



Universidad
Nacional
de San Luis



Facultad de Química
Bioquímica y Farmacia

Guía de Trabajos Prácticos

2025 **BIOLOGÍA**
GENERAL



Dra. Adriana Salinas
Mg. Andrea Videla
Dra. María Angelica Gómez
Lic. Marcela Uribe
Lic. Ignacio Vargas

neu
NUEVA EDITORIAL
UNIVERSITARIA

Guía de Trabajos Prácticos

BIOLOGÍA GENERAL

Carreras destinatarias

Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Ingeniería en Alimentos

Licenciatura en Química

Analista Químico

Profesorado Universitario en Química

Tecnicatura Universitaria en Esterilización

Universidad Nacional de San Luis

Rector: CPN Víctor A. Moríñigo

Vicerrector: Mg. Héctor Flores

Nueva Editorial Universitaria

Avda. Ejército de los Andes 950

Tel. (+54) 0266-4424027 Int. 5197 / 5110

www.unsneu@gmail.com

E mail: neu@unsl.edu.ar

Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin permiso expreso de NEU



Dra. Adriana Salinas - Mg. Andrea Videla
Dra. María Angélica Gómez - Lic. Marcela Uribe - Lic. Ignacio Vargas



Facultad de Química
Bioquímica y Farmacia

Guía de Trabajos Prácticos BIOLOGÍA GENERAL



Universidad
Nacional
de San Luis

Guía de Trabajos Prácticos: Biología general / Adriana Salinas ...
[et al.]. - 1a ed - San Luis: Nueva Editorial Universitaria - UNSL,
2024. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-733-417-3

1. Biología. I. Salinas, Adriana
CDD 570

Nueva Editorial Universitaria

Directora:

Esp. Mariano Pérez

Director Administrativo

Tec. Omar Quinteros

Dpto. de Impresiones:

Sr. Sandro Gil

Dpto. de Diseño:

Tec. Enrique Silvage

DG. Nora Aguirre Reyes

Administración:

Esp. Daniel Becerra



Ilustración de tapa:

FIGURA 1: WOLFGANG RITSCHEL - MEMORIAS DE UNA MICROFOTOGRAFÍA. FUENTE:
[HTTPS://AR.PINTEREST.COM/PIN/212372938650834835/](https://ar.pinterest.com/pin/212372938650834835/)

ISBN 978-987-733-417-3

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

© 2024 Nueva Editorial Universitaria

Avda. Ejército de los Andes 950 - 5700 San Luis

Introducción

La presente guía de Trabajos Prácticos corresponde al curso de **Biología General**, dirigido a los estudiantes de las carreras de **Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Ingeniería en Alimentos, Licenciatura en Química, Analista Químico, Tecnicatura Universitaria en Esterilización y Profesorado en Química**.

El objetivo principal del curso es proporcionar al estudiante de primer y segundo año una base sólida de conocimientos fundamentales sobre la biología, así como técnicas que le permitan comprender los diferentes niveles de organización de la vida. A lo largo del curso, se hará especial énfasis en la integración de los conceptos biológicos, fomentando el interés por el estudio de los seres vivos. Los temas tratados incluyen: la ciencia, la composición química de los seres vivos, virus, células, ciclo celular, mitosis, meiosis, genética, herencia, organismos multicelulares, sistemas de órganos, nutrición animal, ecología y evolución.

Esta guía contiene todas las actividades prácticas que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la asignatura, orientadas a reforzar los conceptos teóricos, comprender los procesos biológicos y desarrollar habilidades en el trabajo de laboratorio.

A partir de los conceptos fundamentales abordados, el estudiante de **Biología General** deberá ser capaz de analizar, comprender, comparar, sintetizar e integrar los conocimientos adquiridos.

Las docentes de la asignatura son:

- Dra. Adriana Salinas (responsable de la asignatura)
- Mg. Andrea Videla (responsable de prácticos)
- Dra. María Angélica Gómez (colaboradora de trabajos prácticos)
- Lic. Marcela Uribe (colaboradora de trabajos prácticos)

Colaboración en la redacción: Prof. Laura Engel (pasante docente)

Edición general: Lic. Ignacio Vargas

ÍNDICE

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO	1
TRABAJO PRÁCTICO Nº1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS	7
TRABAJO PRÁCTICO Nº2: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I	20
TRABAJO PRÁCTICO Nº3: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA II	25
TRABAJO PRÁCTICO Nº4: MEMBRANA PLASMÁTICA: TRANSPORTE	29
TRABAJO PRÁCTICO Nº5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN	34
TRABAJO PRÁCTICO Nº6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS	42
TRABAJO PRÁCTICO Nº7: MEIOSIS: REPRODUCCIÓN SEXUAL	50
TRABAJO PRÁCTICO Nº8: HERENCIA MENDELIANA	56
ANEXO I: SEMINARIOS	
<u>SEMINARIO 1: RIESGOS SANITARIOS</u>	59
<u>SEMINARIO 2: ECOLOGÍA</u>	68

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

OBJETIVO

- Contribuir a la instrumentación de medidas de seguridad básicas que prevengan, protejan y/o eliminen los riesgos físicos, químicos y biológicos en los Trabajos Prácticos de Laboratorio.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

El trabajo en un laboratorio implica riesgos potenciales de accidentes debido a las sustancias químicas y los equipos empleados, así como a posibles errores durante la realización de experimentos. Por esta razón, la seguridad y protección de la salud son aspectos fundamentales para garantizar un ambiente de estudio y trabajo seguro. Todo estudiante, docente o empleado debe seguir estrictamente las normas de seguridad e higiene en el laboratorio.

Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL):

Las Buenas Prácticas de Laboratorio incluyen una serie de reglas, recomendaciones y prohibiciones basadas en el conocimiento, el sentido común y la cooperación en el entorno de trabajo. Entre ellas:

- No ingresar al laboratorio sin la presencia de un profesor.
- Seguir todas las indicaciones del docente.
- Estudiar las experiencias de laboratorio antes de la clase.
- Está prohibido el uso de teléfonos celulares mientras se trabaja en el laboratorio.
- No se permite comer, beber, fumar, maquillarse ni manipular lentes de contacto en el laboratorio, incluso cuando no se estén realizando actividades prácticas.

Responsabilidades y Precauciones en el Laboratorio:

- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada, evitando colocar objetos personales como libros o abrigos sobre las mesas. La limpieza de la mesa debe realizarse tanto al iniciar como al finalizar el trabajo.
- En caso de salpicaduras, limpiar inmediatamente con agua y secar con un paño.
- Al concluir la práctica, limpiar y organizar todo el material utilizado.
- Es obligatorio el uso de vestimenta adecuada, que incluye un guardapolvo de manga larga, preferentemente de algodón, que cubra la ropa de calle y no sea usado fuera del laboratorio, además de zapatos cerrados y cabello recogido.
- Si el guardapolvo tiene mangas anchas, deben arremangarse antes de realizar cualquier experimento.
- Evitar el contacto directo con productos químicos. Si ocurre accidentalmente, lavarse las manos de inmediato sin tocarse la cara.
- No probar ni oler ningún producto químico.
- Usar antiparras o gafas de seguridad siempre que los trabajos prácticos lo requieran, ya que los ojos pueden absorber compuestos químicos peligrosos o estar expuestos a vapores o aerosoles. Las gafas son de uso personal y no deben compartirse.
- Es obligatorio usar guantes apropiados para los reactivos que se manipulen. Estos protegen contra agentes tóxicos, quemaduras y cortes. Los guantes deben desecharse antes de tocar objetos como lapiceras, carpetas o teclados.
- Prohibido pipetear con la boca. Se deben utilizar pipetas con propipetas o automáticas.
- Alumnos y docentes deben estar familiarizados con los elementos de seguridad, como salidas de emergencia, extintores, botiquines de primeros auxilios y lavaojos.
- Informar inmediatamente al docente sobre cualquier herida, incluso cortes pequeños, que ocurra durante la práctica.

Riesgos químicos:

- Considerar cualquier producto químico como potencialmente tóxico, ya sea por sí solo o por sus reacciones.
- Los trabajos que generen gases, vapores o partículas deben realizarse en laboratorios con campanas de extracción.

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

- Lavar las manos con jabón después de manipular productos químicos.
- No devolver los sobrantes a los frascos originales.
- Manipular ácidos y bases fuertes con precaución, ya que pueden ser corrosivos. En mezclas, siempre agregar el ácido sobre el agua, nunca al revés.
- Mantener los frascos cerrados y evitar inhalar sus contenidos, especialmente en el caso de sustancias que emiten vapores tóxicos (alcohol, éter, amoníaco, etc.).
- Evitar el contacto con fuentes de calor y no manipular sustancias inflamables cerca de ellas. Si es necesario calentar, hacerlo en Baño María, nunca sobre llama directa.

Riesgos biológicos:

- El personal debe conocer el nivel de riesgo en la manipulación de microorganismos, cultivos celulares, animales o muestras biológicas, así como los protocolos de seguridad asociados.

Normas para manipular instrumentos y aparatos eléctricos

- Desconectar los aparatos antes de manipularlos.
- No encender circuitos eléctricos sin revisión previa del profesor.
- No utilizar herramientas o máquinas sin conocer su uso y normas de seguridad.

Normas para manipular material de vidrio

- Manipular con cuidado el material frágil, como el vidrio.
- El vidrio caliente no se distingue a simple vista del frío; dejar enfriar antes de tocar.
- Informar al profesor de cualquier material roto o averiado.
- Utilizar pinzas de madera para sostener instrumental de vidrio caliente. Al calentar tubos de ensayo, evitar dirigir la abertura hacia uno mismo o compañeros.

Pictogramas de peligrosidad

Las etiquetas de los productos químicos y las fichas de datos de seguridad ofrecen información clave sobre la peligrosidad de una sustancia. La Figura 2 describe los principales pictogramas y categorías de riesgo.

 Corrosivo Corrosive Corrosif C	Corrosivos: Sustancias que, al entrar en contacto con tejidos vivos, pueden dañarlos gravemente. Ejemplos: Ácido sulfúrico (H_2SO_4), sosa cáustica (NaOH), ácido clorhídrico (HCl).
 Irritante Irritant Irritant Xi	Irritantes: Sustancias que, sin ser corrosivas, pueden causar inflamación al contacto breve o repetido con la piel o mucosas. Ejemplos: Amoníaco (NH_3), acetona, solventes orgánicos.
 Tóxico Toxic Toxique T	Tóxicos: Sustancias que, en pequeñas cantidades, pueden causar efectos graves, crónicos o incluso la muerte, ya sea por inhalación, ingestión o contacto con la piel. Ejemplos: Trióxido de arsénico (As_2O_3), cloruro de mercurio ($HgCl_2$), benceno (C_6H_6).

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

 <p>Extremadamente inflamable Extremely flammable Extrêmement inflammable</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">F+</p>	<p>Extremadamente inflamables: Sustancias líquidas o gaseosas que, a temperatura y presión normales, se inflaman en contacto con el aire debido a su bajo punto de inflamación y ebullición. Ejemplo: Butano.</p>
 <p>Explosivo Explosive Explosible</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">E</p>	<p>Explosivos: Sustancias que pueden detonar rápidamente, incluso sin oxígeno, debido a la rápida formación de gases. Son sensibles a la llama, choque o fricción. Ejemplos: Metano (CH_4), gas de garrafa.</p>
 <p>Comburente Oxidising Comburant</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">O</p>	<p>Comburentes: Sustancias que reaccionan intensamente con otras, especialmente inflamables, produciendo una reacción exotérmica. Ejemplo: Permanganato de potasio (KMnO_4).</p>
 <p>Nocivo Harmful Nocif</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">Xn</p>	<p>Nocivos: Sustancias que pueden causar daños agudos o crónicos al ser inhaladas, ingeridas o por contacto con la piel. Ejemplos: Piridina, etanol.</p>
 <p>Peligroso para el Medio Ambiente</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">N</p>	<p>Peligrosos para el medio ambiente: Sustancias que representan un riesgo para el entorno, pudiendo dañar uno o varios componentes del ecosistema. Ejemplo: Bromuro de metilo.</p>

FIGURA 2: PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

FIGURA 3: INCOMPATIBILIDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Almacenamiento de productos químicos

El almacenamiento de productos químicos en el laboratorio conlleva riesgos significativos que pueden derivar en accidentes graves si no se implementan las medidas técnicas y organizativas adecuadas. Los riesgos asociados están vinculados a la peligrosidad intrínseca de los productos, la cantidad almacenada, el tipo y tamaño de los envases, la ubicación y organización de los armarios, así como a la gestión y mantenimiento de las condiciones de seguridad. Además, es crucial considerar el nivel de formación e información de los usuarios del laboratorio.

Es importante reconocer que el almacenamiento prolongado de productos químicos también conlleva riesgos inherentes. Este puede dar lugar a reacciones de polimerización o descomposición, lo que puede resultar en la formación de peróxidos inestables o la acumulación de gases debido a la descomposición lenta de las sustancias. Estos procesos pueden provocar la ruptura de los recipientes, los cuales, con el tiempo, pueden volverse más frágiles y romperse.

Criterios generales para el almacenamiento de los productos químicos

Para el almacenamiento seguro de productos químicos, es fundamental considerar los siguientes aspectos:

- **Etiquetado:** Asegurarse de que todos los productos estén adecuadamente etiquetados. Las etiquetas proporcionan información crucial sobre los riesgos asociados, a través de pictogramas de riesgo (Figura 2) que ayudan a determinar las condiciones de almacenamiento adecuadas.
- **Ficha de Datos de Seguridad (FDS):** Tener disponible la ficha de datos de seguridad para cada producto, que proporciona información detallada sobre su manejo y almacenamiento seguro.
- **Registro de Recepción:** Mantener un registro actualizado de la recepción de los productos para evitar su envejecimiento. Este registro ayuda a gestionar el inventario y a prevenir el almacenamiento de productos caducados.
- **Clasificación y Agrupación:** Agrupar y clasificar los productos químicos según su riesgo, respetando las restricciones de almacenamiento conjunto para productos incompatibles y las cantidades máximas recomendadas. Utilizar estanterías y separar los productos en función del tamaño y el tipo de armarios.
- **Materiales Inertes:** Utilizar materiales inertes como elementos de separación entre productos peligrosos para prevenir reacciones accidentales.
- **Aislamiento de Productos Peligrosos:** Aislar productos cancerígenos, sustancias de alta toxicidad, sustancias pestilentes e inflamables, para minimizar riesgos.
- **Limitación del Stock:** Mantener el stock de productos al mínimo necesario para el trabajo diario, almacenando el exceso en áreas designadas y manteniendo solo los productos necesarios en el área de trabajo.
- **Ubicación del Almacenamiento:** Evitar almacenar productos químicos en pasillos, áreas de paso de vehículos, huecos de escaleras, vestíbulos de acceso general, salas de visitas y lugares de descanso para reducir riesgos.

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

- **Prevención de Reacciones Peligrosas:** Prevenir la combinación accidental de sustancias químicas que pueda resultar en reacciones peligrosas, como incendios, explosiones o emanaciones de gases tóxicos. Implementar medidas para evitar derrames, fugas y roturas de envases.
- **Inflamabilidad e Incompatibilidad con el Agua:** Considerar la inflamabilidad de los productos químicos y su compatibilidad con el agua. Algunos productos inflamables, como el azufre, el ácido acético, el metanol, el etanol y la acetona, son compatibles con el agua. Sin embargo, ciertos productos como los metales alcalinos (litio, calcio, sodio, magnesio) y algunos metales en estado pulverulento (aluminio, zinc, boro) reaccionan violentamente con el agua. Para estos casos, utilizar agentes extintores apropiados.
- **Reactivos Sensibles al Agua:** Mantener los reactivos sensibles al agua alejados de fuentes de agua y de materiales inflamables.
- **Almacenamiento de Productos Inflamables:** Almacenar todos los productos inflamables en lugares adecuados, separados de ácidos, bases y reactivos oxidantes.
- **Sustancias Corrosivas:** Tener en cuenta que las sustancias corrosivas pueden dañar sus recipientes y propagarse en el ambiente. Ejemplos de sustancias corrosivas incluyen el ácido fluorhídrico (que debe almacenarse en recipientes de plástico), el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico. Los vapores de ácidos pueden corroer materiales estructurales y equipos, y deben mantenerse a temperaturas adecuadas para evitar la congelación y ruptura de los envases.
- **Compatibilidad de Ácidos:** Evitar el almacenamiento simultáneo de compuestos de ácido nítrico y ácido sulfúrico para prevenir reacciones peligrosas.

Estantes y armarios de laboratorio

Para garantizar un almacenamiento seguro y eficiente de productos químicos en el laboratorio, se deben seguir las siguientes directrices:

- **Ubicación de Recipientes:** No colocar recipientes de más de medio litro en estantes elevados. Los recipientes grandes deben situarse en los niveles más bajos para evitar riesgos asociados con su manejo y posible caída.
- **Tipo de Estanterías:** Utilizar estanterías metálicas para el almacenamiento. Si se almacenan líquidos, es recomendable que las estanterías cuenten con bandejas para recoger posibles vertidos y prevenir daños y accidentes.
- **Características de los Armarios:** Los armarios deben tener patas regulables para permitir un ajuste adecuado y nivelado. En el caso de armarios destinados al almacenamiento de productos corrosivos, estos deben estar fabricados con materiales anticorrosivos, como polietileno, para asegurar su durabilidad y efectividad.

Trasvases

El trasvase de productos químicos es una actividad de alto riesgo en el laboratorio, ya que puede generar proyecciones, salpicaduras, contactos dérmicos, intoxicaciones y quemaduras. Para minimizar estos riesgos, es fundamental utilizar equipos de protección personal adecuados, con énfasis en la protección de manos, cara y sistema respiratorio. Además, deben seguirse procedimientos seguros, evitando el trasvase en interiores sin ventilación forzada, especialmente en el caso de productos inflamables y en sótanos. Es importante emplear bandejas para derrames y contar con extracción localizada de vapores. También se debe instalar lavaojos y duchas de emergencia en áreas cercanas a la manipulación de productos peligrosos.

Primeros auxilios en caso de accidente

Los accidentes más comunes en el laboratorio incluyen cortes, heridas, quemaduras, salpicaduras en los ojos e ingestión de productos químicos:

- **Cortes y heridas:** Lavar con agua y jabón la zona afectada y permitir que la herida sangre un poco para reducir el riesgo de infección. Aplicar desinfectante (solución yodada) y cubrir con gasa esterilizada. Si la hemorragia persiste o quedan objetos extraños en la herida, buscar atención médica.
- **Quemaduras o corrosiones:** Para quemaduras por fuego u objetos calientes, enfriar la zona afectada con agua potable y cubrir con gasa que contenga vaselina y antiséptico, evitando el uso de cremas o

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

hielo. Para quemaduras por productos químicos, enjuagar la piel y ojos con abundante agua, sin intentar neutralizar el químico, y buscar atención médica urgente, llevando la información de seguridad del producto.

- **Salpicaduras en los ojos:** En caso de contacto con ácidos o álcalis, irrigar los ojos con grandes cantidades de agua templada durante al menos 15 minutos, asegurándose de que el agua penetre bajo los párpados. Luego, acudir al médico.
- **Ingestión de productos químicos:** La atención médica urgente es prioritaria en caso de ingestión de productos químicos. No inducir el vómito. Para ácidos corrosivos, administrar leche de magnesio o grandes cantidades de leche. Para álcalis corrosivos, se recomienda administrar una solución de ácido acético al 1% y leche en grandes cantidades.
- **Fugas, derrames y salpicaduras:** En caso de derrames accidentales, actuar rápidamente utilizando agentes absorbentes o neutralizantes específicos. Los productos absorbentes usados deben desecharse en recipientes adecuados. Se desaconseja el uso de aserrín para líquidos inflamables o corrosivos, recomendando en su lugar carbón activo o sepiolita. Durante el proceso de limpieza, es fundamental emplear protección adecuada. Si el derrame afecta la ropa de trabajo, esta debe retirarse rápidamente, y en caso de contacto con la piel, es necesario consultar con un médico.

TELÉFONOS PARA CASOS DE EMERGENCIAS:

OPERADORA UNSL: 4520300

NOVA EMERGENCIAS MÉDICAS ESTUDIANTES UNSL: 2664611711 Y 2665077000

AUTOPISTA DE LA INFORMACIÓN: 4452000

BOMBEROS: 100

POLICÍA COMANDO RADIOELÉCTRICO: 911

HOSPITAL COMPLEJO SANITARIO SAN LUIS: 107

TABLA 1: SEGREGACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE DONDE SE DEBE COLOCAR	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACIÓN
Ordinarios o comunes	Bolsa negra o común	Son recolectados por la dependencia correspondiente
Infeciosos o de riesgo biológico	Bolsa roja	Desactivación previa en autoclave, luego se incinera
Animales de experimentación	Bolsa negra	Se congelan y luego se incineran
Punzo cortantes: agujas, cuchillas, restos de ampollas, láminas de bisturí, etc.	Recipiente para punzocortantes	Se almacenan en los recipientes adecuados, luego son recolectados e incinerados
Residuos ácidos o básicos	Recipientes plásticos	Neutralizar con una base o ácido débil según sea el caso, hasta un pH cercano a la neutralidad, luego verter en el desagüe.

BIBLIOGRAFÍA

- Cid Fabricio, Salinas Adriana. Guía de trabajos prácticos de Biología General 2018. FQByF. UNSL
- Colomer O. 2002. Manual de Seguridad en el Laboratorio. CARL ROTH, S. L. Barcelona.
- Menéndez C. J. A. 2008. Seguridad e Higiene: Manual para Laboratorios Químicos y Biológicos. Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis.
- Moya M. A.; Martínez Delgado, M. I.; Wessel, C.; Lorenzo, A. 2005. Manual de laboratorios. Educación, Prevención y Seguridad. 1° Ed. Facultad de Ingeniería. Universidad Austral.
- Rosell Farrás M. G. 2004. NTP 725: Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España.

TRABAJO PRÁCTICO N°1

MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

Temario: Compuestos orgánicos: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Definición, clasificación distribución y funciones biológicas.

INTRODUCCIÓN

Los seres vivos están compuestos por macromoléculas biológicas, también llamadas biomoléculas, que forman la base estructural de células y tejidos. Estas biomoléculas, esenciales para la vida, están constituidas principalmente por átomos de carbono, los cuales se enlazan con otros átomos como oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y fósforo. Las principales biomoléculas son los carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos.

MONÓMEROS Y POLÍMEROS

Los **monómeros** son moléculas pequeñas que se unen para formar **polímeros**, estructuras grandes y complejas. En las macromoléculas biológicas, los monómeros actúan como las unidades básicas que permiten construir polímeros esenciales para diversas funciones celulares.

En el caso de los **carbohidratos**, el monómero más común es la glucosa, que se une mediante **enlaces glucosídicos** para formar polímeros como el almidón en plantas y el glucógeno en animales. Sin embargo, existen otros monómeros que también pueden formar polímeros de carbohidratos. Por ejemplo, la quitina, presente en los exoesqueletos de artrópodos y las paredes celulares de los hongos, está compuesta por N-acetilglucosamina.

Las **proteínas** están formadas por monómeros llamados **aminoácidos**, los cuales se unen a través de **enlaces peptídicos** para constituir polipéptidos. Estos polipéptidos se pliegan en estructuras tridimensionales que les confieren propiedades funcionales en el organismo, como la catalización de reacciones o el transporte de moléculas.

Por otro lado, los **ácidos nucleicos**, como el ADN y el ARN, están formados por monómeros llamados **nucleótidos**. Estos nucleótidos se conectan mediante **enlaces fosfodiéster**, formando largas cadenas que almacenan y transmiten la información genética necesaria para el funcionamiento de las células.

Es importante destacar que los **lípidos**, aunque son macromoléculas esenciales, no se organizan mediante la repetición de monómeros para formar polímeros. Su estructura está basada en la unión de ácidos grasos a una molécula de glicerol, formando componentes como los triglicéridos o los fosfolípidos, pero sin seguir el patrón monómero-polímero que observamos en los carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos.

CARBOHIDRATOS

Generalidades

Los carbohidratos, formados por carbono, hidrógeno y oxígeno (C, H, O), incluyen moléculas fundamentales para la vida, como la glucosa, utilizada universalmente por las células como fuente de energía metabólica. El glucógeno, presente en el hígado y los músculos, es una reserva energética fácilmente disponible en los animales. Otros ejemplos son la ribosa y desoxirribosa, componentes estructurales de los ácidos nucleicos. En la biósfera, la celulosa es la biomolécula más abundante, formando parte de las paredes celulares vegetales y de materiales comunes como la madera y el algodón. Asimismo, la sacarosa, conocida como azúcar de mesa, es un carbohidrato cotidiano.

Clasificación

1. **Monosacáridos:** Sustancias cristalinas, solubles en agua y generalmente de sabor dulce. Su clasificación depende de la cantidad de carbonos en su cadena principal. Ejemplo: glucosa.
2. **Oligosacáridos:** Compuestos por entre 2 y 10 monosacáridos unidos mediante enlaces covalentes glucosídicos. Los disacáridos, que contienen dos monosacáridos, son los más relevantes, destacando la maltosa, sacarosa y lactosa.
3. **Polisacáridos:** Grandes moléculas formadas por más de 100 monosacáridos unidos mediante enlaces covalentes. Desempeñan funciones como el almacenamiento de energía, por ejemplo, el glucógeno en animales y el almidón en plantas. Otros polisacáridos tienen funciones estructurales, como la celulosa.

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

en las paredes celulares de las plantas y la quitina en las de los hongos. A diferencia de los monosacáridos y disacáridos, los polisacáridos son insolubles en agua, no cristalinos y carecen de sabor dulce.

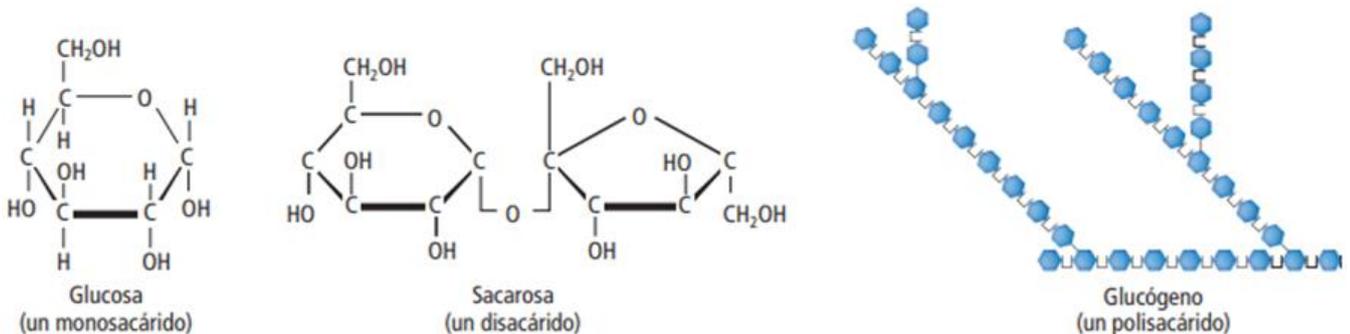


FIGURA 4: LA GLUCOSA ES UN MONOSACÁRIDO. LA SACAROSA ES UN DISACÁRIDO COMPUESTO POR MONOSACÁRIDOS DE GLUCOSA Y FRUCTOSA. EL GLUCÓGENO ES UN POLISACÁRIDO RAMIFICADO A BASE DE MONÓMEROS DE GLUCOSA. FUENTE: BIOLOGÍA- EDITORIAL MCGRAW-HILL EDUCATION.

Alimentos ricos en carbohidratos

Junto con proteínas y grasas, los carbohidratos son uno de los tres nutrientes esenciales presentes en alimentos y bebidas. En el organismo, los carbohidratos se descomponen en glucosa, la principal fuente de energía para las células, tejidos y órganos. Los carbohidratos en los alimentos se clasifican en tres tipos principales: azúcares, almidones y fibra.



FIGURA 5: ALIMENTOS RICOS EN CARBOHIDRATOS. FUENTE: [HTTPS://MEDLINEPLUS.GOV/SPANISH/CARBOHYDRATES.HTML](https://medlineplus.gov/spanish/carbohydrates.html)

ÁCIDOS NUCLEICOS

Generalidades, clasificación y función

Los ácidos nucleicos son macromoléculas formadas por la unión de **nucleótidos** mediante enlaces químicos. Estas moléculas, presentes en todas las células, ya sea en el núcleo (en eucariotas) o en el nucleoide (en procariontes), también se encuentran en ciertos orgánulos como mitocondrias y cloroplastos. Los ácidos nucleicos almacenan, transmiten y expresan la información genética, regulando la producción de proteínas. Existen dos tipos: **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y **ARN** (ácido ribonucleico), ambos presentes en todas las células.

Nucleótidos de los ácidos nucleicos

Los nucleótidos están formados por tres componentes:

- **Bases nitrogenadas:** compuestos cíclicos de carbono y nitrógeno. Existen dos tipos:
 - Bases pirimidínicas: derivadas de la pirimidina. La citosina (C) se encuentra tanto en ADN como en ARN; la timina (T) solo en ADN; y el uracilo (U) solo en ARN.
 - Bases púricas: derivadas de la purina, siendo la adenina (A) y la guanina (G) las principales, presentes en ambos tipos de ácidos nucleicos.
- **Pentosa:** ribosa en ARN y desoxirribosa en ADN.
- **Ácido ortofosfórico** (H_3PO_4): en forma de ion fosfato.

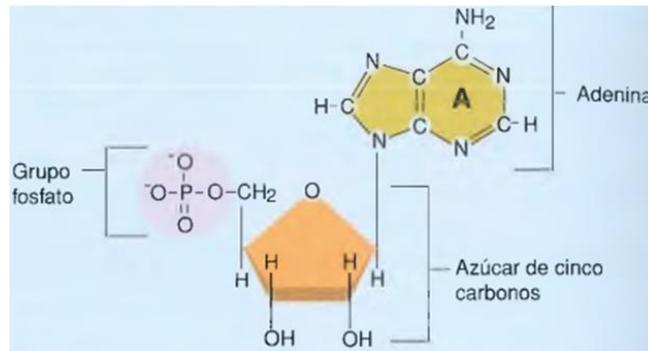


FIGURA 6: ESTRUCTURA DE UN NUCLEÓTIPO. FUENTE: INVITACIÓN A LA BIOLOGÍA EN CONTEXTO SOCIAL- 7MA EDICIÓN.

Estructura química

1. **ADN:** Está compuesto por dos cadenas enrolladas en forma de doble hélice, mantenidas por puentes de hidrógeno entre las bases complementarias (A-T y C-G) (Figura 7b). Las cadenas de ADN son complementarias, no idénticas en la secuencia de bases. El modelo de doble hélice propuesto por Watson y Crick en 1953 explicó cómo se realiza la replicación del ADN.
2. **ARN:** Consiste en una cadena simple, lineal o con estructuras particulares como horquillas (Figura 7a). Existen tres tipos de ARN:
 - ARN ribosómico (ARNr): forma parte de los ribosomas, donde ocurre la síntesis de proteínas.
 - ARN mensajero (ARNm): dirige la secuencia de aminoácidos en la proteína que se va a sintetizar.
 - ARN de transferencia (ARNt): transporta aminoácidos para ensamblarlos en la secuencia que conformará la proteína.

Otros nucleótidos de importancia biológica

Existen nucleótidos que no forman parte de los ácidos nucleicos, pero que intervienen en el metabolismo celular. Entre ellos se destaca el **ATP** (adenosín trifosfato), coenzima esencial que actúa como intermediario energético en las reacciones celulares. El ATP puede liberar energía al romper su último enlace fosfato, formando ADP + P, o almacenar energía para formar ATP nuevamente. Cuando la célula libera energía, esta se emplea para llevar a cabo funciones, como el movimiento, la síntesis de moléculas, la producción de calor, la transmisión nerviosa y el transporte activo. Por lo tanto, actúa como una molécula clave en el almacenamiento y la distribución eficiente de energía.

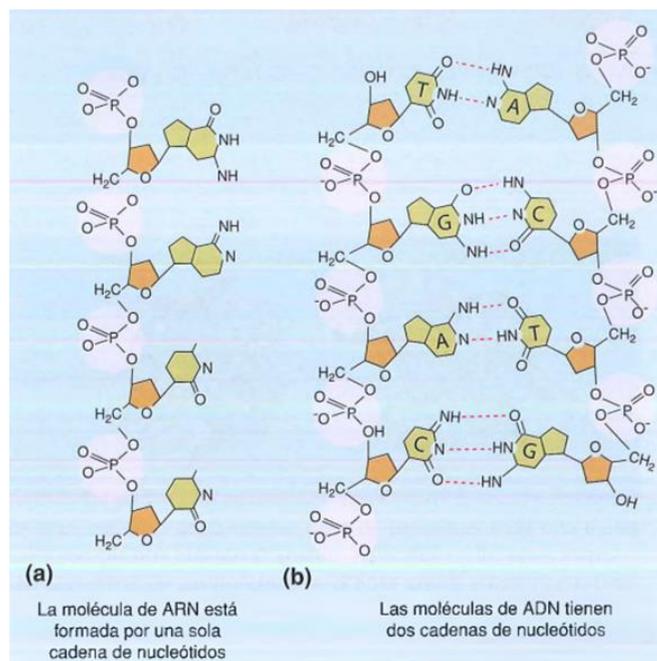


FIGURA 7: A) ARN DE UNA SOLA CADENA. B) ADN CON DOS CADENAS DE NUCLEÓTIPOS ENROLLADAS SOBRE SÍ MISMA, FORMANDO UNA DOBLE HÉLICE. FUENTE: INVITACIÓN A LA BIOLOGÍA EN CONTEXTO SOCIAL- 7MA EDICIÓN.

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

Otros nucleótidos importantes incluyen el **NAD** (nicotina-adenina-dinucleótido), el **FAD** (flavina-adenina-dinucleótido), y el **NADP** (nicotina-adenina-dinucleótido fosfato), que actúan como coenzimas en procesos de transferencia de electrones en reacciones de óxido-reducción.

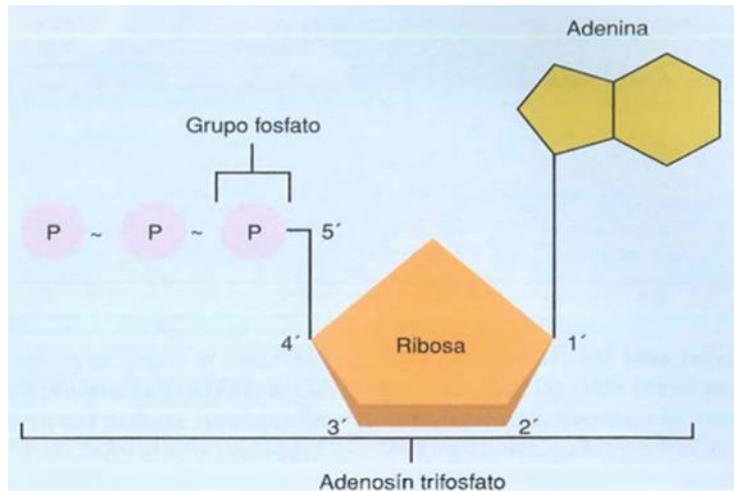


FIGURA 8: MOLÉCULA DE ATP (ADENOSÍN TRIFOSFATO). LA DIFERENCIA CON EL AMP O ADP ES LA CANTIDAD DE GRUPOS FOSFATO. FUENTE: INVITACIÓN A LA BIOLOGÍA EN CONTEXTO SOCIAL- 7MA EDICIÓN.

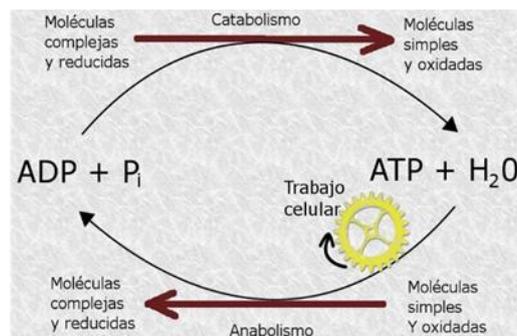


FIGURA 9: EL ATP FUNCIONA COMO MONEDA ENERGÉTICA CONECTANDO CATABOLISMO CON ANABOLISMO.

[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=1GZF6RIUFIU](https://www.youtube.com/watch?v=1GZF6RIUFIU)

Alimentos ricos en ácidos nucleicos

Fuentes vegetales de ácidos nucleicos incluyen porotos, guisantes, lentejas, espinacas, espárragos, coliflor y hongos. Las carnes y vísceras contienen nucleótidos de origen animal.



FIGURA 10: ALIMENTOS RICOS EN ÁCIDOS NUCLEICOS. FUENTE: [HTTPS://WWW.VITONICA.COM/ALIMENTOS/LACTEOS-CARNES-NO-PROCESADAS-PUEDEN-AYUDAR-A-TU-SALUD-CARDIOVASCULAR](https://www.vitonica.com/alimentos/lacteos-carnes-no-procesadas-pueden-ayudar-a-tu-salud-cardiovascular)

PROTEÍNAS

Generalidades

Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos, los cuales se enlazan mediante enlaces peptídicos. El orden y la secuencia de estos aminoácidos están determinados por el código genético de cada organismo. Todas las proteínas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y la mayoría también incluye azufre y fósforo. Representan aproximadamente el 50% del peso seco de los tejidos del organismo y se encuentran presentes en todas las células del cuerpo, desempeñando un rol esencial en casi todos los procesos biológicos.

Funciones de las proteínas

Las proteínas desempeñan un papel fundamental en los organismos, son esenciales para el crecimiento, síntesis, transporte y mantenimiento de diversos tejidos o componentes del cuerpo como ejemplos de estas tenemos los jugos gástricos, la hemoglobina, las vitaminas, las hormonas y las enzimas. Otras funciones más específicas son, por ejemplo, las de los anticuerpos, un tipo de proteínas que actúan como defensa natural frente a posibles infecciones o agentes externos; el colágeno, cuya función de resistencia lo hace imprescindible en los tejidos de sostén, o la miosina y la actina, dos proteínas musculares que hacen posible el movimiento, entre muchas otras.

Clasificación de las proteínas

Según la forma:

- **Proteínas fibrosas:** Son alargadas e insolubles en agua. Ejemplos de estas proteínas incluyen la queratina, el colágeno y la fibrina.
- **Proteínas globulares:** Poseen una forma esférica y compacta, y son solubles en agua. Este grupo incluye la mayoría de las enzimas, anticuerpos, y algunas hormonas.
- **Proteínas mixtas:** Combinan características de las proteínas fibrosas y globulares. Ejemplos de este tipo son el fibrinógeno, la miosina y algunos anticuerpos.

Según la composición química:

- **Proteínas simples (holoproteínas):** Están compuestas exclusivamente por aminoácidos. Ejemplos de proteínas simples son la insulina y el colágeno.
- **Proteínas conjugadas (heteroproteínas):** Están formadas por aminoácidos y un grupo prostético, es decir, una sustancia de naturaleza no proteica. Un ejemplo de proteína conjugada es la hemoglobina.

Alimentos ricos en proteínas

Las proteínas se encuentran principalmente en alimentos de origen animal, como la carne, el pescado, los huevos y la leche. Sin embargo, también están presentes en alimentos de origen vegetal, como la soja, las legumbres y los cereales, aunque en menor proporción. Las proteínas son esenciales en la dieta, ya que los aminoácidos que las componen pueden ser clasificados como esenciales o no esenciales. Los aminoácidos esenciales no son sintetizados por el organismo, por lo que deben obtenerse a través de la alimentación. Son especialmente importantes para personas en etapas de crecimiento, como niños y adolescentes, así como para mujeres embarazadas, ya que contribuyen a la formación de nuevas células.



FIGURA 11: ALIMENTOS RICOS EN PROTEÍNAS. FUENTE: [HTTPS://WWW.WEBCONSULTAS.COM/DIETA-Y-NUTRICION/NUTRIENTES/QUE-SON-LAS-PROTEINAS-Y-NECESIDADES-EN-LA-DIETA](https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/nutrientes/que-son-las-proteinas-y-necesidades-en-la-dieta)

LÍPIDOS

Generalidades

A menudo se considera a las grasas como sustancias perjudiciales, pero, al igual que otras macromoléculas biológicas, cumplen funciones esenciales en la biología de los seres humanos y otros organismos. De hecho, estudios recientes indican que el azúcar puede ser una causa más importante de problemas de salud que las grasas. Las grasas son solo un tipo de lípido, una categoría de moléculas caracterizadas por su incapacidad para mezclarse bien con el agua. En general, los lípidos son hidrofóbicos y no polares, y están compuestos principalmente por cadenas hidrocarbonadas, aunque pueden presentar algunas variaciones estructurales. Debido a estas diferencias en su estructura, los diversos tipos de lípidos cumplen múltiples funciones en los organismos. En términos generales, los lípidos desempeñan las siguientes funciones: actúan como reservas de energía, proporcionan aislamiento térmico, conforman las membranas celulares, forman capas impermeables en las hojas y constituyen unidades estructurales de hormonas, como la testosterona.

Clasificación

1. Grasas y aceites:

Una molécula de grasa está compuesta por dos partes: un esqueleto de glicerol y tres colas de ácidos grasos. El glicerol es una pequeña molécula orgánica que contiene tres grupos hidroxilo ($-OH$). Por otro lado, un ácido graso consiste en una larga cadena hidrocarbonada unida a un grupo carboxilo ($-COOH$). En general, un ácido graso típico posee entre 12 y 18 átomos de carbono, aunque algunos pueden contener desde 4 hasta 36 átomos.

Para formar una molécula de grasa, cada uno de los grupos hidroxilo del glicerol reacciona con un grupo carboxilo de los ácidos grasos mediante una reacción de síntesis por deshidratación. Este proceso da lugar a una molécula de grasa con tres colas de ácidos grasos unidas al esqueleto de glicerol a través de enlaces éster (un enlace que contiene un átomo de oxígeno junto a un grupo carbonilo, $C=O$). Los **triglicéridos**, otro nombre para las moléculas de grasa, pueden presentar tres colas de ácidos grasos que sean idénticas o diferentes, variando en longitud o en la presencia de enlaces dobles.

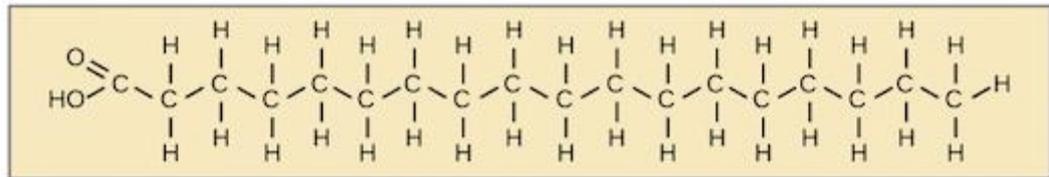
En el organismo humano, los triglicéridos se almacenan principalmente en células especializadas conocidas como adipocitos, que conforman el tejido adiposo. Si bien la mayoría de los ácidos grasos se encuentran dentro de las moléculas de grasa, algunos también existen en estado libre en el cuerpo.

La función de las grasas

Aunque el consumo excesivo de alimentos fritos y otros alimentos con alto contenido de grasas puede contribuir al aumento de peso y otros problemas de salud, las grasas son fundamentales para el organismo debido a las múltiples funciones que desempeñan. Por ejemplo, muchas vitaminas son liposolubles, lo que significa que deben asociarse con moléculas de grasa para que el cuerpo pueda absorberlas de manera eficaz. Además, las grasas constituyen una fuente altamente eficiente de almacenamiento de energía a largo plazo, ya que proporcionan más del doble de energía por gramo en comparación con los carbohidratos. Las grasas también desempeñan un papel fundamental en la aislación térmica del cuerpo. Al igual que con otras macromoléculas biológicas, es esencial consumir grasas en cantidades adecuadas para mantener el funcionamiento óptimo del organismo.

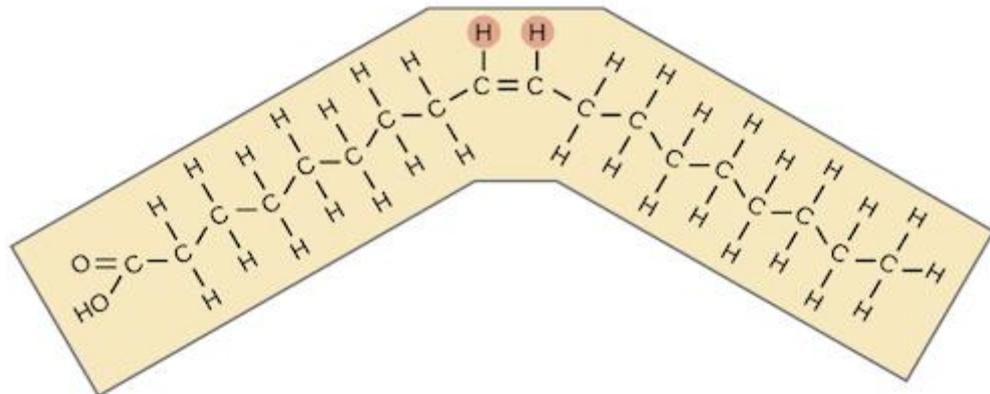
Ácido graso saturado

Ácido esteárico



Ácidos grasos insaturados

Ácido oleico cis



Ácido oleico trans

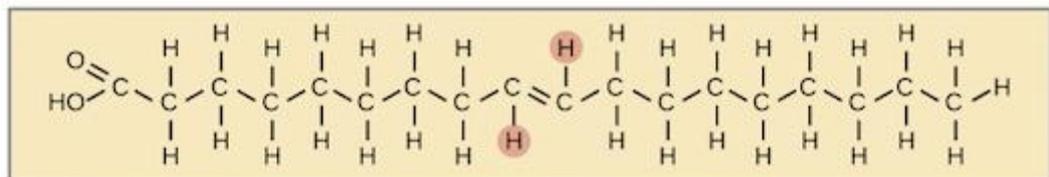


FIGURA 13: ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS. FUENTE:

[HTTPS://BIOLOGIACOMPARTIDA.WORDPRESS.COM/TEMA-1-BIOLOGIA-MOLECULAR/](https://biologiacompartida.wordpress.com/tema-1-biologia-molecular/)

- *Grasas trans*

Las **grasas trans** son grasas insaturadas con enlaces dobles trans en sus colas de ácidos grasos. Son raras en la naturaleza, pero se producen industrialmente mediante un proceso llamado hidrogenación parcial, en el que se pasa hidrógeno gaseoso a través de aceites cis-insaturados para convertir algunos de sus enlaces dobles en enlaces simples. El objetivo es otorgar a los aceites propiedades de las grasas saturadas, como la solidez a temperatura ambiente. Sin embargo, este proceso puede cambiar la configuración de algunos enlaces cis a trans, generando grasas trans. Estas grasas pueden compactarse más fácilmente y suelen ser sólidas a temperatura ambiente, como ocurre en ciertas mantecas vegetales.

Las grasas trans han demostrado ser perjudiciales para la salud, con una estrecha relación con la cardiopatía coronaria. Debido a esto, la FDA prohibió su uso en alimentos, dando a las empresas un plazo para eliminar las grasas trans de sus productos.

- *Ácidos grasos omega*

Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 son esenciales para el cuerpo humano, pero no pueden ser sintetizados, por lo que deben obtenerse a través de la dieta. Fuentes destacadas de ácidos grasos omega-3 incluyen pescados de aguas frías como el salmón y el atún, así como semillas como la chía y el lino.

Los precursores de estos ácidos son el ácido alfa-linolénico (ALA) para omega-3 y el ácido linoleico (LA) para omega-6.

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

Los ácidos grasos omega tienen al menos dos enlaces cis-insaturados, lo que les da una forma curva. El DHA (ácido docosahexaenoico), derivado del ALA, es un ejemplo extremo, con seis enlaces cis-insaturados que lo curvan casi en un círculo.

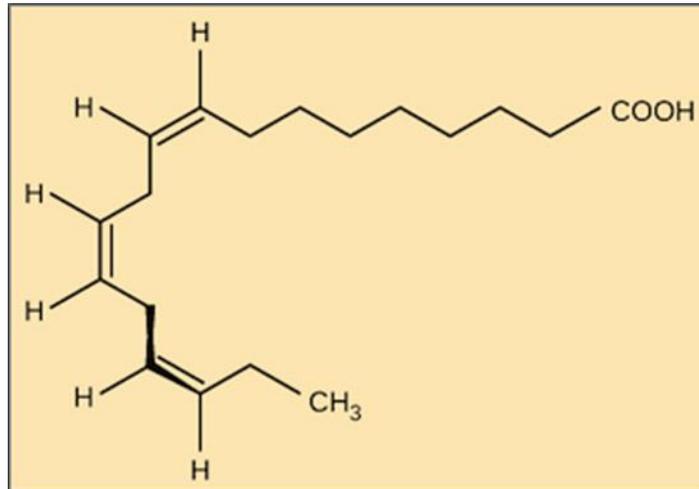


FIGURA 14: ÁCIDO ALFA-LINOLÉNICO (ALA), CON FORMA RIZADA DEBIDO A SUS TRES DOBLES ENLACES CIS. FUENTE: [HTTPS://LOUIS.PRESSBOOKS.PUB/GENERALBIOLOGY1LECLAB/CHAPTER/LIPIDS/](https://loUIS.pressbooks.pub/generalbiology1leclab/chapter/lipids/)

Omega-3 y omega-6 son precursores de moléculas de señalización que regulan procesos como la inflamación y el estado de ánimo. Los ácidos grasos omega-3, en particular, tienen beneficios cardiovasculares, como reducir el riesgo de muerte súbita por infarto, disminuir triglicéridos, bajar la presión arterial y prevenir la formación de coágulos sanguíneos.

2. Ceras:

Las ceras constituyen una categoría relevante de lípidos en el ámbito biológico. Se encuentran cubriendo las plumas de algunas aves acuáticas y la superficie de las hojas de ciertas plantas. Gracias a sus propiedades hidrofóbicas, impiden que el agua se adhiera o penetre en la superficie, lo que explica la formación de gotas sobre las hojas y por qué las aves no se mojan bajo la lluvia.



FIGURA 15: IMAGEN DE LA SUPERFICIE BRILLANTE DE UNA HOJA CUBIERTA DE CERA. FUENTE: [HTTPS://ES.KHANACADEMY.ORG/SCIENCE/BIOLOGY/MACROMOLECULES/LIPIDS/A/LIPIDS](https://es.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/lipids/a/lipids)

Estructuralmente, las ceras están compuestas por largas cadenas de ácidos grasos unidas a alcoholes mediante enlaces éster. En las ceras vegetales, además de estos componentes, pueden encontrarse carbohidratos sencillos.

3. Fosfolípidos:

Las membranas plasmáticas, que delimitan las células, impiden el derrame del citosol al funcionar como una barrera entre el interior celular y el entorno. Los fosfolípidos, principales

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

componentes de estas membranas, consisten en cadenas de ácidos grasos unidas a un esqueleto de glicerol. A diferencia de las grasas, los fosfolípidos tienen dos colas de ácidos grasos y un grupo fosfato modificado en el tercer carbono del glicerol. Los modificadores más comunes del grupo fosfato son la colina (un compuesto nitrogenado) y la serina (un aminoácido), los cuales confieren distintas propiedades y funciones a los fosfolípidos.

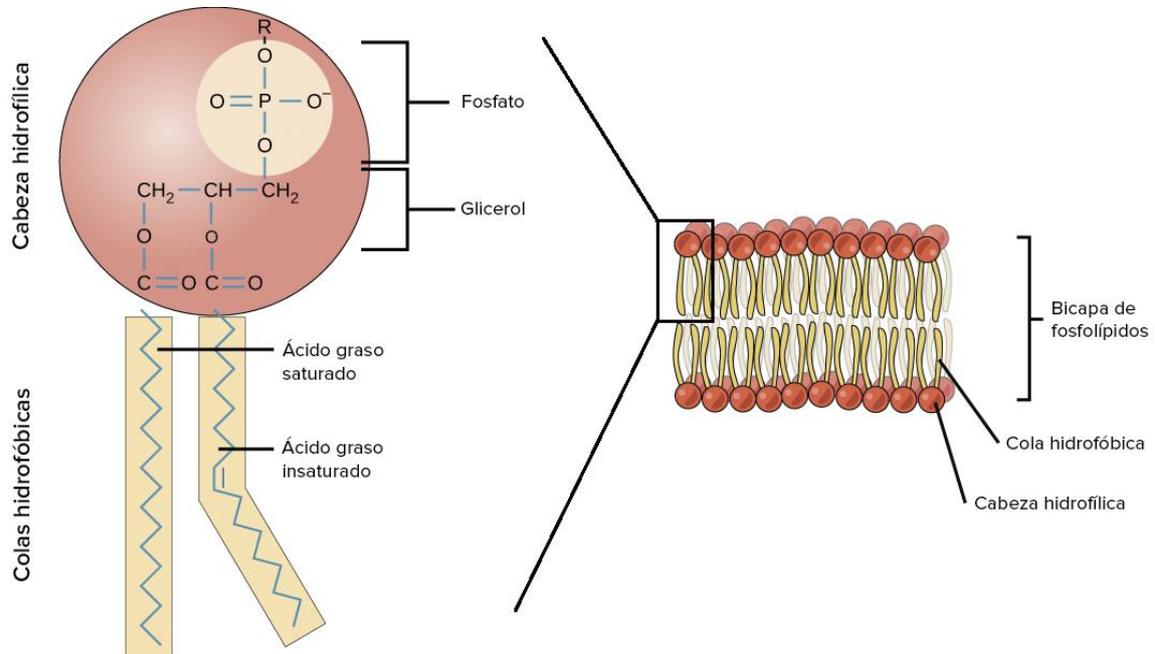


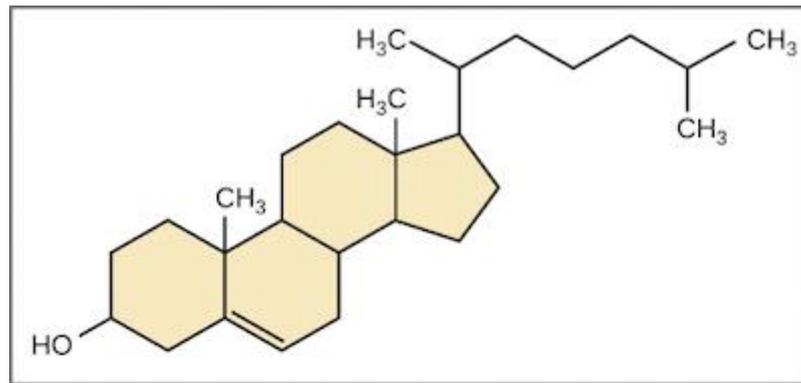
FIGURA 16: ESTRUCTURA DE UN FOSFOLÍPIDO QUE MUESTRA LAS COLAS HIDROFÓBICAS DE ÁCIDOS GRASOS Y LA CABEZA HIDROFÍLICA (QUE INCLUYE LOS ENLACES ÉSTER, EL ESQUELETO DE GLICEROL, EL GRUPO FOSFATO Y EL GRUPO R UNIDO AL GRUPO FOSFATO). FUENTE: [HTTPS://ES.KHANACADEMY.ORG/SCIENCE/AP-BIOLOGY/CELL-STRUCTURE-AND-FUNCTION/PLASMA-MEMBRANES/A/HS-THE-CELL-MEMBRANE-REVIEW](https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/plasma-membranes/a/hs-the-cell-membrane-review)

En las membranas, los fosfolípidos forman una bicapa con las cabezas hidrofílicas orientadas hacia el exterior y las colas hidrofóbicas hacia el interior, creando una estructura que evita el contacto de las colas con el agua. Esta disposición también permite la formación espontánea de micelas en presencia de agua, una configuración energéticamente favorable.

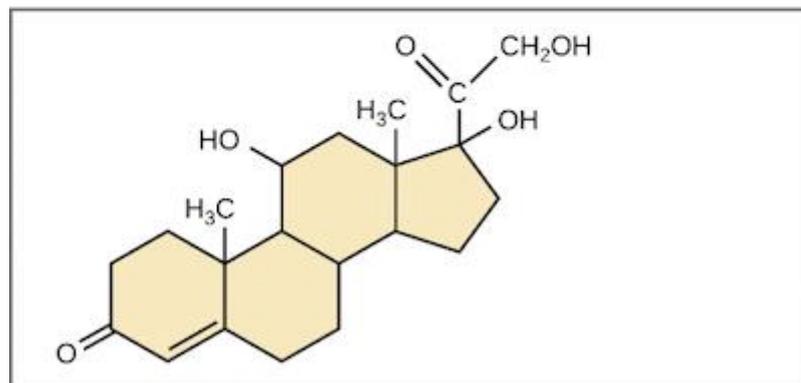
4. Esteroides:

Los esteroides son una clase de lípidos caracterizada por su estructura de cuatro anillos fusionados. Aunque no se asemejan estructuralmente a otros lípidos, se incluyen en esta categoría debido a su naturaleza hidrofóbica e insoluble en agua. Todos los esteroides presentan cuatro anillos de carbono interconectados, y algunos, como el colesterol, poseen una corta cola adicional. Muchos esteroides, incluyendo el colesterol, tienen un grupo funcional -OH, lo que los clasifica como alcoholes (esteroles).

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS



Colesterol



Cortisol

FIGURA 17: EJEMPLOS DE ESTEROIDES: COLESTEROL Y CORTISOL (AMBOS DE ORIGEN ANIMAL). TIENEN LA CARACTERÍSTICA ESTRUCTURAL DE CUATRO ANILLOS DE HIDROCARBUROS FUSIONADOS. FUENTE: [HTTPS://WWW.COLLEGESIDEKICK.COM/STUDY-GUIDES/INTROCHEM/STEROIDS](https://www.collegesidekick.com/study-guides/introchem/steroids)

El colesterol es el esteroide más común, sintetizado mayormente en el hígado y precursor de hormonas esteroideas como la testosterona y el estradiol, secretadas por las gónadas. Además, es un componente esencial para la síntesis de vitamina D y ácidos biliares, que facilitan la digestión y absorción de grasas. En las membranas celulares, el colesterol modula la fluidez y dinámica. En la sangre, su presencia puede ser beneficiosa (HDL) o perjudicial (LDL) para la salud cardiovascular.

BIBLIOGRAFÍA

- Curtis, H. (2016). Invitación a la biología en contexto social. Editorial Panamericana. Buenos Aires.
- Biggs, A. (2012). Biología y ciencias de Glencoe. McGraw-Hill Education. Estados Unidos.
- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Biología. Departamento de Biología General (2014) "Manual de prácticas de laboratorio de Biología General". Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Micocci, L. (2018) "Unidad 9. Biomoléculas: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos" en Química Biológica. Dirección de Articulación, Ingreso y Permanencia. Secretaría Académica. Universidad Nacional del Litoral.
- Colina, R.I. (2013) "Guía de Laboratorio de Biología" Facultad de medicina. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.htm>
- <https://es.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/lipids/a/lipids>
- <https://www.lechepuleva.es/corazon-sano/lipidos>

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Analizar la importancia de las biomoléculas como componentes fundamentales de las células.
- Identificar cualitativamente biomoléculas en diversos alimentos mediante el uso de reactivos específicos.
- Realizar la extracción y observación macroscópica de hebras de ADN.

1. PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PATRÓN

- Almidón: Colocar 1 mL de solución de almidón en un tubo de ensayo y agregar 1-5 gotas de reactivo de Lugol. La muestra adquirirá una coloración azul-violeta o negra.
- Azúcares 1: Colocar 1-2 mL de solución de glucosa en un tubo de ensayo y añadir 5 gotas de reactivo de Benedict. Calentar con precaución a llama directa durante 5 segundos. Repetir si es necesario. El color variará de verde a naranja, formando un precipitado rojo ladrillo.
- Azúcares 2: Colocar 1 mL de solución de glucosa al 5% en un tubo de ensayo y agregar 1 mL de reactivo de Fehling. Observar los resultados.
- Lípidos: Colocar 1-2 mL de aceite de cocina en un tubo de ensayo y añadir 1-2 gotas de reactivo de Sudán III. Un anillo rojo en el borde de la muestra indicará una reacción positiva. No agitar.
- Proteínas: Colocar 2 mL de solución de albúmina en un tubo de ensayo y añadir 5 gotas de reactivo de Biuret. Una coloración violeta confirmará una reacción positiva.

Registrar los colores observados en la Tabla 2 y conservar las soluciones patrón.

TABLA 2: ASPECTO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA PRUEBAS DE PRESENCIA DE ALMIDÓN (LUGOL), AZÚCARES REDUCTORES (BENEDICT), LÍPIDOS (SUDÁN III) Y PROTEÍNAS (BIURET)

TUBO	COLOR
Tubo 1: Lugol + Almidón	
Tubo 2: Benedict + Glucosa	
Tubo 3: Sudán III + Aceite	
Tubo 4: Biuret + Albúmina	

2. IDENTIFICACIÓN DE CARBOHIDRATOS EN ALIMENTOS

- **Materiales:** Reactivo de Benedict, tubos de ensayo, morteros, papa (*Solanum tuberosum*), cebolla (*Alium cepa*), agua destilada, baño maría, solución de azúcar, Lugol, cajas de Petri.

La prueba de Benedict identifica la presencia de azúcares reduciendo agentes oxidantes. Los monosacáridos y algunos disacáridos oxidan su grupo aldehído en solución salina, lo que resulta en un cambio de color.

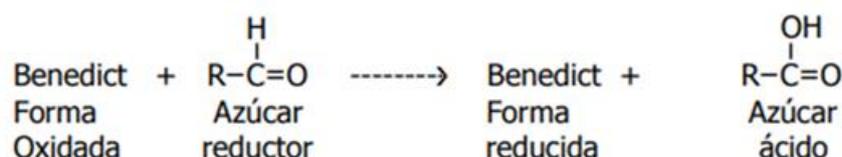


FIGURA 18: PRUEBA DE BENEDICT

- Marcar tres tubos de ensayo a 1 cm y 2 cm desde la base; identificarlos como A, B y C.

TP1: MACROMOLÉCULAS CONSTITUYENTES DE LA CÉLULA Y SU RELACIÓN CON LOS ALIMENTOS

- b. Macerar un trozo de cebolla en un mortero y verter el jugo en el tubo A hasta la marca de 1 cm.
- c. Macerar una papa y verter su jugo en el tubo B hasta la marca de 1 cm.
- d. Colocar agua destilada en el tubo C hasta la marca de 1 cm.
- e. Agregar reactivo de Benedict a los tres tubos hasta alcanzar la marca de 2 cm y mezclar.
- f. Colocar los tubos en un baño de agua hirviendo durante 3 minutos.
- g. Retirar los tubos y observar los cambios de color.
- h. Dibujar las observaciones.

3. IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS EN ALIMENTOS

- **Materiales:** Reactivo de Biuret, tubos de ensayo, morteros, agua destilada, alimentos diversos: embutidos, lácteos, clara de huevo.

Este ejercicio probará la presencia o ausencia de proteínas en diferentes alimentos.

- a. Marcar los tubos de ensayo a 1 cm y 2 cm desde la base e identificarlos.
- b. Macerar trozos de los alimentos seleccionados y verter el jugo en los tubos hasta la marca de 1 cm.
- c. Agregar reactivo de Biuret hasta la marca de 2 cm y mezclar.
- d. Observar los cambios de color, comparando con la solución patrón.
- e. Dibujar las observaciones.

4. IDENTIFICACIÓN DE LÍPIDOS EN DIFERENTES ALIMENTOS

- **Materiales:** Reactivo de Sudán III, tubos de ensayo, morteros, agua destilada, alimentos diversos: frutos secos, lácteos, yema de huevo.

Este ejercicio probará la presencia o ausencia de lípidos en diferentes alimentos.

- a. Marcar los tubos de ensayo a 1 cm y 2 cm desde la base e identificarlos.
- b. Macerar trozos de los alimentos seleccionados y verter el jugo en los tubos hasta la marca de 1 cm.
- c. Agregar reactivo de Sudán III hasta la marca de 2 cm y mezclar.
- d. Observar los cambios de color, guiándose por la solución patrón.
- e. Dibujar las observaciones.

5. EXTRACCIÓN DE ADN

- **Materiales:** Vasos de precipitado de 250 y 500 mL, varilla de agitación, mortero, embudo, papel de filtro o gasa, etanol frío, banana, sal, jabón líquido, agua destilada.
- **Preparación del buffer de extracción de ADN:** En un vaso de precipitado de 500 mL, colocar 260 mL de agua, 15 mL de jabón líquido para lavar platos, y ½ cucharadita de sal. Mezclar suavemente con una varilla de agitación, evitando la formación de espuma.
- **Extracción del ADN de banana**
 - a. En un mortero, macerar trozos de banana hasta que queden completamente deshechos.
 - b. Agregar 10 mL del buffer de extracción de ADN por cada trozo de banana utilizado y continuar macerando por 2 minutos adicionales, evitando la formación de espuma.
 - c. Filtrar la mezcla utilizando un embudo tapizado con papel de filtro o gasa, doblado según las indicaciones del profesor, y colocarlo sobre un vaso de precipitado de 250 mL.
 - d. Verter lentamente la mezcla de banana en el embudo y dejar que se filtre hasta obtener un líquido homogéneo y libre de residuos. Si el filtrado es lento, presionar suavemente el papel de filtro, evitando romperlo.
 - e. Verter despacio, por las paredes del vaso de precipitado que contiene el filtrado, 20 mL de etanol frío por cada banana utilizada, de tal forma que se forme una fase de etanol sobre el filtrado.
 - f. Observar la formación de hebras de ADN en la fase de etanol. Si se desea, extraer las hebras con una varilla de agitación.

TRABAJO PRÁCTICO N°2

MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I

Temario: El microscopio como instrumento para estudiar la estructura de las células.

INTRODUCCIÓN: UNA VISIÓN HISTÓRICA

El estudio de los seres vivos revela una enorme diversidad de formas de vida, con más de cuatro millones de especies conocidas, que incluyen bacterias, protozoos, vegetales, animales y hongos. A pesar de su variada morfología, funciones y comportamientos, todos los organismos vivos comparten una organización celular y molecular básica: todas las células intercambian materia y energía con su entorno.

En la Antigüedad, filósofos y naturalistas concluyeron que, pese a su complejidad, animales y plantas estaban formados por estructuras repetitivas. Estas observaciones se limitaban a elementos macroscópicos como raíces, hojas y flores en plantas, o segmentos y órganos en animales. Hasta el siglo XVIII, los estudios sobre los seres vivos fueron principalmente anatómicos, basados en la observación y disección de órganos y sistemas accesibles sin instrumentos avanzados. Se creía que la forma y la función estaban intrínsecamente ligadas, como postuló Cuvier (1769-1832), quien argumentaba que el ojo humano estaba diseñado específicamente para ver.

El holandés Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723), considerado el fundador de la histología, fue el primero en observar bacterias, fibras musculares y otras células mediante microscopios de lentes simples que él mismo fabricaba. En el siglo XVII, los microscopistas exploraban un campo de investigación inédito, abriendo la puerta a un universo que hasta entonces había sido imperceptible.

El mundo vivo se organiza en jerarquías, desde la célula hasta las poblaciones y ecosistemas. Los límites que definen los distintos niveles de estudio son en gran medida artificiales, impuestos por el "poder de resolución" de los instrumentos disponibles. El ojo humano, por ejemplo, tiene un límite de resolución de 0,1 mm (100 µm), mientras que los microscopios ópticos modernos permiten distinguir dos puntos separados por 0,2 µm, con aumentos de hasta 2000X.

Estudio de la Materia Viva

La materia viva puede estudiarse en tres aspectos fundamentales:

- **Aspecto Morfológico:** Analiza la forma y el tamaño de los organismos a nivel macroscópico y microscópico. Ejemplos incluyen:
 - Anatomía: Estudio de órganos y sistemas.
 - Histología: Estudio de tejidos.
 - Citología: Estudio de células.
- **Aspecto Químico:** Se enfoca en la composición química de la materia viva, la distribución y cantidad de compuestos, así como las reacciones químicas que ocurren en los organismos.
- **Aspecto Funcional:** Se refiere al estudio de los procesos fisiológicos, tanto a nivel celular como de sistemas y órganos.

MICROSCOPIO ÓPTICO

El microscopio óptico es un instrumento fundamental para visualizar cuerpos diminutos, no perceptibles a simple vista, mediante la amplificación de imágenes. Este dispositivo resulta esencial en diversas disciplinas científicas como la citología, biología y microbiología.

Se define como un instrumento óptico que combina lentes para generar imágenes ampliadas de objetos pequeños. Su uso es crucial en el estudio de las estructuras biológicas, las cuales presentan dos principales desafíos:

- **Tamaño reducido:** Se resuelve mediante el aumento del poder de resolución del microscopio, es decir, la capacidad de distinguir dos puntos muy próximos como entidades separadas.
- **Transparencia:** Consecuencia de su elevado contenido de agua, dificulta el contraste visual. Aún en células deshidratadas, el contraste es mínimo. Para contrarrestar esta limitación, se emplean colorantes que tiñen selectivamente los componentes celulares. Sin embargo, las técnicas de tinción, en la mayoría de los casos, no pueden aplicarse en células vivas, ya que requieren la fijación, inclusión y seccionado del tejido, lo que puede generar alteraciones químicas y morfológicas en la muestra.

TP2: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I

El microscopio óptico consta de dos sistemas de lentes convergentes: oculares y objetivos. Su descripción se divide en dos secciones: la parte mecánica y la parte óptica.

- **Parte Mecánica:** Es la estructura que sostiene el sistema óptico. Sus componentes incluyen:
 1. Pie: base sólida y pesada que estabiliza el instrumento.
 2. Columna: vástago vertical que conecta el pie con el tubo y la platina.
 3. Tubo: sostiene los oculares en la parte superior (monocular o binocular) y los objetivos en la inferior, estos últimos situados en un revólver giratorio.
 4. Tornillos macrométrico y micrométrico: permiten el ajuste vertical de la platina. El macrométrico se utiliza para movimientos amplios, facilitando el enfoque preliminar, mientras que el micrométrico realiza ajustes finos para lograr un enfoque preciso.
 5. Platina: superficie donde se coloca el portaobjetos, sujeto mediante pinzas que evitan su desplazamiento. Cuenta con una abertura central que permite el paso de la luz, y un carro mecánico que facilita el movimiento lateral y anteroposterior del preparado.
- **Parte Óptica**
 1. Objetivos: situados cerca del objeto a observar, estos lentes convergentes están ubicados en la parte inferior del tubo. Existen dos tipos:
 - a) Objetivos secos: de menor aumento, con una capa de aire entre la lente y el preparado.
 - b) Objetivos de inmersión (100x): permiten mayores aumentos, utilizando aceite de cedro o aceite de inmersión (líquido con un índice de refracción similar al cristal de la lente) entre la lente y el preparado, evitando la desviación de los rayos luminosos.
 2. Oculares: situados cerca del ojo del observador, pueden ser monoculares o binoculares. Su función es ampliar la imagen proyectada por el objetivo.
 3. Condensador: lente convergente que intensifica la luz y la dirige hacia el objeto, mejorando la claridad de la imagen.
 4. Diafragma: regula la cantidad de luz que llega al objeto, similar al funcionamiento de una cámara fotográfica.
 5. Fuente luminosa y portafiltros: ubicados en la base del microscopio. El portafiltros, generalmente azul, homogeneiza la luz, asemejándola a la natural. Algunos modelos incorporan el filtro en la lámpara.

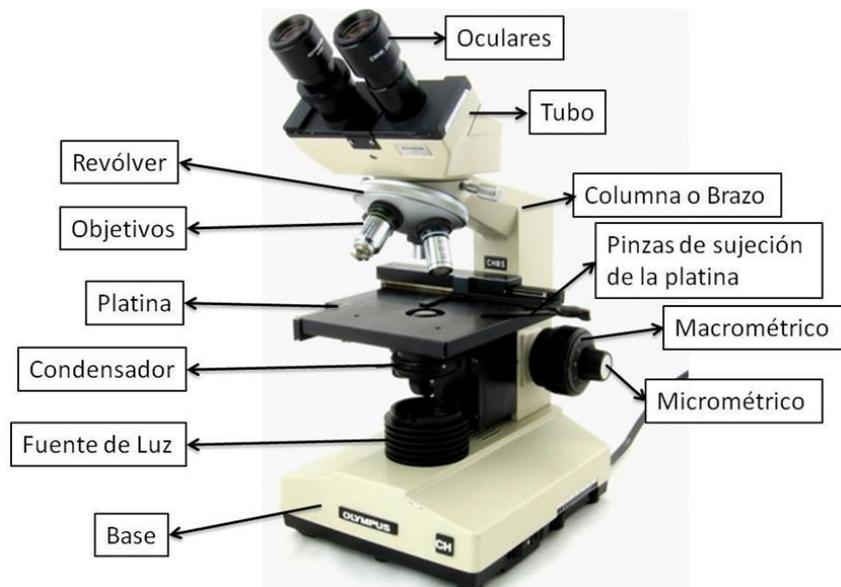


FIGURA 19: PARTES DEL MICROSCOPIO ÓPTICO COMPUESTO

Formación de la imagen

La imagen en el microscopio óptico se forma mediante la transmisión de luz desde una fuente luminosa, que pasa a través del diafragma y el condensador hasta llegar al objeto. El objetivo recoge la luz que atraviesa

TP2: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I

el objeto y proyecta una imagen real, invertida y ampliada dentro del tubo. Esta imagen es recogida por el ocular, formando una imagen virtual, invertida y aumentada.

Enfoque del preparado

1. El preparado debe colocarse en la platina, asegurándose de que el material a observar esté orientado hacia arriba. Se fija en la posición correcta utilizando las pinzas sujetadoras.
2. Observando lateralmente, se eleva la platina hasta que el preparado se acerque lo suficiente a la lente frontal del objetivo.
3. Al mirar por el ocular, se baja lentamente la platina con el tornillo macrométrico hasta obtener una imagen borrosa.
4. El enfoque se ajusta utilizando el tornillo micrométrico hasta que la imagen sea nítida.
5. Si la luz es excesiva, se ajusta el diafragma. En caso necesario, se utilizan filtros azules y se puede reducir la intensidad de la fuente luminosa.
6. Para cambiar a un objetivo de mayor aumento, se gira el revólver sin modificar la posición de la platina. Durante esta operación, se debe observar lateralmente, evitando que la lente frontal roce el cubreobjetos o las pinzas.
7. Una vez seleccionado el objetivo, se ajusta la iluminación bajando el condensador y cerrando el diafragma hasta obtener la luz adecuada.

Enfoque con objetivo de inmersión

1. Antes de posicionar el objetivo de inmersión, se coloca una gota de aceite de cedro sobre la muestra en la zona a observar.
2. Observando lateralmente, se eleva la platina hasta que el preparado o el cubreobjetos con el aceite de cedro toquen la lente frontal del objetivo.
3. Mirando por el ocular, se baja lentamente la platina primero con el tornillo macrométrico, obteniendo una imagen borrosa, y luego se ajusta el enfoque con el tornillo micrométrico hasta lograr una imagen nítida.
4. Si es necesario, se ajusta la iluminación levantando el condensador al máximo y abriendo el diafragma para obtener una iluminación óptima.

Usos y cuidados del microscopio

Dado que el microscopio es un instrumento delicado y de alto costo, su conservación requiere cuidados especiales:

1. Mantenerlo guardado en su estuche o cubierto con una funda para protegerlo del polvo cuando no se usa.
2. Al retirarlo del estuche, sujetarlo por la columna para evitar movimientos bruscos que puedan dañarlo.
3. Limpiar las partes metálicas y las lentes con un paño suave.
4. Colocar el revólver en la posición del objetivo de menor aumento.
5. Ubicar el condensador en su posición más alta y abrir completamente el diafragma.
6. Adoptar una postura cómoda con la cabeza inclinada sobre el ocular.
7. Manipular el tornillo micrométrico con una mano y el macrométrico con la otra.
8. Intentar observar con ambos ojos abiertos, incluso en microscopios monoculares.

PREPARACIONES CITOLÓGICAS

Es necesario adoptar distintas técnicas de preparación del material a estudiar. Todas ellas presentan ventajas y desventajas.

Métodos de examen:

- **"In vivo":** Este método consiste en observar células vivas en su estado natural o medio fresco, como protozoos en agua dulce o tejidos transparentes multicelulares. También puede implicar la observación de células extraídas del organismo, como sangre o tejidos, colocadas sobre un portaobjetos con una gota de solución fisiológica (examen supravital). Permite observar la forma y los movimientos celulares. En estos casos, se pueden utilizar colorantes no tóxicos en alta dilución para teñir estructuras celulares

TP2: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I

como el núcleo, citoplasma, mitocondrias, centríolos y la membrana celular, técnica conocida como coloración vital.

- **"In vitro":** Este método se utiliza para el estudio de células muertas, lo que permite un análisis detallado de las estructuras celulares. Es necesario fijar las células para conservarlas en condiciones similares a las del estado vivo. También se aplican colorantes para resaltar las distintas estructuras.

Técnicas de preparación

El material debe ser adecuadamente tratado para cumplir con requisitos de transparencia, grosor y tamaño adecuados. Se coloca sobre un portaobjetos y, de ser necesario, se cubre con un cubreobjetos. Las preparaciones citológicas pueden ser de dos tipos:

- **Temporales:** Son preparaciones realizadas en el momento y luego descartadas. Son fáciles de realizar, pero no pueden conservarse por mucho tiempo ni permiten estudios detallados.
- **Permanentes:** Estas preparaciones se conservan por largo tiempo y permiten un análisis profundo, pero requieren técnicas más complejas y prolongadas.

Para la preparación de muestras permanentes se utilizan **fijadores**, que "matan" rápidamente la célula y conservan su estructura y composición química lo más semejante posible al estado vivo, evitando alteraciones post mortem. Los fijadores pueden ser:

- **Químicos:** Coagulan o precipitan las proteínas y endurecen los tejidos, como el alcohol etílico y el formol.
- **Físicos:** Detienen los procesos vitales mediante calor, congelación o desecación al aire.

Para visualizar estructuras que de otro modo serían invisibles al microscopio, se emplean colorantes, los cuales se clasifican en:

- **Ácidos:** Tiñen el citoplasma, como la eosina y el azul de anilina.
- **Básicos:** Colorean el núcleo, como el azul de metileno, el azul de toluidina y el cristal violeta.
- **Neutros:** Tiñen el núcleo de un color y el citoplasma de otro, como el azul de metileno, rojo neutro y rojo fenol.

BIBLIOGRAFÍA

- Campbell N. A. y Reece J. B. "Biología". Séptima edición 2007. Editorial Médica Panamericana. De Robertis E. y Hib J. "Fundamentos de biología celular y molecular". Cuarta edición 2004. Editorial "El Ateneo".
- Curtis, H. (2016). Invitación a la biología en contexto social. Editorial Panamericana. Buenos Aires.
- Curtis H. "Biología". Sexta edición 2000. Editorial Médica Panamericana.
- www.educastur.princast.es
- www.cienciasnaturals.com

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Reconocer las distintas partes del microscopio óptico para garantizar su correcto uso.
- Adquirir destreza en el manejo del microscopio óptico.

MATERIALES

- Microscopio compuesto (óptico)
- Microscopio simple (lupa)
- Granos de polen, hojas, insectos
- Azul de metileno
- Cubreobjetos
- Aceite de cedro
- Portaobjetos
- Bisturí
- Cuentagotas
- Extendidos de sangre humana
- Pinceles
- Pinza de punta fina

TP2: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA I

1. MICROSCOPIO SIMPLE O LUPA

- a. Colocar el objeto suministrado (insecto, hoja, raíz pequeña) sobre la platina de la lupa.
- b. Hacer que la luz incida de forma lateral sobre el objeto, permitiendo que los rayos lleguen de manera oblicua.
- c. Ajustar el enfoque desplazando manualmente la platina y utilizando el tornillo del objetivo.
- d. Registrar las observaciones.

2. MICROSCOPIO COMPUESTO U ÓPTICO

- a. Reconocer y ubicar las distintas partes del microscopio compuesto utilizado.
- b. Verificar los aumentos proporcionados por los objetivos del microscopio.
- c. Recortar una letra asimétrica (e, g, f, r, a) de papel de diario, colocarla sobre un portaobjetos y humedecerla con una gota de agua. Seguir las indicaciones de la guía (procedimiento correcto para enfocar) para observar la muestra con los objetivos a seco.
- d. Observar y registrar la posición y el tamaño de la letra. Intentar estimar su tamaño utilizando el objetivo de menor aumento. Realizar un gráfico de lo observado con cada uno de los objetivos a seco del microscopio.
- e. Se proporcionarán muestras coloreadas de extendidos de sangre humana (coloración May Grunwald Giemsa). Enfocar utilizando el objetivo de inmersión y observar las distintas células sanguíneas.

3. MEDICIÓN CON EL MICROSCOPIO

Es posible calcular el tamaño de un objeto microscópico comparándolo con el diámetro del campo de visión circular. El tamaño del campo se determina de la siguiente manera:

- a.
 - i. Colocar una regla plástica milimetrada sobre la platina y enfocar con el objetivo de menor aumento hasta obtener una imagen clara de las divisiones en milímetros.
 - ii. Desplazar la regla cuidadosamente hasta que el borde marcado coincida con el diámetro del campo de visión.
 - iii. Contar el número de divisiones (cada una equivalente a 1 mm) que se pueden observar dentro del campo de visión.
 - iv. Calcular y anotar el diámetro en milímetros y en micrómetros ($1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$).
 - v. Medir los diámetros del campo en mm y μm utilizando los otros objetivos.
- b.
 - i. Retirar la regla plástica y reemplazarla por la preparación húmeda de la letra.
 - ii. Observar la muestra con el objetivo de menor aumento.
 - iii. Realizar la observación con los objetivos de mayor aumento. Determinar si el campo de visión aumenta o disminuye a medida que se incrementa el poder de los objetivos.
 - iv. De acuerdo con las observaciones, establecer si la relación entre el aumento del objetivo y el diámetro del campo de visión es directa o inversa. Basándose en el diámetro determinado para el objetivo de menor aumento, calcular los diámetros de los otros objetivos.
- c. Conociendo el diámetro del campo de visión, es posible estimar el tamaño de un objeto microscópico. Para ello, observar la preparación húmeda de la letra y, considerando el diámetro del campo para el objetivo correspondiente, determinar aproximadamente la altura de la letra.

TRABAJO PRÁCTICO N°3

MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA II

Temario: Tipos celulares. Células procariotas: organización, descripción, y función de sus estructuras. Células eucariotas: organización, descripción y función de sus estructuras. Célula animal y vegetal: similitudes y diferencias. Citoplasma. Organelas y otras estructuras celulares. Ribosomas: estructura y función. Sistema de endomembranas: retículo endoplasmático liso y rugoso, aparato de Golgi, vesículas y lisosomas: estructura y función. Vacuolas. Peroxisomas. Citoesqueleto: composición, morfología y función. Pared celular. Matriz extracelular. Uniones intercelulares.

INTRODUCCIÓN

La célula es la unidad fundamental de todos los seres vivos. El cuerpo humano está compuesto por billones de células que presentan diversas formas, como redondas, cuadradas, fusiformes o estrelladas. Estas células proporcionan estructura al cuerpo, absorben nutrientes, los transforman en energía y desempeñan funciones especializadas a través de los orgánulos. Por ejemplo, las células epiteliales protegen la superficie del cuerpo y revisten cavidades y órganos, las células óseas forman los huesos que dan soporte, las células inmunitarias combaten infecciones, y las células sanguíneas transportan oxígeno y eliminan dióxido de carbono. Aunque existen diferentes tipos celulares, todas comparten características fundamentales que permiten el crecimiento, desarrollo y mantenimiento del organismo.

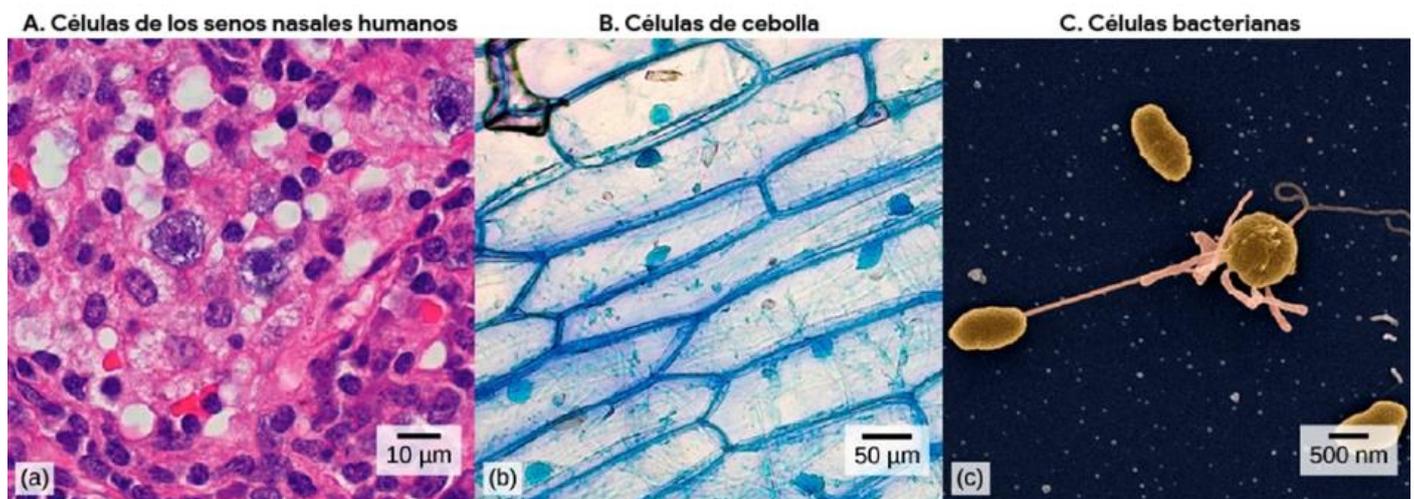


FIGURA 20: A) MODIFICACIÓN DE LA OBRA DE ED UTHMAN, MD; B) MODIFICACIÓN DE LA OBRA DE UMBERTO SALVAGNIN; C) MODIFICACIÓN DE LA OBRA DE ANTHONY D'ONOFRIO, WILLIAM H. FOWLE, ERIC J. STEWART Y KIM LEWIS DEL LEWIS LAB EN LA NORTHEASTERN UNIVERSITY; DATOS DE ESCALA DE MATT RUSSELL

ESTRUCTURAS ESPECIALIZADAS DE LAS CÉLULAS

Citoplasma

El citoplasma está constituido por un líquido gelatinoso llamado citosol, en el que se encuentran diversas estructuras y orgánulos que rodean el núcleo, extendiéndose hasta la membrana plasmática.

Citoesqueleto

Es una red de fibras largas que proporciona soporte estructural a la célula. Entre sus funciones se incluyen la determinación de la forma celular, la participación en la división celular y la facilitación del movimiento celular. Además, actúa como una vía que dirige el transporte de orgánulos y otras sustancias dentro de la célula.

Retículo Endoplásmico

Este orgánulo procesa las moléculas producidas por la célula y las transporta a sus destinos, tanto dentro como fuera de la célula. Puede ser liso o rugoso, dependiendo de su estructura y función.

Aparato de Golgi

TP3: MICROSCOPIO: ESTUDIO DE LA MATERIA VIVA II

Su función principal es empaquetar y modificar las moléculas provenientes del retículo endoplásmico para su posterior transporte fuera de la célula.

Lisosomas y Peroxisomas

Actúan como centros de reciclaje celular. Se encargan de digerir bacterias invasoras, eliminar toxinas y reciclar componentes celulares envejecidos.

Mitocondrias

Son orgánulos especializados en la conversión de la energía contenida en los alimentos en energía utilizable por la célula. Poseen su propio ADN, independiente del núcleo, y tienen la capacidad de replicarse.

Núcleo

El núcleo es el centro de control celular, donde se encuentran las instrucciones para el crecimiento, maduración, división o muerte de la célula. Contiene el ADN, el material genético responsable de la herencia. El núcleo está protegido por una envoltura nuclear que aísla el ADN del resto de la célula.

Membrana Celular

También conocida como membrana plasmática, es la barrera que separa el interior de la célula de su entorno externo, regulando el paso de sustancias hacia dentro y fuera de la célula.

Ribosomas

Son orgánulos encargados de la síntesis de proteínas a partir de la información genética. Los ribosomas pueden estar libres en el citoplasma o adheridos al retículo endoplásmico.

BIBLIOGRAFÍA

- Campbell N. A. y Reece J. B. "Biología". Séptima edición 2007. Editorial Médica Panamericana.
- De Robertis E. y Hib J. "Fundamentos de biología celular y molecular". Cuarta edición 2004. Editorial "El Ateneo".
- Curtis H. "Biología". Sexta edición 2000. Editorial Médica Panamericana.
- www.educastur.princast.es
- www.cienciasnaturals.com

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Diferenciar entre célula procariota y célula eucariota.
- Establecer las diferencias entre célula animal y célula vegetal.
- Observar diversos tipos de tejidos animales y vegetales.

MATERIALES

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| • Microscopio compuesto (óptico) | • Azul de metileno |
| • Cubreobjetos | • Aceite de cedro |
| • Portaobjetos | • Preparados de bacterias |
| • Bisturí | • Imágenes de organismos |
| • Pinceles | • Levaduras |
| • Pinza de punta fina | • Hojas de lirio |
| • Pipeta Pasteur | • Preparados de tejidos |

1. CÉLULAS PROCARIOTAS

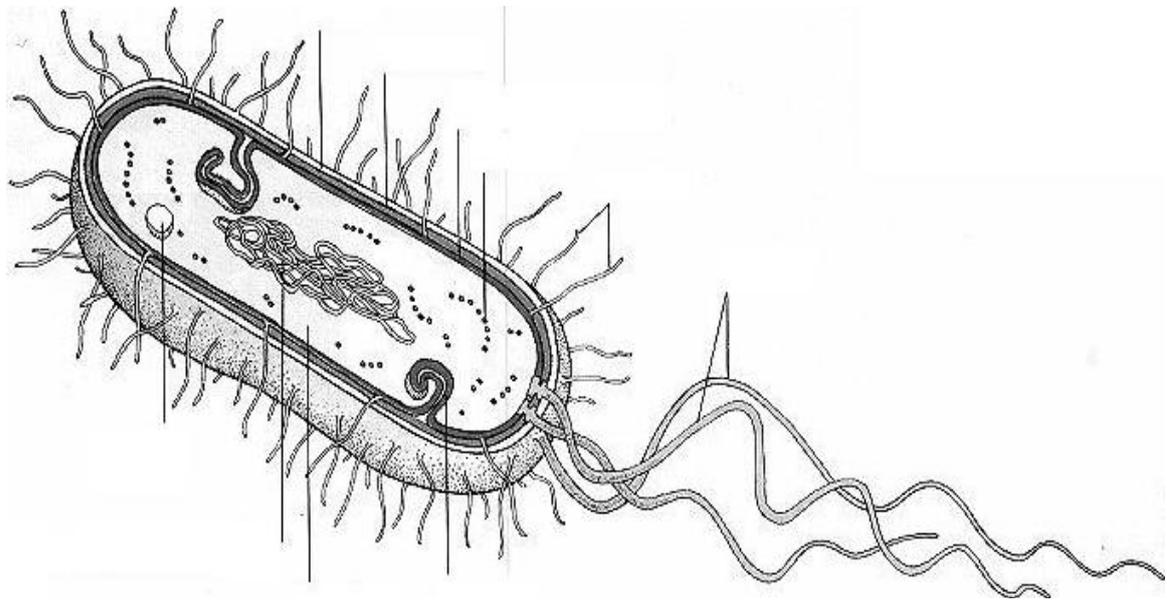
Observación de bacterias: Después de observar preparados de bacterias coloreadas con tinción de Gram bajo el microscopio, registrar y dibujar su forma, tamaño y modo de agrupación.

2. CÉLULAS EUCARIOTAS

- a. **Observación de levaduras:** Colocar una gota de azul de metileno en un portaobjetos, disgregar la levadura en la gota para formar una capa delgada, colocar un cubreobjetos y observar utilizando objetivos a seco. Realizar un dibujo de lo observado.
- b. **Observación de células y tejidos vegetales:**
 - i. Realizar un corte en "V" del epitelio de una hoja de lirio. Desprenderlo con una pinza y colocar una gota de agua en un portaobjetos. Cubrir con un cubreobjetos y observar la muestra, reconociendo la presencia de estomas.
 - ii. Colocar una hoja de elodea y dibujar las estructuras observadas.
- c. **Observación de células y tejidos animales:** Observar preparados permanentes de tejidos animales (hígado, intestino, etc.) bajo el microscopio. Realizar un dibujo de lo observado.

3. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DESCRIPCIÓN DE TIPOS CELULARES

- a. Observar los esquemas (Figura 21).
- b. Indicar el tipo celular al que pertenecen.
- c. Completar los esquemas con los nombres correspondientes de las estructuras señaladas.
- d. Describir los orgánulos presentes en los tres tipos celulares, detallando su estructura y función.



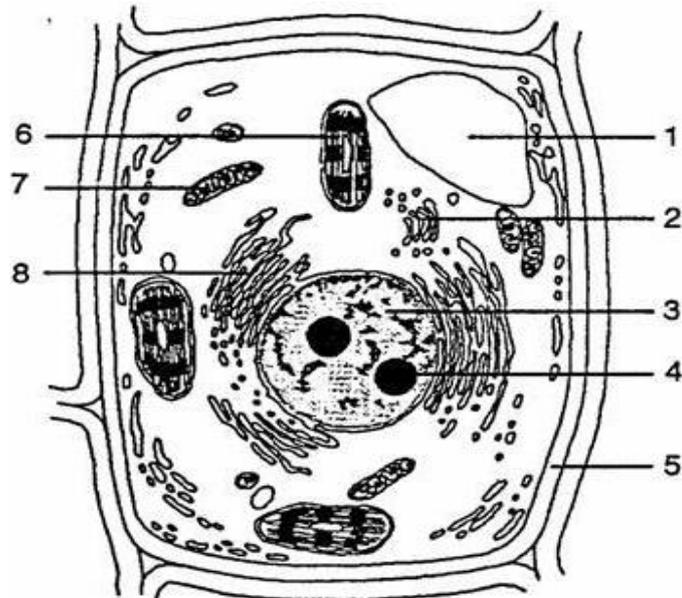


FIGURA 21: TIPOS CELULARES

e. **Comparación de características celulares:** Utilizando los términos "presente" o "ausente", completar el cuadro comparativo. Donde sea necesario, indicar las características que diferencian un tipo celular de otro.

TABLA 3: CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS CELULARES

	CÉLULA PROCARIOTA	CÉLULA EUCARIOTA	
		CÉLULA ANIMAL	CÉLULA VEGETAL
MEMBRANA CELULAR			
PARED CELULAR			
NÚCLEO			
CROMOSOMAS			
RIBOSOMAS			
RETÍCULO ENDOPLÁSMICO			
APARATO DE GOLGI			
LISOSOMAS			
VACUOLAS			
MITOCONDRIAS			
CLOROPLASTOS			
CILIOS Y FLAGELOS			
CENTRÍOLOS			

f. Basado en la Tabla 3, identificar tres diferencias fundamentales entre:

- Células procariotas y células eucariotas
- Células animales y células vegetales

TRABAJO PRÁCTICO Nº4

MEMBRANA PLASMÁTICA: TRANSPORTE

Temario: Membrana plasmática. Estructura. Mecanismos de transporte. Transporte pasivo. Ósmosis. Soluciones isotónicas, hipotónicas e hipertónicas. Efectos de las soluciones y la temperatura sobre distintos tipos celulares eucariotas. Transporte activo. Diferencias entre transporte pasivo y activo.

INTRODUCCIÓN

La membrana plasmática constituye el límite externo de la célula y cumple dos funciones esenciales:

- Recibir señales del entorno o de células vecinas. Estas señales son interpretadas de diversas formas, como una indicación para modificar el funcionamiento celular.
- Actuar como una barrera selectiva de sustancias, permitiendo concentrar aquellas necesarias para el metabolismo y eliminar los desechos.

En todos los organismos, las membranas están compuestas por una bicapa lipídica con proteínas insertadas. Los lípidos predominantes son los fosfolípidos, mientras que las proteínas de membrana son diversas en sus funciones. Cuando se sumergen en agua, estas moléculas se organizan espontáneamente en una bicapa, disponiendo las porciones hidrofílicas hacia el agua y las hidrofóbicas hacia el interior, alejadas del contacto con el agua (Figura 22).

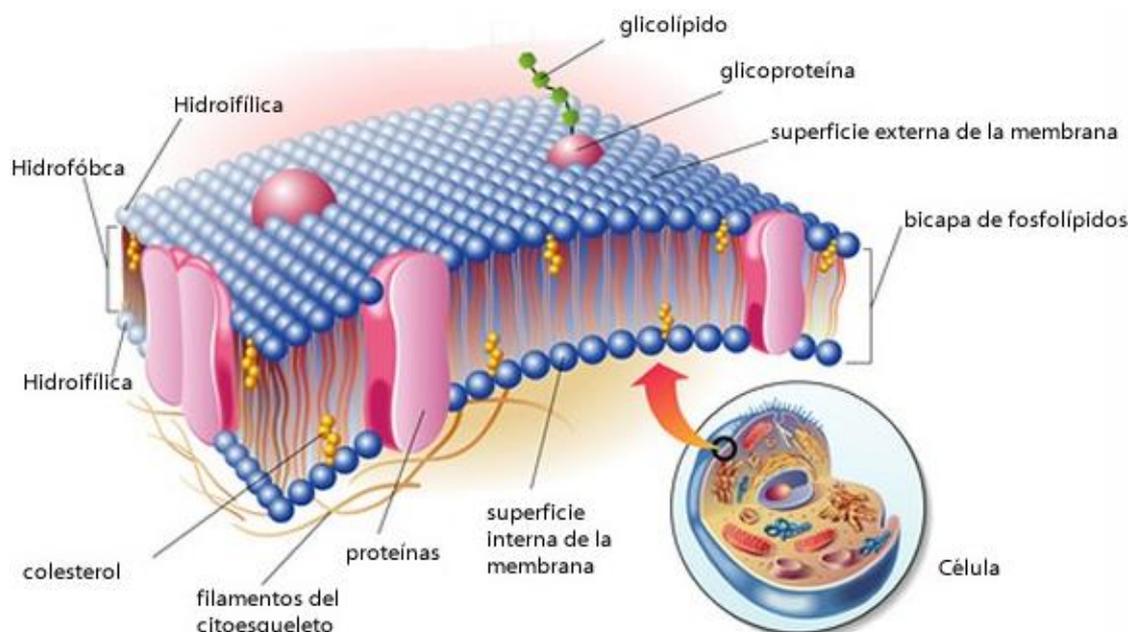


FIGURA 22: MEMBRANA PLASMÁTICA Y SUS COMPONENTES. FUENTE: [HTTPS://WWW.PORTALEDUCATIVO.NET/PRIMERO-MEDIO/40/MEMBRANA-PLASMATICA](https://www.portaleducativo.net/PRIMERO-MEDIO/40/MEMBRANA-PLASMATICA)

Una característica clave de los lípidos de membrana es su naturaleza anfipática, es decir, presentan una región hidrofílica (soluble en agua) y una hidrofóbica (insoluble). Esta disposición permite que, al interactuar con agua, las moléculas lipídicas se agreguen formando una bicapa en la que las partes hidrofóbicas se ocultan entre sí, mientras que las hidrofílicas quedan expuestas al ambiente acuoso (Figura 23).

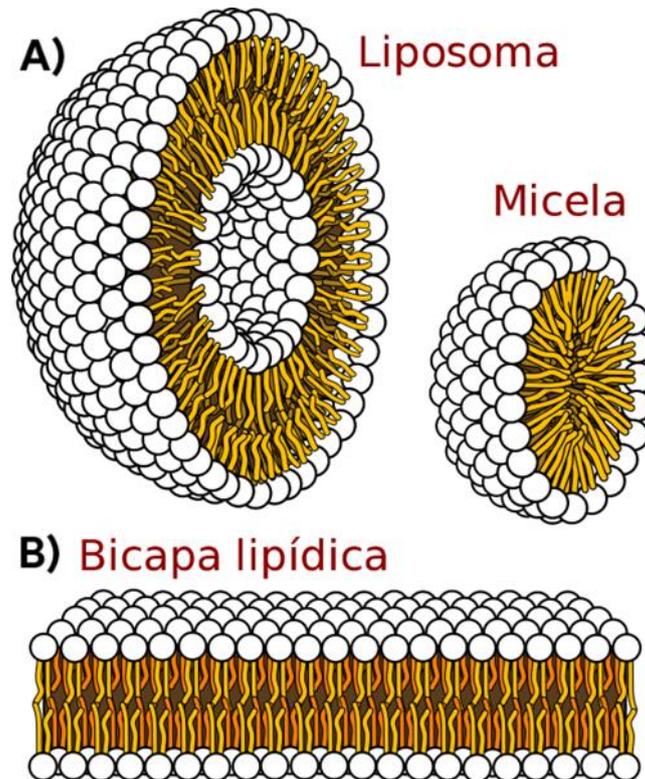


FIGURA 23: A) FORMACIÓN DE MEMBRANAS POR FOSFOLÍPIDOS. EN UN SISTEMA DE AGUA Y ACEITE, EN LA INTERFASE SE FORMA UNA MONOCAPA CON LA PARTE HIDROFÓBICA HACIA EL ACEITE. AL SUMERGIR LOS FOSFOLÍPIDOS EN AGUA, SE ORGANIZA UNA BICAPA. B) MODELO TRIDIMENSIONAL DE UNA MEMBRANA BIOLÓGICA. FUENTE: [HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ESTRUCTURAS_LIP%C3%ADICAS](https://es.wikipedia.org/wiki/Estructuras_lip%C3%ADICAS)

La bicapa lipídica, debido a su núcleo hidrofóbico, es altamente impermeable a moléculas polares de gran tamaño. Aunque las moléculas de agua, por ser pequeñas y polares, pueden difundir a través de la membrana sin dificultades, los iones y otras moléculas hidrosolubles más grandes requieren la intervención de proteínas de transporte para atravesarla.

Las proteínas de la membrana plasmática cumplen tres funciones principales:

- a. Receptores de señales.
- b. Enzimas.
- c. Proteínas de transporte.

Las proteínas de transporte son las más diversas y especializadas. Cada una se encarga de transportar un ion o molécula específica, o un grupo de ellos, a través de la membrana. El transporte de estas sustancias puede ser de dos tipos: pasivo (sin gasto de energía) o activo (requiere energía).

El modelo que mejor representa la estructura de la membrana plasmática es el modelo de mosaico fluido (Figura 22). La palabra "mosaico" hace referencia a la disposición de lípidos y proteínas, y "fluido" a la capacidad de movimiento de los componentes de la bicapa lipídica, fundamental para el correcto funcionamiento de la membrana. Además de fosfolípidos y proteínas, las membranas de muchos organismos contienen carbohidratos y otros lípidos, como el colesterol y la esfingomielina. El colesterol, presente solo en células animales, regula la fluidez de la membrana, mientras que en células vegetales su función es asumida por fitoesteroides. En bacterias, no se encuentran esteroides en la membrana.

BIBLIOGRAFÍA

- Campbell N. A. y Reece J. B. "Biología". Séptima edición 2007. Editorial Médica Panamericana.
- De Robertis E. y Hib J. "Fundamentos de biología celular y molecular". Cuarta edición 2004. Editorial "El Ateneo".
- Curtis H. "Biología". Sexta edición 2000. Editorial Médica Panamericana.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Describir la estructura de las membranas biológicas.
- Comprender la importancia biológica de los mecanismos de transporte.
- Observar los efectos de la ósmosis en células vegetales.
- Analizar el comportamiento de células animales y vegetales ante soluciones de diferente presión osmótica.
- Diferenciar los tipos de transporte activo.
- Fomentar la indagación sobre los aspectos teóricos de la complejidad de la membrana celular.
- Identificar factores que afectan la integridad de las membranas biológicas.

INSTRUMENTAL

- Tubos de ensayo
- Termómetro
- Pipetas de 5 mL
- Microscopio
- Cajas de Petri
- Baño de agua (70 °C)
- Capilares
- Pinzas
- Soluciones de cloruro de sodio
- Gradillas
- Sacabocados

- Agua destilada
- Azul de metileno
- Vasos de precipitado (150-200 mL)
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Azúcar
- Lápices marcadores de vidrio
- Pinceles

MATERIAL BIOLÓGICO

- Zanahorias
- Catáfilas de cebolla
- Remolachas

1. ÓSMOSIS

- a. Cortar dos rodajas de zanahoria, colocarlas en cajas de Petri y añadir cloruro de sodio a una rodaja y azúcar a la otra, cubriendo toda la superficie expuesta del tejido.
- b. Dejar reposar durante 30 minutos y describir lo observado.
- c. Con base en los resultados obtenidos y el conocimiento de los mecanismos de transporte en membranas biológicas, fundamentar el fenómeno observado. Comparar ambas rodajas y explicar cualquier diferencia.

2. COMPORTAMIENTO DE CÉLULAS VEGETALES EN SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTES CONCENTRACIONES

- a. Numerar dos cajas de Petri y colocar catáfilas de cebolla en ambas.
- b. Agregar solución de NaCl al 10 % a la caja N°1 y agua destilada a la N°2.
- c. Añadir azul de metileno a cada muestra.
- d. Numerar dos portaobjetos, ubicar las muestras en ellos con ayuda de pinzas y pincel, cubrir con cubreobjetos, y observar al microscopio con aumento de 40X después de 10 minutos.
- e. Dibujar las observaciones con el mayor detalle posible y explicar el fenómeno observado en cada caso.
- f. Predecir el comportamiento de una catáfila de cebolla sumergida en una solución de NaCl al 0,85 %.

3. COMPORTAMIENTO DE CÉLULAS ANIMALES EN SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTES CONCENTRACIONES

La Figura 24 ilustra el comportamiento de glóbulos rojos expuestos a diferentes soluciones. Indicar el tipo de solución al que estuvo expuesto cada glóbulo y describir el transporte involucrado.

TP4: MEMBRANA PLASMÁTICA: TRANSPORTE

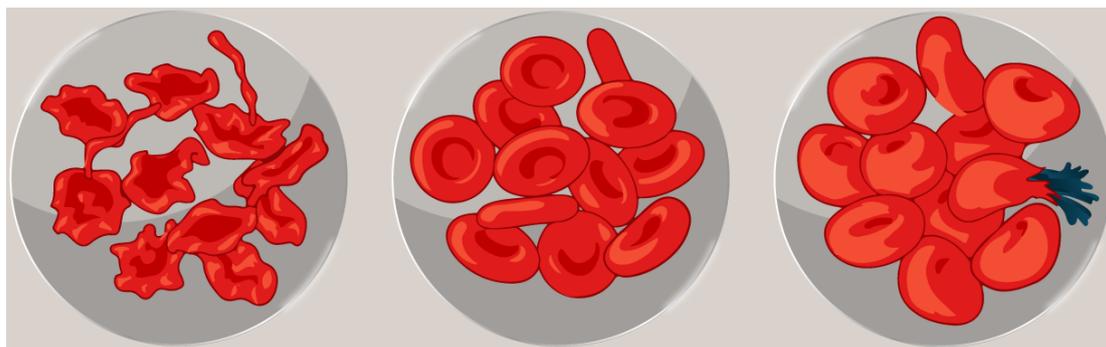


FIGURA 24: COMPORTAMIENTO DE GLÓBULOS ROJOS EXPUESTOS A DIFERENTES SOLUCIONES. FUENTE:

[HTTPS://REPOSITORIO-](https://repositorio-)

[UAPA.CUAIEED.UNAM.MX/REPOSITORIO/MOODLE/PLUGINFILE.PHP/2498/MOD_RESOURCE/CONTENT/2/UAPA-SOLUCIONES-CALCULOS-CONCENTRACION/INDEX.HTML](https://repositorio-)

4. EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FLUIDEZ DE LAS MEMBRANAS

- Extraer dos segmentos de remolacha de 3 cm de largo con un sacabocados.
- Colocar los segmentos en un vaso de precipitado y lavar con abundante agua corriente para eliminar el pigmento liberado.
- Colocar los segmentos en tubos de ensayo rotulados 1 y 2.
- Añadir 5 mL de agua destilada al tubo 1 y dejarlo a temperatura ambiente durante 30 minutos.
- Añadir 5 mL de agua destilada al tubo 2 y colocarlo en un baño de agua a 70 °C durante 30 minutos.
- Retirar los segmentos de remolacha de ambos tubos.
- Comparar la intensidad del color en las soluciones y registrar los resultados en la Tabla 4:

TABLA 4: EFECTO DE LA TEMPERATURA

TUBO	TEMPERATURA	INTENSIDAD DE COLOR
1		
2		

h. Responder

- ¿Qué tubo mostró mayor intensidad de color?
- ¿Qué indica la intensidad del color?
- ¿Cómo afectan las altas temperaturas a las membranas celulares?
- ¿Qué ocurre con las membranas celulares a bajas temperaturas?

5. PROBLEMAS

- Observar la Figura 25:
 - Determinar el medio extracelular e intracelular.
 - Identificar el tipo de transporte involucrado en la relación esquematizada.
 - Explicar la dirección del transporte de iones y el gradiente de concentración.

TP4: MEMBRANA PLASMÁTICA: TRANSPORTE

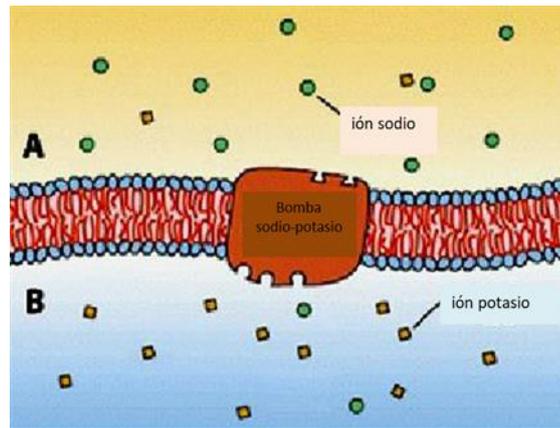


FIGURA 25: BOMBA SODIO-POTASIO

b. La Figura 26 corresponde a micrografías electrónicas

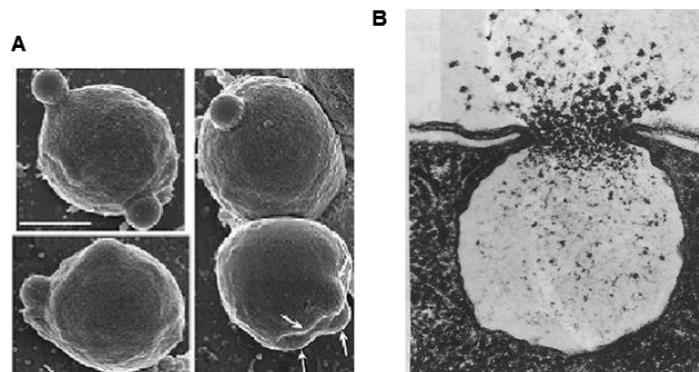


FIGURA 26: A) UN GLÓBULO BLANCO FAGOCITANDO BACTERIAS EN UNA RESPUESTA INMUNE. B) UNA CÉLULA SECRETORA EN PROCESO DE LIBERACIÓN AL MEDIO EXTRACELULAR. FUENTE: INVITACIÓN A LA BIOLOGÍA. H. CURTIS, N BARNES. 4ª EDICIÓN.

- i. Identificar los procesos observados en las micrografías.
- ii. Explicar por qué no se emplean mecanismos de transporte como la difusión simple o mediada por proteínas.
- iii. Describir cómo se reemplaza la membrana utilizada para la formación de vesículas que ingresan al citoplasma en el caso A.
- iv. Explicar cómo la célula evita un crecimiento desmesurado al incorporar membranas de vesículas que liberan sustancias al exterior en el caso B.
- v. Completar el esquema de la Figura 27, nombrando sus componentes e indicando la cara interna y externa, así como la función de cada componente.

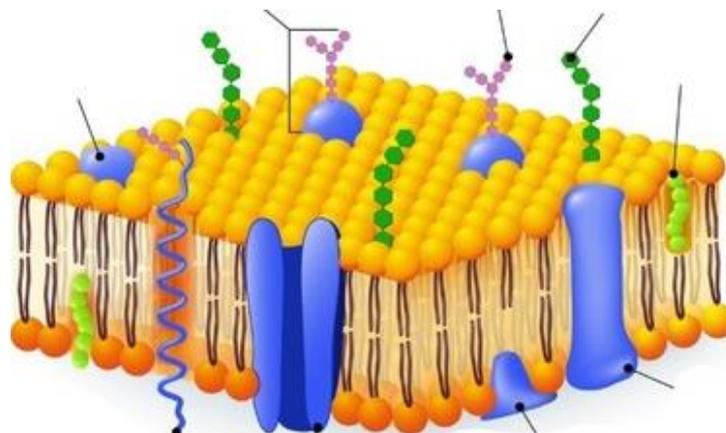


FIGURA 27: MEMBRANA PLASMÁTICA

TRABAJO PRÁCTICO N°5

CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Temario: Organización de la célula eucariota. Célula animal y vegetal. Estructura y función de mitocondrias y cloroplastos. Procesos de fotosíntesis y respiración celular. Fotosíntesis. Organismos fotosintéticos. Plástidos y cloroplastos. Etapas y productos de la fotosíntesis. Procesos catabólicos: glucólisis, oxidación del piruvato, respiración celular en mitocondrias. Ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fermentación. Enzimas. Flujo de energía.

INTRODUCCIÓN

La organización específica de los seres vivos se mantiene gracias al continuo aporte de materia y energía obtenido del entorno. Toda actividad, ya sea física, intelectual, sensorial o incluso el reposo, requiere un suministro energético para llevarse a cabo. Las células necesitan energía para conservar sus estructuras altamente organizadas, sintetizar componentes, incorporar nutrientes, moverse, reproducirse y realizar otros procesos vitales. Por ello, los organismos vivos intercambian materia y energía con su entorno, funcionando como sistemas abiertos.

¿De dónde obtienen energía los seres vivos?

La energía esencial para la vida en nuestro planeta entra en forma de luz solar y se disipa como calor, mientras que los elementos químicos fundamentales se reciclan. La fotosíntesis genera oxígeno y moléculas orgánicas que las mitocondrias de los eucariontes emplean como combustible en la respiración celular. Este proceso degrada el combustible y produce ATP en células vegetales y animales. Los productos de desecho de la respiración, el dióxido de carbono y el agua, son los insumos básicos para la fotosíntesis.

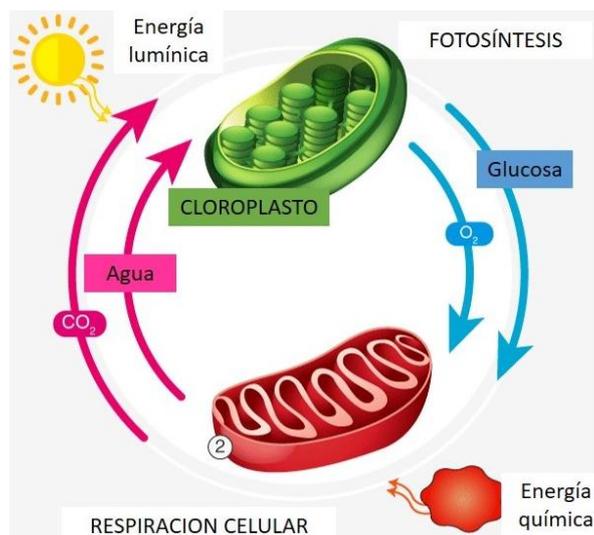


FIGURA 28: RELACIÓN ENTRE FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN CELULAR. FUENTE:
[HTTPS://BYJUS.COM/BIOLOGY/DIFFERENCE-BETWEEN-PHOTOSYNTHESIS-AND-RESPIRATION/](https://byjus.com/biology/difference-between-photosynthesis-and-respiration/)

Los procesos de obtención y transformación de materia y energía en las células se realizan mediante una serie de reacciones químicas sucesivas, conocidas en conjunto como **metabolismo**. En células eucariotas, la energía se transforma principalmente en las mitocondrias y cloroplastos, mientras que en procariontes este proceso ocurre en la membrana interna. A pesar de las diferencias, todos los organismos siguen rutas generales para obtener y utilizar energía, siendo la principal variación la forma en que la obtienen. Los autótrofos (del griego "autos" = por sí mismos; "trophos" = alimento) utilizan el dióxido de carbono atmosférico como fuente de carbono y la energía solar para sintetizar biomoléculas. En contraste, los heterótrofos (del griego "heteros" = diferente; "trophos" = alimento) obtienen energía a partir de compuestos complejos de carbono que ingieren, presentes en los autótrofos o en otros heterótrofos.

El metabolismo es una actividad celular altamente coordinada y dirigida que conecta múltiples reacciones para cumplir con cuatro funciones fundamentales:

1. Obtener energía química a partir de la captura de energía solar o de la degradación de nutrientes.

TP5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

2. Convertir moléculas nutrientes en componentes característicos de la célula.
3. Polimerizar precursores monoméricos para formar componentes celulares.
4. Sintetizar y degradar biomoléculas necesarias para funciones celulares especializadas.

Las reacciones metabólicas son catalizadas por enzimas, proteínas que aceleran la velocidad de las reacciones. Cada paso generalmente implica un cambio químico específico que produce un nuevo compuesto, el cual se convierte en el reactivo del siguiente paso. En cada etapa se libera o utiliza energía, que se obtiene al romperse enlaces químicos o se emplea para formar otros enlaces entre átomos y moléculas.

Los procesos metabólicos se agrupan en dos categorías principales:

- El **catabolismo** se refiere a la degradación de moléculas complejas, como macromoléculas, por ejemplo, el almidón, el glucógeno, la glucosa, las proteínas y las grasas, para formar moléculas más simples como piruvato, etanol y dióxido de carbono. Las reacciones catabólicas implican procesos de oxidación, liberación de energía libre y convergencia de rutas. Es un proceso exergónico, es decir, que libera energía.
- Por otro lado, el **anabolismo** consiste en la síntesis de moléculas complejas a partir de precursores más pequeños, como el almidón o el glucógeno a partir de glucosa. Esta ruta se caracteriza por reacciones de reducción, requiere energía, y presenta vías de reacción divergentes. Es un proceso endergónico, ya que necesita un aporte energético para llevarse a cabo.

Las células almacenan la energía necesaria para sus reacciones en moléculas, siendo el **ATP** (trifosfato de adenosina) la principal. El ATP se utiliza para capturar, transferir y almacenar la energía libre requerida en los procesos químicos. Su función es suministrar energía a las reacciones metabólicas que lo necesiten, hidrolizándose en ADP (adenosina difosfato) y Pi (fosfato inorgánico), liberando la energía necesaria para llevar a cabo el trabajo biológico. El ATP, producido mayoritariamente en las mitocondrias durante la respiración celular, y en menor medida en el citoplasma, actúa como el "transportador" universal de energía, esencial para la mayoría de las funciones de los seres vivos. Sin este transportador, la vida no sería concebible.

Cuando el ATP se escinde, la alta carga energética acumulada en la molécula se libera y es utilizada por el organismo para realizar los procesos necesarios. El ATP puede liberar dos grupos fosfato de manera sucesiva; sin embargo, generalmente solo se rompe uno de estos enlaces, lo que convierte al ATP en ADP mediante la eliminación de un fosfato por hidrólisis.

En las células vivas, se deben realizar de manera simultánea numerosas reacciones metabólicas distintas y a una velocidad suficiente para asegurar el suministro adecuado de energía y materia que permita mantener las funciones vitales. Para cumplir con estas condiciones, las células disponen de dos mecanismos:

1. La división de su interior en compartimentos, donde se llevan a cabo reacciones específicas, como en los cloroplastos y mitocondrias.
2. La utilización de catalizadores biológicos, conocidos como enzimas, que son proteínas sintetizadas por las propias células.

ORGÁNULOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Mitocondria

Las mitocondrias tienen un diámetro inferior a 1,5 micrómetros, comparable al de muchas bacterias. La cantidad de mitocondrias varía según el tipo de célula, oscilando desde una en algunos protistas unicelulares hasta cientos de miles en células grandes como los óvulos. Están compuestas por dos membranas: una externa lisa, que permite el paso de moléculas pequeñas con poca resistencia, y una interna plegada en crestas, que restringe el paso a través de canales o transportadores proteicos especializados a ciertas moléculas, como el ácido pirúvico y el ATP. Entre ambas membranas se encuentra el espacio intermembrana, mientras que en el interior de la membrana interna se localiza la matriz mitocondrial, que contiene ribosomas, ADN, enzimas, coenzimas, agua y fosfatos. Su principal función es la producción de ATP a partir de la degradación de glucosa en presencia de oxígeno en un proceso denominado respiración celular, el cual inicia en el citoplasma y continúa en distintos compartimentos de la mitocondria.

TP5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

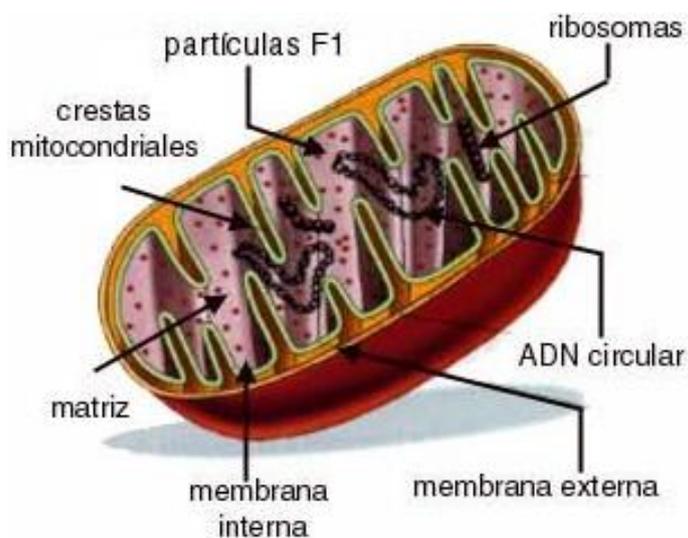


FIGURA 29: ESQUEMA DE UNA MITOCONDRIA CON SUS PARTES COMPONENTES. FUENTE:
[HTTPS://BOTANICA.CNBA.UBA.AR/PAKETE/3ER/LACELULA/MITOCONDRIAS.HTM](https://botanica.cnba.uba.ar/pakete/3er/LaCelula/Mitocondrias.htm)

Procesos catabólicos: Glucólisis, respiración celular y fermentación

La oxidación de la glucosa en los sistemas vivos se desarrolla en dos etapas principales, que varían en función de la presencia o ausencia de oxígeno:

- **Glucólisis:** Se lleva a cabo en el citoplasma mediante pasos secuenciales. Este proceso requiere energía de los enlaces fosfato de dos moléculas de ATP para desestabilizar la molécula de glucosa, la cual se oxida liberando NADH y ATP. Como resultado, una molécula de glucosa se convierte en dos moléculas de ácido pirúvico, cada una de tres átomos de carbono. Parte de la energía original de la glucosa queda conservada en los enlaces fosfato de dos moléculas de ATP y en los electrones de alto potencial redox de las moléculas de NADH. El ácido pirúvico puede seguir la vía aeróbica en presencia de oxígeno (respiración celular) o la anaeróbica en su ausencia (fermentación).
- **Respiración celular:** Se lleva a cabo en la mitocondria e incluye dos etapas: el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones. En el ciclo de Krebs, el ácido pirúvico se oxida progresivamente a CO_2 y agua. Los átomos de hidrógeno se separan de la cadena carbonada de la glucosa y son transferidos a coenzimas transportadoras de electrones, como el NAD^+ (que se reduce a NADH) y el FAD^+ (que se reduce a FADH_2). Al final de la respiración, el NADH y el FADH_2 ceden sus electrones a la cadena respiratoria, donde pierden energía gradualmente al pasar por una serie de transportadores de electrones en la membrana interna de la mitocondria. Esta energía se acopla en parte a la síntesis de ATP a partir de ADP y fosfato, en un proceso conocido como fosforilación oxidativa. Finalmente, los electrones son aceptados por el oxígeno, que se combina con protones para formar agua.
- **Fermentación:** En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede transformarse en etanol o en ácidos orgánicos, siendo el ácido láctico el más común. En este proceso anaeróbico, el aceptor final de electrones es una sustancia distinta del oxígeno. Un ejemplo es la conversión de glucosa en etanol mediante la acción de levaduras, como ocurre en el mosto de vino, lo cual se denomina **fermentación alcohólica**. Por otro lado, en la **fermentación láctica**, el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico, lo que es característico de ciertos microorganismos y de algunas células animales cuando el suministro de oxígeno es insuficiente. En las células musculares de los vertebrados, durante ejercicios intensos, se incrementa la frecuencia respiratoria para aumentar el suministro de oxígeno; sin embargo, este aumento puede ser insuficiente para satisfacer las necesidades de las células musculares. En tales casos, la glucólisis continúa utilizando glucosa liberada del glucógeno almacenado en el músculo, pero el ácido pirúvico no entra en la vía aeróbica, convirtiéndose en su lugar en ácido láctico. La acumulación de ácido láctico reduce el pH muscular, lo que disminuye la capacidad de contracción de las fibras musculares y genera fatiga. Posteriormente, el ácido láctico se difunde hacia la sangre y es transportado al hígado, donde se puede resintetizar en ácido pirúvico cuando el oxígeno es más abundante y disminuye la demanda de ATP.

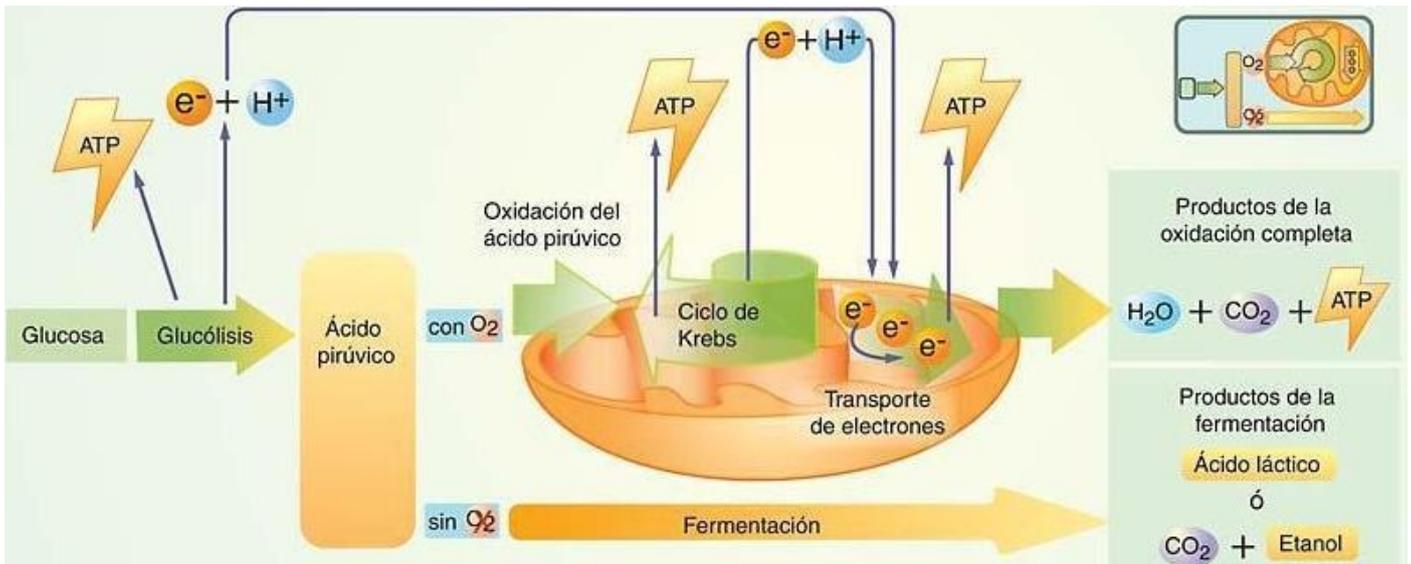


FIGURA 30: ESQUEMA GLOBAL DE LA OXIDACIÓN DE LA GLUCOSA. FUENTE: CURTIS – BARNES 7MA ED.

Cloroplasto

Es un orgánulo presente en células vegetales y en algunas algas, que contiene pigmentos cuya función es captar la energía solar y convertirla en energía química, la cual constituye los nutrientes para los organismos autótrofos. Los cloroplastos varían en tamaño y forma, y están rodeados por dos membranas (interna y externa), separadas por el espacio intermembrana. En su interior, se encuentra una tercera membrana, llamada membrana tilacoidal, que forma compartimentos circulares y estrechamente empaquetados conocidos como tilacoides, los cuales, en conjunto, constituyen las granas. Las membranas de los tilacoides contienen proteínas, fosfolípidos, clorofila y otros pigmentos. Además, los tilacoides de una grana pueden conectarse con los de otra, creando una red de membranas complejas similar a la del retículo endoplasmático. El líquido que rodea a las granas se denomina estroma y contiene ribosomas y ADN, utilizados para la síntesis de algunas proteínas del cloroplasto.

Los cloroplastos están presentes en todas las partes verdes de una planta, incluidos los tallos y las frutas inmaduras, aunque las hojas son los principales sitios de fotosíntesis en la mayoría de las plantas.

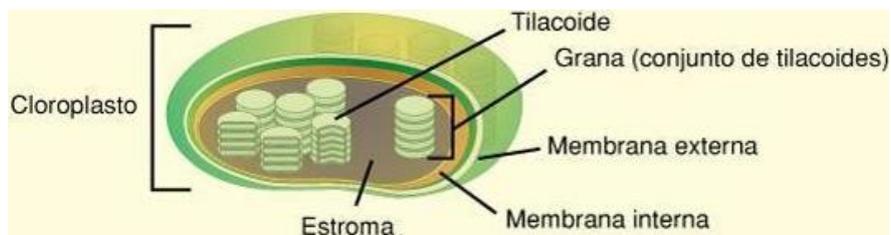


FIGURA 31: ESQUEMA DEL CLOROPLASTO. FUENTE: CURTIS – BARNES 7MA ED.

Proceso anabólico: Fotosíntesis

La vida en la Tierra depende de la energía proveniente del sol, y la fotosíntesis es el único proceso biológico que puede captar la energía lumínica y convertirla en energía química, constituyendo el primer eslabón de las redes alimentarias terrestres. Este proceso, llevado a cabo por organismos fotoautótrofos, se puede resumir en la siguiente ecuación:



La fotosíntesis se desarrolla en dos etapas: las reacciones de la fase fotoquímica (luz) y las reacciones bioquímicas, conocidas como ciclo de Calvin.

Durante la fase fotoquímica, se forma NADPH (Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato reducido), que aporta el poder reductor, y ATP, que proporciona la energía. Como subproducto de la hidrólisis del agua, se libera oxígeno al ambiente a través de los estomas, pequeñas aberturas en la superficie de las hojas.

TP5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

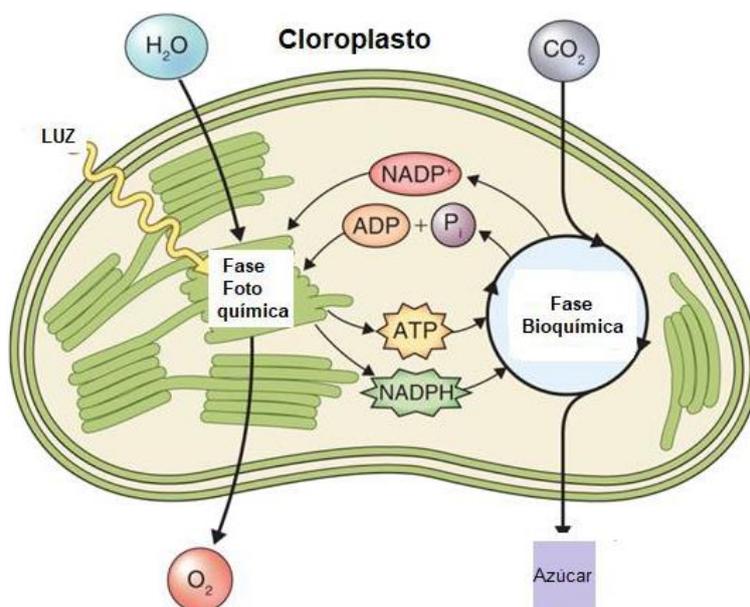


FIGURA 32: ESQUEMA GENERAL DE LA FOTOSÍNTESIS: COOPERACIÓN DE LAS REACCIONES DE LA FASE FOTOQUÍMICA Y EL CICLO DE CALVIN. FUENTE: THE MOLECULAR LIFE OF PLANTS, ED RUSSEL JONES, 1RA ED.

En la segunda etapa, el dióxido de carbono del aire se incorpora a la ribulosa 1,5-bisfosfato (un azúcar de cinco carbonos) presente en el estroma del cloroplasto, por acción de una carboxilasa. Luego, utilizando NADPH y ATP, el CO₂ se reduce, y tras seis ciclos se producen dos moléculas de D-gliceraldehído-3-fosfato (G3P), que posteriormente dan lugar a la formación de monosacáridos, como la glucosa. Así, la energía química temporalmente almacenada en las moléculas de ATP y NADPH se transfiere a moléculas que transportan y almacenan energía en las células de algas y plantas. Como resultado, se genera un esqueleto de carbono que permite la formación de diversas moléculas orgánicas.

Los organismos autótrofos (vegetales, algunas bacterias y algas) son capaces de incorporar sustancias simples como H₂O, CO₂ y sales minerales, y sintetizar compuestos orgánicos como azúcares, que utilizan para construir su estructura y obtener energía, además de proporcionar estos compuestos a otros organismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bach N., Daguerre A., Daruich J., Davila S., Jofré M. 2023. Guía de Trabajos Prácticos de Biología General y Celular. FQByF. UNSL.
- Cid, F y Salinas A. 2018. Guía de Trabajos Prácticos de Biología General. ISSN: 2545-7683.
- Cangiano A y Isaguirre A. 2020. Guía Introducción a la Biología Licenciatura en Nutrición.
- Nuñez B. y Fernandez Marinone G. 2011. Guía de Trabajos Prácticos. Introducción a la Biología.
- Curtis H. "Biología". Sexta edición 2000. Editorial Médica Panamericana.
- Campbell N. y Reece J. Séptima edición 2005. "Biología" Editorial Médica Panamericana.
- Curtis H., Barnes Sue N., Schnek A. y Massarini A. "Biología" 2008. Editorial Médica Panamericana. Séptima edición.
- Sadava D., Heller H., Orians G., Purves W. y Hillis D. Vida: "La ciencia de la Biología". Octava edición 2008. Editorial Médica Panamericana.
- Audesirk, T; Audesirk, G; Byers, B E. 2013. Biología. La vida en la Tierra. Con fisiología. Novena edición. Pearson Educación de México, S.A de C.V., México. ISBN: 978-607-32-1526-8
- Jones, R., Ougham, H., Thomas, H., & Waaland, S. (2012). The Molecular Life of Plants (1st ed.). Wiley.
- Atlas de Histología Vegetal y Animal- Universidad de Vigo. España. <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/6-mitocondrias.php>
- Hipertextos de Biología. Universidad Nacional del Nordeste. http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/celula4.htm#clorop

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Relacionar el concepto de energía con el metabolismo celular.
- Estudiar los componentes y la función de mitocondrias y cloroplastos.
- Identificar las diferentes reacciones que constituyen el metabolismo celular y su localización en la célula.
- Comprender la importancia biológica de la fotosíntesis y la respiración celular, y conocer los mecanismos principales del proceso fotosintético.
- Analizar experimentalmente los intercambios y transformaciones de materia y energía que ocurren durante la fermentación.

MATERIALES

- Gradillas
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Baño termostático a 30 °C
- Globos pequeños (x3)
- Probetas de 50 mL
- Ananá
- Manzana
- Levadura
- Agua hirviendo
- Azúcar
- Gelatina

1. ACTIVIDAD DE PROTEASAS DE ANANÁ: REACCIONES CATABÓLICAS

- Marcar tres tubos de ensayo con los números 1, 2 y 3.
- Colocar en el tubo 1 un pequeño trozo o jugo fresco de ananá, en el tubo 2 un pequeño trozo de manzana, y dejar el tubo 3 vacío.
- Preparar la gelatina siguiendo las instrucciones del envase.
- Añadir aproximadamente 3 mL de la gelatina recién preparada, aún líquida, en cada tubo, mezclar suavemente y enfriar en un baño de hielo durante 5 a 10 minutos. Cuando el tubo 3 contenga gelatina firme, observar y comparar los resultados en los otros tubos.
- Registrar los resultados observados en la Tabla 5.

TABLA 5: ACTIVIDAD DE PROTEASAS EN GELATINA

TUBO	TIPO DE MUESTRA	ESTADO DE LA GELATINA
1	Ananá	
2	Manzana	
3	Control	

- Responder:
 - ¿Qué conclusión se puede obtener de estos experimentos?
 - ¿Qué tipo de reacción metabólica ocurrió en algunos de los tubos?

2. DEGRADACIÓN DE GLUCOSA: FERMENTACIÓN POR LEVADURAS

- Dividir la levadura en tres partes iguales.
- Colocar cada parte en un tubo de ensayo numerado (1, 2 y 3).
- Los tratamientos para cada tubo se describen en la Tabla 6.

TP5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

TABLA 6: TRATAMIENTO Y CONDICIONES PARA LA FERMENTACIÓN POR LEVADURAS

TUBO	AGUA	AZÚCAR	LEVADURA	TRATAMIENTO	CONDICIONES
1	Tibia	–	1/3	Agitar, tapan la boca del tubo con el globo y asegurar bien para evitar cualquier pérdida de aire	Colocar en baño de agua tibia
2	Tibia	1 cucharadita	1/3		
3	Hirviendo	1 cucharadita	1/3		

- d. Dejar reposar durante 20 minutos.
- e. Registrar los cambios observados en los globos.
- f. Responder:
 - i. ¿Qué diferencias se observan entre los estados finales de los tubos 1, 2 y 3? ¿Cómo se explican estas diferencias?
 - ii. ¿Qué tipo de fermentación ocurrió? ¿Cuáles son sus productos?
 - iii. ¿Qué intercambio de materia tuvo lugar en los tubos? ¿Hubo alguna transformación de energía asociada?

3. CONSUMO DE CO₂ DURANTE LA FOTOSÍNTESIS: REACCIONES ANABÓLICAS

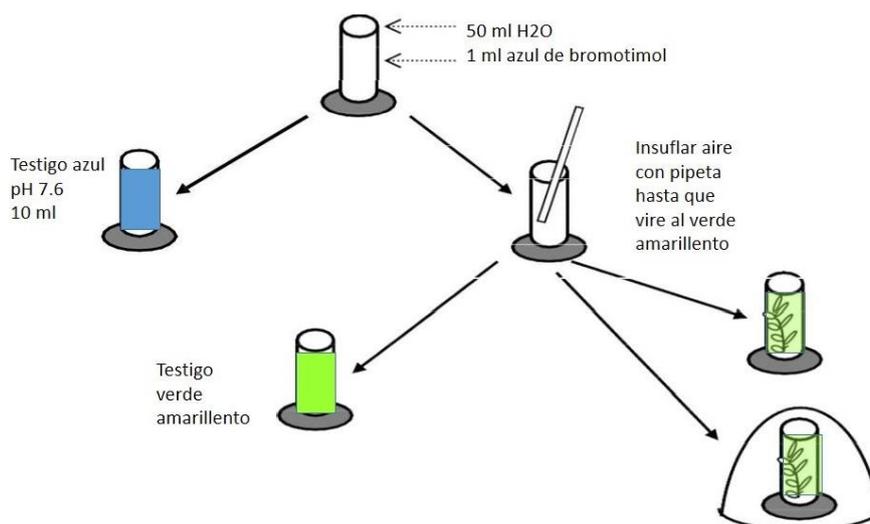


FIGURA 33: ESQUEMA DEL PROCESO

- a. En una probeta de 50 ml, colocar 1 ml de solución de azul de bromotimol y completar con agua hasta los 50 ml. El azul de bromotimol es un indicador de pH (pH 7,6 azul; pH 6 verde-amarillento).
- b. Colocar 10 ml de esta solución en un tubo de ensayo como testigo azul.
- c. A la solución restante en la probeta, insuflar aire con una pipeta hasta que el indicador cambie de azul a verde-amarillento.
- d. Dividir la solución verde-amarillenta en tres tubos de ensayo.
- e. En uno de los tubos colocar una ramita de "elodea" y exponer a la luz durante 40 minutos. En otro tubo, colocar una ramita de "elodea" y tapan con cartulina negra durante el mismo período.
- f. Tras 40 minutos, retirar las ramas de los tubos y medir el pH de las soluciones.
- g. Comparar los colores de las soluciones con los tubos testigo.
- h. Anotar las observaciones en la Tabla 7.

TP5: CLOROPLASTOS Y MITOCONDRIAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

TABLA 7: TRATAMIENTO

	COLOR DE LA SOLUCIÓN		pH DE LA SOLUCIÓN	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
PLANTA+LUZ				
PLANTA+OSCURIDAD				
TESTIGO				

i. Responder.

- i.** ¿Por qué cambió de color la solución en el tubo con la planta expuesta a la luz?
- ii.** ¿Qué ocurrió con la solución en el tubo que contenía la planta en la oscuridad?
- iii.** Explicar las razones detrás de los cambios de pH observados.
- iv.** ¿En qué organelas de la célula eucariota se produce la transformación de energía? ¿Cómo están constituidas?
- v.** ¿Cómo se llama el proceso en el que la glucosa se degrada en dos moléculas de piruvato y dónde se lleva a cabo?
- vi.** Mencionar las etapas de la respiración celular.
- vii.** Definir el proceso de respiración celular.
- viii.** ¿Qué vías sigue la célula en ausencia de oxígeno?
- ix.** ¿Cuál es la importancia biológica de la respiración celular?
- x.** ¿Cuáles son los procesos mediante los cuales se degradan moléculas orgánicas para obtener energía?
- xi.** ¿Cuál es la importancia biológica de la fotosíntesis?
- xii.** ¿Qué elementos deben estar presentes en las plantas para que ocurra la fotosíntesis?
- xiii.** ¿Qué resultados se obtienen durante la etapa fotoquímica y para qué se utilizan?

TRABAJO PRÁCTICO N°6

NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

Temario: Ciclo Celular. Descripción general de la mitosis. Características de cada fase. Número Haploide. Número Diploide. Valor C. Importancia biológica de la mitosis.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de años de investigación, distintos estudios han permitido confirmar que el núcleo celular contiene la información hereditaria (ADN) y ejerce una influencia continua sobre las actividades de la célula. Esta influencia asegura que las moléculas complejas requeridas por la célula se sinteticen en las cantidades y tipos adecuados.

NÚCLEO

El núcleo es una estructura típica de las células eucariontes, donde se encuentra el ADN, que contiene la información hereditaria. En su interior también se sintetiza ARN, y se desarrollan procesos claves para la regulación de la expresión genética.

De forma esférica y voluminosa en relación con el tamaño celular, el núcleo tiene aproximadamente 5 micrómetros de diámetro y ocupa alrededor del 10% del volumen total de la célula. La mayoría de las células son mononucleadas, aunque existen células binucleadas, como las cartilaginosas y hepáticas, o multinucleadas, como las fibras musculares estriadas. Está formado por:

La **envoltura nuclear** consta de dos membranas: una interna y otra externa, separadas por el espacio peri-nuclear. En los sitios donde estas membranas se fusionan se forman **poros nucleares**. La membrana externa se continúa con el retículo endoplásmico rugoso (RER), conectando el espacio peri-nuclear con el lumen del RER. La superficie de la membrana externa posee **ribosomas**, mientras que por debajo de la interna se encuentra la **lámina nuclear**, formada por filamentos intermedios, que contribuyen a su estabilidad. El **carioplasma**, un gel compuesto por agua, iones, nucleótidos, enzimas y proteínas, llena el núcleo. El **nucléolo**, de estructura esferoidal y con un diámetro de 1 a 7 micrómetros, se desintegra durante la división celular y es responsable de la síntesis de pre-ribosomas.

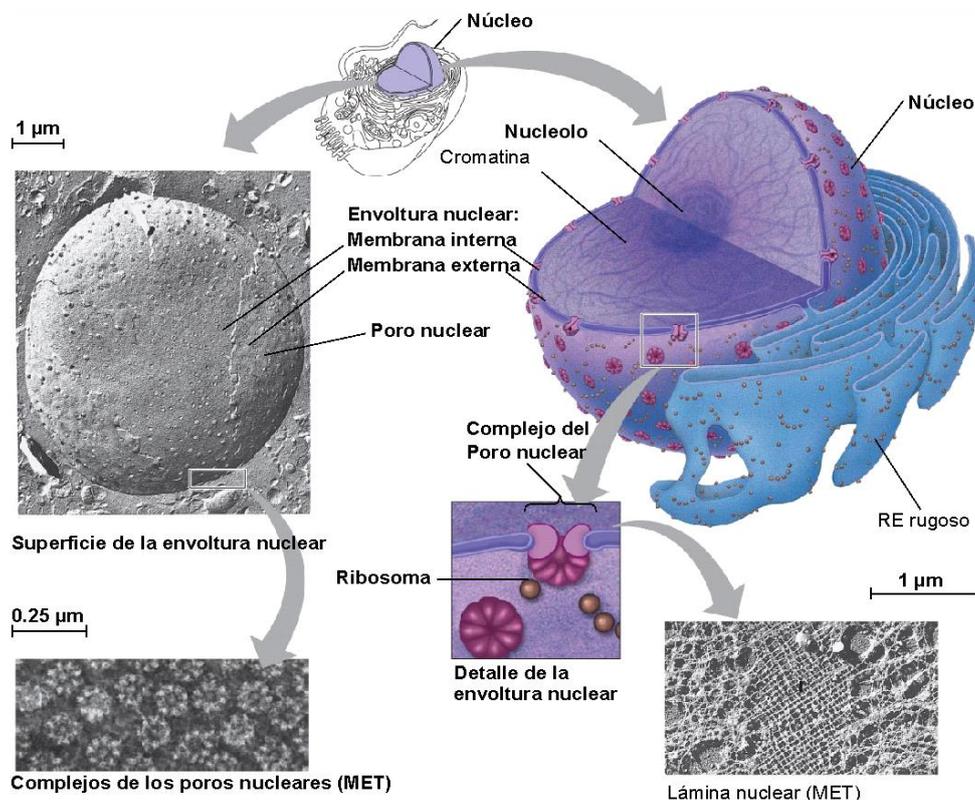


FIGURA 34: EL NÚCLEO Y SU ENVOLTURA. FUENTE: CAMPBELL-REECE, 7MA ED.

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

En las células eucariontes, el **ADN** es lineal y está fuertemente asociado a proteínas llamadas **histonas**, además de otras no histónicas. Cada molécula de ADN, junto con las proteínas, constituye un **cromosoma**. Durante el estado no divisional, los cromosomas forman una estructura difusa llamada **cromatina**, donde los cromosomas individuales no son distinguibles. Al iniciar la división celular, la cromatina se condensa, haciendo visibles al microscopio óptico los cromosomas como entidades individuales.

Las histonas, proteínas básicas con una alta proporción de lisina y arginina —aminoácidos cargados positivamente—, desempeñan un papel fundamental en el empaquetamiento de la cromatina. Esta carga positiva facilita la interacción con el ADN, que presenta carga negativa. Existen cinco clases de histonas: H1, H2A, H2B, H3 y H4. Las últimas cuatro se denominan histonas nucleosómicas, ya que el ADN se enrolla alrededor de ellas para formar los **nucleosomas**, que constituyen las unidades básicas del empaquetamiento cromatínico. En cada nucleosoma, las histonas nucleosómicas se organizan en una estructura octamérica, que conforma el núcleo del nucleosoma. El ADN se enrolla alrededor de este núcleo en dos vueltas, estabilizadas por la histona H1, formando el complejo conocido como **cromatosoma**.

Los nucleosomas están separados por tramos de ADN de longitud variable llamados espaciadores, lo que da a la cromatina un aspecto característico de "collar de cuentas". Para que la cromatina se acomode en el limitado espacio nuclear, debe someterse a múltiples niveles de empaquetamiento adicionales, cada vez más compactos. Este proceso de condensación es inducido por un conjunto de proteínas nucleares llamadas condensinas, que dan lugar a la formación de una estructura conocida como solenoide. El enrollamiento del **solenoid**, en el cual cada vuelta contiene seis nucleosomas, depende de la interacción entre las histonas H1.

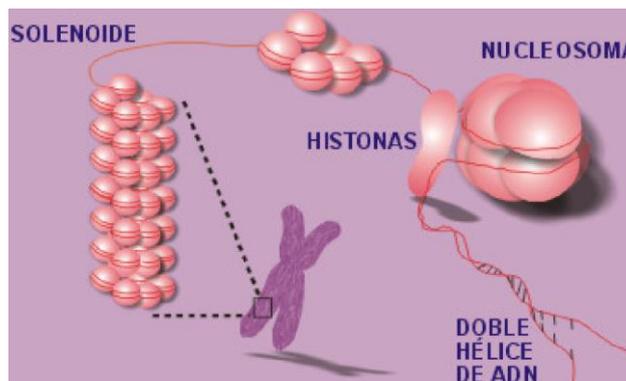


FIGURA 35: GRADOS DE ENROLLAMIENTO DE LA CROMATINA. FUENTE: PROYECTO BIOSFERA
[HTTP://RECURSOSTIC.EDUCACION.ES/CIENCIAS/BIOSFERA](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera)

La cromatina se compacta aún más al formar **lazos** de ADN de diversas longitudes, unidos a un cordón proteico formado por proteínas no histónicas. Estos lazos se denominan SAR (Scaffold Associated Regions), y cada uno corresponde a una unidad de replicación y transcripción del ADN, es decir, un gen.

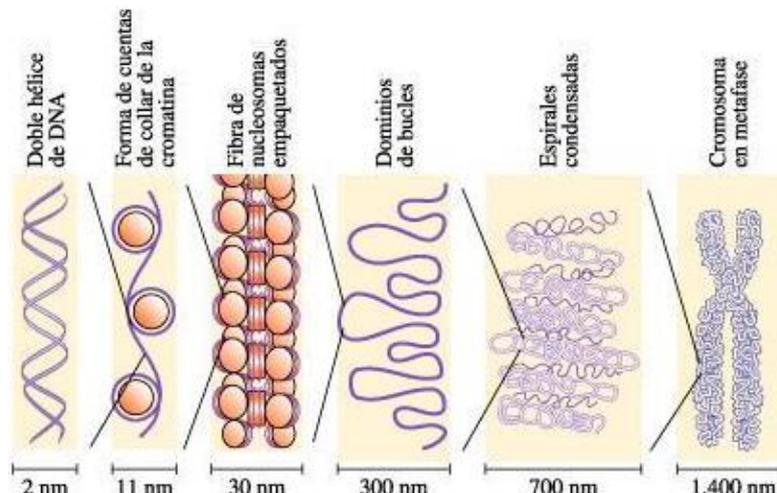


FIGURA 36: ETAPAS EN EL PLEGAMIENTO DE UN CROMOSOMA. FUENTE: CURTIS-BARNES 6TA ED.

TP6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

Las moléculas de ADN empaquetadas en **chromosomas** reciben este nombre porque captan colorantes utilizados en microscopía (del griego "*chromo*": color y "*soma*": cuerpo). Cada especie eucarionte posee un número característico de cromosomas en sus núcleos celulares. En las **células somáticas** humanas, el núcleo contiene 46 cromosomas, organizados en dos juegos de 23 cromosomas, heredados de cada progenitor (**2n = dotación diploide**). En las **células sexuales o gametos** humanos (óvulos y espermatozoides), la dotación es haploide, con un solo juego de 23 cromosomas (**n = dotación haploide**).

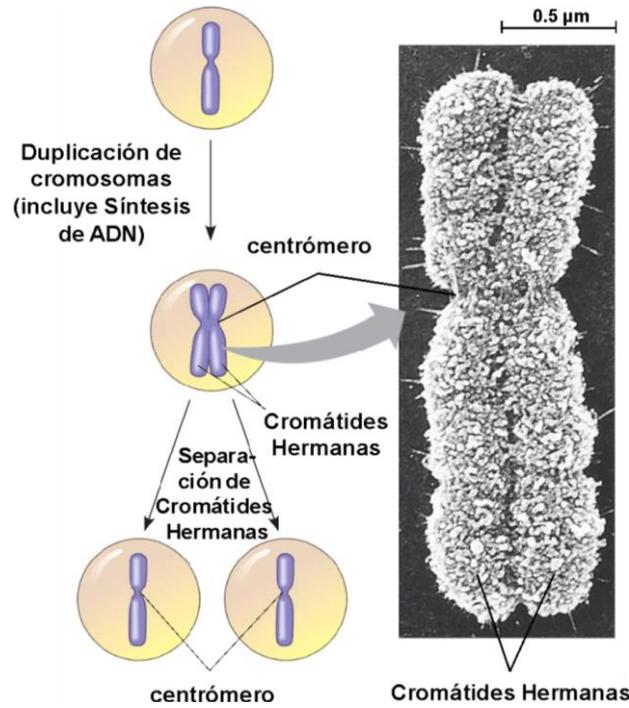


FIGURA 37: ESQUEMA DE UN CROMOSOMA CONDENSADO. FUENTE: CAMPBELL-REECE 7MA ED.

CICLO CELULAR

La división celular cumple una función esencial al garantizar la transmisión del material genético idéntico a las células hijas. Este proceso es parte del **ciclo celular**, definido como el conjunto de eventos que transcurren desde la formación de una célula a partir de una progenitora hasta su propia división en dos células hijas. Antes de cada división, los cromosomas deben duplicarse y distribuirse equitativamente, asegurando que cada célula hija reciba la misma información genética que la célula madre.

El ciclo celular se divide en dos fases principales: interfase y división. La interfase, a su vez, se subdivide en G1, S y G2, mientras que la división celular, o mitosis, consta de cinco fases: profase (P), prometafase (PM), metafase (M), anafase (A) y telofase (T), seguida por la citocinesis, que implica la separación del citoplasma.

- Durante **G1**, se observa una intensa actividad bioquímica: la célula aumenta su tamaño, sintetiza enzimas y orgánulos como ribosomas, mitocondrias, lisosomas y componentes del citoesqueleto, el complejo de Golgi, entre otros. En células animales, los centriolos se separan y duplican.
- En la fase **S**, ocurre la replicación del ADN y la síntesis de histonas. Es importante destacar que, durante esta fase, la duplicación del ADN resulta en la formación de cromátides hermanas, que son copias idénticas de un mismo cromosoma unidas por el centrómero. Estas cromátides serán separadas durante la división celular para garantizar que cada célula hija reciba una copia completa del material genético.
- En **G2**, se completan los preparativos para la división celular, los cromosomas duplicados comienzan a condensarse y los centriolos terminan su separación.

TP6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

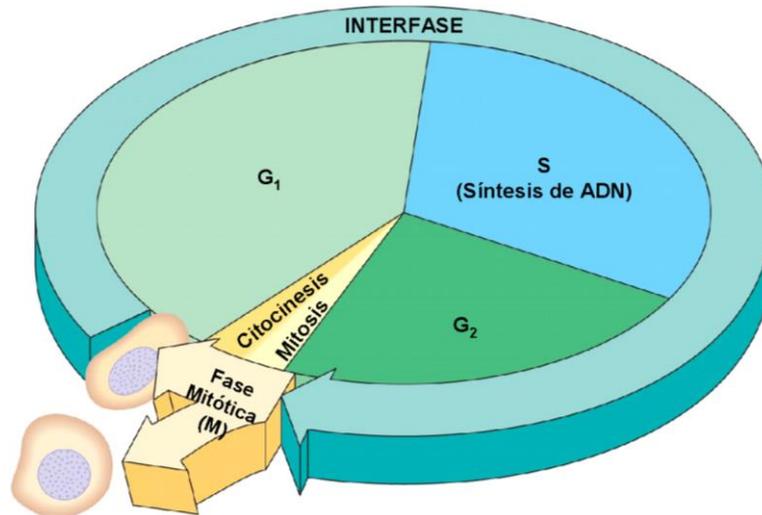


FIGURA 38: CICLO CELULAR. FUENTE: CAMPBELL-REECE, 7MA ED.

DIVISIÓN CELULAR

La división celular es un proceso fundamental para el mantenimiento de los organismos vivos. A través de ella, los animales y las plantas crecen a partir de una célula única, los tejidos dañados se regeneran y los organismos unicelulares se reproducen. El material genético, organizado en cromosomas, debe distribuirse de manera equitativa entre las células hijas. En las células eucariontes, este proceso es más complejo que en las procariontes, debido a la mayor cantidad de ADN (cerca de mil veces más) y a que este ADN está repartido en varios cromosomas lineales.

MITOSIS

La **mitosis** es el proceso mediante el cual el material genético se distribuye entre las dos células hijas resultantes de una división celular. Este proceso incluye la división del núcleo y garantiza que ambas células hijas sean genéticamente idénticas entre sí y a la célula progenitora. La mitosis es esencial para la regeneración de tejidos, como en la piel y el hígado, así como para el crecimiento y la reproducción de organismos unicelulares.

- La mitosis comienza con la **profase (P)**, en la que las fibras de cromatina se condensan en cromosomas visibles bajo el microscopio óptico. Durante esta fase, desaparece el nucléolo, se forma el huso mitótico y los centrosomas se desplazan hacia polos opuestos de la célula.
- En la **prometáfase (PM)**, la envoltura nuclear se fragmenta y los microtúbulos del huso mitótico se extienden hacia el centro de la célula.
- Luego, en la **metafase (M)**, la más larga de las fases, los cromosomas se alinean sobre la placa metafásica y el huso se completa.
- En la **anafase (A)**, la fase más corta, las cromátides hermanas se separan y se mueven hacia los polos opuestos, garantizando que cada extremo de la célula contenga una copia idéntica del material genético.
- Finalmente, en la **telofase (T)**, se forman dos nuevos núcleos hijos y se reconstruyen las envolturas nucleares.
- Después de la división nuclear, ocurre la **citocinesis**, en la cual el citoplasma se divide, completando así el proceso de formación de dos células hijas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. Introducción a la Biología Celular 2ª Edición 2006. Editorial Médica Panamericana.
- Lodish H, Berk A, Zipursky L, Matsudaira P, Baltimore D y Darnell J. "Biología celular y Molecular" 4ª Edición 2002. Editorial Médica Panamericana.
- Curtis H, Sue Barnes N. "Biología" 6ª Edición. Editorial Médica Panamericana, Buenos 2000.

TP6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

- Purves WK, Sadava D, Orians GH y Heller HC. Vida: “La Ciencia de la Biología”, 6ª Edición 2003. Editorial Médica Panamericana,
- Campbell N. y Reece J. “Biología”. séptima edición 2005. Editorial Médica Panamericana
- Curtis H., Barnes Sue N., Schnek A. y Massarini A. “Biología” Séptima edición. 2008. Editorial Médica Panamericana.
- De Robertis E y Hib J. “Fundamentos de Biología Celular y Molecular” 2004. Editorial EL Ateneo.
- Escudero N et al. Guía de Trabajos Prácticos de Biología General y Celular. 2016. Nueva Editorial Universitaria. UNSL. Primera Edición. San Luis.
- Cell Cycle, Mitosis and Meiosis. Matheugrover. Science Methods. 2007. The Biology Project. Department of Biochemistry and Molecular Biophysics. University of Arizona. <http://wwwbiology.arizona.edu>.
- Soltys D, Rudzińska-Langwald A, Kurek W, Gniazdowska A, Sliwinska E, Bogatek R. Cyanamide mode of action during inhibition of onion (*Allium cepa* L.) root growth involves disturbances in cell division and cytoskeleton formation. *Planta*. 2011. 234(3):609-21.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Describir los principales eventos que caracterizan las fases del ciclo celular en células eucariotas.
- Explicar los complejos que regulan el paso de las células desde la fase G1 hacia la fase S y desde la fase G2 a la fase M.
- Identificar los factores externos que influyen en el ciclo de división celular.
- Conocer las características fundamentales de la mitosis.
- Analizar e identificar las fases de la mitosis.
- Comprender la importancia biológica de la mitosis.
- Definir los conceptos de número haploide, número diploide y valor C.

MATERIALES

- Un disco de cartulina de 50 cm de diámetro.
- Dos grupos de tenedores, cuchillos y cucharas blancos, y dos grupos de tenedores, cuchillos y cucharas rojos.
- Tres metros de cordón blanco y dos metros de cordón azul.
- Tijeras.
- Alambre.
- Bandas elásticas.
- Cinta aislante de color.
- Marcador de color.

1. ELABORACIÓN DE ESQUEMAS RELACIONADOS CON LA DIVISIÓN CELULAR MITÓTICA

En esta actividad, se estudiará la mitosis en un organismo unicelular con 6 cromosomas ($2n=6$). Se utilizará un disco de cartulina para representar la célula, cordones para las membranas nuclear y plasmática, alambre para las fibras del huso, y cubiertos plásticos para los cromosomas.

Es fundamental identificar cada etapa del proceso de división celular. Cada miembro del grupo (2 alumnos) deberá explicar el proceso completo al finalizar cada etapa y al concluir la actividad. Además, se solicitará responder las preguntas al final de cada actividad, y dibujar y documentar los pasos en el cuaderno de informe.

- a. Tomar el disco de cartulina que representa la célula, utilizar un cordón de un color para simbolizar la envoltura nuclear y otro de color diferente para la membrana plasmática.
- b. Representar los cromosomas: los cubiertos blancos representan cromosomas paternos y los rojos maternos. Considerar que es una célula diploide ($2n=6$) con tres pares de cromosomas.
- c. Utilizar la cinta aislante de color para representar un gen en uno de los cromosomas, el cual codificará una enzima.
- d. Representar el mismo gen en el cromosoma homólogo correspondiente. Analizar si este gen es idéntico o si presenta diferencias.
- e. Responder
 - i. ¿Qué significa diploide?
 - ii. ¿Cuántos pares de cromosomas homólogos hay en la célula del organismo?

TP6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

- iii. Encerrar en un círculo cada par de cromosomas homólogos de la célula.
- iv. ¿Los cromosomas homólogos están apareados o se encuentran de forma independiente en la célula?
- v. ¿Cuál es la mejor descripción de los cromosomas homólogos?
 - Son de la misma forma y tamaño.
 - Contienen los mismos genes en el mismo orden.
 - Generalmente contienen diferentes versiones (alelos) de algunos de sus genes.
 - Todas las anteriores.
- vi. Caracterizar los cromosomas homólogos.
- vii. Diferenciar entre gen y alelo.

1.1. INTERFASE Y REPLICACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

Durante la interfase, los cromosomas están extendidos y no visibles bajo el microscopio óptico, ya que el ADN no se encuentra condensado. Aunque no se puede simular esta condición con los cubiertos plásticos, es posible imaginarlo.

- a. Replicar cada cromosoma del núcleo de la célula añadiendo un tenedor rojo a otro rojo y un tenedor blanco a otro blanco, utilizando una banda elástica para unirlos por el centrómero.
Cada cromosoma está ahora replicado, es decir, posee una copia idéntica de sí mismo. El núcleo contenía originalmente 6 cromosomas no replicados, y ahora contiene 6 cromosomas replicados. Las dos copias idénticas de cada cromosoma, llamadas cromátides hermanas, permanecen unidas por el centrómero.
- b. Responder
 - i. ¿Cuál es la composición de una cromátida?
 - ii. ¿Qué diferencia existe entre una cromátida y un cromosoma replicado?
 - iii. ¿Qué es el centrómero?

1.2. PROFASE DE LA MITOSIS

Durante la profase, los cromosomas replicados se condensan progresivamente y se vuelven visibles bajo el microscopio óptico. Esta es la primera fase de la mitosis.

- a. Responder
 - i. ¿Las dos cromátides hermanas conectadas por el centrómero son idénticas o contienen diferentes alelos? Explicar.
 - ii. Comparar los cromosomas replicados con los no replicados:
 - A. La cantidad de ADN en un cromosoma replicado es ____ veces la cantidad de ADN en un cromosoma no replicado.
 - B. ¿Cuántas veces está representado cada gen en un cromosoma replicado?
 - C. Cada cromosoma replicado contiene ____ copias completas de su información genética.
 - D. Las copias de la información genética de cada cromosoma son:
 - Idénticas.
 - Homólogas.
 - Complementarias.
 - iii. ¿Los cromosomas homólogos replicados se aparearán durante la mitosis?
 - iv. ¿Cuántas cromátides hermanas hay en el núcleo del organismo durante la profase?
 - v. Si una célula diploide humana tiene 46 cromosomas no replicados en la interfase temprana, ¿Cuántas cromátides hermanas estarán presentes en esta célula durante la profase de la mitosis?

1.3. PROMETAFASE DE LA MITOSIS

En la prometáfase, la envoltura nuclear se desintegra. Las fibras del huso, formadas por microtúbulos de tubulina, emergen de los centrosomas, que se encuentran en polos opuestos de la célula. Algunas fibras se fijan al cinetocoro de los cromosomas replicados, llamados microtúbulos cinetocóricos.

- a. Retirar la membrana nuclear que rodea los cromosomas del núcleo de la célula.

TP6: NÚCLEO: CICLO CELULAR Y MITOSIS

- b. Colocar las fibras del huso en la célula usando piezas de alambre y dibujar los centrosomas en el disco de cartulina.

1.4. METAFASE DE LA MITOSIS

Durante la metafase, los cromosomas replicados se alinean en el plano ecuatorial de la célula, guiados por las fibras del huso. Los cromosomas homólogos permanecen independientes uno del otro, lo que significa que los cromosomas replicados, como los dos grupos de cucharas replicadas, no están apareados.

- a. Colocar los cromosomas del organismo en el plano ecuatorial de la célula. El orden y la orientación de los cromosomas es aleatorio.
- b. Responder:
 - i. ¿Cuántos cromosomas replicados hay en el plano ecuatorial de la célula del organismo?
 - ii. ¿Cuántos cromosomas replicados se alinearán en el plano ecuatorial de una célula humana en mitosis?

1.5. ANAFASE DE LA MITOSIS

Durante la anafase, las cromátides hermanas se separan para formar los cromosomas hijos, que se desplazan hacia los polos opuestos de la célula.

- a. Separar las cromátides hermanas.
- b. Responder:
 - i. ¿Los cromosomas hijos están replicados?
 - ii. ¿Son idénticos o no los dos grupos de cromosomas hijos?
 - iii. ¿Los cromosomas hijos son idénticos a los de la célula parental?

1.6. TELOFASE DE LA MITOSIS

En la telofase, los cromosomas hijos llegan a los polos de la célula y comienzan a descondensarse. Las fibras del huso desaparecen debido a la despolimerización de los microtúbulos, y se forman nuevas membranas nucleares alrededor de cada conjunto de cromosomas hijos.

1.7. CITOCINESIS

Las células hijas ingresan a la fase temprana de la interfase, donde los cromosomas se descondensan nuevamente. Las células crecerán hasta alcanzar su tamaño completo, y si continúan dividiéndose, los cromosomas se replicarán nuevamente, repitiéndose el ciclo celular.

- a. Dividir la célula animal en dos, reemplazando el cordón que representa la membrana plasmática con dos cordones más cortos que representan las nuevas membranas de las células hijas.
- b. Responder
 - i. ¿La célula parental sigue existiendo?
 - ii. ¿Cuántas veces se replican los cromosomas por cada ciclo celular?
 - iii. ¿Cuántas veces se divide una célula por mitosis?

2. OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO DE PREPARADOS PERMANENTES DE ALLIUM CEPA

Utilizando la Figura 39, indicar en qué fase del ciclo celular se encuentran las células observadas.

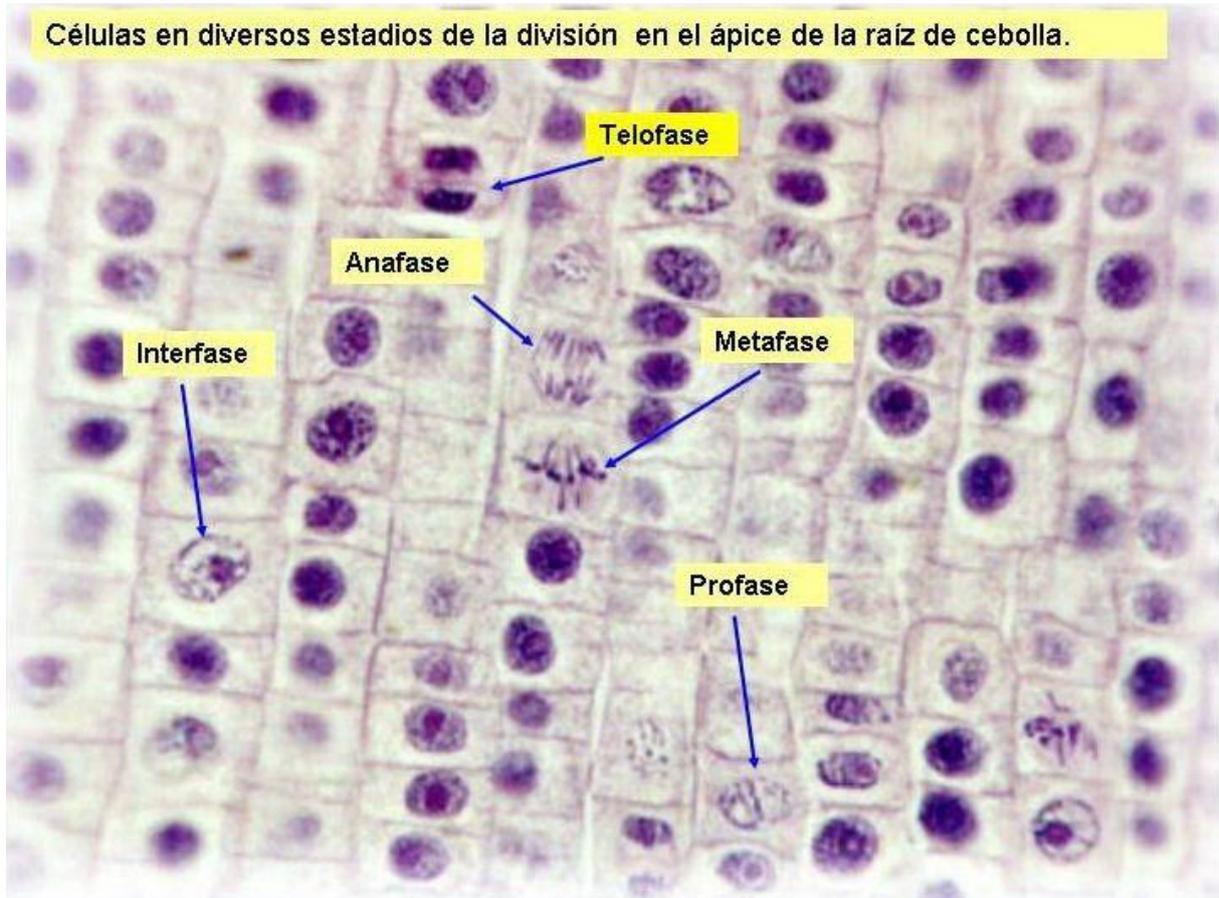


FIGURA 39: FUENTE: [HTTPS://PIN.IT/7WB DV6Q](https://pin.it/7wbDV6Q)

3. CONCEPTO DE VALOR C

Dibujar en la Figura 40 una curva que represente el contenido relativo de ADN (Valor C) en las distintas fases del ciclo celular.

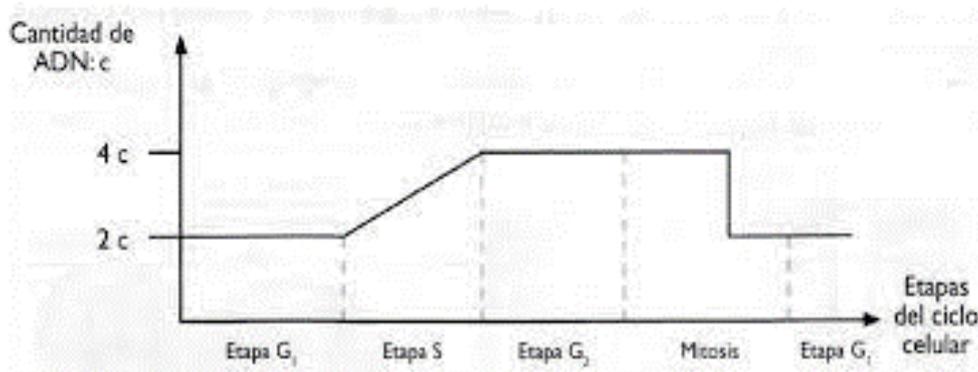


FIGURA 40

CUESTIONARIO DE REPASO

- A. ¿Cuáles son las distintas fases de organización del material genético?
- B. Esquematizar un cromosoma en su máximo estado de condensación e indicar sus partes.
- C. ¿En cuántas fases se desarrolla la mitosis y cuál es su resultado?
- D. ¿Cuál es la importancia biológica de la mitosis?

TRABAJO PRÁCTICO N°7

MEIOSIS: REPRODUCCIÓN SEXUAL

Temario: Características generales de la meiosis, fases e importancia biológica. Diferencias entre mitosis y meiosis. Células haploides y diploides. Implicancias genéticas de la meiosis: gametogénesis y fecundación. Reproducción sexual y asexual.

INTRODUCCIÓN

La **meiosis** es un tipo especial de división celular que ocurre exclusivamente en organismos con reproducción sexual. En la mayoría de los organismos multicelulares, tanto animales como vegetales, la reproducción se realiza a través de gametos, que son células sexuales generadas por meiosis. Estos gametos, denominados óvulos y espermatozoides, se fusionan mediante el proceso de fecundación, originando el cigoto o célula huevo. El cigoto contiene material genético de ambos progenitores y, mediante mitosis, se multiplica para formar un nuevo individuo multicelular.

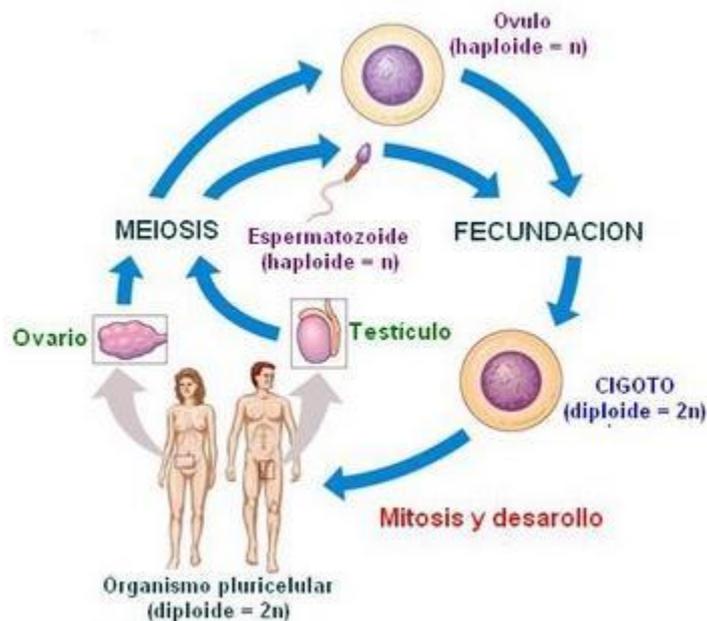


FIGURA 41: MEIOSIS Y FECUNDACIÓN. FUENTE: CAMPBELL-REECE 7MA ED.

La meiosis se compone de dos divisiones nucleares sucesivas que reducen a la mitad el número de cromosomas, formando gametos haploides. En los hombres, esto resulta en cuatro espermatozoides; en las mujeres, en un óvulo y cuerpos polares. Este proceso ocurre en las células germinales (ovogonias y espermatogonias), ubicadas en los órganos reproductores o gónadas (ovarios y testículos) (Figura 42).

La meiosis constituye una fuente de variabilidad genética, ya que se produce el entrecruzamiento de información genética entre cromosomas homólogos y hay segregación al azar es decir los cromosomas de los dos progenitores paterno y materno se distribuyen en forma independiente y esa distribución depende de la orientación de los pares de homólogos en la metafase I (Figura 43).

TP7: MEIOSIS: REPRODUCCIÓN SEXUAL

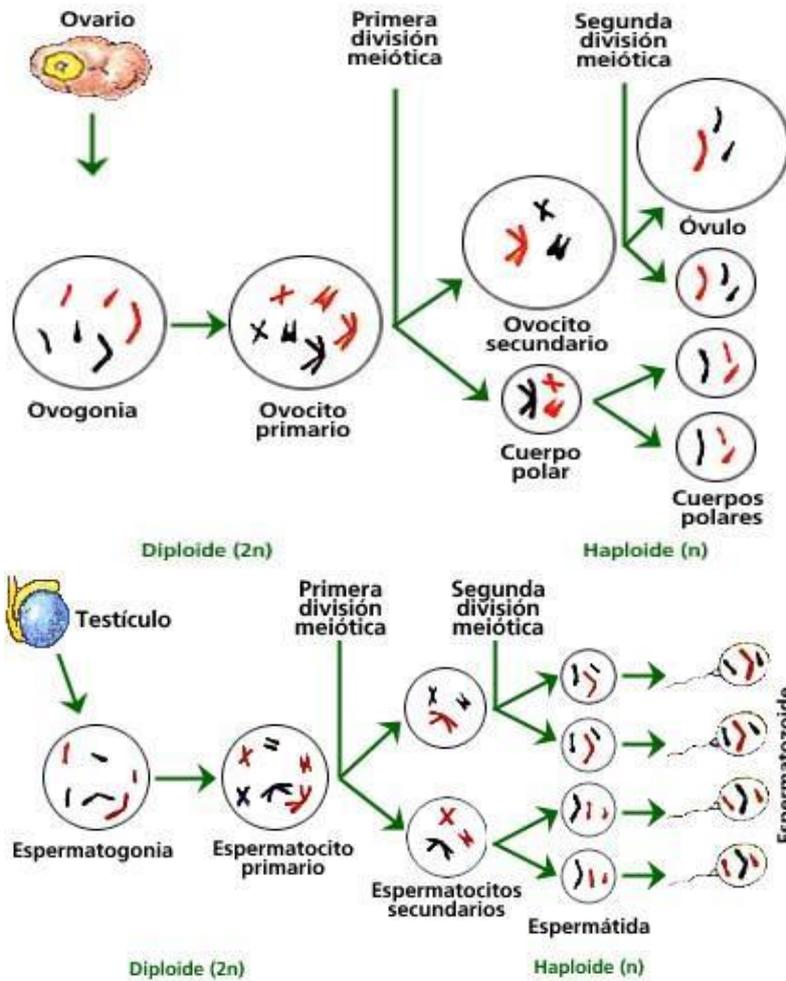
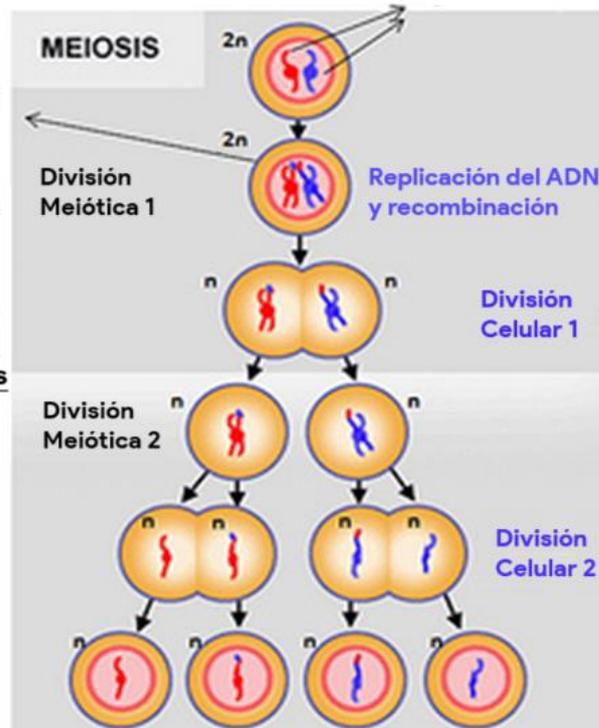


FIGURA 42: MEIOSIS. FUENTE: CAMPBELL-REECE 7MA ED.

Par de cromosomas homólogos, uno proveniente de la madre y otro del padre

Par de cromosomas homólogos duplicados: *bivalentes* o *tétradas*

En esta etapa se produce el *crossing-over* o entrecruzamiento entre cromosomas homólogos. Solo entre una cromátide de un par de cromosomas homólogos y una cromátide del otro par.



Separación a nivel del par de cromosomas homólogos. Segregación al azar.

Separación de cromátides hermanas. Reducción del material genético a la mitad. Segregación al azar.

FIGURA 43: ESQUEMA GENERAL DE LA MEIOSIS

DIFERENCIAS ENTRE MEIOSIS Y MITOSIS

Muchos de los fenómenos observados en la mitosis también ocurren en la meiosis, como la secuencia de cambios en el núcleo y el citoplasma, las fases de profase, prometáfase, metafase, anafase y telofase, la formación del huso mitótico y la condensación de cromosomas. Sin embargo, existen diferencias esenciales:

1. La mitosis ocurre en células somáticas, mientras que la meiosis tiene lugar en células sexuales.
2. En la mitosis, una replicación del ADN es seguida por una división celular, resultando en células hijas con la misma cantidad de ADN y un número diploide de cromosomas. En cambio, en la meiosis, una replicación del ADN es seguida por dos divisiones celulares (meiosis I y meiosis II), generando cuatro células haploides con la mitad del ADN.

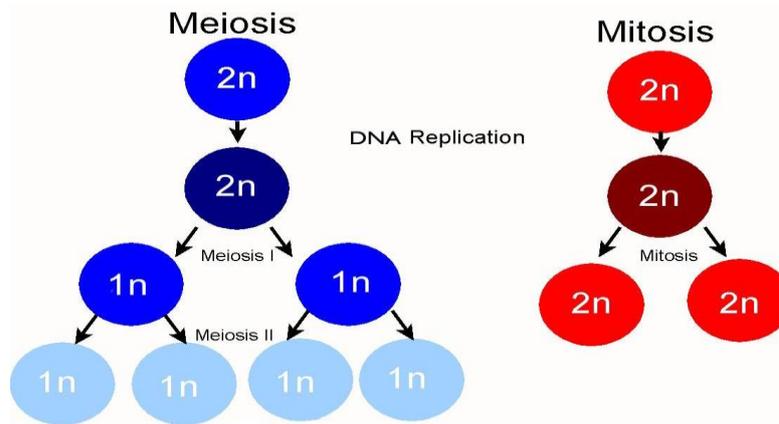


FIGURA 44: COMPARACIÓN ENTRE MEIOSIS Y MITOSIS

3. En la mitosis, la síntesis de ADN ocurre durante la fase S, seguida por la fase G2. En la meiosis, la fase S es más larga y la fase G2 es corta o puede faltar.
4. Durante la mitosis, cada cromosoma evoluciona de forma independiente. En la meiosis, durante la primera división, los cromosomas homólogos se aparean e intercambian fragmentos de material genético (recombinación).
5. La duración de la mitosis es corta (aproximadamente una hora), mientras que la meiosis es más prolongada (24 días en los hombres y varios años en las mujeres).
6. En la mitosis, el material genético se mantiene constante en las sucesivas generaciones de células hijas, a menos que ocurran mutaciones o aberraciones cromosómicas. En la meiosis, se genera una gran variabilidad genética.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberts, Brain, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts, Walter. Introducción a la Biología Celular 2º Edición 2006. Editorial Médica Panamericana.
- Lodish H, Berk A, Zipursky L, Matsudaira P, Baltimore Dy Darnel J. “Biología celular y Molecular” 4º Edición 2002. Editorial Médica Panamericana.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K y Walter P. “Biología molecular de la Célula” 4ª Edición 2004. Editorial Omega.
- Curtis H, Sue Barnes N. “Biología” 6ª Edición. Editorial Médica Panamericana, Buenos 2000.
- Purves WK, Sadava D, Orians GH y Heller HC. VIDA: “La Ciencia de la Biología, 6ª Edición 2003. Editorial Médica Panamericana.
- Campbell N y Reece J. “Biología”. séptima edición 2005. Editorial Médica Panamericana
- Curtis H, Barnes Sue N, Schnek A y Massarini A. “Biología” Séptima edición. 2008. Editorial Médica Panamericana.
- De Robertis E y Hib J. “Fundamentos de Biología Celular y Molecular” 2004. Editorial EL Ateneo.
- Cell Cycle, Mitosis and Meiosis. Matheu grover. Science Methods. 2007. The Biology Project. Department of Biochemistry and Molecular Biophysics. University of Arizona. <http://wwwbiology.arizona.edu>.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Comprender los conceptos relacionados con la meiosis y la reproducción sexual en organismos pluricelulares.
 - Establecer diferencias entre los dos tipos de división celular: mitosis y meiosis.
 - Entender el proceso de formación de los gametos femeninos y masculinos.
 - Reconocer la importancia biológica de la división celular meiótica.
1. Completar los esquemas de la Figura 45 y la Figura 46, que representan el comportamiento de los cromosomas durante los procesos de mitosis y meiosis, considerando los conceptos indicados.

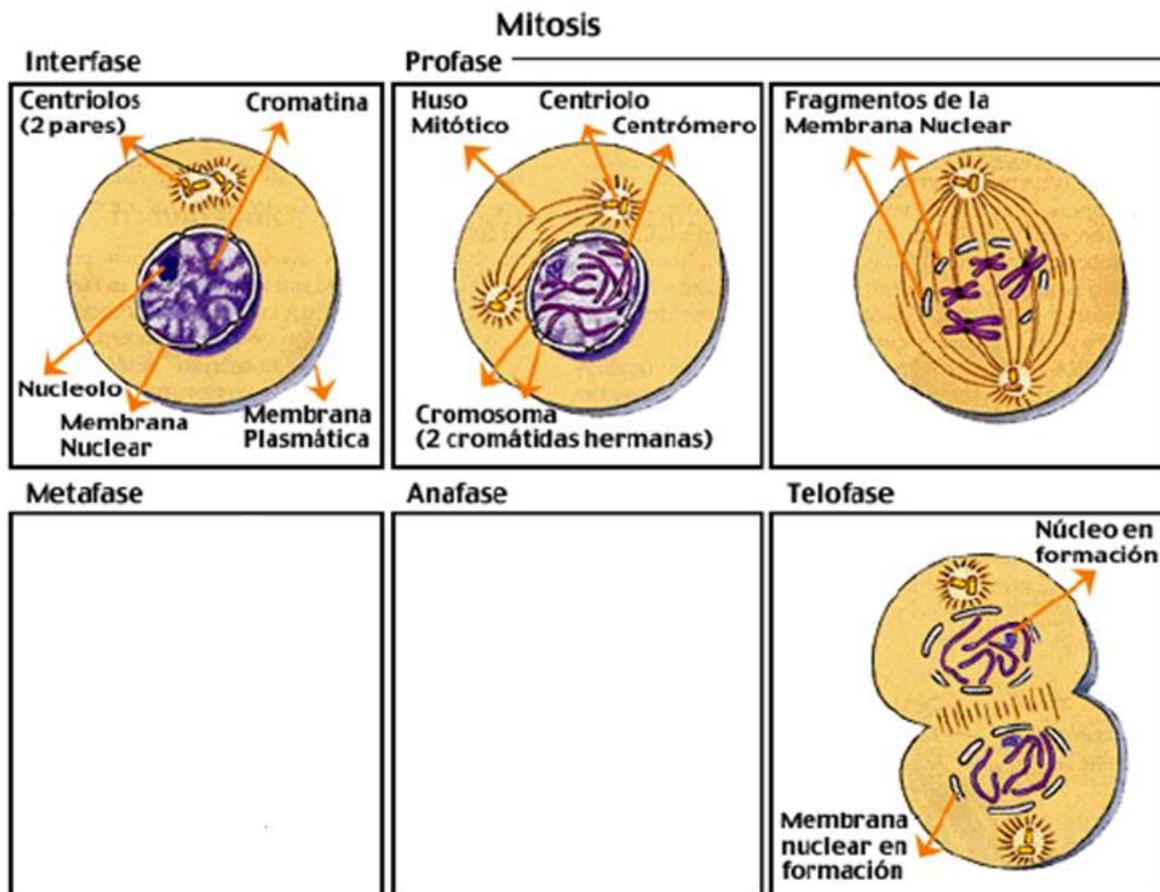


FIGURA 45: MITOSIS

MEIOSIS

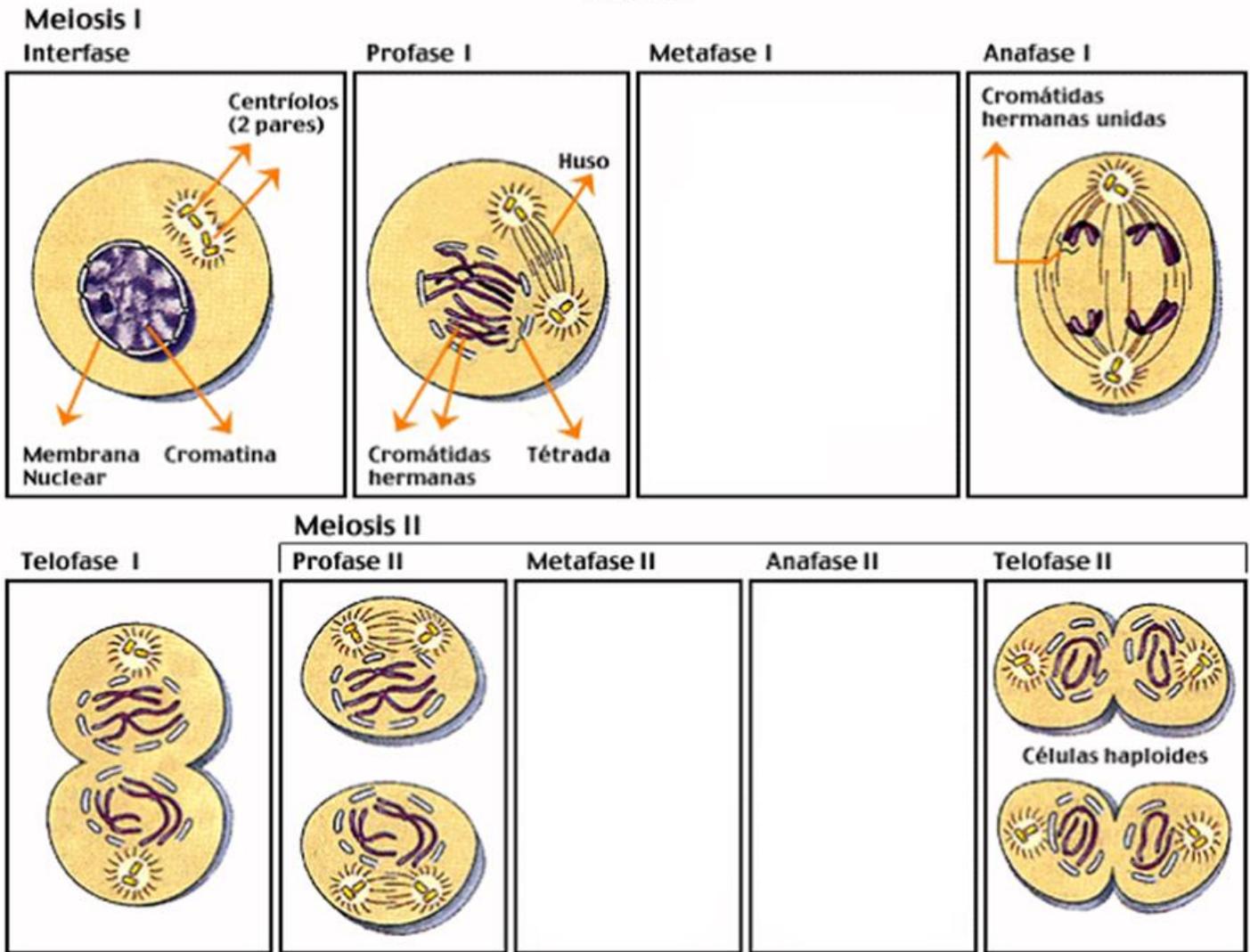


FIGURA 46: MEIOSIS

2. Esquematizar, con el material provisto (plastilina de diferentes colores y alambre), la profase de la meiosis I, momento en el cual ocurre el entrecruzamiento (*crossing over*) y la segregación al azar de las cromátidas hermanas.
 - a. Utilizar plastilina de dos colores, donde cada color representa uno de los cromosomas que forman el par de cromosomas homólogos. El cromosoma materno se representará con un color y el paterno con otro, de modo que, al producirse el entrecruzamiento, se observe de forma clara el origen de cada porción de ADN.
 - b. Los alambres representarán las fibras del huso mitótico, que ubicarán los cromosomas en el eje ecuatorial, simulando la migración de los cromosomas hacia los polos mediante el acortamiento del huso.

3. Completar las palabras en los espacios en blanco
 - a. En los organismos con reproducción sexual, la _____ es el tipo de división celular que asegura la continuidad de la especie. Este tipo de reproducción proporciona una ventaja evolutiva al incrementar la _____ intraespecífica, el primer paso de la selección natural. La reproducción sexual genera variabilidad al combinar información genética proveniente de dos individuos distintos. Además, la meiosis aumenta la variabilidad mediante la recombinación de las _____ de los

TP7: MEIOSIS: REPRODUCCIÓN SEXUAL

..... Este proceso se denomina y ocurre durante la profase I, en el estadio denominado El resultado final de la meiosis son los: el masculino se llama y el femenino

- b. Las consecuencias genéticas de la meiosis son:
Recombinación genética.

.....
.....

- c. En la mujer, la meiosis comienza , mientras que en el hombre inicia

4. Responder

- ¿Cuántos óvulos se producen por meiosis?
- ¿Cuántos espermatozoides se generan mediante la meiosis?
- ¿Cuánto dura la meiosis en la mujer?
- ¿Cuánto dura la meiosis en el varón?
- ¿Cuándo finaliza la meiosis en la mujer?
- ¿En qué condiciones finaliza la meiosis normalmente?

5. Marcar la opción correcta

- ¿Qué caracteriza a la interfase entre la primera y segunda división meiótica?
 - Carece de periodo S.
 - Carece de periodo G2.
 - Carece de periodo G1.
 - No presenta ninguna característica distintiva. Es una interfase como la de la mitosis.
- ¿Cuál es el objetivo de la segunda división de la meiosis?
 - Reducir a la mitad el número de cromosomas.
 - Transformar células $2n$ en células n , que serán los gametos.
 - Aumentar la variabilidad genética mediante el sobrecruzamiento.
 - Separar las cromátidas de cada cromosoma.
- ¿Cuál de los siguientes NO es un objetivo de la meiosis?
 - Reducir el número de cromosomas a la mitad.
 - Producir reestructuraciones en los cromosomas homólogos.
 - Formar células diploides a partir de células haploides.
 - Todas las anteriores son objetivos de la meiosis.
- Un organismo tiene 46 cromosomas en sus gametos. Por lo tanto, en una célula haploide de este organismo encontramos
 - 23
 - 46
 - 92
 - 64
- La mitosis y la meiosis son mecanismos de división celular. La mitosis ocurre en células somáticas, mientras que la meiosis permite la formación de gametos. Por lo tanto, el objetivo de la meiosis es:
 - Conservar el número de cromosomas.
 - Duplicar el número de cromosomas.
 - Reducir el número de cromosomas.
 - Mantener el número de cromosomas.
- Una célula con 98 cromosomas se divide por meiosis. Al final de la división se forman:
 - 4 células con 98 cromosomas cada una.
 - 2 células con 98 cromosomas cada una.
 - 4 células con 49 cromosomas cada una.
 - 2 células con 49 cromosomas cada una.

TRABAJO PRÁCTICO Nº8 HERENCIA MENDELIANA

Temario: Principios de genética y herencia. Concepto de genética y herencia. Experimentos de Mendel: leyes de la segregación y distribución independiente. Concepto de gen. Alelos: homocigosis y heterocigosis. Dominancia y recesividad. Genotipo y fenotipo.

INTRODUCCIÓN

Gregor Mendel, monje proveniente de una familia campesina de bajos recursos, accedió al monasterio para poder continuar sus estudios. Allí dedicó gran parte de su vida al estudio de las plantas, en particular de los guisantes. Como resultado de sus investigaciones, formuló las tres leyes de la herencia, que se convirtieron en los pilares de la genética. Mendel eligió los guisantes porque son fáciles de cultivar y presentan características observables a simple vista, como el color de las flores y las diferencias en las semillas, tanto en color como en textura. A través de sus leyes, logró explicar cómo se transmiten las características de una generación a la siguiente mediante los genes, a pesar de que en ese momento aún no se conocía la estructura del ADN. Este avance fue un logro único e irrepetible.

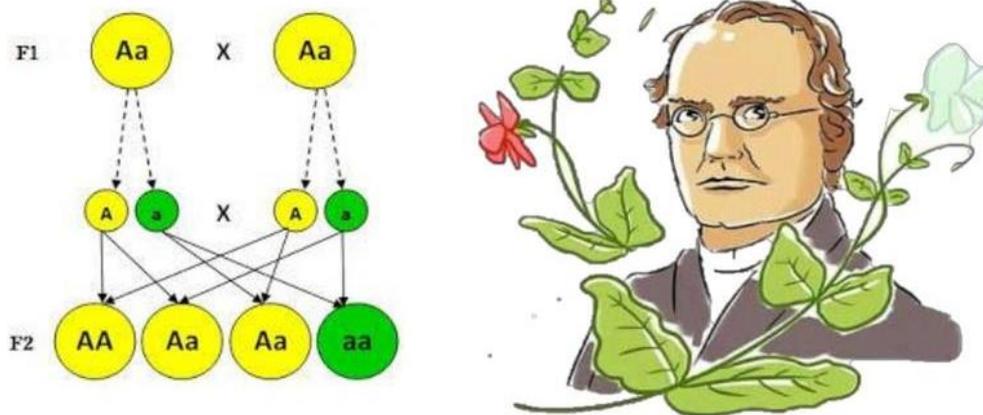


FIGURA 47: HERENCIA MENDELIANA

Resolución de problemas de genética

Para abordar un problema de genética de manera ordenada, es recomendable seguir los siguientes pasos:

1. Leer cuidadosamente el enunciado, identificando los símbolos indicados para los alelos dominantes y recesivos como referencias.
2. Especificar con claridad los genotipos de la generación parental (P) que representan el cruzamiento original.
3. De acuerdo con la "Ley de la Segregación", formar los posibles gametos de cada uno de los genotipos parentales, y luego realizar el cruzamiento que permitirá obtener la primera generación filial (F1).
4. Cuando un progenitor forme más de un tipo de gametos, utilizar rejillas genéticas o el "Cuadro de Punnett" para resolver los posibles genotipos y fenotipos de la descendencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Curtis H., Barnes, H. Schnek, A., Flores, G. "Invitación a la Biología". 6a edición. 2006. Editorial Médica Panamericana.
- Escudero N et al. Guía de Trabajos Prácticos de Biología General y Celular. 2016. Nueva Editorial Universitaria. UNSL. Primera Edición. San Luis.
- Campbell N. A, Reece J. B. "Biología" 2007. Editorial Médica Panamericana.
- <http://www.biologia.arizona.edu/cell/cell.html>
- Sociedad Española de Genética. URL: www.seg.umh.es
- www.mendel.uab.es/genetica/curso/problemas
- <https://www.youtube.com/watch?v=EvJWEBFrkH0> primera ley eficiencia
- <https://www.youtube.com/watch?v=O06GTdO4x6k> segunda ley eficiencia
- <https://www.youtube.com/watch?v=ww3noMdEq9A> tercera ley eficiencia

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

OBJETIVOS

- Comprender la importancia de las leyes fundamentales de la herencia.
- Interpretar y entender la terminología utilizada en genética.
- Analizar las Leyes de Mendel deduciendo fenotipos y genotipos en problemas de cruzamiento.
- Resolver problemas relacionados con la Herencia Mendeliana.

PROBLEMAS

1. MONOHIBRIDISMO

- a. Un par de alelos determina el color del pelaje en cobayos. El alelo dominante "N" produce pelaje negro, mientras que el recesivo "n" da lugar a pelaje blanco. Se cruzan un cobayo homocigoto negro con uno homocigoto blanco.
 - i. ¿Cuáles serán los fenotipos y genotipos de la F1?
 - ii. ¿Cómo será la F2 si se cruzan dos individuos de la F1?
 - iii. ¿Qué características tendrá la descendencia de un cobayo negro heterocigoto cruzado con una hembra homocigota blanca?
 - iv. Indicar las proporciones fenotípicas y genotípicas.
- b. En las arvejas, el gen que determina el color rojo de las flores, "R", es dominante sobre el blanco, "r". Realizar un cruzamiento entre un individuo homocigoto de flores rojas y uno homocigoto de flores blancas. Indicar genotipos y fenotipos de la F1 y F2, así como las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F2.
- c. La glucogenosis tipo I, también conocida como enfermedad de Von Gierke, es una condición autosómica recesiva causada por la falta de la enzima glucosa-6-fosfatasa, que impide la degradación del glucógeno en glucosa. Algunos síntomas incluyen hepatomegalia y retraso en el crecimiento.
 - i. Una pareja heterocigota (Gg) decide tener un hijo. ¿Cuál es la probabilidad de que el hijo tenga la enfermedad?
 - ii. ¿Cuál será la F1 de un individuo con glucogenosis tipo I y una mujer sana no portadora? ¿Presentará alguno de sus hijos síntomas de la enfermedad?
 - iii. ¿Es posible que dos personas enfermas tengan descendencia sana? Explicar.
 - iv. Sugerir una dieta adecuada para pacientes con esta condición.

2. DIHIBRIDISMO

- a. El color rojo de la pulpa de tomate está controlado por el alelo dominante "R", mientras que el color amarillo está determinado por su alelo recesivo "r". El enanismo es causado por un gen recesivo "d". Se dispone de una variedad de pulpa amarilla de tamaño normal y otra enana de pulpa roja, ambas puras.
 - i. ¿Es posible obtener una variedad de pulpa roja y tamaño normal?
 - ii. ¿Y una de pulpa amarilla y tamaño enano?
- b. En humanos, las cataratas y la fragilidad ósea están determinadas por alelos dominantes. Un hombre con cataratas y huesos normales, cuyo padre tenía visión normal, se casa con una mujer sin cataratas, pero con fragilidad ósea, cuyo padre tenía huesos normales. Indicar la probabilidad de obtener:
 - i. Un descendiente sin afecciones.
 - ii. Un descendiente con cataratas y huesos normales.
 - iii. Un descendiente con visión normal y huesos frágiles.
 - iv. Un descendiente que padezca ambas condiciones.

TP8: HERENCIA MENDELIANA

3. DOMINANCIA INCOMPLETA

En el ganado de la raza Shorton, el color del pelaje sigue un patrón de codominancia: el genotipo RR determina pelaje rojo, el BB pelaje blanco, y el RB produce un color roano (mezcla de rojo y blanco).

- a. ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas resultan de los siguientes cruzamientos?
 - i. Roano con roano.
 - ii. Roano con rojo.
 - iii. Roano con blanco.
- b. Explicar por qué el color roano no sigue la Primera Ley de Mendel.

4. HERENCIA LIGADA AL SEXO

- a. Las mujeres poseen dos cromosomas sexuales XX, y los hombres XY. ¿Cuál de los abuelos de un hombre no podría haberle transmitido genes en su cromosoma Y?
- b. El daltonismo, caracterizado por la incapacidad de distinguir colores primarios, es un rasgo recesivo ligado al cromosoma X. El alelo "C" dominante determina visión normal, y el alelo recesivo "c" provoca daltonismo.
 - i. ¿Cuál es el genotipo de un hombre daltónico?
 - ii. ¿Cuál es el genotipo de un hombre con visión normal?
 - iii. ¿Qué genotipos puede tener una mujer con visión normal?
 - iv. ¿Qué genotipos pueden tener los padres si una de sus hijas es portadora?
- c. La hemofilia depende de un gen recesivo "h", ubicado en el cromosoma X. El alelo dominante "H" produce coagulación normal.
 - i. ¿Cuáles son los genotipos de un hombre y una mujer con coagulación normal?
 - ii. Si nace un niño hemofílico de padres normales, ¿qué genotipos están involucrados?
 - iii. ¿Qué proporción fenotípica se espera en la descendencia de una mujer portadora de hemofilia casada con un hombre hemofílico?

5. GRUPOS SANGUÍNEOS (CODOMINANCIA)

Un caso judicial enfrenta a la familia Fernández, que alega que el bebé Rogelio no les pertenece y que, en cambio, el bebé José, que tiene la familia López, es el suyo. El tribunal ordena el análisis de los grupos sanguíneos, con los resultados de la Tabla 8. ¿Qué familia tiene razón?

TABLA 8

	Madre	Padre	Bebé
Familia Fernández / Rogelio	AB	O	A
Familia López / José	A	O	O

ANEXO I SEMINARIOS

SEMINARIO 1: RIESGOS SANITARIOS

A) VIRUS EN ALIMENTOS

El término "virus" proviene del latín *virus*, que significa "veneno", un nombre aún pertinente considerando los grandes desafíos que presentan para la salud humana. Los virus son agentes infecciosos submicroscópicos cuya estructura se caracteriza por la presencia de material genético rodeado por una cápside, una envoltura protectora constituida por proteínas. La partícula viral completa recibe el nombre de virión.

El material genético de los virus está compuesto de ácido ribonucleico (ARN) o ácido desoxirribonucleico (ADN), que contiene la información necesaria para su replicación y supervivencia. Cabe destacar que cada virus contiene únicamente uno de estos tipos de ácidos nucleicos, nunca ambos.

Los virus son parásitos intracelulares obligados, lo que significa que requieren una célula hospedante para replicarse, ya que no pueden sobrevivir en vida libre. Existen virus que infectan diversos tipos de células; los bacteriófagos, o fagos, son un ejemplo de virus que se reproducen en bacterias. La infección viral es específica y depende de la interacción entre la cápside viral y los receptores presentes en la célula hospedante.

En cuanto a su morfología, los virus presentan una gran diversidad en tamaño y forma. Existen dos tipos estructurales principales: los isométricos, con forma de varilla o alargada, y los virus complejos, que poseen cabeza y cola, como en el caso de algunos bacteriófagos. Los virus más pequeños, que son icosaédricos (poliedros de 20 caras), miden entre 18 y 20 nanómetros de ancho (1 nanómetro equivale a una millonésima parte de un milímetro). Los virus más grandes tienen una forma alargada y, aunque algunos pueden alcanzar varios micrómetros de longitud, su ancho suele ser inferior a 100 nanómetros. Esto los coloca por debajo del límite de resolución del microscopio óptico utilizado para estudiar bacterias y otros microorganismos.

Reproducción de los virus

Dado que los virus carecen de las enzimas y precursores metabólicos necesarios para su replicación, dependen completamente de la célula hospedante. A pesar de ello, algunos virus pueden permanecer inactivos sin un hospedante durante aproximadamente 40 días. Los virus solo se replican en células con un metabolismo activo; fuera de ellas son inertes.

Para replicarse, el ácido nucleico del virus debe utilizar la maquinaria enzimática y estructural de la célula viva. Este ácido nucleico se duplica y dirige la síntesis de nuevas cápsides utilizando las enzimas y el aparato metabólico de la célula infectada.

Una única partícula viral puede producir miles de viriones. En algunos casos, los virus destruyen la célula infectada durante su liberación, mientras que otros salen sin dañarla a través de un proceso de exocitosis, aprovechando las membranas celulares. En ciertos casos, las infecciones pueden ser "silenciosas", es decir, los virus se replican dentro de la célula sin causar un daño evidente.

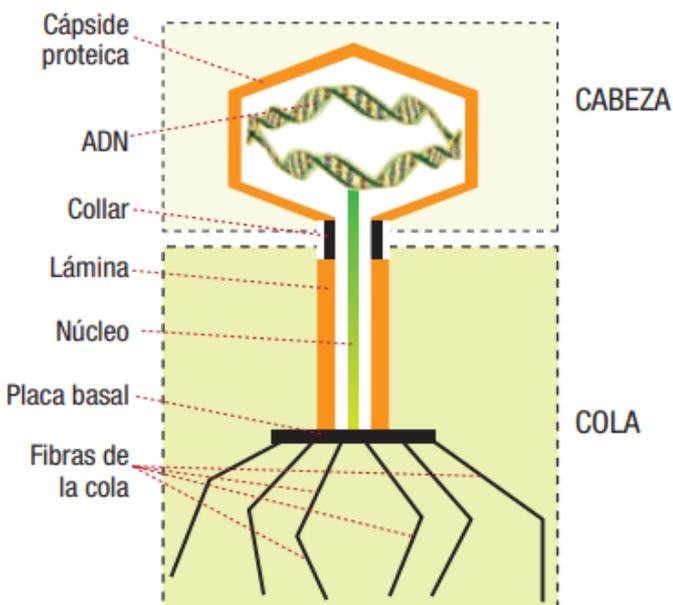


FIGURA 48: ESTRUCTURA DE UN BACTERIÓFAGO

Se ha encontrado que algunos virus contienen lípidos en su estructura, los cuales son tomados de la célula hospedante que infectan.

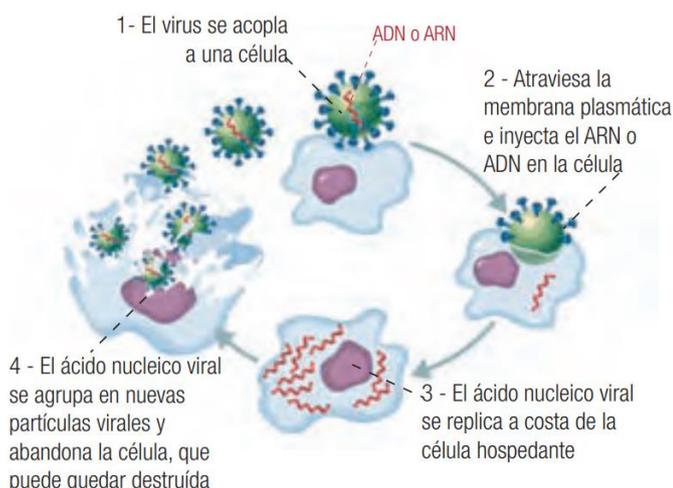


FIGURA 49: REPRODUCCIÓN DE LOS VIRUS

Virus entéricos de transmisión alimentaria

Las infecciones virales transmitidas por alimentos son cada vez más reconocidas como una causa significativa de enfermedades en los seres humanos. Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC), se estima que 76 millones de estadounidenses enferman anualmente debido a enfermedades transmitidas por alimentos. De estos casos, más de 300.000 son hospitalizados y alrededor de 5.000 personas fallecen. Más de la mitad de estas enfermedades son provocadas por virus.

Los virus son liberados al ambiente por los organismos que infectan, a través de la liberación de cientos o miles de partículas virales desde las células infectadas. Estas partículas pueden contaminar el agua, ciertos productos pesqueros y vegetales, actuando como vehículos de infección hacia personas sanas.

Los virus transmitidos por los alimentos suelen ser entéricos, es decir, infectan a través de la ingestión oral y se eliminan por las heces. El riesgo de infección depende de la capacidad de los virus para sobrevivir y resistir en condiciones ambientales adversas.

El agua: primer vehículo de diseminación

Las personas infectadas eliminan grandes cantidades de partículas virales a través de sus heces, lo que convierte al agua en un vehículo primario para la diseminación de estos virus. El agua contaminada puede llegar al medio ambiente y transferir virus a los alimentos por diferentes vías: mediante el agua potable, el agua utilizada para cultivos vegetales, los abonos, el cultivo de moluscos bivalvos o durante la preparación de alimentos. Si el agua contaminada llega al mar, los

moluscos pueden entrar en contacto con estos microorganismos presentes en el agua y la materia orgánica, lo que facilita la contaminación natural. De este modo, los vegetales pueden actuar como diseminadores, mientras que los moluscos se contaminan de forma natural.

Virus entéricos y alimentos implicados

Los alimentos que suelen estar implicados en la transmisión de virus entéricos son aquellos sometidos a un procesamiento mínimo antes de su consumo, como los alimentos frescos y los moluscos bivalvos. Estos alimentos se contaminan en el ambiente de producción primaria. Además, muchos brotes de enfermedades virales transmitidas por alimentos se han relacionado con la contaminación de alimentos Listos Para el Consumo (LPC), ocasionada por personas que manipulan dichos productos.

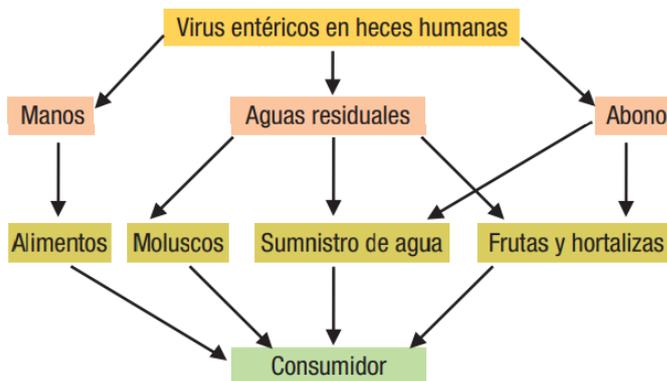


FIGURA 50: ESQUEMA DE LA CONTAMINACIÓN POR VIRUS ENTÉRICOS

Dentro de las especies de virus implicados y los alimentos asociados, destacan los siguientes:

- Virus de la hepatitis A (HAV): Es el virus más frecuentemente reportado, seguido por el Norovirus (NoV), ambos presentes en alimentos frescos. Su transmisión se atribuye principalmente al uso de agua de riego contaminada y estiércol.
- Norovirus (NoV): Este virus entérico, altamente infeccioso, provoca una infección gastrointestinal que se caracteriza por una diarrea intensa, la cual suele resolverse en pocos días. Sin embargo, el NoV puede transmitirse de persona a persona, afectando a grupos familiares completos. Estos virus pueden sobrevivir en la superficie de vegetales durante semanas o meses, y no está claro si el uso de desinfectantes es eficaz para eliminarlos completamente.

ANEXO I: SEMINARIOS

- NoV y HAV en moluscos bivalvos (almejas, mejillones, ostras, entre otros): Su transmisión ocurre a través del agua contaminada con materia fecal en las zonas de producción o crecimiento de los moluscos.
- NoV y HAV en alimentos Listos Para el Consumo (LPC): Se contaminan durante su manipulación en las distintas etapas de la cadena de producción.

Existen otros virus menos comunes, como el rotavirus, adenovirus, astrovirus y sapovirus, que también pueden estar presentes en alimentos (Figura 51).

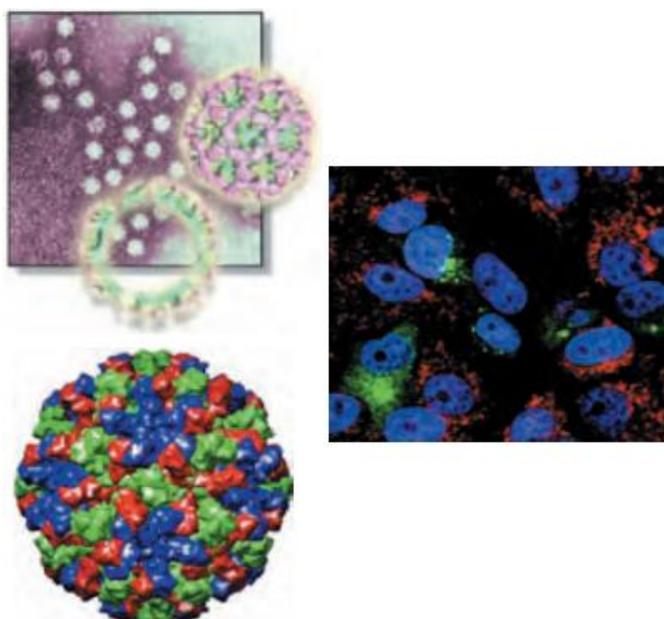


FIGURA 51: IMÁGENES DE DIVERSOS VIRUS ALIMENTARIOS

Los virus entéricos se replican en el intestino de los individuos infectados y se transmiten por vía fecal-oral. Estos virus son capaces de sobrevivir al ambiente ácido del estómago, las condiciones alcalinas del intestino delgado y las enzimas digestivas. Además, presentan una notable resistencia a las condiciones ambientales adversas.

Virus y comercio internacional

Los productos frescos constituyen un componente fundamental en la alimentación mundial, distribuyéndose a través de redes amplias y complejas, principalmente a nivel nacional, aunque también tienen una participación significativa en el comercio internacional. En muchos países, los mariscos, en especial los moluscos, son un alimento popular, aunque su consumo suele darse en menor escala. Sin embargo,

estos organismos filtran el agua para alimentarse, lo que implica una concentración considerable de virus. La infección viral en estos productos puede originarse por su cultivo en aguas contaminadas y posterior consumo sin un tratamiento térmico adecuado. Este factor supone un riesgo elevado, dado el volumen considerable de comercio internacional de dichos productos.

Los alimentos Listos Para el Consumo (LPC) son producidos mayoritariamente a nivel local y regional, con una menor proporción ingresando al comercio internacional. La capacidad de algunos virus de transmisión alimentaria para persistir en el medio ambiente y en los alimentos durante largos periodos de tiempo incrementa el riesgo de brotes internacionales y puede generar importantes pérdidas económicas.

Diagnóstico de enfermedades virales de transmisión alimentaria

A pesar de que los virus son cada vez más reconocidos como una causa común de enfermedades transmitidas por alimentos en muchos países, su diagnóstico aún es poco frecuente. Esto se debe a la limitada disponibilidad de instrumentos de análisis y diagnóstico. No obstante, en los últimos años se han realizado avances significativos en las metodologías de detección e identificación de virus en muestras tanto alimentarias como clínicas. Estos avances permitirán una evaluación más precisa de la carga real de las enfermedades transmitidas por alimentos vinculadas a virus, mejorando las estrategias de prevención y control en los productos alimenticios y reduciendo los riesgos asociados.

Requisitos legales y desarrollo del método analítico

En cuanto a la legislación aplicable sobre virus en alimentos, aún no se han establecido metodologías oficiales ni límites específicos. Las únicas referencias a virus en alimentos se encuentran en el Reglamento CE 2073 del 15 de noviembre de 2005 de la Comisión, relativo a criterios microbiológicos aplicables a productos alimenticios, donde se menciona:

- Los indicadores fecales convencionales no son confiables para detectar la presencia de NoV ni para determinar los periodos de depuración del marisco.
- Se establecerán criterios para los virus patógenos en moluscos bivalvos vivos

ANEXO I: SEMINARIOS

cuando los métodos analíticos estén lo suficientemente desarrollados.

Ante este vacío legal, se ha identificado la necesidad de desarrollar metodologías analíticas que permitan analizar los virus con mayor incidencia en alimentos. En este contexto, el Comité Europeo de Normalización (CEN), a través del grupo de trabajo TAG 4, ha estado desarrollando desde 2004 una metodología analítica para la detección de virus entéricos en alimentos. Además, la Unión Europea (UE) emitió un mandato (M381, febrero de 2007) dirigido al Comité Europeo de Normalización, que incluye un programa de estandarización y validación para el desarrollo de nuevos métodos microbiológicos para patógenos alimentarios, incluyendo NoV y HAV.

A nivel internacional, el Codex Alimentarius está evaluando los instrumentos de gestión de riesgos que pueden implementarse para ayudar a los países a proteger la salud de los consumidores frente a las enfermedades virales transmitidas por alimentos. En este esfuerzo, la FAO y la OMS han comenzado a abordar la cuestión mediante un examen exhaustivo de los conocimientos actuales sobre virus en alimentos y sus efectos. Su objetivo es proporcionar asesoramiento sobre los virus y productos de mayor preocupación, las cuestiones que deben ser abordadas por los gestores de riesgos, y las opciones disponibles, así como identificar las áreas en las que se requiere información científica adicional.

Durante el 32º período de sesiones del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, celebrado en Roma del 29 de junio al 4 de julio de 2009, la Comisión del Codex Alimentarius discutió el informe del 40º Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos. Este informe incluía un proyecto sobre el desarrollo de un Código de Prácticas de Higiene para el Control de Virus en los Alimentos, con el objetivo de proporcionar una guía que permita a los países desarrollar sus propias estrategias de gestión de riesgos en este ámbito.

Control de virus en los alimentos

El control de los virus en los alimentos representa un desafío considerable por diversas razones:

- Los puntos de contaminación potencial determinan las estrategias de intervención necesarias para prevenir enfermedades. Los alimentos pueden contaminarse en su origen, como en los lechos de mariscos,

sembradíos de vegetales o durante su procesamiento.

- Los indicadores bacterianos no siempre son eficaces para predecir la contaminación viral. Los análisis convencionales de alimentos resultan poco prácticos debido a la baja concentración de virus en comparación con el tamaño y la complejidad de las muestras.
- La detección de algunos virus, como el virus de la hepatitis A (HAV), que no se multiplica adecuadamente en cultivos celulares convencionales, y el Norovirus (NoV), que no lo hace en absoluto, es compleja. Para su determinación, se requiere una gran cantidad de muestras, seguido de un proceso de aislamiento y concentración de partículas, para luego identificarlas mediante técnicas moleculares.

Recientemente se han producido avances considerables, detectando ácido nucleico viral por amplificación mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Por ejemplo, se ha reportado detección, mediante PCR, de sólo 0,2 partículas infecciosas de virus por gramo de carne de ostra. El problema es que la detección de virus a este nivel de sensibilidad toma mucho tiempo y no es viable como procedimiento de rutina. Más bien, la PCR es de mayor utilidad para determinar la fuente y el patrón de transmisión de los brotes de las enfermedades.

Dado lo complejo del control, la mejor solución es implementar estrictas medidas de higiene preventivas. Si se evita la contaminación fecal, se asegura una correcta manipulación para limitar la contaminación cruzada, se emplea agua potable controlada, y se aplican rigurosas medidas de higiene personal (como el lavado de manos después de ir al baño y antes de manipular alimentos), se podría limitar la entrada de estos microorganismos en los alimentos, reduciendo los casos asociados.

Entre las medidas preventivas más básicas se incluyen:

- Excluir a los manipuladores de alimentos infectados, tanto sintomáticos como asintomáticos, durante 48 horas después del cese de los síntomas. La transmisión viral puede ocurrir en los periodos pre y post-sintomáticos, lo que significa que los manipuladores pueden contaminar los alimentos en cualquier punto de la cadena alimentaria.

ANEXO I: SEMINARIOS

- Asegurar el suministro de agua potable, ya que el consumo de agua contaminada es responsable de aproximadamente el 14-40% de las enfermedades gastrointestinales. Es esencial contar con un agua de buena calidad desde su origen y realizar controles periódicos.
- En cuanto a los moluscos bivalvos, aunque la depuración contribuye a reducir la carga viral, se ha demostrado que no es suficiente para eliminar completamente los virus.
- Los vegetales y frutos blandos también presentan un riesgo, ya que se consumen crudos, tienen un elevado contenido de agua y suelen ser manipulados antes del consumo, lo que aumenta la probabilidad de contaminación.
- Los alimentos listos para el consumo (LPC) son especialmente susceptibles si se contaminan con agua fecal o son manipulados por individuos infectados, y no pasan por un proceso de tratamiento efectivo para eliminar los virus.

Aunque el desarrollo y estandarización de métodos analíticos permitirá una evaluación más objetiva de la incidencia viral y sus vías de diseminación, es igualmente imperativo mejorar la vigilancia epidemiológica.

El fortalecimiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto en Europa como en Estados Unidos, es clave para establecer la verdadera incidencia de los virus entéricos, identificar los alimentos de alto riesgo y sus rutas de transmisión, y monitorear la aparición de cepas pandémicas. Esto permitirá mejorar los mecanismos de prevención frente a diferentes cepas virales.

El impacto de los virus entéricos transmitidos por alimentos en la salud pública ha generado una creciente preocupación entre organismos internacionales y la comunidad científica. Mientras se avanza en la mejora de los sistemas de vigilancia y en la estandarización de metodologías analíticas, resulta crucial el cumplimiento riguroso de las medidas preventivas para minimizar la diseminación viral y proteger la salud de los consumidores.

Fuente: Nonzioli, A. (2016). Virus en alimentos. Alimentos Argentinos, 46, 55-60.

https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/46/articulos/r46_12_VirusAlimentos.pdf

Conceptos claves: Virus en alimentos. Virus entéricos. Infecciones de transmisión alimentaria. Norovirus (NoV). Hepatitis A (HAV). Contaminación viral en alimentos. Seguridad alimentaria y virus. Diagnóstico de enfermedades virales transmitidas por alimentos. Bacteriófagos. Replicación viral. Epidemiología viral.

ACTIVIDADES

1. Presentar el texto en formato de seminario, con la opción de utilizar proyecciones.
2. Identificar los diferentes virus transmitidos por alimentos, analizando sus principales características, medios de transmisión y consecuencias para la salud pública.
3. Describir las medidas de prevención y control de la contaminación viral en alimentos mencionadas en el texto.
4. Explicar cómo se relaciona la replicación de los virus con su capacidad para causar infecciones en el contexto alimentario.
5. Discutir la importancia de la estandarización de metodologías analíticas para la detección de virus en alimentos y cómo esto afecta el comercio internacional.
6. Analizar casos específicos de brotes de enfermedades virales transmitidas por alimentos, y proponer soluciones para mejorar las prácticas de seguridad alimentaria.
7. Reflexionar sobre el impacto de la epidemiología y vigilancia de virus en alimentos a nivel global.

B) INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS: AGENTES, MANEJO ACTUAL Y PREVENCIÓN

INTRODUCCIÓN

Las infecciones intrahospitalarias son aquellas que ocurren durante la estancia hospitalaria o se asocian a cuidados sanitarios. Estas infecciones, presentes desde los inicios de los hospitales, representan un importante problema de salud global debido a sus implicaciones económicas, sociales y humanas. Su aparición está vinculada, históricamente, a la cirugía y a la falta de condiciones de higiene en las primeras instituciones de caridad. No fue hasta la década de 1950 que se comenzaron a realizar estudios aislados sobre focos de infección en hospitales, dirigidos por investigadores en Inglaterra, Escocia y el CDC. En los años 60, estos estudios se organizaron de manera más sistemática y, para la década de 1970, se implementaron programas de vigilancia y control de infecciones intrahospitalarias en diversas regiones del mundo.

DESARROLLO

Epidemiología actual

Las infecciones intrahospitalarias afectan entre el 5% y 10% de los pacientes hospitalizados, y su desarrollo depende de factores como la edad, siendo más frecuentes en los extremos de la vida, el estado inmunológico del paciente (siendo los inmunodeprimidos más vulnerables), y la patología de base que determine su internación. Los servicios de UTI, quemados y quirúrgicos son los más afectados.

La infección más común es la urinaria, presente en hasta el 40% de los pacientes que adquieren infecciones intrahospitalarias. Le siguen las infecciones de heridas quirúrgicas (25%), infecciones respiratorias (15-20%), y las asociadas a cateterismo (10%). Otras infecciones, como las de piel o gastrointestinales, constituyen el 10% restante.

En unidades de cuidados intensivos (UTI), el riesgo de infección se multiplica por 7.4, y las infecciones se distribuyen de la siguiente manera: neumonías (40%), bacteriemias (25-30%), infecciones urinarias, heridas quirúrgicas y otras infecciones (30%).

Factores para el desarrollo de la Infección

El desarrollo de las infecciones intrahospitalarias está condicionado por tres factores principales: el agente etiológico, el

mecanismo de transmisión y el huésped. En el individuo, la evolución del proceso infeccioso está influida por la resistencia inmunológica, estado nutricional, estrés, edad, sexo, días de internación y la patología que motivó la hospitalización. Del lado del agente, influyen la capacidad infecciosa y la virulencia.

Además, el personal de salud ha sido identificado como un posible reservorio y vector en los brotes de infecciones intrahospitalarias. Factores clave para el desarrollo de estas infecciones incluyen las técnicas empleadas durante procedimientos como cateterismo venoso, sondaje vesical, entubación endotraqueal, así como las prácticas de asepsia y antisepsia.

Agentes Etiológicos

Los patógenos causantes de infecciones intrahospitalarias pueden ser de origen exógeno o endógeno. Las infecciones endógenas provienen de la flora normal del paciente, como en el tracto intestinal, mientras que las infecciones exógenas surgen por la introducción de microorganismos desde fuentes externas, como la flora presente en las manos o piel del personal de salud, el instrumental médico contaminado y el entorno hospitalario.

La etiología de las infecciones intrahospitalarias ha evolucionado a lo largo del tiempo. Inicialmente, los principales patógenos eran bacterias Grampositivas, pero la introducción de los antibióticos provocó un cambio hacia infecciones causadas predominantemente por bacterias Gramnegativas. Sin embargo, hacia finales del siglo XX, las bacterias Grampositivas recuperaron su protagonismo en algunas regiones, sumado a un incremento de infecciones causadas por hongos. No obstante, las bacterias Gramnegativas siguen siendo los principales agentes nosocomiales a nivel global.

Entre los agentes más comunes se encuentran bacterias Gramnegativas como *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacteriaceae* (por ejemplo, *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*) y bacterias Grampositivas como *Clostridium* (*C. perfringens*, *C. botulinum*, *C. tetani*), *Streptococcus* beta hemolítico, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, y *Enterococcus*. También adquieren relevancia los hongos como *Candida albicans* y *Trochilium glabrata*. Si bien los virus tienen menor protagonismo clínico, es importante destacar que un mismo agente puede causar múltiples

ANEXO I: SEMINARIOS

infecciones, y una infección específica puede ser provocada por diversos patógenos.

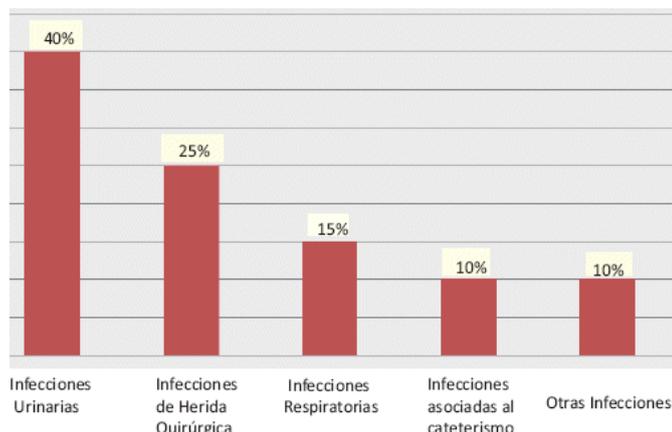


FIGURA 52: DISTRIBUCIÓN DE LAS INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS

TRATAMIENTOS

El tratamiento de las infecciones intrahospitalarias se basa en varios aspectos fundamentales. El primer paso es identificar el microorganismo causante de la infección, lo cual se realiza mediante diversas pruebas de laboratorio utilizando muestras de sangre, esputo, orina, líquido cefalorraquídeo o biopsias.

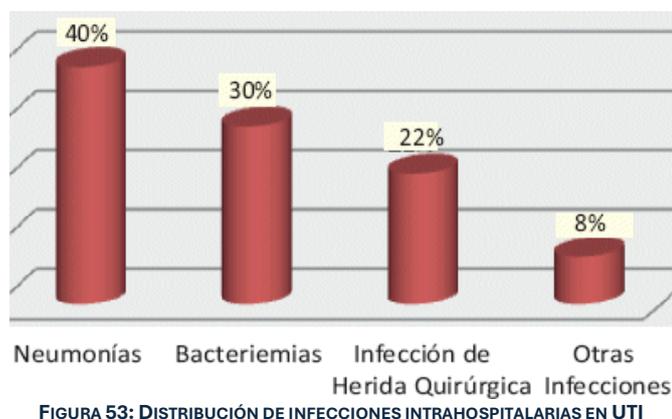


FIGURA 53: DISTRIBUCIÓN DE INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS EN UTI

Una vez identificado el agente etiológico, se procede a determinar su sensibilidad a diferentes antibióticos mediante un antibiograma. Este paso es esencial para fundamentar cualquier tratamiento. Sin embargo, en situaciones urgentes, donde es necesario iniciar un tratamiento de manera inmediata, se puede recurrir a un "tratamiento empírico". Este tratamiento se sigue según un protocolo estricto: diagnóstico de la infección, obtención de muestras para análisis, formulación de un diagnóstico microbiológico preliminar, evaluación de la necesidad de terapia empírica, e inicio del tratamiento

Basado en los microorganismos más frecuentes en infecciones intrahospitalarias, los tratamientos comúnmente empleados son los siguientes:

- *Pseudomonas aeruginosa*:
 - Ticarcilina: 0-75 mg/kg/día cada 6 horas, vía IV.
 - Piperacilina: 200-300 mg/kg cada 4-6 horas, vía IM/IV (ureidopenicilina).
 - Imipenem: 60-100 mg/kg/día en 4 tomas, vía IM/IV (máx. 4 g/día).
- *Enterobacteriaceae*:
 - Ciprofloxacino: 7,5-15 mg/kg/día en 2 dosis cada 12 horas, vía oral.
 - Ceftazidima: 30-100 mg/kg/día en 2 o 3 dosis, vía IM/IV (máx. 6 g/día).
 - Cefepima: 50 mg/kg/día cada 12 horas, vía IM/IV.
 - Nitrofurantoína: 5-7 mg/kg/día en 4 dosis cada 6 horas, vía oral. Profilaxis ITU: 1-2 mg/kg/día, vía oral.
 - Ampicilina: 250-500 mg/kg/día en 3 dosis cada 8 horas, vía IM/IV (uso poco frecuente).
- *Shigella*:
 - Ciprofloxacino y Ampicilina: en las mismas dosis previamente mencionadas.
 - Tetraciclina: 25-50 mg/kg/día en 4 dosis cada 6 horas, vía oral (no administrar a niños menores de 8 años).
 - Cotrimoxazol (Trimetoprim/Sulfametoxazol): 5/10 mg/kg/día en 2 dosis cada 12 horas, vía oral. Profilaxis ITU: 2/10 mg/kg/día, vía oral.
- *Salmonella*:
 - Cotrimoxazol y Ampicilina: dosis y vías ya mencionadas.
 - Ciprofloxacino: en las mismas dosis indicadas previamente.
- *Clostridium botulinum*:
 - Penicilina G (Bencilpenicilina): sólo uso parenteral, 250.000 a 300.000 UI/kg/día en 4 dosis cada 6 horas.
- *Clostridium perfringens*:
 - Neomicina: 1-2 g/día (tratamiento prolongado puede ser tóxico).
 - Polimixina B:
 - Intravenosa: 15.000-25.000 UI/kg/día en 2 dosis o por infusión continua en niños mayores de 2 años y adultos.

ANEXO I: SEMINARIOS

- Intramuscular: no recomendada, pero en caso de ser necesaria, administrar en el cuadrante superior externo del glúteo. Dosis máxima diaria: 40.000 UI/kg.
- *Streptococcus* betahemolítico:
 - Amoxicilina: 25-50 mg/kg/día en 3 dosis cada 8 horas, vía oral (elección en amigdalitis por estreptococo betahemolítico del grupo A).
 - Penicilina G (Bencilpenicilina): 250.000 a 300.000 UI/kg/día en 4 dosis cada 6 horas, vía parenteral.
- *Streptococcus pneumoniae*:
 - Penicilina G (Bencilpenicilina): mismas dosis que las indicadas.
 - Tetraciclina: 25-50 mg/kg/día en 4 dosis cada 6 horas, vía oral (no en niños menores de 8 años).
- *Staphylococcus aureus*:
 - Vancomicina: 10-15 mg/kg cada 6 horas, vía IV; 2,5-10 mg/kg cada 6 horas, vía oral. Requiere monitorización obligatoria.
 - Nafcilina: 2-12 g/día, vía oral o IV.

PREVENCIÓN

Dada la elevada carga económica y humana que generan las infecciones intrahospitalarias, la medida más efectiva para su control es la prevención.

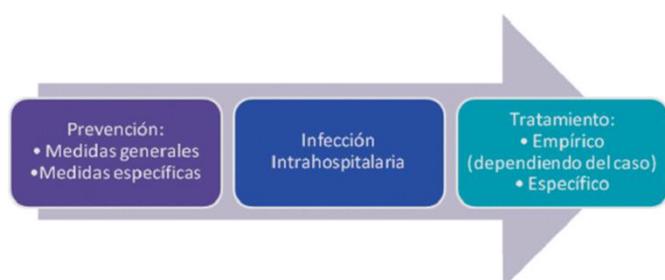


FIGURA 54: SEGUIMIENTO DE UNA INFECCIÓN INTRAHOSPITALARIA

Las estrategias preventivas varían según el tipo de infección por evitar, aunque existen pautas generales aplicables a todos los casos:

- Mantener una adecuada asepsia de las manos del personal hospitalario antes y después de cualquier intervención, utilizando guantes específicos cuando sea necesario.
- Garantizar la asepsia del instrumental médico en cada procedimiento realizado sobre el paciente.

- Implementar una correcta distribución y manejo de los pacientes, aislando en áreas específicas a aquellos con infecciones establecidas, particularmente en casos de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.
- Controlar rigurosamente los procedimientos continuos aplicados al paciente, como la farmacoterapia, catéteres venosos, intubación endotraqueal, sondaje nasogástrico y vesical, así como el cateterismo central.
- Mantener una estricta asepsia en las áreas hospitalarias donde se encuentran los pacientes.

Normas preventivas específicas para infecciones:

Infecciones urinarias:

- Evitar la cateterización uretral a menos que sea estrictamente necesario.
- Limitar la duración del drenaje, utilizando preferentemente un sistema cerrado.
- Mantener una técnica aséptica adecuada durante la inserción de sondas urinarias y procedimientos urológicos invasivos.
- Usar guantes estériles y limpiar la región perineal con una solución antiséptica antes de la inserción.
- Realizar la inserción de manera cuidadosa para evitar traumatismos, empleando un lubricante apropiado.

Infecciones de heridas quirúrgicas:

Quirófano:

- Limpiar todas las superficies horizontales antes de cualquier intervención.
- Al final del día, realizar una limpieza completa del quirófano con un desinfectante adecuado.
- Una vez por semana, efectuar una limpieza exhaustiva de toda el área quirúrgica.

Personal del quirófano:

- Garantizar el lavado de manos y el uso de ropa quirúrgica apropiada.
- Controlar el número de personas presentes y la circulación dentro del quirófano.
- Asegurar la preparación preoperatoria del paciente.
- Monitorear las heridas quirúrgicas para detectar signos de infección.

ANEXO I: SEMINARIOS

Infecciones respiratorias:

UTI:

- Mantener una desinfección adecuada de los tubos, respiradores y humidificadores.
- Evitar cambios innecesarios de los tubos del respirador.
- Restringir el uso de antiácidos y antihistamínicos H2.
- Asegurar una succión estéril de la tráquea.

Infecciones asociadas a cateterismo:

- Evitar el cateterismo a menos que sea indicado médicamente.
- Mantener un alto nivel de asepsia durante la inserción y cuidado del catéter.
- Limitar el uso de catéteres al tiempo estrictamente necesario.
- Preparar los líquidos de forma aséptica e inmediatamente antes de su uso.
- Capacitar al personal en las técnicas adecuadas para la inserción y el mantenimiento de catéteres.

CONCLUSIONES

Las infecciones intrahospitalarias prolongan la estancia hospitalaria, incrementan la morbimortalidad y generan altos costos económicos y humanos, afectando a todos los niveles de la población. Por lo tanto, es esencial prevenir su aparición dentro de los centros de salud. Se cuenta con diversas medidas preventivas que, si se aplican

de manera rigurosa, pueden reducir significativamente la incidencia de estas infecciones. La prevención es la primera y más importante medida. Cuando las infecciones ya están establecidas, el tratamiento adecuado con antibióticos es crucial, pero este debe actualizarse y monitorearse constantemente debido a la aparición de nuevos fármacos y patógenos cada vez más resistentes a los tratamientos convencionales.

TABLA 9: AGENTES ETIOLÓGICOS Y LAS INFECCIONES QUE PRODUCEN

Grupo	Agente	Infecciones que produce
Bacilos gramnegativos	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	- Urinarias - Asociadas a vías intravenosas
	<i>Salmonella spp.</i>	- Gastrointestinales
	<i>Shigella spp.</i>	- Gastrointestinales
	<i>Klebsiella spp.</i>	- Respiratorias - Urinarias - Asociadas a vías intravenosas
	<i>Enterobacter spp.</i>	- Respiratorias
Bacilos grampositivos	<i>Escherichia coli</i>	- Gastrointestinales - Respiratorias - Urinarias
	<i>Clostridium spp.</i>	- De heridas - Gangrena
Cocos grampositivos	<i>Streptococcus betahemolítico</i>	- De heridas quirúrgicas
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	- Respiratorias
	<i>Staphylococcus aureus</i>	- De heridas quirúrgicas - Respiratorias - Asociadas a vías intravenosas
	<i>Enterococcus spp.</i>	- Urinarias - Asociadas a vías intravenosas
Hongos	<i>Candida/Torulopsis spp.</i>	- Respiratorias - Asociadas a nutrición parenteral

Fuente: Pérez Montoya, L. H., Zurita Villarroel, I. M., Pérez Rojas, N., Patiño Cabrera, N., & Calvimonte, O. R. (2010). Infecciones Intrahospitalarias: Agentes, Manejo Actual y Prevención. Revista Científica Ciencia Médica, 13(2). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332010000200009

Conceptos claves: Infección intrahospitalaria. Epidemiología de infecciones intrahospitalarias. Factores de riesgo. Agentes etiológicos. Tratamientos. Prevención.

ACTIVIDADES

1. Exponer la importancia de las infecciones intrahospitalarias en un seminario utilizando proyecciones para ilustrar los tipos de infecciones, sus causas y tratamientos.
2. Comparar la prevalencia de las infecciones en distintas áreas del hospital (UTI, quirófanos, etc.) y discutir las razones por las cuales estos lugares son más propensos a infecciones.
3. Organizar un debate sobre las medidas preventivas que se deberían tomar para reducir las infecciones intrahospitalarias, evaluando su viabilidad y eficacia en diferentes contextos hospitalarios.
4. Investigar un caso clínico de infección intrahospitalaria y proponer un plan de prevención y tratamiento basado en los agentes etiológicos involucrados.
5. Diseñar un protocolo de prevención y control de infecciones en un área específica del hospital (por ejemplo, quirófano o UTI), considerando las medidas de asepsia y control de riesgos.
6. Discutir el impacto económico y social de las infecciones intrahospitalarias a nivel mundial y su relación con la resistencia antimicrobiana.

SEMINARIO 2: ECOLOGÍA

A) SALUD Y ALIMENTOS PROBIÓTICOS

Los primeros acercamientos al conocimiento de los microorganismos estuvieron principalmente ligados al estudio de enfermedades. Ya en el siglo XIII, el filósofo inglés Roger Bacon (1214-1292) sugirió que las enfermedades eran causadas por "criaturas invisibles". Más tarde, en el siglo XIX, la teoría microbiana de la enfermedad emergió a partir del estudio e identificación de bacterias que afectaban la salud humana. En la actualidad, se sabe que las bacterias son diversas y participan en numerosos procesos a distintos niveles de organización. Un ejemplo relacionado con la salud humana es la microbiota intestinal, que incluye bacterias que habitan en la superficie interna del intestino y establecen relaciones simbióticas, tanto comensalistas como mutualistas. La mayoría de estas bacterias no son dañinas; por el contrario, muchas son beneficiosas.

Se estima que la flora bacteriana intestinal está compuesta por unas dos mil especies, de las cuales sólo un centenar puede llegar a ser perjudicial. Este ecosistema microbiano desempeña un papel crucial en la salud del hospedador, no solo en los humanos, sino también en muchas especies animales. Por ejemplo, los rumiantes no podrían digerir la celulosa sin la ayuda de bacterias en su tracto digestivo, y las termitas dependen de su flora intestinal para procesar la madera. En los humanos, aunque la dependencia no es tan extrema, la microbiota intestinal es fundamental para la absorción de nutrientes, la síntesis de compuestos como la vitamina K y ciertas vitaminas del complejo B, y para la defensa frente a infecciones.

La flora intestinal de los adultos está influenciada tanto por factores intrínsecos (como secreciones intestinales, edad y niveles de estrés) como por factores extrínsecos (dieta, consumo de antibióticos y alimentos que contienen bacterias conocidas como probióticos). El término "probiótico" deriva del griego y significa "a favor de la vida". Fue utilizado por primera vez en 1965 por Lilly y Stillwell para describir sustancias secretadas por un microorganismo que estimulan el crecimiento de otro, en contraposición a los antibióticos. Actualmente, se refiere a organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano de la flora intestinal, muchos de los cuales se utilizan en productos alimenticios.

Los probióticos más comúnmente empleados incluyen cepas de lactobacilos

(*Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. reuteri*, *L. plantarum*, *L. casei* GG), bifidobacterias (*Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. animalis*), y algunas cepas de *Streptococcus*. Se les atribuyen beneficios como el fortalecimiento de la inmunidad local y sistémica, la disminución de la intolerancia a la lactosa, la protección del epitelio respiratorio e incluso la prevención del cáncer de colon. Entre los mecanismos propuestos para estos efectos se incluyen la competencia por nutrientes con cepas patógenas, la modificación del pH intestinal, la secreción de compuestos antimicrobianos y la producción de enzimas que neutralizan moléculas carcinógenas. Sin embargo, los procesos exactos que regulan estas funciones aún no están completamente entendidos.

Pese a los beneficios potenciales, algunos expertos sugieren que el consumo indiscriminado de productos probióticos no está respaldado por suficientes evidencias científicas y podría, en algunos casos, resultar perjudicial. Esto plantea preguntas sobre los mecanismos disponibles para que los consumidores evalúen qué productos son adecuados para su alimentación y si las campañas publicitarias que promueven el consumo diario de productos con probióticos están realmente sustentadas en el conocimiento científico.

Actualmente, hay una gran cantidad de productos en el mercado enriquecidos con probióticos, principalmente leches y yogures, siendo los niños el principal público objetivo. Incluso, algunos alimentos para mascotas están "fortificados" con probióticos. El término "infoxicación" (información + intoxicación), acuñado por Ferrán Sáez, doctor en Filosofía por la Universidad de Barcelona, describe la sobrecarga de información proveniente de los medios de comunicación, lo que dificulta su procesamiento. Sin embargo, en temas de salud y alimentación, es crucial desarrollar una capacidad crítica que permita evaluar la vasta información disponible.

Algunos especialistas consideran que, aunque los probióticos representan un recurso interesante en tratamientos terapéuticos alternativos, se conoce poco sobre sus beneficios en individuos sanos. Advierten, además, que no se puede determinar con precisión si una persona está completamente sana o si presenta alguna enfermedad subclínica que podría verse afectada negativamente por el consumo regular de probióticos.

ANEXO I: SEMINARIOS

En estudios recientes sobre la selección y difusión de cepas microbianas resistentes a antibióticos, se ha sugerido que las bacterias vivas presentes en los alimentos podrían constituir reservorios de genes de resistencia a antibióticos. Según esta hipótesis, dado que los alimentos probióticos introducen grandes cantidades de bacterias vivas en el organismo, es posible que contribuyan a la transferencia de resistencia a antibióticos entre cepas patógenas, lo que podría ocasionar infecciones graves en los seres humanos. Sin embargo, los estudios disponibles sobre estos riesgos no son concluyentes. Aunque existen numerosas publicaciones sobre el uso de probióticos, pocos de estos estudios han involucrado un número suficiente de individuos, controles adecuados o análisis estadísticos rigurosos.

Tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan cautela en el uso de estos productos, dado que sus propiedades no han sido suficientemente probadas. Se ha comprobado que la eficacia de los probióticos es específica para cada cepa, y que estas pueden actuar por diferentes mecanismos. Por lo tanto, resulta inapropiado promover su uso de manera indiscriminada sin considerar los posibles riesgos o efectos adversos,

los cuales no han sido evaluados de manera adecuada a través de investigaciones independientes de las desarrolladas por las empresas productoras de estos alimentos.

En el contexto actual, donde el conocimiento y las pautas culturales que conforman la identidad de una comunidad tienden a ser desplazados por la información difundida desde los medios de comunicación, es crucial protegerse de los intereses comerciales que subyacen a las recomendaciones sobre la prevención de enfermedades o el mantenimiento de la salud. Aunque las campañas de marketing insisten en que estos productos son esenciales para la salud, es fundamental sopesar cuidadosamente los riesgos y beneficios. Este análisis debe llevarse a cabo mediante un debate social abierto y basado en estudios financiados con fondos públicos, que garanticen la objetividad necesaria para proteger el bienestar común por encima de los intereses económicos particulares.

Asimismo, es indispensable situar esta discusión en un contexto amplio que contemple no solo la información científica, sino también las pautas y valores culturales relacionados con la alimentación en cada región. En la mayoría de los casos, una alimentación equilibrada es suficiente para lograr beneficios comparables a los que se atribuyen a los probióticos.

Fuente: Invitación a la Biología en contexto social” (2016) Ed. Panamericana. Cap. 19 “Salud y alimentos probióticos”. <https://drive.google.com/file/d/1qeYSH3Buw6qMgZObkzdp48qJuTLkZfq7/view?usp=sharing>

Conceptos claves: Microflora intestinal. Simbiosis. Probióticos. Resistencia a antibióticos. OMS. FAO.

ACTIVIDADES

1. Presentar el texto en formato de seminario, con la opción de utilizar proyecciones.
2. Identificar los pros y contras mencionados en el texto sobre el uso de probióticos.
3. Exponer la postura personal ante los dilemas presentados en el texto.
4. Investigar un artículo reciente sobre los efectos de los probióticos en la salud humana y compararlo con la información presentada en el texto.
5. Proponer un protocolo para la selección de probióticos adecuados para diferentes poblaciones, tomando en cuenta sus beneficios y riesgos.
6. Discutir la relación entre la microbiota intestinal y las enfermedades crónicas, basándose en la información presentada y en estudios adicionales.
7. Analizar el impacto económico de los productos probióticos en el mercado y su papel en la industria alimentaria actual.

B) MICROORGANISMOS Y ECOLOGÍA

Los microorganismos desempeñan un papel fundamental en la ecología debido a las múltiples interacciones que mantienen con su entorno. Fueron los primeros seres vivos en incrementar los niveles de oxígeno en la atmósfera, generando un cambio drástico que posibilitó la vida tal como la conocemos hoy. Además, los microbios regulan cadenas alimentarias, contribuyen a la eliminación de compuestos tóxicos y, cuando se asocian con otros organismos, facilitan y controlan diversos procesos biológicos y geológicos esenciales.

Ecología microbiana

La ecología es la rama de la biología que estudia las relaciones entre los organismos vivos y su entorno, incluyendo tanto las condiciones físicas como biológicas. En este contexto, la ecología microbiana se refiere al estudio de los microorganismos en su ambiente, sus interacciones y cómo estas condiciones influyen directamente en la vida de otros seres. Aunque son los organismos más pequeños del planeta, los microbios tienen un enorme impacto en el funcionamiento del planeta, regulando procesos esenciales. Entre sus contribuciones más destacadas se encuentran:

1. Los microbios actúan como modelos de evolución.
2. Intervienen en la producción de muchos de los alimentos que consumimos.
3. Descomponen y detoxifican contaminantes en el medio ambiente.
4. Regulan procesos biogeoquímicos que influyen en el clima.
5. Establecen asociaciones con otros organismos.

Se estima que un solo gramo de tierra puede albergar hasta 1,000 millones de microorganismos, lo que resalta su omnipresencia en el aire, el agua y el suelo. Sin embargo, su diversidad sigue siendo una incógnita, pues se cree que menos del 1% de las especies microbianas han sido descritas.

Modelos de evolución

Hace miles de millones de años, las condiciones ambientales de la Tierra eran extremadamente hostiles: con poco oxígeno, altas temperaturas y una atmósfera cargada de gases tóxicos, como amoníaco, metano y dióxido de carbono. Cuando el vapor de agua comenzó a condensarse y a precipitar como lluvia, el planeta se enfrió, y la combinación de elementos presentes en

el caldo primigenio (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) dio origen a las primeras formas de vida.

Los primeros seres vivos en habitar la Tierra fueron microorganismos, específicamente las arqueas, que surgieron hace aproximadamente 3,700 millones de años, mucho antes que las plantas y los animales. Entre estos organismos, las cianobacterias fueron responsables de incrementar los niveles de oxígeno en la atmósfera a través de la fotosíntesis, un proceso en el que empleaban agua, dióxido de carbono y luz solar para producir sus nutrientes, liberando oxígeno y carbonato de calcio en el proceso.

Estas cianobacterias también formaron los estromatolitos, uno de los registros fósiles más importantes de la historia de la vida en la Tierra. Los estromatolitos son estructuras rocosas compuestas de capas de carbonato de calcio, cianobacterias y sedimento mucilaginoso que atrapan partículas de tierra, formando grandes estructuras verticales que emplean la luz solar para la fotosíntesis.

Los estromatolitos son de gran relevancia porque: 1) representan la evidencia más antigua de vida en la Tierra, lo que ha permitido calcular la antigüedad del planeta; 2) actúan como una "enciclopedia" de las condiciones climáticas y biológicas del pasado, proporcionando información sobre los procesos atmosféricos y los ciclos biogeoquímicos; y 3) contribuyen a la formación de arrecifes, que son ecosistemas con una alta biodiversidad.



FIGURA 55: FOTOGRAFÍAS QUE MUESTRAN LA COMPOSICIÓN POR ESTRATOS DE LOS ESTROMATOLITOS, ASÍ COMO SU MACROMORFOLOGÍA EN LAS POZAS DE CUATRO CIÉNEGAS.

En México, aún existen lugares donde se forman estromatolitos, como en Cuatro Ciénegas (Coahuila) y en las lagunas de Bacalar y

Chichankanab (Quintana Roo), lo que destaca la importancia geológica del país (Figura 55). La investigadora Valeria Souza, del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ha dedicado gran parte de su carrera al estudio de estos ecosistemas, particularmente en Cuatro Ciénegas, contribuyendo significativamente a nuestro entendimiento de los estromatolitos.

Los microorganismos y la cadena alimentaria

Los microorganismos desempeñan un papel crucial en la cadena alimentaria global, más allá de su uso en procesos industriales alimentarios clásicos, como la producción de saborizantes, aditivos y la fermentación de productos como el pan, lácteos y bebidas alcohólicas. Son fundamentales para mantener y regular los flujos de energía y nutrientes a nivel trófico.

Los organismos se organizan en niveles tróficos, lo que describe su posición en la cadena alimentaria y su rol en el flujo energético y nutricional. Estos niveles se dividen en tres categorías: productores (autótrofos), consumidores (que se alimentan de productores y otros consumidores) y detritívoros o descomponedores, encargados de descomponer la materia orgánica. Los consumidores y descomponedores corresponden a los organismos heterótrofos.

En términos generales, los autótrofos son organismos que se alimentan por sí mismos, es decir, fabrican su propio alimento. Este nivel incluye a las bacterias y plantas, principales productores de materia orgánica. Los autótrofos se clasifican en dos categorías, según la fuente de energía que utilizan:

- **Fotosintéticos:** Son organismos dependientes de la luz solar, como las plantas, algas y ciertas bacterias. Estos organismos utilizan la energía solar para producir materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos. A diferencia de las plantas y cianobacterias que liberan oxígeno como subproducto de la fotosíntesis, muchas bacterias fotosintéticas no lo hacen. Estas bacterias, conocidas como anoxigénicas, incluyen bacterias púrpuras y verdes del azufre, que utilizan compuestos como el azufre o el sulfuro en lugar de agua para obtener energía.
- **Quimiosintéticos:** Son organismos independientes de la luz solar que obtienen su energía a partir de moléculas inorgánicas, como el amonio, metano, hidrógeno, hierro y

sulfuro. Los microbios quimiolitótrofos, que habitan en entornos donde la luz solar no está disponible, como cuevas, volcanes submarinos y aguas termales, son un claro ejemplo. Algunos organismos quimiorganotrofos, por su parte, obtienen energía del carbono orgánico.

Un caso fascinante de simbiosis entre bacterias y otros organismos ocurre con los gusanos de tubo gigantes, que habitan en las profundidades del Océano Pacífico, entre 2000 y 4000 metros, en ambientes extremadamente tóxicos con altas concentraciones de sulfuro. Estos gusanos sobreviven gracias a la simbiosis con bacterias capaces de convertir el sulfuro en materia orgánica que el gusano utiliza como fuente de alimento.

Por otro lado, los heterótrofos se nutren de la materia orgánica generada por los autótrofos. Ejemplos de estos microorganismos incluyen hongos y levaduras. Aunque dependen de otros organismos para su nutrición, no deben ser vistos de manera negativa, ya que ellos mismos sirven de alimento para otros heterótrofos, como los detritívoros. Estos descomponedores, situados al final de la cadena trófica, descomponen la materia orgánica, restituyendo los nutrientes al suelo o al océano, donde serán reutilizados por los autótrofos para iniciar nuevamente el ciclo de la cadena alimentaria.

Los microbios y la biorremediación

La biorremediación es el proceso que utiliza organismos vivos para restaurar un ambiente, hábitat o sustrato a su condición original, eliminando o neutralizando contaminantes del suelo o el agua. Estos contaminantes representan un riesgo constante para la salud de los ecosistemas y los organismos que los habitan. En muchos casos, la biorremediación es la única alternativa viable, ya que el uso de maquinaria o productos químicos podría generar mayor daño ambiental y costos más elevados. Además de ser un método natural, resulta económicamente rentable.

Para que un microorganismo sea empleado en biorremediación, debe ser genéticamente resistente al contaminante al que estará expuesto. Otros factores importantes incluyen la magnitud de la toxicidad, el movimiento de los contaminantes, la proximidad de poblaciones o ecosistemas sensibles, la velocidad de degradación de los contaminantes, y los planes futuros para el área por remediar. A continuación, se exponen algunos

ejemplos de microorganismos utilizados para eliminar compuestos tóxicos en diversos ambientes.

Transformación de metales pesados

Aunque algunos metales son esenciales para el correcto funcionamiento celular, en concentraciones elevadas pueden ser tóxicos. La contaminación por metales como mercurio, cobalto, zinc, cobre, níquel, cadmio, selenio, arsénico y plomo es la más comúnmente reportada. Algunas especies bacterianas, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus spp.*, y *Alcaligenes faecalis*, han sido halladas en sedimentos marinos contaminados con metales, demostrando la capacidad de detoxificar no solo mercurio, sino también cadmio y plomo. Estas bacterias pueden eliminar hasta el 70% del cadmio y el 98% del plomo en un período de 72 a 96 horas, proceso que se lleva a cabo mediante la volatilización (transformación en gas) de estos metales.

La resistencia de estas bacterias a los contaminantes se debe a su información genética, que contiene grupos de genes especializados en eliminar metales pesados como mecanismo de defensa. Estos procesos incluyen precipitación, volatilización, modificaciones químicas (etilación o metilación) y captura de metales mediante proteínas especializadas.

Degradación de hidrocarburos

Los hidrocarburos, esenciales para la economía global, son también altamente carcinogénicos, mutagénicos y tóxicos debido a su naturaleza química. En ambientes contaminados, predominan bacterias capaces de degradar hidrocarburos. Entre los géneros más comunes en estos suelos se encuentran *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Nocardia*, *Pseudomonas spp.*, y *Alcaligenes*. También se han identificado hongos como *Aspergillus* y *Penicillium spp.* con capacidad de degradar hidrocarburos.

Para que los microorganismos degraden los hidrocarburos de manera efectiva, se requiere un suministro adecuado de nutrientes (nitrógeno y fósforo), oxígeno, y un pH dentro del rango de 6-9. La tasa de degradación está influenciada por la complejidad de los hidrocarburos: los compuestos aromáticos pequeños (naftaleno, tolueno, xileno) y los alcanos cíclicos (ciclobutano, ciclohexano) son los más susceptibles a la degradación.

El proceso de degradación de hidrocarburos se lleva a cabo principalmente mediante la acción de enzimas especializadas, como oxigenasas y

peroxidasas, que convierten los contaminantes en intermediarios del metabolismo celular, permitiendo su uso en funciones biológicas. Las enzimas conocidas como citocromos P450, por ejemplo, son capaces de detoxificar hidrocarburos alifáticos, utilizándolos como fuente de carbono y energía. Además, los biosurfactantes, producidos por bacterias como *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida*, *Candida bombicola* y *Bacillus subtilis*, forman una capa emulsionante que aumenta la solubilidad de compuestos difíciles de disolver, favoreciendo así su degradación.

Los microorganismos y los ciclos biogeoquímicos

La estabilidad de los ecosistemas y el funcionamiento de los organismos vivos dependen en gran medida de los ciclos biogeoquímicos, que permiten el flujo y reciclaje de energía, nutrientes y elementos esenciales en el medio ambiente. Un ciclo biogeoquímico se define como el proceso mediante el cual un elemento, como el carbono o el nitrógeno, circula y es reciclado a través de los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema. En este contexto, los microorganismos desempeñan un papel crucial al regular varios de estos ciclos.

Ciclo del nitrógeno

El nitrógeno es el elemento más abundante en la atmósfera y un macronutriente clave para los organismos vivos, necesario para la síntesis de ADN, ARN y proteínas. Sin embargo, el nitrógeno atmosférico se presenta en forma de N_2 , una molécula gaseosa que no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos. Por ello, es necesario transformarlo en compuestos nitrogenados asimilables, un proceso que se realiza en cuatro etapas:

1. Fijación del nitrógeno: El N_2 atmosférico, compuesto por dos átomos unidos por un triple enlace, es extremadamente estable. Solo ciertos microorganismos pueden llevar a cabo su fijación, reduciéndolo a amonio (NH_4^+). Bacterias de géneros como *Nostoc*, *Anabaena*, *Rhizobium* y *Pseudomonas* tienen un papel fundamental en este proceso, empleando enzimas nitrogenasas para convertir el nitrógeno gaseoso en amonio, una forma accesible para los seres vivos.

2. Nitrificación: El amonio es oxidado a nitrito (NO_2^-) por bacterias de los géneros *Nitrosomonas*, *Nitrosospira* y *Nitrosococcus*, y luego a nitrato (NO_3^-) por especies de *Nitrobacter*, *Nitrospira* y *Nitrococcus*. Estos nitratos son esenciales para el

crecimiento vegetal, actuando como fertilizantes naturales.

3. Anammox y amonificación: La oxidación anaerobia del amonio (Anammox) es realizada por bacterias del filo Planctomycetes, que convierten el amonio en nitrógeno gaseoso. Simultáneamente, la amonificación es el proceso mediante el cual organismos eucariontes generan desechos nitrogenados, como amoníaco, urea o ácido úrico.

4. Desnitrificación: En suelos saturados de nitratos, las bacterias desnitrificantes (p. ej. *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paracoccus*) convierten los nitratos en N_2 atmosférico, cerrando el ciclo y devolviendo el nitrógeno al aire.

Ciclo del carbono

El carbono es fundamental para la vida, ya que constituye la base de moléculas esenciales como el ADN, las proteínas y los carbohidratos. Anualmente, alrededor del 8% del carbono atmosférico es intercambiado entre los ecosistemas terrestres y la atmósfera. El carbono entra en los sistemas vivos principalmente mediante la fotosíntesis, donde el dióxido de carbono (CO_2) se convierte en materia orgánica, un proceso que puede ser dependiente o independiente del oxígeno.

El carbono en los suelos proviene en gran medida de la materia orgánica, que es degradada por microorganismos detritívoros, los cuales descomponen restos de plantas y animales, liberando CO_2 a la atmósfera a través de la respiración celular o la fermentación. Así, el carbono vuelve a la atmósfera para ser nuevamente fijado por las plantas a través de la fotosíntesis (Figura 56).

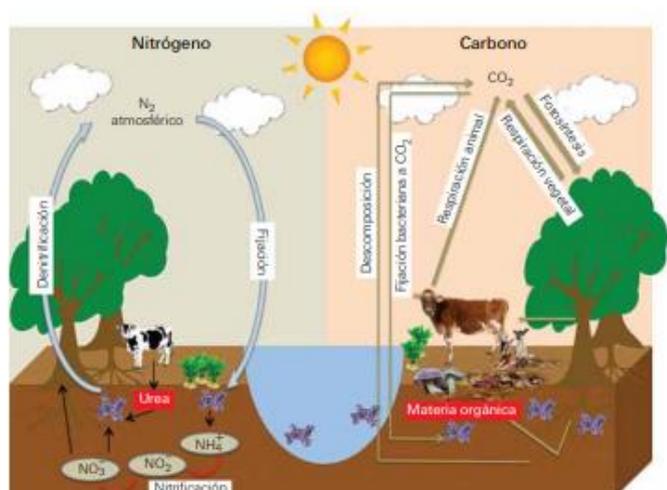


FIGURA 56: ESQUEMA GENERAL DE LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DEL NITRÓGENO Y EL CARBONO. SE MUESTRA CÓMO SE DA EL FLUJO DE MOLÉCULAS Y NUTRIENTES EN LOS MISMOS.

El proceso inverso ocurre cuando los organismos heterótrofos, como ciertos hongos y bacterias, utilizan el carbono de la materia orgánica para su metabolismo. Estos organismos retienen parte del carbono en su biomasa y liberan el exceso como CO_2 u otros metabolitos.

Estudios recientes han mostrado que la composición y diversidad de los microorganismos en el suelo afectan directamente la cantidad de carbono que se libera o se almacena. Los suelos ricos en hongos tienden a contener mayores cantidades de carbono, ya que estos organismos son más eficientes que las bacterias en el uso del carbono, produciendo una mayor cantidad de biomasa por unidad de carbono consumida.

Las interacciones ecológicas de los microbios

Aunque los términos "nicho" y "hábitat" se utilizan frecuentemente como sinónimos, es importante diferenciar entre ambos conceptos. El nicho ecológico se refiere a todas las interacciones y respuestas de un organismo o población frente a factores como el pH, la temperatura, la disponibilidad de nutrientes, las interacciones ecológicas (competencia, depredación, simbiosis, entre otras), y su contribución al entorno a través de desechos u otros productos. En contraste, el hábitat es simplemente el lugar físico donde vive el organismo. En analogía, podemos imaginar que el hábitat es como una colonia donde vivimos, mientras que el nicho sería la calle, edificio o vecindad específica. Aunque varias comunidades vivan en la misma colonia, cada una puede tener diferentes necesidades de agua, luz y alimentos.

Cuando se habla de los nichos ecológicos de los microorganismos, el concepto se vuelve aún más complejo, ya que cualquier superficie, incluso a niveles invisibles para el ojo humano, puede albergar una gran diversidad y abundancia de microbios. Para una bacteria con forma de bacilo y tamaño de $3 \mu m$, una distancia de 3 mm puede representar un vasto territorio. Así, una única partícula de suelo puede estar compuesta por numerosos microambientes donde las bacterias pueden habitar.

Rumen

Un claro ejemplo de interacción ecológica microbiana es el rumen en los rumiantes, como bovinos, ovinos y caprinos. Estos animales dependen de los microbios ruminales para extraer energía de la celulosa vegetal, un proceso que por sí mismos no podrían realizar. La microbiota ruminal, compuesta por hongos, bacterias y protozoos,

ANEXO I: SEMINARIOS

degrada la celulosa y otras fibras vegetales bajo condiciones anoxigénicas. Esta comunidad metaboliza polímeros y azúcares vegetales, convirtiéndolos en ácidos grasos volátiles (acetato, propionato, lactato, butirato), que proporcionan alrededor del 70% de la energía requerida por el hospedador. Además, la microbiota contribuye con nitrógeno, esencial para el animal. Esta simbiosis beneficia tanto al rumiante como a los microbios, destacándose bacterias como *Clostridium lochheadii*, *Ruminococcus sp.*, *Bacteroides muninicola*, *Selenomonas ruminantium*, *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus ruminis*, entre muchas otras.

El pozol

Otro ejemplo de interacción microbiana es el pozol, una bebida fermentada tradicional de origen maya que se consume en los estados del sur de México. Esta bebida se elabora a partir de masa de maíz nixtamalizado que se envuelve en hojas de plátano y se deja fermentar durante varios días o hasta un mes, dependiendo del grado de fermentación deseado (Figura 57).



FIGURA 57: IZQUIERDA: LA BOLA DE POZOL NIXTAMALIZADO PUEDE ALMACENARSE EN ESTA FORMA HASTA LA PREPARACIÓN. DERECHA: BEBIDA DE POZOL PREPARADA TRADICIONALMENTE EN JÍCARAS; A VECES CONTIENE CACAO.

El proceso de fermentación del pozol está mediado principalmente por bacterias ácido-lácticas, que colonizan diferentes estratos de la masa a lo largo del tiempo. *Lactobacillus acidophilus* y *L. crispatus* son de las primeras bacterias en colonizar el maíz, ya que este está compuesto principalmente de almidón. Las bacterias amilolíticas degradan el almidón y liberan ácido láctico, lo que reduce el pH de la masa a cerca de 4, creando un ambiente óptimo para la colonización por otras bacterias.

Además, la masa de pozol tiene un contenido elevado de nitrógeno, en gran parte debido a la actividad de bacterias como *Agrobacterium azotophilum* y *Aerobacter aerogenes*, que fijan nitrógeno atmosférico. Este proceso, junto con la producción de compuestos con actividad fungicida y bactericida por *Agrobacterium azotophilum*, ayuda a mantener a raya a los microorganismos patógenos. El pozol, por tanto, ejemplifica cómo un solo sustrato puede albergar interacciones ecológicas complejas.

Conclusión

La ecología microbiana es extremadamente compleja debido a la diversidad de procesos, interacciones y hábitats en los que los microorganismos pueden encontrarse. Sin embargo, es crucial recordar que la vida de los humanos, plantas y animales está profundamente entrelazada con la de estos microbios y sus interacciones con el medio ambiente. Los microorganismos no solo contribuyen al equilibrio de los ecosistemas, sino que también son actores clave en procesos esenciales para la vida en la Tierra.

Fuente: “Los microbios y la ecología”. Guzmán Trampe, S. (2017). Ciencia-Academia Mexicana de Ciencias, 68(2), 50-59. http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_2/PDF/MicrobiosEcologia.pdf

Conceptos claves: Ecología microbiana. Evolución. Niveles tróficos. Nutrición autótrofa y heterótrofa. Biorremediación. Ciclos biogeoquímicos. Nicho ecológico. Hábitat.

ACTIVIDADES

1. Presentar el texto en forma de seminario, con posibilidad de incluir proyecciones.
2. Explicar cada apartado del texto en relación con la relevancia de las bacterias en el planeta.
3. Analizar el apartado "Interacciones ecológicas de los microbios" y buscar ejemplos alternativos que sustituyan la explicación sobre el rumen y el pozol por otros casos.
4. Elaborar un esquema sobre los ciclos biogeoquímicos explicados en el texto y su relación con los microorganismos.
5. Proponer estrategias para utilizar microorganismos en procesos de biorremediación en casos de contaminación ambiental reciente.
6. Investigar cómo los microorganismos podrían ayudar en la mitigación del cambio climático a través de su participación en los ciclos de carbono y nitrógeno.