la información hereditaria, regula el metabolismo celular y permiten explicar la evolución de las especies. Cada nucleótido está formado por un azúcar, un ácido fosfórico y una base nitrogenada.

En la célula existen dos variedades de ácido nucleico: ADN (ácido desoxirribonucleico) y el RNA (ácido ribonucleico).

Cuadro 3. Características diferenciales entre ADN y RNA

Características	RNA	ADN
Bases nitrogenadas púricas	Adenina (A) Guanina (G)	Adenina (A) Guanina (G)
Bases nitrogenadas pirimídicas	Citosina (C) Uracilo (U)	Citosina (C) Timina (T)
Azúcar (pentosa)	Ribosa	Desoxirribosa
Ácido fosfórico	Ácido fosfórico	Ácido fosfórico
"N" de cadenas polinucleótidos	Una cadena	Dos cadenas de polinucleótidos enrollados, antiparalelos y complementarios 5'-3'
Tipos	NAM (mensajero) RNAI (ribosomal) RNAT (transferencia)	Único
Función	Participa en la síntesis de proteínas.	Portador de la información genética. Contiene las instrucciones para la producción de proteínas.
Ubicación	Citoplasma, ribosomas y nucleolo.	Núcleo, mitocondrias y cloroplastos.

Ácido desoxirribonucleico

Los científicos James Watson y Francis Crick, en 1959 recibieron el premio Nobel por el descubrimiento de la conformación tridimensional de la molécula de ADN, empleando la técnica de difracción de Rayos X. Esta conformación molecular es conocida como el modelo de la doble hélice.

Características de la molécula del ADN:

1. El ADN consiste en dos cadenas de polinucleótidos enrolladas en un mismo plano, constituyendo una doble hélice. Las cadenas son antiparalelas o sea que corren en sentido contrario 5'—3'. (Véase figura 52).
2. Las cadenas se mantienen unidas por puentes de hidrógeno, que se establecen entre las bases nitrogenadas.

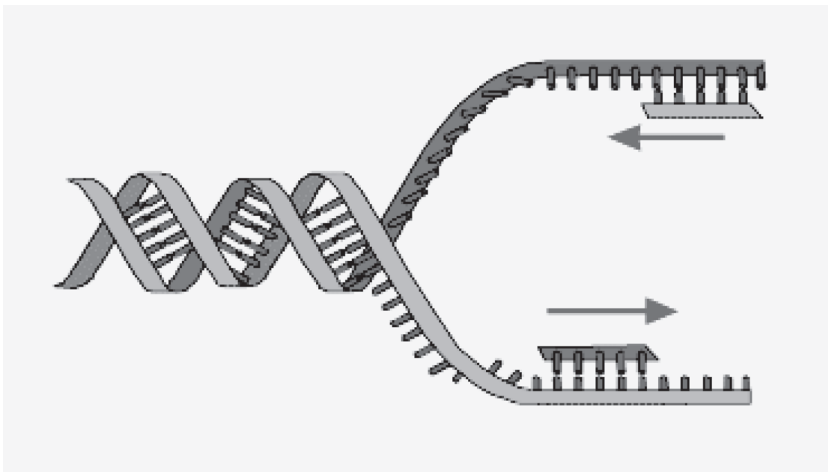


Figura 52. Ácido desoxirribonucleico. (Fuente: sitio público de Internet)

Las bases nitrogenadas son complementarias entre ellas, por lo que se aparean específicamente entre sí (base púrica con pirimídica) de la manera siguiente:

A = = = = T (La adenina se aparea con la timina mediante dos puentes de hidrógeno)
 C ≡ ≡ ≡ ≡ G (La citosina se aparea con la guanina mediante tres puentes de hidrógeno)

Ambas cadenas son complementarias una de la otra, debido a la correspondencia de las bases nitrogenadas. (Véase figura 53).

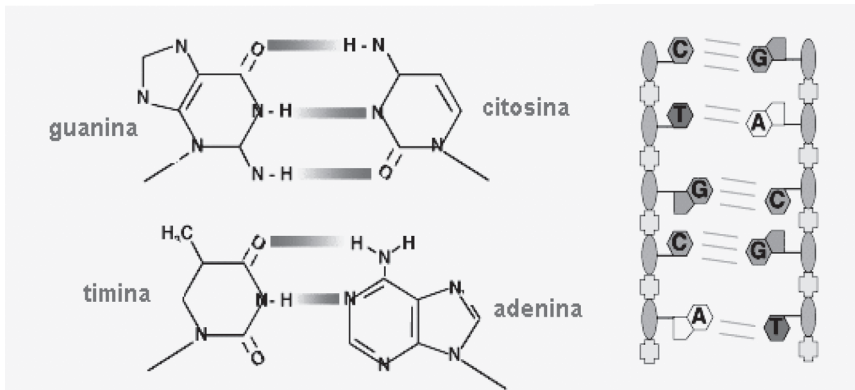


Figura 53. Bases nitrogenadas. (Fuente: sitio público de Internet)

El ADN tiene como función almacenar información genética, la cual está determinada por la secuencia de las bases nitrogenadas. (Véase tabla 1).

Tabla 1. Código genético

		SEGUNDA BASE									
		U		C		A		G			
P R I M E R A	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U	T
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C	E
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	FIN	UGA	FIN	A	R
		UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	FIN	UGG	Trp	G	C
M E S E R A	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CUA	His	CGU	Arg	U	R
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C	A
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A	R
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G	C
B A S E	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U	A
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C	R
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A	A
		AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G	S
	G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U	E
		GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C	A
		GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A	S
		GUG	Ala	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G	E

Fuente: sitio público de Internet.

El código genético nos indica qué aminoácido corresponde a cada triplete o codón del ARN mensajero.

CARACTERÍSTICAS DEL CÓDIGO GENÉTICO

- Está organizado en tripletes o codones: cada aminoácido está determinado por tres nucleótidos. Teniendo en cuenta que existen cuatro ribonucleótidos diferentes con estas bases nitrogenadas (U, C, A y G), hay $4^3 = 64$ tripletes distintos.
- El código genético es degenerado: un mismo aminoácido puede estar determinado por más de un triplete o codón. Debido a que existen 64 tripletes distintos y hay solamente 20 aminoácidos diferentes.
- Es un código sin superposición o sin solapamientos: dos aminoácidos sucesivos no comparten nucleótidos de sus tripletes.
- La lectura del ARN mensajero es continua, sin interrupciones. Cualquier pérdida o ganancia de un solo ribonucleótido produce, a partir de ese punto, una modificación de la pauta de lectura cambiando todos los aminoácidos desde el lugar de la alteración.
- El triplete de iniciación suele ser AUG que codifica para formilmetionina. También pueden actuar como tripletes de iniciación GUG (Val) y UGG (Leu) aunque con menor eficacia.
- Existen tres tripletes sin sentido o de terminación que no codifican para ningún aminoácido: UAA (ocre), UAG (ámbar) y UGA.
- Universalidad: el código genético nuclear es universal coincidiendo en todos los organismo estudiados hasta la fecha. La única excepción a la universalidad del código genético es el código genético mitocondrial.

La traducción del ARN mensajero se realiza comenzando por el extremo 5' que se corresponde con el extremo amino (NH_2) del polipéptido y termina por el extremo 3' que corresponde con el extremo carboxilo (COOH) del polipéptido. Por tanto, la primera base

de cada triplete o codón del mensajero corresponde al extremo 5' y la tercera base al extremo 3'.

El código genético mitocondrial y del cloroplasto son la única excepción a la universalidad del código (cuadro 4), de manera que en algunos organismos los aminoácidos determinados por el mismo triplete o codón son diferentes en el núcleo, en la mitocondria y en el cloroplasto.

Cuadro 4. Excepciones a la universalidad del código

Organismo	Codón	Significado en código nuclear	Significado en código mitocondrial
Todos	UGA	FIN	Trp
Levadura	CUX	Leu	Thr
<i>Drosophila</i>	AGA	Arg	Ser
Humano, bovino	AGA, AGC	Arg	FIN
Humano, bovino	AUA	Ile	Met (iniciación)

□

La información genética fluye del ADN por diferentes procesos, como se indica en el siguiente diagrama:

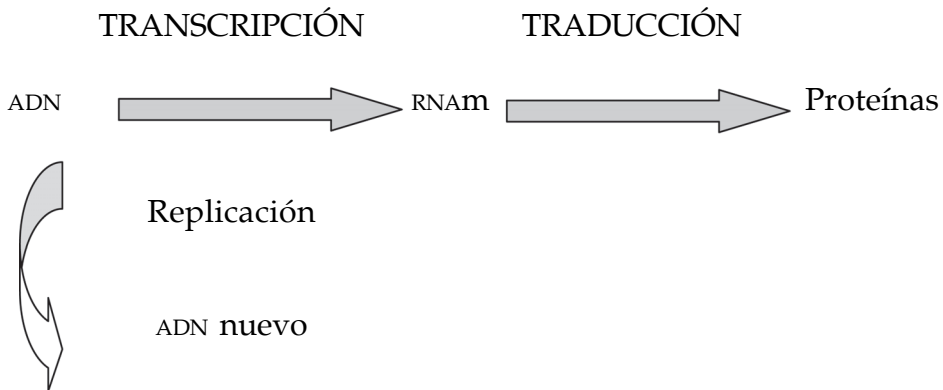


Figura 54. La información genética fluye del ADN por diferentes procesos

Replicación

Cuando la célula inicia su proceso de división celular, el ADN tiene la propiedad de replicarse o sea formar una copia de él mismo, debido a lo cual el material genético se transmite a las células descendientes.

La replicación se inicia mediante la acción de una enzima, que rompe los puentes de hidrógeno, debido a lo cual las cadenas de polinucleótidos se separan y sirven de molde para la síntesis de una cadena nueva, que resulta complementaria de la cadena molde. La replicación de ADN es semiconservativa ya que el nuevo ADN conserva intacta una de las cadenas originales.

Transcripción

Es la formación del rNAM (RNA mensajero) a partir del ADN, para lo cual las cadenas del éste se separan y sirven como molde para la síntesis de rNAM, que resulta complementario del ADN. El rNAM contiene en lugar de timina, uracilo.

El rNAM lleva el mensaje del ADN, y a dicho mensaje se le conoce como código genético, el cual está determinado por tripletes de bases nitrogenadas. A cada triplete se le llama codón. Cada codón codifica para un determinado aminoácido.

Como el rNAM es una molécula pequeña, sale del núcleo a través de los poros de la membrana nuclear, llevando el mensaje del ADN y se dirige hacia los ribosomas donde se traduce la información que lleva.

Traducción

La información contenida en el rNAM se traduce dando por resultado la formación de una proteína.

Para la síntesis de proteínas se requiere:

1. Ribosomas
2. rNAM

3. Energía
4. Enzimas específicas.
5. RNA de transferencia (RNAt).

Como ya se mencionó, el RNAm contiene el código genético en forma de codones, los cuales codifican para un aminoácido determinado. En el código genético existen señalamientos de iniciación y de terminación de la síntesis de proteínas, estos señalamientos son mediante codones específicos:

- *Codón de iniciación:* AUG.
- *Codón de terminación:* UGA, UAG o UAA.

El RNAm se ancla en los ribosomas y éstos se deslizan sobre el RNAm. Cuando aparece el codón AUG, da inicio la síntesis de proteínas. El codón AUG que es la señal de iniciación, codifica para el aminoácido llamado metionina, el cual es transferido al sitio de la síntesis por un RNAt, que posee un anticodón que es complementario del codón. Una vez traducido el codón, el ribosoma se desliza sobre el RNAm, para ir traduciendo cada codón. Esto continúa hasta que aparece un codón de terminación. (Véase figura 55).

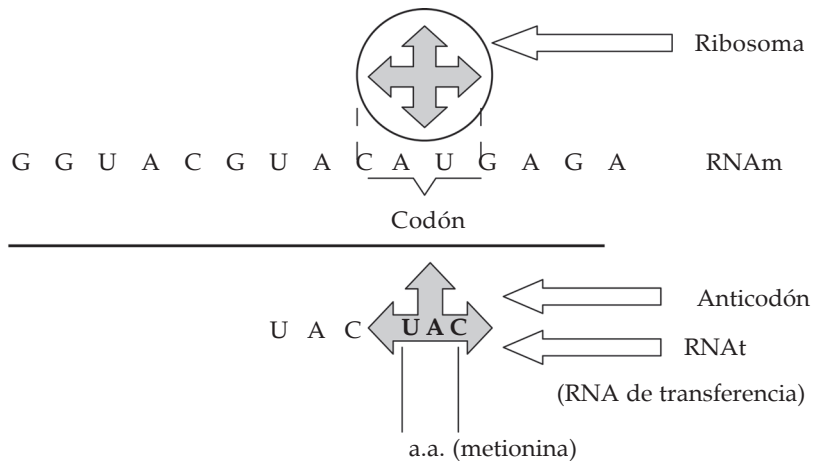


Figura 55. Resumen de la transcripción y traducción

Anticodón: es un conjunto de tres bases nitrogenadas que se encuentran en el RNAt, las cuales son complementarias con el codón contenido en el RNAm.

TEORÍA CELULAR

El conocimiento del mundo biológico en el ámbito microscópico fue descubierto por Roberto Hooke (1665), científico e inventor, que observó en cortes muy finos de corcho una serie de celdillas a las que dio el nombre de “célula”, porque le recordaba las celdas que ocupaban los monjes del monasterio. Dichas celdillas representaban la pared de las células que habían existido en la corteza seca del árbol alcornoque.

Posteriormente, Anton Van Leeuwenhoek (1673) observó células sanguíneas como los eritrocitos, microorganismos como bacterias, protozoarios en agua estancada, espermatozoides, etc.; comunicando este hallazgo a la Real Sociedad Británica.

Pasó más de un siglo para despertar el interés en la importancia de la célula, los microscopistas confirmaron que todas las plantas están formadas por células; entre ellos, a mediados de 1800, Mathías Schleiden escribe: *Es fácil percibir que los procesos vitales de las células individuales deben formar los fundamentos básicos absolutamente indispensables de la vida.*

Fue hasta 1830 cuando el zoólogo alemán Theodor Schwann observó en cartílago la presencia de células semejantes a las vegetales. En 1839 publicó su hipótesis llamada *célula*, donde definía con dicho nombre a las partes elementales tanto de plantas como de animales, confirmando que también los animales están formados por células. Así mismo, propuso que los procesos de vida ocurren dentro de la célula.

En 1838 Rudolf Virchow presentó evidencias de que las células se reproducen para formar nuevas células. El resultado de esta investi-

gación condujo a los tres postulados fundamentales de la teoría celular moderna, que son:

- Unidad anatómica: todos los organismos están formados por una o más células.
- Unidad fisiológica: la célula es la unidad básica funcional de los seres vivos.
- Unidad de origen: las células nuevas provienen de células pre-existentes.

MORFOLOGÍA DE LOS ORGANELOS CELULARES

La célula como unidad anatómica y funcional de los seres vivos guarda características particulares cuando se trata de células procarióticas, es decir sin membrana nuclear, en donde varían los organelos celulares de acuerdo a la función que realizan. (Véase cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Morfología de los organelos celulares

Organelo	Procariota	Eucariótica	
		Animal	Vegetal
Cápsula	Sí	No	No
Pared celular	Sí (no celulósica)	No	Sí (contiene celulosa)
Membrana celular	Sí	Sí	Sí
Retículo endoplásmico	No	Sí	Sí
Mitocondrias	No	Sí	Sí
Aparato de Golgi	No	Sí	Sí
Ribosomas	Sí (más pequeños)	Sí	Sí
Lisosomas	No	Sí (a menudo)	No
Plastos	No	No	Sí
Vacuolas	No	Pequeñas o ausentes	Por lo general una sola vacuola
Centríolos	No	Sí	No

Continúa

Fuente: tomado de Curtis, 1992.

Flagelos	Algunas	Sí (a menudo)	No
Cilios	No	Sí	Sí
Pili	(sólo en bacterias)	No	No
Núcleo	Sin envoltura nuclear	Contiene membrana nuclear	Contiene membrana nuclear
Cromosomas	Único (molécula continua de ADN)	Múltiples (ADN y proteínas)	Múltiples (ADN y proteínas)
Citoesqueleto	No	Sí	Sí
Mesosomas	Sí	No	No

Fuente: Tomado de Curtis, 1992.

También existen organelos que pueden ser exclusivos de las células animales y vegetales. En el siguiente cuadro se indican las diferencias en cuanto a la organización celular, entre los tipos de células:

Los organelos se clasifican de acuerdo con la presencia o ausencia de membrana en:

Cuadro 5.2. Diferencias de organización celular

Organelos membranosos	Organelos no membranosos
Membrana celular	Ribosoma
Mitocondria	Cilio
Lisosoma	Flagelo
Retículo endoplásmico liso	Pili
Retículo endoplásmico rugoso	Centríolo
Aparato de Golgi	Citoesqueleto
Plasto	Pared celular
Vacuola	
Núcleo	
Mesosoma	

Fuente: Tomado de Curtis, 1992.

Nota: muchos de los organelos de origen no membranoso tienen que ver con el soporte y/o motilidad de las células o sus partes. Algunos microfilamentos dan soporte, como los desmosomas y otros tienen funciones contráctiles, como aquellos que están formados por actina y miosina.

Cápsula

Algunas bacterias producen un material viscoso o de tipo gel que se adhiere al exterior de la pared celular. Este material forma una capa alrededor de la célula que se llama cápsula, y tiene la función de protección. El principal componente del material capsular está constituido por polisacáridos. La cápsula puede ofrecer una capa protectora para ayudar a prolongar la supervivencia como en las bacterias.

Este material en grandes cantidades se llama glucocalix y puede ser importante por proporcionar un medio de desarrollo natural para las células. La capacidad patógena (virulencia) de algunas bacterias está en relación directa con la presencia de una cápsula, estructura que la protege en algunos casos de la fagocitosis.

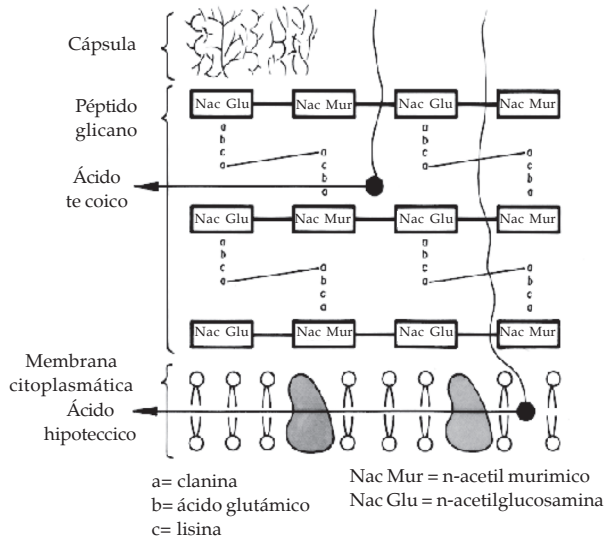


Figura 56. Arreglo de las capas externas bacterianas.
(Fuente: sitio público de Internet)

Pared celular

Toda célula vegetal tiene una estructura fuera de la membrana llamada pared celular, ésta es una estructura que le da forma y rigidez

a la célula vegetal. En el caso de los vegetales la pared celular está compuesta de celulosa y pectina (véase figura 57). En las bacterias y cianobacterias de peptidoglicano (heteropolisacárido), excepto los micoplasmas son mórneras que no poseen pared celular (organismos pleomórficos); en los hongos de celulosa y quitina y en las algas de celulosa, alginato o pectina. En el caso de la *Euglena* (alga protista) no se presenta pared celular.

La pared celular permite el paso de aire, agua y materiales. Las membranas de células vecinas se ponen en contacto unas con otras a través de aberturas de la pared celular.

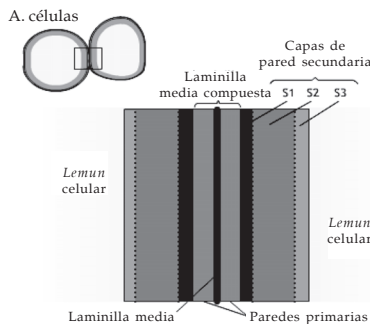
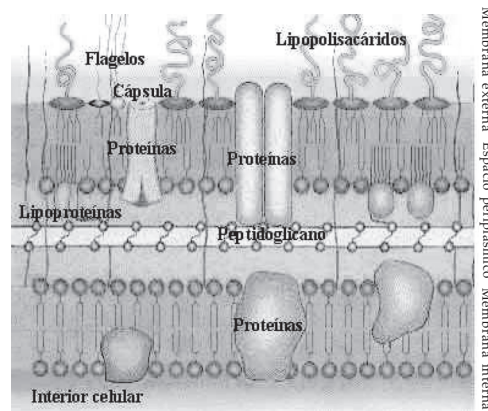


Figura 57. Representaciones de paredes celulares.
(Fuente: sitio público de Internet)

Membrana celular

La membrana celular es la estructura externa típica de todas las células. Ayuda a controlar el paso de materiales entre la célula y su ambiente. La membrana puede impedir el paso de algunas sustancias como lípidos y proteínas, pero sí permite el paso de azúcares simples, oxígeno, agua y bióxido de carbono. Por esta razón decimos que la membrana es selectivamente permeable.

La membrana plasmática se compone químicamente de proteínas, fosfolípidos, carbohidratos y colesterol. (Véase figura 58). De acuerdo con el modelo de mosaico fluido, la membrana celular está formada por una sola capa de lípidos en la cual se encuentran inmersas moléculas de proteínas, algunas hacen contacto sólo con el medio externo y otras con el ambiente interno de la célula, mientras que otras penetran totalmente a través de la membrana. Las proteínas juegan un papel importante en el transporte de sustancias a nivel de la membrana.

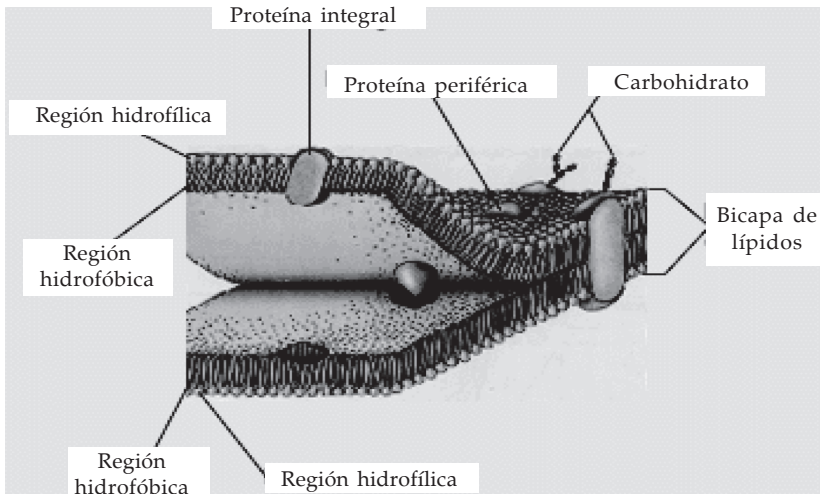


Figura 58. Modelo del mosaico fluido

Por lo tanto podríamos decir que la membrana celular con su forma de modelo de *Mosaico fluido* se organiza de la siguiente manera:

Fosfolípidos o fosfoglicéridos: están presentes en forma de bicapa (bilipídica), en donde las porciones polares o hidrofílicas se encuentran orientadas ya sea al exterior o al interior de la célula, (para estar en contacto con el agua) y las partes no polares o hidrofóbicas se encuentran secuestradas en el interior de la membrana. Posee moléculas adicionales como son las proteínas, carbohidratos y otras.

Proteínas: existen dos tipos de proteínas, las periféricas que se encuentran hacia el interior o el exterior de la célula, pero no atraviesan la membrana celular, y las proteínas integrales que se encuentran inmersas en la membrana, éstas son moléculas anfipáticas por lo que penetran a la doble capa, participan en diversas reacciones desde monitorizar el equilibrio iónico dentro de la célula, el transporte a nivel de membrana, hasta traducir mensajes que llegan a la superficie de la célula en moléculas que pueden disparar una respuesta nuclear o citoplásmica específica.

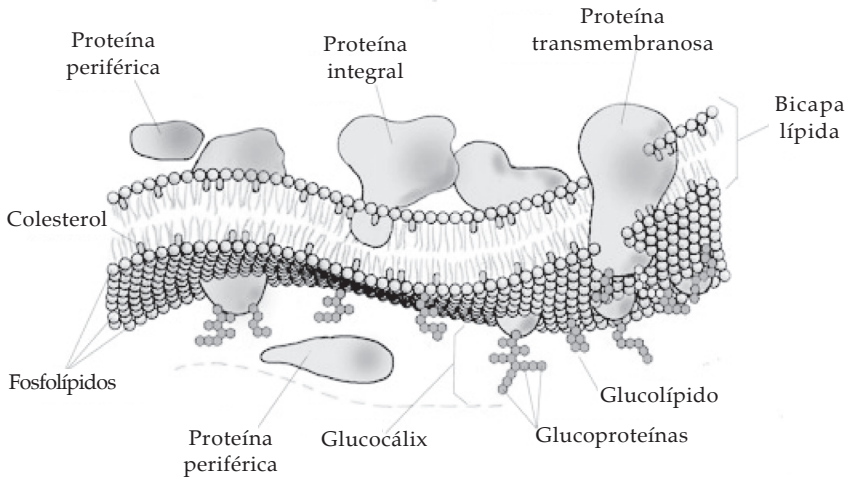


Figura 59. Modelo de una membrana celular propuesto por S.J. Singer y G.L. Nicolson 1972

Colesterol: es un lípido presente en casi la misma concentración que los fosfolípidos en la mayoría de las membranas celulares de los animales, el colesterol puede determinar si los ácidos grasos se encuentran en agrupaciones cristalinas o «laxas», y es crítico en la

determinación del estado líquido de la membrana. El concepto dinámico de doble fluidez dimensional lo desarrollaron Singer y Nicolson en 1972 y se conoce como el modelo de mosaico fluido de la estructura de la membrana.

Carbohidratos: están unidos ya sea a las proteínas y a los lípidos y se localizan exclusivamente en la superficie externa de la membrana en contacto con el exterior, estos funcionan como receptores específicos.

Los organelos membranosos contenidos en el citoplasma poseen estructuras membranales liporotéticas semejantes a la membrana celular, con la diferencia de que no contienen colesterol y los carbohidratos son escasos porque se van agregando paulatinamente.

Transporte celular

Es el movimiento constante de sustancias en ambas direcciones, a través de la membrana. El transporte celular puede ser activo o pasivo (véase figura 60), o bien mediante vesículas membranosas (endocitosis o exocitosis).

Transporte pasivo: es el transporte que va a favor de un gradiente de concentración y por lo tanto no hay un gasto de energía. Los hay de diferentes tipos, difusión, ósmosis, difusión facilitada, entre otros.

Difusión: es el movimiento de átomos, moléculas o iones de una región de mayor concentración a una de menor concentración, es decir se mueven debido a su energía cinética, a favor de un gradiente de concentración.

Ósmosis: en la ósmosis, el agua se mueve a través de una membrana relativamente permeable desde una región de mayor concentración, hacia una de menor (resultando un tipo especial de transporte pasivo). En los organismos vivientes el agua entra y sale de la célula por ósmosis. Cuando una célula se coloca en una solución *hipotónica* (esto quiere decir que la concentración de materiales disueltos en el agua, que se encuentra en el exterior de la célula es menor que la concentración en el interior de la misma), el agua se moverá hacia dentro de la célula, esto hace que la célula se hinche y finalmente se

rompa, a ésta presión del agua sobre la célula se llama turgencia. Pero si la célula se coloca en un medio hipertónico sería lo contrario y entonces el líquido celular se moverá hacia fuera de la célula y ésta se encogerá, a éste proceso se le llama plasmólisis (como resultado de la plasmólisis las flores se marchitan). Cuando la célula se encuentra en un medio isotónico (Ejemplo: solución fisiológica) la célula se encuentra en un equilibrio dinámico (homeostasis).

Difusión facilitada: la difusión de materiales a través de la membrana celular con moléculas transportadoras, comprende el movimiento de sustancias a favor de un gradiente de concentración ayudadas por dichas moléculas transportadoras. Un ejemplo de esto es el paso de glucosa.

Transporte activo: este tipo de material ocurre cuando los materiales van en contra de un gradiente de concentración y por lo tanto hay un gasto de energía.

El transporte de algunos materiales hacia adentro y hacia fuera de la célula ocurre contra un gradiente de concentración, en tales casos la célula usa energía para mover sustancias desde regiones de baja concentración hasta regiones de alta concentración, como la bomba de Na^+ y K^+ en animales.

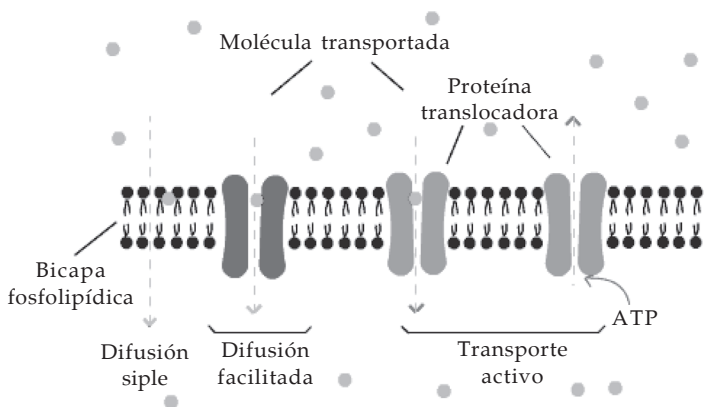


Figura 60. Transporte a nivel de membrana celular.
(Fuente: sitio público de Internet)

Endocitosis y exocitosis

Endocitosis es el proceso mediante el cual las células obtienen materiales grandes que no pueden pasar a través de la membrana celular. Hay dos tipos de endocitosis: la pinocitosis y la fagocitosis:

- *Pinocitosis*: la célula adquiere partículas pequeñas o gotas de líquido (la membrana se invagina y forma un canal fino).
- *Fagocitosis*: los materiales sólidos grandes entran a la célula (la membrana forma pseudópodos que rodean a la molécula).

Exocitosis es la salida de moléculas, los materiales que salen son llevados a la membrana celular por el aparato de Golgi.

Citoplasma

Es un sistema fisicoquímico con características coloidales, en el seno del cual se encuentran suspendidos los organelos. El citoplasma está constituido químicamente de agua, iones, biomoléculas tales como las proteínas, carbohidratos, etc., así como por una gran cantidad de enzimas, cruciales para el metabolismo celular. Los organelos presentan un movimiento en sentido de las manecillas del reloj, llamado *movimiento browniano*, el cual se debe a las partículas eléctricamente cargadas (micelas), que generan corrientes citoplasmáticas (interacciones).

Retículo endoplásmico

Es un sistema complejo de membranas en el interior de la célula, los espacios que rodean quedan posiblemente conectados unos con otros. Las membranas presentan una estructura lipoproteica similar a la membrana celular, pueden adherirse ribosomas uniformemente espaciados, dándole un aspecto áspero o rugoso, de ahí el nombre de retículo endoplásmico rugoso. (Véase figura 61).

También puede haber retículo endoplásmico sin ribosomas, conocido como retículo endoplásmico liso.

Da un apoyo mecánico a la estructura coloidal del citoplasma, comunica el exterior con el interior de la célula y en sentido inverso. Participa en el proceso de síntesis y transporte de proteínas y lípidos.

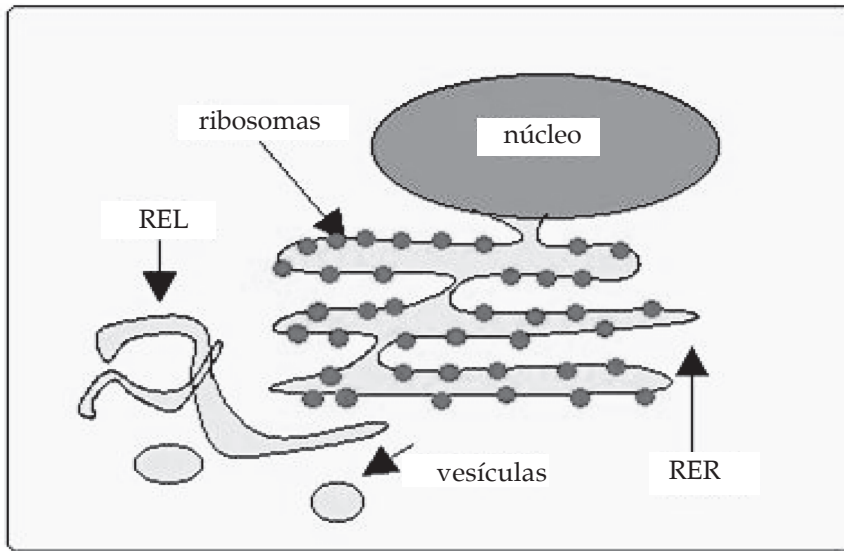


Figura 61. Retículo endoplásmico. Tipos: RER <Recubierto de ribosomas> y REL, (sin ribosomas). (Fuente: sitio público de Internet)

Mitocondrias

Son estructuras de doble membrana. La membrana interna se repliega para formar una serie de proyecciones llamadas crestas mitocondriales, donde se encuentran enzimas y transportadores de electrones, es donde se realiza la transformación de la energía potencial de los alimentos en energía útil para las funciones celulares. (Véase figura 62). Con frecuencia se dice que las mitocondrias son la “central de energía” de la célula. La membrana externa no se repliega, limita su estructura y es de menor superficie.

En el interior de las mitocondrias se encuentra la matriz mitocondrial, que es un material semilíquido y rico en enzimas que

participan en el *ciclo de Krebs*. Además de enzimas y transportadores, se ha encontrado ADN que representa un código genético independiente del núcleo, y aparte participa en la respiración celular.

Cuanto mayores son los requerimientos energéticos de una célula eucariota, más numerosas tienden a ser las mitocondrias. Por ejemplo en las células del músculo cardíaco son más numerosas, por la actividad constante de éste.

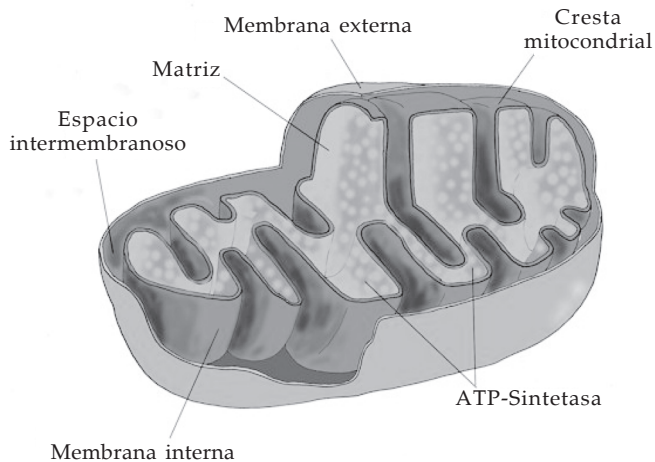


Figura 62. Estructura de la mitocondria. (Fuente: sitio público de Internet)

Aparato de Golgi

Organelo membranoso simple que consiste en una serie de sacos aplanados (dictiosomas) unos sobre otros, rodeados por túbulos y vesículas. Se encuentra ubicado cerca del núcleo.

Dicho organelo prepara los materiales para que sean liberados desde la célula hacia el espacio intercelular mediante el proceso de secreción (véase figura 63). Las proteínas y los lípidos que se sintetizan en el retículo, en combinación con los ribosomas, llegan hasta el aparato de Golgi, el cual concentra las moléculas de proteínas o lípidos quitando el agua, por lo que sus funciones propias son el almacenamiento de sustancias y la secreción.

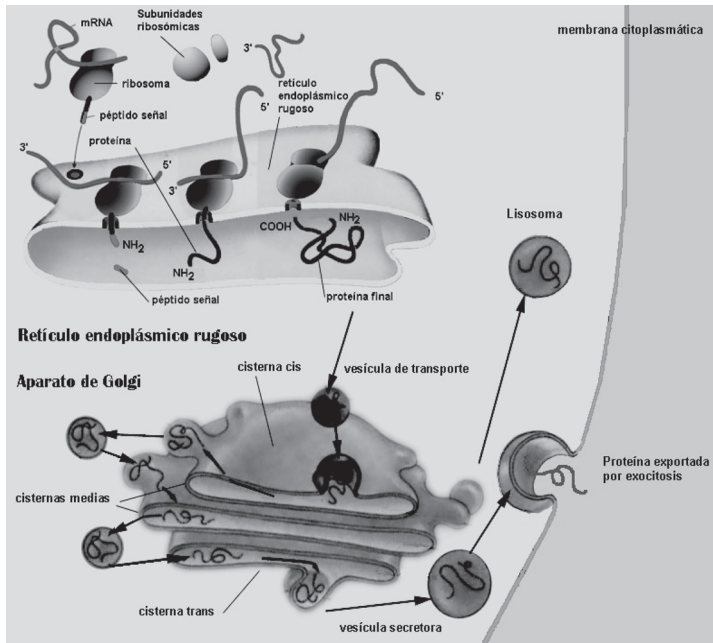


Figura 63. Estructura del aparato de Golgi.
(Fuente: sitio público de Internet)

Ribosomas

Organelos no membranosos, constituidos por dos subunidades esféricas (se originan en el nucleolo); la más pequeña contiene 21 proteínas y una molécula de RNA; la más grande 35 proteínas y dos moléculas de RNA, y se pueden localizar adheridos al retículo endoplásmico o libres en el citoplasma, en células procariontas son muy abundantes.

Lisomas

Son estructuras esféricas rodeadas por una membrana sencilla, contienen enzimas hidrolíticas producidas por el aparato de Golgi.

Las enzimas hidrolíticas digieren a los polisacáridos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Las enzimas se encuentran encerradas en los lisosomas y esto evita que digieran otros componentes celulares. Cuando se van a digerir materiales tales como estructuras subcelulares que han dejado de funcionar eficientemente, o bien partículas de alimento dentro de la célula, son incorporados en primer término dentro de los lisosomas (véase figura 64). En el caso de bacterias, son los glóbulos blancos los que las fagocitan.

Los lisosomas desempeñan un importante papel en la muerte celular, cuando la célula se ha deteriorado, los lisosomas contribuyen a su desintegración, de esta manera se despeja el área ocupada y una célula sana puede reemplazar a la deteriorada.

Los lisosomas se encuentran prácticamente en todas las células animales, donde realizan función de hidrólisis de macromoléculas. Hasta ahora no existen evidencias sobre su existencia en las células vegetales.

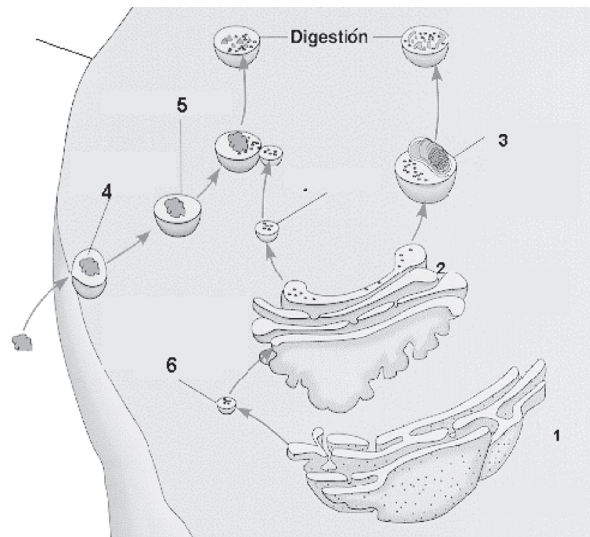


Figura 64. Digestión intracelular: 1) enzimas hidrolíticas, sintetizadas en el RER; 2) enzimas almacenadas y empaquetadas en el aparato de Golgi; 3) lisosomas; 4) material incorporado por endocitosis; 5) vacuola alimenticia; 6) fagosoma, formado por la fusión de la vacuola alimenticia y el lisosoma para la digestión. (Fuente: sitio público de Internet)

Plastos

Las células vegetales contienen organelos llamados plastos que funcionan unos como fábricas de productos químicos y otros como almacén de alimentos y pigmentos.

Se dividen en:

- *Leucoplastos*: estructuras de una sola membrana, pueden almacenar almidón, lípidos y proteínas.
- *Cromoplastos*: plastos que contienen pigmentos rojos, verdes, amarillos o naranjas.
- *Cloroplastos*: son estructuras lipoproteicas de doble membrana. En la parte interna se encuentran una serie de láminas superpuestas, presentan ensanchamientos llamados tilacoides que contienen los pigmentos fotosintéticos. Los tilacoides apilados forman la grana, y donde no se ensanchan reciben el nombre de ítergrana. Entre intergrana e intergrana se encuentra una sustancia con una gran cantidad de enzimas denominada estroma, que participa en el proceso de la fotosíntesis, siendo ésta su única función. (Véase figura 65).

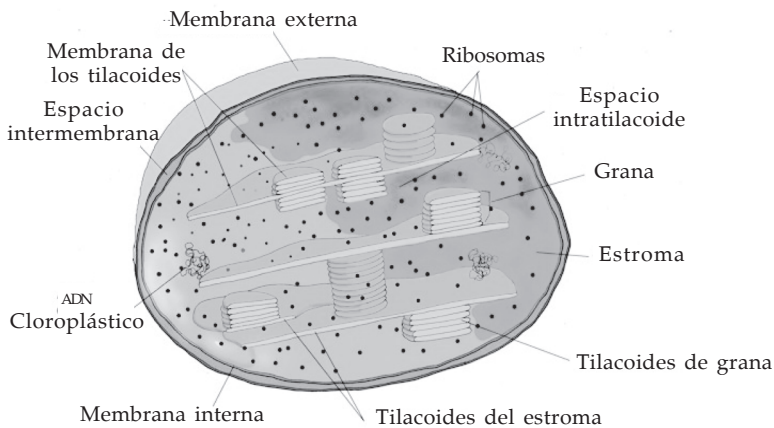


Figura 65. Estructura interna del cloroplasto. (Fuente: sitio público de Internet)

Los pigmentos fotosintéticos localizados en los tilacoides absorben la energía luminosa y la transfieren para transformarla en energía química. En los cloroplastos también se ha encontrado ADN y un código genético independiente del núcleo de origen endosimbiótico, procariótico y autótrofo.

Vacuolas

Son estructuras membranosas sencillas, lipoproteicas, esféricas. Se forman por invaginaciones de la membrana y se cierran e independizan de ella.

En el interior se pueden encontrar sustancias alimenticias o desperdicios. Estas vacuolas sirven para digerir los alimentos (vacuolas digestivas) en combinación con los lisosomas. (Véase figura 66).

En otros casos funcionan como bombas (vacuolas contráctiles) y retiran del interior de la célula el exceso de agua y materiales de desecho. Una célula vegetal tiene muchas vacuolas pequeñas, a medida que la célula madura, dichas vacuolas se unen para formar una gran vacuola central. Las células animales también tienen vacuolas.

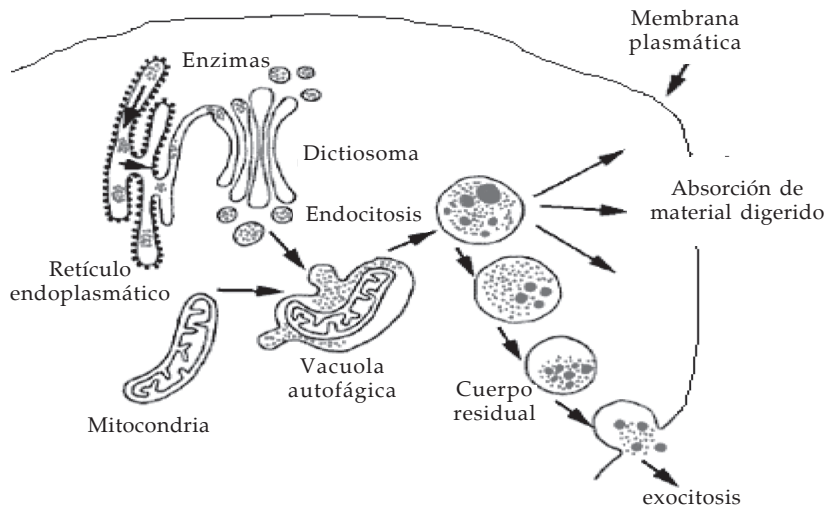


Figura 66. Acción de las vacuolas digestivas en la autodegradación de organelos caducos. (Fuente: sitio público de Internet)

Centriolos

Son estructuras propias de las células animales, ubicadas cerca del núcleo en ángulo recto uno del otro. Son dos túbulos pequeños, en una observación mediante el microscopio electrónico presenta la forma de un cilindro cuyas paredes están formadas por nueve grupos de tres tubos cada uno. (Véase figura 67).

El centriolo interviene en la división celular formando el huso mitótico. Antes de que la célula se divida, los centriolos se dividen formando los asteres que se disponen en polos opuestos de la célula. Este organelo está relacionado con las estructuras (cuerpo basal, cinetosoma o blefaroblasto) que originan a los cilios y flagelos.

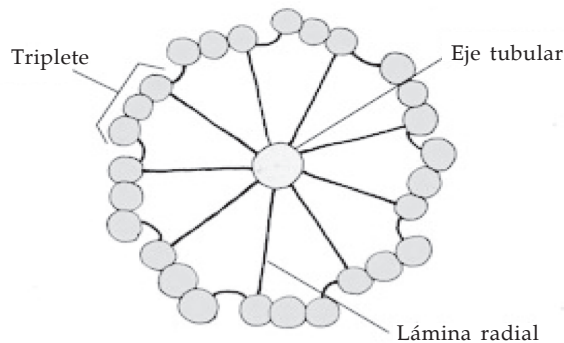


Figura 67. Estructura fina del centriolo. (Fuente: sitio público de Internet)

Cilios y flagelos

Muchas células poseen prolongaciones a manera de látigos, las cuales pueden ser cortas (cilios), o largas (flagelos). (Véase figura 68). Cada cilio o flagelo está formado por un anillo exterior de nueve microtúbulos (formado cada microtúbulo por dos unidades) y un par central. Este arreglo estructural es exclusivo de los organismos eucarióticos. (Véase figura 69).

Tanto los cilios como los flagelos están constituidos por una proteína, la tubulina. En el caso de las bacterias la proteína presente es

la flagelina (véase figura 70). Los cilios y los flagelos se originan a partir de cuerpos basales, los cuales tienen la misma estructura de los centriolos y son formados por éstos. (Véase figura 71).

En realidad los cilios y los flagelos son utilizados para la locomoción, sin embargo en algunos organismos los cilios son empleados para la captura de alimento o bien para la movilización de materiales sólidos. En los mamíferos, varios tejidos presentan una superficie ciliada como el caso de la tráquea.

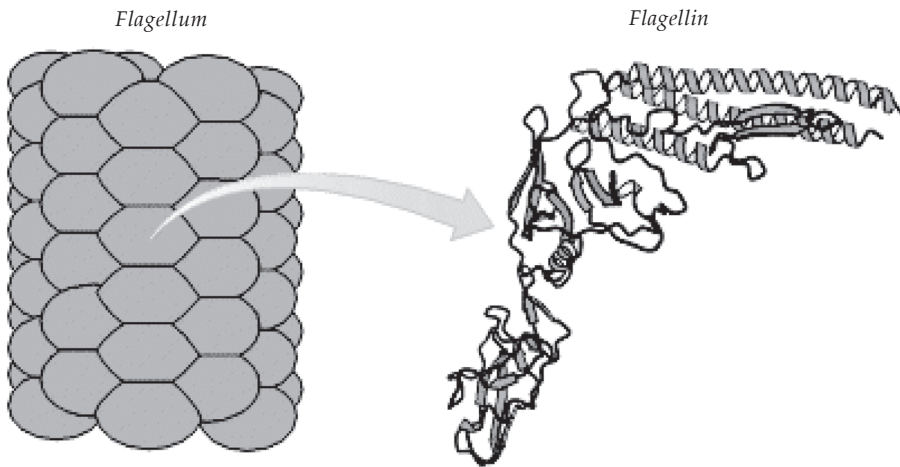


Figura 68. Arreglo estructural del flagelo. (Fuente: sitio público de Internet)

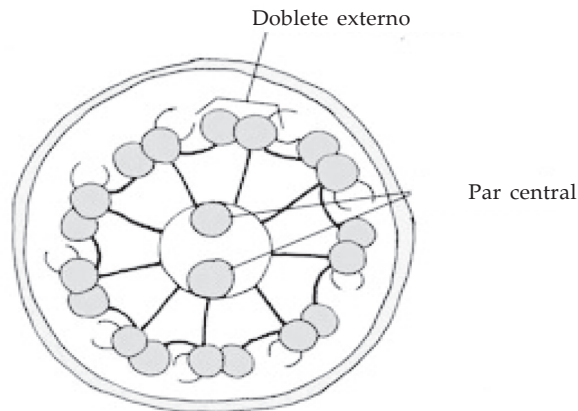


Figura 69. Estructura fina de unidades proteicas constituyentes de cilios y flagelos. (Fuente: sitio público de Internet)

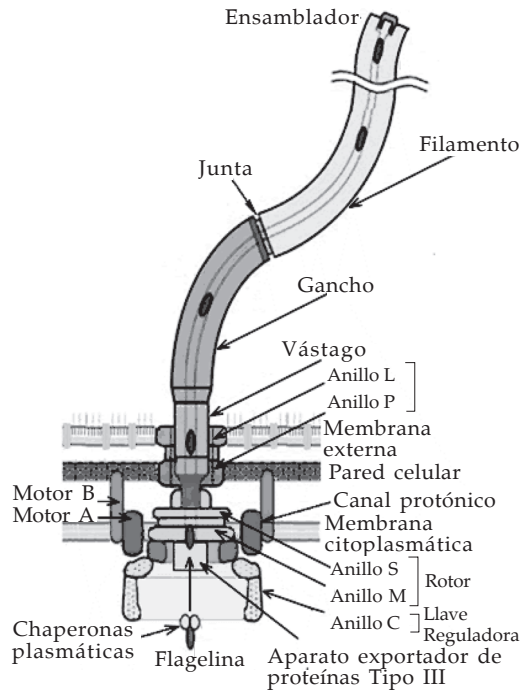


Figura 70. Arreglo estructural del flagelo bacteriano. (Fuente: sitio público de Internet)

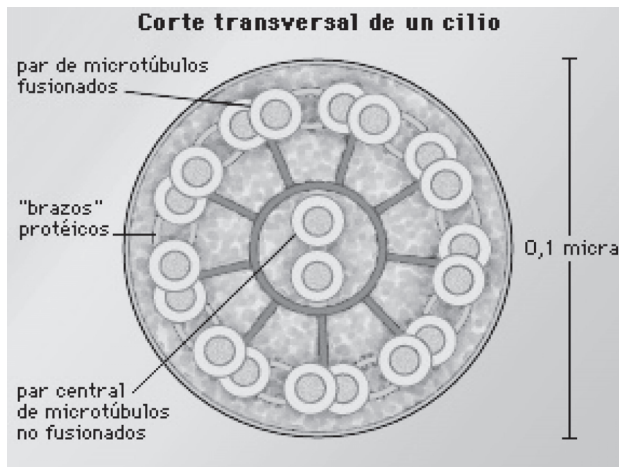


Figura 71. Corte transversal de un cilio. (Fuente: sitio público de Internet)

Pili

Del latín *phylum* > cabello. En algunos aspectos son similares a los flagelos, químicamente están constituidos por una proteína llamada pilina. Son estructuras que se proyectan de la membrana hacia el exterior en algunas bacterias que presentan procesos de reproducción sexual por conjugación (véase figura 72), donde parecen funcionar como tubos huecos a través de los cuales puede pasar el material genético; aunque esto último no ha sido comprobado.

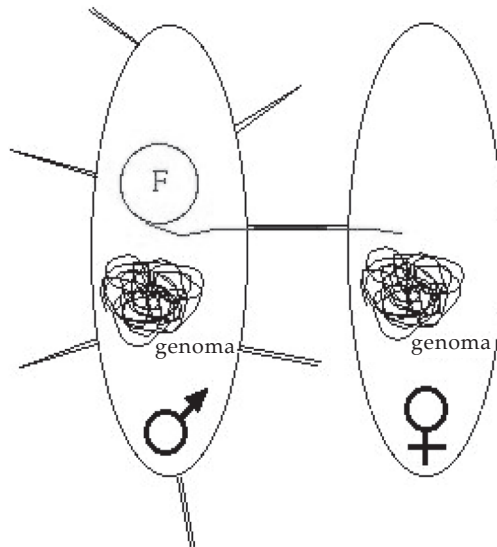


Figura 72. Conjugación mediante pili en bacterias.
(Fuente: sitio público de Internet)

Núcleo

Es el centro de control de la célula ya que coordina procesos metabólicos, como la síntesis de proteínas, la reproducción y la herencia. El núcleo visto al microscopio óptico, sin recurrir a procedimientos de tinción, apenas puede apreciarse como un pálido cuerpo oval o esférico. (Véase figura 73). Suele tener formas y tamaños variados. En las células procariontas el material nuclear se encuentra espaciado

en el citoplasma, en una región que recibe el nombre de nucleolo. En las células eucarióticas el ADN está rodeado y limitado por la membrana nuclear.

El núcleo en reposo se encuentra rodeado por una doble membrana, la nuclear, que lo separa del citoplasma, presenta poros que le permite comunicarse con el citoplasma, se encuentra alojado en un líquido viscoso que no se tiñe, y posee además en su interior uno o dos cuerpos esféricos llamados nucleolos.

La célula en reposo presenta un material de finos filamentos entrecruzados a manera de red denominado cromatina. Se ha demostrado que el material cromático contiene uno de los principales ácidos nucleicos es decir el ADN; éste tiene funciones como la transmisión de características hereditarias de una generación a otra. En el proceso de la mitosis, que es un proceso de división celular, la cromatina se hace visible, en forma de cromosomas presentándose como filamentos gruesos ordenados en pares.

Ciertas células de algas, hongos y mohos, así como algunos protozoarios tienen más de un núcleo.

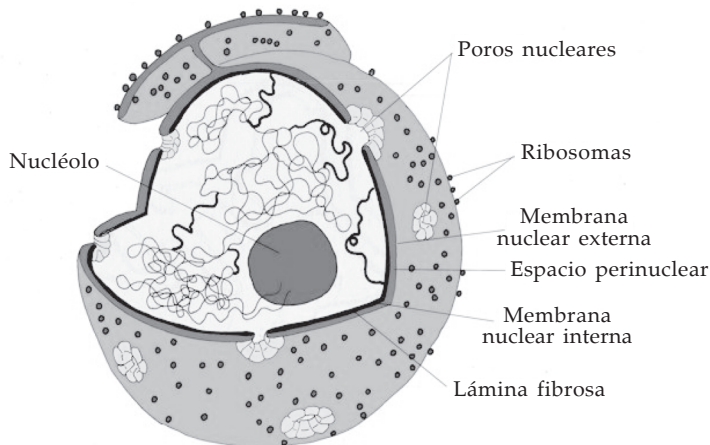


Figura 73. Representación del núcleo.
(Fuente: sitio público de Internet)

Nucleolo

Nucleolo significa literalmente “nuececilla”, es un cuerpo esférico carente de membrana que se encuentra dentro del núcleo, formado por RNA. Es extremadamente variable de célula a célula según la especie, cambiando de forma y estructura. Participa en la síntesis de proteínas ya que es el sitio donde se sintetiza el rRNA (RNA ribosomal). (Véase figura 74).

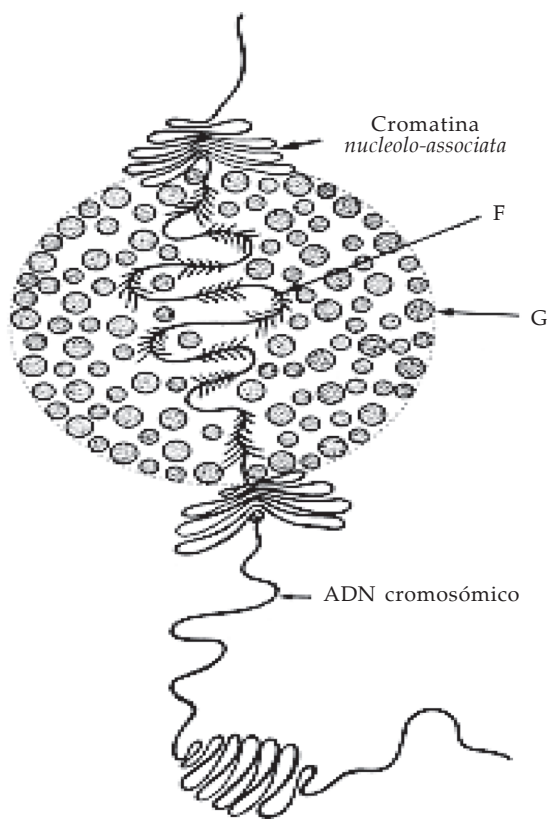


Figura 74. Arreglo estructural del nucleolo.
(Fuente: sitio público de Internet)

Citoesqueleto

Está constituido por interconexiones de naturaleza proteica, de tipo filamentoso, localizados en el citoplasma, mantienen la forma de la célula, le permiten moverse, fijan a los organelos y permiten un tránsito interno. El citoesqueleto (véase figura 75), es un armazón dinámico que se modifica y desplaza de acuerdo a las actividades de la célula, dándole a la misma una forma tridimensional.

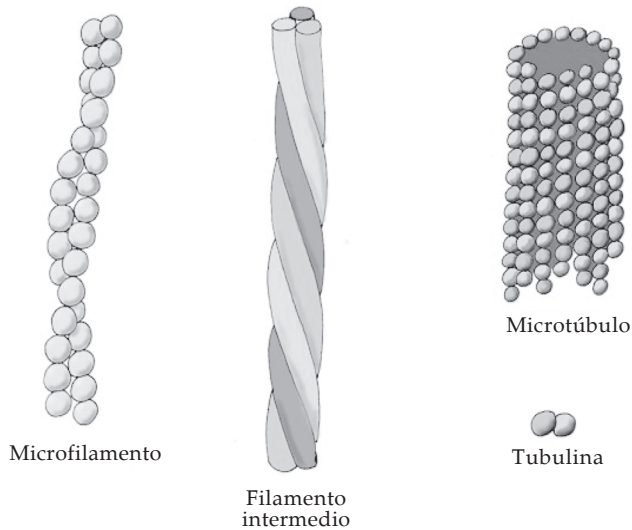


Figura 75. Arreglos proteicos de filamentos del citoesqueleto.
(Fuente: sitio público de Internet)

Mesosomas

En algunas células bacterianas la membrana celular se pliega de una manera muy compleja (invaginación), formando los mesosomas que son membranas que participan en diversos procesos metabólicos. Intervienen en procesos de división celular y es muy probable que contribuyan a la formación de un tabique (pared) entre las dos células hijas.

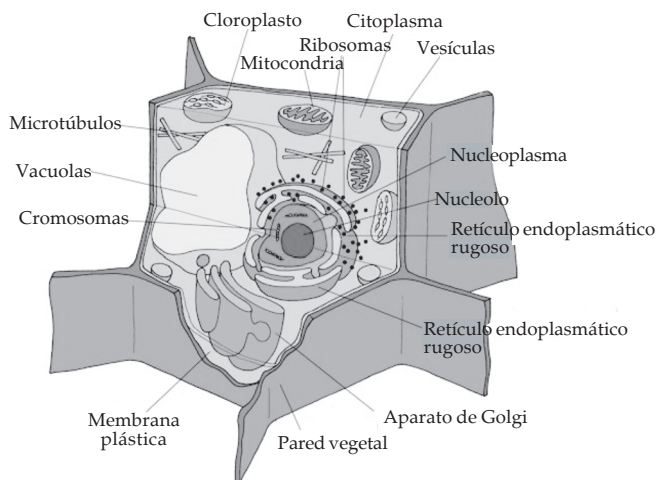


Figura 76. Esquema de una célula eucariota vegetal.
(Fuente: sitio público de Internet)

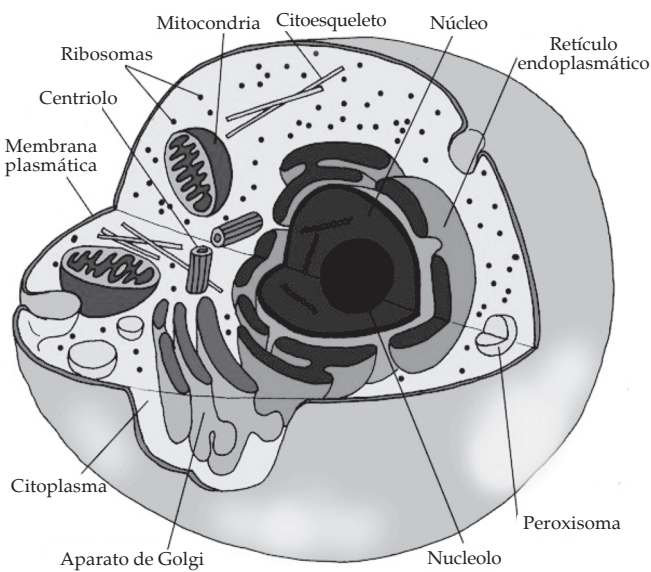


Figura 77. Esquema de una célula eucariote animal.
(Fuente: sitio público de Internet)

METABOLISMO CELULAR

El metabolismo celular es la suma de las reacciones químicas efectuadas por la célula, mediante las cuales se conserva y perpetúa la materia viva.

El metabolismo celular se divide en dos fases:

- a) *Catabolismo*: es la fase degradativa, en la cual las moléculas nutritivas complejas se degradan para producir moléculas más sencillas, las reacciones de degradación liberan energía que se almacena en forma de ATP. Un ejemplo de catabolismo es la respiración celular, en la cual la glucosa es oxidada hasta ATP, CO₂, agua.
- b) *Anabolismo*: es la fase constructiva o biosintética de los componentes de la célula, como ácidos nucleicos, proteínas, lípidos y carbohidratos a partir de precursores sencillos. Las reacciones de síntesis se realizan con consumo de energía en forma de ATP. Un ejemplo de anabolismo es la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual el CO₂ y el H₂O se utilizan en la síntesis de glucosa.

RESPIRACIÓN CELULAR

Proceso catabólico mediante el cual la energía química de los alimentos se libera y se almacena en el ATP. El principal nutriente del cual obtienen energía todos los seres vivos es la glucosa, cuya oxi-

dación proporciona más de 50% de la energía requerida por los organismos para la realización de diferentes trabajos.

La respiración celular puede ser de dos tipos:

- Anaeróbica y aeróbica.

a) *Respiración anaeróbica*: ésta no requiere de O_2 , éste tipo de respiración también es conocida como la fermentación, la cual es llevada a cabo por ciertas levaduras y bacterias en el músculo esquelético de los animales. Dependiendo de los productos obtenidos en este tipo de respiración, existen dos tipos de fermentación: alcohólica y ácida.

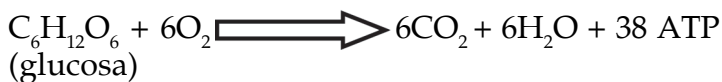
La ecuación general de la respiración anaerobia se puede representar de la siguiente forma:

Oxidación



b) *Respiración aeróbica*: requiere de O_2 , la oxidación de la glucosa produce una cantidad de energía (38 ATP), ya que su molécula va a ser degradada hasta CO_2 y agua.

Y se representa:



La respiración celular se inicia con la glucólisis o glicólisis.

GLUCÓLISIS

La glucólisis es la degradación de una molécula de glucosa de seis carbonos a dos moléculas de ácido pirúvico de tres carbonos cada uno. Este proceso se lleva a cabo en el citoplasma. (Véase figura 78).

El primer paso de la glucólisis consiste en la transferencia de un grupo fosfato del ATP hacia el átomo del carbono 6 de la glucosa. La glucosa 6-fosfato se convierte en su isómero, fructosa 6-fosfato. Otro ATP le transfiere un segundo grupo fosfato al carbono número 1, formando el compuesto fructosa 1, 6-difosfato. El paso siguiente es la ruptura enzimática de ésta en dos fragmentos de tres carbonos cada uno. Una de ellas recibe el nombre de dihidroxiacetona-fosfato, la otra molécula es el aldehído 3-fosfoglicérico (estas moléculas son isómeros y están interconectadas). (Véase figura 79).

Dos electrones (en forma de dos átomos de hidrógeno), son retirados de la molécula del aldehidofosfoglicérico (PGAL) y transferidos al NAD. Por supuesto se trata de una reacción redox, en la cual el PGAL se oxida y el NAD se reduce, al mismo tiempo entra un fosfato inorgánico presente en la célula, la molécula resultante se denomina ácido 1,3 difosfoglicérico. En el siguiente paso un grupo fosfato es transferido al ADP el cual se convierte en ATP y la molécula desfosforiladora (ácido 3-fosfoglicérico) sufre una isomerización convirtiéndose en ácido 2-fosfoglicérico, se desprende una molécula de agua, y forma el ácido fosfoenol-pirúvico, el cual dona su fosfato al ADP para constituirse en ATP. Como producto final de estas transformaciones químicas se forman dos moléculas de ácido pirúvico.

¿Qué sucede con el ácido pirúvico? Dependiendo del tipo de célula donde ocurre el proceso, éste puede seguir tres rutas metabólicas diferentes:

1. *Fermentación láctica*: en la célula muscular, cuando las condiciones de oxígeno son bajas, para que tenga lugar la respiración celular, el ácido pirúvico se reduce a ácido láctico; no obstante el bajo rendimiento energético de éste proceso, constituye una fuente de Adenosín trifosfato (ATP).

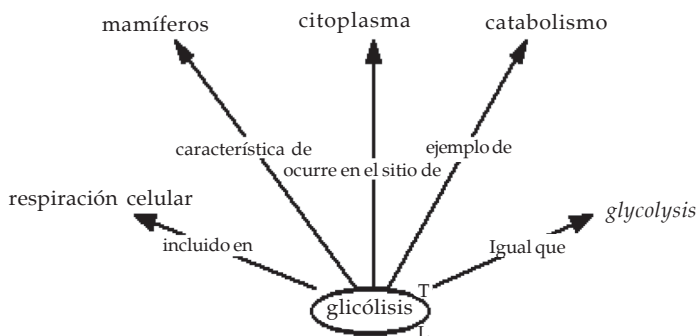


Figura 78. Relación de la glucólisis con otras rutas metabólicas. (Fuente: sitio público de Internet)

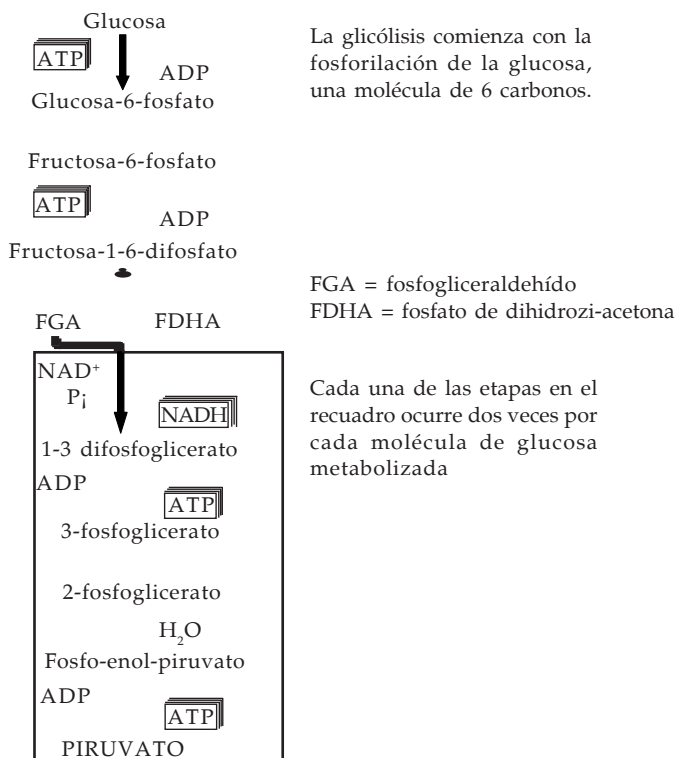


Figura 79. Resumen de la glucólisis. (Fuente: sitio público de Internet)

2. *Fermentación alcohólica*: la glucólisis en las levaduras (hongos unicelulares), sigue exactamente la misma ruta que el proceso metabólico anterior. En las levaduras el ácido pirúvico es descarboxilado antes de que sea reducido por el NAD. Por lo tanto el resultado es CO_2 y dos moléculas de etanol o alcohol etílico. Al igual que en la fermentación láctica, el proceso presenta bajo rendimiento energético, la mayor parte de la energía almacenada de la glucosa continúa en la molécula del etanol.
3. *Ciclo de Krebs*: del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

CICLO DE KREBS O DEL ÁCIDO CÍTRICO

Una vez que el ácido pirúvico pasa del citoplasma a la mitocondria (matriz mitocondrial) experimenta una oxidación por medio del NAD. Al mismo tiempo se remueve un CO_2 y el fragmento resultante se une covalentemente a la coenzima para formar la acetil coenzima A. (Véase figura 80).

Esta experimenta ahora una serie cíclica de reacciones químicas durante la cual se completa el proceso de oxidación. El ciclo de Krebs se inicia cuando la acetil coenzima A se une con el ácido oxaloacético y da por resultado el ácido cítrico. El ácido cítrico se isomeriza convirtiéndose en ácido isocítrico, el cual se oxida por el NAD, después ocurre una descarboxilación y el compuesto resultante es el ácido alfa-cetoglutarico. Este ácido experimenta otra oxidación por el NAD y una descarboxilación, acompañada por la inserción de una molécula de agua formándose un ATP. La sustancia resultante es el ácido succínico que se convierte en ácido fumarico una vez que se retiran dos átomos de hidrógeno, pero esta vez por el FAD formando FADH_2 , se inserta una molécula de agua convirtiéndolo en ácido málico; hay otra oxidación por el NAD y se produce el ácido oxaloacético, es decir la molécula con la cual comenzó la descripción del ciclo. Mediante la regeneración del ácido oxaloacético puede entrar al ciclo otra molécula de acetil coenzima A y de esta manera repetir todo el ciclo. (Véanse figuras 81 y 82).

Resumiendo el ciclo tenemos que:

- Se añaden dos moléculas de agua.
- Se producen tres descarboxilaciones (pérdida de CO_2).
- Se producen cinco deshidrogenaciones (pérdida de H_2).
- Se produce un (ATP) Adenosín Trifosfato.

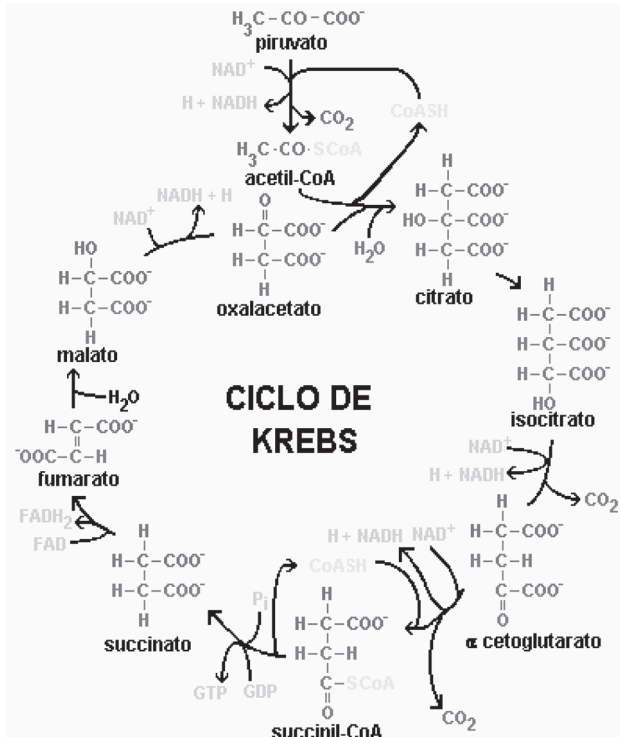


Figura 80. Ruta del ácido pirúvico, hacia el ciclo de Krebs

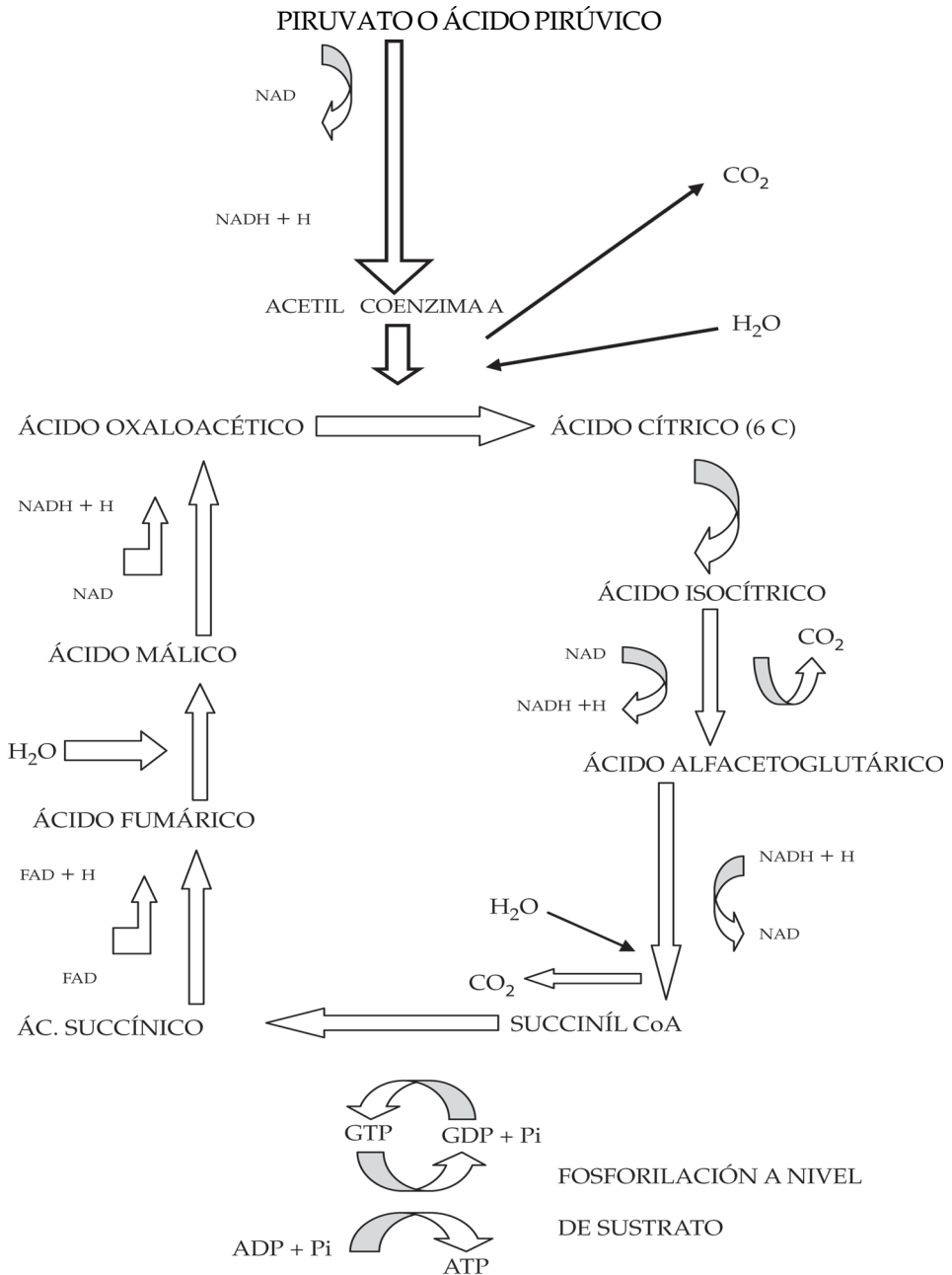


Figura 81. Representación semidesarrollada del Ciclo de Krebs.
(Fuente: sitio público de Internet)

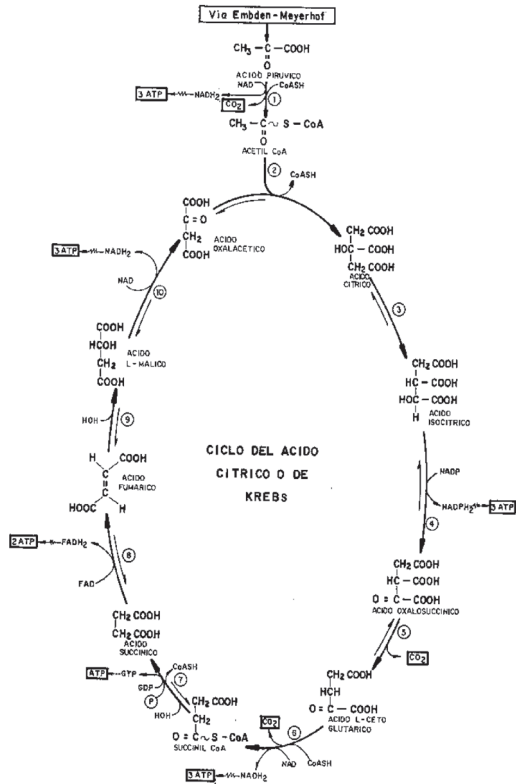


Figura 82. Ciclo de Krebs o del ácido cítrico (Respiración aeróbica).
(Fuente: sitio público de Internet)

Balance energético

Por cada molécula de glucosa que se degrade en forma aeróbica se obtienen 38 adenosines trifosfáticos:

- Glucólisis: 2
- Reacción respiratoria: $2\text{NADH} \times 3 = 6$
- Reacción preparatoria (puente): $2\text{NADH} \times 3 = 6$
- Ciclo de Krebs:

Fosforilación a nivel de sustrato:	2
6 NADH + H X 3 =	18
2 FADH + H X 2 =	4
Total	38 ATP

Respiración aeróbica: fórmula general.



Cadena respiratoria

Es el conjunto de transportadores de los electrones localizados en la membrana interna de la mitocondria (crestas mitocondriales). La cadena respiratoria es el sitio donde son reoxidadas las coenzimas reducidas y producidas en la glucólisis y en el ciclo de Krebs. Una vez acoplada a la cadena respiratoria se efectúa la fosforilación oxidativa. (Véanse figuras 83a-83f).

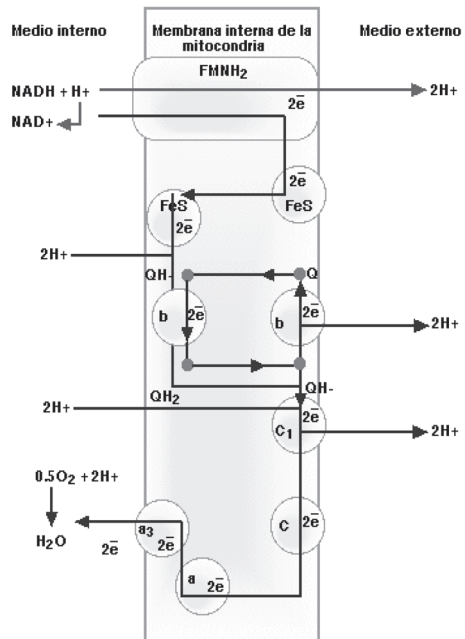


Figura 83a. Cadena de transporte electrónico (cadena respiratoria en mitocondria). (Fuente: Tomado de Ville-Solomon, 1992).

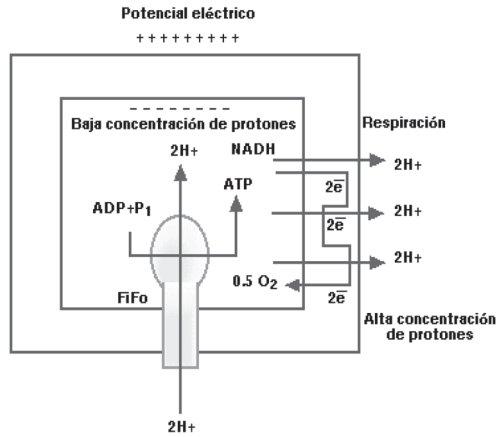


Figura 83b. Síntesis de ATP mitocondria.
(Fuente: sitio público de Internet)

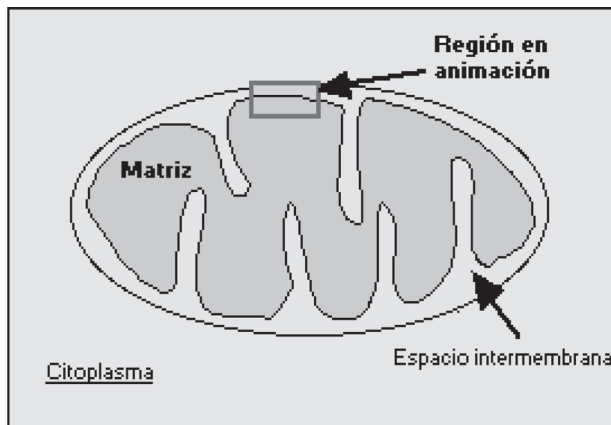


Figura 83c. Región donde ocurre la cadena respiratoria en mitocondria.
(Fuente: sitio público de Internet)

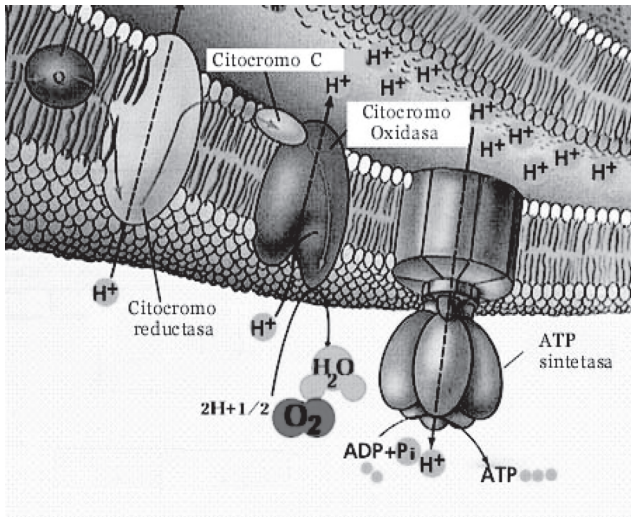


Figura 83d. Esquema de la cadena respiratoria y síntesis de ATP en la membrana interna de la mitocondria. (Fuente: sitio público de Internet)

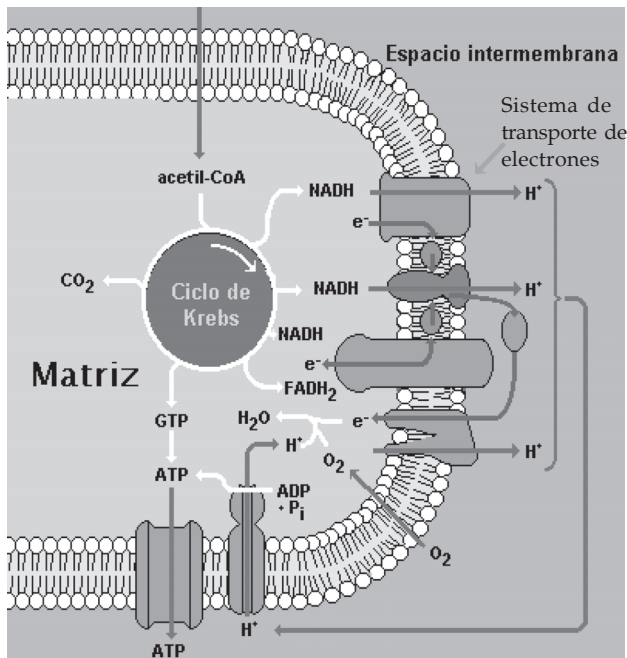


Figura 83e. Representación de la cadena respiratoria y síntesis de ATP (fosforilación oxidativa) en mitocondria. (Fuente: sitio público de Internet)

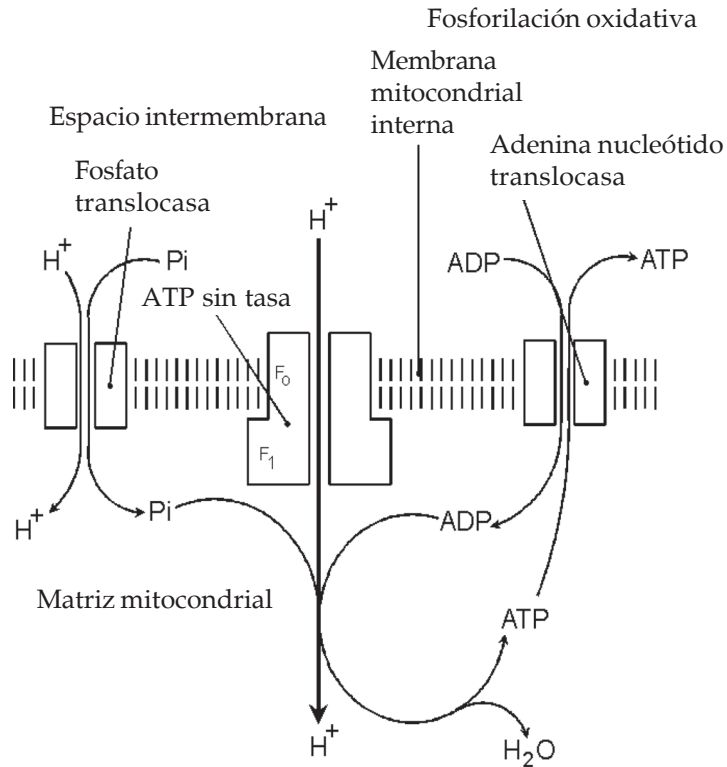


Figura 83f. Representación de la fosforilación oxidativa (síntesis de ATP) en la mitocondria. (Fuente: sitio público de Internet)

FOTOSÍNTESIS

La vida en nuestro planeta depende del fenómeno de la fotosíntesis, ésta es una reacción de tipo anabólico porque a partir de dióxido de carbono y agua se sintetiza glucosa. A los organismos que sintetizan su propio alimento se les llama autótrofos (organismos fotosintéticos y organismos quimiosintéticos).

La fotosíntesis se puede definir de dos maneras: desde el punto de vista de la materia, la fotosíntesis es la transformación de materia inorgánica en materia orgánica, y desde el punto de vista de la energía, se considera como la transformación de energía luminosa en energía química.

Requerimientos para la realización de la fotosíntesis

- CO₂ El dióxido de carbono proporciona el carbono y el oxígeno para la síntesis de glucosa.
- H₂O Actúa como donadora de electrones y de ella se desprende el O₂ liberado durante el proceso fotosintético.
- Luz El sol emite una serie de radiaciones, a cuyo conjunto se le conoce como espectro electromagnético (véase figura 84), de las cuales la luz visible es la que se utiliza en la fotosíntesis.

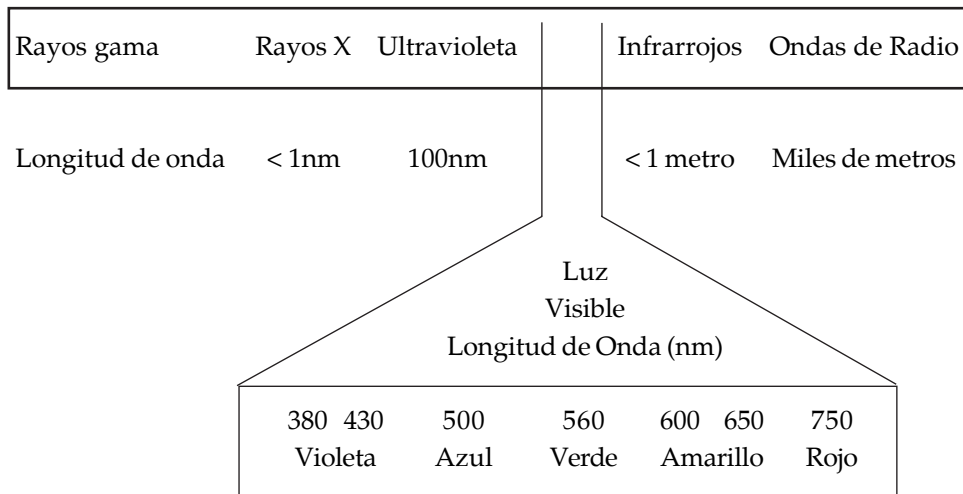


Figura 84. Espectro electromagnético. (Fuente: Tomado de Curtis, 1992)

Los pigmentos fotosintéticos tienen como función captar la energía luminosa con la cual excitan sus electrones. Existen varios tipos de pigmentos:

- a) Las clorofilas a, b, c, d, y e.
- b) Carotenoides: (beta caroteno) se localizan en las células vegetales.
- c) Ficobilinas: son pigmentos azules o rojos que se encuentran en las cianobacterias (ficocianina) y en las algas rojas (ficoeritrina).

Cloroplasto: organelo citoplasmático el cual consta de una doble capa membranosa, la membrana interna es lisa. En el interior de los cloroplastos se encuentran los tilacoides, inmersos en un líquido denso llamado estroma. Los tilacoides son unos sacos o vesículas aplanadas que se agrupan como “pilas de monedas”, estas pilas de tilacoides reciben el nombre de grana (“granos”). En el interior de los tilacoides se encuentran los pigmentos fotosintéticos. La clorofila “a” es la única capaz de soltar electrones cuando está foto excitada, en tanto que los demás pigmentos le transfieren la energía que captan. (Véase figura 85).

Clorofila: es el pigmento fotosintético constituido por una porfirina que contiene un núcleo de magnesio, la cual presenta en su estructura un alcohol alifático.

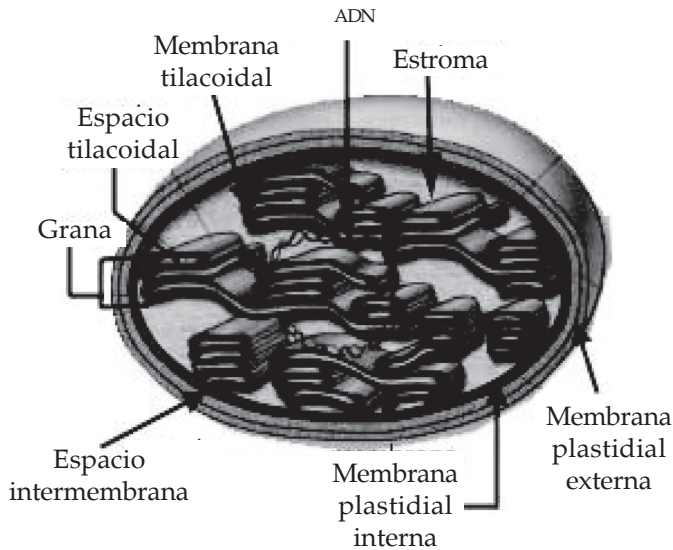


Figura 85. Arreglo interno del cloroplasto. (Fuente: sitio público de Internet)

Aparato fotosintético

La fotosíntesis la realizan tanto células procarióticas como eucarióticas, las cianobacterias, las bacterias púrpura y las verdes, son organismos procarióticos fotosintéticos, en ellos el proceso de

absorción se realiza en una estructura llamada cromatóforo. Los organismos eucarióticos realizan el proceso fotosintético en el cloroplasto; en las plantas los cloroplastos se encuentran localizados principalmente en las células del mesófilo (tejido que se localiza en el interior de la hoja).

La fotosíntesis es un proceso complejo. Sin embargo, la reacción general se puede resumir de la siguiente manera:



El cloroplasto contiene en su interior a la unidad estructural de la fotosíntesis que es el tilacoide, que suele adoptar la forma de un saco aplanado o vesícula. Éstas tienen la capacidad de producir oxígeno por medio de la fotólisis del agua y se realiza gracias a la absorción de *cuantums* de energía (provenientes de los rayos del sol). Esta absorción de energía es realizada por los pigmentos fotosintéticos conocidos como P700 y P680, se les llama así porque su máxima absorción de luz es a 700nm y 680 nm (están formados por clorofila y asociados a otros pigmentos fotosintéticos)

La fotosíntesis ocurre en dos fases:

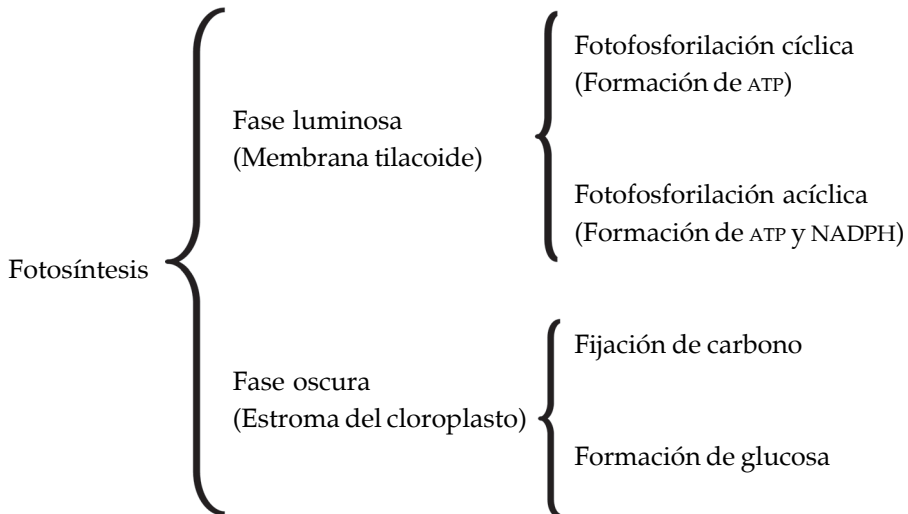
- 1) La que depende de la energía luminosa (fase luminosa).
- 2) La que no depende de la luz (fase oscura).

Blackman (1905) demostró que la fotosíntesis consta de dos fases: la fase luminosa, la cual es dependiente de la luz y la fase oscura, que se realiza en forma independiente de la luz. Posteriormente, en la década de 1930 Robert Emerson proporcionó las primeras pruebas que indicaban que la fase dependiente de la luz (fase luminosa) constaba de dos fotosistemas, el PS I (que se activa con una longitud de onda de 700 nm (P_{700}), es decir luz roja lejana), y el PS II (el cual se

activa con una longitud de onda de 680 nm (P_{680} , luz roja). Los pigmentos PS I y PS II están constituidos o formados por un conjunto de pigmentos fotosintéticos entre los cuales se encuentra la clorofila a, b y los carotenos.

Fase luminosa o dependiente de la luz

Las reacciones fotosintéticas luminosas se realizan en la membrana del tilacoide e inician cuando la clorofila y otros pigmentos absorben la luz. (Las moléculas de clorofila, los pigmentos accesorios y los aceptores de electrones se encuentran localizados en unidades llamadas fotosistemas. Existen dos fotosistemas, cada uno de ellos contiene de 200 a 300 moléculas de pigmento).



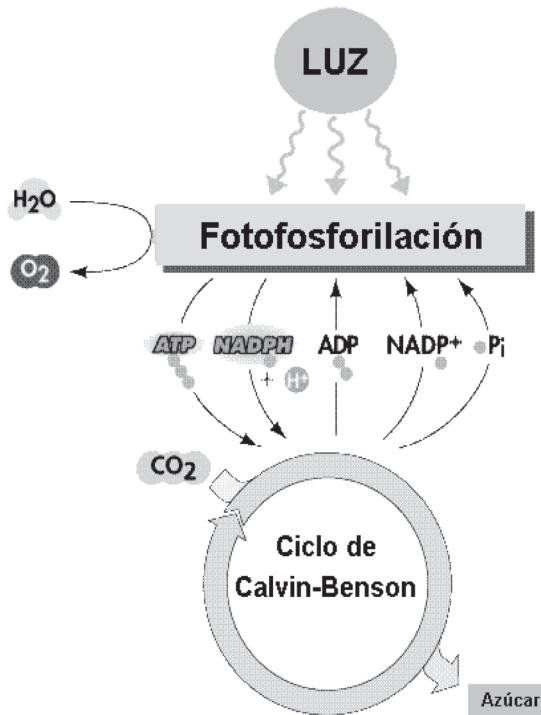


Figura 86. Representación resumida de la fotosíntesis.
(Fuente: sitio público de Internet)

El fotosistema I contiene una variedad especial de clorofila *a*, de nombre P700. El fotosistema II tiene otra variedad de clorofila *a*, la P680. Al parecer todas las moléculas de pigmento de un fotosistema sirven como antenas para atrapar la energía solar; luego, la energía se transfiere de una molécula a otra hasta que llega a la molécula del pigmento P680 o P700. Sólo estas moléculas pueden donar su electrón excitado a un aceptor primario de electrones.

Fotofosforilación cíclica

1. La luz excita al fotosistema (P700) el cual libera dos electrones.
2. Pasa por una serie de transportadores (aceptor primario, ferredoxina, complejo citocrómico, plastocianina, cuya función es la liberación gradual de la energía del electrón).
3. El paso del electrón libera energía, la cual es aprovechada para la producción de ATP (a partir de ADP + P), éste se considera el producto final de la fotofosforilación cíclica. (Véase figura 87).

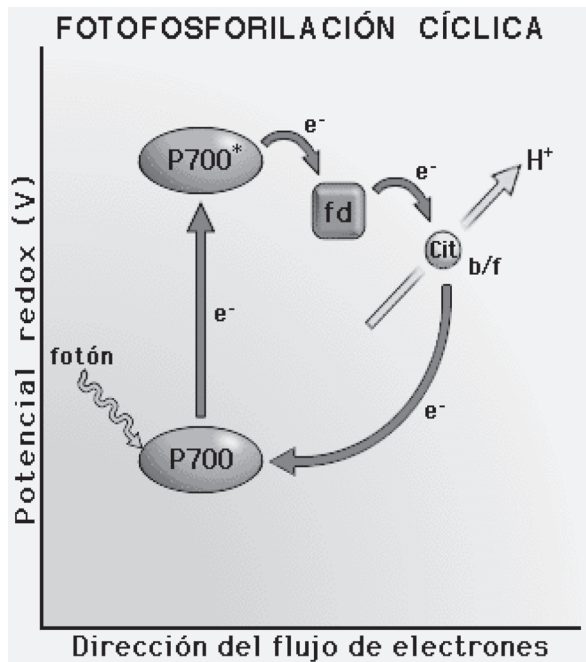


Figura 87. Fosforilación cíclica de la fotosíntesis.
(Fuente: sitio público de Internet)

Fotofosforilación acíclica

En la fotofosforilación acíclica se utilizan ambos fotosistemas y el flujo de electrones de la molécula del agua es unidireccional. Por

cada dos electrones utilizados se producen dos moléculas de ATP y una de NADPH. (Véase figuras 88a y 88b).

La fosforilación acíclica se realiza de la siguiente manera:

1. Existe una disociación fotolítica del agua, de la cual se obtiene: $\frac{1}{2} \text{O}_2$, 2H^+ y 2 electrones.
2. El fotosistema II es excitado por electrones de luz y cede dos electrones, los cuales pasan por una serie de transportadores, (los electrones cedidos por el fotosistema son recuperados posteriormente por los electrones cedidos por el agua).*
3. Éstos son utilizados para la obtención de dos moléculas de ATP.
4. El fotosistema I es excitado por fotones de luz y cede dos electrones, los cuales son recuperados por los cedidos por el fotosistema II.
5. Los electrones cedidos por el fotosistema I y los protones del agua son utilizados para reducir una molécula de NADP y obtener NADPH + H⁺.

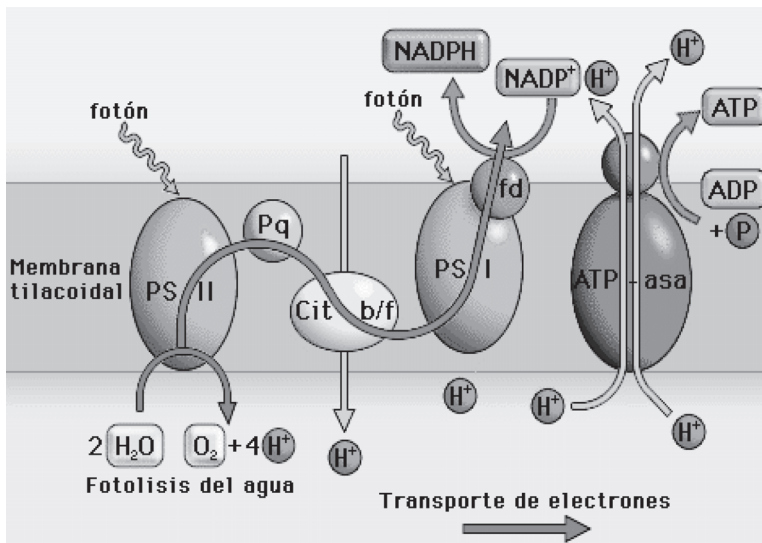


Figura 88a. Fosforilación no cíclica (fase luminosa de la fotosíntesis).
(Fuente: sitio público de Internet)

*Nota: las bacterias carecen del fotosistema II por lo que no liberan oxígeno.

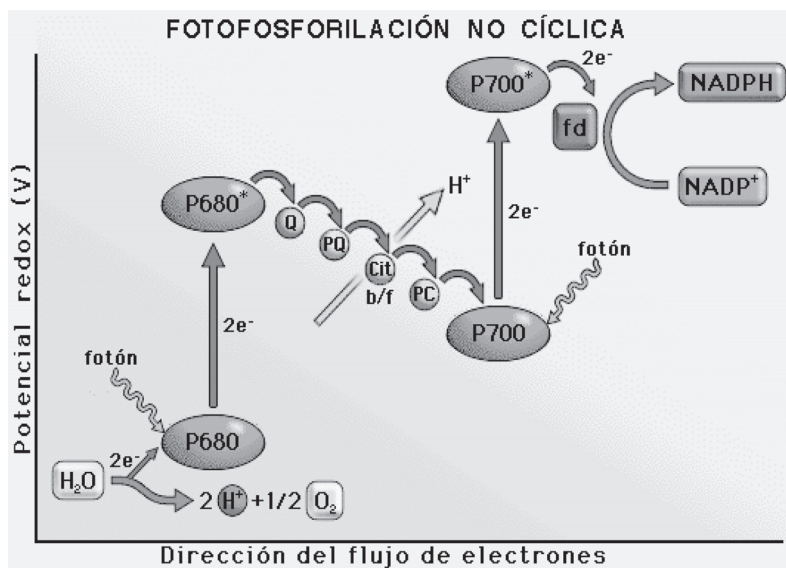


Figura 88b. Cascada de electrones (fase luminosa de la fotosíntesis).
(Fuente: sitio público de Internet)

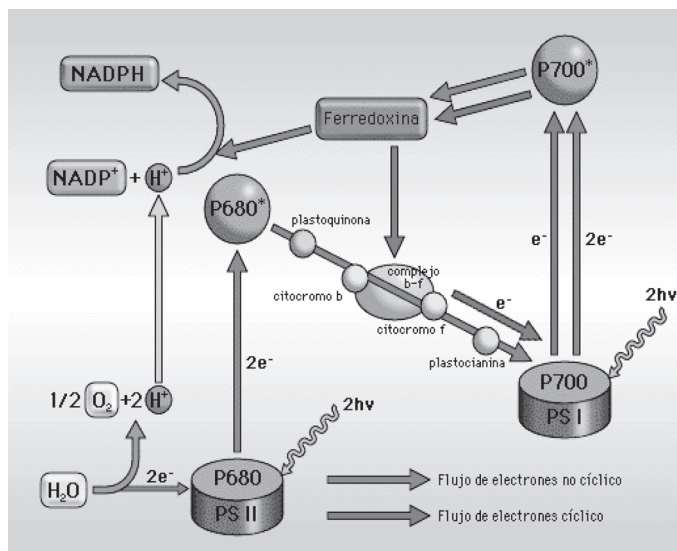


Figura 89. Esquema de las dos fases de la fotosíntesis.
(Fuente: sitio público de Internet)

Fase oscura o cíclico de Calvin

Las reacciones oscuras utilizan el ATP y el NADPH producidos por las reacciones luminosas para fijar el CO_2 atmosférico.

En la fase oscura se lleva a cabo un proceso llamado ciclo de Calvin; en el cual el CO_2 es fijado por la ribulosa difosfato iniciando de ésta manera el ciclo. El siguiente paso del ciclo es la formación del fosfogliceraldeído (PGA). El PGA es el encargado de restituir, por un lado la ribulosa difosfato para continuar el ciclo y por otro lado formar a la molécula de glucosa. Este proceso tiene un gasto de ATP y NADPH.

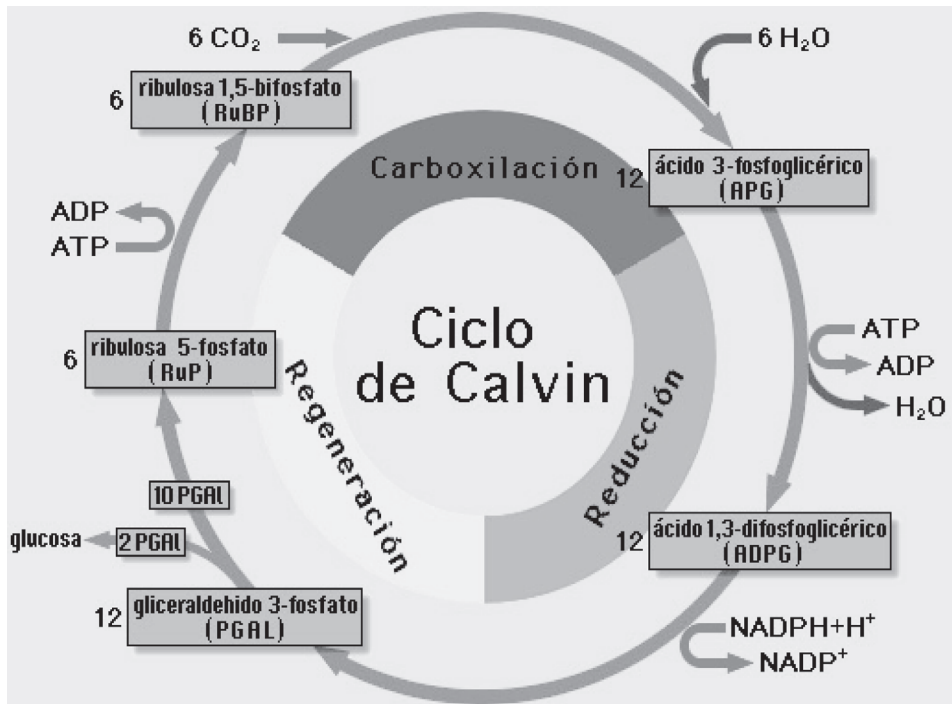


Figura 90. Fase oscura o cíclico de Calvin. Fijación de CO_2 y síntesis de PGAL (fosfogliceraldeído). (Fuente: sitio público de Internet)

GLOSARIO

A

Aplanetismo: Exento de aberración esférica. Es la corrección de las aberraciones de tipo geométrico, (esfericidad y astigmatismo).

Acromático: Reducción de la aberración cromática a través de la combinación de lentes de materiales diferentes y coloreándolas a diferentes distancias focales, a lo que se denomina materia acromática.

Apocromático: Tipo de objetivo en el que se ha corregido la aberración cromática de los colores primarios, permitiendo el enfoque de todos los rayos en el mismo punto.

Ácido Nucleico: (ADN O ARN por sus siglas en inglés). Polímero constituido por unidades más sencillas llamadas nucleótidos.

Agente oxidante: Es la sustancia que se reduce para que la otra sustancia se oxide.

Agente reductor: Es la sustancia que se oxida, para que la otra sustancia se reduzca.

Aster (forma de estrella): Estructura que se forma a partir del centriolo que da origen a las fibras del huso acromático durante la división celular llamada mitosis.

Anabolismo: Proceso metabólico en el que se sintetizan moléculas grandes.

Aberración cromática: Sucede cuando la luz compuesta de varias longitudes de onda, (tal como la luz blanca), pasa a través de una lente, sufre dispersión y los bordes de la imagen producida por la lente aparecen coloreados.

Anticodón: Grupo de tres bases adyacentes en la molécula del RNA de transferencia que se aparea con un codón complementario en la molécula de RNA mensajero (RNAM).

B

Bacteria: Ser vivo unicelular de organización procariótica (núcleo difuso) y pertenece al reino Monera.

Benedict: Reactivo a base de sulfato de cobre usado para la identificación de azúcares reductores.

Biocatalizador: Sustancia que en pequeñas cantidades influye en las reacciones bioquímicas disminuyendo la energía de activación y aumentando la velocidad de reacción de las mismas. En los seres vivos los biocatalizadores son las *enzimas*.

Blefaroblasto: Estructura de anclaje de cilios y flagelos. Cuerpo de los flagelos que se encuentra situado en el exterior de la membrana celular (también conocido como cuerpo basal o cinetosoma).

C

Carbohidratos: También llamados glúcidos o hidratos de carbono, biomoléculas constituidas químicamente por carbono, hidrógeno y oxígeno en una proporción $(\text{CH}_2\text{O})_n$.

Carbono asimétrico: Cuando el segundo carbono tiene cuatro grupos químicamente distintos unidos a él y de acuerdo a la disposición del grupo hidroxilo del carbono asimétrico, si está a la derecha será *D* y si está a la izquierda es la forma α .

Catabolismo: Reacciones químicas por las cuales ciertas sustancias complejas se convierten en otras más sencillas en el interior de las células vivas, con liberación de energía.

Ciclosis: Movimiento producido por las corrientes citoplasmáticas en sentido de las manecillas del reloj.

Citología: Rama de la biología que se encarga del estudio de la célula.

Citocromo: Proteínas heme que contienen hierro y participan en un sistema de transporte de electrones.

Codón: Secuencia de bases nitrogenadas en el RNA mensajero.

Coenzima: Molécula orgánica no proteínica que facilita la acción en la enzima con la cual se enlaza.

D

Densidad: Es la cantidad de masa m (o peso) por unidad de volumen.

Difracción: Distorsión de una onda por un obstáculo.

E

Enlace iónico: Enlace que se forma cuando se transfieren electrones de un átomo a otro.

Enlace covalente: Se forma cuando dos átomos comparten electrones.

Enzima: Proteína con actividad catalítica. Actúa en los seres vivos aumentando la velocidad de las reacciones químicas que se realizan en ellos, razón por la cual se dice que las enzimas son biocatalizadores.

F

Fotón: La luz no sólo se comporta en forma de onda, sino también como partícula, a ésta partícula o paquete de energía se le da el nombre de fotón.

FAD (Flavio Adenin Dinucleótido): Transportador de electrones o coenzimas que sufren alternadamente reacciones de oxido-reducción, durante el curso de la donación y recepción de electrones.

Fotosistema: Unidades de captación de luz, éstos contienen moléculas de clorofila "a" y "b", así como pigmentos auxiliares que sirven como antenas para captar la energía solar. Existen dos tipos: I y II (el número es por el orden de descubrimiento).

G

Grupos sanguíneos: En la superficie de los eritrocitos se encuentran carbohidratos que actúan como antígenos y éstos son los que les confieren su especificidad. Existen varias categorías: Grupo A, B, O; el MN y el otro que es el sistema Rh.

Globulina: Proteína plasmática, incluyen las inmunoglobulinas.

Gradiente de concentración: Cambio gradual de la concentración química de un sitio a otro.

H

Hidrólisis: Degradación o rompimiento de un enlace usando una molécula de agua.

Hipotónico: Solución con menos porcentaje de soluto (más agua) que las células.

Hipertónico: Solución con un porcentaje de soluto más alto (menos agua) que el de las células.

Homeostasis: Conservación de las condiciones internas normales de una célula u organismo gracias a mecanismos de autorregulación.

I

***In vitro*:** Locución latina que significa en vidrio. Expresión con que se designa a las reacciones fisiológicas que se estudian en el laboratorio, fuera del organismo: en tubos, probetas, etcétera.

Isotónico: Concentración de solutos igual a ambos lados de la membrana.

L

Levadura: Hongo unicelular (ascomiceto).

Liposomas: Estructura molecular de un lípido utilizado para transferir un compuesto químico (hormonas, vitaminas).

M

Movimiento Browniano: Movimiento aleatorio constante de partículas diminutas suspendidas en un líquido o un gas.

Microscopio: *Mikros*> pequeño y *skopeo*> observar. Palabra acuñada por Jean Faber (1624).

Micela: Partícula que mide entre 0.001 y 0.3 micras, formada por un agregado de moléculas semejantes y que constituyen un sistema coloidal.

Mesófilo: Tejido fotosintético en el interior de la hoja.

N

NAD/NADH: Forma oxidada y reducida respectivamente del di nucleótido de nicotinamida y adenina. Coenzima que transfiere electrones (en la forma de hidrógenos) particularmente en las vías catabólicas como la respiración celular.

NADP/NADPH: Forma oxidada y reducida respectivamente del fosfato de di nucleótido nicotinamida y adenina, coenzima que actúa como coenzima de transferencia de electrones (en forma de hidrógeno) particularmente en las vías anabólicas como la fotosíntesis.

O

Oxidación: Pérdida de electrones.

Orgánico: (Biomolécula) Compuesto químico que en su composición química posee carbono.

P

Protobiontes: Sistemas polimoleculares abiertos que se forman espontáneamente en determinadas condiciones (coacervados, microesférulas proteicas).

Puente de hidrógeno: Tipo de enlace débil que se establece por la unión de un hidrógeno de una molécula con el átomo de oxígeno de otra molécula.

Pectina: Polímero del ácido galacturónico componente de la celulosa (pared celular de las plantas).

Permeabilidad: Facilidad con la que es atravesada una membrana por moléculas.

pH: Medida de la acidez o alcalinidad de una solución, correspondiente al número de hidrogeniones en una escala, en la cual el número 7 representa la neutralidad. Valor que representa al logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno.

Pirimídica: Base heterocíclica nitrogenada, formada por un solo anillo presente en los nucleótidos.

Púricas: Bases heterocíclicas nitrogenadas formadas por dos anillos de carbono y nitrógeno que forman parte de los ácidos nucleicos.

Q

Quimiosintético: Microorganismos que oxidan compuestos inorgánicos reducidos para obtener tanto energía como electrones.

R

Revoluciones rpm (revoluciones por minuto): Unidades de medida angular utilizadas en la centrifugación.

Reacciones de óxido-reducción (redox): Los dos procesos óxido-reducción siempre se llevan a cabo al mismo tiempo. Cuando una sustancia se oxida la otra se reduce.

S

Solución: Líquido (solvente) que contiene un sólido disuelto (solute).

Solvente orgánico: Sustancia no polar (cloroformo, éter, alcohol) capaz de disolver otras sustancias como los lípidos.

T

Teoría endosimbiótica: (Teoría de Lynn Margulis) en la que sugiere que algunas células procariotes se alojaron en el interior de otra igual para vivir en simbiosis (asociados a fin de obtener algunas ventajas).

Tubulina: Subunidad proteica de los microtúbulos.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, P., *Biología*, 1a. ed., EUA, Prentice Hall, 1992.

Audesirk, T., Audesirk, G., *Biología*, 4a. ed., México, Prentice Hall, Hispanoamericana, 1997.

Avers, Ch.J, *Biología celular*, 2a. ed., México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1991.

Conn, Stumpt, Brueningt Doi, *Bioquímica fundamental*, 5a. ed., México, Limusa, 1996.

Curtis, H., *Biología*, 3a. reimp., México, Médica Panamericana, 1992.

Edelman, J., Chapman, J:M., *Bioquímica básica*, 4a. reimpresión, México, Continental, 1990.

González, P.A., *Biología molecular y celular*, 1a. ed., México, Trillas, 1995.

Jiménez, L.F. & Merchant H., *Biología celular y molecular*, 1a. ed., México, Pearson Educación, 2003.

Kimball, J.W., *Biología celular*, 2a. ed., México, Fondo Educativo Interamericano, 1982.

Lodish *et al.*, *Biología celular y molecular*, 4a. ed., México, Editorial Médica Panamericana, 2002.

Mertz, E.T., *Bioquímica*, 1a. reimp., México, Publicaciones Cultural, 1992.

Purves K. Williamn *et al.*, *Vida. La ciencia de la biología*, 6a. ed., México, Editorial Médica Panamerica, 2001.

Sheeler, P.I Bianchi D.E., *Biología celular, Estructura, Bioquímica, y función*, 1a. ed., México, Limusa-Grupo Noriega Editores, 1993.

Starr, C., Taggart R., *Biología. La unidad y diversidad de la vida*, 11a. ed., México, Editorial Thomson, 2004.

Ville, A.C.; Solomon, E.P., *Biología*, 2a. ed., México, Interamericana-McGraw-Hill, 1997.

Zarza M.E., *Introducción a la bioquímica*, 1a. reimp., México, Trillas, 1995.

Editado en la Dirección de Publicaciones
Revillagigedo 83, Col. Centro, C.P. 06070

Impreso en Cargraphics, SA de CV
Av. Presidente Juárez 2004, Col. Industrial Puente de Vigas,
C. P. 54090, México, Estado de México
diciembre de 2007. Producción bajo demanda.

CORRECCIÓN:	Juan Carlos Esaú López Fraga/Mónica Mejía Magaña
DISEÑO Y FORMACIÓN:	Patricia Camargo Higareda
DISEÑO DE PORTADA:	Cintia Covarrubias Carreón
PREPrensa:	Sergio Mújica Ramos
ACABADOS EDITORIALES:	Roberto López Moreno
PRODUCCIÓN EDITORIAL:	Vania B. Castellanos Contreras
PROCESOS EDITORIALES:	Manuel Toral Azuela
DIVISIÓN EDITORIAL:	Héctor Bello Ríos
DIRECTOR:	Arturo Salcido Beltrán