

Biología para Ingenieros

Editor. Oscar Rafael Tinoco Gómez



Biología para Ingenieros

Oscar Rafael Tinoco Gómez
Nora Rosa Malca Casavilca
Pedro Pablo Rosales López
Olivio Nino Castro Mandujano
Luis Benavides Luksic
Francisco Javier Wong Cabanillas
Ysabel Zevallos Paravé

EDITOR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ

Biología para Ingenieros

Autores:

© Oscar Rafael Tinoco Gómez
© Nora Rosa Malca Casavilca
© Pedro Pablo Rosales López
© Olivio Nino Castro Mandujano
© Luis Benavides Luksic
© Francisco Javier Wong Cabanillas
© Ysabel Zevallos Paravé

Editado por :

© Oscar Rafael Tinoco Gómez
Calle El Abutilon 3881, Urb. Las Palmeras - Los Olivos
otinocog@unmsm.edu.pe

Diagramación de texto, maquetación y diseño:

© Carlos Alberto Vega Vidal

Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2025-03173

Primera edición digital, abril 2025

ISBN: 978-612-03-0772-4

Libro electrónico disponible en: [http:// librosctscafe.ctscafe.pe/](http://librosctscafe.ctscafe.pe/)

Índice

Presentación	9
Capítulo I: Teoría celular básica y su relación con los procesos ambientales	10
Teoría Celular Básica	10
Células	10
Partes de la célula	12
Actividad 1	16
Clasificación de las células	17
Actividad 2	18
Elaborar una tabla de las diferencias entre célula procariota y célula eucariota:	18
Actividad 3	20
Actividad 4	21
Biología Aplicada	23
Investigaciones relacionadas con la biología aplicada,	24
Células animales y células vegetales	25
Actividad 5	26
Funciones de las células	27
Actividad 6	28
Plastos o plastidios	30
Características principales:	30
Actividad 7:	32
Fundamentos Biológicos en los Procesos Industriales	33
Biotecnología	34
Enzimas	37
Actividad 8:	38
Microorganismos	39
Clasificación de los microorganismos	40
Bacteria	40
Cultivos	42
Actividad 9:	42

Ingeniería Ambiental	43
Aplicaciones de los Principios Biológicos en Ingeniería	45
Biorremediación ambiental.....	45
Tratamiento de aguas residuales.....	48
Tratamiento Primario.....	49
Tratamiento Secundario	49
Tratamiento Terciario.....	50
Actividad 8	51
Aplicación de biomoléculas para afrontar el cambio climático.....	52
Tecnología biológica para problemas ambientales y de salud	53
Biónica.....	53
El proceso de formar diseños biónicos	55
Actividad 10:	55
Ingeniería Biomédica.....	56
Referencias bibliográficas.....	57

Capítulo II: Biónica 59

Conceptos Fundamentales de Biónica	59
Casos de Investigación con Aplicaciones de Biónica.....	60
Contribuciones al comportamiento del régimen dinámico de una prótesis de pierna biónica (Drăgoi, 2023).	60
Investigaciones numéricas de las características tribológicas de superficies con textura biomimética (Wang, 2023).	62
Estudio de resistencia al desgaste de una capa de revestimiento de Ni biónico con picaduras en una superficie de tubería de perforación de aleación de aluminio 7075 (Li, 2023).	63
Estudio biomimético de una estructura de absorción de energía en forma de panal basada en una estructura microporosa de paja (Xu, 2024).....	65
Estudio sobre la resistencia al desgaste de la capa de revestimiento de níquel con estructura de tira convexa de imitación en la superficie de una tubería de perforación de aleación de aluminio 7075 (Zhao, 2023).	68
Efecto de la microtextura biónica compuesta sobre el rendimiento de corte de las herramientas (Xu, 2024).	70
Piel electrónica de hidrogel multifuncional supramolecular ultrarresistente inspirada en la piel para la interacción persona-máquina (Chen, 2023).....	72
Control de locomoción basado en el generador de patrones centrales (CPG) y experimentos hidrodinámicos de interacción sinérgica entre las aletas pectorales y la aleta caudal para un robot tipo pez cofre (Chen, 2023).....	74
Resistencia mejorada al impacto dinámico de compuestos de ácido poliláctico helicoidal reforzado con fibra óptica continua impresos en 3D (Wang, 2023).....	76
Estudio de simulación y optimización del rendimiento de la ventilación de edificios de gran altura inspirado en la estructura de la cámara del termitero blanco (Wei, 2023).....	78
Referencias Bibliográficas	81

Capítulo III: Biomoléculas..... 82

Introducción	82
Biomoléculas y su clasificación.....	83
Carbohidratos	85
Clasificación de carbohidratos	86
Monosacáridos	86
Oligosacáridos	88
Polisacáridos.....	88
Lípidos.....	90
Clasificación de Lípidos	91
Lípidos Simples.....	91
Lípidos compuestos.....	93
Lípidos asociados	95
Las Proteínas	99
Niveles estructurales de las proteínas	104
Clasificación de las proteínas	105
Ácidos Nucleicos.....	111
Referencias Bibliográficas	115

Capítulo IV: Biotecnología Agrícola, Industrial y Ambiental 116

Introducción a la Biotecnología:.....	116
Definiciones y conceptos básicos.	117
Historia y evolución de la biotecnología.	118
Hitos clave en la historia de la biotecnología:	118
Principios y fundamentos de la biotecnología.	119
Bases moleculares de la biotecnología.....	122
Genética y genómica aplicadas a la biotecnología.	123
Técnicas y Herramientas de Biotecnología:	125
Clonación molecular.....	127
PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa).	129
¿Qué es la PCR?	129
Cronología de las aplicaciones biotecnológicas más importantes de la PCR.....	130
Secuenciación de ADN.	132
¿Qué es la secuenciación de ADN?.....	132
Utilidad y usos de la secuenciación del ADN.....	133
Técnicas de análisis de proteínas.	134
¿Qué son las proteínas y por qué es importante analizarlas?	134
¿Por qué es importante analizar las proteínas?	135

¿Qué técnicas se utilizan para el análisis de proteínas?.....	135
Biotecnología Agrícola:	137
Casos exitosos de la biotecnología agrícola nombrados cronológicamente	138
Controversia	139
Ingeniería genética de plantas.	140
¿Qué es la ingeniería genética de plantas?	140
Logros alcanzados por la ingeniería genética de plantas cronológicamente	141
Cultivos transgénicos	142
¿Cuál es la base científica de los cultivos transgénicos?	142
Biofertilizantes y biopesticidas.	143
Biofertilizantes:	143
Biopesticidas:	144
Mejoramiento de cultivos.	144
Biotecnología Industrial:	146
Inicios de la biotecnología industrial.....	146
¿Qué es la biotecnología industrial?	147
Principales aplicaciones de la biotecnología industrial	147
Principales procesos de la biotecnología industrial	148
Biotecnología Ambiental:	149
Inicios de la biotecnología ambiental	149
¿Qué es la biotecnología ambiental?	150
Principales procesos de la biotecnología ambiental	150
Biotecnología Médica y de la Salud:	152
Inicios de la Biotecnología Médica y de la Salud	152
¿Qué es la Biotecnología Médica y de la Salud?	153
Principales procesos de la biotecnología médica	153
Ética y Regulación:	155
Consideraciones éticas en la biotecnología	155
Regulación y normativas en biotecnología.	156
Impacto social y ambiental de la biotecnología	158
Impacto Social Positivo:	158
Impacto Social Negativo:	159
Impacto Ambiental Positivo:	159
Impacto Ambiental Negativo:	159
Avances Recientes y Futuro de la Biotecnología:	160
Estudios de Caso y Aplicaciones Prácticas:	161
Ejemplos concretos de aplicaciones de la biotecnología en diferentes sectores	162
Aplicaciones en Biotecnología Agrícola:	162

Aplicaciones en Biotecnología Industrial:	162
Aplicaciones en Biotecnología Ambiental:.....	163
Ejercicios y problemas de la biotecnología aplicados a la ingeniería y las industrias.	164
Glosario de términos.	166
Recursos Adicionales:	168
Libros:	168
Sitios web y organizaciones:	169
Referencias bibliográficas.....	169
Sitios web y fuentes de información relevantes.....	169

Capítulo V: Biopolímeros 171

Introducción a Biopolímeros	171
Quitina y Quitosano	174
Colágeno	178
Algas y Alginato	188
¿Cómo se pueden obtener los alginatos?	190
Propiedades y usos: los alginatos en la vida diaria	196
Extracción de alginatos (método de RINAUDO 2013).....	197
Alginatos y sus aplicaciones como absorbentes	199
Preparación y caracterización de microesferas de alginato-Ca	205
Pectinas	206
Referencias Bibliográficas	209

Acerca de los autores 211

Oscar Rafael Tinoco Gómez	211
Nora Rosa Concepción Malca Casavilca	211
Pedro Pablo Rosales López.....	211
Luis Benavides Luksic.....	212
Olivio Nino Castro Mandujano.....	212
Francisco Javier Wong Cabanillas	212
Ysabel Zevallos Paravé	213

Presentación

La importancia de estudiar las ciencias básicas, además de la matemática, la física y la química, hemos de agregar a la biología. En todas ellas debemos construir las aplicadas a la Ingeniería. En nuestro caso, a la Ingeniería Industrial y sus diversas especialidades como en nuestra Facultad – la carrera de Ingeniería Textil y Confecciones y la carrera de Ingeniería de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El presente libro de carácter multidisciplinario abarca temas como: Teoría celular básica y sus relaciones con los procesos ambientales; Biónica; Biomoléculas; Biotecnología Agrícola, Industrial y Ambiental y; Biopolímeros.

Cada capítulo no agota ni en contenido ni en otras especialidades ligadas a la ingeniería. Nuestro propósito está en ampliar los horizontes en la formación académica y científica de nuestros estudiantes, que les permita desarrollar sus habilidades para enriquecer diseños y premisas de la ingeniería. Cabe resaltar que la biología permite reconocer los sistemas naturales de tal manera que nos ayuda a resolver los complejos y transversales problemas de la ingeniería. Mantenerse interrelacionados con otras áreas del conocimiento humano como la medicina, la electrónica y la informática, por mencionar algunas de ellas.

Al ampliar los horizontes significa integrar dimensiones como lo ecológico, lo social y lo tecnológico y poder proponer problemas investigativos y de diseños en biotecnología. A modo de ejemplo, en nuestro campo: el desarrollo de nuevos materiales y procesos; tendientes a mejorar la calidad de vida de la humanidad, abordar temas como las diversas enfermedades y del cambio climático orientados a la sostenibilidad.

Un punto interesante es el concepto de la Biónica, referida como la imitación de las formas de la naturaleza; a la que debemos agregar el de la Biomimética, que incorpora la idea de imitar los procesos y funciones.

Finalizamos esta presentación, reiterando la importancia de los conceptos de la transversalidad y multidisciplinariedad en la formación del ingeniero en los tiempos actuales. Invitamos a todos los colegas a incorporar en todas las asignaturas este carácter integral del profesional; lo académico, científico y responsable ciudadano.

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas

Capítulo I: Teoría celular básica y su relación con los procesos ambientales

Oscar Rafael Tinoco Gómez / Nora Rosa Malca Casavilca

Teoría Celular Básica

Células

Todos los seres vivos están formados por células. La célula es la parte más pequeña de todo ser vivo y presenta la capacidad de actuar de manera autónoma (desarrolla funciones de nutrición, metabolismo, interacción y reproducción). La unidad de medida de una célula comprende centésimas o milésimas de milímetro, por lo que es necesario utilizar microscopios de alto nivel de precisión. Murray y Rosenthal (2021) refieren que “recientemente se ha descrito una especie bacteriana con un tamaño cien veces mayor que la célula bacteriana media y visible incluso sin necesidad de un microscopio”; *Thiomargarita magnifica* es la bacteria quimiótrofa oxidante de azufre hallada bajo el agua de los manglares rojos del archipiélago de Guadalupe en las Antillas Menores (Gros, 2010). Los seres vivos presentan diversos niveles de organización, con complejidad creciente. El nivel elemental lo constituyen las biomoléculas, las mismas que se unen para formar organelas celulares, luego células, que al unirse en base a su función forman tejidos. Los tejidos, por su parte, dan lugar a órganos con funciones específicas, y éstos conforman sistemas o aparatos.

Figura N°1: Niveles de organización biológica.

"NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA"		
NIVEL ECOLÓGICO	BIOSFERA	Zona donde se desarrolla la vida.
	ECOSISTEMA	Formada por una biocenosis y un biotopo.
	COMUNIDAD	Conjunto de Poblaciones en un espacio en común.
	POBLACIÓN	Individuos de la misma especie en un área determinada
NIVEL BIÓTICO	ESPECIE	Organismo capaz de realizar funciones vitales.
	APARATO/SISTEMA	Conjunto de órganos con una función específica.
	ÓRGANO	Conjunto de tejidos que realizan una misma función.
	TEJIDO	Conjunto de células similares.
	CÉLULA	Unidad estructural, funcional y de origen.
NIVEL ABIÓTICO	MOLÉCULA	Unión química de dos o más elementos.
	ÁTOMO	Partícula más pequeña de la materia.
	PARTÍCULAS SUBATÓMICAS	Electrones, protones y neutrones.

Fuente: https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEh3u3VYTNgjd5kYwWCo0XhregLrQiax-Fuente: 9Ncgd-WXZVqt-vDSn_o7RnSE2hW-Y9N3PVj2zJoRPJKdIkSG5w02YsFGRG5uChWyEpeqGLfSuF2VnELFY6-DtmNKXvFbpjmBN-9ZPHQkzKy4XYVvk/s1600/cats.jpg

Existen seres vivos unicelulares (una sola célula) y pluricelulares o multicelulares (muchas células). Se estima que el cuerpo adulto de un humano contiene entre 10 y 100 billones de células (NIH, 2024).

Tabla N°1: Características de los Organismos Unicelulares y Pluricelulares

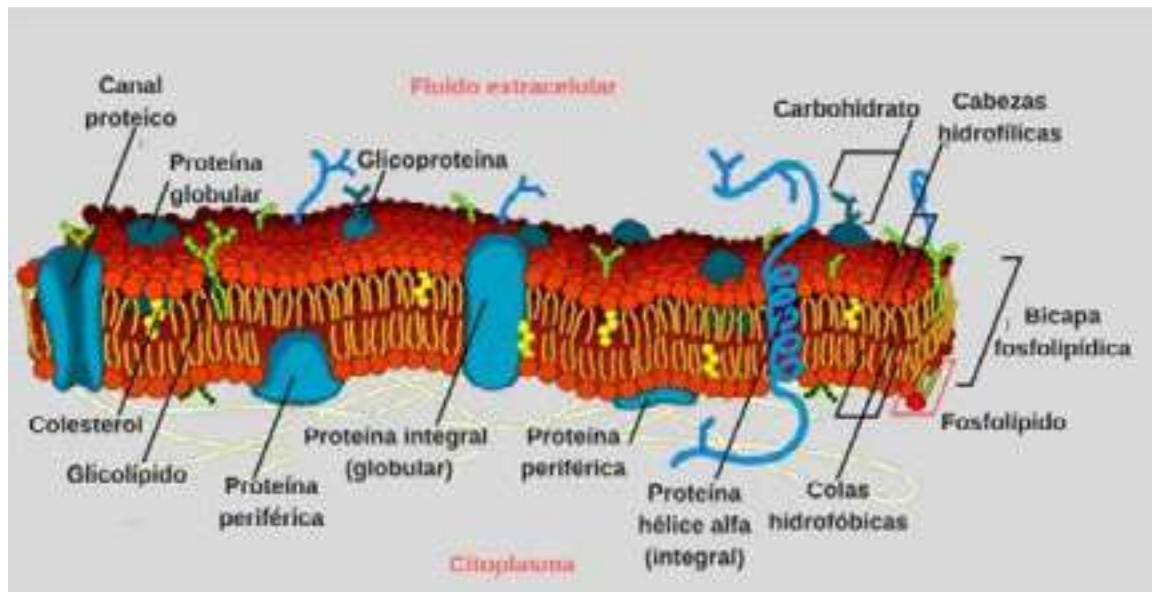
Aspecto	Organismos Unicelulares	Organismos Pluricelulares
Características	Reúnen todas sus funciones vitales en una única célula. Se encuentran presentes en todos los ecosistemas. En número de especies, superan ampliamente a los organismos multicelulares. Presentan reproducción asexual y sexual. Pueden formar colonias. Se consideran más primitivos que los organismos multicelulares.	Están formados por dos o más células que se especializan en diferentes funciones vitales (neuronas, células de la piel, sangre, hepatocitos) La especialización de las células les otorga una estructura y función diferentes Las células que los conforman están relacionadas entre sí y se necesitan mutuamente. Más complejos que los unicelulares.
Ejemplos	Bacterias: <i>Escherichia coli</i>, <i>Salmonella typhi</i> Levaduras: <i>Pichia pastoris</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (levadura de cerveza), <i>Schizosaccharomyces pombe</i>. Protozoarios: <i>Trypanosoma cruzi</i>, <i>Pneumocystis carinii</i>, <i>Toxoplasma gondii</i> y <i>Cryptosporidium</i> spp	Vegetales: lechuga, palta, hortensia, roble, algas pardas. Animales: perro, ser humano, gorrión, nematodos. Hongos: <i>Rhizopus nigricans</i>, <i>Armillaria ostoyae</i>

Fuente: Elaboración propia

Partes de la célula

Toda célula tiene tres partes principales: Membrana plasmática, Citoplasma y Núcleo. La membrana plasmática rodea al citoplasma y forma el límite externo de la célula. Se trata de una estructura con un grosor de alrededor de 7 nm (nanómetros o millonésimas partes de milímetro).

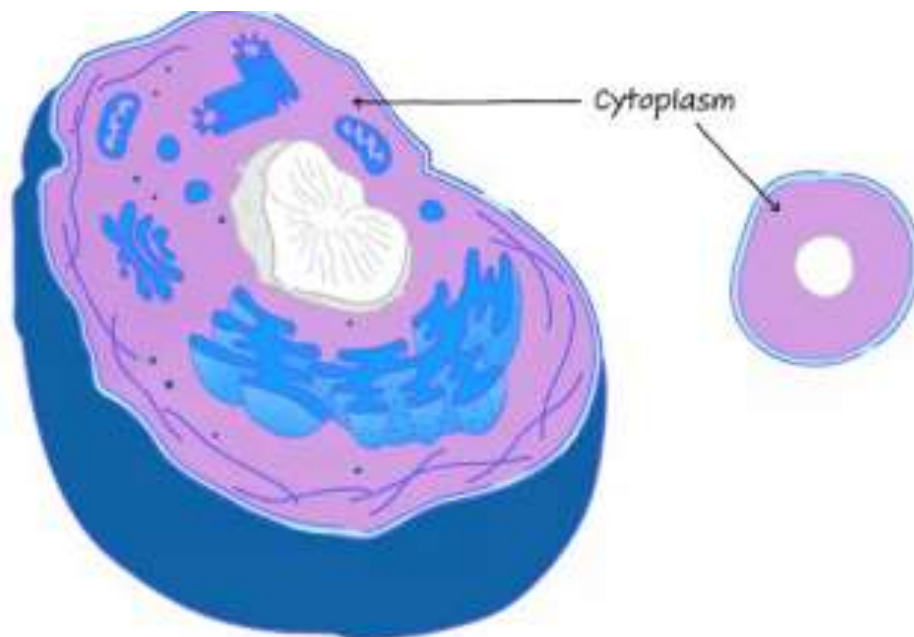
Figura N°2: Membrana celular



Fuente: <https://s1.significados.com/foto/membrana-celular-espanol.jpg?class=article>

El **citoplasma** es el material interno de las células. Ocupa el espacio situado entre la membrana plasmática y el núcleo. Contiene pequeñas estructuras filiformes que se interconectan para formar un «esqueleto celular» o citoesqueleto; el citoesqueleto organiza y da soporte a un grupo de pequeñas estructuras, que en conjunto se denominan **organelas**.

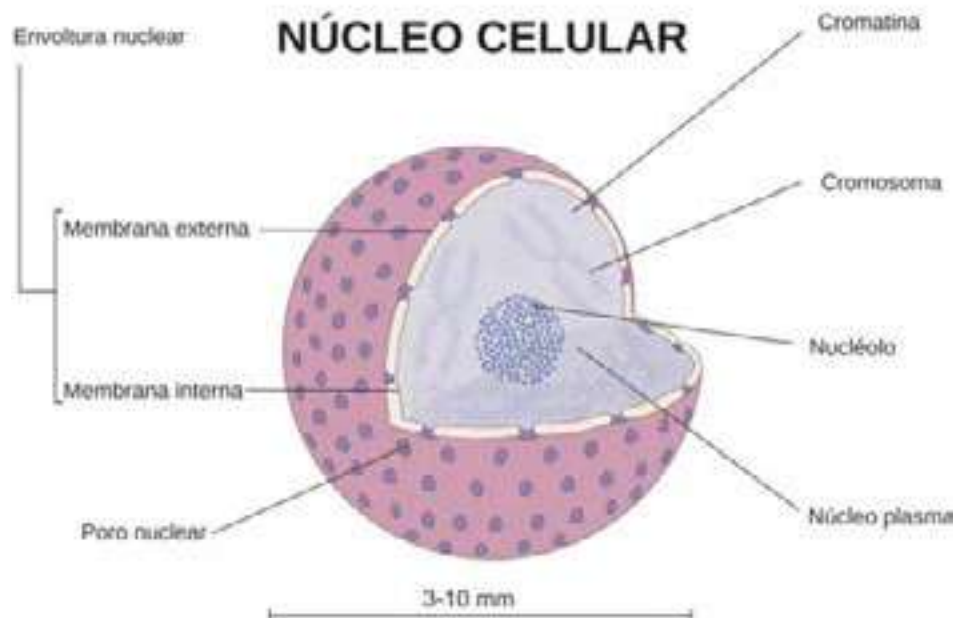
Figura N°3: El citoplasma celular.



Fuente: <https://img-aws.ehowcdn.com/877x500p/s3-us-west-1.amazonaws.com/contentlab.studiod/8/8/d965045e911c4b2e9c03fd-48cbbf5022.png?type=webp>

El **núcleo** de la célula se presenta como una esfera pequeña en la porción central de la célula y sólo se la puede apreciar con un microscopio. En algunas células especializadas, el núcleo puede estar desplazado a un lado, quizás incluso constreñido en una forma más aplanada. Dentro del núcleo está el nucleolo.

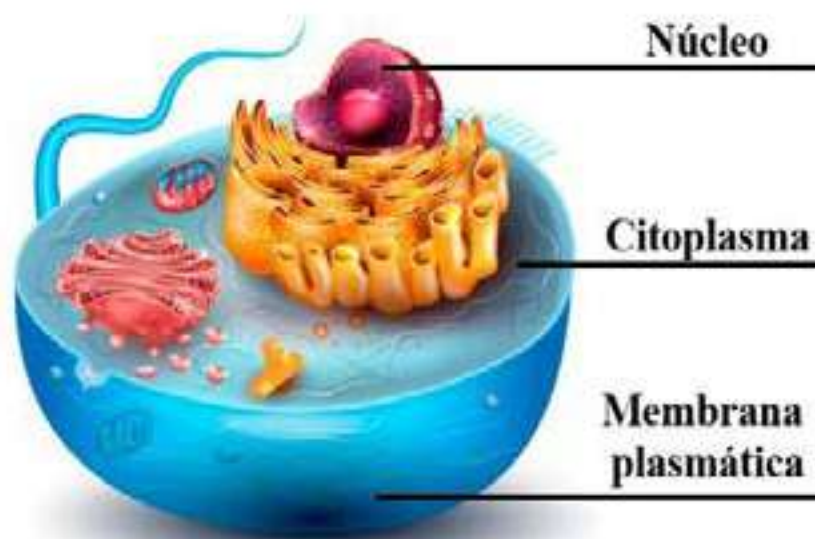
Figura N°4: Núcleo Celular



Fuente: https://s1.significados.com/foto/nucleo-celular_bg.png?class=article

Se puede constatar que la unidad estructural de la vida denominada célula básicamente está conformada por tres partes, ver la figura abajo.

Figura N°5: Partes de la célula.

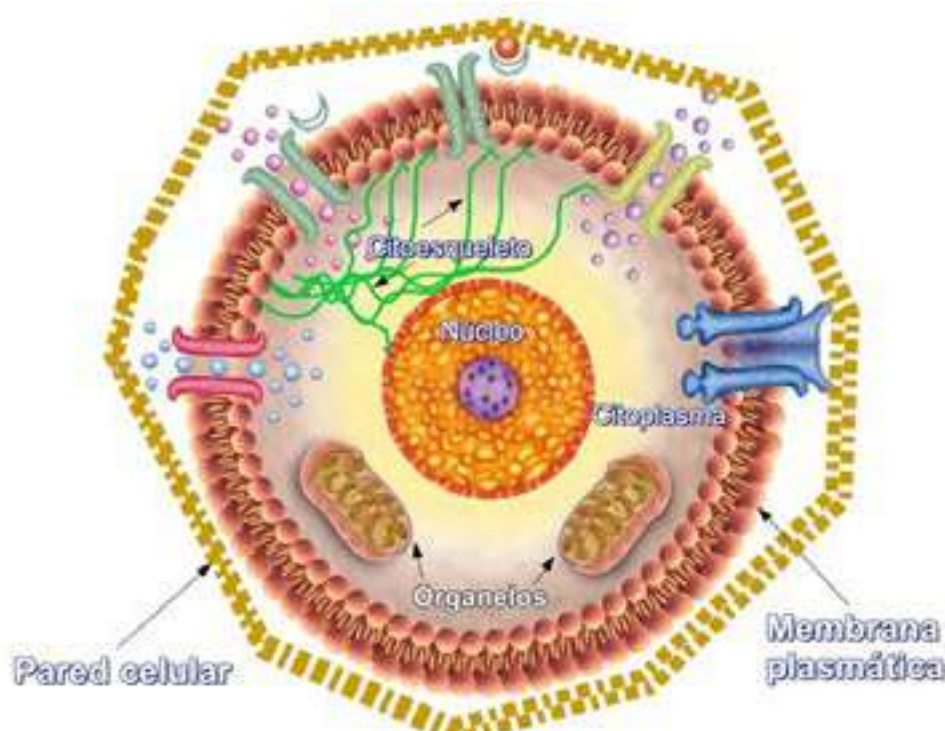


Fuente: https://s1.significados.com/foto/partes-de-la-celula2_bg.jpg?class=article

La pared celular es una estructura rígida que se encuentra en las células de varios tipos de organismos, especialmente en aquellos que no tienen un sistema esquelético que les proporcione soporte, darle forma, proteger las células, o ayudar a mantener un equilibrio osmótico adecuado. Los organismos que cuentan con pared celular son: plantas, hongos, bacterias, algas, arqueas.

Los animales, la mayoría de protozoarios no tienen pared celular, sus células están rodeadas únicamente por una membrana celular denominada también membrana plasmática.

Figura N°5: Pared celular.



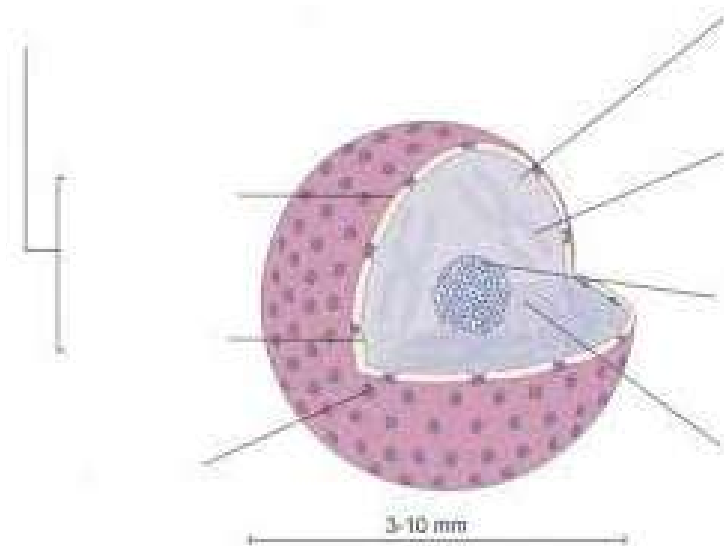
Fuente:<https://cdn.diferenciador.com/imagenes/partes-de-la-celula-1-cke.jpg>

Actividad 1

A. Completar la información de la siguiente tabla:

Parte celular	Características	Función básica
Membrana plasmática		
Núcleo		
Citoplasma		
Pared celular		
Organelos		
Citoesqueleto		

B. Complete las partes del núcleo celular



Fuente: <https://colegiosanalfonso.cl/wp-content/uploads/2020/09/CIENCIAS-GU%C3%8DA-N%C2%B09-2.pdf>

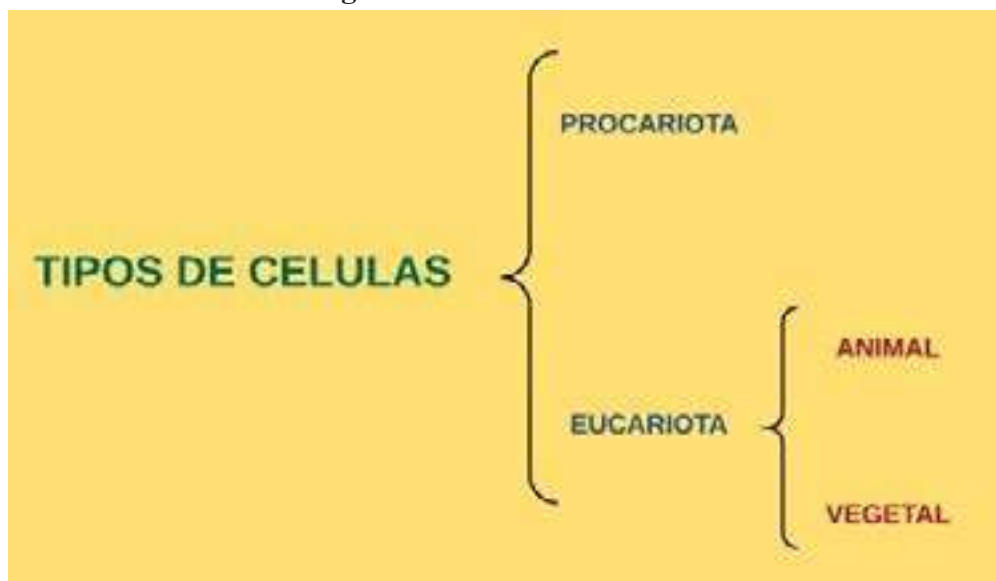
Clasificación de las células

Las células se pueden clasificar, en función de la distribución del material genético, en dos grupos: eucariotas y procariotas. Las eucariotas tienen una envoltura que encierra al material genético y forman un núcleo y orgánulos envueltos por una membrana, mientras que las procariotas presentan su material genético disperso en el citoplasma.

Eucariota: proviene de la conjunción de dos palabras griegas, en donde “eu” significa verdadero, mientras que “karyote” significa nuez o semilla.

Procariota: proviene de la conjunción de dos palabras griegas, en donde “pro-”, que puede traducirse como “antes”; la palabra “karuon”, que es sinónimo de “nuez o semilla”.

Figura N°6: Clasificación celular.



Fuente: <https://www.areaciencias.com/imagenes/tipos-de-celulas.jpg>

Las **células procariotas** tienen el material genético disperso por el citoplasma. Las bacterias son los únicos seres vivos procariotas.

Las **células eucariotas** son aquellas que tienen el material genético protegido por una membrana formando el núcleo. Su organización es muy compleja. Son eucariotas todos los protozoarios, hongos, animales y los vegetales. Se tiene que precisar que las células eucariotas animales se diferencian de las células vegetales por carecer de plasmodesmata, glioxisomas, pared celular y cloroplastos.

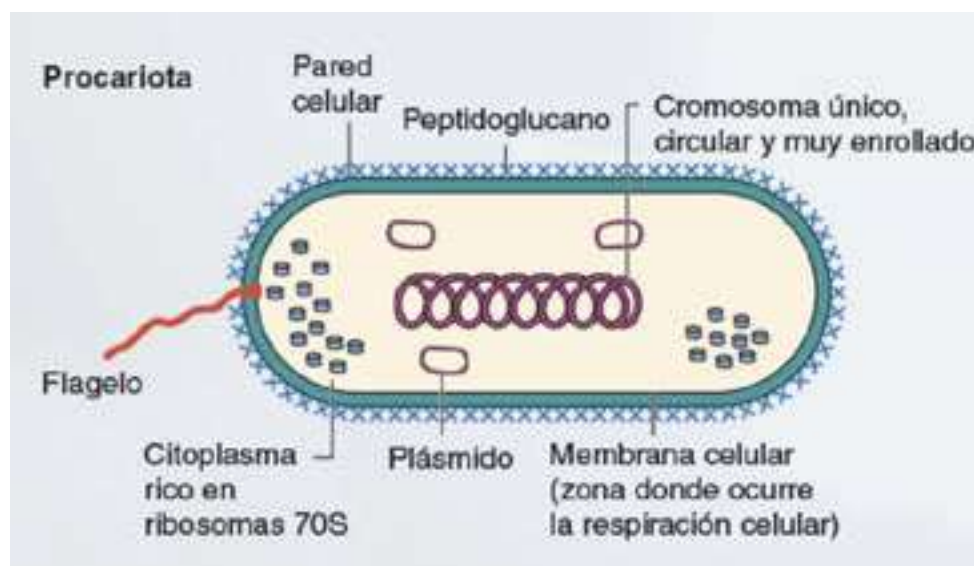
Actividad 2

Elaborar una tabla de las diferencias entre célula procariota y célula eucariota:

Célula procariota	Célula eucariota

Murray y Rosenthal (2021) ilustran esta clasificación:

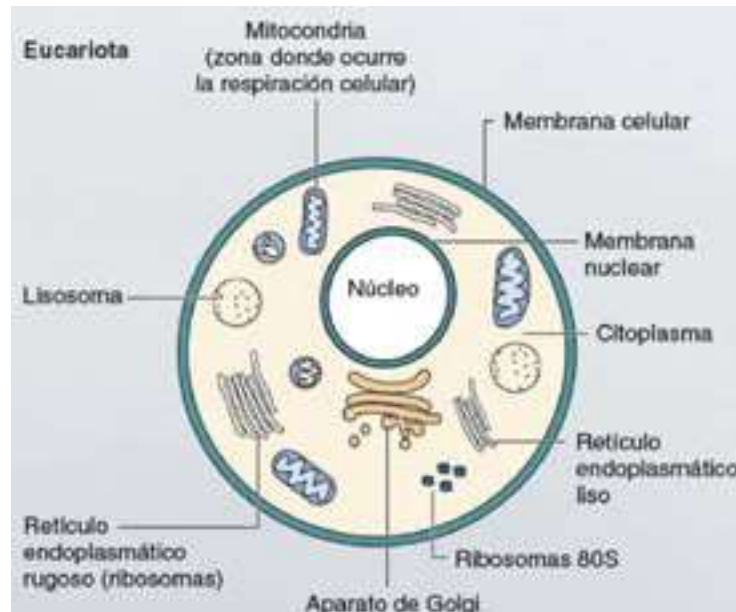
Figura N°7: Célula procariota.



Fuente: <https://images.ctfassets.net/zlnfaxb2lcqx/5KYGYNGk6uMXK39LFccz3H/88d9df796773c6a9f392990929b9854b/Infografia-Celulas-1.jpg?fm=webp&w=1000&q=75>

Son ejemplos de células procariotas las bacterias (*Pseudomonas* sp., *Escherichia coli*, *Shewanella*) y las arqueas (arqueas metanógenas).

Figura N°8: Célula eucariota.



Fuente: <https://images.ctfassets.net/zlnfaxb2lcqx/5KYGYNgk6uMXK39LFccz3H/88d9df796773c6a9f392990929b9854b/Infografia-Celulas-1.jpg?fm=webp&w=1000&q=75>

Son ejemplos de células eucariotas todos los organismos del reino animal (langostinos, otorongo, gallito de las rocas), reino vegetal (maíz, berenjena, molle), hongos (levaduras, mohos, setas) y reino protista (*Plasmodium* spp, que produce la malaria). La siguiente tabla elaborada a partir de Murray & Rosenthal (2012) resume las características de ambos tipos de células.

Tabla N°2

Características	Eucariotas	Procariontas
Principales grupos	Algas, hongos, protozoos, plantas, animales	Bacterias, Archaea
Tamaño aproximado	>5 μm	0.5 a 3 μm
Núcleo	Membrana nuclear clásica	Sin membrana nuclear
Cromosomas	Cadenas de ADN Genoma diploide	ADN único y circular Genoma haploide
Mitocondrias	Presentes	Ausentes
Aparato de Golgi	Presente	Ausente
Membrana citoplasmática	Contiene esteroides	No contiene esteroides
Pared celular	Presente en los hongos, algas, otros vegetales; ausente en otros eucariotas.	Estructura compleja presente, está formada por carbohidratos, proteínas y lípidos
Reproducción	Sexual y asexual	Asexual (fisión binaria) y sexual.
Respiración celular	Vía mitocondrial	A través de membrana citoplásmica

Actividad 3

A partir de la lectura 1, elaborar un mapa conceptual

Ver detalle en: <https://www.christeyns.com/es-es/las-arqueas-todo-un-mundo-microbiologico-por-descubrir/>

Lectura 1: Las Arqueas: Un mundo microbiológico por descubrir

Las **arqueas** son organismos microscópicos, (tamaño entre $0,1\ \mu\text{m}$ a más de $15\ \mu\text{m}$), que pueden tener flagelos, con sus células envueltas con una cubierta (pared celular) con lípidos de membrana muy distintos a las otras formas de vida, como las bacterias o los eucariotas, hecho que les confiere alta resistencia a las condiciones extremas. Su alimentación también es muy distinta a la de las bacterias, puesto que aprovechan compuestos inorgánicos como el hidrógeno, dióxido de carbono, alcoholes, azufre, hierro, entre otros.

En el pasado las arqueas fueron clasificadas como **bacterias**, como procariotas, enmarcadas en el antiguo reino Monera y recibían el nombre de arqueobacterias, pero esta clasificación dejó de utilizarse. En realidad, las arqueas tienen una historia evolutiva independiente y muestran muchas diferencias en su bioquímica con las otras formas de vida, por lo que fueron clasificadas en un dominio separado.

Las arqueas pueden vivir en muchos hábitats y se ha estimado que podrían formar hasta el 20 % de la biomasa de la Tierra. Inicialmente, las arqueas era consideradas todas extremófilas que vivían en ambientes hostiles tales como aguas termales y lagos salados, ambientes ácidos, alcalinos,... pero la realidad es que se encuentran arqueas en los más diversos hábitats, tales como el suelo, océanos, pantanos y en el colon humano (arqueas mesófilas). Las arqueas son especialmente numerosas en los océanos, y las del plancton podrían ser uno de los grupos de organismos más abundantes del planeta. Actualmente se consideran una parte importante de la vida en la Tierra y podrían jugar un papel importante tanto en el ciclo del carbono como en el ciclo del nitrógeno.

Las arqueas tienen su importancia en la tecnología. Las extremas condiciones en las que estos microorganismos pueden desarrollarse han sido estudiadas en profundidad, y se ha visto que esto es posible gracias a que estos microorganismos disponen de determinados enzimas que permiten que esto sea posible. Gracias a esto, algunas de estas enzimas se están utilizando hoy en día para realizar reacciones en condiciones extremas. Existen arqueas metanógenas que son utilizadas para el tratamiento en depuradoras de aguas residuales, al realizar la digestión anaeróbica de los residuos, produciendo biogás, y las enzimas de arqueas extremófilas son capaces de resistir temperaturas elevadas, pudiendo realizar su función a más de 100°C , con lo que pueden procesarse alimentos a elevadas temperaturas (leche baja en lactosa o suero de leche). Las enzimas de las arqueas termófilas también tienden a ser muy estables en solventes orgánicos, por lo que pueden utilizarse en una amplia gama

de procesos respetuosos con el medio ambiente para la síntesis de compuestos orgánicos.

Las principales industrias que se han visto beneficiadas con el uso de estas extremoenzimas son las productoras de detergente, la alimentaria, la textil, la peletera, la papelera y la farmacéutica. Los termófilos y los hipertermófilos son los grupos de extremófilos más estudiados; las enzimas que han sido aisladas de ellos han sido objeto de diversas investigaciones y aplicaciones industriales y biotecnológicas, ya que son extremadamente termoestables y generalmente resistentes a la acción de desnaturalizantes, detergentes, solventes orgánicos, y a la exposición a valores extremos de pH.

Actividad 4

A partir de la lectura 2 que se muestra a continuación, elaborar un cuadro sinóptico sobre la importancia y usos de la bacteria *Shewanella* en la ingeniería.

Lectura 2: Diseñan bacterias que pueden crear biocombustibles

Detalle: <https://www.ecoportal.net/temas-especiales/energias/bacterias-almacenar-energia/>

A medida que avanzamos hacia formas de energía renovables, es cada vez más importante producir baterías de larga duración a bajo costo y de manera respetuosa con el ambiente. ¿Cómo? Introduciendo bacterias. Una especie conocida como *Shewanella oneidensis*.

Estos microorganismos pueden sobrevivir y prosperar tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas con o sin oxígeno. No solo eso, sino que los microbios emplean electrones en su metabolismo, utilizando energía para producir precursores esenciales para anclar moléculas de carbono, un proceso durante el cual los organismos toman carbono del dióxido de carbono y lo agregan a una molécula orgánica.

Los científicos están trabajando para diseñar artificialmente una nueva bacteria que va un paso más allá al usar esas moléculas precursoras para producir moléculas orgánicas como los biocombustibles.

Un equipo de científicos de la Universidad de Cornell en Estados Unidos ha diseñado un método que facilita la captación de electrones en el metabolismo microbiano para la síntesis de moléculas orgánicas complejas y densas en energía a partir de CO₂ y electricidad renovable. Incluso unos pocos microbios pueden realizar la tarea de forma eficaz.

“Hay solo una pequeña cantidad de microbios que realmente pueden almacenar electricidad renovable”, explica Buz Barstow, profesor asistente de ingeniería biológica y ambiental en la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida, quien fue un miembro clave del equipo de investigación.

Al examinar los genes de las bacterias con la ayuda de una técnica que ellos llaman “sudoku knockout”, Barstow y sus colegas inactivaron los genes uno por uno para ver qué funciones tienen cada uno.

“Encontramos una gran cantidad de genes que ya conocíamos para sacar electrones de la célula y que también están involucrados en la entrada de electrones”, dijo Barstow. “Luego también encontramos este conjunto de genes totalmente nuevo que nadie había visto antes y que son necesarios para introducir electrones en la célula”.

Investigaciones anteriores han demostrado que estas bacterias pueden servir como “electrodos vivos”. Otros científicos han enfatizado el atractivo de este microbio debido a “sus extraordinarias perspectivas para la producción de energía, el tratamiento de la contaminación y la biosíntesis”.

Antes de que la vida en la Tierra desarrollará la fotosíntesis, las primeras bacterias probablemente usaban una vía similar a la encontrada en *Shewanella oneidensis* para aprovechar los electrones de la oxidación del hierro para extraer carbono del CO_2 y usarlo en la producción de azúcares, especulan Barstow y sus colegas.

La vía que emplean los microbios para convertir CO_2 en azúcares y biocombustibles es muy eficiente, explican. Podría ampliarse fácilmente y su funcionamiento sería económico.

“Cuando construimos un microbio que puede comer electrones, lo que estamos haciendo ahora, incorporará esos genes”, dijo Barstow, que quiere comenzar a agregar los genes extraídos de *Shewanella oneidensis* a *Escherichia coli*, una bacteria comúnmente utilizada en experimentos de laboratorio.

Las bacterias diseñadas alimentadas por electrones podrían allanar el camino para el uso de energía renovable para producir biocombustibles, alimentos y productos químicos. También podrían emplearse para el secuestro de carbono, dicen los científicos.

Biología Aplicada

Es la aplicación de la biología que incluye recopilar o analizar inventarios u otros datos, o realizar investigaciones o evaluaciones, para diseñar, evaluar, asesorar, dirigir o de otro modo brindar apoyo profesional o técnico a proyectos, obras, emprendimientos o prácticas de campo en terrenos públicos o privados, pero no incluye la investigación científica pura ni la enseñanza.

Figura N°9: Ramas de la biología aplicada



Fuente: <https://edwardscampus.ku.edu/sites/edwards/files/images/ApplicBioSci-Bubble.png>

La biología aplicada utiliza descubrimientos científicos de la investigación básica, para resolver problemas prácticos. Por ejemplo, la medicina y todo lo que se sabe sobre cómo tratar a los pacientes es ciencia aplicada basada en investigación básica. Un médico que administra un medicamento para reducir el colesterol de una persona es un ejemplo de ciencia aplicada. La ciencia aplicada también crea nuevas tecnologías, por ejemplo, diseñar molinos de viento para capturar energía eólica es ciencia aplicada. Los estudios de los patrones del viento y las rutas de migración de las aves ayudan a determinar la mejor ubicación para los molinos de viento.

Investigaciones relacionadas con la biología aplicada,

Los síntomas de COVID-19 significan fiebre de 38°C o más, escalofríos, tos, dificultad para respirar, fatiga, dolores musculares o corporales, dolor de cabeza, nueva pérdida del gusto o del olfato, dolor de garganta, congestión o secreción de la nariz, náuseas o vómitos, o diarrea, a menos que un profesional de atención médica autorizado determine que los síntomas de la persona fueron causados por una afección conocida distinta del COVID-19.

Producto con infusión de marihuana significa una formulación tópica, tintura, bebida, sustancia comestible o producto similar que contiene marihuana y otros ingredientes y que está destinado al consumo humano.

Gestión colaborativa de la terapia farmacológica significa la participación de un farmacéutico autorizado y un médico en la gestión de la terapia farmacológica de conformidad con un protocolo escrito de práctica comunitaria o un protocolo escrito de práctica hospitalaria.

El análisis de comportamiento aplicado significa el diseño, implementación y evaluación de modificaciones ambientales, utilizando estímulos y consecuencias conductuales, para producir una mejora socialmente significativa en el comportamiento humano, incluido el uso de observación directa, medición y análisis funcional de la relación entre el medio ambiente y el comportamiento.

Figura N°10: Recombinación de ADN



Fuente: <https://lifesciences.ukzn.ac.za/wp-content/uploads/2024/03/2150468678.jpg>

El laboratorio clínico significa una instalación para el examen microbiológico, serológico, químico, hematológico, radio bioensayo, citológico, inmunohematológico, patológico o de otro tipo de materiales derivados del cuerpo humano con el fin de proporcionar información para el diagnóstico, prevención o tratamiento de una enfermedad. o evaluación de una condición médica.

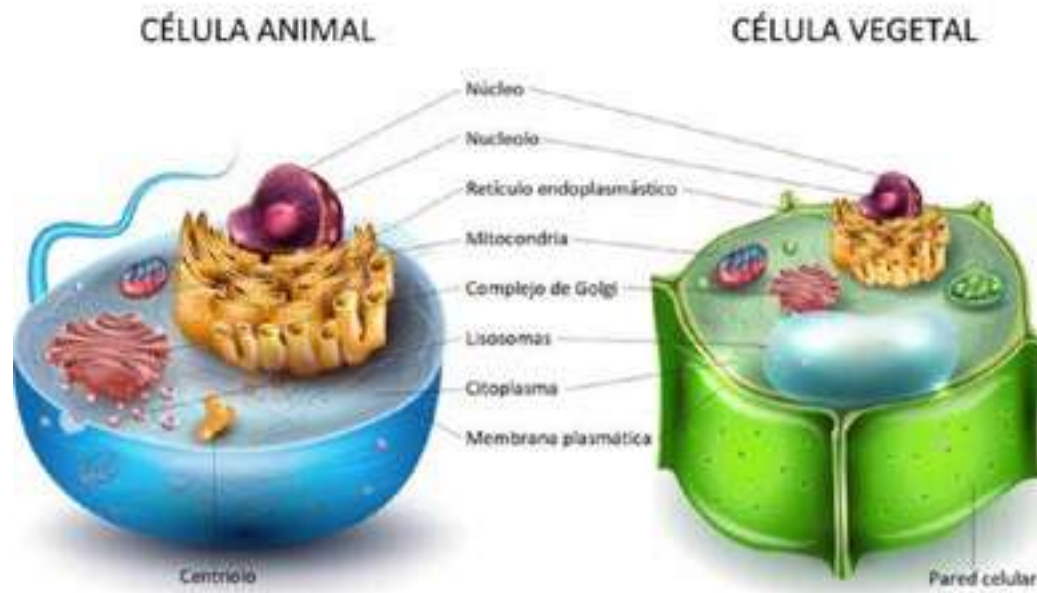
Células animales y células vegetales

Ambos tipos de células son eucariotas, y presentan semejanzas y diferencias que se muestran a continuación:

Tabla N°3

Característica	Célula animal	Célula vegetal
Tipología	Eucariotas	Eucariotas
Membrana	Sólo membrana celular	Membrana y pared celular.
Tamaño	Hasta 30 μm	Entre 10 y 100 μm
Cloroplastos	No tienen	Tienen. Estos cloroplastos contienen pigmentos como la clorofila y permiten el proceso de la fotosíntesis.
Nutrición	Heterótrofa Necesitan obtener nutrientes y energía del material orgánico de otros seres vivos, se les clasifica como consumidoras.	Autótrofa. Pueden sintetizar su propio alimento a partir de componentes inorgánicos mediante la fotosíntesis. Se les clasifica como productoras.
Energía	Proporcionada por las mitocondrias.	Mediante fotosíntesis, transforma en energía química la energía solar o luminosa.
Centrosoma	Si	No
Forma	Variada	Prismática
Almacenamiento energético	Glucógeno	Almidón

Fuente: Elaboración propia

Figura N°11:Tipos de célula eucariota.

Fuente: <https://cdn.diferenciador.com/imagenes/celulas-cke.jpg>

Actividad 5

Resume en tres líneas la importancia de la pared celular, a partir de la lectura 3

Lectura 3: La pared celular

Detalle: Introducción a la Biología Celular. Autores: Alberts, Bray, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts, Walter. Editorial Panamericana: 3ª Ed. 2011. ISBN: 9786077743187

Las células vegetales están rodeadas por una matriz extracelular, producida por ellas mismas, que se denomina pared celular. Ésta contribuye a mantener la forma celular y dota de muchas de sus propiedades a los vegetales, algunos tejidos vegetales están constituidos prácticamente por paredes celulares. La naturaleza química de la pared es polisacáridica, con una menor presencia de glucoproteínas. La pared presenta diferentes capas, la más externa es la lámina media formada de pectinas que permite la unión entre células. Por debajo se sitúa la pared primaria, que es la que se desarrolla durante el crecimiento de la célula. Está formada principalmente por fibrillas de celulosa contenidas dentro de un gel semirrígido de fibras de hemicelulosa y polisacáridos de pectina, proporciona resistencia y flexibilidad para permitir el crecimiento celular. La pared celular secundaria se forma después del crecimiento celular, suele ser la capa más gruesa y es la más cercana a la membrana plasmática. Solo está presente en algunas células vegetales. Además de celulosa y hemicelulosa, puede contener lignina que la dota de resistencia e impermeabilidad. En la pared celular existen discontinuidades que permiten la conexión del citoplasma de dos células adyacentes. Estas conexiones citoplasmáticas se denominan plasmodesmos.

Funciones de las células

Tres son las principales funciones de una célula: nutrición, interacción y reproducción.

Tabla N°4

Función	Finalidad	Características
Nutrición	Aporte de materia procedente del exterior.	Ingestión de moléculas pequeñas (a través de la membrana sin deformación de esta, mediante transporte pasivo o activo). Ingestión de partículas (se realiza mediante englobamiento de la partícula por parte de la membrana, formando una vacuola). Puede ser por fagocitosis o pinocitosis.
Interacción	Necesidad de comunicarse con el medio externo e interno para desarrollarse y sobrevivir	Se manifiesta de dos formas: Excitabilidad: capacidad de recibir estímulos y reaccionar frente a ellos. Los estímulos pueden ser luz, calor, presión, sustancias químicas, etc. Motilidad: los movimientos de las células pueden ser: ameboide, vibrátil o contráctil.
Reproducción	Capacidad para producir descendencia semejante a ellos, permitiendo la perpetuación de la especie.	Se realiza mediante un proceso de división, garantizando que la información genética debe ser la misma. El mecanismo que asegura la transferencia de los cromosomas a la descendencia se denomina mitosis. Presenta cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. Existe también la meiosis que permite variabilidad genética y los procesos de adaptación a cambios en su entorno.

Fuente: Elaboración propia

Actividad 6

En base a la lectura, completar la tabla siguiente, correspondiente a las fases de la mitosis

Lectura 4: Fases de la mitosis

Detalle: “Mitosis”. **Autor:** Equipo editorial, Etecé. **De:** Argentina. **Para:** Concepto.de. **Disponible en:** <https://concepto.de/mitosis-2/>. **Última edición:** 5 de agosto de 2021. **Consultado:** 02 de abril de 2024. **Fuente:** <https://concepto.de/mitosis-2/#ixzz8WFgX-je5t>

La mitosis es un proceso complejo que puede dividirse en fases, las cuales son:

Interfase. La fase primera, supone una suspensión momentánea en las tareas de la célula, mientras esta dedica sus energías a duplicar su contenido: duplicar su cadena de ADN, duplicar sus orgánulos, para tener el doble de todo antes de la división.

Profase. Acto seguido la envoltura del núcleo celular empieza a romperse, a medida que se duplica también el centrosoma y cada uno de los dos resultantes migra hacia un extremo distinto de la célula, para servir de polaridad en la división, formando estructuras filamentosas llamadas microtúbulos que servirán para separar los cromosomas.

Prometafase. Se disuelve la envoltura nuclear y los microtúbulos invaden el espacio donde está el material genético, para iniciar la separación en dos conjuntos distintos. En este proceso se consume energía en forma de ATP.

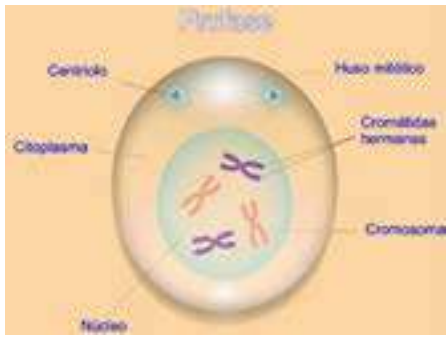
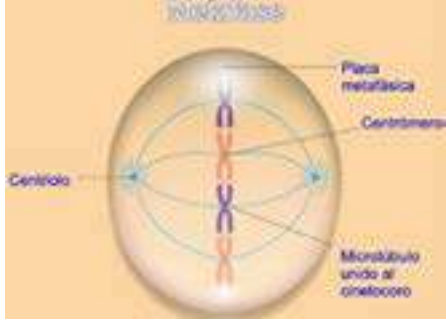
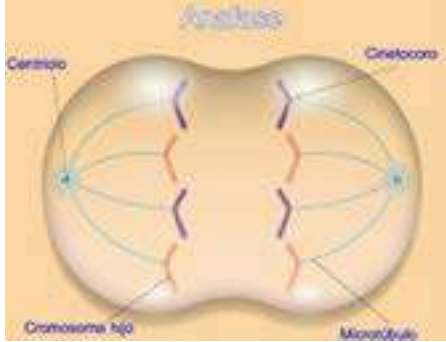
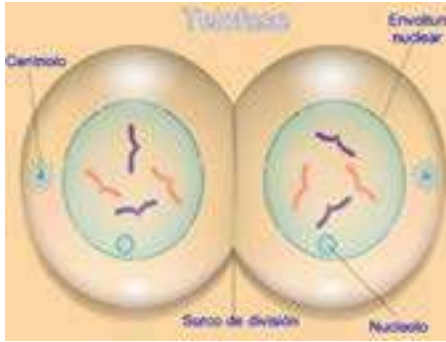
Metafase. Este es el punto de control de la mitosis, en la que se separan uno a uno los cromosomas del material genético, alineándose en el medio de la célula (ecuador). Esta fase no termina hasta que todos los cromosomas se hayan desprendido y estén alineados, respondiendo cada uno a un conjunto de microtúbulos determinado, de modo de evitar repeticiones.

Anafase. Es la etapa crucial de la mitosis, pues los dos conjuntos cromosómicos inician su alejamiento y componen dos juegos enteros por separado. Esto ocurre gracias a la elongación de los microtúbulos que propician la separación, empujando el material genético y los centrosomas hacia polos opuestos de la célula, que empieza a expandirse por la presión.

Telofase. Aquí se revierten los procesos de la profase y prometafase, a medida que los microtúbulos siguen estirándose y empujando la célula desde adentro en dos direcciones opuestas. Cada grupo de cromosomas recupera su envoltura nuclear, a partir de los fragmentos que quedan de la original, y culmina la cariocinesis (división nuclear).

Citocinesis. El evento que culmina la mitosis, consiste en la creación de un surco de escisión en el citoplasma común de las dos nuevas células, justo en el lugar en donde se alinearon los cromosomas (placa metafásica). El citoplasma es así estrangulado hasta que la membrana permite la separación total y el nacimiento definitivo de dos células hijas idénticas a la madre original. Fuente: <https://concepto.de/mitosis-2/#ixzz8WFgY3zMX>

Tabla N°5

Fase	Ilustración	Características
Profase		Se encarga de construir la maquinaria que va a permitir que las células hijas posean el material genético que les corresponde
Metafase		
Anafase		
Telofase		

Fuente: <https://concepto.de/mitosis-2/#ixzz8WFgY3zMX>

Plastos o plastidios

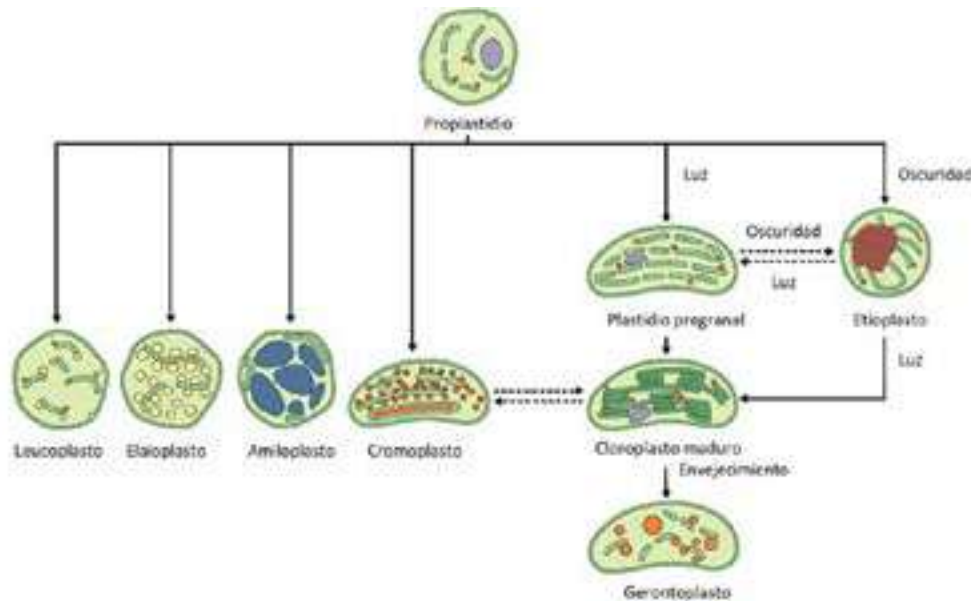
Según Kundal et al (2013) se conoce como **plastidio** a un **organelo** presente en las **células** eucariota vegetales, cuya finalidad es generar y acumular ciertas sustancias químicas. Se presenta en algas, otras plantas y el plancton; los plastidios (conocidos también como **plástidos** o **plastos**) son esenciales en la síntesis de los aminoácidos, en la **fotosíntesis** y en otros procesos. Se pueden encontrar en algunos animales marinos.

Características principales:

- Constituyen una familia completa de organelos semiautónomos.
- Participan en la fotosíntesis, síntesis de lípidos y aminoácidos, almidón, metabolitos secundarios,
- Participan del geotropismo (fuerza de gravedad), las raíces de la planta presentan un geotropismo positivo, el tallo un geotropismo negativo
- Participan en la determinación del color de frutas y flores,
- Presentan un sistema de membranas y ADN propio (con unos 250 genes),
- Capacidad de división

Los plastidios tienen como función principal:

- Fijación fotosintética del carbono,
- Síntesis de aminoácidos, ácidos grasos, almidón y metabolitos secundarios como los pigmentos
- Buchannan et al (2015) ilustran las relaciones funcionales entre los diferentes tipos de plastidios:

Figura N°12: Tipos de plastidios.


Fuente: https://cima.utalca.cl/cima/html/recursos/biologia/Ana%20Carolina_Biologi%CC%81a_Plastidios_Rv_AC_2.pdf

A continuación, se presenta una breve descripción de los principales tipos de plastidios:

Tabla N°6

Tipo	Características
Cloroplastos	Plastidios verdes fotosintéticos, responsables de la captación de energía. Los cloroplastos de las plantas presentan una doble membrana, mientras que los diferentes grupos de algas pueden presentar dos, tres o cuatro. La membrana externa es permeable, permite pasar compuestos de alto peso molecular y algunas proteínas pequeñas En los cloroplastos es posible encontrar diferentes pigmentos (clorofilas, carotenos, xantofilas, etc.)
Cromoplastos	Los cromoplastos son amarillos, naranjos o rojos, según la combinación particular de carotenos y xantofilas presentes Contienen niveles relativamente altos de carotenos y otros pigmentos, que confieren tonos rojos, anaranjados y amarillos. Se presentan en pétalos, frutas, hojas senescentes y en algunos tallos y raíces. Fotosintéticamente poco activos o inactivos Participan en la atracción de polinizadores y dispersores
Leucoplastos	Son plastos sin color, sin pigmentos. Su principal misión es la de almacén. No son progenitores de otro tipo de plastidios. Pueden ser amiloplastos, proteinoplastos y elaioplasto,
Gerontoplastos	Corresponden a la etapa de envejecimiento de los tejidos foliares. La senescencia de los cloroplastos implica un desmontaje controlado del aparato fotosintético y la acumulación de grandes cantidades de plastoglóbulos.
Oleoplastos	Contienen aceites y lípidos. Son de tamaño reducido y contienen en su interior numerosas gotas de grasa. Se pueden observar en las células epidérmicas de algunas familias de monocotiledóneas como las orquídeas y en las células embrionarias de muchas semillas, siendo especialmente abundantes en las oleaginosas.

Fuente: Elaboración propia

Actividad 7:

Elaborar una tabla resumen de las principales especies vegetales con potencial tintóreo, a partir de la lectura 5

Lectura 5: Potencial tintóreo de las plantas autóctonas de la estepa, Dto. Escalante, Chubut, Patagonia Argentina (Extracto)

Fuente: González, Silvia, Cordero, Amanda, Castro, Laura, & Segovia, Mabel. (2020). Potencial tintóreo de las plantas autóctonas de la estepa, Dto. Escalante, Chubut, Patagonia Argentina Dye potential of the native plants of the steppe, Dto. Escalante, Chubut, Patagonia (Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 55(4), 1-10. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n4.29305>

Los colorantes orgánicos naturales que fueron de gran importancia en la antigüedad y en los últimos tiempos presentan un renovado impulso (Pochettino, 2015). Se ha ido incrementando paulatinamente en las últimas décadas acompañado por una tendencia mundial hacia los productos naturales, objetos eco-amigables y el concepto de desarrollo sustentable en el diseño textil (Dean, 2010; Marrone, 2010; Burguess, 2011, Vejar, 2015). En América, África y Asia las tradiciones ancestrales del tejido confeccionado con lana, pelo o algodón teñido naturalmente o la coloración de diversos materiales se conserva por regiones, como es el caso de Afganistán, India o Marruecos (Marzocca, 2009). En América los recursos naturales fueron utilizados hábilmente por los pueblos aborígenes para desarrollar sus actividades artesanales. Los adornos, la vestimenta, los diseños y los colores creados por las diferentes culturas, son una forma de difusión y afirmación de su identidad socio-cultural (Martínez García et al., 2017). En México, Perú, Bolivia o Chile esta práctica ha generado la aparición de pequeñas y medianas empresas y cooperativas, que han logrado colocar sus productos en comercios sofisticados y hasta exportarlos a países del primer mundo (Marzocca, 2009). Trabajos en México discuten la problemática actual de la pérdida del conocimiento tradicional y la disminución del uso de las especies tintóreas, motivo que impulsa a Trueba Sánchez (2009) a estudiar las plantas tintóreas del arte popular en Veracruz. En Perú, para evitar el riesgo de perderse y extinguirse este aspecto que refuerza la identidad étnica, se ha estudiado la reconstrucción de técnicas tintóreas tradicionales usadas en comunidades andinas y amazónicas para su revalorización, preservación y uso en la artesanía e industria textil contemporánea (Albán-Castillo et al, 2018). En el mismo sentido, Chile a través del proyecto Tinte Austral, contribuye a la puesta en valor del teñido en base al uso de la flora nativa del sur, mediante investigación, sistematización y difusión de esta práctica tradicional, teniendo en cuenta un uso sustentable y ecológico de los recursos naturales implicados en la misma (Mekis Rozas, 2014). En Argentina hay comunidades indígenas -como los mapuches, tobas y wichis- y también mestizas en provincias tales como Catamarca, Chubut, Salta, Neuquén o Formosa, que continúan empleando plantas diversas para teñir (Marzocca, 2009). En la región de las Yungas, Salta, ha resurgido el interés del uso de los tintes vegetales debido a las demandas del mercado y al turismo rural, obteniéndose en su mayoría colores pasteles siendo las madres las principales transmisoras de ese

conocimiento (Lambaré et al., 2011). Keller (2010) desarrolló su trabajo en Misiones con el grupo étnico guaraníes y sus resultados indican que las plantas colorantes conforman una categoría de utilización de recursos naturales que se ha erosionado tempranamente para aplicaciones en cosméticas y tinturas para telas, y se ha adaptado, desarrollado y estabilizado para artesanías y protección espiritual. En la provincia de Chaco, Suarez & Arenas (2012), encontraron 24 especies de plantas y 2 de hongos que son usadas para colorear productos textiles realizados a partir de fibras de *Bromelia hieronymi* Mez y *B. urbaniana* (Mez) L.B. Sm (chágua). En Córdoba, el conocimiento y uso de las plantas tintóreas se concentra en comunidades rurales de pequeños productores ganaderos del noroeste, donde estudios etnobotánicos relevan y sistematizan información sobre plantas asociadas al lavado, mordentado y teñido de lana que aún persiste en la memoria de los habitantes (Trillo et al., 2007); asimismo, Paván et al. (2017) en el Paraje El Desmonte, Reserva Cultural-Natural Cerro Colorado contribuyeron en dar a conocer el uso histórico y actual de especies tintóreas y las prácticas de reproducción social asociadas que permitan rescatar y revalorizar saberes ambientales. En la Patagonia la información más abundante proviene de fuentes etnohistóricas y etnográficas de los siglos XIX y XX. De acuerdo a los registros, las plantas tintóreas han ocupado un papel importante en la sociedad indígena (Guinnard, 2006; Lista, 2006; Claraz, 2008). Actualmente, el material vegetal tintóreo (en adelante MVT, tomado en cuenta lo propuesto por Mattenet et al., 2015) es un recurso natural utilizado a pequeña escala por artesanos, donde recuperan técnicas culturales empleadas por pobladores de la antigüedad. Con la participación de artesanos de diversas ciudades, 4 de ellas de la provincia de Santa Cruz, y la ciudad de Ushuaia, de la provincia de Tierra del Fuego, se llevó a cabo el estudio del potencial tintóreo sobre fibra de lana merino de 18 especies nativas que incluyen representantes de los distritos florísticos alto andino austral y del erial patagónico (Mattenet et al., 2016).

Fundamentos Biológicos en los Procesos Industriales

La relación de la biología con los procesos productivos relacionados con la alimentación es de data muy antigua y se sustenta en procesos biológicos. Tenemos, por ejemplo, la fermentación de bebidas, la fabricación de quesos, producción de panes; vinculadas al desarrollo mismo de la humanidad. Mediante ensayos de prueba y error y bastante relacionados con el desarrollo de la química, estos procesos fueron mejorados en el devenir histórico de la ciencia.

Siguiendo la misma línea de productos alimentarios, la necesidad de industrialización de productos primarios tiene sustento en la ciencia biológica para atender la necesidad de evitar la perecibilidad, sanidad, calidad e inocuidad. Tenemos, por ejemplo, la utilización de fermentos en lácteos (quesos, yogurt, entre otros) y bebidas (fermentadas a partir de agregar levaduras), conservantes en enlatados, levaduras de diversos tipos en farináceas e incluso colorantes.

Biotecnología

La biotecnología es tecnología basada en la biología: la biotecnología aprovecha los procesos celulares y biomoleculares para desarrollar tecnologías y productos que ayudan a mejorar nuestras vidas y la salud de nuestro planeta. Hemos utilizado los procesos biológicos de los microorganismos durante más de 6 000 años para elaborar productos alimenticios útiles, como pan y queso, y para conservar productos lácteos. La biotecnología moderna proporciona productos y tecnologías innovadores para combatir enfermedades raras y debilitantes, reducir nuestra huella ambiental, alimentar a los hambrientos, utilizarlos.

La biotecnología guía líneas de investigación mediante:

- Reducir las tasas de enfermedades infecciosas;
- Salvar millones de vidas de infantes;
- Cambiar las probabilidades de enfermedades graves y potencialmente mortales que afectan a millones de personas en todo el mundo;
- Adaptar los tratamientos a las personas para minimizar los riesgos para la salud y los efectos secundarios;
- Crear herramientas más precisas para la detección de enfermedades; y
- Combatir enfermedades graves y amenazas cotidianas que enfrenta el mundo en desarrollo.

Figura N°13: Nano robots en medicina.



Fuente:<https://invdes.com.mx/wp-content/uploads/2018/10/11-10-18-nanorobots.jpg>

La biotecnología utiliza procesos biológicos como la fermentación y aprovecha biocatalizadores como enzimas, levaduras y otros microbios para convertirse en plantas de fabricación microscópicas. La biotecnología está ayudando a impulsar el mundo al:

- Agilizar los pasos en los procesos de fabricación de productos químicos en un 80% o más;
- Reducir la temperatura para limpiar la ropa y ahorrar potencialmente 4 100 millones de dólares al año;
- Mejorar la eficiencia del proceso de fabricación para ahorrar un 50% o más en costos operativos;
- Reducir el uso y la dependencia de productos petroquímicos;
- Usar biocombustibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 52% o más;
- Disminución del uso de agua y generación de residuos; y
- Aprovechar todo el potencial de los productos de residuos de biomasa tradicionales.

Figura N°14: Energía amigable con el ambiente.



Fuente: <https://innotica.net/images/s3/blog/headers/54.jpg>

La biotecnología mejora la resistencia de los cultivos a los insectos, aumenta la tolerancia a los herbicidas y facilita el uso de prácticas agrícolas ambientalmente más sostenibles.

Figura N°15: Productos saludables libres de contaminantes.



Fuente: <https://thefoodtech.com/wp-content/uploads/2023/08/cultivos.jpg>

La biotecnología está ayudando a alimentar al mundo mediante:

- Generar mayores rendimientos de los cultivos con menos insumos;
- Reducir los volúmenes de productos químicos agrícolas necesarios para los cultivos, limitando la escorrentía de estos productos al medio ambiente;
- Utilizar cultivos biotecnológicos que necesiten menos aplicaciones de pesticidas y que permitan a los agricultores reducir la labranza de las tierras agrícolas;
- Desarrollar cultivos con perfiles nutricionales mejorados que resuelvan las deficiencias de vitaminas y nutrientes;
- Producir alimentos libres de alérgenos y toxinas como micotoxinas; y Mejorar el contenido de aceite de alimentos y cultivos para ayudar a mejorar la salud cardiovascular.

Actualmente, hay más de 250 productos biotecnológicos para el cuidado de la salud y vacunas disponibles para los pacientes, muchos de ellos para enfermedades que antes no eran tratables. Más de 13,3 millones de agricultores en todo el mundo utilizan la biotecnología agrícola para aumentar los rendimientos, prevenir daños causados por insectos y plagas y reducir el impacto de la agricultura en el medio ambiente. Y se están construyendo más de 50 biorrefinerías en toda América del Norte para probar y perfeccionar tecnologías para producir biocombustibles y productos químicos a partir de biomasa renovable, lo que puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Enzimas

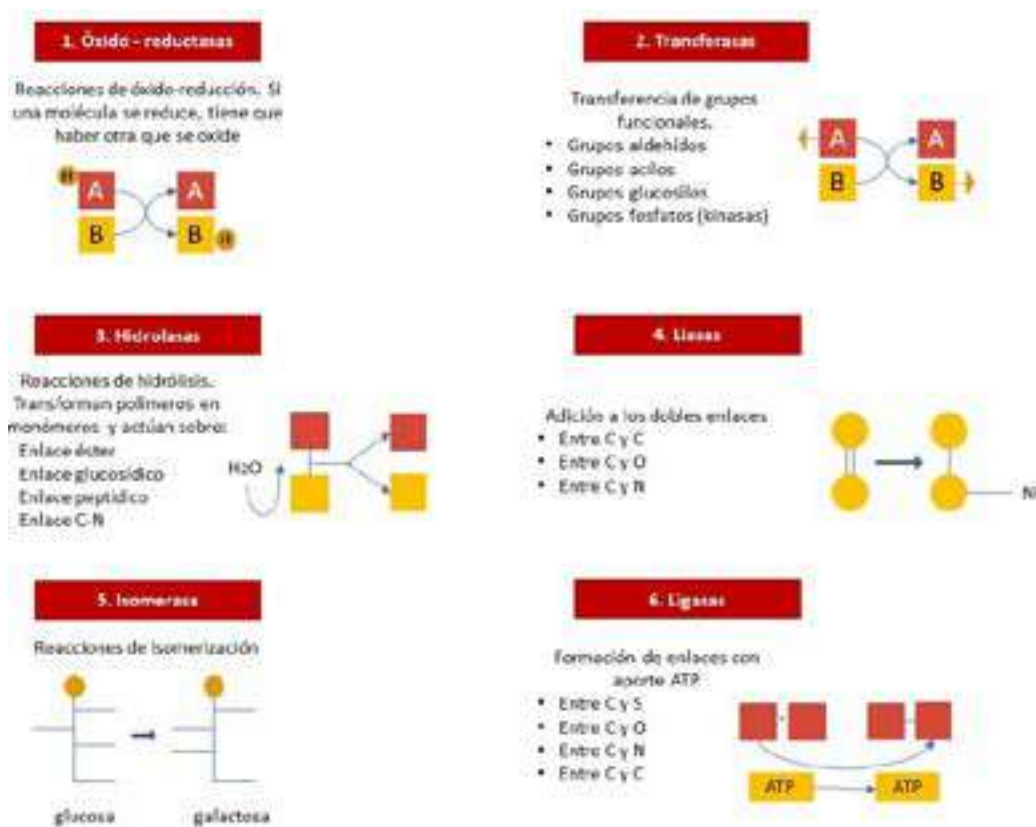
Son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción hasta alcanzar un equilibrio. Pueden ser sintetizadas o producidas por animales, plantas o microbios.

Intervienen como catalizador para la hidrólisis proteica en la producción de quesos, carnes, cervezas, en la degradación de almidones, pectina y celulosa y en la hidrólisis de ácidos grasos insolubles.

Es importante tener en cuenta que las enzimas no son consumidas ni destruidas con las reacciones químicas, ni tampoco alteran el equilibrio químico. Las enzimas catalizan alrededor de 4 000 reacciones bioquímicas distintas.

Una clasificación de las enzimas en base a la reacción que cataliza y el sustrato sobre el cual trabaja, es la que presentan Gallardo et al (2023):

Figura N°16: Clasificación de las enzimas



Fuente: Gallardo et al (2023)

Las aplicaciones de las enzimas en la industria son diversas. Como catalizadores en la producción de licores, en lácteos, panadería, textiles e ingeniería ambiental. En los últimos años su uso se ha priorizado en el procesado de alimentos. La figura 17 ilustra las diferentes aplicaciones de las enzimas:

Figura N°17: Aplicaciones de las enzimas

Fuente: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_30.pdf

Actividad 8:

Elaborar un resumen de tres líneas respecto a la lectura 5

Lectura 5: ENZIMAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA.

La más antigua reglamentación alemana de alimentos, dictada en 1516 por el Archiduque Guillermo IV de Baviera sobre “la pureza de la cerveza”, aún vigente en Alemania, no permite más que el uso de malta, hoblón, levadura y agua para su elaboración, las enzimas no son consideradas como aditivos según la actual legislación alemana. Actualmente en la producción de cerveza se utilizan enzimas como la α -amilasa, la cual permite un proceso de fermentación más rápido debido a la hidrólisis del almidón presente en la cebada, el cual es más fácilmente metabolizado por la levadura. Proteasas como la papaína, la cual desdobla proteínas presentes en la fermentación, evitando los enturbiamientos y precipitaciones. Glucosa-oxidasa, para evitar enturbiamientos y floculaciones de origen biológico mediante la eliminación del oxígeno necesario para el crecimiento de estos microorganismos.

Fuente: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/08/2-4-aplicacion-de-las-enzimas.pdf>

Microorganismos

Son organismos microscópicos que pueden ser unicelulares o formar colonias. Dentro de estos se encuentran las bacterias, los hongos (levaduras y hongos filamentosos muy pequeños), y para una parte de la comunidad científica también se considera a los virus, aunque no cumplen la característica de los seres vivos de reproducirse independientemente.

Se les utiliza con amplitud en el procesamiento de alimentos y en tratamientos ambientales. Ostos et al (2018) sintetizan algunas aplicaciones de los microorganismos:

Preparación enzimática	Microorganismo de origen	Utilidad	Documentado por
Fermentación del café	levaduras del género <i>Pichia</i>	Mejorar la calidad y el sabor de la bebida, ya que aumentan la producción del aroma de acuerdo de sabor natural	Sacris y Swiggen, 2015 (64)
Síntesis de acetoina	<i>E. coli</i>	Convertir enzimáticamente precursores baratos, como la glucosa o el glicerol, en compuestos aromáticos costosos.	Nielsen et al., 2010 (65).

Fuente: Ostos et al (2018) Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos.

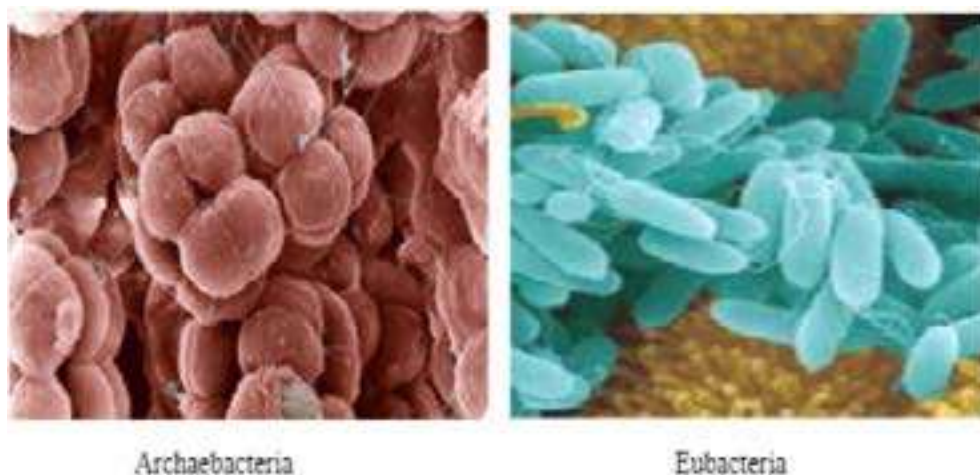
En relación con los ecosistemas, los principales aportes de los microorganismos son:

- Descomposición y mineralización de desechos orgánicos (materia orgánica)
- Regulación de los ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, fósforo, azufre, etc.)
- Retención y liberación de nutrientes para las plantas
- Regulación de las poblaciones de animales y plantas. Degradados
- Control de plagas agrícolas y urbanas
- Síntesis de productos farmacéuticos, alimenticios, industriales y de control biológico

Como se ha señalado, un microorganismo se caracteriza porque tiene un tamaño microscópico, es una célula única y puede formar colonias microbianas. Debido a que los microorganismos incluyen en su mayoría células únicas de los tres dominios de la vida pueden ser extremadamente diversos. Dos de los tres dominios, Archaea y Bacteria, solo están conformados por microorganismos, sin embargo, el dominio Eukaryota que incluye a todos los organismos multicelulares también incluye a los protistas y protozoarios que son unicelulares. Algunas especies de los protistas están relacionadas al reino animal y otras al reino vegetal. Es bueno tener en cuenta que existen muchos organismos multicelulares que son microscópicos, conocidos como microanimales, algunos son hongos y otros son algas, no obstante, la comunidad científica no los considera microorganismos. Los microorganismos son ubicuos, los encontramos desde los polos hasta el Ecuador, en desiertos, geiseres, rocas y en la profundidad del mar. Algunos están adaptados a los extremos, es decir a condiciones muy calientes o muy frías, otros a elevadas presiones, y algunas especies como *Deinococcus radiodurans* a ambientes con radiación elevada. Los microorganismos también constituyen la microbiota que se encuentra

dentro y sobre todos los organismos multicelulares. Hay evidencia de que rocas australianas de 3 450 millones de años alguna vez contuvieron microorganismos, que representa la evidencia directa más temprana de vida en la Tierra. Los microorganismos son importantes en la cultura y la salud humana de muchas maneras, ya que sirven para fermentar alimentos, tratar aguas residuales, para producir combustible, enzimas y otros compuestos bioactivos. Los microorganismos son herramientas esenciales en biología como organismos modelo y se han utilizado en la guerra biológica y el bioterrorismo. Los microorganismos son un componente vital del suelo fértil. En el cuerpo humano, los microorganismos constituyen la microbiota humana, incluida la flora intestinal esencial. Los patógenos responsables de muchas enfermedades infecciosas son los microbios y, como tales, son el objetivo de las medidas de higiene.

FiguraN°18: Representantes de los dominios Eubacteria y Archaea



Fuente: <https://dcx0p3on5z8dw.cloudfront.net>

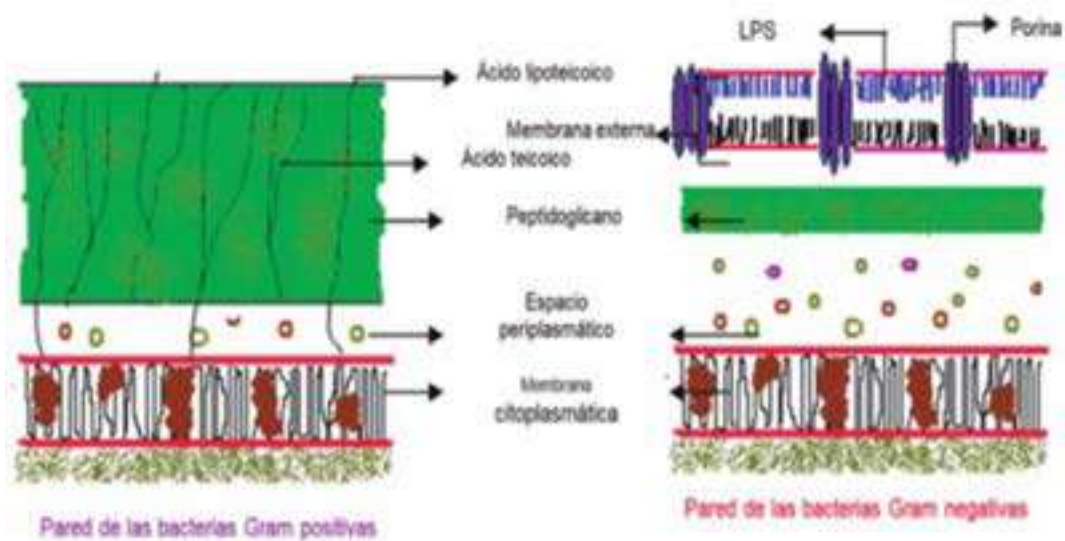
Clasificación de los microorganismos

Bacteria

Todas las bacterias son procariotas es decir son células únicas que no poseen un núcleo celular, pero su ácido desoxirribonucleico (ADN), es decir su material genético no está contenido en el núcleo, sino es un hilo doblado y alargado sin una ubicación específica en el citoplasma dentro de la célula. En 1977 Carl R. Woese y los investigadores de la Universidad de Illinois investigaron el ácido ribonucleico (ARN) y establecieron que existen dos grupos bacterianos que han evolucionado por separado, pero que provienen de un ancestro común. Es así como se establecieron dos clasificaciones, las llamadas eubacterias (o bacterias verdaderas) y la archaea, la bacteria que divergió a partir de otras bacterias en un estadio inicial del proceso evolutivo y se diferencia de las bacterias verdaderas y de las eucariotas. Actualmente, las bacterias verdaderas forman el dominio Eubacteria. Las bacterias tienen una variedad de formas, esferas, bastones, espirales, comas y se les observa en parejas, en cadenas,

en tétradas (grupo de cuatro) o en racimos, algunas bacterias poseen flagelos, o estructuras externas en forma de látigos que impulsan al organismo a través de medios líquidos; otras tienen cápsula, una capa externa de la célula; algunos producen esporas, cuerpos reproductivos que funcionan de manera muy similar a las semillas de las plantas. Una de las principales características de las bacterias es su reacción a la tinción de Gram. Dependiendo de la composición química y estructural de la pared celular, algunas bacterias son grampositivas y adquieren el color púrpura de la tinción, mientras que otras son gramnegativas.

Figura N°19: Bacterias Gram positivas y Gram negativas



Fuente: <https://www.researchgate.net/publication/342729051/figure/fig4/AS:910471838306316@1594084810786/Figura-6->

Estructura-de-la-pared-bacteriana-de-Gram-positivas-y-Gram-negativas-L-C.ppm

Existen diferencias importantes entre las archaeas y las bacterias verdaderas, en su composición química, actividades bioquímicas y entornos. Las paredes celulares de todas las bacterias verdaderas contienen la sustancia química peptidoglucano, mientras que las paredes celulares de las archaeas carecen de este complejo molecular. Muchas archaeas se caracterizan por su capacidad para sobrevivir en entornos inusualmente hostiles, como altos niveles de sal o ácido o altas temperaturas. Estos microbios, llamados extremófilos, viven en lugares como salinas, piscinas termales y respiraderos de aguas profundas. Algunos son capaces de realizar una actividad química única: la producción de gas metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno. Las arqueas productoras de metano viven sólo en ambientes sin oxígeno, como el lodo de los pantanos o los intestinos de rumiantes como el ganado vacuno y las ovejas. Colectivamente, este grupo de microorganismos exhibe una tremenda diversidad en los cambios químicos que aporta a su entorno.

Cultivos

Se trata de cepas seleccionadas de microorganismos (bacterias, mohos, levaduras) que producen enzimas. Intervienen para iniciar procesos de fermentación (quesos o embutidos cárnicos madurados). Para cultivarlas en laboratorios se usan nutrientes específicos en forma sólida o líquida.

Actividad 9:

Elaborar un mapa conceptual de la lectura 6

Lectura 6: La importancia de la microbiología en la industria farmacéutica y cosmética

Los microorganismos como bacterias, hongos y levaduras son importantes para la industria por dos razones fundamentalmente:

Se utilizan en los procesos industriales de desarrollo de vacunas, proteínas, vitaminas y antibióticos.

Son usados en el control de calidad en la producción de materias primas, productos intermedios y productos terminados, garantizando su inocuidad para el consumidor.

Los microorganismos que le importan a la industria en cuanto pueden ser perjudiciales para el ser humano son los denominados patógenos. Cuando infectan el cuerpo de una persona las consecuencias pueden variar desde una infección local con heridas, hasta infecciones sistémicas, que afectan a todo el cuerpo.

Para esto, la OMS tiene un manual de Buenas Prácticas para laboratorios de microbiología farmacéutica, la cual es una buena guía para estos procedimientos de los que depende la salud del consumidor.

Fuente: <https://revistafarmaycosmetica.com/la-importancia-de-la-microbiologia-en-la-industria-farmaceutica-y-cosmetica/>

Ingeniería Ambiental

La ingeniería ambiental engloba a las ciencias químicas, biológicas, a la ecología, la geología, la hidráulica, la hidrología, microbiología y las matemáticas para buscar soluciones que protejan y mejoren la vida y conserven la calidad del ambiente. Esta es una subdisciplina de la ingeniería civil y la ingeniería química. Busca idear soluciones para la gestión de aguas residuales, el control de la contaminación del agua y del aire, el reciclaje, la eliminación de residuos y la salud pública. Diseña sistemas municipales de suministro de agua y tratamiento de aguas residuales industriales elabora planes para prevenir enfermedades transmitidas por el agua y mejorar el saneamiento en áreas urbanas, rurales y recreativas.

Figura N°20: Ámbito de aplicación de la ingeniería ambiental.



Fuente:https://blogs.unitec.mx/hubfs/287524/Imported_Blog_Media/cosas-que-puede-hacer-un-ingeniero-para-reducir-el-impacto-ambiental

Evalúan los sistemas de gestión de desechos peligrosos, asesoran sobre el tratamiento y la contención y desarrollan regulaciones para prevenir contratiempos. Proponen la ley de ingeniería ambiental, como en la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de construcción propuestos. La ingeniería ambiental estudia el efecto de los avances tecnológicos en el ambiente, abordando problemas ambientales locales y mundiales como la lluvia ácida, el calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, la contaminación del agua y del aire por los gases de escape de los automóviles y fuentes industriales. (5)

Figura N°21: La biorremediación.



Fuente: <https://www.iatisegurosvida.com/wp-content/uploads/2019/05/cambio-climatico-causas-consecuencias-2.jpg>

Aplicaciones de los Principios Biológicos en Ingeniería

Biorremediación ambiental

Según Gaylarde et al (2005) la biorremediación es un proceso en el que los organismos vivos (plantas, microorganismos o sus enzimas), se utilizan tecnológicamente para eliminar o reducir (remedio) contaminantes en el ambiente.

Suarez (2013) destaca la importancia de la biorremediación ambiental y la cataloga como “una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes”.

Figura N°22: Cultivo de microorganismos



Fuente:https://mincyt.gob.ve/wp-content/uploads/2024/02/Tecnologia_BCB_algas_microorganismos_abono_fertilizante_bio_biofertilizante_organico_natural_liquido_agricultura_bocashi-1024x675-1.jpg

La biorremediación alcanza los tres estados de la materia:

- **Sólido.** Con aplicaciones sobre medios contaminados como suelos o sedimentos, o bien directamente en lodos, residuos, etc.
- **Líquido.** Aguas superficiales y subterráneas, aguas residuales.
- **Gases.** Emisiones industriales, así como productos derivados del tratamiento de aguas o suelos.

Esta tecnología presenta ventajas y desventajas que se tiene que tomar en cuenta.

Ventajas	Desventajas
☐ A diferencia de los tratamientos físicos y buena parte de los químicos (se basan en transferir la contaminación entre medios gaseoso, líquido y sólido) en la Biorremediación se transfiere poca contaminación de un medio a otro. ☐ Tecnología poco invasiva y generalmente no requiere componentes estructurales o mecánicos que signifiquen una amenaza para el medio. ☐ Es económica. ☐ Gran aceptación por parte de la opinión pública. ☐ Puede ser utilizada como complemento de otras técnicas. ☐ Demanda poca energía.	☐ La biodegradación incompleta puede generar intermediarios metabólicos inaceptables, con un poder contaminante similar o incluso superior al producto de partida y algunos compuestos contaminantes son tan resistentes que pueden incluso inhibir la Biorremediación. ☐ Difícil predecir el tiempo requerido para un proceso adecuado y el seguimiento y control de la velocidad y/o extensión del proceso es dispendioso. ☐ A diferencia de otros tratamientos, en la biorremediación se requieren períodos de tiempo más largos para lograr resultados esperados. ☐ No es un proceso factible cuando las concentraciones de contaminantes son muy altas.

Hay diversos criterios de clasificación de la biorremediación, presentaremos las principales.

Según lugar de aplicación	
In Situ	Ex Situ
☐ El tratamiento del material contaminado en el lugar donde se encuentra. ☐ Se emplea para un volumen muy grande de agua o suelo involucrado en la contaminación	☐ Implican la remoción física del material contaminado de su ubicación original para su tratamiento en otro lugar. ☐ Se emplea para volúmenes pequeños
A su vez, pueden ser: ☐ Bioestimulación: Estimula el crecimiento de microorganismos naturales en suelo o agua contaminada ☐ Bioaugmentación: Añade microorganismos adicionales al lugar contaminado (mejorar capacidad de degradación de contaminantes). ☐ Bioventilación: Añade oxígeno al suelo contaminado para promover la actividad microbiana y la degradación de los contaminantes orgánicos.	A su vez, pueden ser: ☐ Biorreactores: Utilizan microorganismos para descomponer los contaminantes en un ambiente controlado. ☐ Cultivo de Tierras: Remueve y trata el suelo contaminado en una instalación fuera del sitio. ☐ Compostaje: Convierte los materiales contaminados en compost mediante procesos biológicos.

Según organismos utilizados en la biorremediación	
Tipo de organismo	Ejemplo
□ Degradación enzimática. Esta técnica hace referencia al uso exclusivo de enzimas para remediar un ambiente contaminado. □ Biorremediación microbiana. En este caso, se refiere al uso de bacterias y hongos para remediar el sitio contaminado. Se buscan especies que sean capaces de metabolizar los compuestos contaminantes. □ Fitorremediación. Aquí la biorremediación es llevada a cabo exclusivamente por plantas. Existen varios tipos de fitorremediación según las cualidades de las plantas: algunas son capaces de degradar los compuestos, otras de inmovilizarlos en sus hojas, etcétera.	□ Uso de la peroxidasa, una enzima que se utiliza para degradar los fenoles presentes en las aguas residuales. □ Las <i>Pseudomonas</i> se utilizan como degradadores de pesticidas e hidrocarburos, tanto alcanos como compuestos poliaromáticos. □ La <i>Shewanella</i>, utilizada para degradar metales pesados. □ La especie <i>Thlaspi caerulescens</i> merece un lugar destacado por su portentosa capacidad para acumular grandes cantidades de zinc y cadmio en sus tejidos aéreos. □ Las plantas con mayor potencial para la fitoextracción de metales son las especies metalofitas, plantas que gracias a diversos mecanismos fisiológicos sobreviven, muchas veces de forma endémica, en suelos que presentan niveles elevados de metales. (Otro ejemplo, <i>Pteridium aquilinum</i>, helecho aguila perteneciente a la familia Dennstaedtiaceae)

Rodriguez-Gonzales (2022) utilizaron la biodiversidad bacteriana para remediar suelos contaminados con hidrocarburos. Los hidrocarburos poliaromáticos pueden ser biodegradados por diferentes bacterias que biodegradan solas o en consorcio, como el fenantreno (compuesto aromático) que fue biodegradado por 11 cepas bacterianas diferentes (*Sphingobium*, *Sphingomonas*, *Acidovorax*, *Alkaligenes*, *Actinobacteria*, *Burkholderia* sp., *Rhizobium* sp., *Pseudomonas* sp., *Stenotrophomonas* y *Sinorhizobium*). Se utilizaron variables fisicoquímicas, como el pH, temperatura, oxígeno y la humedad, al ser factores que influyen en el éxito del tratamiento.

Tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales son generadas por viviendas, instituciones y locales comerciales e industrias. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas - a una planta de tratamiento municipal. Los contaminantes presentes pueden ser compuestos orgánicos e inorgánicos y se pueden clasificar en: físicos, químicos y biológicos. (Villacis, 2011).

Contaminantes presentes en aguas residuales	
Tipo	Descripción
Físicos	Temperatura: Parámetro básico para el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento en su fase secundaria Color: Determina cualitativamente el tiempo de las aguas residuales. Olor: Los olores son debidos a los gases liberados durante procesos de descomposición de la materia orgánica. Turbidez: Los sólidos se presentan en suspensión debido a su densidad y características en el medio receptor Sólidos: Se presentan como sólidos floculados, suspendidos y sedimentados.
Químicos	pH: indica si son ácidos o básicos Metales pesados DQO: demanda química de oxígeno Metales pesados: nivel de presencia (ausencia) de Zn, Fe, Hg, Cd, Cr, etc
Biológicos	DBO: demanda biológica de oxígeno Presencia o ausencia de microorganismos

Fuente: Elaboración propia

A lo largo de la historia de la humanidad se ha presentado la necesidad de depurar contaminantes de las aguas residuales de origen industrial y urbano.

El tratamiento biológico comprende la utilización de seres vivos (hongos, bacterias) para remediar las aguas residuales, suelo y aire contaminado. El propósito es incorporar estos microorganismos al metabolismo celular y de obtener energía para sus funciones vitales y promover el desarrollo somático.

Los tratamientos pueden ser: primarios, secundarios y terciarios

Tratamiento Primario

Los desagües sanitarios o separados llevan las aguas residuales desde las casas y negocios a la planta de tratamiento; otros drenajes combinados llevan el agua de tormenta de los drenajes de aguas pluviales. Llegan al reservorio que sirven para el almacenaje de las aguas residuales a largo plazo. El propósito del almacenamiento es para poder descargar los efluentes en el período deseado del año y obtener efluentes de alta calidad. Áreas de Cribas permiten el paso del agua, pero no de residuos tales como trapos o palos. Los residuos son recolectados y luego se dispone de ellos, van a una moledora o pulverizadora y luego desaguada antes de disponerse de estos. El separador de partículas sólidas: Es una cámara de sedimentación que es, esencialmente, un tanque grande. Esto disminuye el caudal del agua. Posteriormente, se deja que la arena, las partículas sólidas y otros sólidos pesados se asienten al fondo. Las partículas sólidas son luego arrastradas, secadas y se dispone de ellas, usualmente como relleno. La sedimentación primaria involucra la evacuación de tanta materia sólida remanente como sea posible. El drenaje fluye hacia grandes tanques llamados Tanques de Sedimentación Primaria donde las partículas más pequeñas se asientan en el fondo. Un Lodo Primario o Lodo Crudo es barrido por restregadores eléctricos hacia una tolva y luego es bombeado a la planta de asimilación de lodos. El líquido restante llamado Efluente Primario pasa a un tratamiento secundario o proceso de sedimentación secundario (Troconis, 2010).

Tratamiento Secundario

El propósito del Tratamiento Secundario es completar el proceso de tal modo que se evacúe el 90% de los contaminantes. El equipo usado es un Tanque de Aireación que proporciona enormes cantidades de aire a una mezcla de aguas residuales, bacterias y otros microorganismos. El oxígeno en el aire acelera el crecimiento de microorganismos útiles que consumen la materia orgánica dañina en el agua residual. El tanque de sedimentación secundario permite a los microorganismos y a los residuos sólidos crear cúmulos y asentarse. Alguna de esta mezcla llamada Lodo Activado, puede mezclarse nuevamente con aire y usarse en el Tanque de Aireación. El lodo del proceso de sedimentación secundaria y también el del proceso de sedimentación primaria son bombeados a una digestora de lodos donde un tipo distinto de microbio destruye los materiales degradables y de mal olor y lo convierte en un gas (gas de lodo) que contiene metano. Este proceso toma de tres a cuatro semanas (Troconis, 2010).

Tratamiento Terciario

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias. Una mejor posibilidad para el tratamiento terciario consiste en agregar uno o más estanques en serie a una planta de tratamiento convencional. El agregar esos estanques de “depuración” es una forma apropiada de mejorar una planta establecida de tratamiento de aguas residuales, de modo que se puedan emplear los efluentes para el riego de cultivos o zonas verdes y en acuicultura. La desinfección es la última parte del proceso; es la adición de un desinfectante como el cloro que se agrega usualmente al agua residual antes de que salga de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los organismos causantes de enfermedades en el agua. El tratamiento de lodos o espesados para quitarles algo de agua y luego seguir siendo procesados por estabilización. En este proceso, se permite que el lodo crudo se descomponga en los tanques de asimilación. Se usan unos químicos especiales para la estabilización. El lodo estabilizado no tiene olor y está libre de organismos causantes de enfermedades. El proceso de desaguar el lodo evacúa la mayoría del agua de la mezcla de lodos. Se usan filtros, lechos de secado y varios tipos de prensas. Finalmente, el lodo seco llamado Pastel (Cake) está listo para ser usado o disponerse de este. El lodo seco, a veces llamado lodo digestivo, puede ser usado como acondicionador de suelos. Usando ciertos procesos, el lodo puede ser usado también para producir gas metano. El metano puede luego ser quemado para abastecer de energía a una pequeña planta eléctrica o para otros propósitos. Si el lodo no puede ser usado con seguridad, es quemado en rellenos sanitarios aprobados o quemado usando tecnología especial para prevenir la contaminación del aire (Troconis, 2010).

Los tratamientos biológicos de aguas residuales:

El tratamiento de aguas residuales es un proceso fundamental para la conservación del ambiente y la salud pública. Entre los más destacados tenemos:

Biodigestión Anaeróbica: Este proceso se da en un entorno libre de oxígeno porque las bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica presente en el agua residual, transformándolos en metano y dióxido de carbono.

Lodos Activados: Participan microorganismos aerobios (principalmente bacterias) que metabolizan los contaminantes del agua convirtiéndolos en biomasa, dióxido de carbono y agua.

Proceso de Nitrificación-Denitrificación: Este sistema de dos etapas que se utiliza para eliminar los nutrientes, especialmente nitrógeno, presentes en las aguas residuales. En la nitrificación, las bacterias convierten el amoníaco en nitritos y luego en nitratos. En la denitrificación, los nitratos se convierten en gas nitrógeno, que se libera a la atmósfera.

Filtración por Bioarena: Este proceso utiliza un filtro de arena colonizado por microorganismos, los cuales degradan la materia orgánica contenida en las aguas residuales al pasar a través de dicha capa de arena.

Proceso de Lago Artificial: Se trata de cuerpos de agua artificiales. Aquí, los microorganismos presentes en el agua y en el suelo del lago degradan los contaminantes orgánicos.

Figura N°23: Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: www.belzona.com

Actividad 8

En base a la información anterior elabore una tabla comparativa entre tratamientos químicos, físicos y biológicos y plantee las ventajas y desventajas de cada uno.

Tratamiento de aguas residuales				
		Ventajas	Desventajas	
Físicos				
Químicos				
Biológicos				

Aplicación de biomoléculas para afrontar el cambio climático

Algunos **microbios** pueden convertir el dióxido de carbono (CO_2), cada vez más abundante en nuestra atmósfera, en valiosos compuestos orgánicos. Por un lado, capturan el CO_2 , y, por otro, contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a la vez que generan biocombustibles y otras moléculas de interés.

Según la revista electrónica SINC (Ciencia contada en español) un equipo de biólogos e ingenieros modificó un microbio llamado *Rhodospseudomonas palustris* TIE-1 para que pudiera producir un **biocombustible** con tan solo tres ingredientes: el dióxido de carbono, la electricidad generada por paneles solares y la luz. El resultado fue el n-butanol, una alternativa de combustible completamente neutra en carbono que puede utilizarse en mezclas con gasóleo o gasolina.

El mismo portal destaca otros ejemplos:

- La reducción de las emisiones de **metano** del ganado,
- la lucha contra la **contaminación** mediante la ingeniería metabólica basada en la biología molecular,
- las **bacterias naturales fijadoras de nitrógeno** para reducir el uso de **fertilizantes**,
- los nuevos biomateriales para la construcción y la potenciación del papel de las **algas fijadoras de carbono**.

Rodriguez Martinez et al (2017) resaltan la importancia de la Ingeniería Genética en labores de remediación ambiental. “La ingeniería genética resulta una herramienta prometedora para lograr la biorremediación de los metales pesados y que integrar los genes *aox*, en microorganismos conocidos parece ser una alternativa viable para disminuir la contaminación por arsénico en cualquier sitio contaminado, por lo tanto, debe comenzarse con las pruebas de remoción y toxicidad cuanto antes.

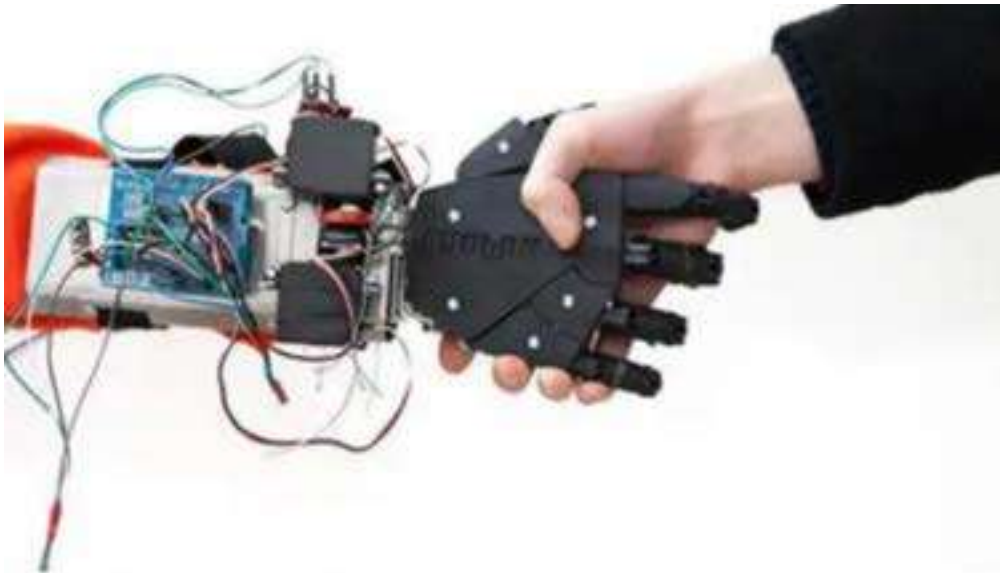
Fuentes Rivera (2012) destaca la aplicación de la ingeniería genética realizada en levadura y su aplicación biotecnológica para biorremediación de mercurio, un metal pesado altamente contaminante.

Tecnología biológica para problemas ambientales y de salud

Biónica

La biónica (también conocida como biomimética, biognosis, biomímesis, o ingeniería biónica creativa) es la aplicación de métodos y sistemas biológicos naturales para el estudio y el diseño de sistemas de ingeniería y tecnología de última generación. La palabra ‘biónico’ fue acuñada por Jack E. Steele en 1958, posiblemente originada a partir de la palabra griega “βίον”, pronunciada “bion”, que significa “unidad de vida” y el sufijo -ic, que significa “como” o “en la manera de”, por lo tanto, “como la vida”. Algunos diccionarios, sin embargo, explican que la palabra se forma a partir de “biología” + “electrónica”. La transferencia de tecnología entre los seres vivos y los constructos sintéticos es una meta por la presión de la evolución que obliga al componente biótico de los ecosistemas a ser altamente eficiente y eficaz. Un ejemplo que se puede citar es el desarrollo de una pintura (recubrimiento) que repele la suciedad y el agua a partir de la observación de que la superficie de la “flor de loto” prácticamente no es pegajosa (el efecto de loto), otro los cascos de barcos que imitan la gruesa piel de los delfines; sonar, radar y ecografías médicas que imitan la ecolocalización de los murciélagos. En las ciencias de la computación el estudio de la biónica ha creado neuronas artificiales, redes neuronales artificiales y la inteligencia en enjambre.

Figura N°24: La biónica y la industria médica.



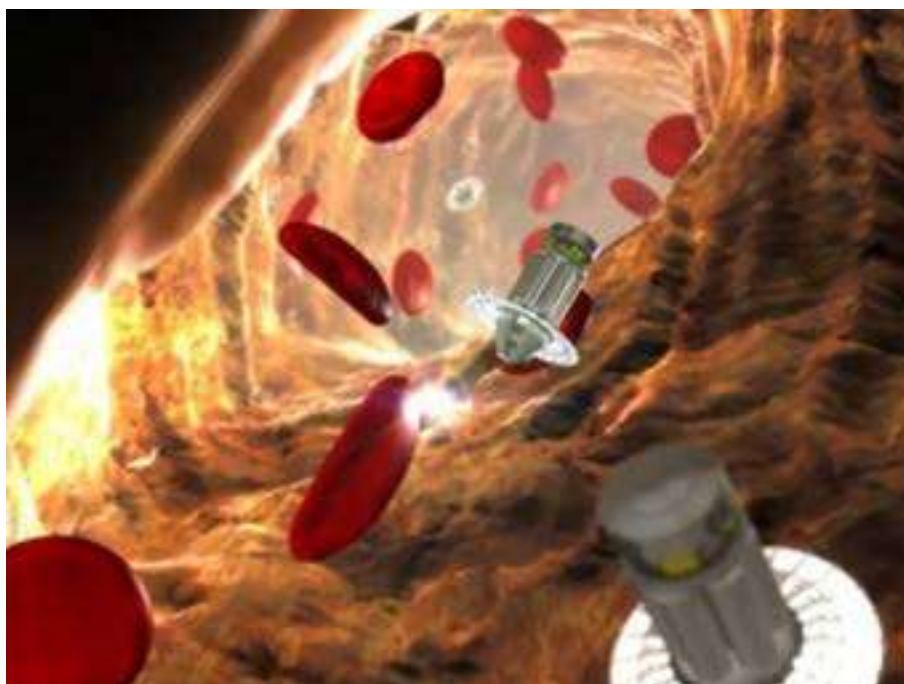
Fuente:<https://s1.ppllstatics.com/diariovasco/www/pre2017/multimedia/RC/201509/29/media/cortadas/mano-bionica--575x323.jpg>

La biónica y la cibernética usan modelos de los sistemas vivos, la biónica busca hallar ideas nuevas para máquinas y sistemas artificiales que puedan solucionar problemas a la humanidad, mientras que la cibernética busca explicar el comportamiento de los seres vivos. Es importante diferenciar la biónica de la bioingeniería o de la biotecnología ya que en estas se usan los organismos vivos para

ejecutar labores industriales particulares, como cultivar microorganismos en el petróleo para obtener proteínas, o usar especies capaces de concentrar metales de baja ley y usar la digestión de desechos por bacterias en baterías bioquímicas para suministrar energía eléctrica (1).

En medicina, la biónica se refiere a la sustitución o mejora de órganos u otras partes del cuerpo por versiones mecánicas. Los implantes biónicos se diferencian de las simples prótesis en que imitan muy fielmente la función original biológica o incluso la superan. Si bien las tecnologías que hacen posibles los implantes biónicos aún se encuentran en una etapa muy temprana, ya existen algunos elementos biónicos, el más conocido es el implante coclear, un dispositivo para personas sordas. En 2004 se desarrollaron corazones artificiales completamente funcionales. Se espera que se produzcan nuevos avances significativos con la llegada de las nanotecnologías. Un ejemplo bien conocido de nanodispositivo propuesto es un respirocito, un glóbulo rojo artificial, diseñado (aunque aún no construido) por Robert Freitas. Así mismo, Kwabena Boahen de Ghana profesora del Departamento de Bioingeniería de la Universidad de Pensilvania desarrolló una retina de silicio que podía procesar imágenes de la misma manera que una retina viva. Confirmó los resultados comparando las señales eléctricas de su retina de silicio con las señales eléctricas producidas por el ojo de una salamandra mientras las dos retinas miraban la misma imagen.

Figura N°25: Glóbulo rojo artificial.



Fuente: <https://i0.wp.com/photos1.blogger.com/x/blogger/6217/3676/1600/379450/nanobotsangre.jpg>

El proceso de formar diseños biónicos

Este proceso incluye: establecer objetivos biónicos, conocer, registrar, simplificar y describir características biológicas; transformación del diseño de características biológicas - evaluación del producto y del diseño. La naturaleza es la fuente de la supervivencia y el desarrollo de los seres humanos, los seres humanos imitan constantemente la naturaleza. La llegada del consumo y la diversificación económica genera en las personas diferentes necesidades de productos. El diseño biónico busca regresar a la naturaleza, satisfacer las necesidades espirituales de los humanos, el método de diseño biónico es excelente, proporciona a las personas una gran variedad de formas efectivas de resolver problemas, es un método de diseño real y eficaz (Zhang, et. al., 2013).

Usar ideas de sistemas naturales para realizar experimentos de laboratorio y encontrar mecanismos utilizables: es la fase experimental de la biónica. Se debe tener en cuenta que la mayoría de los mecanismos naturales deben adaptarse para que sean utilizables, y esto sólo puede ocurrir mediante una fase de experimentación en el laboratorio. A menudo se descubren diferentes versiones cambiando los mecanismos iniciales, y los investigadores pueden dejar volar su creatividad. Utilizar ideas de sistemas naturales para construir tecnología industrial es la tendencia actual: el objetivo final de la mayoría de los desarrollos biónicos es utilizarlos en aplicaciones del mundo real. Esto significa que deben cumplir con los estándares industriales, como los sistemas de ultrasonido, radar y sonar, los barcos con forma de delfín, las superficies ultrahidrófobas y autolimpiantes basadas en el efecto de loto y los reflectores tipo ojo de gato. Los investigadores se acercan cada vez más a sistemas adaptativos distribuidos y autónomos, que son más difíciles de construir que otras aplicaciones biónicas (Frei, R., & Di Marzo Serugendo, G. 2011).

Actividad 10:

Elabore un mapa mental con los procesos biónicos de última generación que soportan las actividades industriales,

Puede usar esta aplicación: <https://www.goconqr.com/es>

Ingeniería Biomédica

La ingeniería biomédica se enfoca en los avances que buscan mejorar la salud humana y el cuidado de la salud en todos los niveles y es la aplicación de los principios y técnicas de resolución de problemas de la ingeniería a la biología y la medicina. Esto es evidente en toda la atención sanitaria, desde el diagnóstico y el análisis hasta el tratamiento y la recuperación, y ha entrado en la conciencia pública a través de la proliferación de dispositivos médicos implantables, como marcapasos y caderas artificiales, hasta tecnologías más futuristas como la ingeniería con células madre y el 3-D. Impresión de órganos biológicos. La ingeniería en sí es un campo innovador, el origen de ideas que conducen a todo, desde automóviles hasta la industria aeroespacial, desde rascacielos hasta sonares. La ingeniería biomédica se centra en los avances que mejoran la salud humana y la atención sanitaria a todos los niveles.

Figura N°26: La ingeniería biomédica



fuente:https://media.licdn.com/dms/image/D4D12AQHQhsOBNHVPuW/article-cover_image-shrink_720_1280/0/1655321131601?e=2147483647&v=beta&t=0BU5spjFEUsStrj7uZ-6YC0FjMQCoSydX26AH5z6-z_o

Los conocimientos que aborda la ingeniería biomédica son el procesamiento de Señales e Imágenes mediante el desarrollo de dispositivos y software médicos innovadores y necesarios. Los ejemplos de equipos son los ecógrafos, electrocardiógrafos, tomógrafos, radiógrafos. La biotecnología que permite manipular células para crear productos farmacéuticos, aquí se trabaja con la bioinformática, la cual utiliza el diseño de software combinado con la inteligencia artificial, estadística y Big Data, todo ayuda a analizar la información biológica obtenida por equipos biotecnológicos con el fin de detectar enfermedades genéticas, nuevos virus, mutaciones. La biomecánica que busca beneficiar a las personas que tengan comprometida su movilidad por problemas ocupacionales, accidentes deportivos, naturales o de otra índole, permite realizar modelos de prótesis de extremidades y uso de tecnología en procesos de rehabilitación física. Y la ingeniería clínica, que promueve la gestión de tecnología médica a través de diferentes procesos como instalación, operación y mantenimiento de equipos, software y dispositivos médicos, aquí podemos considerar a la Telemedicina para la atención, análisis y seguimiento de pacientes a distancia.

Referencias bibliográficas

Bionity, © 1997-2024 LUMITOS AG. <https://www.bionity.com/en/encyclopedia/Bionics.html>.

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2022, May 15). bionics. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/bionics>.

Buchanan, B., Gruissem, W., & Jones, R. Biochemistry & Molecular Biology of Plant. 2a edición. Wiley, USA.

Craine, A. G. (2023, December 26). Carl Woese. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Carl-Woese>

Frei, R., & Di Marzo Serugendo, G. (2011). Concepts in complexity engineering. International Journal of Bio-Inspired Computation, 3(2), 123-139.

Fuentes Rivera, J. (2021) Ingeniería genética de levadura y su aplicación biotecnológica para biorremediación de mercurio”. Tesis de Biología, UNFV. Lima.

Gallardo, R. ; Narro, R. & Ibarra, M. (2023) Avances en la inmovilización de enzimas sobre superficies poliméricas y sus diferentes aplicaciones en la industria. Revista CienciAcierta No. 76 octubre - diciembre de 2023.

González, Silvia, Cordero, Amanda, Castro, Laura, & Segovia, Mabel. (2020). Potencial tintóreo de las plantas autóctonas de la estepa, Dto. Escalante, Chubut, Patagonia Argentina Dye potential of the native plants of the steppe, Dto. Escalante, Chubut, Patagonia (Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 55(4), 1-10. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n4.29305>

Harwood, J. & Wilkin, D. (2019). Ph.D. CK-12 Foundation 2024. <https://www.ck12.org/biology/Basic-and-Applied-Science/lesson/Basic-and-Applied-Science-MS-LS/>
<https://medicoplus.com/ciencia/usos-microorganismos-industria>.
<https://www.bio.org/what-biotechnology>

Kaundal, R., Sahu, S. S., Verma, R., & Weirick, T. (2013). Identification and characterization of plastid-type proteins from sequence-attributed features using machine learning. In BMC bioinformatics, 14, 1-14

Murray, P. & Rosenthal, K & Pfalle, M. (2021) Micro Biología Médica, Elsevier España, S.A.

Novena edición. Queen's Printer, Victoria, British Columbia, Canada. https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/consol19/consol19/00_02068_01#:~:text=%22applied%20biology%22%20means%20the%20application,projects%2C%20works%2C%20undertakings%20or%20field

Rodríguez Martínez, H. L., M. Peña Manjarrez, A. V. Gutiérrez Reyes, C. L. González Trevizo, S. L. Montes Fonseca y G. G. López Avalos. (2017). Biorremediación de arsénico mediada por microorganismos genéticamente. Publicado como revisión en *Terra Latinoamericana* 35: 353-361. modificados.

Rodríguez-Gonzales, Apolonia, Zárate-Villarroe, Sandra Giovana, & Bastida-Codina, Agatha. (2022). Biodiversidad bacteriana presente en suelos contaminados con hidrocarburos para realizar biorremediación. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 178-208. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.56/1.9>

Rogers, K. (2024, February 13). biomolecule. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/biomolecule>.

Suarez, R. (2013) Guía de métodos de biorremediación para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. Universidad Libre, Bogotá, Colombia

Troconis, A. (2010). Tratamiento de Aguas Residuales. www.belzona.com

Villacis, A. (2011) “Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Wikipedia contributors. (2024, March 24). Biomolecule. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 19:26, March 28, 2024, from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Biomolecule&oldid=1215293274>.

Wikipedia contributors. (2024, March 4). Microorganism. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 18:07, March 28, 2024, from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Microorganism&oldid=1211794686>

Wikipedia The Free Encyclopedia. (10 de marzo 2024) https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_engineering

Zhang, J. M., Wu, X., & Xu, J. (2013). On Application of Bionic Design in the Mini Hair Dryer. *Advanced Materials Research*, 823, 100-103.

Capítulo II: Biónica

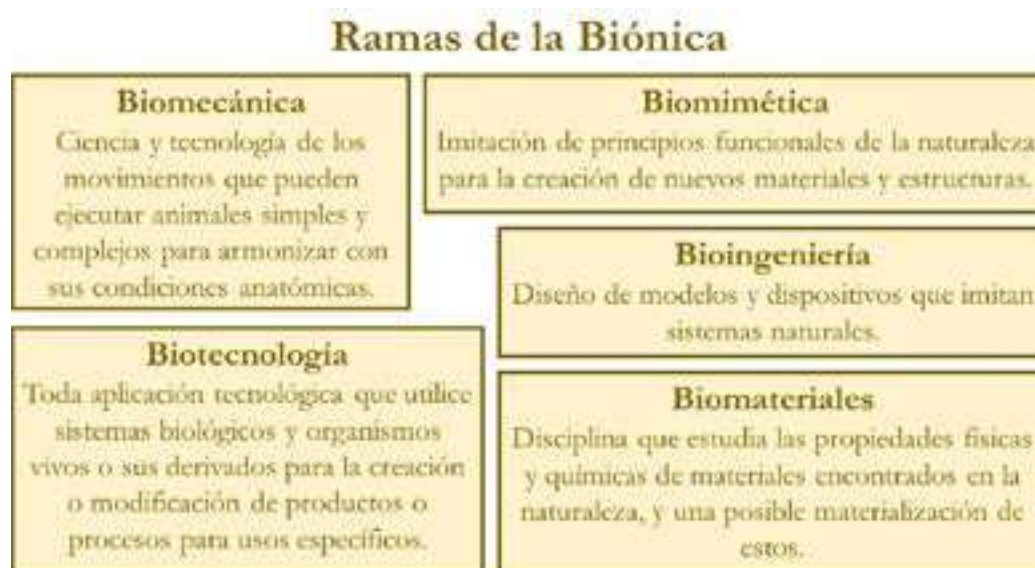
Pedro Pablo Rosales López

Conceptos Fundamentales de Biónica

En forma simple, se puede decir que biónica es una combinación entre BIO, que significa vida y el sufijo NICA de la palabra técnica. En forma operativa, la biónica es una ciencia basada en una técnica analógica que toma como objeto de estudio la fisiología, el comportamiento y los procesos biológicos de sistemas y seres naturales, para aplicar los principios de su funcionamiento al desarrollo de soluciones tecnológicas. Este aprendizaje que obtiene el humano mediante el conocimiento de la naturaleza y los seres que lo habitan tiene mayor reto, aplicarlo en el diseño de productos o su producción misma, para mejorar la calidad de vida de la población mediante innovación permanente. La naturaleza ha desarrollado desde sus orígenes una infinidad de materiales, procesos, estructuras, estrategias y métodos que han demostrado su efectividad desde la prehistoria, con la supervivencia. Los sobrevivientes de la selección natural pueden demostrar con su forma de vivir, como lograron con diferentes características de adaptación, aprendizaje, auto organización y auto reparación, continuar poblando este planeta.

Tipos de Sistemas Biónicos





Casos de Investigación con Aplicaciones de Biónica

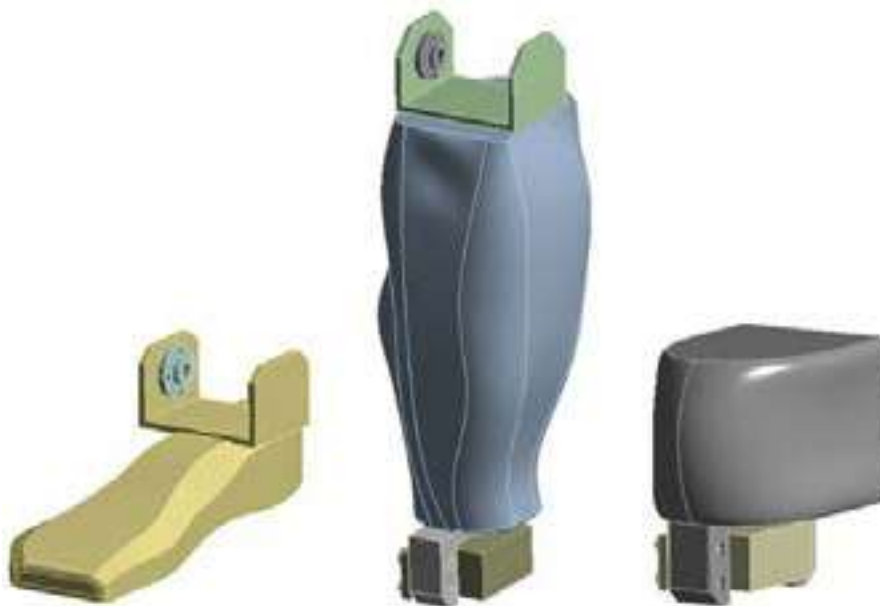
Contribuciones al comportamiento del régimen dinámico de una prótesis de pierna biónica (Drâgoi, 2023).

El propósito de los dispositivos protésicos es reproducir el perfil de torsión angular de un ser humano sano durante la locomoción. Una articulación liviana y energéticamente eficiente es capaz de disminuir la potencia máxima del actuador y/o el consumo de energía por ciclo de marcha, al mismo tiempo que cumple adecuadamente con las restricciones de coincidencia de perfiles. El objetivo de este estudio fue resaltar las características dinámicas de una pierna biónica con actuadores eléctricos con movimiento rotacional. Para crear la pierna se utilizó tecnología de impresión tridimensional (3D) y para las articulaciones se utilizaron servomotores. Se utilizó un motor paso a paso para el movimiento horizontal. Para una mejor simulación numérica del modelo impreso se realizaron tres ensayos mecánicos (tensión, compresión y flexión), con base en los cuales se obtuvieron las principales características mecánicas necesarias para la simulación numérica. Para el modelo experimental realizado se pudieron determinar las tensiones dinámicas, lo que resalta el hecho de que, en las condiciones dadas para el modelo experimental, la prótesis resiste.

En la Figura 1 se muestran los componentes de la prótesis, representando las partes de la pierna de un ser humano, el pie, la rodilla y la pierna, con los mecanismos correspondientes para reproducir el comportamiento de la pierna humana.

En la Figura 2 se muestran a los tres elementos ensamblados, representando la reproducción de esta parte de la extremidad inferior del cuerpo humano, de tal forma que la prótesis emula el funcionamiento de la extremidad inferior.

Figura N°1: Elementos que componen la prótesis de pierna biónica



Fuente: Drâgoi (2023)

Figura N°2: Pierna biónica ensamblada



Fuente: Drâgoi (2023)

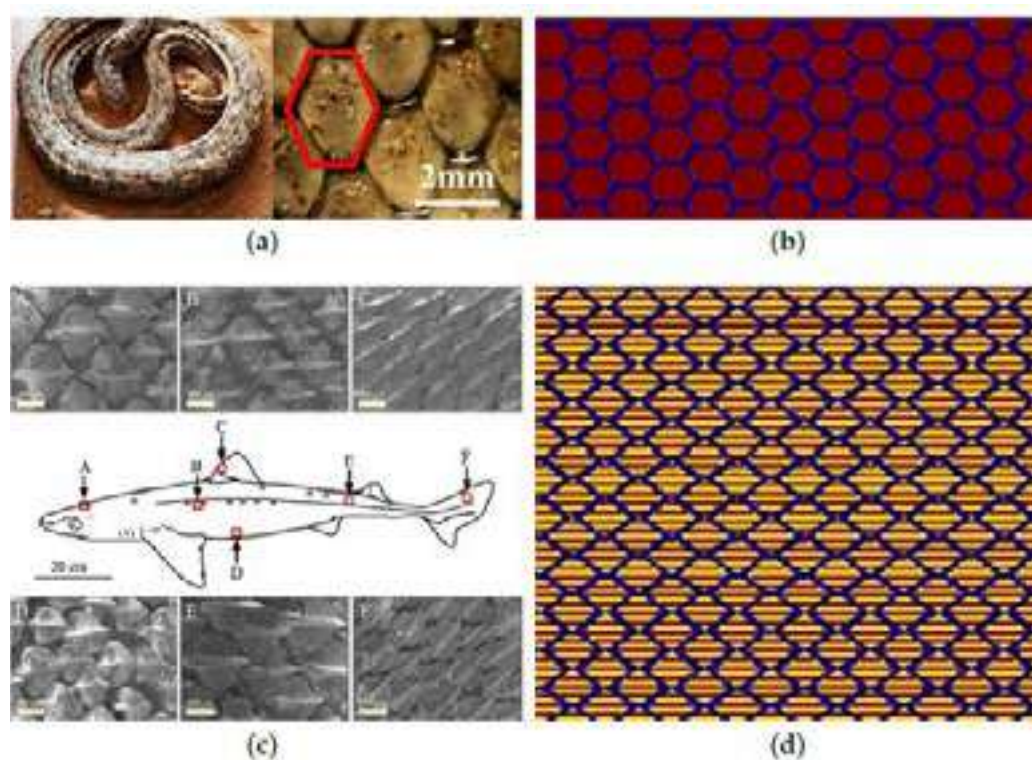
Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. ¿Cuáles son las principales características que define la pierna biónica?
3. ¿Qué característica o propiedades se requieren para mejorar el uso de la pierna biónica?

Investigaciones numéricas de las características tribológicas de superficies con textura biomimética (Wang, 2023).

El transporte ferroviario ha mejorado drásticamente la comodidad de los viajes, pero también ha generado problemas de contaminación ambiental y consumo de energía. Estos desafíos pueden abordarse parcialmente reduciendo la pérdida por fricción en la transmisión mecánica de los sistemas ferroviarios. Este artículo examina las propiedades tribológicas de las superficies con textura biónica inspiradas en la piel de serpientes y tiburones. Este estudio se centra en generar superficies texturizadas biónicas con picos distribuidos aleatoriamente mediante simulación numérica y conectarlas a una ecuación transitoria de Reynolds y un modelo de fatiga por fricción. El modelo biónico de lubricación por desgaste de superficie considera el espesor de la película lubricante y la presión de contacto obtenidos del modelo GT. Los resultados revelan que la existencia de una textura biónica puede reducir el coeficiente de fricción y la cantidad de desgaste en la superficie de contacto.

Figura N°3: Topografía geométrica de las superficies



Fuente: Wang (2023)

Los hallazgos de este estudio no solo ofrecen una solución potencial para reducir el consumo de energía y las emisiones en sistemas de tránsito ferroviario inteligentes, sino que también prometen proporcionar más información sobre la simulación numérica del tejido biónico y la investigación de características tribológicas.

Las propiedades tribológicas, se refieren fundamentalmente a la fricción y el desgaste que se generan

entre dos superficies que interactúan entre sí, mediante un movimiento relativo. En la Figura 3 se muestra la Topografía geométrica. (a) Superficies de piel de serpiente real. (b) Superficies con textura de piel de serpiente simulada. (c) Superficies reales de piel de tiburón. (d) Superficies simuladas con textura de piel de tiburón.

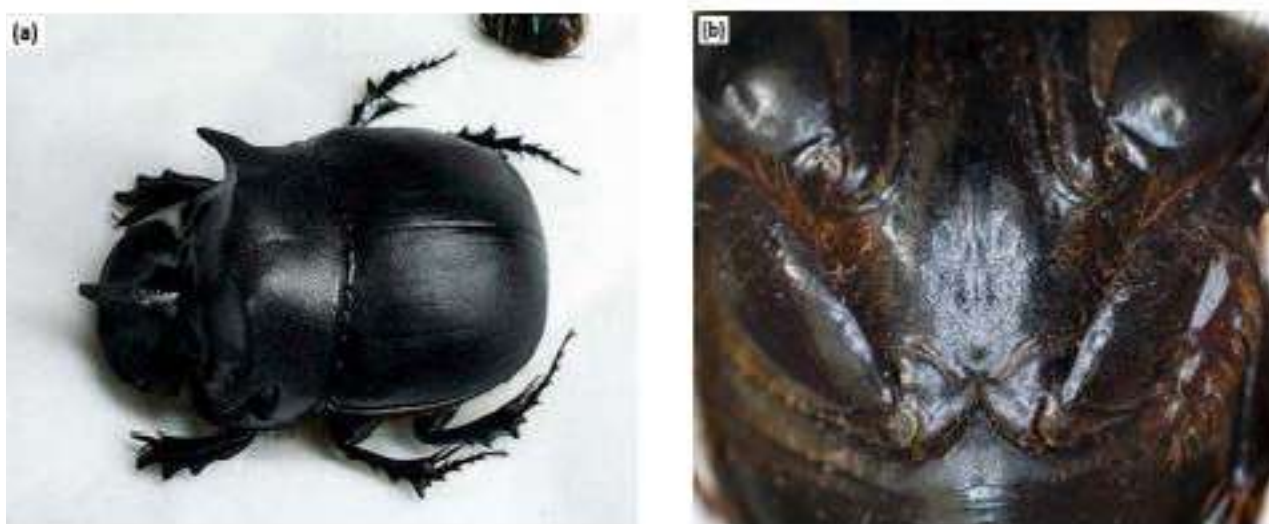
Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener de la piel de serpiente o tiburón?
3. Seleccione una de estas propiedades e indique en qué aplicaciones se desean utilizar esta propiedad.

Estudio de resistencia al desgaste de una capa de revestimiento de Ni biónico con picaduras en una superficie de tubería de perforación de aleación de aluminio 7075 (Li, 2023).

Para mejorar la vida útil de las tuberías de perforación y minimizar el desgaste, este estudio presenta un modelo de estructura biónica inspirado en la estructura en forma de hoyo que se encuentra en el abdomen del escarabajo pelotero. La distribución de tensiones y el desgaste de la estructura biónica picada y de la estructura ordinaria se simulan mediante un software de elementos finitos. Los hallazgos revelaron que la estructura biónica mejora significativamente la distribución del estrés, lo que resulta en un impresionante aumento del 81,3% en la esperanza de vida. Posteriormente, la superficie del tubo de perforación de aluminio 7075 se recubrió con polvo de Ni mediante un sistema de revestimiento láser. Se realizaron pruebas de desgaste para analizar el comportamiento de desgaste y daño superficial de la capa de revestimiento. Se midieron y observaron la microestructura, composición y microdureza de la capa de revestimiento. Los resultados mostraron que la capa de revestimiento estaba compuesta principalmente de Al_3Ni_2 y tenía una alta dureza. Además, existe una región de transición entre la capa de revestimiento y el sustrato, que comprende Al de dureza relativamente baja, mejorando así la capacidad de la tubería de perforación para soportar cargas alternas. Además, la estructura biónica posee la capacidad de almacenar partículas, lo que reduce eficazmente la aparición de desgaste abrasivo y aumenta la vida útil en un 70,0 %.

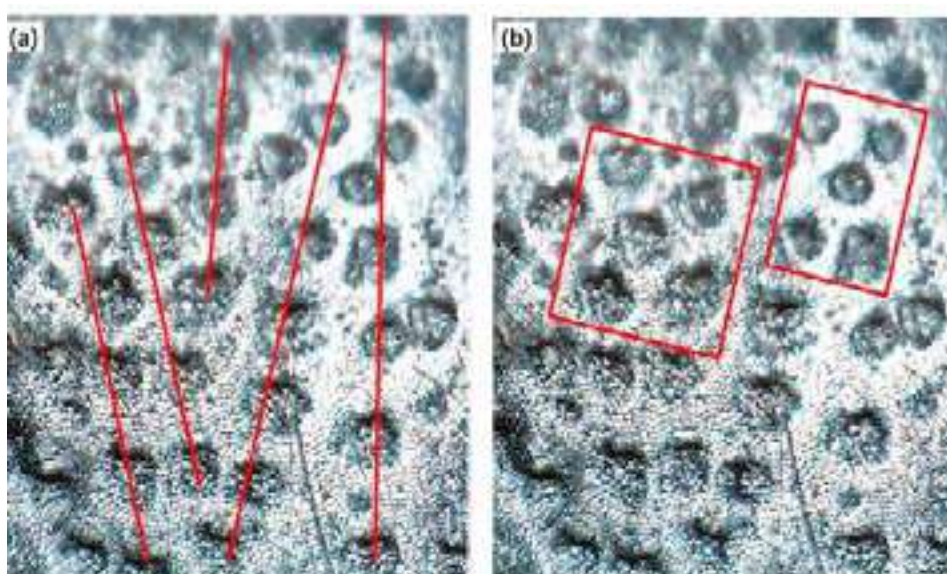
En la Figura 4a se muestra al escarabajo pelotero, utilizado en esta investigación y en la Figura 4b se muestra el abdomen de los escarabajos peloteros, observado mediante un microscopio digital.

Figura N°4: Escarabajo pelotero y su abdomen

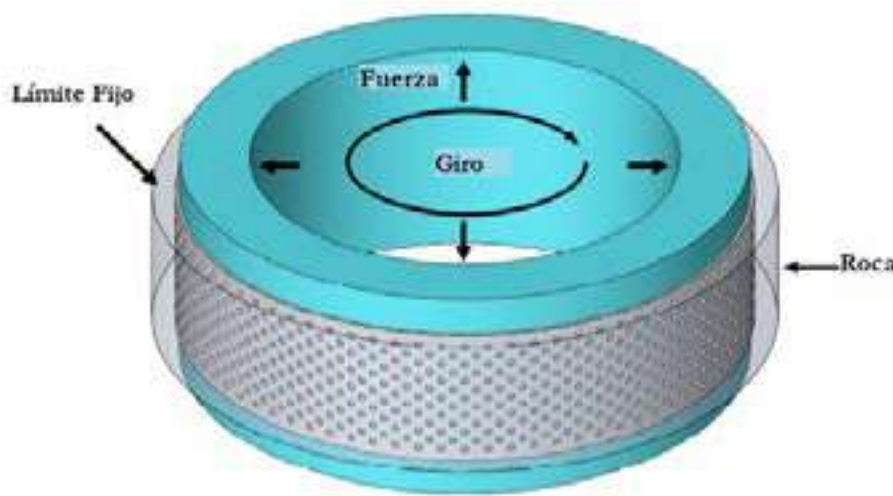
Fuente: Li (2023)

La Figura 5a se muestra el abdomen de un escarabajo pelotero ampliado 20 veces bajo un microscopio. Se puede ver que el abdomen del escarabajo pelotero tiene una estructura obvia en forma de hoyo, y las unidades de hoyo son circulares y aproximadamente distribuidas en línea recta. En la Figura 5b se muestra, además que las unidades de pozo tienen una disposición local de cinco puntos. Esta estructura puede reducir eficazmente el desgaste y mejorar en gran medida la resistencia al desgaste de la superficie del cuerpo del escarabajo pelotero

En la Figura 6 se muestra la disposición de los hoyos en la superficie de la tubería de perforación, rodeado de roca de laboratorio para comprobar, mediante simulación, la reducción del desgaste. Este es el producto elaborado en función de las propiedades en el abdomen del escarabajo.

Figura N°5: Topografía geométrica de las superficies

Fuente: Li (2023)

Figura N°6: Tubería de perforación

Fuente: Li (2023)

Actividad

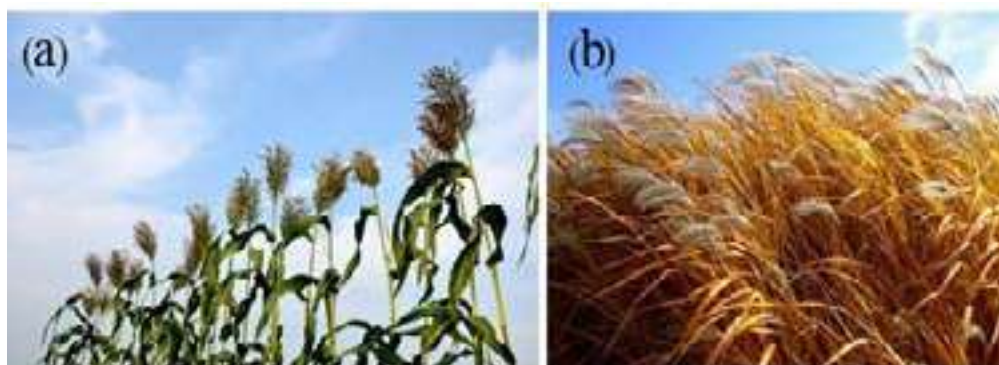
1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener del escarabajo?
3. Seleccione una de estas propiedades e indique en qué aplicaciones se desean utilizar esta propiedad.

Estudio biomimético de una estructura de absorción de energía en forma de panel basada en una estructura microporosa de paja (Xu, 2024).

En este artículo, se seleccionaron como prototipos biomiméticos el sorgo y el carrizo, que poseen estructuras de tallo ligeras en la naturaleza. Con base en sus características de estabilidad mecánica (la estructura porosa en la característica del nodo y la característica porosa en la piel exterior), se llevaron a cabo un diseño de optimización biomimética, simulación e investigación experimental tanto en la estructura hexagonal tradicional como en la estructura de panel hexagonal. De acuerdo con los dos tipos de microcélulas de paja y las características de la estructura de la cámara, así como la estructura de absorción de energía celular para el diseño de optimización biónica, se consideraron 22 estructuras de panel en 6 categorías, incluido un diseño biónico de pared celular corrugada, un diseño de celda modular, un estructura de placa de refuerzo, y una estructura autosimilar, así como una estructura de pared celular porosa y estructuras en gradiente de espesor de pared variable. Entre ellos, HTPC-3 (una estructura de panel combinada), HSHT (una estructura de panel autosimilar) y HBCT-257 (una estructura de panel de espesor de pared variable con gradiente radial) tuvieron el mejor rendimiento: su absorción de energía fue del 41,06 %, 17,84 % y un 83,59% superior al de HHT (la tradicional unidad de desacoplamiento de panel hexagonal), respectivamente. En

comparación con HHT (una unidad de desacoplamiento de panal hexagonal tradicional), la absorción de energía específica aumentó en un 39,98%, 17,24% y 26,61%, respectivamente. El análisis de las pruebas de verificación reveló que la estructura de panal combinada tuvo el mejor rendimiento y que su absorción de energía específica fue un 22,82% mayor que la de la estructura hexagonal tradicional.

Figura N°7: Prototipo biónico

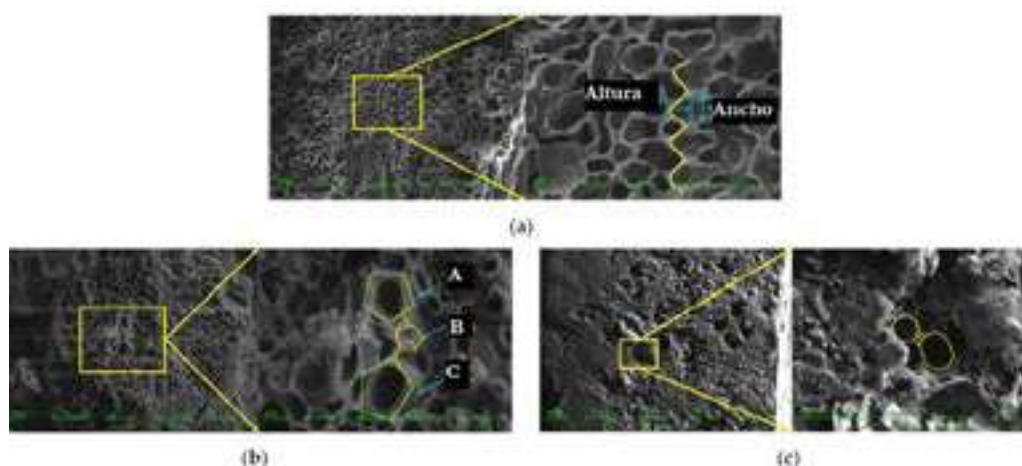


Fuente: Xu (2024)

En la Figura 7a, se muestra un prototipo biónico, utilizado en esta investigación, la paja de sorgo y en la Figura 7b, se muestra una paja de caña, en ambos casos se muestra un miembro delgado, que se utiliza principalmente para soportar cargas externas y peso muerto. Su estructura presenta una estructura gradual de adentro hacia afuera, y sus características de elongación y gradiente juegan un papel importante en la estabilidad y capacidad de carga de las estructuras biomiméticas de absorción de energía en forma de panal.

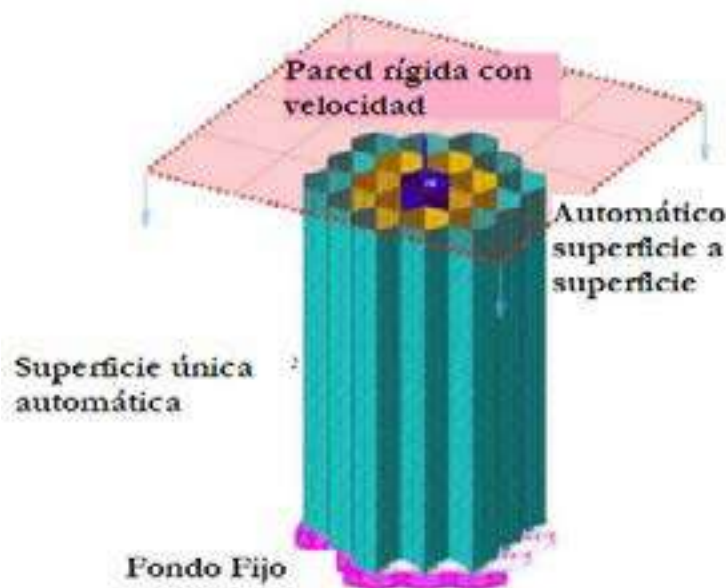
En la Figura 8a, se muestra la estructura de línea límite de celda cristalina de sección transversal longitudinal en el nodo de caña. En la Figura 8b, se muestra la microestructura del haz vascular en el nódulo de caña. En la Figura 8c, se muestra la microestructura de la pared exterior de la vaina de paja de sorgo. Estas imágenes se obtuvieron mediante un microscopio electrónico de barrido.

Figura N°8: Características de la estructura microcelular de la paja



Fuente: Xu (2024)

Figura N°9: Panel de espesor de pared variable con gradiente radial



Fuente: Xu (2024)

En la Figura 9, se muestra el Modelo de análisis de simulación de elementos finitos, en este caso la estructura de panel de espesor de pared variable con gradiente radial. En esta figura se muestra el producto que utiliza las propiedades del prototipo biónico, es decir de la paja de sorgo, para elaborar este producto que posee la fortaleza necesaria, utilizando un peso muy liviano.

Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener de la caña?
3. Seleccione una de estas propiedades e indique en qué aplicaciones se puede utilizar esta propiedad.

Estudio sobre la resistencia al desgaste de la capa de revestimiento de níquel con estructura de tira convexa de imitación en la superficie de una tubería de perforación de aleación de aluminio 7075 (Zhao, 2023).

En este estudio, se aplicó una capa de revestimiento de níquel con una estructura de tira biónica convexa a la superficie de una tubería de perforación de aleación de aluminio y se utilizó tecnología de revestimiento láser para mejorar la resistencia al desgaste de la tubería de perforación de aleación de aluminio. En primer lugar, al observar las características morfológicas de la superficie del caparazón, la relación entre el ancho de las tiras convexas y el espacio entre las tiras convexas se obtuvo entre 0,39 y 0,53 y, por lo tanto, se construyó un modelo de la estructura biónica. Se realizaron simulaciones numéricas y los resultados mostraron que el desgaste de la estructura biónica se redujo en un 77,6% en comparación con el de la estructura lisa. Posteriormente, se recubrieron las capas de revestimiento de ambas estructuras sobre la tubería de perforación utilizando polvo de níquel como material y se realizaron pruebas de desgaste. La microestructura, composición y comportamiento de dureza de las capas de revestimiento se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido, un difractómetro de rayos X y un probador de microdureza. Se encontró que la capa de revestimiento consiste principalmente en Al_3Ni_2 , y hay una capa de transición entre la capa de revestimiento y la matriz de aleación de aluminio, cuya dureza es menor que la del Al_3Ni_2 . Además, se puede formar un espacio de ranura entre las tiras convexas, lo que reduce efectivamente la frecuencia del flujo de desechos. Los resultados de las pruebas de desgaste muestran que el desgaste de la capa de revestimiento con estructura biónica se reduce en un 74,0%. Resultados similares en simulaciones numéricas y experimentos verificaron que la capa de revestimiento diseñada con una estructura de tira biónica convexa puede mejorar significativamente la resistencia al desgaste de los tubos de perforación de aleación de aluminio.

En la Figura 10 se muestra la superficie corporal de la concha del molusco. Para mejorar la resistencia al daño de sus caparazones, después de un largo período de evolución, los moluscos formaron gradualmente una estructura de superficie corporal similar a un prisma convexo en la superficie de sus conchas, y hay un cierto ancho de ranuras entre las tiras convexas adyacentes, que separan las tiras convexas. La concha es la capa de un molusco que vive cerca del agua. Como organismo acuático común, el caparazón del molusco tiene una textura superficial regularmente ordenada que desempeña un papel único en la reducción de la abrasión del agua de mar. Su estructura superficial sirve como una referencia importante para optimizar las interfaces de fricción y es una fuente ideal de inspiración biónica. Los moluscos que viven cerca del agua están sujetos a una gran cantidad de desgaste por fricción causado por colisiones con otros objetos y desgaste por impacto causado por el impacto de las corrientes de agua todos los días.

Figura N°10: Tiras convexas y ranura de la superficie de una concha



Fuente: Zhao (2023)

En la Figura 11 se muestran las zonas en las cuales se han identificado en la concha del molusco, con la finalidad de reproducir el mismo efecto en las tuberías de perforación, para reducir la fricción y el desgaste de las tuberías.

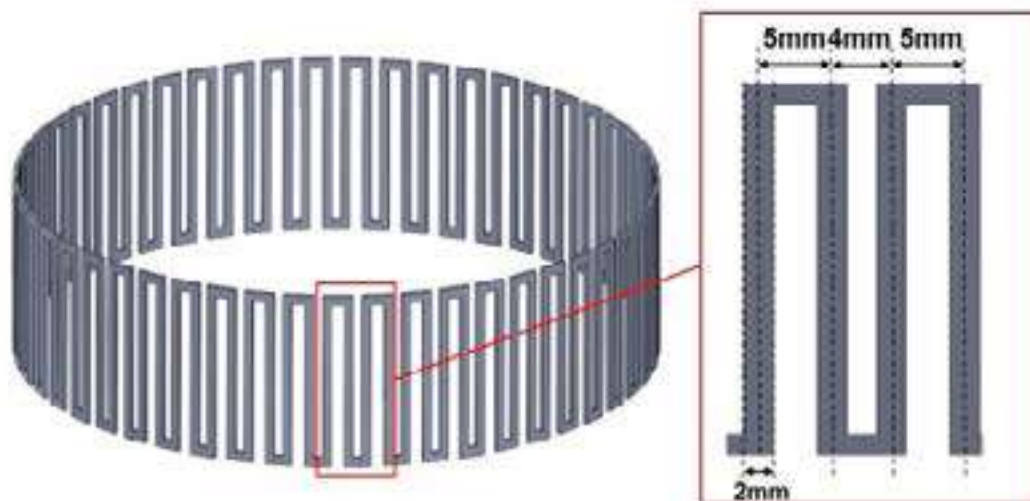
Figura N°11: Zonas de las costillas de la concha



Fuente: Zhao (2023)

En la Figura 12 se muestra el diseño de la superficie de la tubería de perforación con las tiras convexas que están dispuestas en paralelo en lugar de la dispersión en forma de abanico en forma de concha, lo que puede reducir efectivamente el fenómeno de concentración de tensión. También se diseñó un conjunto de recubrimientos de níquel con una estructura suave como control.

Figura N°12: Parámetros de la estructura de tiras convexas con revestimiento de níquel.



Fuente: Zhao (2023)

Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener de la concha del molusco?
3. Seleccione una de estas propiedades y describa una aplicación de esta propiedad.

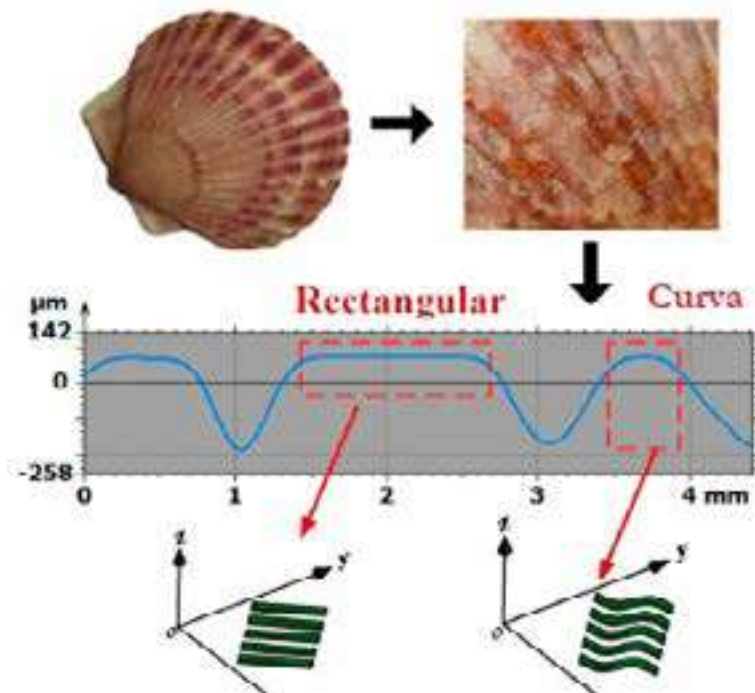
Efecto de la microtextura biónica compuesta sobre el rendimiento de corte de las herramientas (Xu, 2024).

El corte en seco es un método eficaz para hacer realidad el concepto de corte en verde en la actualidad. Sin embargo, en el proceso de corte de acero para rodamientos, las altas temperaturas y altas presiones producidas por la herramienta de corte y la viruta bajo fricción seca afectan seriamente el rendimiento de mecanizado de la herramienta. Por lo tanto, se propone una herramienta de microestructura biónica basada en biología para mejorar el rendimiento de corte y reducir la fricción al cambiar los parámetros de tamaño de la microestructura. Sobre la base de la simulación de elementos finitos y las pruebas de corte, se utilizan la fuerza de corte, la rugosidad de la superficie y la forma de la viruta para evaluar el rendimiento del corte. Se ha descubierto que las herramientas microtexturizadas biónicas compuestas tienen una fuerza de corte significativamente reducida en comparación con las herramientas no microtexturizadas; las herramientas microtexturizadas biónicas compuestas conducen a una reducción de la rugosidad de la superficie del 10 al 25%; y las herramientas microtexturizadas biónicas compuestas son más propensas a mejorar el rizado y la rotura de las virutas. Además, con el aumento de la ocupación del área de la microestructura, el rendimiento de corte de la herramienta también mejoró significativamente. Además, se descubrió que el rendimiento de corte de la herramienta mejoraba cuando se aumentaba la ocupación del área de la microtextura.

en la cara frontal de la herramienta.

En la Figura 13, se muestra la configuración de la superficie de la carcasa. La configuración única y consistente de la perlita superficial exhibe características mecánicas distintas, lo que demuestra resistencia a las presiones externas, y el impacto amortiguador sobre ciertas tensiones geológicas es notablemente efectivo. El análisis biónico reveló que la estructura de perlita en la superficie del caparazón está basada en calcio, lo que le permite evadir la invasión de los depredadores marinos.

Figura N°13: Fuentes de microtexturas biónicas.



Fuente: Xu (2024)

Figura N°14: Mecanismo de herramienta microtexturizada.



Fuente: Xu (2024)

En la Figura 14, el proceso de acción de la herramienta microtexturizada que contiene la biónica del caparazón. La fricción se correlaciona con la carga en los casos en que el material de la pieza de

trabajo es definido. En consecuencia, alterar la zona de proximidad entre la herramienta y la pieza de trabajo puede reducir potencialmente la creación de fuerzas de corte. Las dimensiones y la forma de las formaciones de microtexturas en la zona de trabajo frontal de la herramienta afectan directamente su desgaste, y especialmente cuando el tamaño y la forma de las estructuras microtexturizadas no son prácticos, de esta forma se logra una reducción de la fricción y reducir potencialmente el desgaste de la herramienta y mejorando la calidad de la superficie de la pieza de trabajo después del mecanizado.

Actividad

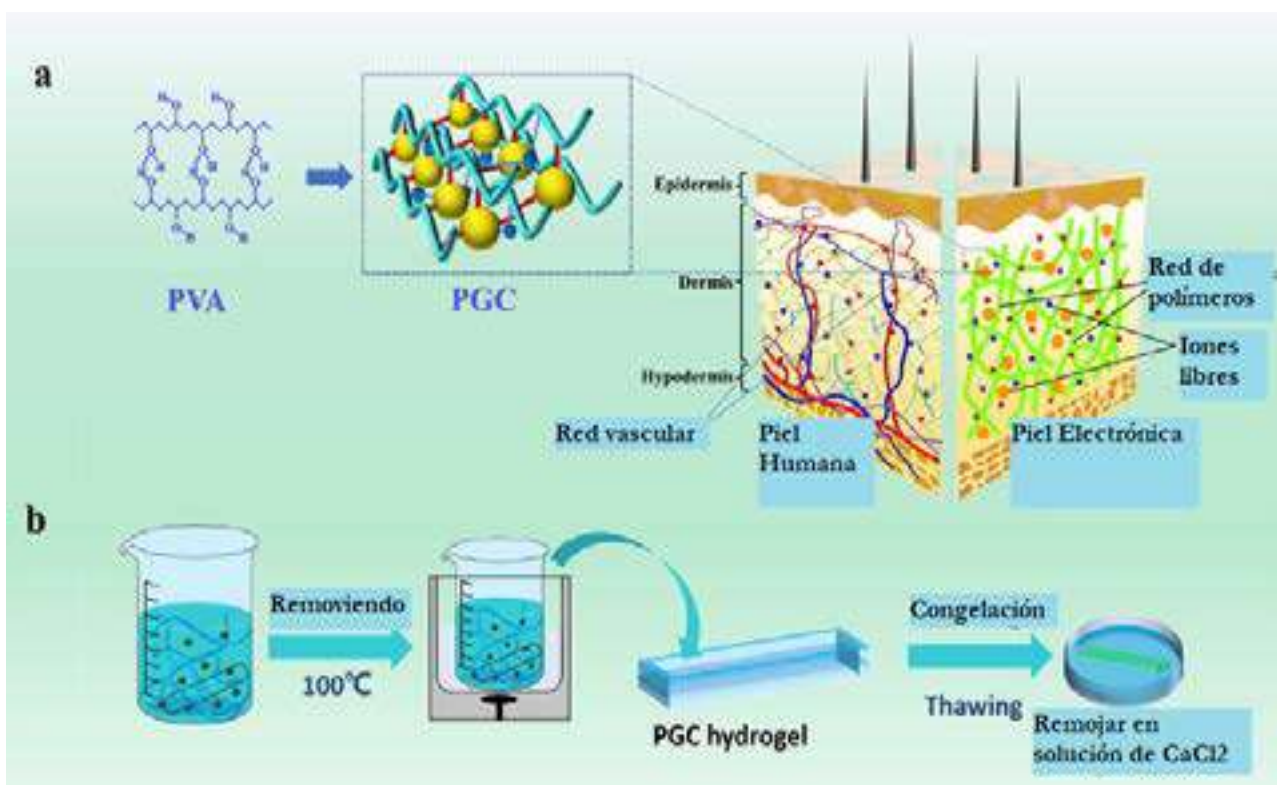
1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener del caparazón?
3. Seleccione una de estas propiedades y describa un producto en el cual se pueda usar esta propiedad.

Piel electrónica de hidrogel multifuncional supramolecular ultrarresistente inspirada en la piel para la interacción persona-máquina (Chen, 2023).

La piel electrónica biónica ultrarresistente supramolecular multifuncional con una durabilidad única para la interacción hombre-máquina en escenarios complejos sigue siendo un desafío. En esta investigación, se desarrolló una piel electrónica ultrarresistente inspirada en la piel humana con propiedades mecánicas ajustables mediante un método físico de reticulación de salazón, congelación y descongelación. El agente gelificante fue β -glicerofosfato de sodio: Gp, que induce la agregación y unión de las cadenas moleculares de PVA y, por lo tanto, las endurece, con una tensión de hasta 5,79 MPa y tenacidad de hasta 13,96 MJ m⁻³. En particular, debido al autoensamblaje molecular, los hidrogeles se pueden reciclar y reprocesar completamente mediante calentamiento directo de 100 °C durante unos segundos, y la resistencia a la tracción aún se puede mantener en aproximadamente el 100 % después de seis recuperaciones. El hidrogel integra transparencia, > 60%, super dureza de hasta 13,96 MJ m⁻³, soporta 1500 veces su propio peso de tracción y buenas propiedades antibacterianas, con respecto al E. coli y S. aureus, protección UV para Filtración: 80 %-90%, alta conductividad eléctrica en promedio 4,72 S m⁻¹, antihinchamiento y reciclabilidad. El hidrogel no solo puede monitorear las actividades fisiológicas diarias, sino que también puede usarse para actividades complejas bajo el agua y cifrado/descifrado de mensajes. También se puede utilizar para crear un sistema completo de rehabilitación de las articulaciones de los dedos con una interfaz interactiva que presenta dinámicamente el estado de salud del usuario. Esta piel electrónica multifuncional tendrá un profundo impacto en el futuro de los nuevos campos de rehabilitación médica, interacción hombre-máquina, VR/AR y metaverso.

En la Figura 15a, se puede apreciar Composición microscópica y propiedades similares a la piel del hidrogel de PGC. En la Figura 15b, se puede apreciar el proceso de producción de hidrogel de PGC. Con el surgimiento del metaverso, la interacción hombre-máquina (HMI) atrae cada vez más atención como elemento indispensable en el metaverso, incluso la robótica, la realidad virtual/realidad aumentada y los sistemas hombre-máquina. La investigación actual sobre interfaces bioorgánicas ha contribuido significativamente a la realización de HMI. Como alternativa importante, la piel electrónica de hidrogel, como interfaz hombre-máquina emergente y prometedora, está dotada de sensibilidad, flexibilidad, elasticidad, comodidad, biocompatibilidad y escalabilidad. Por lo tanto, la piel electrónica de hidrogel permite a las personas conectarse sin problemas con dispositivos electrónicos para lograr una interacción única entre humanos y máquinas y muestra amplias perspectivas de aplicación en el futuro monitoreo de la salud, equipos electrónicos personales, robots inteligentes, electrónica portátil, ingeniería de tejidos y medicina de rehabilitación.

Figura N°15: Propiedades estructurales del hidrogel supramolecular de PGCM.



Fuente: Chen (2023)

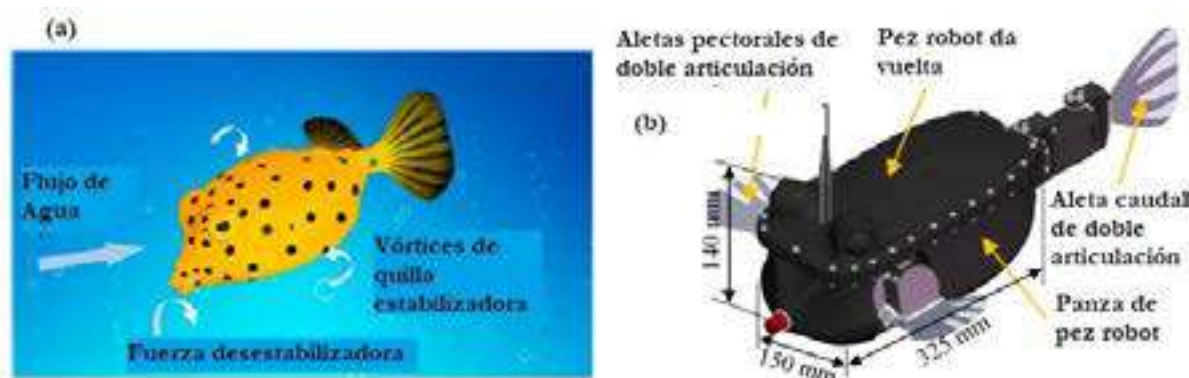
Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales propiedades que se desea obtener de la piel?
3. Seleccione una de estas propiedades y describa por lo menos una de sus aplicaciones.

Control de locomoción basado en el generador de patrones centrales (CPG) y experimentos hidrodinámicos de interacción sinérgica entre las aletas pectorales y la aleta caudal para un robot tipo pez cofre (Chen, 2023).

El control de la locomoción de la interacción sinérgica entre aletas ha sido uno de los problemas clave en el campo de la investigación de peces robóticos debido a su contribución a la mejora y mejora del rendimiento de la natación. En esta investigación, se estudia el control coordinado de la locomoción del robot tipo pez cofre con aletas pectorales y caudales, y se analizan cuantitativamente los efectos de diferentes parámetros de control en el rendimiento de la propulsión mediante el uso de experimentos hidrodinámicos. Primero, se diseñó un robot parecido a un pez cofre sin ataduras, con dos aletas pectorales y una aleta caudal. En segundo lugar, se utiliza un controlador basado en un generador de patrones central (CPG) para coordinar los movimientos de las aletas pectorales y caudales para realizar la locomoción biónica del robot parecido a un pez cofre. Finalmente, se llevan a cabo extensos experimentos hidrodinámicos para explorar los efectos de diferentes parámetros CPG en el rendimiento de la propulsión bajo la interacción sinérgica de las aletas pectorales y caudales. Los resultados muestran que la amplitud y la frecuencia afectan significativamente el rendimiento de la propulsión, y la capacidad de propulsión es mejor cuando la frecuencia es de 1 Hz. Diferentes retrasos de fase y ángulos de compensación entre la torsión y el aleteo de la aleta pectoral pueden generar fuerzas positivas e inversas, que realizan la natación hacia adelante, hacia atrás y de cabeceo ajustando estos parámetros.

Figura N°16: Características de forma y mecanismo de actuación del robot biónico.



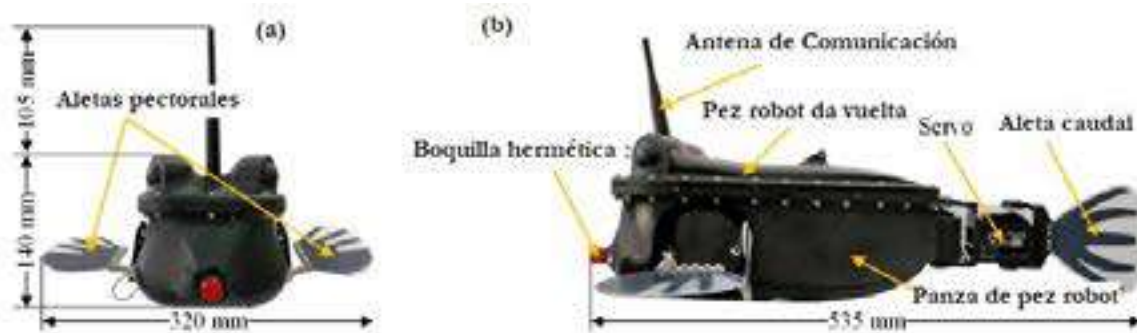
Fuente: Chen (2023)

Esta investigación revela por primera vez los efectos de diferentes parámetros CPG sobre el rendimiento de la propulsión en el caso de la interacción sinérgica entre las aletas pectorales y la aleta caudal utilizando métodos experimentales hidrodinámicos, lo que arroja luz sobre la optimización de los parámetros de diseño y control de El pez robótico.

En la Figura 16a se muestra la inestabilidad en la natación y maniobrabilidad del pez cofre, específicamente se ilustra el momento desestabilizador causado por el cambio de actitud de rumbo y el momento de estabilización causado por el vórtice inducido por la quilla durante la natación del pez cofre. En la Figura 16b se muestra el prototipo virtual diseñado del robot tipo pez cofre, que busca que en el momento de autoestabilización generado por el vórtice de la quilla durante el proceso de natación, así como el pez cofre también necesita ajustar activamente el movimiento coordinado de múltiples aletas acopladas para mantener la estabilidad del rumbo y la actitud.

En la Figura 17a se muestra la vista frontal del prototipo real de robot parecido a un pez cofre y en la Figura 17b se muestra la Vista lateral, es decir el objeto físico y el tamaño tridimensional (3D) general del pez robótico diseñado. Según investigaciones anteriores, las aletas pectorales y caudales del prototipo están hechas de placas de fibra de carbono (CFP) y silicona. Mientras tanto, parte del esqueleto de la placa de fibra de carbono de la aleta está ahuecado a lo largo de la dirección radial y lleno de pegamento de silicona, lo que dota a la superficie de la aleta de flexibilidad y mejora el rendimiento biónico del aleteo de la superficie de la aleta.

Figura N°17: Prototipo real de robot parecido a un pez cofre.



Fuente: Chen (2023)

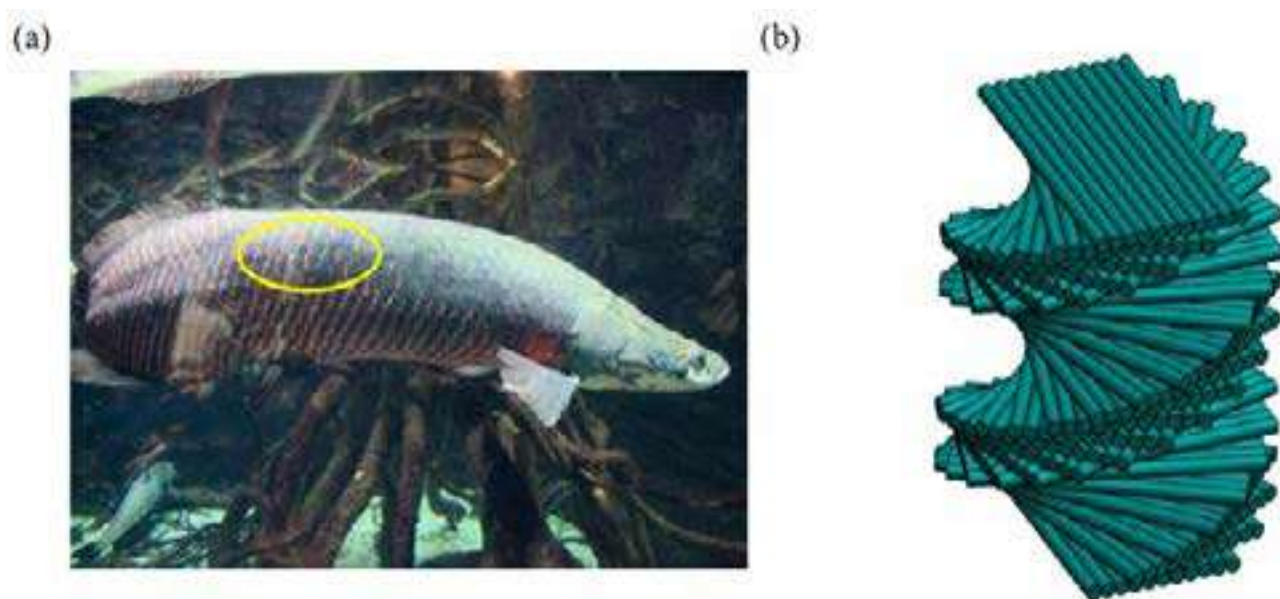
Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener de un pez?
3. Seleccione una de estas propiedades y comente sobre sus aplicaciones.

Resistencia mejorada al impacto dinámico de compuestos de ácido poliláctico helicoidal reforzado con fibra óptica continua impresos en 3D (Wang, 2023).

Caracterizados por su peso ligero y alta resistencia, los compuestos se utilizan ampliamente como materiales protectores en cargas de impacto dinámico en condiciones extremas, como altas tasas de deformación. Por lo tanto, basándose en las excelentes propiedades de tracción de la fibra continua y la buena flexibilidad y dureza de la estructura en espiral biónica, esta investigación utiliza una impresora 3D multimaterial para incorporar fibra continua y luego modifica el archivo G-CODE para controlar la ruta de impresión. Para lograr la producción de una estructura helicoidal (ángulo de espiral de 60°) compuesta de ácido poliláctico continua reforzada con fibra (COF-HP). Se han realizado experimentos de comportamiento dinámico bajo impactos de alta tasa de deformación utilizando la barra de presión Split Hopkinson (SHPB). Se han analizado curvas de tensión-deformación, curvas de energía de impacto y fotografías de cámaras de alta velocidad con diferentes tasas de deformación a 680 ± 1 y 890 ± 1 para explorar el proceso dinámico e ilustrar la evolución del daño. Además, se han establecido y verificado algunos modelos de simulación detallados considerando la incorporación de fibra óptica continua (COF) y diferentes tasas de deformación para investigaciones más profundas. Los resultados muestran que el COF mejora la resistencia al impacto de los laminados. Cuando se reduce la porosidad, la tensión máxima del material compuesto reforzado con fibra continua es entre un 4% y un 7% mayor que la del material PLA puro. Los hallazgos que se encontraron en esta investigación, amplían la aplicación de COF y proporcionan un nuevo método para diseñar materiales protectores, que tienen amplias perspectivas de aplicación en las industrias aeroespacial y automotriz.

Figura N°18: Estructuras helicoidales en la naturaleza.



Fuente: Wang (2023)

En la Figura 18a se muestra que las escamas de Arapaima o Paiche, tienen una disposición laminar obvia, que puede resistir la depredación de las pirañas. Las estructuras de protección livianos y confiables desempeñan un papel importante en la protección en condiciones extremas, como altas tasas de deformación, altas temperaturas, altas presiones e impactos de velocidad ultra alta. La estructura de las escamas del Paiche, se utiliza para diseñar nuevos materiales y nuevas estructuras para resistir daños por impacto en entornos extremos, inspiradas en la naturaleza y las bioestructuras. En la Figura 18b se muestran los élitros del escarabajo, que tienen diferentes disposiciones de fibras en diferentes ciclos de vida, que es parecido a la puntera del *Odontodactylus Scyllarus*, que consta de varias estructuras de puntera apiladas que proporcionan dureza y evitan daños durante el ataque. Todos estos animales tienen la misma estructura, una estructura laminada retorcida, que consta de capas de fibra unidireccionales con un pequeño ángulo de desajuste entre las capas de fibra, lo que resulta en una rotación helicoidal de 180 a lo largo del eje vertical del plano de apilamiento. En estudios anteriores han demostrado que el ángulo helicoidal óptimo es 60 bajo un impacto de alta tasa de deformación.

Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales propiedades que se desea obtener del paiche?
3. Comente sobre los productos que pueden usar estas propiedades y para qué fin.

Estudio de simulación y optimización del rendimiento de la ventilación de edificios de gran altura inspirado en la estructura de la cámara del termitero blanco (Wei, 2023).

Los edificios de gran altura suelen utilizar sistemas mecánicos para ayudar a la ventilación a mantener la estabilidad de sus ambientes internos, y el consumo de energía de la ventilación mecánica plantea un gran desafío para los entornos urbanos y los sistemas energéticos. El sistema de ventilación de los montículos de termitas con una combinación de cámaras internas principales y adjuntas es uno de los ejemplos clásicos del enfoque biónico de la naturaleza para mantener un ambiente de ventilación interna estable para estructuras de gran volumen. En esta investigación, basado en la inspiración de la estructura de la cámara de ventilación interna de los montículos de termitas biónicos, construimos siete modelos de ventilación de cámaras de edificios de gran altura basados en la estructura de la cámara de los montículos de termitas con cámaras principales, cámaras principales más cámaras unidas (tres tipos), y cámaras principales más cámaras dobles (tres tipos) en condiciones de ventilación natural, con el objetivo de obtener el modelo óptimo de ventilación de cámara de baja energía y alta eficiencia para montículos de termitas biónicos en edificios de gran altura.

La velocidad y presión del viento del edificio de gran altura con la adición de la estructura de la cámara del montículo de termitas biónica es mayor que la del edificio de gran altura tradicional sin cámara en los pisos de muestra, la diferencia máxima del viento, la velocidad entre los dos modelos es de 0,05 m/s, y la diferencia máxima de la velocidad del viento de un solo edificio es de 0,14 m/s, siendo la diferencia máxima de la velocidad del viento de un solo edificio de 0,14 m/s; y el ambiente de ventilación natural puede satisfacerse mediante un edificio de gran altura con una cámara. Después de aumentar la estructura de una sola cámara del montículo de termitas biónico, la diferencia en la velocidad del viento de diferentes pisos es de 0,15 m/s, que es 0,10 m/s mayor que la del modelo de edificio de gran altura con el principal. cámara únicamente. Bajo el modelo de cámara biónica de montículo de termitas de edificio de gran altura con doble cámara adjunta, la diferencia máxima en la velocidad del viento de cada punto de muestreo del piso puede alcanzar 0,19 m/s, mientras que el mapa de nubes de presión del viento muestra un sistema de entorno de viento estable.

Se agregan dos cámaras adjuntas en A y B del edificio de gran altura para formar el modelo a4 de la cámara del edificio de gran altura con un montículo de termitas biónico de doble cámara. Según los resultados, se puede ver que el modelo de los nueve puntos de muestreo de piso de la diferencia máxima de velocidad del viento tiene seis lugares para el valor más alto, y la diferencia de velocidad del viento de un solo edificio para el valor mínimo de 0,10 m/s. El estudio tiene como objetivo optimizar la conectividad y el rendimiento de la ventilación de los edificios de gran altura en condiciones de ventilación natural y promover el diseño ecológico y sostenible de los edificios de gran altura.

Figura N°19: Anatomía de la morfología del termitero y su estructura interna.

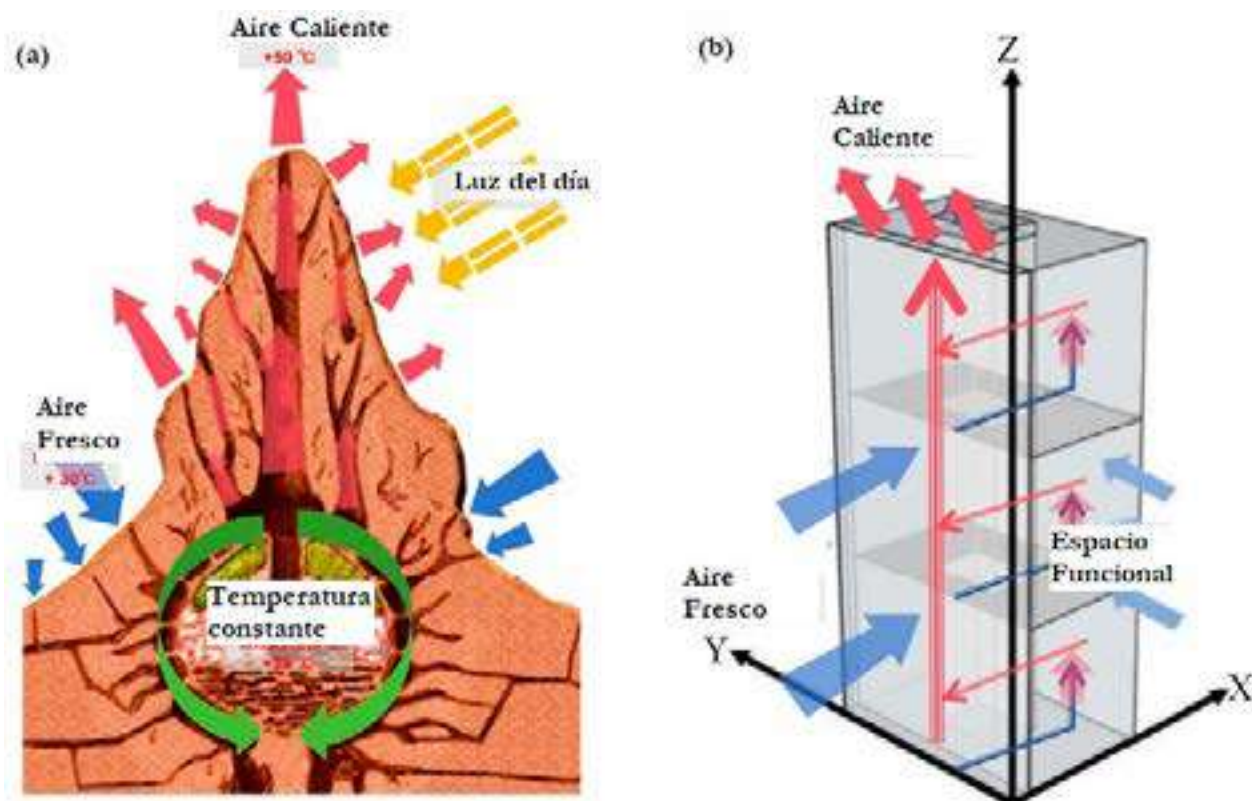


Fuente: Wei (2023)

En la Figura 19 se muestran los montículos de termitas. La estructura de los montículos de termitas es muy similar a la de los edificios de gran altura, pero el ambiente interno de los montículos de termitas es extremadamente estable y se ha demostrado que las termitas crean un ambiente habitable para sí mismas al cambiar la estructura interna de los termiteros. Las termitas son enjambres de insectos que construyen grandes montículos de tierra para sobrevivir. Construyen enormes montículos de tierra para sobrevivir, cuya parte aérea se llama termitero, que a menudo se eleva sobre el suelo en forma de torre, columna o cono y puede alcanzar alturas cientos de veces superiores a la suya.

En la Figura 20a se muestra el Esquema biónico de ventilación del montículo de termitas. En la Figura 20b se muestra el Diagrama esquemático de la ventilación biónica de un montículo de termitas para un edificio de gran altura.

Figura N°20: Esquema biónico.



Fuente: Wei (2023)

Actividad

1. En base a la lectura, investigue y comente por lo menos un artículo de investigación parecido.
2. En base a su investigación, ¿Cuáles son las principales características que se desea obtener del termitero?
3. Seleccione una de estas propiedades y describa un producto en el cual se pueda usar esta propiedad.

Referencias Bibliográficas

Drăgoi, M.-V.; Hadâr, A.; Goga, N.; Baci, F.; Ștefan, A.; Grigore, L.S.; Gorgoteanu, D.; Molder, C.; Oncioiu, I. (2023). Contributions to the Dynamic Regime Behavior of a Bionic Leg Prosthesis.

Biomimetics 2023, 8, 414. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8050414>

Wang, C.; Cai, J.; Cheng, G.; Wang, J.; Tang, D. (2023). Numerical Investigations of Tribological Characteristics of Biomimetic-Textured Surfaces. Sustainability 2023, 15, 13054. <https://doi.org/10.3390/su151713054>

Li, X.; Gao, K.; Zhao, Y.; Xie, X.; Lü, X.; Zhang, C.; Ai, H. (2023). Wear Resistance Study of Bionic Pitted Ni Cladding Layer on 7075 Aluminum Alloy Drill Pipe Surface. Coatings 2023, 13, 1768. <https://doi.org/10.3390/coatings13101768>

Xu, S.; Chen, N.; Qin, H.; Zou, M.; Song, J. (2024). Biomimetic Study of a Honeycomb Energy Absorption Structure Based on Straw Micro-Porous Structure. Biomimetics 2024, 9, 60. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9010060>

Zhao, Y.; Liao, G.; Li, X.; Gao, K.; Zhang, C.; Lv, X.; Ai, H.; Xie, X. (2023). Study on Wear Resistance of Nickel Cladding Layer with Imitation Shell Convex Strip Structure on the Surface of 7075 Aluminum Alloy Drill Pipe. Coatings 2023, 13, 1317. <https://doi.org/10.3390/coatings13081317>

Xu, T.; Ma, C.; Shi, H.; Xiao, K.; Liu, J.; Li, Q. (2024) Effect of Composite Bionic Micro-Texture on Cutting Performance of Tools. Lubricants 2024, 12, 4. <https://doi.org/10.3390/lubricants12010004>

Chen, K.; Liang, K.; Liu, H.; Liu, R.; Liu, Y.; Zeng, S.; Tian, Y. (2023). Skin-Inspired Ultra-Tough Supramolecular Multifunctional Hydrogel Electronic Skin for Human–Machine Interaction. Nano-Micro Lett. 2023- 15:102

Chen, L.; Cai, Y.; Bi, S. (2023). Central Pattern Generator (CPG)-Based Locomotion Control and Hydrodynamic Experiments of Synergistical Interaction between Pectoral Fins and Caudal Fin for Boxfish-like Robot. Biomimetics 2023, 8, 380. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8040380>

Wang, A.; Liu, Y.; Yan, R.; Wang, Y.; Luo, P.; Li, Y. (2023). Enhanced Dynamic Impact Resistance of 3D-Printed Continuous Optical Fiber-Reinforced Helicoidal Polylactic Acid Composites. Polymers 2023, 15, 4599. <https://doi.org/10.3390/polym15234599>

Wei, Y.; Lin, Z.; Wang, Y.; Wang, X. (2023). Simulation and Optimization Study on the Ventilation Performance of High-Rise Buildings Inspired by the White Termite Mound Chamber Structure. Biomimetics 2023, 8, 607. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8080607>

Capítulo III: Biomoléculas

Olivio Nino Castro Mandujano

Introducción

Los seres vivos están formados por miles de moléculas diferentes, inorgánicas y orgánicas. El agua, una molécula inorgánica, supone entre el 50 y el 95% del peso de una célula, y los iones como el sodio (Na^+), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y calcio (Ca^{2+}) pueden representar otro 1%. Casi todas las demás clases de moléculas de los seres vivos son orgánicas. Las moléculas orgánicas están formadas principalmente por seis elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre y contienen cantidades mínimas (traza) de determinados elementos metálicos y no metálicos. Los átomos de los elementos más comunes en los seres vivos pueden formar con facilidad enlaces covalentes estables, el tipo de enlace que permite la construcción de moléculas tan importantes como las proteínas.

Tabla N°1: Grupos funcionales importantes para la biología

Nombre de la familia	Estructura del grupo	Nombre del grupo	Significado
Alcohol	$\text{R}-\text{OH}$	Hidroxilo	Polar (y por lo tanto hidrosoluble), forma puentes de hidrógeno.
Aldehído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Carbonilo	Polar, se encuentra en algunos azúcares.
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$	Carbonilo	Polar, se encuentra en algunos azúcares.
Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Carboxilo	Débilmente ácido, porta una carga negativa cuando dona un protón.
Amina	$\text{R}-\text{NH}_2$	Amino	Débilmente básico, porta una carga positiva cuando acepta un protón.
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Amido	Polar, pero no tiene carga.
Tiol	$\text{R}-\text{SH}$	Sulfhidrilo	Fácilmente oxidable, puede formar enlaces disulfuro.
Éster	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$	Éster	Se encuentra en determinadas moléculas lipídicas.

Fuente: Elaboración propia

La gran diversidad y complejidad estructural de las moléculas orgánicas se debe a la capacidad de los átomos de carbono para formar cuatro enlaces covalentes simples, bien entre átomos de carbono o bien con otros elementos. Las moléculas orgánicas con muchos átomos de carbono pueden adquirir formas complicadas, como estructuras lineales alargadas o cadenas ramificadas y anillos.

Por otro lado, tenemos a los bioelementos, estos son 10 elementos más abundantes en el organismo humano, en porcentaje del peso corporal y que comúnmente entran y forman parte de la dieta y de la materia viva ingresan a los organismos como sales y en cuanto éstas se disuelven en los líquidos del organismo, los minerales se ionizan y pueden ser considerados como iones o macroelementos son: (O, C, H, N, Ca, P, K, S, Cl y Na)

1. Oxígeno 62 %,	6. Fósforo 0.96 %,
2. Carbono 19 %,	7. Potasio 0.38 %,
3. Hidrógeno 11 %,	8. Azufre 0.31 %,
4. Nitrógeno 3 %,	9. Cloro 0.15 %
5. Calcio 1.5 %,	10. Sodio 0.15 %.

Fuente: Elaboración propia

Los 10 bioelementos restantes, llamados microelementos representan solo el 1.6 % del peso corporal y son: (Co, Cu, Cr, Fe, F, I, Mg, Mn, Mo, Zn) más otros que raramente se encuentran.

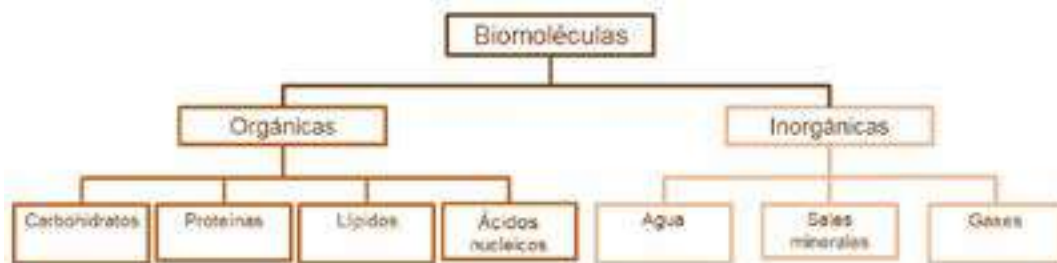
Funciones generales de los bioelementos, Los bioelementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, que en conjunto aportan el 95 % del peso del organismo humano, cumplen sus funciones principales formando parte de la mayoría de las biomoléculas orgánicas, es decir las proteínas, los carbohidratos, los lípidos y los ácidos nucleicos; así como de sus monómeros, los aminoácidos, monosacáridos, ácidos grasos y nucleótidos y de sus intermediarios metabólicos.

Biomoléculas y su clasificación

Se llaman biomoléculas a todas las moléculas que intervienen en la estructura y funcionamiento del organismo vivo, lo mismo sean grandes moléculas poliméricas (macromoléculas) como los polisacáridos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos o sus monómeros: monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos, así como sus intermediarios metabólicos. Esto significa centenares de moléculas distintas: pero, desde un punto de vista práctico las biomoléculas, se agrupan en siete categorías que al mismo tiempo son los componentes importantes de la dieta: carbohidratos, proteínas, lípidos, agua, iones (minerales: que entran a formar parte de la dieta y de la materia viva ingresan a los organismos como sales y en cuanto estas se disuelven en los líquidos del organismo, los minerales se ionizan y pueden ser considerados como iones.), vitaminas y ácidos nucleicos.

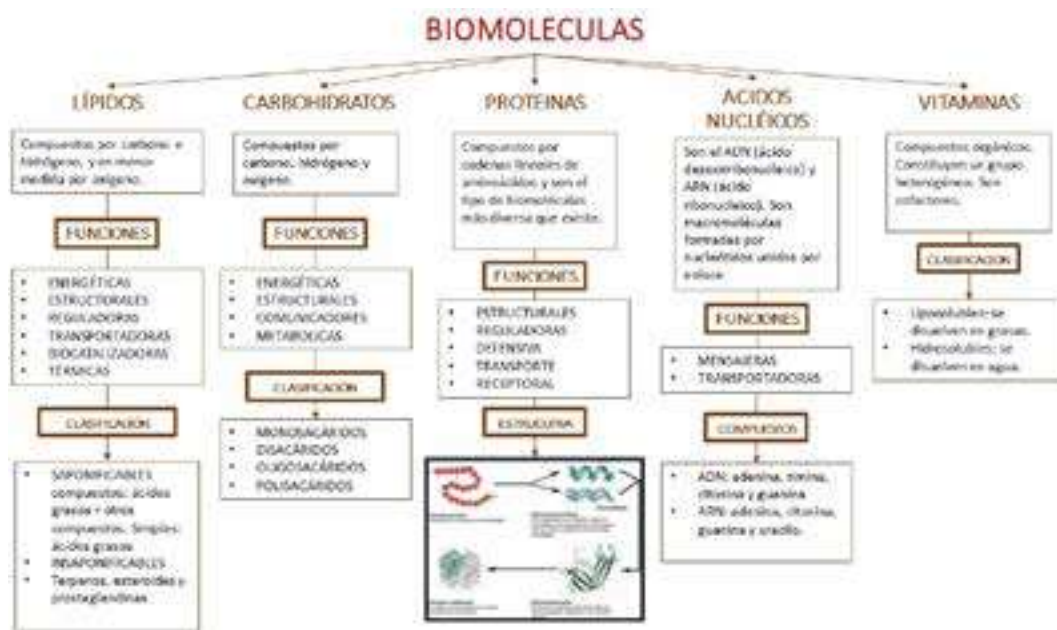
Los conceptos más relevantes, los podemos llamar los elementos de la biología son: Biomoléculas, Transporte, Liberación de energía, Biosíntesis e Información

Figura N°1: Clasificación de las biomoléculas



Fuente: Elaboración propia

Figura N°2: Diagrama de la Clasificación de las biomoléculas y ejemplos



Fuente: Elaboración propia

Carbohidratos

Los carbohidratos son moléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno (C, H, O) e incluyen algunas de las moléculas más relevantes en la vida de los organismos, como son la glucosa, que es universalmente utilizada por las células para la obtención de energía metabólica, el glucógeno contenido en el hígado y el músculo, que forma la reserva de energía más fácilmente asequible para las células del organismo y la ribosa y desoxirribosa que forman parte de la estructura química de los ácidos nucleicos.

Por otra parte, los carbohidratos son moléculas importantes en la biósfera, en donde la celulosa, que forma la porción principal de la estructura de las plantas, es la molécula orgánica más abundante del planeta y la encontramos en nuestra vida diaria bajo la forma de madera o las fibras de algodón, acetato y rayón de nuestras ropas; así también el azúcar de mesa, la sacarosa, es un disacárido con el que endulzamos nuestros alimentos y se produce anualmente en cantidad de millones de toneladas.

Figura N°3: Clasificación de los carbohidratos



Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista químico, los carbohidratos son polihidroxialdehídos o cetonas y sus polímeros y existen en tres categorías principales distinguibles por el número de unidades de azúcar que los forman: monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los polisacáridos liberan en la hidrólisis centenares o millares de monosacáridos; mientras que los oligosacáridos producen de 2 a 10 monosacáridos y los monosacáridos mismos son las unidades mínimas de los carbohidratos que ya no se pueden hidrolizar. Se les llama carbohidratos debido a que su estructura química semeja formas hidratadas del carbono y se representan con la fórmula $C_n (H_2O)_n$.

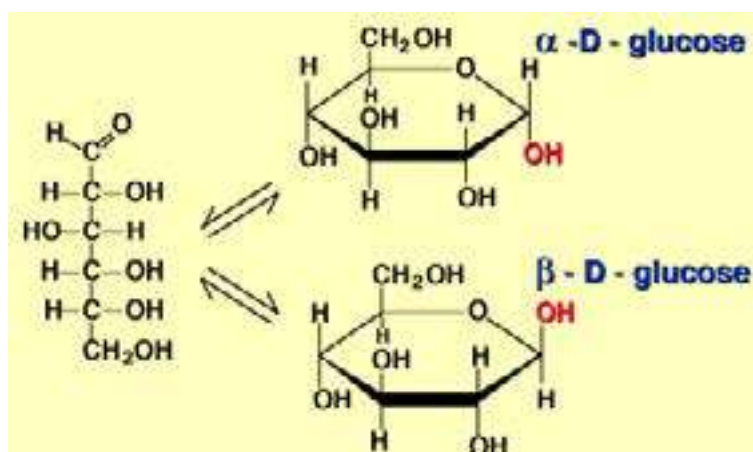
Los carbohidratos tienen diversas funciones en el organismo pero se destacan: su papel como combustible metabólico (1 g de carbohidrato produce 4 Kilocalorías); como precursores en la biosíntesis de ácidos grasos y algunos aminoácidos y; como constituyentes de moléculas complejas importantes: glucolípidos, glucoproteínas, nucleótidos y ácidos nucleicos.

Clasificación de carbohidratos

Monosacáridos

Son sustancias cristalinas, solubles en agua, y generalmente de sabor dulce. Constituidos tan solo por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Su nomenclatura hace referencia a la cantidad de carbonos de su cadena principal y su función. Podríamos clasificarlos en:

Figura N°4: Diagrama de la glucosa en cadena abierta y cíclica alfa y beta.



Fuente: Elaboración propia

Simples: grupo de monosacáridos que a su vez, según la cantidad de carbonos de su cadena principal pueden agruparse en dos familias de monosacáridos: las aldosas y las cetosas. Las aldosas y cetosas más abundantes en la naturaleza tienen entre 3 y seis átomos de carbono. Normalmente, las cetosas se denominan insertando la sílaba ul en el nombre de la aldosa correspondiente.

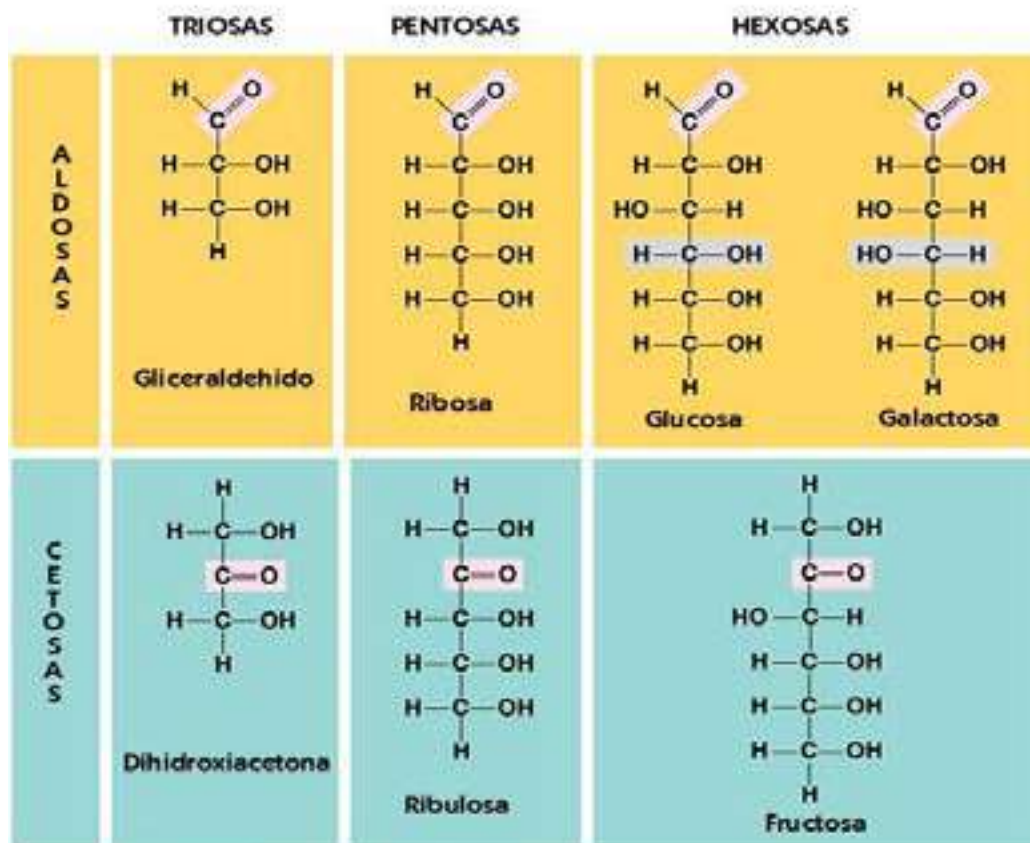
Ejemplo: Los monosacáridos con 5 o más átomos de carbono en su esqueleto aparecen en disolución como estructuras cíclicas ya que se forma un enlace covalente entre el átomo de oxígeno de uno de los grupos hidroxilo y el átomo de carbono del carbonilo.

Los monosacáridos cíclicos cuyos anillos tienen 5 miembros se conocen como furanosas, y los de 6 miembros, piranosas.

El enlace covalente intramolecular entre un hidroxilo y el carbonilo forma un hemiacetal en las aldosas, y un hemicetal en las cetosas.

Las formas isoméricas de los monosacáridos que difieren entre sí solamente en la configuración alrededor del átomo de carbono hemiacetalítico o hemicetalítico se denominan anómeros.

Figura N°5: Clasificación de los monosacáridos



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Características y clasificación de los oligosacáridos

Características de los oligosacáridos	Clasificación de los oligosacáridos
Conjunto de 2 a 10 osas	Disacáridos
Sabor dulce	Trisacáridos
Son solubles	Otros oligosacáridos
Son cristalizables	

Fuente: Elaboración propia

El grupo carbonilo de las aldosas puede oxidarse, lo que significa que las aldosas son agentes reductores (azúcares reductores). La sacarosa y la trehalosa no son azúcares reductores porque no tienen el grupo aldehído libre.

Derivados; en los cuales una función química del monosacárido simple ha sido sustituida; por ejemplo: aminoazúcares, en ellos un grupo $-\text{OH}$ ha sido sustituido por un grupo $-\text{NH}_2$ caso de la glucosamina, también están los ácido-azúcares entre los que se destacan los de 6 carbonos que forman parte de la vitamina C o ácido ascórbico.

Oligosacáridos

Formados por la unión de unos pocos monosacáridos (entre 2 y 10) de 6 carbonos, hexosas, asociados a través de un enlace glucosídico. De los oligosacáridos importantes en bioquímica, los más relevantes son los disacáridos, conformados como su nombre genérico lo indica por dos monosacáridos, y entre éstos se hallan: maltosa, sacarosa, lactosa y celobiosa, que pueden diferenciarse atendiendo al tipo de los monosacáridos que los forman y el enlace glucosídico que los une.

Polisacáridos

Cuando gran cantidad de moléculas de hexosas se unen a través de enlaces glucosídicos se forman grandes moléculas, constituidas por numerosas subunidades (monómeros), que se denominan polímeros. Los polímeros formados por muchos monosacáridos se denominan polisacáridos. Dentro de las funciones de estas maximoléculas se encuentra la de almacenar energía tal es el caso del glucógeno y el almidón. Otros no constituyen una fuente de energía pero son importantes componentes estructurales tal es el caso de la celulosa, quitina y mureína. Entre las características que presentan estos macro compuestos podemos mencionar que no son cristalinos, son insolubles en agua y no poseen sabor dulce.

Figura N°6: Clasificación de los polisacáridos



Fuente: Elaboración propia

Actividad:

Elabore un organizador visual sobre la clasificación de los carbohidratos en base al número de átomos de carbono:

Puede utilizar <https://www.goconqr.com/es>

Actividad:

Complete la tabla con ejemplos de carbohidratos utilizados en la industria:

Carbohidrato	Tipo (monosacárido, disacárido, oligosacárido, polisacárido)	Aplicaciones industriales

Lípidos

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que tienen en común el ser moléculas no polares, insolubles en el agua, solubles en los solventes orgánicos, estar formadas de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y en ocasiones Fósforo, Nitrógeno y Azufre y que son ésteres reales o potenciales de los ácidos grasos. En la práctica, se incluyen dentro de los lípidos a las sustancias solubles en los solventes orgánicos que salen junto con los lípidos al extraerlos de los tejidos y que reciben el nombre de lípidos asociados.

Los lípidos son biomoléculas orgánicas de distribución prácticamente universal en los seres vivos y que desempeñan en ellos numerosas funciones biológicas, como son:

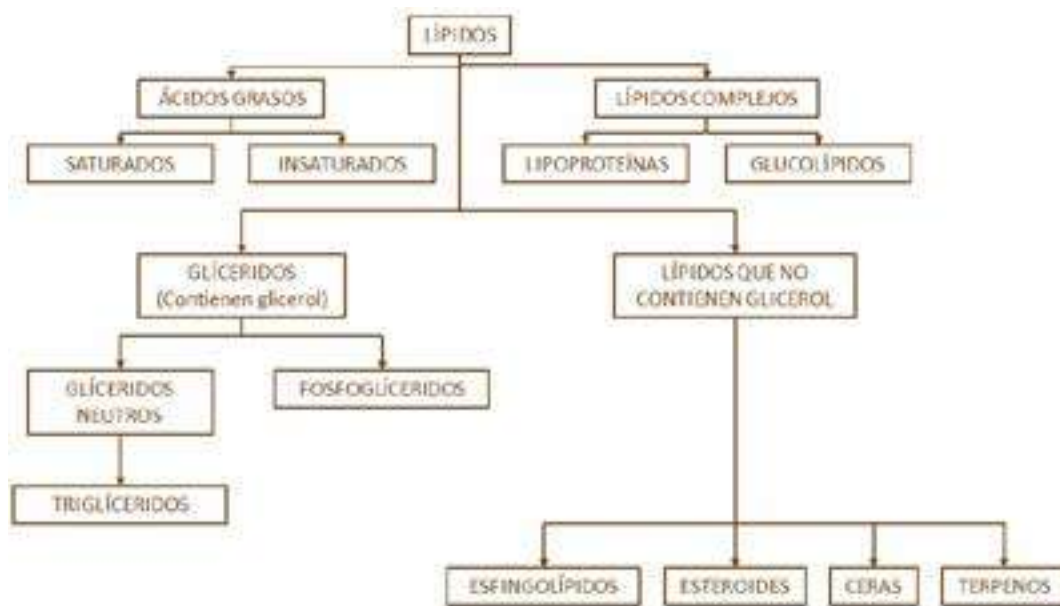
- Los lípidos constituyen el material fundamental de todas las membranas celulares y subcelulares, en las que aportan la bicapa de fosfolípidos, arreglados con las cabezas polares hacia fuera y las colas no polares hacia dentro.
- Los lípidos forman la mayor reserva de energía de los organismos, que en el caso del organismo humano normal, son suficientes para mantener el gasto energético diario durante la inanición por un período cercano a los 50 días.
- Las grasas funcionan como aislante térmico muy efectivo para proteger a los organismos del frío ambiental, por lo que los animales de las zonas frías del planeta se protegen con una gruesa capa de grasa bajo la piel y también las grasas sirven de un amortiguador mecánico efectivo, que protege los órganos internos como el corazón y el riñón.
- Los lípidos funcionan como hormonas de gran relevancia para la fisiología humana, por ejemplo las hormonas esteroideas, las prostaglandinas y segundos mensajeros hormonales, como el inositol-trifosfato y también como las vitaminas liposolubles A, D, E y K que forman parte de los lípidos asociados.
- Los lípidos tienen una función nutricional importante y figuran en la dieta tipo aportando alrededor del 30 % de las kilocalorías de la dieta y como fuente de los ácidos grasos indispensables: linoleico, linolénico y araquidónico.

Clasificación de Lípidos

Lípidos Simples

a) Ácidos grasos. Son ácidos monocarboxílicos de cadena lineal $R-COOH$, donde R es una cadena alquilo formada sólo por átomos de carbono e hidrógeno. Existen más de 20 ácidos grasos diferentes. La longitud de la cadena de carbonos varía entre 4 y 24 aunque los más comunes contienen 16 o 18 átomos de carbono. Además de la longitud, la cadena carbonos puede ser saturada o insaturada, es decir, que tiene generalmente de uno a cuatro dobles enlaces carbono-carbono. La insaturación de los ácidos grasos repercute en las propiedades físicas de la grasa pues los ácidos grasos insaturados tienen puntos de fusión más bajos que los saturados correspondientes. Las grasas que tienen en su mayoría ácidos grasos saturados son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente: sebo de res o de cordero, manteca de cerdo, la mantequilla o la margarina; en cambio los aceites que son líquidos a temperatura ambiente están formados en su mayor parte por ácidos grasos con una o varias insaturaciones (poliinsaturados).

Figura N°7: Clasificación de los lípidos



Fuente: Elaboración propia

Debido a su mecanismo de síntesis, los ácidos grasos naturales tienen un número par de carbonos sin que esto quiera decir que no los haya de números impares, ramificados y sustituidos con grupos funcionales.

Los ácidos grasos más abundantes en la naturaleza son el ácido oleico (~30 % del total de ácidos grasos) y el palmítico que representa por lo general de 10 a 50 % del total de ácidos grasos. Otros ejemplos de ácidos grasos saturados son: láurico, butírico, esteárico, etc., entre los insaturados tenemos: linolénico, araquidónico.

Nomenclatura

Nomenclatura sistemática. Los ácidos grasos se denominan de acuerdo al hidrocarburo del que provienen más el sufijo “oico”. El ácido graso de 16 carbonos se llama hexadecanoico, se llama más a menudo palmítico porque se obtiene del aceite de palma.

La representación más práctica de los ácidos grasos señala el número de carbonos de la cadena seguido de dos puntos y del número de dobles enlaces, por ejemplo: ácido palmítico 16:0 y el ácido oleico 18:1.

En algunos casos se menciona con la letra delta la posición de los dobles enlaces empezando por el carbono del carboxilo, el ácido oleico sería 18:1 delta 9. Si empezamos por el carbono terminal, el mismo ácido sería 18:1 delta 9; el ácido linoleico sería 18:2 delta 9,12 y 18:2 delta 6.

Figura N°8: Clasificación de los ácidos grasos



Fuente: Elaboración propia

b) Acilglicerol. Son ésteres formados entre un glicerol y uno, dos o tres ácidos grasos recibiendo el nombre de monoglicéridos, diglicéridos, y triglicéridos respectivamente, también son llamados grasas neutras. Los triglicéridos son los lípidos más abundantes en los organismos vivos y están formados por el alcohol glicerol esterificado con tres ácidos grasos. Las moléculas de triacilglicerol en las grasas naturales son muy variadas pues cada uno de los tres ácidos grasos puede ser alguno de los cerca de 10 ácidos grasos más frecuentes, lo cual hace posible las características observadas en la grasa de las distintas especies, por ejemplo: el sebo, la manteca, la mantequilla y los aceites.

Las principales funciones de los triacilglicerol es la de constituir la reserva más grande de energía en el organismo humano y la única que permite la sobrevivencia durante el ayuno prolongado y la función nutricional pues las grasas figuran en la dieta diaria aportando alrededor del 30% de las kilocalorías necesarias para el mantenimiento del organismo; cada gramo de grasa aporta 9 Kcal. Las grasas corporales funcionan también como amortiguador mecánico para proteger a los tejidos, por ejemplo: la grasa que rodea a los riñones, el corazón y el intestino. La grasa subcutánea también al cuerpo de los agentes mecánicos externos y además funciona como un aislante térmico que protege a los organismos de las bajas temperaturas.

Tabla N°3: Clasificación de las ceras

Ceras Naturales	Ceras Sintéticas	Aditivos
MINERALES Parafina Ozoquerita Microcristalina Montana	de Polietileno	Ac. Esteárico Triestearato de Glicerol
VEGETALES Carnauba Candelilla Uricuri	de Polioxietilenglicol	Aceites Trementina Colorantes
de INSECTOS Cera de Abeja	Ceras Hidrogenadas	Resinas naturales Copal Sandaraca Damar
de ANIMALES Espermaceti	De Hidrocarburos hidrogenados	Gomas Goma Laca G. Arábica
		Resinas Sintéticas Polietileno Poliestireno
		Grasas

Fuente: Elaboración propia

c) Ceras.- Presentes en los vegetales y en los animales marinos, las ceras también se encuentran en los mamíferos como sustancias de protección y en funciones especiales. Las ceras están formadas por un ácido graso de cadena larga, esterificado con un alcohol, también de cadena larga. A diferencia de las grasas no son asimilables por el organismo humano. Las más conocidas son la cera de abeja, con funciones estructurales, la cera de ovejas o lanolina, con funciones protectoras ya sea por ser lubricantes o impermeabilizantes. Son sólidos y duros a temperatura ambiente.

Lípidos compuestos

Glicerofosfolípidos: Son un grupo numeroso de lípidos compuestos, importantes en la estructura de las membranas y derivados del ácido fosfatídico, que tienen como alcohol al glicerol y que incluyen dos ácidos grasos. En algunos casos pueden estar integrados por un compuesto nitrogenado por ejemplo las lecitinas o las cefalinas

Esfingolípidos: son un grupo de lípidos compuestos derivados del alcohol aminado esfingosina. La unidad fundamental de los esfingolípidos está formada por una esfingosina unida en enlace amida con un ácido graso de cadena larga para formar la ceramida, a la cual se une algún grupo polar que sirve de cabeza.

Figura N°9: Clasificación de lípidos compuestos

Fuente: Elaboración propia

Glucolípidos: incluye a los cerebrósidos y gangliósidos; son lípidos complejos, especializados y abundantes en el tejido nervioso. Están formados por una ceramida en enlace glucosídico con el monosacárido galactosa, menos frecuentemente la glucosa o algún oligosacárido (gangliósidos).

Lipoproteínas: son solubles en agua, por lo que muchas cumplen la función de ser transportadoras de sustancias no polares en el plasma

Lípidos asociados

Los lípidos simples y los compuestos comparten entre sí una de las propiedades más generales de los lípidos, que es la de ser todos ellos ésteres de los ácidos grasos; mientras que los lípidos asociados pueden o no, estar esterificados y se incluyen dentro de la categoría de los lípidos por su naturaleza no polar que los hace solubles en los solventes orgánicos y por salir junto con los lípidos cuando estos se extraen de los tejidos. Según su estructura química, los lípidos asociados pueden dividirse en tres series: terpenoides, eicosanoides y esteroides.

Figura N°10: Clasificación de los lípidos asociados o insaponificables



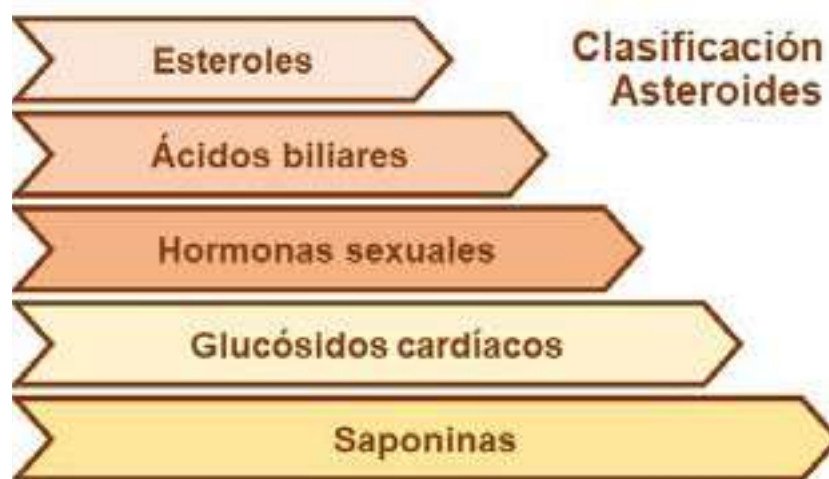
Fuente: Elaboración propia

Terpenoides.- La palabra terpenoide se refiere a una clase muy variada de compuestos similares a los terpenos, una estructura que deriva de la unidad de 5 carbonos llamada isopreno (2-metil-1,3-butadieno) y que tiene un contenido mínimo de 10 átomos de carbono o los más grandes pueden llegar a tener cientos de ellos. Los terpenos pueden clasificarse en:

1. Derivados lineales: caso del fitol, que integra a la clorofila y el escualeno que es precursor metabólico del colesterol.
2. Derivados cíclicos: como el mentol, alcanfor y limoneno que integran el grupo de aceites esenciales.
3. Derivados mixtos: el ejemplo más conocido es el de la vitamina A y sus precursores, etc.

Esteroides.-Los esteroides son lípidos de la más alta importancia en la fisiología humana y su estructura química deriva del núcleo del ciclopentanoperhidrofenantreno: el colesterol, molécula de 27 carbonos, compuesto original que da lugar a la formación de los diferentes esteroides, los cuales en número de varias decenas intervienen en las funciones del organismo humano, la mayoría de ellos como hormonas; pero también en función de vitaminas y de agentes tensoactivos.

Figura N°11: Clasificación de los esteroides

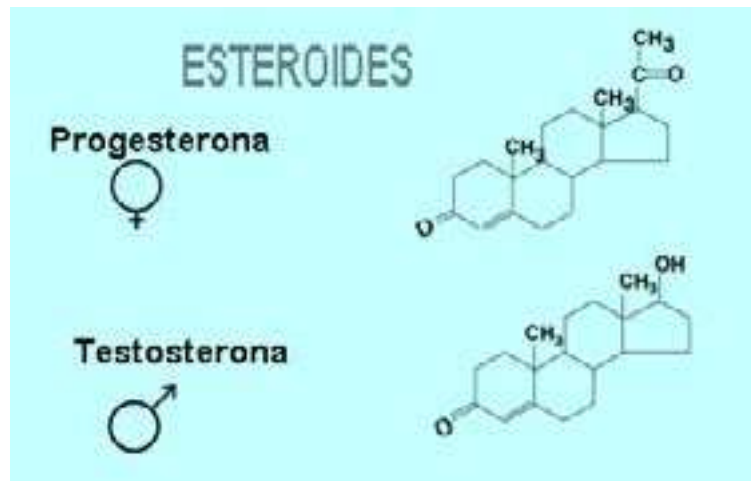


Fuente: Elaboración propia

Además de ser el precursor de todos los esteroides, el colesterol mismo tiene funciones importantes en el organismo, entre ellas la de formar parte de las membranas y la de participar en la cubierta monocapa de las lipoproteínas.

Desde el punto de vista de su estructura química, los esteroides se pueden dividir en cuatro categorías según el número de carbonos insertos en la cadena lateral del C-17:

- 8 carbonos: Esteroles, por ejemplo el colesterol y la vitamina D, además de otros esteroides vegetales como el sitosterol y el estigmasterol.
- 5 carbonos: Ácidos biliares y sus sales, por ejemplo, los ácidos cólicos, glicocólico, taurocólico, desoxicólico y litocólico.
- 2 carbonos: Progesterona y esteroides de las suprarrenales, glucocorticoides como la cortisona y el cortisol y mineralocorticoides como la desoxicorticosterona (DOCA) y la aldosterona.
- 0 carbonos: Hormonas sexuales masculinas y femeninas, testosterona y estradiol. Hormonas corticoadrenales: mineralocorticoides y glucocorticoides.

Figura N°12: Esteroides sexuales

Fuente: Elaboración propia

Eicosanoides.- Un grupo de moléculas de naturaleza lipídica, es conocido como los eicosanoides porque son derivados del ácido graso araquidónico de 20 carbonos y 4 dobles enlaces (20:4). Los eicosanoides se distinguen entre sí con letras mayúsculas y subíndices numéricos. Los eicosanoides tienen la capacidad de actuar como hormonas locales, es decir, se fabrican en una célula y actúan en ella o en sus cercanías, sin necesidad de ser acarreadas por la sangre a órganos y tejidos distantes.

Algunas de estas moléculas intervienen en la percepción del dolor, en la contracción de los músculos lisos de las arterias o del útero y en los fenómenos de formación de coágulos y de constricción bronquial en los pulmones.

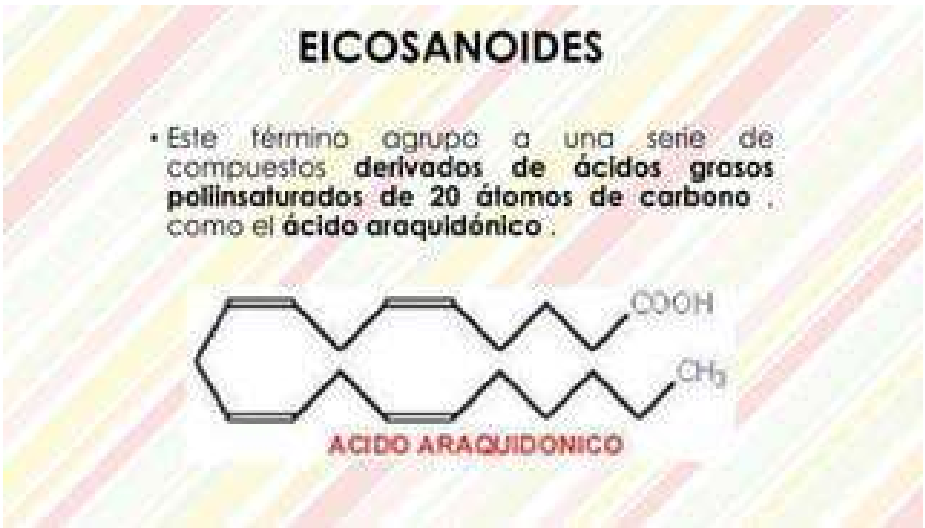
En los eicosanoides se distinguen 3 clases importantes: las prostaglandinas, los leucotrienos y los tromboxanos.

Una característica estructural de las prostaglandinas (PG) es la formación de un anillo pentagonal con varios grupos oxigenados en la molécula original del araquidonato y según la distribución de dobles enlaces y de grupos oxigenados se distinguen las clases: PGE, PGG, PGH y PGD

Los leucotrienos (LT) reciben este nombre porque tienen tres dobles enlaces conjugados y se producen por los leucocitos. Los leucotrienos producen contracción de músculo liso especialmente el músculo liso de los bronquios.

Los tromboxanos (TX) se caracterizan estructuralmente por la formación de un anillo de 6 miembros donde el oxígeno es uno de ellos (oxano). Los tromboxanos promueven la agregación de las plaquetas y la formación de coágulos.

Figura N°13: Ejemplo de un eicosanoides (ácido araquidónico)



Fuente: Elaboración propia

Actividad:

Completar la información sobre uso de aceites vegetales y lípidos en la industria:

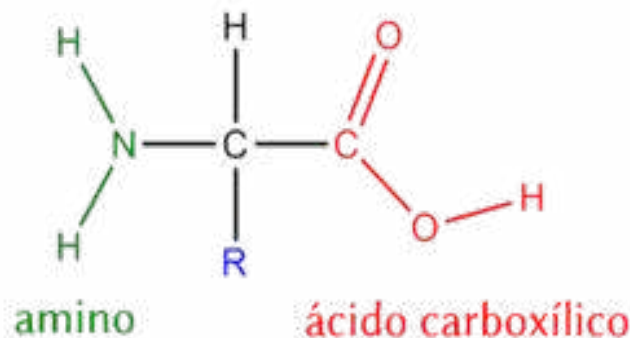
Aceites vegetales y lípidos	
Construcción	
Alimentos	
Medicina	
Textiles	
Agricultura	
Transporte	
Actividad deportiva de alto rendimiento	
Cosmética	

Las Proteínas

Las proteínas son sustancias complejas (macromoléculas) formadas necesariamente por los elementos: C, H, O, N, S y en algunos casos fósforo (P). Son de alto peso molecular, forman dispersiones coloidales y están compuestas por alfa-aminoácidos en enlace peptídico, en un número que varía entre 50 hasta más de 1000 aminoácidos, arreglados en secuencia lineal que se arrollan después para constituir cuatro niveles estructurales.

Aminoácidos (aa).- Son las unidades básicas de todas las proteínas, sustancias en las que el grupo amino está situado en el átomo de carbono inmediatamente adyacente al grupo ácido carboxílico. Así siempre hay al menos un átomo de carbono entre el grupo amino y el grupo carboxílico. La fórmula general de los aminoácidos se representa como sigue:

Figura N°14: Partes de un aminoácido



Fuente: Elaboración propia

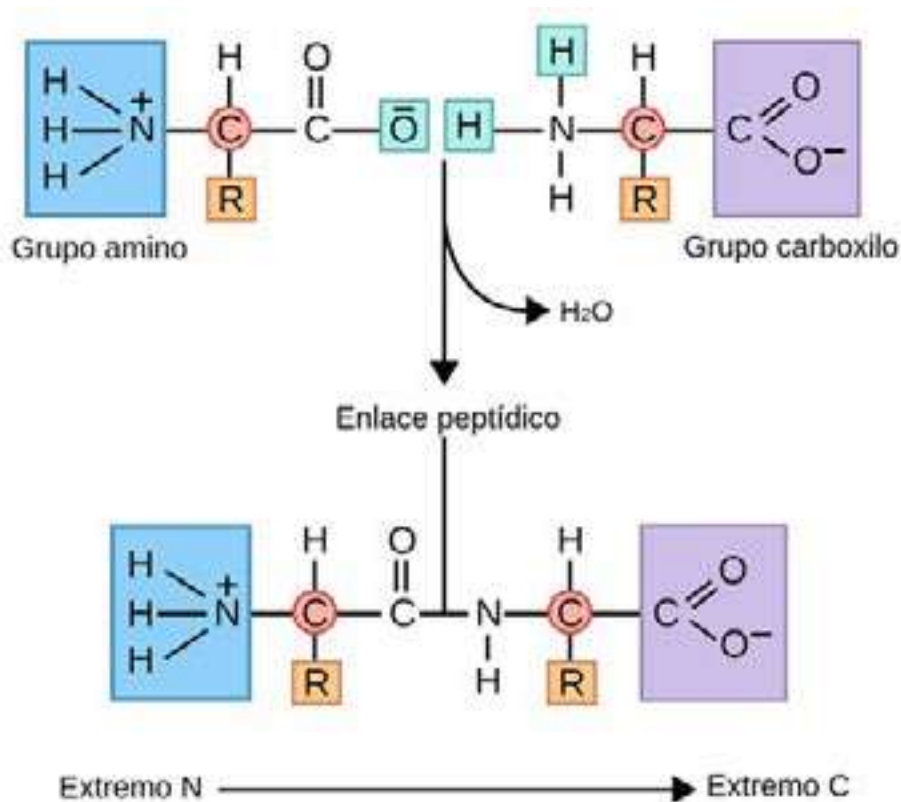
Los aminoácidos difieren entre sí por la naturaleza de sus grupos R, conformando así una lista de 22 aminoácidos que se combinan para formar a todas las proteínas presentes en los seres vivos. Nuestro cuerpo utiliza solo 20 y puede sintetizar 10 de estos, a partir de hidratos de carbono y lípidos, para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por lo que los diez restantes es necesario ingerirlos y por ello reciben el nombre de aminoácidos esenciales constituyéndose en componentes indispensables de la dieta diaria de un ser humano.

El átomo de carbono, en el que están unidos los grupos amonio como carboxilato, tiene cuatro grupos diferentes unidos a él, por lo tanto, los aminoácidos son quirales (una molécula cuya imagen en el espejo no se le puede superponer se describe como quiral). Los aminoácidos se enlazan unos con otros para formar proteínas a través de un enlace peptídico, que se obtienen de la reacción de condensación entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino de otro (figura superior).

Tabla N°4:Aminoácidos y sus derivados

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos que pueden ser sintetizados por el ser humano
Fenilalanina (Phe)	Ácido aspártico (Asp)
Isoleucina (Ile)	Ácido glutámico (Glu)
Leucina (Leu)	Alanina (Ala)
Lisina (Lys)	Asparagina (Asn)
Metionina (Met)	Cisteína (Cys)
Treonina (Thr)	Glicina (Gly)
Triptófano (Trp)	Glutamina (Gln)
Valina (Val)	Prolina (Pro)
Arginina (Arg)	Serina (Ser)
Histidina (His)	Tirosina (Tyr)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°15: Enlace peptídico entre los aminoácidos

Fuente: Elaboración propia

Nomenclatura.- El aminoácido que aporta el grupo carboxilo para la formación del enlace peptídico se nombra primero, con la terminación il, después se nombra el aminoácido que aporta el grupo amino. Con base en los códigos de tres letras de los aminoácidos del grupo amino que no ha reaccionado se halla a la izquierda, y el grupo carboxilo que no ha reaccionado a la derecha, ejemplo la glicilalanina se abrevia Gly-Ala.

Las proteínas se encuentran presentes en todas las estructuras de la célula y son las moléculas más activas en la vida celular.

Funciones biológicas de las proteínas.- Una de las funciones más relevantes de las proteínas es constituir la parte fundamental de las enzimas, los principales catalizadores de las células. Así como las proteínas forman parte de todas las estructuras celulares participan también como agentes activos en todas las funciones de la célula y del organismo.

Tabla N°5: Funciones de las proteínas

Función	Ejemplos	Acción
Reserva	Ovoalbúmina Gluteína (trigo) Ferritina	Almacén de aminoácidos Crecimiento de la semilla Almacena hierro en el bazo
Estructural	Colágeno Elastina Queratina Mucoproteínas	Forma tendones, huesos, cartílago, piel Es un conectivo elástico entre células Forma piel y derivados (pelo, plumas, uñas...) Mucosidades, líquido sinovial
Hormonal	Insulina Hormona del crecimiento Proteínas G	Regula el metabolismo glucídico Regula el metabolismo del calcio y fósforo Comunicación entre células
Transporte	Hemoglobina Hemocianina Lipoproteínas	Transporta oxígeno en vertebrados Transporta oxígeno en invertebrados Transporta lípidos en la sangre
Defensiva	Inmunoglobulinas Fibrinógeno y trombina	Defensa inmonológica Coagulación de la sangre
Contráctil	Actina Miosina Tubulina	Contracción muscular en miofibrillas Contracción muscular en miofibrillas Forma microtúbulos del citoesqueleto
Enzimática	Enzimas	Catalizadores en reacciones orgánicas

Fuente: Elaboración propia

Así por ejemplo las proteínas funcionan en los diferentes tipos de trabajo de las células: químico, mecánico, osmótico y eléctrico, ejemplos de estos son: el trabajo químico de todas las reacciones celulares; el trabajo mecánico de la contracción muscular; el trabajo osmótico que mediante el transporte activo permite la entrada y salida de metabolitos en la célula viva y el trabajo eléctrico que es muy evidente en la conducción nerviosa y en los fenómenos de percepción y sensibilidad como el dolor, la temperatura, la luz, el equilibrio corporal y los fenómenos eléctricos del pensamiento, Las proteínas funcionan también como hormonas –mensajeros químicos entre las células– como ejemplo de hormonas de naturaleza proteica se destacan: la insulina, el glucagón, la hormona adrenocorticotrófica y demás hormonas tróficas de la hipófisis: tirotropina, luteinizante, prolactina, hormona del crecimiento; así como los factores liberadores del hipotálamo.

A nivel del organismo las proteínas tienen también una importante función nutricional, formando el principal ingreso nitrogenado del organismo.

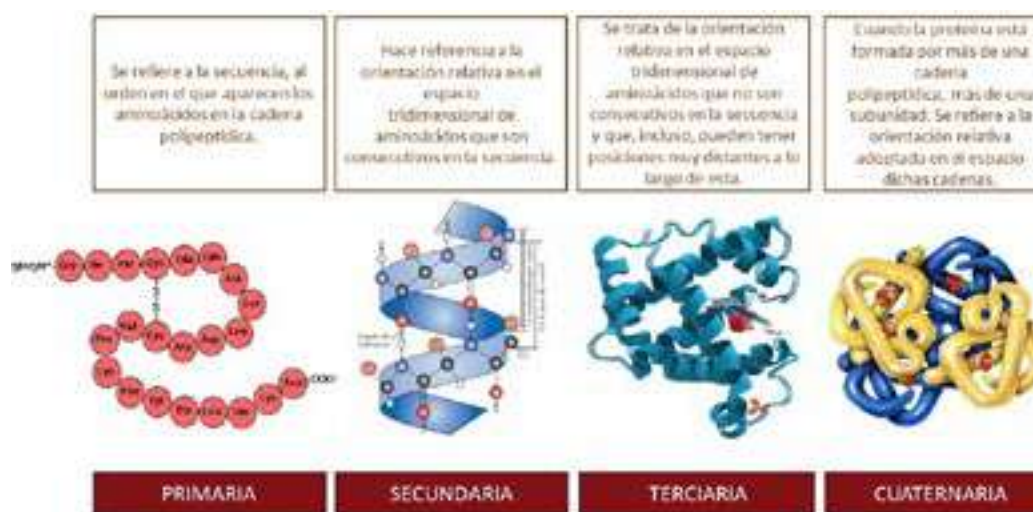
- Las proteínas de membrana se ocupan además de servir como marcadores de la individualidad celular, se ocupan de realizar los principales tipos de transporte activo y pasivo de la célula: difusión facilitada, contratransporte, etc.
- Las proteínas funcionan prominentemente como Carriers de diferentes tipos de sustancias: el oxígeno es llevado por la hemoglobina, el cobre por la ceruloplasmina, el fierro por la siderofilina, los ácidos grasos por la albúmina que también lleva los pigmentos biliares, los lípidos por las lipoproteínas, etcétera.
- Las proteínas participan en los sistemas de defensa del organismo funcionando como anticuerpos: inmunoglobulinas G, M, A, D y E; y también formando todos los componentes del complemento.

Cualquiera sea su función todas las proteínas son semejantes desde el punto de vista químico, pues están formadas de las mismas unidades estructurales de los aminoácidos. Una de las características más notables de las proteínas es que son capaces de organizarse en el espacio para formar un número casi infinito de configuraciones, que pueden ser estudiadas asignándoles cuatro niveles estructurales.

Niveles estructurales de las proteínas

Estructura primaria.- Esta estructura consiste en la secuencia lineal de aminoácidos en la cadena y se halla estabilizada por el enlace peptídico entre los aminoácidos. La primaria es la única estructura que se encuentra codificada en los genes, y de ella derivan los restantes niveles estructurales. Es decir, cada tipo de molécula proteica posee una composición química específica, una secuencia ordenada y única de aminoácidos de un determinado peso molecular. Dada la secuencia de aminoácidos, la cadena proteica toma las estructuras secundarias, terciaria y en su caso cuaternaria que corresponde.

Figura N°16: Niveles estructurales de las proteínas



Fuente: Elaboración propia

Estructura secundaria.- Consiste en el plegamiento de la cadena de aminoácidos para adquirir la forma del alfa-hélice, las placas paralelas y antiparalelas y el enredamiento libre, que son los tipos o motivos principales de la estructura secundaria. El único enlace presente que estabiliza este nivel estructural es el puente de hidrógeno, un enlace débil que se establece entre los componentes del enlace peptídico, CO y NH. Este enlace es susceptible de ruptura por cambios en la temperatura, el pH, la agitación mecánica y la concentración de sales. Hay dos configuraciones básicas:

- La alfa hélice es el motivo más frecuente en la estructura secundaria y está formada por el giro a la derecha de la cadena de suerte que todos los CO y todos los NH se ligan entre sí mediante los puentes de hidrógeno confiriéndole elasticidad. Este tipo de estructura se encuentran en tropomiosina del músculo, la fibrina, etc.
- Hoja plegada es una estructura en zig-zag, donde los puentes de hidrógeno le dan rigidez al conjunto. Ejemplo de esta configuración la encontramos en muchas regiones de la fibroína de la seda.

Estructura terciaria.- La forma global de una proteína, determinada por todos los recodos, giros y secciones de la estructura alfa helicoidal que semejan a una esfera constituye su estructura terciaria, la cual se conserva en virtud de muchas y diferentes interacciones, todo esto hace que tengan limitada

su capacidad de extensión, es decir, su tendencia a desplegarse.

La función enzimática, que desarrollan grandes moléculas proteicas que sirven como catalizadores, y que regulan de forma muy específica una reacción determinada se debe a la alta afinidad que presentan sólo ciertas moléculas de sustratos con el sitio activo de la enzima.

Estructura cuaternaria.- Es la disposición espacial que presentan cadenas polipeptídicas individuales, para constituir una proteína de mayor jerarquía en cuanto a su organización. Las proteínas así formadas generalmente tienen un peso molecular mayor a 50000 y un ejemplo clásico de esto es la hemoglobina.

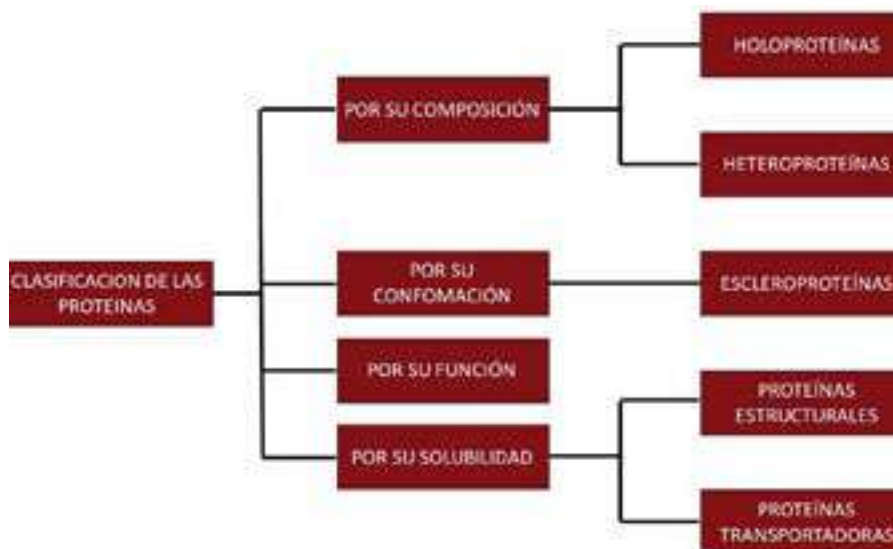
Clasificación de las proteínas

Las proteínas pueden clasificarse según diversos criterios, como ser, por su conformación nativa se clasifican en:

Fibrosas: presentan estructura secundaria y se hallan dispuestas, las fibras, a lo largo de un eje. Son insolubles en agua, presentan gran resistencia física por lo que se hallan asociadas a acciones mecánicas, de contracción, tracción o esfuerzo, etc.

Ejemplo de este tipo son: elastina, queratina, colágeno, etc.

Figura N°17: Clasificación de proteínas



Fuente: Elaboración propia

Globulares: constituidas por cadenas plegadas de tal modo que resultan en forma esférica compacta (estructura terciaria). En general son solubles en agua, y tienen un papel muy dinámico en el organismo. Pertenecen a este grupo por ejemplo: enzimas, algunas hormonas, proteínas transportadoras, etc.

Figura N°18: Diferencias entre las proteínas fibrosas y globulares

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°6: Clases de proteínas

Clase	Grupo Prostético	Ejemplos
Glucoproteínas	Carbohidratos	Mucina (de la saliva)
Lipoproteínas	Lípidos	B-globulina (en el suero)
Nucleoproteínas	Ácidos nucleicos	Ribosomas, virus
Metaloproteínas	Átomos metálicos	Hemoglobina, citocromos

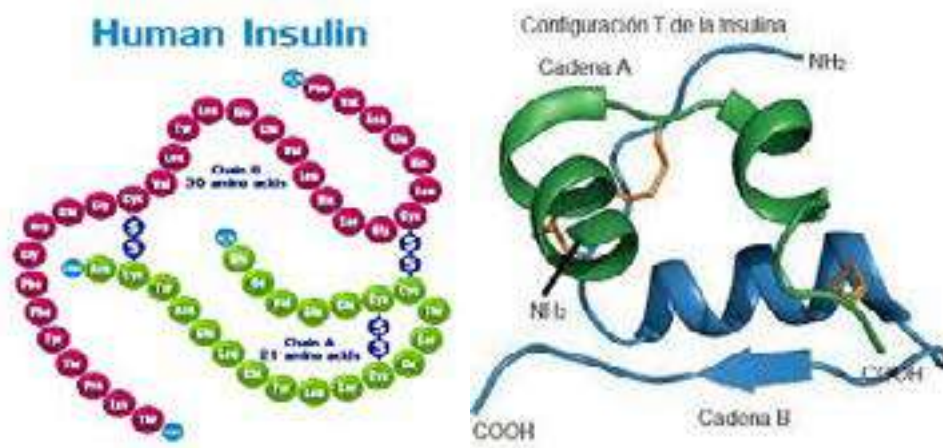
Fuente: Elaboración propia

Algunas proteínas comparten propiedades de ambos grupos tal es el caso de la miosina o el fibrinógeno que pese a tener una estructura del tipo fibroso son solubles en soluciones salinas.

Otra clasificación que puede realizarse es teniendo en cuenta su composición química, en este caso tenemos:

Simples: cuando su hidrólisis solo produce aminoácidos. Ejemplo: insulina

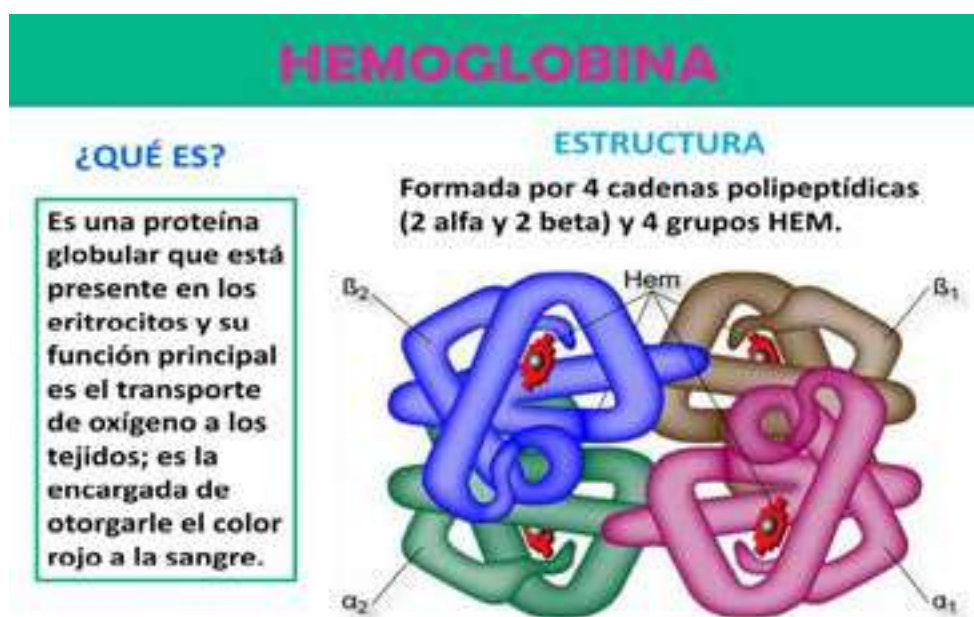
Figura N°19: Estructura de la insulina



Fuente: Elaboración propia

Compuestas: cuando como producto de su hidrólisis además de aminoácidos se obtienen compuestos orgánicos o inorgánicos. Ejemplo hemoglobina.

Figura N°20: Estructura de la hemoglobina



Fuente: Elaboración propia

Actividad:

Proteínas	Fuente	Aplicaciones industriales
Salud		
Suplementos		
Como recubrimiento o películas comestibles.		
Como péptidos bioactivos (BAP)/ hidrolizados de proteínas		
Como estabilizadores/ emulsionantes		
Como hidrogeles		
Como adhesivos		

Actividad:

¿Cuál es la función que cumplen las proteínas en los seres vivos?

Puede utilizar la siguiente lectura como apoyo:

FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas determinan la forma y la estructura de las células y dirigen casi todos los procesos vitales. Las funciones de las proteínas son específicas de cada una de ellas y permiten a las células mantener su integridad, defenderse de agentes externos, reparar daños, controlar y regular funciones, etc. Todas las proteínas realizan su función de la misma manera: por unión selectiva a moléculas. Las proteínas estructurales se agregan a otras moléculas de la misma proteína para originar una estructura mayor. Sin embargo, otras proteínas se unen a moléculas distintas: los anticuerpos a los antígenos específicos, la hemoglobina al oxígeno, las enzimas a sus sustratos, los reguladores de la expresión génica al ADN, las hormonas a sus receptores específicos, etc. A continuación se exponen algunos ejemplos de proteínas y las funciones que desempeñan:

FUNCIÓN ESTRUCTURAL: Algunas proteínas constituyen estructuras celulares:

Ciertas glucoproteínas forman parte de las membranas celulares y actúan como receptores o facilitan el transporte de sustancias.

Las histonas, forman parte de los cromosomas que regulan la expresión de los genes.

-Otras proteínas confieren elasticidad y resistencia a órganos y tejidos: El colágeno del tejido conjuntivo fibroso. La elastina del tejido conjuntivo elástico. La queratina de la epidermis. Cosméticos contra el envejecimiento de la piel

-Las arañas y los gusanos de seda segregan fibroína para fabricar las telas de araña y los capullos de seda, respectivamente.

FUNCIÓN ENZIMÁTICA

-Las proteínas con función enzimática son las más numerosas y especializadas. Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas del metabolismo celular.

FUNCIÓN HORMONAL

-Algunas hormonas son de naturaleza proteica, como la insulina y el glucagón (que regulan los niveles de glucosa en sangre) o las hormonas segregadas por la hipófisis como la del crecimiento o la adrenocorticotrópica (que regula la síntesis de corticosteroides) o la calcitonina (que regula el metabolismo del calcio).

FUNCIÓN REGULADORA

-Algunas proteínas regulan la expresión de ciertos genes y otras regulan la división celular (como la ciclina).

FUNCIÓN HOMEOSTÁTICA

-Algunas mantienen el equilibrio osmótico y actúan junto con otros sistemas amortiguadores para mantener constante el pH del medio interno.

FUNCIÓN DEFENSIVA

Las inmunoglobulinas actúan como anticuerpos frente a posibles antígenos.

La trombina y el fibrinógeno contribuyen a la formación de coágulos sanguíneos para evitar hemorragias.

Las mucinas tienen efecto germicida y protegen a las mucosas.

Algunas toxinas bacterianas, como la del botulismo, o venenos de serpientes, son proteínas fabricadas con funciones defensivas.

FUNCIÓN DE TRANSPORTE

La hemoglobina transporta oxígeno en la sangre de los vertebrados.

La hemocianina transporta oxígeno en la sangre de los invertebrados. La mioglobina transporta oxígeno en los músculos.

Las lipoproteínas transportan lípidos por la sangre.

Los citocromos transportan electrones.

FUNCIÓN CONTRÁCTIL

La actina y la miosina constituyen las miofibrillas responsables de la contracción muscular.

La dineína está relacionada con el movimiento de cilios y flagelos.

FUNCIÓN DE RESERVA

La ovoalbúmina de la clara de huevo, la gliadina del grano de trigo y la hordeina de la cebada, constituyen la reserva de aminoácidos para el desarrollo del embrión.

La lactoalbúmina de la leche.

Fuente: <https://www.um.es/molecula/prot07.htm>

Ácidos Nucleicos

Son macromoléculas resultantes de la polimerización lineal de nucleótidos, monómeros complejos. Se presentan, como macromoléculas inmensas cuya unidad monomérica constitutiva son los nucleótidos unidos entre sí por enlace 3' 5' Fosfodiéster, esto las convierte en heteropolímeros Nucleotídicos, cuya función es almacenar, replicar y transmitir la información genética del individuo, permiten su crecimiento y desarrollo, además de que se realizan la síntesis proteica. Los ácidos nucleicos son bien conocidos por todos, como ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico).

Figura N°21: Ubicación y procesos bioquímicos de los ácidos nucleicos

UBICACIÓN	
ADN	ARN
Núcleo	Citoplasma
Mitocondrias	Mitocondrias
PROCESOS BIOQUÍMICOS	
ADN	ARN
Replicación	Transcripción
-	Traducción

Fuente: Elaboración propia

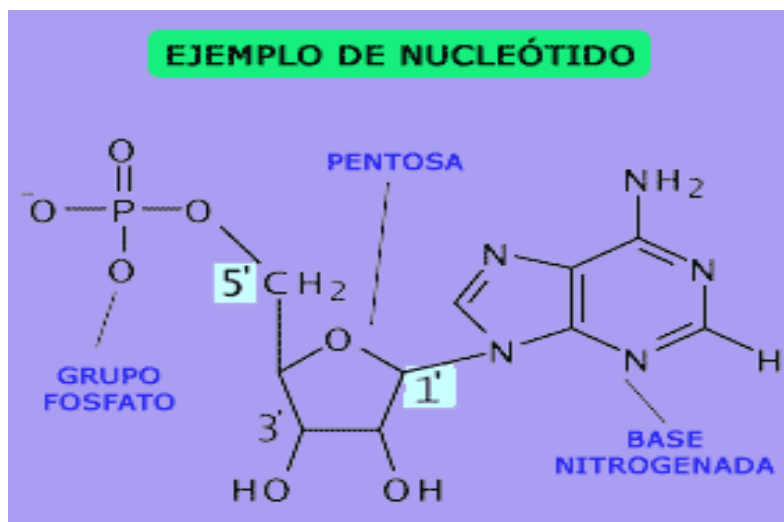
Nucleótidos. - son considerados monómeros complejos porque están formados por tres partes químicas:

1. Fosfato inorgánico –de fórmula O-P-O
2. Pentosa –puede ser ribosa o desoxirribosa
3. Bases: purina o pirimidina –se las conocen en general como bases nitrogenadas

Las bases nitrogenadas pueden definirse estructuralmente como anillos heterocíclicos, formados por átomos de C, N, e H. De estos compuestos encontramos dos clases:

- Bases purícas que derivan de reacciones de sustitución que sufre la purina;
- Bases pirimídicas, que derivan de reacciones de sustitución que sufre la pirimidina.

De la unión covalente entre una base púrica o pirimídica, con una aldopentosa (ribosa o desoxirribosa) se obtiene un nucleósido. A la pentosa de un nucleósido puede unirse uno o más grupos fosfatos, a través de enlaces covalentes, formándose así un nucleótido

Figura N°22: Ejemplo de un nucleótido

Fuente: Elaboración propia

Los nucleótidos también desempeñan una gran variedad de funciones como: componentes estructurales de cofactores enzimáticos e intermediarios metabólicos especializados en la transferencia de energía. Como ejemplo de nucleótidos que actúa como intermediarios energéticos podemos mencionar al ATP sigla con la que se identifica a la adenosina-tri-fosfato, molécula constituida por la unión de: adenosina + ribosa + tres grupos de ácidos fosfóricos enlazados consecutivamente (mediante enlaces covalentes). Estos últimos enlaces tienen la particularidad de poseer un elevado contenido en energía, la cual puede ser cedida por el ATP cuando las actividades metabólicas de la célula así lo requieran, la reacción sería.



De la misma manera, el ADP puede aceptar energía química proveniente de una reacción exergónica, y esa energía es utilizada para crear un enlace de alta energía (~).

Muchas enzimas conocidas desarrollan su función cuando están en presencia de otras sustancias que podemos llamar “cofactores”, que de otra manera sería imposible de desarrollar. Alguno de estos colaboradores enzimáticos importantes son nucleótidos o derivados de estos, por ejemplo:

~ NAD: nicotinamida – adenina – dinucleótido

~ FAD: flavina – adenina – dinucleótido

Por reacciones de condensación (entre un grupo OH del ácido fosfórico y otro grupo OH de la pentosa de otro nucleótido) los nucleótidos pueden polimerizarse y formar ácidos nucleicos, que nunca son mixtos, es decir, están integrados sólo por ribonucleótidos o sólo por desoxirribonucleótidos.

Polinucleótidos.- Los ácidos nucleicos son una clase de biopolímeros portadores de la información genética de los organismos.

1. Los ADN son moléculas enormes con pesos moleculares que fluctúan entre 6 millones y 16 millones de uma. Se encuentran principalmente en el núcleo de las células guardando la información genética y regulando la producción de proteínas.

Estructuralmente las moléculas de ADN consisten en dos cadenas o filamentos enrollados una en la otra en forma de doble hélice, como podemos observar en la figura superior. Ambas cadenas se mantienen unidas gracias a las atracciones existentes entre las bases de una de las cadenas con la correspondiente de la otra. Estas interacciones que son del tipo de dispersión y también de puente de hidrógeno (enlaces débiles), se establecen entre las bases complementarias es decir: adenina (A) se une a timina (T) y citosina (C) se une a guanina (G) respectivamente. Esta disposición de las bases apareadas es muy específica y sólo se establece entre una base púrica y una pirimídica sólo si son capaces de formar el mismo número de puentes de hidrógeno y determinan que los apareamientos posibles sean:

Las dos cadenas de ADN no son idénticas ni en la secuencia de sus bases, ni en la composición en bases. Son, en cambio, cadenas complementarias. El modelo tridimensional (estructura helicoidal o escalera caracol) propuesto en 1953 por Watson y Crick fue de enorme utilidad ya que permitió justificar muchas de las propiedades físicas y químicas del ADN probadas en el laboratorio y además permitió explicar el mecanismo que nos plantea de qué manera ocurre la replicación de esta macromolécula.

Figura N°23: Estructura del ADN



Fuente: Elaboración propia

Los filamentos de ADN se desenrollan durante la división celular y se produce la duplicación o replicación dando origen a filamentos complementarios de cada una de las cadenas originales que constituyen los ARN.

2. ARN. Estos polirribonucleótidos estructuralmente están formados por una sola cadena (o cadena simple) que puede ser lineal o adoptar estructuras particulares (horquilla o rizos). Existen tres tipos de ARN:

- ARN ribosómico: (ARNr) forma parte de la estructura de los ribosomas, sitio de la síntesis de las proteínas.
- ARN mensajero: (ARNm) encargado de indicar las secuencias de aminoácidos que integrarán la proteína a sintetizar.
- ARN de transferencia: (ARNt) o ARN soluble; presenta una estructura muy particular denominada “en hoja de trébol”, con zonas replegadas formando rizos, su peso molecular es relativamente bajo y su función es el de transportar específicamente los aminoácidos para su acople en la secuencia que conformará la futura proteína.

Estos elementos nos permiten conocer la información necesaria y específica para la síntesis de cada proteína con relación a:

- Qué aminoácidos la componen, y
- En qué orden o secuencia deben ubicarse los mismos.

Figura N°24: Estructura del ARN



Fuente: Elaboración propia

Referencias Bibliográficas

Holum J. (2012). Fundamentos de química general, orgánica y bioquímica. Editorial Limusa S.A. De C.V.; Translation edición. México

Burton D, Routh J. (1977). Química Orgánica y bioquímica. Ed. Mc Graw Hill. México

Ashby J (1976). Principios de Química Biológica, Editorial Acribia,

Blanco A, Blanco G. (2019). Química Biológica. 10 edición, Editorial Ateneo.

Universidad Nacional del Litoral, (2018). Química Biológica, secretaría académica de la Universidad Nacional del Litoral-Dirección de articulación ingreso y permanencia.

Capítulo IV: Biotecnología Agrícola, Industrial y Ambiental

Luis Benavides Luksic

Introducción a la Biotecnología:

La sociedad en general ha evolucionado con respecto a sus soluciones mediante el uso de la tecnología. En donde, emplear procesos biológicos evoluciona y toma creciente importancia en la actualidad para la ciencia y la industria.

Si bien el término “biotecnología” puede sonar como un concepto exclusivo de los laboratorios científicos, es esencial que los profesionales de la Ingeniería Industrial comprendan su alcance y sus implicaciones. La razón es simple: la Biotecnología se ha infiltrado en una amplia gama de industrias, transformando la forma en que se producen, gestionan y distribuyen productos y servicios.

En este último capítulo de nuestro libro, exploramos la Biotecnología desde una perspectiva Industrial. Comprenderás cómo la integración de la biología, la ingeniería y la tecnología ha dado lugar a innovaciones significativas. En este capítulo, descubrirás cómo la Biotecnología influye en procesos de producción, optimización de recursos, diseño de sistemas y gestión de la cadena de suministro. Pero antes de sumergirnos en esos detalles, es importante establecer una base sólida de conceptos y conocimientos previos.

La Biotecnología se puede definir como la utilización de organismos vivos, sistemas biológicos o sus derivados para desarrollar o crear productos y tecnologías que beneficien a la humanidad. Esto abarca una amplia gama de aplicaciones, desde la producción de alimentos y medicamentos hasta la biorremediación ambiental y la mejora de procesos industriales.

Algunos de los conceptos clave que exploramos en este capítulo incluyen:

Principios Fundamentales de la Biotecnología: Aprenderás acerca de los principios científicos que sustentan la Biotecnología, incluyendo la genética, la microbiología y la biología molecular.

Aplicaciones Industriales de la Biotecnología: Descubrirás cómo las técnicas y herramientas biotecnológicas se utilizan para mejorar la producción y la eficiencia en una variedad de industrias, desde la manufactura hasta la energía.

Gestión y Ética en la Biotecnología: Abordaremos las implicaciones éticas y regulatorias de la Biotecnología, así como su importancia en la toma de decisiones empresariales y gubernamentales.

El Futuro de la Biotecnología: Exploramos las tendencias y desarrollos más recientes en el campo, lo que te permitirá vislumbrar cómo la Biotecnología seguirá influyendo en la ingeniería industrial en los años venideros.

Este capítulo busca brindarte una introducción sólida a la Biotecnología, sus aplicaciones y su relevancia para tu futura carrera en Ingeniería Industrial. La Biotecnología está en constante evolución, y tu comprensión de ella te preparará para abrazar el potencial innovador y las oportunidades que ofrece este emocionante campo. Al comprender cómo la biología y la ingeniería se entrelazan, estarás mejor equipado para abordar los desafíos industriales y las oportunidades emergentes en un mundo cada vez más impulsado por la ciencia y la tecnología.

Definiciones y conceptos básicos.

Los siguientes conceptos proporcionan una base sólida para comprender la Biotecnología y son esenciales para cualquier estudiante de Ingeniería Industrial que desee involucrarse en la gestión de procesos biotecnológicos o en la toma de decisiones relacionadas con la aplicación de la Biotecnología en la industria.

Biotecnología: La Biotecnología es un campo multidisciplinario que utiliza organismos vivos, sistemas biológicos o sus componentes para desarrollar productos, tecnologías o procesos que benefician a la humanidad. Combina principios de biología, química, genética, microbiología e ingeniería para lograr sus objetivos.

Organismo Modificado Genéticamente (OMG): Un OMG es un organismo cuyo material genético ha sido alterado de manera artificial mediante técnicas de ingeniería genética. Esto se utiliza en la Biotecnología agrícola para crear cultivos transgénicos, por ejemplo.

Ingeniería Genética: La ingeniería genética es la manipulación de los genes de un organismo para introducir, eliminar o modificar características específicas. Esto se logra mediante la inserción de genes exógenos en el genoma de un organismo.

ADN Recombinante: Se refiere al ADN que se ha creado artificialmente mediante la combinación de fragmentos de ADN de diferentes fuentes, a menudo utilizando enzimas de restricción y ADN ligasa. El ADN recombinante es fundamental en la Biotecnología.

Biorremediación: La biorremediación es el proceso de utilizar microorganismos vivos para eliminar o reducir la contaminación en el medio ambiente, como la descomposición de compuestos tóxicos en el suelo o el agua.

Terapia Génica: La terapia génica es una aplicación médica de la Biotecnología que implica la introducción de genes o secuencias de ADN en células humanas para tratar enfermedades genéticas u otras afecciones.

Cultivos Transgénicos: Los cultivos transgénicos son plantas que han sido modificadas genéticamente para expresar características deseables, como resistencia a plagas o condiciones climáticas adversas. Estos cultivos son comunes en la agricultura moderna.

Biofármacos: Los biofármacos son medicamentos producidos utilizando técnicas biotecnológicas, como la expresión de proteínas recombinantes en sistemas microbianos o celulares. Estos medicamentos suelen ser más específicos y eficaces que los fármacos tradicionales.

Ética en la Biotecnología: La ética en la Biotecnología se refiere a consideraciones morales y sociales relacionadas con la manipulación de organismos vivos y su material genético. Incluye la responsabilidad en la investigación, la toma de decisiones éticas y la gestión de riesgos.

Regulación en la Biotecnología: La regulación en la Biotecnología abarca las leyes y normativas gubernamentales que supervisan y controlan la seguridad y la comercialización de productos y tecnologías biotecnológicas, garantizando que se utilicen de manera segura y ética.

Historia y evolución de la biotecnología.

La historia y evolución de la biotecnología es un testimonio del poder de la ciencia y la ingeniería para transformar nuestra comprensión y capacidad de manipular la biología. A medida que la biotecnología sigue avanzando, se abren nuevas posibilidades en áreas como la medicina, la agricultura, la energía y el medio ambiente, y sigue desempeñando un papel fundamental en la resolución de desafíos globales.

La historia y evolución de la biotecnología es una narrativa fascinante que abarca miles de años, desde las prácticas biotecnológicas rudimentarias de la antigüedad hasta las tecnologías avanzadas de la era moderna.

Hitos clave en la historia de la biotecnología:

Prácticas Antiguas de Biotecnología (siglos XI a.C. - XVIII): Desde la fermentación de alimentos y bebidas como la cerveza y el pan en la antigüedad hasta la producción de productos químicos utilizando microorganismos, las prácticas biotecnológicas iniciales se centraron en la agricultura y la alimentación.

Descubrimiento de Microorganismos (siglo XVII - XIX): La invención del microscopio permitió la observación y el estudio de microorganismos, lo que sentó las bases para comprender su papel en la fermentación y la descomposición de materia orgánica.

Ingeniería Genética y Biología Molecular (siglo XX): La década de 1950 marcó el inicio de la era moderna de la biotecnología con el descubrimiento de la estructura del ADN. La tecnología de la recombinación del ADN, desarrollada en la década de 1970, permitió la manipulación y la transferencia de genes, lo que dio lugar a la ingeniería genética y al surgimiento de los organismos modificados genéticamente (OMG).

Biotecnología Farmacéutica (década de 1980): Se desarrollaron terapias y medicamentos basados en proteínas recombinantes, como la insulina y el factor de crecimiento humano. La terapia génica también comenzó a explorarse como una prometedora opción de tratamiento.

Biotecnología Agrícola (década de 1990): Se introdujeron los primeros cultivos transgénicos, como el maíz y la soja resistentes a las plagas. Estos cultivos modificados genéticamente revolucionaron la agricultura al aumentar la productividad y reducir la necesidad de pesticidas.

Biotecnología Ambiental (finales del siglo XX - siglo XXI): La biorremediación se convirtió en una tecnología importante para la limpieza de suelos y agua contaminados. También se desarrollaron enzimas y microorganismos específicos para abordar problemas ambientales.

Avances Recientes (siglo XXI): La biotecnología ha seguido avanzando a un ritmo vertiginoso. Se han desarrollado nuevas técnicas de edición de genes, como CRISPR-Cas9, que permiten la modificación precisa de genomas. La medicina regenerativa, la terapia génica y la bioinformática están revolucionando la atención médica y la investigación.

Biotecnología y la Pandemia (siglo XXI): La biotecnología desempeñó un papel crucial en el desarrollo de vacunas para hacer frente a la pandemia de COVID-19, destacando la importancia de esta disciplina en la salud pública global.

Principios y fundamentos de la biotecnología.

La biotecnología es una disciplina en constante evolución, y la comprensión de sus principios es crucial para seguir avanzando en esta área. Siendo esenciales la revisión de estos para comprender cómo funciona esta disciplina y cómo se aplican en diversas áreas, desde la medicina hasta la agricultura y la industria.

Los principios y fundamentos son esenciales para comprender la base científica y técnica de la biotecnología. Permitiendo a los científicos e ingenieros desarrollar aplicaciones innovadoras en campos tan diversos como la medicina, la agricultura, la industria y la investigación ambiental.

Procedemos entonces a describir los principios y fundamentos clave de la biotecnología:

Genética y Biología Molecular: La biotecnología se basa en la comprensión de la genética y la biología molecular. Los genes son las unidades fundamentales de la herencia y la información genética. La manipulación de genes y la comprensión de cómo se expresan en proteínas son elementos esenciales en la biotecnología.

ADN y ARN: El ADN (ácido desoxirribonucleico) y el ARN (ácido ribonucleico) son las moléculas portadoras de información genética. La estructura del ADN de doble hélice y su capacidad de replicación son conceptos fundamentales. El ARN tiene un papel central en la síntesis de proteínas.

Recombinación del ADN: La recombinación del ADN implica la transferencia de fragmentos de ADN de una fuente a otra, lo que permite la creación de ADN recombinante. Esto es esencial para la ingeniería genética y la creación de organismos modificados genéticamente (OMG).

Clonación Molecular: La clonación molecular es el proceso de copiar genes o fragmentos de ADN para obtener múltiples copias idénticas. Se utiliza para amplificar genes y producir grandes cantidades de ADN para su posterior estudio.

Técnicas de Secuenciación: La secuenciación del ADN es la determinación del orden de las bases nitrogenadas en una molécula de ADN. La secuenciación ha avanzado enormemente con técnicas como la secuenciación de próxima generación (NGS) y la secuenciación de tercera generación, lo que ha permitido analizar genomas completos con gran precisión.

Expresión Génica: La expresión génica se refiere al proceso por el cual la información genética se utiliza para sintetizar proteínas. La comprensión de cómo se regula la expresión génica es crucial en la producción de proteínas recombinantes y en la terapia génica.

Proteínas y Enzimas: Las proteínas son moléculas clave en la biotecnología. Las enzimas son proteínas que catalizan reacciones bioquímicas y se utilizan en procesos biotecnológicos, como la producción de alimentos y bebidas, así como en la investigación y el diagnóstico.

Cultivos Celulares y Microorganismos: Los cultivos celulares y los microorganismos, como bacterias y levaduras, se utilizan en la producción de proteínas recombinantes y otros productos biotecnológicos. La optimización de condiciones de cultivo es esencial.

Ética y Seguridad: La ética y la seguridad en la biotecnología son fundamentales. La comunidad científica y la sociedad en su conjunto deben abordar cuestiones éticas, como la modificación genética, y garantizar la seguridad en la manipulación de microorganismos y organismos modificados genéticamente.

Regulación y Normativas: La biotecnología está sujeta a regulaciones y normativas que varían según el país. Estas regulaciones se centran en la seguridad de los productos biotecnológicos y la protección del medio ambiente.

Biología Molecular y Genética: La Biología Molecular y la Genética son los cimientos de la biotecnología y desempeñan un papel crucial en la manipulación y comprensión de los procesos biológicos a nivel molecular. Estas disciplinas permiten avances en medicina, agricultura, medio ambiente y muchas otras áreas, y son esenciales para el desarrollo de soluciones innovadoras en la biotecnología.

Ambas áreas fundamentales en la biotecnología proporcionan los cimientos científicos y técnicos para gran parte de la investigación y las aplicaciones biotecnológicas.

Sin embargo, debemos tener algunas consideraciones clave sobre la Biología Molecular y la Genética en el contexto de la biotecnología como lo son:

Las bases de la Biotecnología: La Biología Molecular y la Genética son las disciplinas fundamentales en las que se basa la biotecnología. La manipulación de genes y la modificación de material genético son esenciales para muchas aplicaciones biotecnológicas, como la creación de organismos modificados genéticamente (OMG) y la producción de proteínas recombinantes.

Las técnicas de Ingeniería Genética: La Biología Molecular proporciona las herramientas y técnicas para manipular el ADN y el ARN, como la clonación molecular, la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y la secuenciación del ADN. Estas técnicas son esenciales para la ingeniería genética y la creación de ADN recombinante.

La genómica y secuenciación: La Genética y la Biología Molecular han desempeñado un papel central en el avance de la genómica, el estudio de genomas completos. La secuenciación de genomas ha revolucionado nuestra comprensión de los genes y ha impulsado la investigación en áreas como la medicina personalizada y la agricultura de precisión.

El diagnóstico molecular: La Biología Molecular y la Genética se utilizan en el diagnóstico molecular para identificar enfermedades genéticas, infecciones y mutaciones genéticas. Las pruebas de ADN y ARN son esenciales en el diagnóstico clínico y la medicina forense.

La terapia Génica: La Genética y la Biología Molecular son fundamentales en la terapia génica, un campo que busca corregir o reemplazar genes defectuosos en pacientes con enfermedades genéticas. Esta es una de las aplicaciones más prometedoras de la biotecnología en la medicina.

Los cultivos transgénicos: La Genética desempeña un papel clave en la creación de cultivos transgénicos resistentes a plagas, enfermedades o condiciones climáticas adversas. La introducción de genes específicos en plantas es un proceso basado en principios genéticos.

Además de por supuesto la **ética y la regulación** dado que a medida que la biotecnología se ha expandido, la Genética y la Biología Molecular han planteado cuestiones éticas y reguladoras, como la modificación genética y la privacidad genómica. La ética y la regulación son fundamentales en estas áreas.

Bases moleculares de la biotecnología.

Las bases moleculares de la biotecnología son esenciales para comprender cómo se manipulan y utilizan moléculas biológicas para desarrollar productos y tecnologías. Estas bases sustentan las aplicaciones de la biotecnología en áreas como la medicina, la agricultura, la industria y la investigación científica. A nivel molecular las aplicaciones sustentan los avances en esta disciplina. Estas bases se centran en la comprensión de la biología molecular y la manipulación de las moléculas biológicas para desarrollar productos, tecnologías y terapias.

¿Cuáles serían entonces las bases moleculares claves de la biotecnología?

En primer lugar, tendríamos al **ADN** y el **ARN**. El ADN (ácido desoxirribonucleico) y el ARN (ácido ribonucleico) son las moléculas esenciales que almacenan y transmiten información genética. La biotecnología se basa en la capacidad de manipular estas moléculas para modificar la herencia genética y controlar la expresión de genes.

En una segunda instancia mencionamos la **recombinación del ADN** dado que este implica la inserción de genes o fragmentos de ADN de una fuente a otra. Siendo esta la técnica que permite la creación de ADN recombinante, una herramienta fundamental en la ingeniería genética y la producción de proteínas recombinantes.

No menos importante la **secuenciación del ADN** que es la determinación del orden de las bases nitrogenadas en una molécula de ADN. Las técnicas de secuenciación permiten leer y comprender la información genética de un organismo. La secuenciación de nueva generación (NGS) ha revolucionado la capacidad de analizar genomas completos.

La biotecnología se basa en la capacidad de controlar la **expresión de genes**. La comprensión de cómo se regulan los genes en respuesta a señales internas y externas es esencial para diseñar terapias génicas y producir proteínas recombinantes.

También las **proteínas** son moléculas esenciales en la biotecnología y las **enzimas** que son proteínas que catalizan reacciones bioquímicas. La ingeniería de proteínas y la producción de enzimas recombinantes son componentes clave en la producción de alimentos, medicamentos y productos químicos.

La **genómica** y sus funcionalidades se enfocan en el estudio de genomas completos. Buscando entender cómo los genes funcionan y se regulan. Ayudando a identificar dianas terapéuticas.

La **edición génica** es el uso de herramientas como **CRISPR-Cas9** permiten la edición precisa de genes en organismos, lo que tiene aplicaciones en la corrección de mutaciones genéticas y la modificación de características específicas.

Así como la **terapia génica** que se basa en la introducción de genes o fragmentos de ADN en células humanas para corregir enfermedades genéticas. Comprender cómo funcionan los genes y cómo se pueden modificar es crucial para el éxito de la terapia génica.

Las pruebas de **diagnóstico molecular** utilizan técnicas moleculares para detectar enfermedades genéticas, infecciones y otras condiciones de salud. Estas pruebas se basan en la identificación de secuencias de ADN o ARN específicas.

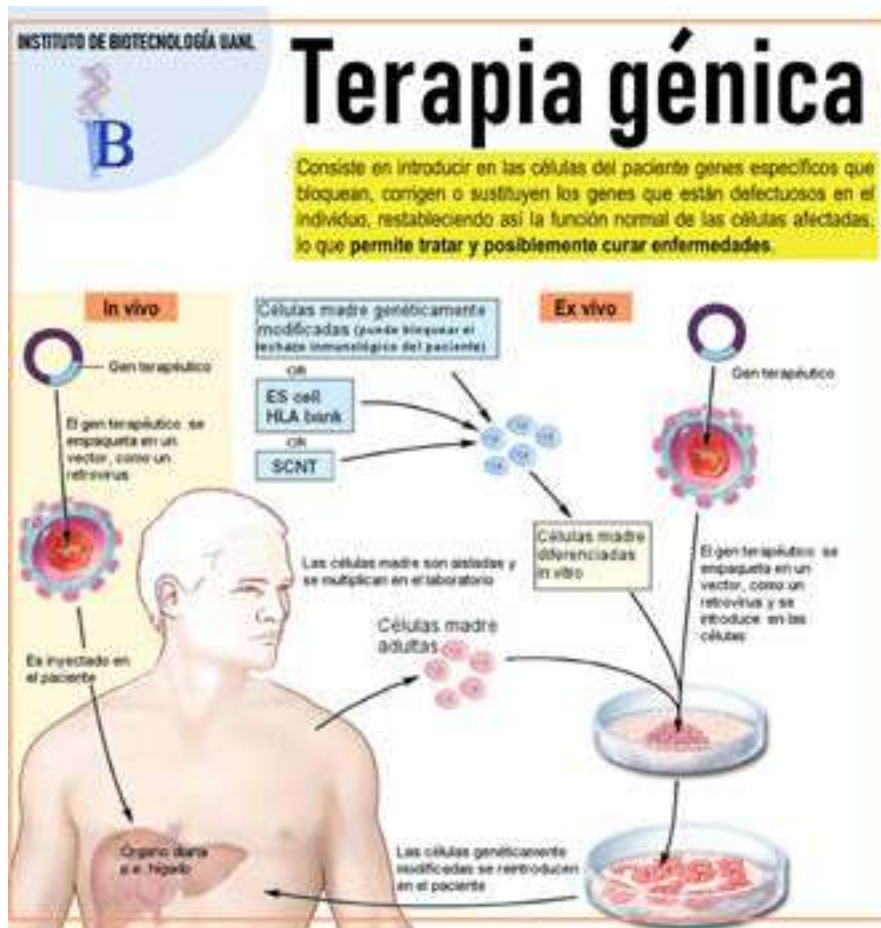
Recordemos además que la manipulación de moléculas biológicas plantea cuestiones éticas y reguladoras, como la privacidad genética y la seguridad en la manipulación de organismos modificados genéticamente.

Genética y genómica aplicadas a la biotecnología.

La Genética y la Genómica son herramientas cruciales en la biotecnología y permiten una amplia gama de aplicaciones en la medicina, la agricultura, la investigación y la conservación ambiental. Estas disciplinas desempeñan un papel fundamental en la comprensión y la manipulación de la información genética para el beneficio de la salud humana, la producción de alimentos y la sostenibilidad del medio ambiente. Los siguientes ejemplos ilustran cómo la Genética y la Genómica desempeñan un papel fundamental en una amplia gama de aplicaciones biotecnológicas, desde la medicina hasta la agricultura y la conservación ambiental.

Terapia Génica para la Fibrosis Quística: En la terapia génica, se utiliza la Genómica para identificar y corregir mutaciones genéticas responsables de enfermedades hereditarias como la fibrosis quística. Los investigadores desarrollan terapias para reemplazar o reparar los genes defectuosos en pacientes con esta enfermedad.

Figura N°1: Esquema de la Terapia génica.



Fuente: Instituto de Biotecnología UANL <http://biotecnologia.uanl.mx/>

Cultivos Transgénicos Resistentes a Plagas: La Genética y la Genómica se utilizan para identificar genes que confieren resistencia a plagas en plantas. Por ejemplo, se han desarrollado cultivos transgénicos, como el maíz Bt, que contienen genes de bacterias que producen proteínas tóxicas para las plagas.

Medicina Genómica y Diagnóstico de Cáncer: La Genómica se aplica en la medicina para el diagnóstico y tratamiento del cáncer. La secuenciación del ADN tumoral permite identificar mutaciones genéticas específicas y adaptar los tratamientos a las características genéticas del paciente.

Edición de Genes para la Enfermedad de Huntington: La técnica CRISPR-Cas9 se ha utilizado en la edición de genes para corregir mutaciones causantes de enfermedades genéticas, como la enfermedad de Huntington. La Genética y la Genómica son fundamentales para identificar las mutaciones a corregir.

Biorremediación de Suelos Contaminados: En la biorremediación ambiental, se utilizan microorganismos modificados genéticamente para descomponer contaminantes en el suelo. La Genética es esencial para diseñar microorganismos capaces de degradar compuestos específicos.

Selección de Razas de Ganado Mejoradas: La Genómica se aplica en la mejora de razas de ganado. Identificar genes relacionados con características deseables, como la producción de carne magra o la resistencia a enfermedades, permite la cría selectiva de animales mejorados genéticamente.

Secuenciación de Genomas para la Conservación de Especies: La Genómica se utiliza en la conservación de especies amenazadas. La secuenciación de genomas de individuos y poblaciones ayuda a comprender la diversidad genética y a tomar decisiones informadas sobre la conservación.

Diseño de Fármacos Basados en la Genética: La Genómica se utiliza en la identificación de dianas terapéuticas y en el diseño de fármacos. Los fármacos dirigidos a proteínas específicas se desarrollan a partir de información genómica sobre las vías biológicas implicadas en enfermedades.

Marcadores Genéticos en la Agricultura de Precisión: La Genética se aplica en la agricultura de precisión para identificar marcadores genéticos que permiten la selección de variedades de cultivos adaptadas a condiciones específicas, como la disponibilidad de agua o la resistencia a plagas.

Pruebas de Paternidad y Forenses: Las pruebas de ADN se basan en la Genética y la Genómica. Se utilizan para determinar la paternidad, resolver casos forenses y establecer vínculos familiares en casos legales.

Técnicas y Herramientas de Biotecnología:

Las técnicas y herramientas de biotecnología son métodos y equipos que se utilizan para manipular y aprovechar organismos vivos y sus componentes, como el ADN, proteínas y microorganismos, con el fin de desarrollar productos, tecnologías y terapias.

Mencionamos a continuación las técnicas y herramientas más comunes en la biotecnología:

Recombinación del ADN: La recombinación del ADN implica la transferencia de fragmentos de ADN de una fuente a otra, lo que permite la creación de ADN recombinante. Algunas de las técnicas más utilizadas incluyen la clonación molecular y la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa).

Secuenciación del ADN: La secuenciación del ADN implica la determinación del orden de las bases nitrogenadas en una molécula de ADN. Técnicas como la secuenciación de nueva generación (NGS) y la secuenciación de tercera generación permiten la secuenciación rápida y precisa de genomas completos.

Técnicas de Edición de Genes: Herramientas como CRISPR-Cas9 permiten la edición precisa de genes en organismos, lo que tiene aplicaciones en la corrección de mutaciones genéticas y la modificación de características específicas.

Expresión Génica: La expresión de genes se puede controlar utilizando técnicas de promoción y regulación génica. Esto es fundamental para la producción de proteínas recombinantes y la terapia génica.

Cultivos Celulares y Fermentación: Los cultivos celulares se utilizan para la producción de proteínas y productos biotecnológicos en un entorno controlado. La fermentación es una técnica clave en la producción de productos químicos, alimentos y bebidas.

Clonación de Organismos: La clonación de organismos implica la creación de copias genéticamente idénticas de un organismo. La clonación de animales y plantas se ha utilizado en la agricultura y la conservación.

Secuenciación de Proteínas: La secuenciación de proteínas permite determinar la secuencia de aminoácidos en una proteína. Esto es esencial para la identificación de proteínas desconocidas y la producción de proteínas recombinantes.

Marcadores Moleculares: Los marcadores moleculares son secuencias de ADN específicas que se utilizan para identificar genes o características genéticas en organismos. Estos marcadores son fundamentales en la selección y mejora de cultivos y en la genética forense.

Biorremediación: La biorremediación utiliza microorganismos modificados genéticamente para descomponer contaminantes en el medio ambiente. Se utilizan técnicas de ingeniería genética para diseñar microorganismos capaces de degradar compuestos específicos.

Microarrays y Secuenciación de ARN: Estas técnicas se utilizan para analizar la expresión de genes a nivel global. Permiten identificar qué genes están activos en un momento dado y cómo cambia la expresión génica en diferentes condiciones.

Electroforesis y Cromatografía: Estas técnicas se utilizan para separar y analizar moléculas biológicas, como ADN, ARN y proteínas, en función de su tamaño o carga eléctrica. La electroforesis es esencial en la identificación de fragmentos de ADN y ARN.

Enzimas de Restricción: Las enzimas de restricción cortan el ADN en lugares específicos, lo que se utiliza en la clonación y la construcción de vectores de expresión.

Microscopía Avanzada: La microscopía de fluorescencia y la microscopía confocal permiten la visualización de procesos biológicos a nivel celular y subcelular. Estas técnicas son fundamentales en la investigación biológica.

Cristalografía de Rayos X: Esta técnica se utiliza para determinar la estructura tridimensional de proteínas y otras macromoléculas biológicas, lo que es esencial para el diseño de fármacos y la comprensión de procesos biológicos.

Clonación molecular.

La clonación molecular es una técnica esencial en la investigación genética, la producción de proteínas recombinantes, la ingeniería genética y muchas otras aplicaciones biotecnológicas. Permite la creación de copias idénticas de fragmentos de ADN para su estudio y manipulación, lo que ha revolucionado la biología y la biotecnología moderna.

La clonación molecular es una técnica biotecnológica que se utiliza para crear copias idénticas de fragmentos de ADN, genes, o incluso genomas completos. Esta técnica es fundamental en la investigación genética, la ingeniería genética y la producción de ADN recombinante. La cual funciona de la siguiente manera:

El primer paso en la clonación molecular es **seleccionar el fragmento de ADN** que se desea clonar. Esto puede ser un gen específico, una secuencia reguladora, un promotor, una región no codificante, o cualquier otra secuencia de interés.

Una vez seleccionado el fragmento de ADN, **se corta usando enzimas de restricción**. Estas enzimas son proteínas que reconocen secuencias específicas en el ADN y cortan la molécula en sitios de restricción. La elección de las enzimas de restricción determina dónde se realizarán los cortes en el ADN.

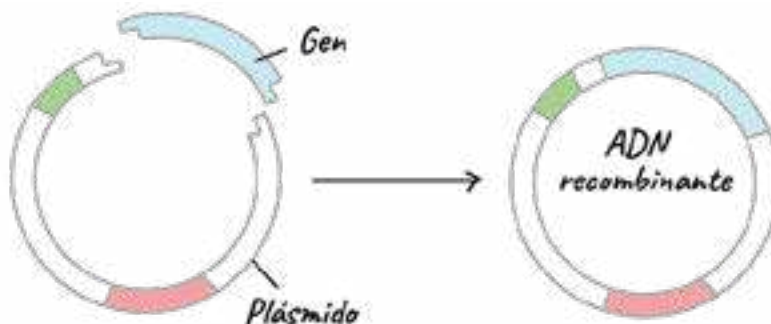
Para insertar el fragmento de ADN clonado en un organismo huésped, se utiliza un **vector de clonación** que es una molécula de ADN que puede replicarse en el organismo huésped y transportar el fragmento de ADN insertado. Los vectores comunes incluyen plásmidos (en bacterias) y virus modificados (como fagos).

El fragmento de ADN cortado y el vector de clonación se unen a través de una **reacción de ligación**. Las moléculas de ADN se unen covalentemente para formar una molécula recombinante que incluye el fragmento deseado insertado en el vector.

En el caso de la clonación en bacterias, el vector recombinante se introduce en las bacterias mediante un proceso llamado **transformación**. Las bacterias toman el vector y lo replican, lo que resulta en una población de bacterias, cada una llevando una copia del vector con el fragmento de ADN clonado.

Para identificar las bacterias que contienen el fragmento de ADN clonado, se utilizan **marcadores de selección** los cuales son genes que confieren resistencia a antibióticos u otras características que permiten identificar a las bacterias portadoras del vector recombinante.

Figura N°2: Esquema de clonación.



Fuente: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/overview-dna-cloning>

Las bacterias seleccionadas se **cultivan en placas** de cultivo para generar una población de copias del fragmento de ADN clonado.

Una vez que se ha producido una población de bacterias que portan el fragmento de ADN clonado, el ADN recombinante se puede aislar de las bacterias. Esto proporciona una cantidad significativa del fragmento de ADN para su posterior análisis o aplicaciones.

PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa).

¿Por qué es necesario conocer la PCR para la ingeniería?

Si bien la PCR es una técnica biológica, su versatilidad y aplicaciones la hacen relevante para la ingeniería en campos como la biotecnología, la medicina, la biología sintética, la investigación científica y la tecnología forense, donde los ingenieros pueden desempeñar un papel fundamental en la mejora de los procesos y las tecnologías asociadas.

A continuación, nombraremos algunos ejemplos:

La PCR se utiliza en la ingeniería genética y la biotecnología para la amplificación de secuencias de ADN, lo que es esencial para la clonación de genes, la manipulación genética y la creación de organismos modificados genéticamente.

También la PCR se aplica en el diagnóstico de enfermedades hereditarias, infecciosas y genéticas. Los ingenieros pueden diseñar dispositivos y sistemas de detección basados en PCR para realizar pruebas de diagnóstico de manera rápida y precisa. Siendo una herramienta esencial en la biología sintética (disciplina que se enfoca en diseñar y construir nuevos sistemas biológicos y organismos desde la ingeniería de diseño genético) los ingenieros utilizan la PCR para ensamblar y modificar secuencias de ADN de manera controlada.

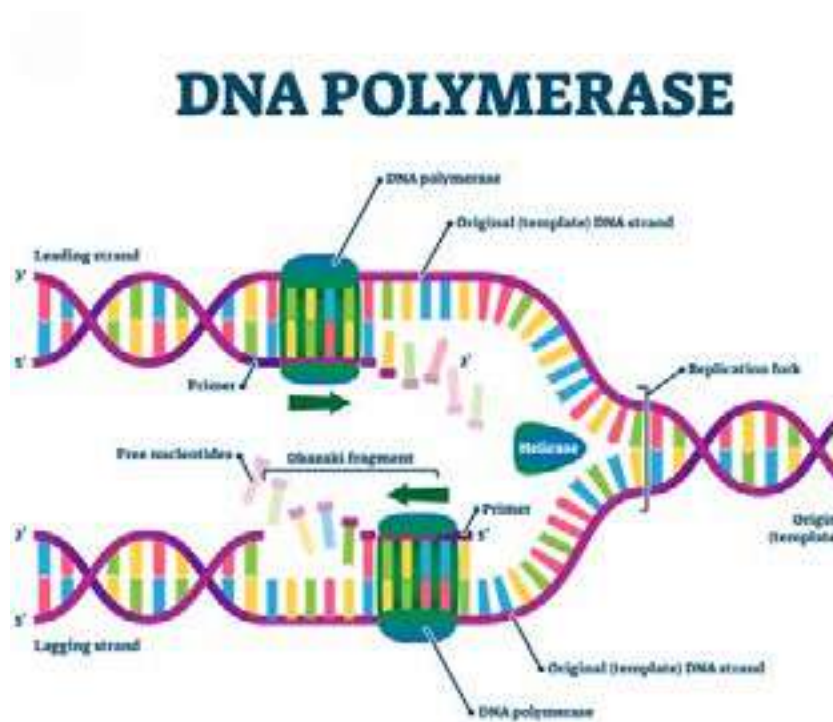
Empleando la investigación científica en una amplia variedad de campos, incluyendo la genética, la microbiología y la ecología. Los ingenieros ambientales, industriales de software pueden colaborar con científicos en la creación de experimentos y dispositivos que involucren la PCR.

Desempeñando un papel crucial en el desarrollo de medicamentos, terapias génicas y la investigación de enfermedades. La PCR es utilizada por los ingenieros que participan en el diseño y la automatización de estos procesos para acelerar la investigación farmacéutica.

Para la resolución de crímenes y la identificación de individuos en casos judiciales se utilizan las llamadas tecnologías forenses en donde la PCR es utilizada para analizar muestras de ADN. Los ingenieros pueden contribuir al desarrollo de sistemas de análisis de ADN forense y de laboratorio.

¿Qué es la PCR?

La PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés Polymerase Chain Reaction) es una técnica de biología molecular que se utiliza para amplificar el ADN de manera exponencial. Aunque en principio no es una técnica directamente relacionada con la ingeniería, tiene aplicaciones importantes en varios campos de la ingeniería y la ciencia, lo que la hace relevante para los ingenieros.

Figura N°3: Esquema DNA Polymerase.

Fuente: Elaboración propia

Cronología de las aplicaciones biotecnológicas más importantes de la PCR

La PCR como técnica fundamental en biotecnológica cuenta con una amplia gama de aplicaciones. A lo largo de los años, ha habido desarrollos y avances continuos en la aplicación de la PCR en diferentes campos de la biotecnología. A continuación, describiremos algunas aplicaciones biotecnológicas de la PCR en función de los años desde las más recientes a las primeras:

2022 y posteriores:

Diagnóstico de enfermedades infecciosas emergentes: La PCR ha sido crucial en la detección de patógenos emergentes como los virus SARS-CoV-2 (causante de la COVID-19) y otros agentes infecciosos.

2020-2021:

Secuenciación de nueva generación (NGS): La PCR se utiliza en la preparación de muestras de ADN para NGS, lo que permite la secuenciación de genomas completos y la exploración de la diversidad genética en diversas aplicaciones, como la genómica comparativa y la detección de mutaciones genéticas.

2010-2019:

Edición genética: La PCR se ha empleado en técnicas de edición genética como CRISPR-Cas9, donde se utiliza para amplificar fragmentos de ADN que se incorporan a un genoma para realizar modificaciones genéticas precisas.

2000-2009:

Diagnóstico molecular de enfermedades hereditarias: La PCR ha sido utilizada en la detección de mutaciones genéticas asociadas con enfermedades hereditarias, lo que permite un diagnóstico más preciso y la planificación de terapias personalizadas.

1990-1999:

Identificación de ADN en escenas del crimen: La PCR se convirtió en una herramienta esencial en la tecnología forense para la identificación de individuos a través de muestras de ADN.

Década de 1980:

Desarrollo de la técnica PCR: La PCR fue inventada por Kary Mullis en 1983, y durante la década de 1980, se perfeccionó y se convirtió en una técnica ampliamente utilizada en biotecnología.

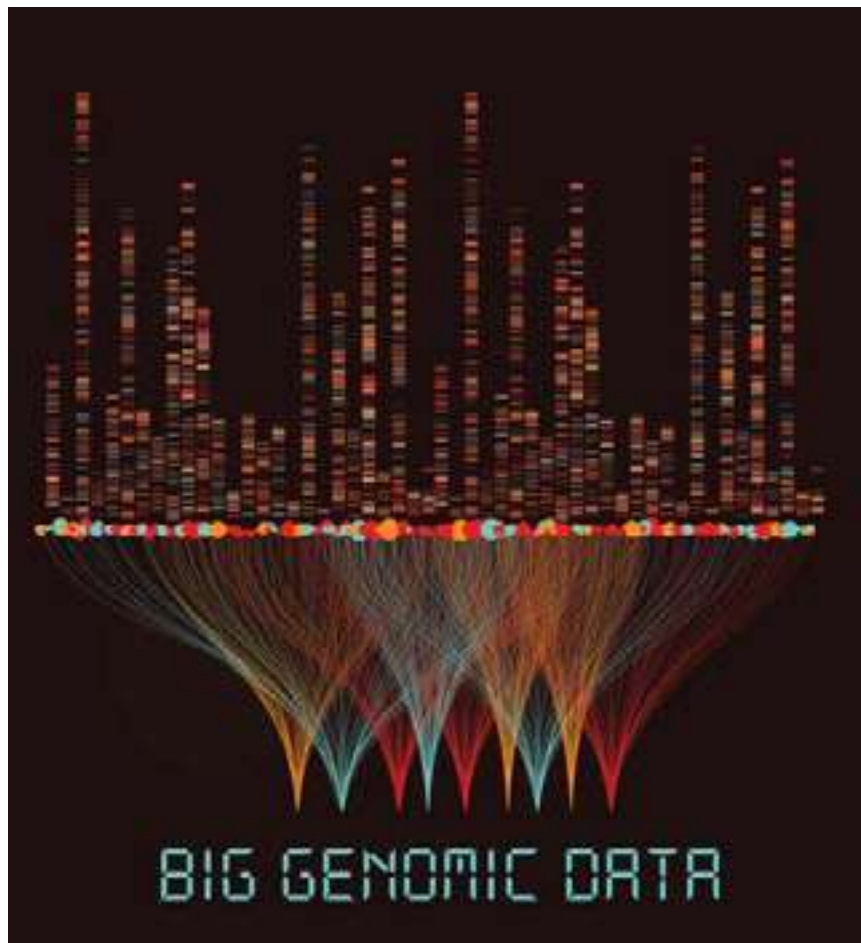
La PCR continúa siendo una técnica en constante evolución, y su uso se ha diversificado y mejorado con el tiempo, lo que ha llevado a numerosas aplicaciones en campos como la medicina, la biología sintética, la investigación científica y la biotecnología. Así como también en las diversas ramas de la ingeniería, en donde los ingenieros de distintas especialidades optimizan, automatizan y emplean esta técnica en el mejoramiento continuo de los procesos diseñando la tecnología idónea para simplificar sistemas complejos tanto en eficiencia energética como en ahorro de tiempo, para las pruebas y ensayos antes mencionados.

Secuenciación de ADN.

¿Qué es la secuenciación de ADN?

La secuenciación de ADN es una técnica fundamental en la biología molecular y la genómica que se utiliza para determinar la secuencia de nucleótidos en una cadena de ADN. Esta información es esencial para una variedad de aplicaciones en la investigación científica, la medicina, la biotecnología y la ingeniería.

Figura N°4: Esquema Genomic data.



Fuente: <https://www.discovermagazine.com/health/scientists-laid-out-a-technological-roadmap-for-what-theyll-need-to-write>

Utilidad y usos de la secuenciación del ADN

Algunos de los usos más importantes de la secuenciación de ADN incluyen, por ejemplo:

La genómica: La secuenciación de ADN se utiliza para secuenciar genomas completos, lo que permite conocer la secuencia de todos los genes y regiones no codificantes de un organismo. Esto es crucial para comprender la genética, la evolución y la variabilidad genética dentro de una especie.

El diagnóstico de enfermedades genéticas: La secuenciación de ADN se aplica en el diagnóstico de enfermedades hereditarias y genéticas al identificar mutaciones en genes asociados con enfermedades. Esto puede ayudar a proporcionar diagnósticos más precisos y asesoramiento genético a los pacientes.

Las terapias personalizadas: La secuenciación de ADN puede utilizarse para identificar mutaciones genéticas específicas en pacientes con enfermedades, lo que permite el diseño de terapias personalizadas que se adaptan a las características genéticas individuales.

La Investigación médica y científica: Los científicos utilizan la secuenciación de ADN para investigar la función de genes, identificar nuevas vías metabólicas y comprender las bases moleculares de enfermedades y procesos biológicos.

Los estudios de diversidad genética: La secuenciación de ADN se emplea para estudiar la diversidad genética dentro de poblaciones y especies, lo que es esencial en la conservación de la biodiversidad y la evolución.

La genómica comparativa: La comparación de genomas de diferentes especies mediante la secuenciación de ADN ayuda a comprender las similitudes y diferencias genéticas entre organismos, lo que arroja luz sobre la evolución y las relaciones filogenéticas.

La biotecnología y biología sintética: La secuenciación de ADN es fundamental en la ingeniería genética y la biología sintética para diseñar y construir organismos modificados genéticamente y sistemas biológicos personalizados.

El descubrimiento de fármacos: La secuenciación de ADN se utiliza en la identificación de dianas terapéuticas y en el desarrollo de medicamentos, ayudando a encontrar genes involucrados en enfermedades y procesos biológicos.

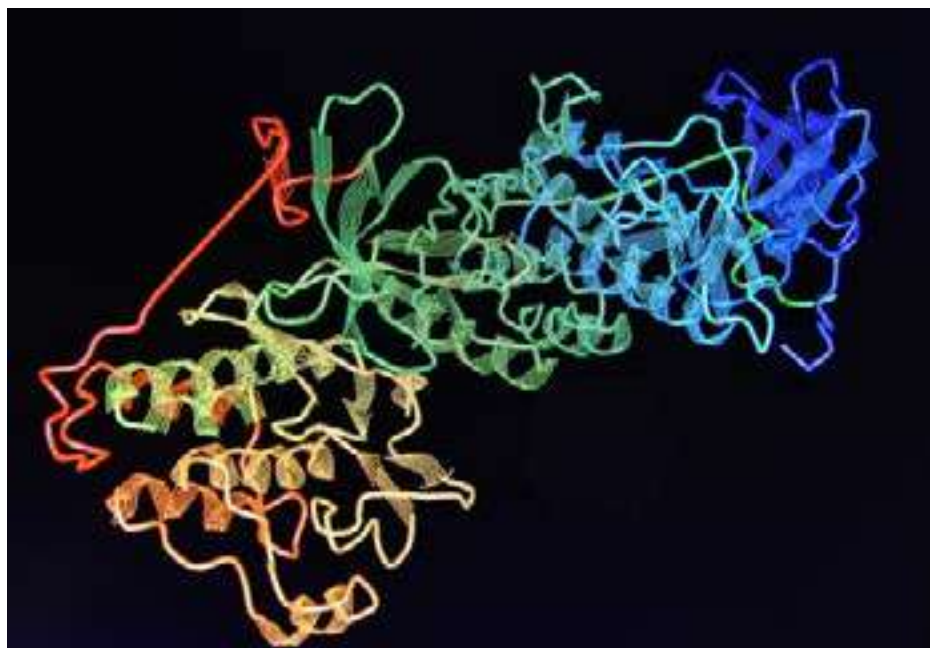
El análisis forense: La secuenciación de ADN se aplica en la identificación de individuos en investigaciones criminales y la resolución de casos judiciales.

Técnicas de análisis de proteínas.

¿Qué son las proteínas y por qué es importante analizarlas?

Recordando lo revisado en los capítulos anteriores; las proteínas son macromoléculas biológicas esenciales que desempeñan una amplia variedad de funciones en los seres vivos. Formadas por cadenas de aminoácidos y se pliegan en estructuras tridimensionales específicas que determinan su función.

Figura N°5: Esquema Enzimas



Fuente: <https://www.cde.ual.es/tendencias-cientificas-la-inteligencia-artificial-resuelve-un-misterio-biologico-pendiente-desde-hace-cincuenta-anos/>

Las proteínas son fundamentales para la vida y cumplen una serie de roles cruciales en los organismos, entre los que se incluyen:

Enzimas: Las proteínas actúan como enzimas, que son catalizadores biológicos que aceleran las reacciones químicas en el cuerpo. Estas reacciones son necesarias para el metabolismo, la digestión, la síntesis de moléculas y muchas otras funciones celulares.

Estructurales: Las proteínas proporcionan estructura y soporte a las células y tejidos. Por ejemplo, la queratina es una proteína estructural que forma parte del cabello y las uñas, y el colágeno es una proteína que da resistencia a la piel, los huesos y los tendones.

Transporte: Proteínas como la hemoglobina transportan moléculas importantes, como el oxígeno, a través del torrente sanguíneo.

Regulación: Las proteínas reguladoras controlan la expresión de genes, la actividad celular y la señalización en el organismo. Ejemplos de proteínas reguladoras incluyen las hormonas y los factores de transcripción.

Defensa: Las proteínas del sistema inmunitario, como los anticuerpos, son cruciales para la defensa del cuerpo contra infecciones y enfermedades.

Contracción muscular: Las proteínas contráctiles, como la actina y la miosina, permiten la contracción de los músculos y el movimiento.

¿Por qué es importante analizar las proteínas?

Analizar las proteínas es fundamental para comprender la función biológica, diagnosticar enfermedades, avanzar en la investigación científica y aplicar la biotecnología a continuación profundizaremos al respecto.

El estudio de las proteínas es esencial para comprender cómo funcionan los sistemas biológicos y cómo se regulan las funciones celulares y metabólicas.

Analizar proteínas en muestras biológicas, como la sangre, permite el diagnóstico de enfermedades y la evaluación de la respuesta al tratamiento. Por ejemplo, las pruebas de proteínas séricas pueden ayudar a diagnosticar trastornos como la diabetes, las enfermedades cardíacas y muchas otras afecciones médicas.

El estudio de proteínas también es fundamental en la investigación científica para comprender la biología celular, la genética, la biotecnología y el desarrollo de nuevos medicamentos. Además, las proteínas son importantes en la biotecnología, donde se utilizan para producir productos farmacéuticos, enzimas industriales y alimentos modificados genéticamente.

¿Qué técnicas se utilizan para el análisis de proteínas?

La elección de la técnica depende de los objetivos de la investigación y de la naturaleza de las proteínas bajo estudio. En muchos casos, se utilizan varias técnicas en combinación para obtener una comprensión completa de las propiedades de las proteínas. Las técnicas más comunes utilizadas en el análisis de proteínas se mencionan a continuación:

Electroforesis en gel: La electroforesis en gel es una técnica que permite separar proteínas en función de su tamaño y carga eléctrica. La electroforesis en gel de poliacrilamida (PAGE) y la electroforesis en gel de agarosa son dos variantes ampliamente utilizadas. La PAGE se utiliza para separar proteínas en función de su peso molecular, mientras que la electroforesis en gel de agarosa es más adecuada para separar proteínas de alto peso molecular o ácidos nucleicos.

Western blot: El Western blot, también conocido como inmunotransferencia, es una técnica que combina la electroforesis en gel con la detección de proteínas específicas utilizando anticuerpos. Permite identificar una proteína en una mezcla compleja y determinar su cantidad relativa. Es ampliamente utilizado en investigaciones biomédicas y diagnóstico.

Espectrometría de masas: La espectrometría de masas es una técnica que se utiliza para identificar y cuantificar proteínas en una muestra. Se basa en la medición de la relación entre la masa y la carga de las proteínas. Puede proporcionar información sobre la identidad de las proteínas, sus modificaciones post-traduccionales y su cuantificación.

Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC): La HPLC es una técnica que separa proteínas en función de sus propiedades químicas, como la hidrofobicidad o la interacción con ligandos específicos. Se utiliza comúnmente para purificar proteínas y analizar mezclas complejas de proteínas.

Espectroscopía UV-Vis y espectroscopía de fluorescencia: Estas técnicas se utilizan para medir la absorbancia y fluorescencia de proteínas a diferentes longitudes de onda. Proporcionan información sobre la estructura y las propiedades de las proteínas, así como sobre su concentración.

Resonancia magnética nuclear (RMN): La RMN es una técnica que permite estudiar la estructura tridimensional de las proteínas en solución. Es especialmente útil para proteínas pequeñas y medianas.

Microscopía de fluorescencia: La microscopía de fluorescencia se utiliza para visualizar proteínas en células y tejidos mediante la detección de proteínas etiquetadas con fluoróforos específicos.

Ensayos de unión y actividad enzimática: Estos ensayos se utilizan para evaluar la interacción de una proteína con otros ligandos o su actividad biológica. Pueden proporcionar información sobre la función de una proteína.

Técnicas de cristalografía de rayos X y resonancia magnética nuclear (RMN): Estas técnicas permiten determinar la estructura tridimensional de las proteínas a nivel atómico, lo que es esencial para comprender su función molecular.

Biotecnología Agrícola:

Las herramientas como la PCR, secuenciación de ADN y análisis de proteínas entre otros se utilizan para la Biotecnología Agrícola. Adentrémonos en este maravilloso universo en donde utilizamos técnicas moleculares-biológicas con la finalidad de obtener mejores resultados en la producción agrícola.

La biotecnología agrícola, también conocida como biotecnología agrícola o biotecnología vegetal, es un campo de la biotecnología que se centra en la aplicación de técnicas y herramientas biológicas y genéticas para mejorar la agricultura y la producción de alimentos. Esta disciplina se enfoca en la modificación genética de cultivos, plantas y organismos agrícolas con el objetivo de obtener beneficios en términos de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a condiciones ambientales adversas y calidad de los productos agrícolas.

Algunos de los **aspectos clave** de la biotecnología agrícola incluyen:

Ingeniería genética: La biotecnología agrícola utiliza técnicas de ingeniería genética para introducir genes específicos en plantas y cultivos con el fin de conferirles características deseables. Estos genes pueden provenir de la misma especie o de especies diferentes y pueden estar relacionados con la resistencia a plagas, la tolerancia a herbicidas, la mejora del valor nutricional o la adaptación a condiciones de crecimiento adversas.

Cultivos transgénicos: Los cultivos transgénicos, o cultivos genéticamente modificados (GM), son un ejemplo importante de la aplicación de la biotecnología agrícola. Estos cultivos han sido alterados genéticamente para expresar rasgos específicos, como la resistencia a insectos, la resistencia a herbicidas o la tolerancia a condiciones climáticas extremas. Ampliaremos mas adelante.

Mejora de la calidad de los alimentos: La biotecnología agrícola también se utiliza para mejorar la calidad nutricional de los alimentos. Por ejemplo, se pueden desarrollar cultivos que sean más ricos en vitaminas o minerales, lo que puede contribuir a combatir la malnutrición en poblaciones que dependen de estos cultivos como fuente principal de alimentos.

Tolerancia a factores ambientales: La modificación genética de plantas también se realiza para hacer que los cultivos sean más resistentes a factores ambientales estresantes, como sequías, suelos salinos o altas temperaturas.

Reducción del uso de pesticidas: La biotecnología agrícola puede ayudar a reducir la necesidad de utilizar pesticidas químicos al desarrollar cultivos resistentes a plagas y enfermedades.

Incremento en la productividad: La modificación genética puede mejorar el rendimiento de los cultivos al aumentar su resistencia y calidad, lo que puede ser beneficioso para la seguridad alimentaria y la economía.

La biotecnología agrícola ha sido objeto de debate y discusión debido a sus implicaciones éticas, medioambientales y económicas. Por un lado, puede contribuir a abordar desafíos globales como la seguridad alimentaria y el cambio climático, pero también plantea preocupaciones sobre la seguridad de los alimentos modificados genéticamente y el impacto en la biodiversidad. La regulación y la investigación continua son esenciales para abordar estos temas y maximizar los beneficios de la biotecnología agrícola.

Casos exitosos de la biotecnología agrícola nombrados cronológicamente

Mencionaremos ejemplos de casos exitosos de la biotecnología agrícola a lo largo de las décadas. Recordemos que la modificación genética de cultivos ha contribuido a aumentar la productividad agrícola, reducir el uso de pesticidas y mejorar la calidad de los alimentos en muchas partes del mundo. Sin embargo, también ha generado debates sobre cuestiones relacionadas con la seguridad, la regulación y el impacto ambiental, lo que destaca la importancia de abordar estos temas de manera equilibrada y cuidadosa.

Década de 1980: Cultivos resistentes a insectos. En la década de 1980, se desarrollaron los primeros cultivos transgénicos que expresaban genes para resistir plagas específicas. Un caso notable es el maíz Bt, que contiene un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que produce una proteína tóxica para ciertas plagas de insectos. Este maíz ha demostrado reducir la necesidad de pesticidas químicos y aumentar los rendimientos.

Década de 1990: Soja Roundup Ready. En la década de 1990, se introdujo la soja Roundup Ready, que ha sido modificada genéticamente para ser resistente al herbicida glifosato. Esto ha permitido a los agricultores eliminar malezas de forma más eficiente y mejorar la productividad.

Década de 2000: Arroz dorado. El arroz dorado es un ejemplo de un cultivo modificado genéticamente con el propósito de aumentar su contenido de vitamina A. Fue desarrollado para abordar la deficiencia de esta vitamina en regiones donde el arroz es un alimento básico, lo que ha tenido un impacto positivo en la salud de las poblaciones afectadas.

Década de 2010: Manzanas Arctic. En 2015, se aprobó la comercialización de las manzanas Arctic, que han sido modificadas genéticamente para resistir el pardeamiento enzimático que ocurre cuando se cortan. Esto ha llevado a una reducción del desperdicio de alimentos y a una mejora en la calidad de las manzanas en el mercado.

Década de 2020: Algodón resistente a plagas. En la década de 2020, se han desarrollado variedades de algodón transgénico resistentes a plagas como el gusano del botón. Estos cultivos han demostrado reducir la necesidad de pesticidas y mejorar los rendimientos en la producción de algodón.

Controversia

La biotecnología agrícola y los cultivos transgénicos han sido objeto de controversia y debate en todo el mundo debido a una serie de preocupaciones y cuestiones. Aquí se detallan algunas de las principales controversias relacionadas con la biotecnología agrícola:

Seguridad alimentaria: Uno de los principales temas de preocupación es la seguridad de los alimentos modificados genéticamente. Aunque los organismos genéticamente modificados (OGM) deben someterse a rigurosas evaluaciones de seguridad antes de su comercialización, existen temores de que puedan haber efectos no deseados en la salud humana. Hasta la fecha, no se han encontrado evidencias científicas sólidas de que los OGM aprobados para el consumo humano sean dañinos, pero la percepción de riesgo persiste.

Impacto ambiental: Se ha debatido sobre el impacto ambiental de los cultivos transgénicos, en particular en lo que respecta a la resistencia a pesticidas y a las plantas Bt (resistentes a insectos). Algunos argumentan que el uso extendido de estos cultivos podría conducir a la aparición de plagas resistentes y al aumento de las aplicaciones de herbicidas, lo que podría tener un impacto negativo en el entorno.

Biodiversidad: Se ha planteado la preocupación de que los cultivos transgénicos puedan tener un impacto en la biodiversidad al competir con variedades de plantas locales o al intercambiar genes con parientes silvestres, lo que podría tener consecuencias imprevistas.

Propiedad intelectual y monopolios: Las empresas que desarrollan semillas transgénicas a menudo poseen patentes sobre las variedades genéticamente modificadas. Esto ha llevado a preocupaciones sobre la concentración de poder y la creación de monopolios en la industria agrícola, lo que podría afectar a los agricultores que dependen de estas semillas.

Etiquetado de alimentos: El etiquetado de alimentos que contienen ingredientes modificados genéticamente ha sido un tema de debate en muchos países. Algunas personas creen que los consumidores tienen derecho a saber si los alimentos que compran contienen OGM, mientras que otros argumentan que los OGM aprobados son seguros y que el etiquetado podría llevar a una percepción injustificada de riesgo.

Dependencia de monocultivos: La adopción masiva de cultivos transgénicos en algunos lugares ha llevado a preocupaciones sobre la dependencia de monocultivos específicos, lo que puede aumentar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas a plagas, enfermedades y cambios en las condiciones climáticas.

Ingeniería genética de plantas.

¿Qué es la ingeniería genética de plantas?

La ingeniería genética de plantas es una rama de la biotecnología que se enfoca en la modificación genética de plantas para introducir o alterar características específicas con el objetivo de mejorar su rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a condiciones ambientales adversas y calidad de los productos vegetales. Esta tecnología permite la transferencia de genes entre plantas o la modificación de los genes existentes en una planta para lograr los resultados deseados.

Algunos de los objetivos comunes de la ingeniería genética de plantas incluyen:

Resistencia a plagas y enfermedades: Se pueden introducir genes que codifican proteínas tóxicas para ciertas plagas o que mejoran la resistencia a patógenos específicos. Un ejemplo es el uso de genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) para conferir resistencia a insectos en cultivos como el maíz y el algodón.

Tolerancia a herbicidas: Se pueden desarrollar plantas resistentes a herbicidas específicos para permitir el control efectivo de malezas sin dañar los cultivos.

Tolerancia a condiciones ambientales adversas: La ingeniería genética puede utilizarse para mejorar la capacidad de las plantas para crecer en condiciones de estrés abiótico, como sequías, suelos salinos o temperaturas extremas.

Mejora de la calidad nutricional: Se pueden modificar plantas para aumentar el contenido de nutrientes específicos, como vitaminas o minerales, en los productos vegetales.

Reducción de la pérdida de cosechas: La modificación genética puede aumentar la resistencia de las plantas a factores como la sequía, lo que disminuye la pérdida de cosechas en condiciones desfavorables.

Reducción del uso de pesticidas: Al desarrollar plantas resistentes a plagas y enfermedades, se puede reducir la necesidad de aplicar pesticidas químicos en la agricultura.

Desarrollo de cultivos resistentes a enfermedades infecciosas: La ingeniería genética se utiliza para desarrollar plantas que son resistentes a patógenos que causan enfermedades graves en cultivos, lo que puede aumentar la producción de alimentos.

Logros alcanzados por la ingeniería genética de plantas cronológicamente

La ingeniería genética de plantas ha logrado una serie de avances significativos a lo largo de los años. A continuación, se presentan algunos de los logros alcanzados cronológicamente:

Década de 1980: Resistencia a insectos. En esta década, se desarrollaron los primeros cultivos transgénicos resistentes a insectos utilizando genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt). El maíz Bt y el algodón Bt fueron algunos de los primeros ejemplos de cultivos genéticamente modificados para resistir plagas específicas.

Década de 1990: Tolerancia a herbicidas. En la década de 1990, se introdujeron cultivos transgénicos resistentes a herbicidas como la soja Roundup Ready. Estos cultivos pueden resistir la aplicación de herbicidas como el glifosato, lo que facilita el control de malezas.

Década de 2000: Arroz dorado. En esta década, se desarrolló el arroz dorado, una variedad de arroz modificado genéticamente para aumentar su contenido de vitamina A. Esto fue un avance importante en la mejora de la calidad nutricional de un cultivo básico.

Década de 2010: Manzanas Arctic y papas Innate. En la década de 2010, se aprobaron y comercializaron manzanas Arctic, que no se oxidan rápidamente después de ser cortadas, y papas Innate, que tienen una menor producción de acrilamida, una sustancia potencialmente carcinogénica que se forma al freír papas.

Década de 2020: Cultivos resistentes a plagas. En esta década, se han desarrollado variedades de cultivos de algodón y maíz resistentes a plagas específicas, lo que ha reducido la necesidad de pesticidas químicos y ha mejorado los rendimientos en la agricultura.

Además, que la tecnología ha seguido evolucionando y se han continuado investigando y desarrollando nuevos cultivos transgénicos con diversas características beneficiosas, lo que ha tenido un impacto significativo en la agricultura y la producción de alimentos en todo el mundo.

Cultivos transgénicos.

La ciencia detrás de los cultivos transgénicos ha avanzado significativamente y ha permitido el desarrollo de variedades de plantas que pueden tener ventajas en términos de rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, eficiencia en el uso de recursos y mejora en la calidad nutricional.

¿Cuál es la base científica de los cultivos transgénicos?

Los cultivos transgénicos, también conocidos como organismos genéticamente modificados (OGM) o cultivos genéticamente modificados (CGM), se basan en la ingeniería genética para introducir genes específicos en el ADN de una planta u organismo con el objetivo de conferirles características deseables, como resistencia a plagas, tolerancia a herbicidas, mayor rendimiento, contenido nutricional mejorado u otras propiedades agronómicas.

La base científica de los cultivos transgénicos se fundamenta en varios campos de la biología y la genética, y ha evolucionado a lo largo de décadas de investigación. Aquí hay algunos conceptos clave que sustentan la ciencia detrás de los cultivos transgénicos:

Ingeniería genética: La ingeniería genética es el proceso mediante el cual se aíslan genes específicos de una fuente y se insertan en el ADN de otro organismo. Esto se logra utilizando técnicas de biología molecular, como la tecnología del ADN recombinante, para cortar, pegar y modificar el material genético.

Genes diana: Los investigadores identifican genes que codifican para las características deseadas, como resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas o mayor contenido de nutrientes. Estos genes se extraen y se insertan en el ADN de la planta que se va a modificar.

Vectores de transferencia: Para insertar los genes diana en el genoma de la planta, se utilizan vectores de transferencia, que son fragmentos de ADN utilizados como vehículos para transportar y entregar los genes en la planta huésped.

Transformación genética: La planta se somete a un proceso de transformación genética, que implica la introducción de los genes diana en sus células. Esto se puede hacer mediante diferentes métodos, como la biobalística, la agroinfiltración o la *Agrobacterium tumefaciens*.

Selección y regeneración de plantas transgénicas: Después de la transformación genética, se seleccionan las plantas que han incorporado con éxito los genes diana en su genoma. Estas plantas son regeneradas a partir de células transformadas para producir plantas enteras.

Pruebas de campo y aprobación regulatoria: Antes de que los cultivos transgénicos se comercialicen, se realizan extensas pruebas de campo y se someten a evaluaciones regulatorias para asegurarse de que sean seguros para la salud humana, el medio ambiente y la agricultura.

Biofertilizantes y biopesticidas.

Los biofertilizantes y biopesticidas representan enfoques más ecológicos y sostenibles para la agricultura al aprovechar los procesos biológicos naturales para mejorar la calidad del suelo, el crecimiento de las plantas y el control de plagas y enfermedades. Estos productos ofrecen ventajas significativas en términos de reducción de la dependencia de productos químicos sintéticos y la promoción de prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.

Los biofertilizantes y biopesticidas son productos agrícolas derivados de microorganismos vivos, como bacterias, hongos y otros organismos, que se utilizan en la agricultura para mejorar la fertilidad del suelo, promover el crecimiento de las plantas y controlar plagas y enfermedades de manera más sostenible y respetuosa con el medio ambiente que los fertilizantes y pesticidas químicos tradicionales. Aquí tienes una descripción más detallada de ambos:

Biofertilizantes:

Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos beneficiosos que ayudan a mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas.

Estos microorganismos pueden ser bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos micorrícicos o bacterias solubilizadoras de fósforo, entre otros.

Los biofertilizantes pueden aumentar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio, al ayudar en la solubilización de minerales y la fijación de nitrógeno atmosférico.

Contribuyen a mejorar la salud del suelo y la sostenibilidad de la agricultura, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y minimizando la contaminación ambiental.

Biopesticidas:

Los biopesticidas son productos biológicos utilizados para el control de plagas y enfermedades en la agricultura.

Estos productos contienen microorganismos patógenos específicos para las plagas o agentes antagonistas, como hongos, bacterias o virus, que atacan a las plagas de manera selectiva y eficaz.

Los biopesticidas son una alternativa más segura y sostenible a los pesticidas químicos, ya que tienen un impacto reducido en el medio ambiente y no causan daño a organismos no objetivo, como abejas o fauna benéfica.

Además, ayudan a prevenir la resistencia de las plagas a los pesticidas químicos al diversificar las estrategias de control.

Mejoramiento de cultivos.

El mejoramiento de cultivos desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria global, ya que contribuye a la producción de alimentos de mayor calidad y cantidad. Además, puede ser una herramienta importante para abordar desafíos como el cambio climático y la escasez de recursos, al desarrollar variedades resistentes a sequías o enfermedades.

El mejoramiento de cultivos es un proceso que implica la modificación genética y la selección de plantas para desarrollar variedades agrícolas que sean más resistentes, productivas y adaptables a las necesidades de los agricultores y las demandas del mercado. Este proceso tiene como objetivo mejorar la calidad, el rendimiento, la resistencia a enfermedades y plagas, la tolerancia a condiciones adversas y otras características deseables de las plantas cultivadas.

Aquí les dejo una descripción general de cómo funciona el mejoramiento de cultivos:

Selección tradicional: Durante miles de años, los agricultores han practicado la selección de plantas basada en características deseables, como el tamaño de los frutos, la resistencia a enfermedades o el sabor. Esto ha llevado a la domesticación de muchas especies vegetales.

Hibridación: La hibridación es el cruce controlado de dos variedades de plantas para combinar sus características genéticas deseables en la descendencia. Esto se hace para obtener plantas híbridas con cualidades mejoradas.

Mutagénesis: La mutagénesis es un proceso que induce mutaciones aleatorias en el ADN de las plantas. Esto puede llevar a la generación de mutantes con características únicas y deseables, que luego se seleccionan y cultivan.

Ingeniería genética: En la última década, la ingeniería genética ha permitido la introducción de genes específicos en plantas para conferirles características deseables, como resistencia a plagas, tolerancia a condiciones climáticas adversas o mayor contenido nutricional.

Pruebas de campo y selección: Las plantas resultantes de estos métodos se someten a pruebas de campo extensivas y rigurosas para evaluar su desempeño en condiciones reales. Las variedades prometedoras se seleccionan y se producen a mayor escala.

Liberación de nuevas variedades: Una vez que se ha demostrado que una variedad mejorada cumple con los estándares deseados de calidad y rendimiento, se puede liberar para su uso comercial. Los agricultores pueden entonces plantar y cultivar estas nuevas variedades.

Resumiendo, este apartado de Biotecnología vegetal podemos decir que los cultivos transgénicos son plantas cuyo ADN ha sido modificado utilizando ingeniería genética para introducir genes específicos que confieren características deseables, como resistencia a plagas, tolerancia a herbicidas o mayor rendimiento.

Los biofertilizantes y biopesticidas son productos agrícolas basados en microorganismos beneficiosos que mejoran la fertilidad del suelo y controlan plagas y enfermedades de manera más sostenible.

El mejoramiento de cultivos es un proceso que involucra la selección, hibridación, mutagénesis y, en algunos casos, ingeniería genética para desarrollar variedades de plantas con características mejoradas en términos de rendimiento, resistencia y adaptabilidad.

Todos estos enfoques tienen como objetivo mejorar la productividad agrícola, reducir la dependencia de productos químicos sintéticos y promover prácticas agrícolas sostenibles. Cada uno de estos temas tiene aplicaciones importantes en la agricultura moderna y contribuye a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola.

Biotecnología Industrial:

Inicios de la biotecnología industrial

Los hitos históricos representan los inicios de la biotecnología industrial y marcan la evolución de la disciplina a lo largo del tiempo. En las décadas recientes, la biotecnología industrial ha seguido avanzando y ha tenido un impacto significativo en una amplia gama de industrias, desde la producción de alimentos y bebidas hasta la medicina y la energía renovable.

Los inicios de la biotecnología industrial se pueden rastrear hasta los albores de la civilización, cuando los humanos comenzaron a utilizar microorganismos y procesos biológicos para la producción de alimentos, bebidas y otros productos. Sin embargo, el desarrollo más significativo de la biotecnología industrial se produjo en el siglo XX con avances en la microbiología, la genética y la biología molecular.

Los principales hitos en los inicios de la biotecnología industrial se mencionan a continuación:

Fermentación histórica: La fermentación, un proceso biológico en el que los microorganismos descomponen sustancias orgánicas para producir productos útiles, ha sido utilizada durante miles de años en la producción de alimentos como pan, cerveza y queso. Estos son ejemplos tempranos de biotecnología industrial.

Descubrimiento de los antibióticos: En la década de 1920, Alexander Fleming descubrió la penicilina, el primer antibiótico, derivado de un hongo. Esto marcó el comienzo de la era de los medicamentos antimicrobianos, que desempeñaron un papel fundamental en la medicina y la biotecnología.

Revolución de la genética: En la década de 1950, la elucidación de la estructura del ADN por James Watson y Francis Crick sentó las bases para la comprensión de la genética y la ingeniería genética. La década de 1970 vio el desarrollo de la tecnología de la recombinación del ADN, que permitió la inserción de genes específicos en organismos, allanando el camino para la biotecnología moderna.

Insulina recombinante: En 1982, se produjo la primera insulina recombinante utilizando bacterias modificadas genéticamente. Esto marcó un hito en la producción de proteínas terapéuticas utilizando la biotecnología.

Ingeniería genética agrícola: En la década de 1990, se desarrollaron los primeros cultivos transgénicos, como el maíz y la soja modificados genéticamente para resistir plagas y herbicidas. Esto impulsó la agricultura biotecnológica.

Avances en la producción de enzimas: La biotecnología industrial ha desempeñado un papel importante en la producción de enzimas industriales, como las utilizadas en la industria alimentaria, textil y de detergentes.

Biotecnología medioambiental: A medida que se reconoció la necesidad de abordar los problemas ambientales, la biotecnología se ha utilizado para la biorremediación de suelos contaminados y la depuración de aguas residuales.

¿Qué es la biotecnología industrial?

La biotecnología industrial se basa en el conocimiento de la biología, la genética y la bioquímica, y a menudo involucra la ingeniería genética y la biología sintética para modificar microorganismos y células para que realicen funciones específicas en procesos industriales. Esta área de la biotecnología desempeña un papel importante en la mejora de la sostenibilidad y la eficiencia de diversas industrias, al tiempo que reduce el impacto ambiental y promueve la producción de productos más sostenibles.

Principales aplicaciones de la biotecnología industrial

Producción de productos químicos: Utilización de microorganismos modificados genéticamente para sintetizar productos químicos, como en la producción de bioplásticos, biotintes, biocombustibles y productos químicos industriales.

Farmacéutica: Desarrollo de medicamentos y terapias utilizando tecnología genética y biológica. Esto incluye la producción de proteínas terapéuticas, como insulina recombinante, a través de bacterias modificadas genéticamente.

Alimentos y bebidas: Mejora de la calidad y la producción de alimentos mediante la fermentación y la ingeniería genética de microorganismos, como levaduras y bacterias. También se utiliza en la producción de enzimas y aditivos alimentarios.

Agricultura y agroindustria: Desarrollo de cultivos genéticamente modificados para mejorar la resistencia a plagas y enfermedades, la calidad nutricional y la productividad agrícola.

Tratamiento de aguas y residuos: Empleo de microorganismos para la depuración de aguas residuales y la remediación ambiental.

Energía: Utilización de microorganismos y algas para producir biogás, biodiesel y biocombustibles a partir de materias primas renovables.

Textiles: Uso de enzimas y microorganismos para mejorar los procesos de blanqueo y acabado de textiles.

Principales procesos de la biotecnología industrial

La industria biotecnológica sigue evolucionando y encontrando nuevas formas de utilizar la biología y la genética para abordar desafíos en diversas áreas, desde la producción de alimentos hasta la atención médica y la sostenibilidad ambiental.

La biotecnología industrial involucra una amplia gama de procesos y aplicaciones que utilizan microorganismos, células y biomoléculas para la producción de productos y tecnologías en diversas industrias.

A continuación, presentamos algunos de los principales procesos y aplicaciones en la biotecnología industrial:

Fermentación: La fermentación es un proceso biotecnológico clave en el que microorganismos como bacterias, levaduras u hongos se utilizan para convertir sustratos, como azúcares o almidones, en productos útiles. Ejemplos incluyen la producción de cerveza, vino, queso, yogur, enzimas industriales, ácido láctico y muchos otros productos químicos.

Ingeniería genética: La manipulación genética de microorganismos y células se utiliza para modificar sus características y funciones. Esto puede incluir la inserción de genes para aumentar la producción de una proteína específica, como la insulina recombinante en bacterias.

Cultivos transgénicos: En la agricultura, se utilizan cultivos genéticamente modificados para mejorar su resistencia a plagas, tolerancia a condiciones adversas o calidad nutricional.

Producción de proteínas recombinantes: Microorganismos como bacterias, levaduras y células de mamíferos se utilizan para producir proteínas terapéuticas, como insulina, factor de crecimiento y anticuerpos monoclonales.

Biorremediación: La biorremediación implica el uso de microorganismos para eliminar o reducir la contaminación ambiental, como la degradación de compuestos tóxicos en suelos y aguas subterráneas.

Producción de bioplásticos: Microorganismos modificados genéticamente se utilizan para sintetizar plásticos biodegradables a partir de fuentes renovables.

Producción de biocombustibles: Microorganismos, algas y enzimas se emplean para convertir materias primas renovables en biocombustibles, como el biodiesel y el bioetanol.

Producción de enzimas industriales: Se producen enzimas utilizando microorganismos modificados genéticamente y se utilizan en diversas aplicaciones industriales, como la producción de papel, textiles y detergentes.

Desarrollo de productos farmacéuticos: La biotecnología industrial es esencial en la fabricación de medicamentos, desde la producción de ingredientes activos hasta la formulación y el envasado de productos farmacéuticos.

Producción de alimentos y bebidas: La fermentación y la ingeniería genética se utilizan en la mejora de la calidad y la producción de alimentos, como pan, cerveza, queso, yogur y productos a base de carne vegetal.

Biotecnología Ambiental:

Inicios de la biotecnología ambiental

Los inicios de la biotecnología ambiental pueden rastrearse hasta las décadas de 1960 y 1970, aunque sus raíces se relacionan con desarrollos previos en microbiología y biotecnología.

A continuación, se describen algunos de los principales hitos en los inicios de la biotecnología ambiental:

Biorremediación: Uno de los aspectos más destacados de la biotecnología ambiental es la biorremediación, que implica el uso de microorganismos, como bacterias y hongos, para degradar contaminantes ambientales en suelos y aguas subterráneas. Aunque la biorremediación moderna se desarrolló en las últimas décadas del siglo XX, los primeros indicios de su viabilidad se remontan a la década de 1960.

Tratamiento de aguas residuales: La utilización de microorganismos para el tratamiento de aguas residuales comenzó a ganar relevancia en la década de 1960. Los sistemas de lodos activados y otras tecnologías biológicas se desarrollaron para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua antes de su descarga al medio ambiente.

Desarrollo de enzimas para aplicaciones medioambientales: Enzimas producidas por microorganismos han sido utilizadas en la eliminación de contaminantes ambientales, como enzimas que descomponen compuestos químicos tóxicos. Estas aplicaciones se han desarrollado desde la década de 1970.

Agricultura sostenible: La biotecnología se ha aplicado en la agricultura para promover prácticas más sostenibles, como la producción de cultivos resistentes a plagas o tolerantes a condiciones adversas. Los cultivos modificados genéticamente han sido una parte importante de estos esfuerzos desde la década de 1990.

Energías renovables: La biotecnología también ha desempeñado un papel en el desarrollo de fuentes de energía renovable, como la producción de biogás a partir de desechos orgánicos y la generación de biocombustibles a partir de cultivos energéticos.

¿Qué es la biotecnología ambiental?

La biotecnología ambiental, también conocida como biotecnología medioambiental o biotecnología aplicada al medio ambiente, se centra en el uso de organismos vivos, procesos biológicos y técnicas biotecnológicas para abordar problemas ambientales y promover la sostenibilidad.

Es una disciplina en constante crecimiento que juega un papel fundamental en la conservación del medio ambiente y la promoción de prácticas sostenibles en diversas industrias. La biotecnología ambiental ha seguido evolucionando a lo largo de los años en respuesta a la creciente conciencia de la importancia de proteger el medio ambiente y abordar los desafíos ambientales.

Principales procesos de la biotecnología ambiental

Los principales procesos y aplicaciones de la biotecnología ambiental incluyen:

Biorremediación: La biorremediación es un proceso que utiliza microorganismos, plantas o enzimas para degradar, transformar o eliminar contaminantes ambientales en suelos, sedimentos y aguas subterráneas. Esto puede incluir la descomposición de hidrocarburos, la degradación de compuestos químicos tóxicos, la absorción de metales pesados y la restauración de áreas contaminadas.

Fitorremediación: En este proceso, se utilizan plantas, como ciertas especies de árboles y pasto, para absorber y acumular contaminantes del suelo o el agua. Las plantas actúan como filtros naturales y pueden ayudar a remediar sitios contaminados, especialmente en áreas donde la biorremediación microbiana no es efectiva.

Tratamiento de aguas residuales: La biotecnología se emplea en la depuración de aguas residuales, donde microorganismos, como bacterias y lodos activados, se utilizan para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua antes de su descarga al medio ambiente.

Digestión anaeróbica: La digestión anaeróbica es un proceso biotecnológico que utiliza microorganismos anaeróbicos para descomponer materia orgánica en ausencia de oxígeno, lo que produce biogás (metano y dióxido de carbono) y un residuo que se puede utilizar como fertilizante.

Compostaje: El compostaje es un proceso biológico en el que microorganismos descomponen materia orgánica, como restos de comida y residuos de jardín, para producir compost, un abono orgánico valioso.

Producción de bioplásticos: La biotecnología se utiliza para producir bioplásticos a partir de fuentes renovables, como almidón y polímeros producidos por microorganismos modificados genéticamente.

Energía de biomasa: La biomasa, como residuos agrícolas y forestales, se convierte en biogás, biodiesel y otros biocombustibles mediante procesos biotecnológicos.

Monitoreo ambiental: La biotecnología se utiliza para desarrollar sensores y sistemas de monitoreo ambiental que permiten la detección y el seguimiento de la calidad del agua, la calidad del aire y la presencia de contaminantes.

Conservación de la biodiversidad: La biotecnología se aplica en la conservación de especies en peligro de extinción, como la cría en cautividad y la restauración de poblaciones.

Agricultura sostenible: La biotecnología se utiliza en la producción de cultivos modificados genéticamente que pueden resistir plagas, tolerar condiciones adversas o requerir menos agua y fertilizantes, lo que contribuye a la agricultura sostenible.

Biotecnología Médica y de la Salud:

Inicios de la Biotecnología Médica y de la Salud

Los inicios de la biotecnología médica se pueden rastrear hasta el siglo XX con una serie de avances científicos clave.

A continuación, se mencionan algunos hitos importantes en los inicios de la biotecnología médica:

Descubrimiento de los antibióticos: El descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming en 1928 marcó un avance revolucionario en el tratamiento de las infecciones bacterianas. Esta innovación sentó las bases para el desarrollo de una amplia gama de antibióticos que han salvado vidas y transformado la medicina.

Terapia génica: El concepto de la terapia génica, que implica la introducción de material genético en las células de un paciente para tratar enfermedades genéticas, se originó en la década de 1970. Aunque inicialmente enfrentó desafíos técnicos y de seguridad, ha evolucionado a lo largo del tiempo y ha dado lugar a tratamientos para enfermedades raras.

Insulina recombinante: En 1982, se produjo la primera insulina recombinante mediante la tecnología de ADN recombinante. Esto revolucionó el tratamiento de la diabetes y abrió la puerta a la producción de otras proteínas terapéuticas utilizando microorganismos modificados genéticamente.

Secuenciación del ADN: El desarrollo de técnicas de secuenciación del ADN, como la secuenciación de Sanger y, posteriormente, la secuenciación de nueva generación, ha permitido la identificación de genes asociados con enfermedades genéticas y la personalización de la atención médica a nivel genómico.

Clonación y medicina regenerativa: El nacimiento de la oveja Dolly en 1996 marcó un hito en la clonación de mamíferos y abrió la puerta a la investigación en medicina regenerativa, que busca usar células madre y la ingeniería de tejidos para tratar enfermedades y lesiones.

Terapias de células CAR-T: En la década de 2010, se desarrollaron terapias con células T modificadas genéticamente (terapias CAR-T) para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer. Estas terapias han demostrado ser efectivas en el tratamiento de leucemias y linfomas.

Edición génica CRISPR-Cas9: La tecnología de edición génica CRISPR-Cas9, que permite la modificación precisa del ADN, ha revolucionado la investigación médica y el potencial tratamiento de enfermedades genéticas.

Avances en la secuenciación genómica: La secuenciación de nueva generación y la secuenciación de tercera generación han permitido la secuenciación rápida y asequible de genomas completos, lo que ha impulsado la medicina de precisión y la identificación de factores genéticos de enfermedades.

¿Qué es la Biotecnología Médica y de la Salud?

La biotecnología médica y de la salud, a menudo referida simplemente como biotecnología médica, se enfoca en la aplicación de la biotecnología en la atención médica y la mejora de la salud humana. Habiendo transformado la atención médica, ha llevado a avances significativos en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, continúa siendo un área de rápido desarrollo y ofrece un gran potencial para el futuro de la medicina y la salud humana.

Principales procesos de la biotecnología médica

La biotecnología médica abarca una amplia gama de procesos y aplicaciones que se utilizan en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, así como en la mejora de la atención médica en general. Los principales procesos y aplicaciones de la biotecnología médica incluyen:

Terapia génica: La terapia génica implica la introducción de material genético en las células de un paciente para tratar enfermedades genéticas. Esto se logra mediante la entrega de genes normales o la corrección de genes defectuosos. La terapia génica tiene el potencial de tratar afecciones como la fibrosis quística, la anemia de células falciformes y la distrofia muscular, entre otras.

Terapia con células madre: Las células madre se utilizan en terapias regenerativas para reparar tejidos dañados o enfermos. Esto incluye el uso de células madre hematopoyéticas en trasplantes de médula ósea y células madre pluripotentes inducidas (iPSC) en la regeneración de tejidos y órganos.

Medicina regenerativa: La medicina regenerativa busca desarrollar tratamientos para afecciones crónicas y lesiones mediante la regeneración de tejidos y órganos. Esto puede incluir la ingeniería de tejidos para producir injertos de piel, cartílago, hueso y otros tejidos.

Inmunoterapia: La inmunoterapia, que incluye terapias con células CAR-T, utiliza el sistema inmunológico del paciente para combatir enfermedades, especialmente el cáncer. Las células T del paciente se modifican genéticamente para atacar selectivamente las células cancerosas.

Diagnóstico molecular: La biotecnología se utiliza para el diagnóstico de enfermedades mediante la detección de biomarcadores moleculares, como ácidos nucleicos o proteínas. Esto incluye pruebas de PCR, secuenciación de ADN y pruebas de expresión génica.

Secuenciación del genoma: La secuenciación de ADN de próxima generación (NGS) y otras técnicas de secuenciación permiten la identificación de mutaciones genéticas y la comprensión de la base genética de enfermedades. Esto es fundamental para la medicina de precisión.

Producción de proteínas terapéuticas: La biotecnología se utiliza para producir proteínas terapéuticas, como insulina y anticuerpos monoclonales, a través de microorganismos modificados genéticamente o cultivos celulares.

Desarrollo de vacunas: La biotecnología es esencial en el desarrollo de vacunas, desde las tradicionales basadas en virus debilitados o inactivados hasta las vacunas de ARN mensajero (ARNm) utilizadas en la vacunación contra enfermedades como la COVID-19.

Ingeniería de tejidos y órganos: Se utiliza para desarrollar tejidos y órganos artificiales mediante la ingeniería de tejidos, lo que tiene un gran potencial en la restauración de funciones en pacientes con órganos dañados o enfermos.

Edición génica: La tecnología de edición génica, como CRISPR-Cas9, se utiliza para modificar el ADN de manera precisa, lo que tiene aplicaciones potenciales en la corrección de enfermedades genéticas.

Ética y Regulación:

Consideraciones éticas en la biotecnología.

La biotecnología plantea desafíos éticos en constante evolución a medida que la tecnología avanza, y es importante que la comunidad científica, los reguladores y la sociedad en general aborden estas cuestiones de manera ética y reflexiva para garantizar que se utilice de manera responsable y en beneficio de la humanidad.

La biotecnología plantea una serie de consideraciones éticas importantes debido a su capacidad para manipular organismos vivos, modificar genomas, desarrollar terapias avanzadas y producir tecnologías que pueden tener un profundo impacto en la vida humana y el medio ambiente.

Las consideraciones éticas clave en la biotecnología incluyen:

Consentimiento informado: En la investigación médica y científica, es fundamental obtener el consentimiento informado de las personas que participan en estudios clínicos o experimentos que involucren la biotecnología. Esto implica proporcionar a los participantes información completa y comprensible sobre los riesgos, beneficios y objetivos del estudio, y permitirles tomar una decisión voluntaria.

Privacidad genética: La información genética personal es sensible y puede revelar información sobre la salud, el origen étnico y otros aspectos de la vida de una persona. La recopilación, el almacenamiento y el uso de datos genéticos deben llevarse a cabo de manera segura y con respeto a la privacidad del individuo.

Equidad y acceso: Las terapias avanzadas y las tecnologías médicas derivadas de la biotecnología pueden ser costosas. Se plantean cuestiones éticas sobre la equidad en el acceso a estos avances, especialmente en sistemas de atención médica donde no todos tienen igualdad de acceso a tratamientos innovadores.

Derechos de propiedad intelectual: La biotecnología a menudo da lugar a nuevas invenciones y descubrimientos que pueden ser patentados. Esto plantea preguntas éticas sobre la propiedad de la información genética y los derechos de propiedad intelectual, y cómo estos pueden influir en la distribución y el acceso a tecnologías médicas y productos biotecnológicos.

Cambios genéticos y CRISPR-Cas9: La edición genética, en particular con la tecnología CRISPR-Cas9, permite realizar cambios en el ADN de organismos, incluyendo seres humanos. Esto plantea cuestiones éticas sobre la seguridad de las modificaciones, las implicaciones a largo plazo y la posibilidad de “mejora” genética.

Clonación y manipulación genética: La clonación de seres humanos y la manipulación genética con fines de mejora o selección pueden plantear cuestiones éticas relacionadas con la dignidad humana, la autonomía y la igualdad.

Impacto ambiental: La biotecnología también se utiliza en la agricultura y la producción de alimentos. Los cultivos genéticamente modificados y otros productos pueden tener impactos ambientales, como la resistencia de plagas y el uso de herbicidas. Se deben considerar las implicaciones éticas de estos impactos en la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

Bioseguridad: La biotecnología también plantea preocupaciones sobre la bioseguridad y la posibilidad de que los organismos modificados genéticamente se escapen y tengan impactos no deseados en los ecosistemas.

Experimentación en animales: La experimentación en animales es a menudo necesaria en la investigación biotecnológica, lo que genera consideraciones éticas sobre el bienestar de los animales y la justificación de su uso en investigación.

Bioética y comités de ética: Para abordar estas cuestiones éticas, se han establecido comités de ética en investigación y práctica clínica, que se encargan de revisar y evaluar proyectos de investigación y aplicaciones de biotecnología para garantizar que cumplan con principios éticos y legales.

Regulación y normativas en biotecnología.

Las regulaciones en biotecnología pueden variar considerablemente de un país a otro, y en algunos casos, a nivel estatal o regional. Las agencias regulatorias, como la FDA en Estados Unidos o la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) en la Unión Europea, son responsables de establecer y hacer cumplir las regulaciones relacionadas con la biotecnología en sus jurisdicciones. Además, las organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial del Comercio (OMC), también juegan un papel en la regulación de productos biotecnológicos a nivel global. Las regulaciones en biotecnología están en constante evolución para abordar los avances tecnológicos y las preocupaciones éticas emergentes.

La regulación y las normativas en biotecnología son esenciales para garantizar la seguridad, la calidad y la ética en la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías biotecnológicas. Estas regulaciones pueden variar de un país a otro, pero en general, abordan áreas clave como la seguridad del paciente, la protección del medio ambiente y la ética en la investigación y la aplicación de la biotecnología.

Descripción general de las principales áreas reguladas en biotecnología:

Regulación de medicamentos y dispositivos médicos: Las agencias regulatorias, como la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA), regulan la aprobación, el desarrollo y la comercialización de medicamentos y dispositivos médicos. Esto incluye la evaluación de la seguridad y la eficacia de productos farmacéuticos, terapias génicas, terapias celulares y dispositivos médicos.

Regulación de alimentos y cultivos genéticamente modificados (OGM): Los OGM, incluidos los cultivos modificados genéticamente, están sujetos a regulaciones específicas en muchos países. Las agencias reguladoras evalúan la seguridad de estos productos para la alimentación humana y animal, así como su impacto ambiental.

Regulación de terapias avanzadas y terapia génica: Las terapias avanzadas, como las terapias con células CAR-T y la terapia génica, están sujetas a regulaciones que garantizan la seguridad y la eficacia de estos tratamientos innovadores. Estas regulaciones pueden variar según el país.

Regulación de productos biotecnológicos en la agricultura: Los productos biotecnológicos utilizados en la agricultura, como semillas modificadas genéticamente y productos fitosanitarios, están sujetos a regulaciones específicas que evalúan su seguridad ambiental y su impacto en la agricultura.

Regulación de pruebas y diagnósticos genéticos: Las pruebas genéticas y diagnósticas se regulan para garantizar la precisión, la validez clínica y la privacidad de los datos genéticos del paciente.

Bioseguridad y manipulación de organismos genéticamente modificados: Los laboratorios e instalaciones que trabajan con organismos genéticamente modificados (OGM) deben cumplir con regulaciones de bioseguridad para prevenir la liberación accidental de OGM y proteger a los trabajadores y el medio ambiente.

Ética en la investigación: Las regulaciones y directrices éticas se aplican a la investigación con seres humanos y animales. Se requiere la revisión y aprobación de comités de ética en investigación para garantizar que se respeten los principios éticos y se proteja la seguridad y el bienestar de los participantes.

Protección de datos genéticos y privacidad: La recopilación, el almacenamiento y el uso de datos genéticos y de salud deben cumplir con regulaciones de privacidad y protección de datos para garantizar la confidencialidad y la seguridad de la información personal.

Impacto social y ambiental de la biotecnología.

La biotecnología tiene el potencial de tener un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente al mejorar la salud, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Sin embargo, también plantea desafíos y preocupaciones relacionadas con la equidad, la ética y la gestión de los riesgos ambientales. Es fundamental abordar estos aspectos de manera equilibrada y responsable a medida que avanzamos en la aplicación de la biotecnología en la sociedad.

Si bien sus aplicaciones ofrecen numerosos beneficios, también plantean desafíos y preocupaciones. A continuación, se describen algunos de los impactos sociales y ambientales de la biotecnología:

Impacto Social Positivo:

Avances médicos: La biotecnología ha revolucionado la medicina, permitiendo tratamientos más efectivos y personalizados para una amplia gama de enfermedades. Esto ha mejorado la salud y la calidad de vida de muchas personas.

Seguridad alimentaria: Los cultivos genéticamente modificados (OGM) han ayudado a aumentar la producción de alimentos, lo que es crucial para alimentar a una población mundial en crecimiento. También han permitido la creación de cultivos resistentes a plagas y tolerantes a condiciones adversas.

Medicina de precisión: La biotecnología permite la medicina de precisión, que se adapta a las necesidades individuales de los pacientes. Esto puede llevar a tratamientos más efectivos con menos efectos secundarios.

Terapias avanzadas: Las terapias avanzadas, como las terapias con células CAR-T, ofrecen nuevas esperanzas para pacientes con enfermedades graves como el cáncer.

Reducción de residuos y consumo de recursos: La biotecnología puede utilizarse para desarrollar procesos más eficientes en la producción industrial, lo que puede reducir el desperdicio y el consumo de recursos.

Impacto Social Negativo:

Desigualdad en el acceso: A pesar de los avances, no todos tienen igualdad de acceso a tratamientos y productos biotecnológicos debido a factores económicos y geográficos.

Preocupaciones éticas: La edición genética, la clonación y otras tecnologías plantean cuestiones éticas sobre la dignidad humana, la autonomía y la igualdad.

Privacidad genética: La recopilación y el uso de datos genéticos pueden plantear preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información.

Impacto Ambiental Positivo:

Agricultura sostenible: Los OGM y las técnicas biotecnológicas pueden reducir la necesidad de pesticidas y fertilizantes, lo que puede tener un impacto positivo en el medio ambiente.

Biorremediación: La biotecnología se utiliza para descontaminar suelos y aguas residuales, lo que ayuda a restaurar áreas dañadas.

Producción de bioplásticos y biocombustibles: La biotecnología puede ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y a disminuir la contaminación causada por los plásticos convencionales.

Impacto Ambiental Negativo:

Riesgo de liberación de OGM: Existe el riesgo de que los OGM se escapen a ecosistemas naturales y tengan un impacto negativo en la biodiversidad.

Resistencia de plagas y malezas: El uso de cultivos OGM resistentes a plagas y herbicidas puede llevar al desarrollo de resistencia en plagas y malezas, lo que requiere el uso de productos químicos más potentes.

Contaminación genética: La interacción entre cultivos OGM y sus contrapartes no modificadas genéticamente puede dar lugar a la contaminación genética.

Avances Recientes y Futuro de la Biotecnología:

La biotecnología es un campo en constante evolución, y se siguen produciendo avances significativos en diversas áreas. A continuación, presentaremos algunos de los avances recientes y las tendencias futuras en la biotecnología:

1. Edición genética avanzada: La tecnología de edición genética, como CRISPR-Cas9, continúa avanzando y permitiendo modificaciones genéticas más precisas y eficientes. Se están desarrollando nuevas técnicas de edición genética, como CRISPR-Cas12 y CRISPR-Cas13, que amplían las aplicaciones de esta tecnología.

2. Medicina de precisión: La medicina de precisión sigue siendo un campo en crecimiento, con un enfoque en tratamientos personalizados basados en la genómica y otros datos biomédicos. Se espera que los avances en la secuenciación de próxima generación y la interpretación de datos genéticos impulsen aún más esta área.

3. Terapias avanzadas: Las terapias con células CAR-T, terapias génicas y terapias con células madre continúan avanzando y se están aplicando en una variedad de enfermedades, desde el cáncer hasta enfermedades genéticas raras.

4. Medicamentos biotecnológicos: La producción de medicamentos biotecnológicos, como anticuerpos monoclonales y vacunas de ARN mensajero (ARNm), sigue creciendo y diversificándose.

5. Producción de alimentos sostenibles: La biotecnología se utiliza para desarrollar cultivos y alimentos más resistentes a condiciones climáticas adversas y plagas, lo que es esencial para abordar la seguridad alimentaria en un mundo en crecimiento.

6. Agricultura de precisión: La agricultura de precisión aprovecha tecnologías biotecnológicas para optimizar el uso de recursos, como agua y fertilizantes, y mejorar la productividad agrícola.

7. Bioenergía y bioplásticos: Se siguen desarrollando bioprocesos y microorganismos modificados genéticamente para la producción de biocombustibles y bioplásticos a partir de biomasa renovable.

8. Terapia génica para enfermedades raras: La terapia génica está avanzando en el tratamiento de enfermedades raras, brindando esperanza a pacientes que anteriormente no tenían opciones de tratamiento.

9. Terapia génica en enfermedades neurodegenerativas: Se están investigando terapias génicas para enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer y el Parkinson.

10. Bioinformática y análisis de big data: La capacidad de almacenar y analizar grandes volúmenes de datos genómicos está impulsando avances en genómica y medicina de precisión.

11. Sistemas de diagnóstico rápido: Se están desarrollando sistemas de diagnóstico rápido y portátiles que utilizan tecnologías biotecnológicas para detectar enfermedades infecciosas y otros trastornos de manera más eficiente.

12. Terapias contra el envejecimiento: La biotecnología está siendo aplicada en la búsqueda de terapias y tratamientos para retrasar el proceso de envejecimiento y abordar enfermedades relacionadas con la vejez.

Estudios de Caso y Aplicaciones Prácticas:

La biotecnología abarca una amplia variedad de aplicaciones prácticas en la medicina, la agricultura, la industria y el medio ambiente.

En medicina, se emplea para desarrollar terapias avanzadas, medicina de precisión y producir medicamentos biotecnológicos.

En agricultura, se utilizan cultivos genéticamente modificados, biofortificación y mejora de la calidad de los cultivos. En la industria, la biotecnología se aplica en la producción de enzimas y proteínas industriales, así como en biorremediación, bioplásticos y biocombustibles.

En el ámbito ambiental, se emplea en el tratamiento de aguas residuales, el monitoreo de contaminantes y la restauración de ecosistemas, entre otras aplicaciones. Estas innovaciones contribuyen a abordar desafíos y a promover soluciones sostenibles en diversos sectores.

La biotecnología sigue siendo una herramienta valiosa para abordar desafíos en estos ámbitos y para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en la producción de alimentos, la industria y la gestión ambiental.

En el campo industrial, la biotecnología ha demostrado su valía a través de diversos estudios de caso y aplicaciones prácticas. Por ejemplo, la producción de enzimas y proteínas industriales mediante microorganismos modificados genéticamente ha permitido el desarrollo de procesos más eficientes y sostenibles en sectores como el de la alimentación y la fabricación de productos químicos.

Ejemplos concretos de aplicaciones de la biotecnología en diferentes sectores.

Aplicaciones en Biotecnología Agrícola:

Cultivos genéticamente modificados (OGM): Se han desarrollado variedades de cultivos OGM resistentes a plagas y tolerantes a herbicidas, como el maíz Bt y la soja Roundup Ready. Estos cultivos reducen la necesidad de pesticidas y facilitan el cultivo.

Biofortificación de alimentos: Se ha utilizado la biotecnología para enriquecer alimentos básicos, como el arroz dorado, con nutrientes adicionales para abordar deficiencias nutricionales en países en desarrollo.

Mejora de la calidad de los cultivos: Se han desarrollado cultivos OGM con características mejoradas, como papas resistentes a magulladuras y manzanas que no se oxidan rápidamente después de cortadas.

Resistencia a enfermedades: La biotecnología se utiliza para desarrollar cultivos resistentes a enfermedades, como el plátano resistente a la sigatoka negra.

Aplicaciones en Biotecnología Industrial:

Producción de proteínas terapéuticas: La biotecnología se utiliza en la producción de proteínas terapéuticas, como la insulina recombinante y los anticuerpos monoclonales, que se utilizan en el tratamiento de enfermedades.

Biorremediación: Los microorganismos modificados genéticamente se utilizan para descomponer contaminantes en el suelo y el agua, ayudando en la limpieza de derrames de petróleo y la eliminación de productos químicos tóxicos.

Producción de enzimas industriales: Las enzimas producidas por microorganismos modificados genéticamente se utilizan en la industria para procesos como la producción de alimentos y la fabricación de productos químicos.

Bioplásticos y biocombustibles: Los microorganismos modificados genéticamente se utilizan para producir bioplásticos y biocombustibles a partir de biomasa renovable.

Aplicaciones en Biotecnología Ambiental:

Tratamiento de aguas residuales: Los microorganismos modificados genéticamente se utilizan en sistemas de tratamiento de aguas residuales para descomponer contaminantes y reducir la carga de nutrientes.

Monitoreo ambiental: La biotecnología se utiliza en la detección y el monitoreo de contaminantes ambientales, como la presencia de microorganismos patógenos en el agua o la contaminación del aire.

Restauración de ecosistemas: La biotecnología se emplea para la restauración de ecosistemas dañados, incluyendo la siembra de bacterias y hongos micorrícicos para mejorar la salud del suelo y promover el crecimiento de plantas nativas.

Biominería: Los microorganismos se utilizan en la extracción de minerales de manera más eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Ejercicios y problemas de la biotecnología aplicados a la ingeniería y las industrias.

Los siguientes ejercicios pueden ayudarte a explorar diversas aplicaciones de la biotecnología en la ingeniería y a desarrollar habilidades para diseñar soluciones innovadoras en este campo.

Diseño de un Sistema de Producción de Vacunas: Describe cómo diseñarías un sistema de producción de vacunas utilizando células modificadas genéticamente para producir antígenos virales.

- ¿Cómo optimizarías un proceso de cultivo celular para la producción de anticuerpos monoclonales utilizando líneas celulares modificadas genéticamente?
- Explica cómo aplicarías la ingeniería de tejidos para desarrollar un tejido humano funcional a partir de células madre.
- Propón un diseño para un sistema de diagnóstico molecular que utilice ácidos nucleicos modificados genéticamente para detectar enfermedades infecciosas.
- Enumera algunas aplicaciones de la biotecnología en la industria farmacéutica y cómo pueden mejorar los procesos de producción de medicamentos.
- Propón un método biotecnológico para gestionar los residuos industriales y convertirlos en productos químicos útiles.
- Describe un proceso biotecnológico para el control de contaminantes en suelos agrícolas y su recuperación. ¿Cuál es el término utilizado para describir el ADN que se ha creado artificialmente mediante la combinación de fragmentos de ADN de diferentes fuentes?
- ¿Qué tipo de terapia médica implica la introducción de genes o secuencias de ADN en células humanas para tratar enfermedades genéticas?
- ¿Qué aplicación de la biotecnología implica la producción de medicamentos utilizando técnicas biotecnológicas?
- Explica cómo se podría aplicar la ingeniería genética en la industria textil para desarrollar fibras naturales modificadas genéticamente con propiedades específicas.
- Describe cómo diseñarías un sistema de monitoreo ambiental utilizando microorganismos modificados genéticamente para detectar contaminantes en el aire o el agua.
- ¿Qué tipo de células se utilizan en la producción de alimentos, bebidas y productos químicos utilizando microorganismos?
- ¿Cuál es el proceso básico utilizado en la ingeniería genética para introducir genes exógenos en un organismo?
- ¿Qué aplicación de la biotecnología implica el uso de microorganismos para eliminar contaminantes del medio ambiente?
- ¿Cuál es el nombre dado a las plantas que han sido modificadas genéticamente para expresar características deseables?
- ¿Cómo optimizarías un proceso de producción de biocombustibles utilizando algas modificadas genéticamente para aumentar la producción de aceites?
- Explica cómo aplicarías la ingeniería metabólica en la industria química para desarrollar microorganismos capaces de producir productos químicos específicos de manera más eficiente.

- Describe los pasos que seguirías para producir enzimas industriales utilizando microorganismos modificados genéticamente para aumentar su actividad y estabilidad.
- Propón un método biotecnológico para desarrollar sistemas de biocontrol de plagas utilizando microorganismos modificados genéticamente para combatir insectos dañinos en cultivos agrícolas.
- Describe cómo diseñarías un biorreactor para la producción de una enzima específica utilizando microorganismos modificados genéticamente.
- ¿Cómo optimizarías un proceso de fermentación para la producción de un producto químico utilizando bacterias modificadas genéticamente?
- Explica cómo aplicarías la ingeniería metabólica para mejorar la producción de biocombustibles a partir de microorganismos.
- Propón un diseño para un sistema de biorremediación que utilice plantas modificadas genéticamente para eliminar contaminantes del suelo.
- Describe los pasos que seguirías para desarrollar un cultivo transgénico resistente a ciertas plagas o condiciones climáticas adversas.
- Explica cómo producirías proteínas recombinantes en un sistema microbiano para su uso en medicina.
- Enumera algunas aplicaciones de la biotecnología en la industria alimentaria y cómo pueden mejorar los procesos de producción.
- Propón un método biotecnológico para gestionar los residuos agrícolas y convertirlos en productos útiles.
- Describe un proceso biotecnológico para el control de contaminantes en aguas residuales industriales.
- Explica cómo se podría aplicar la ingeniería genética en la medicina para desarrollar terapias génicas para enfermedades genéticas.
- ¿Qué aplicación de la biotecnología implica el uso de organismos vivos o sus derivados para desarrollar productos y tecnologías?
- ¿Cuál es el nombre dado a los medicamentos producidos utilizando técnicas biotecnológicas?
- ¿Qué aplicación de la biotecnología implica el uso de técnicas y herramientas biotecnológicas para mejorar la producción y la eficiencia en diversas industrias?
- ¿Cuál es el nombre dado al campo multidisciplinario que utiliza organismos vivos, sistemas biológicos o sus componentes para desarrollar productos, tecnologías o procesos que benefician a la humanidad?

Glosario de términos.

Biorremediación: Proceso que utiliza microorganismos o enzimas para descomponer o eliminar contaminantes del medio ambiente, como suelos contaminados o aguas residuales.

Cultivos genéticamente modificados (OGM): Organismos cuyos genes han sido alterados mediante técnicas de ingeniería genética para proporcionar características específicas, como resistencia a plagas o tolerancia a herbicidas.

Terapias avanzadas: Tratamientos médicos que involucran el uso de terapias con células CAR-T, terapias génicas y terapias con células madre para abordar enfermedades graves.

Insulina recombinante: Una forma de insulina producida utilizando técnicas de ingeniería genética y microorganismos modificados genéticamente para tratar la diabetes.

Anticuerpos monoclonales: Proteínas diseñadas para identificar y atacar células o sustancias específicas, utilizadas en la terapia de ciertos tipos de cáncer y enfermedades autoinmunitarias.

Edición genética: Técnica que permite modificar directamente el ADN de un organismo, como la tecnología CRISPR-Cas9.

Biomasa: Materia orgánica renovable, como cultivos agrícolas, residuos forestales o algas, utilizada en la producción de biocombustibles y bioplásticos.

Bioplásticos: Plásticos producidos a partir de fuentes renovables, como almidón de maíz o caña de azúcar, en lugar de fuentes no renovables como el petróleo.

Biotecnología ambiental: Utilización de técnicas biotecnológicas para abordar problemas ambientales, como la biorremediación, la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad.

Biominería: Uso de microorganismos modificados genéticamente para extraer minerales de manera más eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Agricultura de precisión: Aplicación de tecnologías biotecnológicas para optimizar la producción agrícola, incluyendo el uso eficiente de recursos como agua y fertilizantes.

Medicina de precisión: Enfoque médico que utiliza la genómica y otros datos biomédicos para adaptar los tratamientos a las necesidades individuales de los pacientes.

Terapia génica: Tratamiento médico que implica la introducción o modificación de genes en el cuerpo para tratar o prevenir enfermedades genéticas.

Biofortificación de alimentos: Proceso de enriquecimiento de alimentos con nutrientes adicionales para abordar deficiencias nutricionales en la dieta.

Biomarcadores: Indicadores biológicos que se utilizan en la medicina para diagnosticar enfermedades, evaluar el estado de salud y predecir la respuesta a tratamientos.

Microorganismos modificados genéticamente (OMMG): Organismos, como bacterias o levaduras, cuyo material genético ha sido alterado mediante ingeniería genética para desempeñar funciones específicas en aplicaciones industriales o ambientales.

Ingeniería metabólica: La manipulación de vías metabólicas en microorganismos para optimizar la producción de compuestos químicos, como bioplásticos, biocombustibles y productos químicos industriales.

Secuenciación de próxima generación (NGS): Técnicas de secuenciación de ADN que permiten la generación rápida y masiva de datos genómicos, lo que es fundamental en la genómica y la medicina de precisión.

Genómica funcional: Estudio de las funciones y regulación de los genes en un organismo, lo que ayuda a comprender cómo los genes afectan el fenotipo y la función biológica.

Productos biotecnológicos: Productos resultantes de procesos biotecnológicos, como proteínas terapéuticas, enzimas industriales, alimentos modificados genéticamente y productos farmacéuticos.

Ingeniería enzimática: Diseño y modificación de enzimas para mejorar su eficiencia y adaptarlas a aplicaciones específicas en la industria y la biotecnología.

Células CAR-T: Terapias avanzadas que involucran la modificación genética de células T del sistema inmunológico para tratar el cáncer.

Almacenamiento de carbono: Estrategias biotecnológicas para capturar y almacenar carbono atmosférico a través de la vegetación y el suelo, contribuyendo a combatir el cambio climático.

Efectos no deseados: Posibles impactos negativos o consecuencias imprevistas de la aplicación de biotecnología, que deben ser evaluados y gestionados adecuadamente.

Desarrollo sostenible: Uso de biotecnología para promover prácticas y productos que sean

económicamente viables, socialmente equitativos y respetuosos con el medio ambiente.

Sostenibilidad ambiental: Aplicación de prácticas y tecnologías biotecnológicas que minimizan el impacto ambiental y promueven la conservación de recursos naturales.

Bioética: Disciplina que se ocupa de las cuestiones éticas relacionadas con la biotecnología, incluyendo temas como la manipulación genética y la investigación con células madre.

Bioseguridad: Medidas y protocolos diseñados para prevenir la liberación accidental de organismos modificados genéticamente en el medio ambiente y minimizar riesgos.

Recursos Adicionales:

Para profundizar en el tema de la biotecnología industrial, puedes consultar recursos adicionales que incluyan libros, revistas científicas, sitios web y cursos en línea. Aquí te proporciono algunas fuentes que podrían ser útiles:

Libros:

“Bioprocess Engineering: Basic Concepts” de Michael L. Shuler y Fikret Kargi.

“Biotechnology for Beginners” de Reinhard Renneberg.

“Industrial Biotechnology: Products and Processes” de Christoph Wittmann y James C. Liao.

“Biotechnology for Environmental Management and Resource Recovery” de Chaudhery Mustansar Hussain.

“Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources” editado por Shri Ramaswamy y Sirshendu De.

Revistas científicas:

“Biotechnology Journal”

“Applied Microbiology and Biotechnology”

“Journal of Biotechnology”

“Biotechnology Advances”

“Biotechnology and Bioengineering”

Sitios web y organizaciones:

Bio.org: El sitio web de la Biotechnology Innovation Organization (BIO) proporciona información sobre los últimos avances y desarrollos en la biotecnología industrial.

European Federation of Biotechnology (EFB): Ofrece recursos y noticias relacionadas con la biotecnología en Europa.

USDA Biotechnology Regulatory Services: Proporciona información sobre la regulación de los productos biotecnológicos en Estados Unidos.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Biotechnology: Ofrece recursos sobre la biotecnología aplicada a la salud y la seguridad.

Referencias bibliográficas

Shuler, M. L., & Kargi, F. (2002). Bioprocess engineering: Basic concepts. Prentice Hall.

Renneberg, R. (2007). Biotechnology for beginners. Academic Press.

Wittmann, C., & Liao, J. C. (2011). Industrial biotechnology: Products and processes. John Wiley & Sons.

Hussain, C. M. (2017). Biotechnology for environmental management and resource recovery. Springer.

Ramaswamy, S., & De, S. (2012). Bioprocessing for value-added products from renewable resources. Academic Press.

Sitios web y fuentes de información relevantes.

En el campo de la biotecnología industrial, existen varios sitios web y fuentes de información relevantes que pueden ser útiles para estar al tanto de los últimos desarrollos y noticias. A continuación, te proporciono una lista de fuentes de información confiables:

Biotechnology Innovation Organization (BIO): El sitio web de BIO ofrece información actualizada sobre los avances y desarrollos en la biotecnología industrial, así como recursos y publicaciones relevantes.

Sitio web: www.bio.org

European Federation of Biotechnology (EFB): La EFB es una organización que proporciona información sobre la biotecnología en Europa, incluyendo noticias, eventos y recursos.

Sitio web: www.efbiotechnology.org

USDA Biotechnology Regulatory Services: El Servicio de Regulación de Biotecnología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ofrece información sobre la regulación de productos biotecnológicos en Estados Unidos.

Sitio web: www.aphis.usda.gov/biotechnology

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - Biotechnology: El CDC proporciona recursos relacionados con la biotecnología aplicada a la salud y la seguridad.

Sitio web: www.cdc.gov/biotechnology

Biotechnology Journal: Esta es una revista científica que publica investigaciones y noticias relacionadas con la biotecnología industrial y otros campos de la biotecnología.

Sitio web: onlinelibrary.wiley.com/journal/168

Applied Microbiology and Biotechnology: Otra revista científica que aborda temas relacionados con la biotecnología industrial y la microbiología aplicada.

Sitio web: www.springer.com/journal/253

Journal of Biotechnology: Una revista que publica investigaciones en diversas áreas de la biotecnología, incluyendo aplicaciones industriales.

Sitio web: www.journals.elsevier.com/journal-of-biotechnology

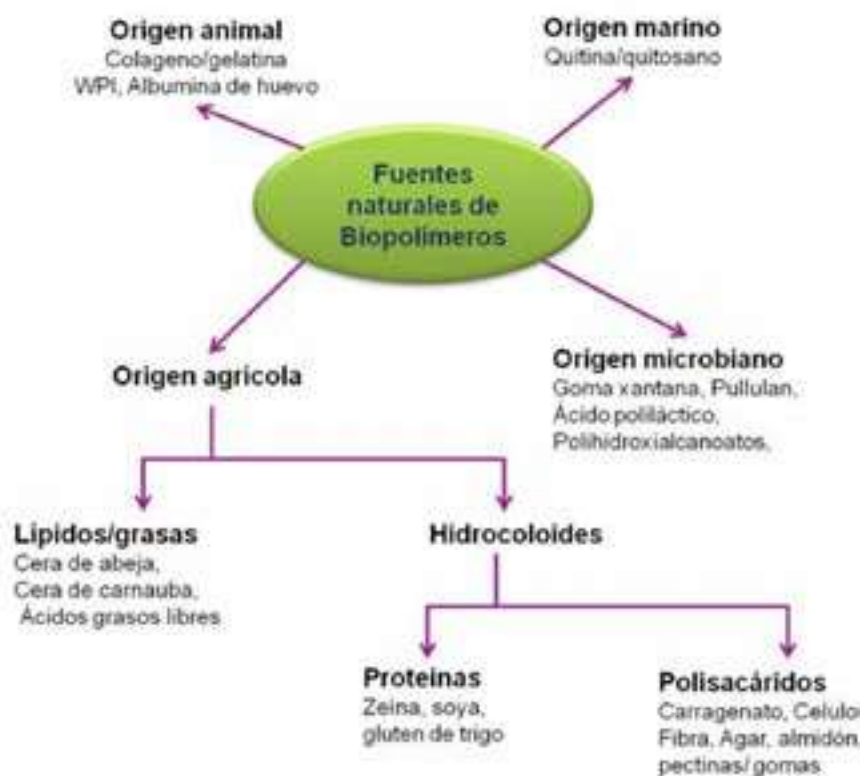
Capítulo V: Biopolímeros

Olivio Nino Castro Mandujano

Introducción a Biopolímeros

La industria alimentaria ha sido criticada por el uso de métodos de producción, materiales y estrategias de tratamiento no biodegradables, no ecológicos y tóxicos. La principal preocupación es la contaminación plástica en la industria de alimentos.

Figura N°1: Fuentes naturales de biopolímeros



Fuente: Gupta (2022)

Los plásticos aptos para alimentos como el tereftalato de polietileno, el polipropileno, el polietileno de alta y baja densidad y el policarbonato están aprobados por la FDA para su uso con materiales en contacto con alimentos; son polímeros muy utilizados por su facilidad de fabricación, rendimiento, propiedad modulación y fácil eliminación. Sin embargo, por muy versátiles que sean, no son biodegradables; lo que conduce a su acumulación en el ecosistema dando lugar a graves problemas ecológicos y de salud. Una mejor alternativa a tales materiales es el uso de polímeros derivados de la naturaleza que tienen características similares a los plásticos convencionales. Esto crea un escenario para productos comestibles y biodegradables. biopolímeros en la producción y envasado de alimentos (Gupta 2022).

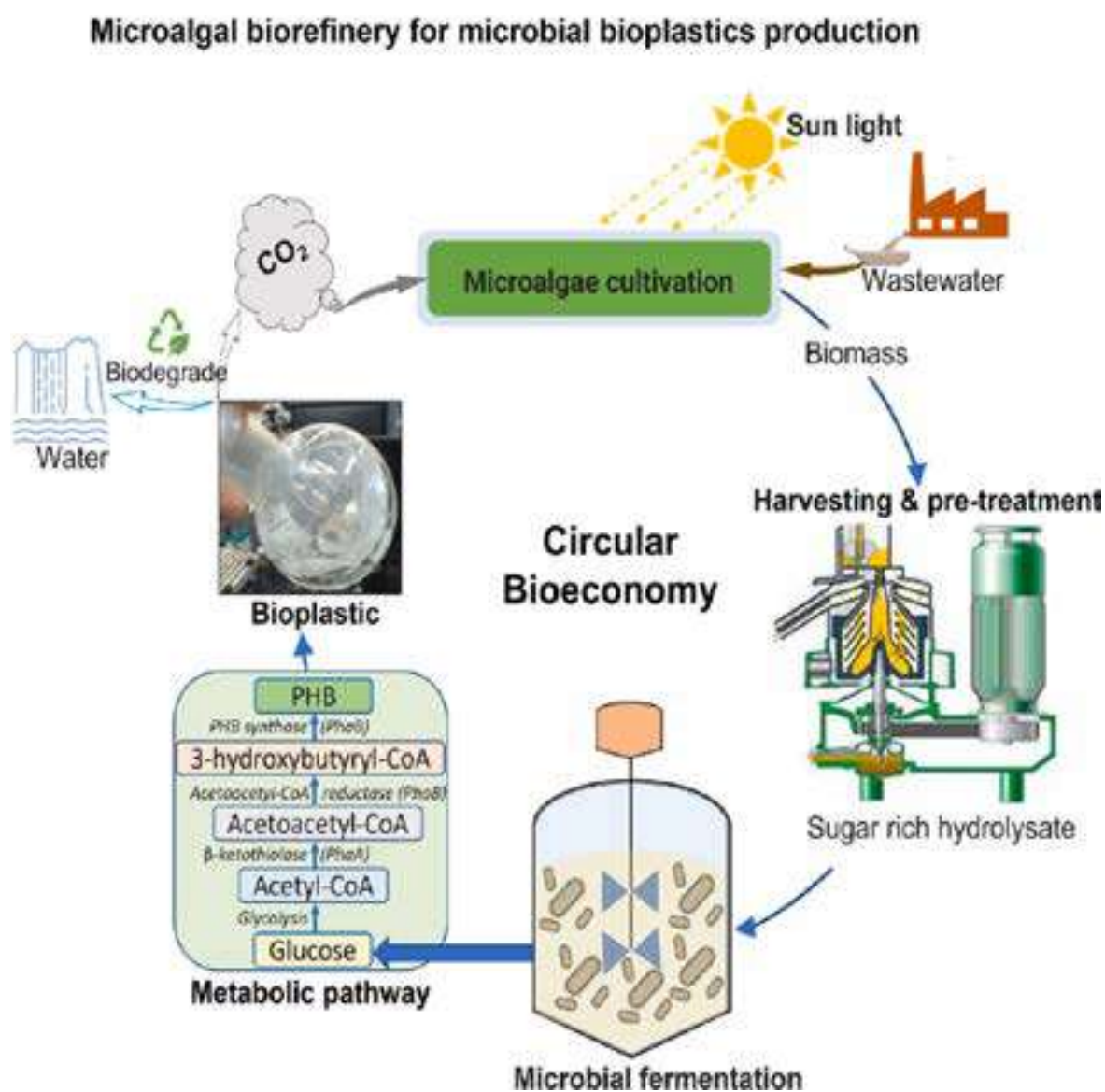
Estos polímeros se pueden clasificar como agrícolas, marinos y animales en función de su origen. Dichos polímeros tienen aplicabilidad como materiales de revestimiento, películas y materiales de embalaje o materiales conservantes y protectores. La capacidad de formar películas, de estos polímeros se utiliza en el envasado de alimentos y la entrega de sustancias bioactivas, como medicamentos y nutraceuticos. El polímero de refuerzo con micro o nanorrellenos y la introducción de la nanotecnología en el sector alimentario ha mostrado un uso prospectivo en el procesamiento y envasado de alimentos. biosensores para la detección de patógenos, mientras que la impresión 3D ha dado lugar a novedosos trabajos que alimentos basados en la nutrición y los requisitos personalizados que proporcionan una mejora en el estándar general de vivir (Sharma 2022).

Biomasa de cuatro especies de microalgas nórdicas diferentes, cultivadas en medio BG-11 o aguas residuales sintéticas (SWW), se exploró como materia prima económica rica en carbohidratos para la producción de polihidroxibutirato (PHB) a través de microbios fermentación. Pretratamiento termoquímico (tratamiento ácido seguido de autoclave) con clorhídrico al 2% Se usó ácido o ácido sulfúrico al 1% (v/v) para maximizar el rendimiento de azúcar antes de la fermentación. Pretratamiento dio como resultado un rendimiento de azúcar ~ 5 veces mayor en comparación con el control. El hidrolizado rico en azúcar se utilizó como carbón fuente de la bacteria extremófila productora de PHB Halomonas halophila.

La producción máxima de PHB fue logrado con hidrolizado de *Chlorococcum* sp. (MC-1) crecido en medio BG-11 ($0,27 \pm 0,05$ g PHB/ g DW), seguido por hidrolizado derivado de *Desmodesmus* sp. (RUC-2) cultivado en SWW ($0,24 \pm 0,05$ g PHB/ g DW).

Por lo tanto, la biomasa de microalgas nórdicas cultivadas en aguas residuales se puede utilizar como materia prima barata para bioplásticos sostenibles. producción. Esta investigación destaca el potencial de las microalgas nórdicas para desarrollar una economía de base biológica (Mehariya 2023).

Figura N°2: Ejemplo de producción de biopolímeros a partir de biomasa

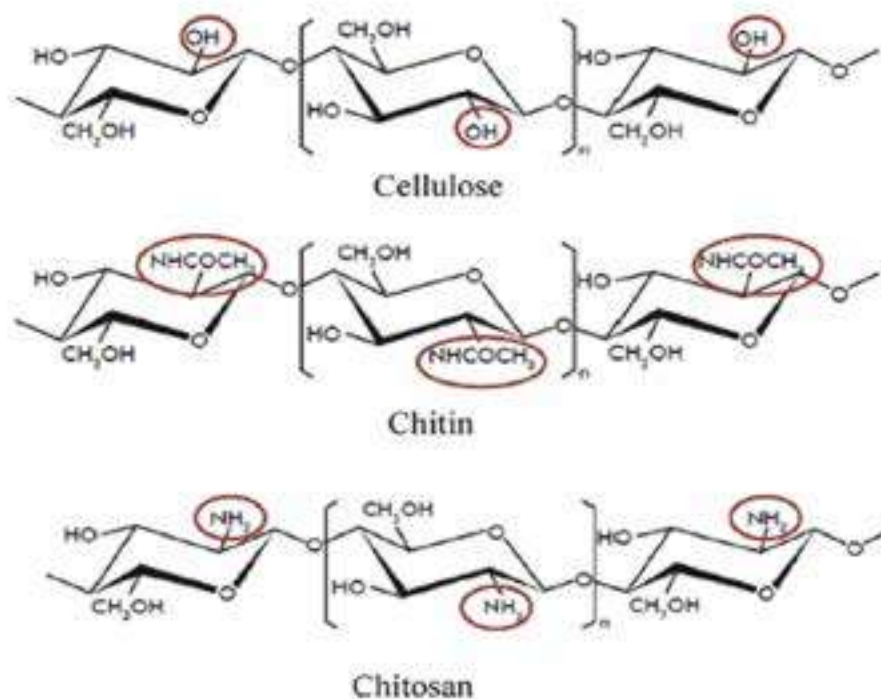


Fuente: Mehariya (2023).

Quitina y Quitosano

Después de la celulosa, la quitina ($(C_8H_{13}O_5N)_n$) es la segunda más abundante biopolímero en la tierra. La celulosa y la quitina son polisacáridos con estructura semejanza; quitina tiene un grupo acetamida ($NHCOCH_3$) en C-2 en lugar del grupo hidroxilo en la celulosa.

Figura N°3: Comparación de las estructuras química de la celulosa, quitina y quitosano



Fuente: Hamed (2017).

La quitina se puede obtener de diversas fuentes (Tabla 1), se encuentra principalmente en los exoesqueletos de artrópodos (insectos, crustáceos y arácnidos) y moluscos (picos y endoesqueleto de cefalópodos). Sin embargo, varios microorganismos también producen quitina, incluidas las paredes celulares de los hongos y levaduras, y espinas de diatomeas. Las conchas de crustáceos, tales ya que los de cangrejos y camarones son la quitina más importante fuente para uso comercial debido a la disponibilidad de desechos de la industria procesadora de productos del mar. La quitina da a los organismos vivos una estructura fuerte.

El primer descubrimiento de quitina fue hecho en 1811 por el profesor Henri Braconnot. El polisacárido fue aislado de hongos y fue nombrado fungino. Más tarde, en 1823, Odier encontró la misma sustancia en el exoesqueleto de los insectos y lo llamó quitina. Este término viene de las palabras griegas “chiton” que significa túnica o envoltura. En 1859, Roughet descubrió que la quitina podía transformarse en un forma soluble en agua después de la manipulación química. Después de eso, en 1870, esta quitina modificada se denominó quitosano. A pesar del temprano descubrimiento de quitina, la cantidad y calidad de la investigación reciente, se amplió la información disponible.

Tabla N°1: Fuentes de quitina y quitosano

Tabela 4. Fontes Naturais de Quitina e Quitosana

Crustáceos/Moluscos	Insetos	Microrganismos
Anelídios	Escorpiões	Algas Verdes
Moluscos	Aranhas	Leveduras
Celenterados	Formigas	Fungos
Lagostas	Besouros	Esporos
Camarão		Algas Marrons
Krill		

Fonte: Adaptado de CAMPANA-FILHO et al., (2007)

Fuente: Hamed (2017).

La quitina se obtiene de los exoesqueletos de los crustáceos después de la desmineralización y tratamientos de desproteinización. Sin embargo, una de las limitaciones en el uso de este biopolímero a gran escala es su insolubilidad en agua. Por lo tanto, se han producido derivados solubles en agua. Existen 3 tipos de quitina: alfa, beta y gamma, la forma más abundante y la más extensamente investigada es la alfa-quitina que se encuentra en la cutícula de los artrópodos (langostinos) y en ciertos hongos, la beta-quitina está en el calamar y la gamma quitina esta en los escarabajos.

El quitosano es el más importante de ellos. Se obtiene después de la desacetilación de la quitina y es el único polisacárido catiónico natural conocido. La quitina y sus derivados son compuestos renovables, biocompatibles, biodegradables y no tóxicos que tienen muchas propiedades biológicas tales como: propiedades anticancerígeno, antioxidante, antimicrobiano y anticoagulante. Además, se utilizan como biomateriales en una amplia gama de aplicaciones: para fines biomédicos, como para artificial regeneración de piel, huesos y cartílagos, para la conservación de alimentos como para películas comestibles, y para productos farmacéuticos fines como la entrega de fármacos.

Tabla N°2: Principales aplicaciones de los derivados de quitina

Aplicación	Cultivo	Propiedades	Compuesto
Protección postcosecha	Mango	Antimicrobiana	Quitosana
	Guayaba	Antimicrobiana	
	Tomate	Antimicrobiana	
Retardación de la maduración de frutos	Papaya	Formador de películas semipermeables	Quitosana
Estimulación de enzimas defensivas	Arroz	Elicitora	Quitina
	Tabaco		Quitosana
	Chícharo		Quitosana
Estimulador de simbiontes micorrizógena	Tomate	Inductor de mecanismos de reconocimiento	Quitina
Control de nemátodos	Tomate	Aumenta la microbiota quitinolítica del suelo	Quitina
Potenciador de la acción de biocontroles	Maní	Sustrato estimulador de enzimas hidrolasas	Quitina
	Manzana		

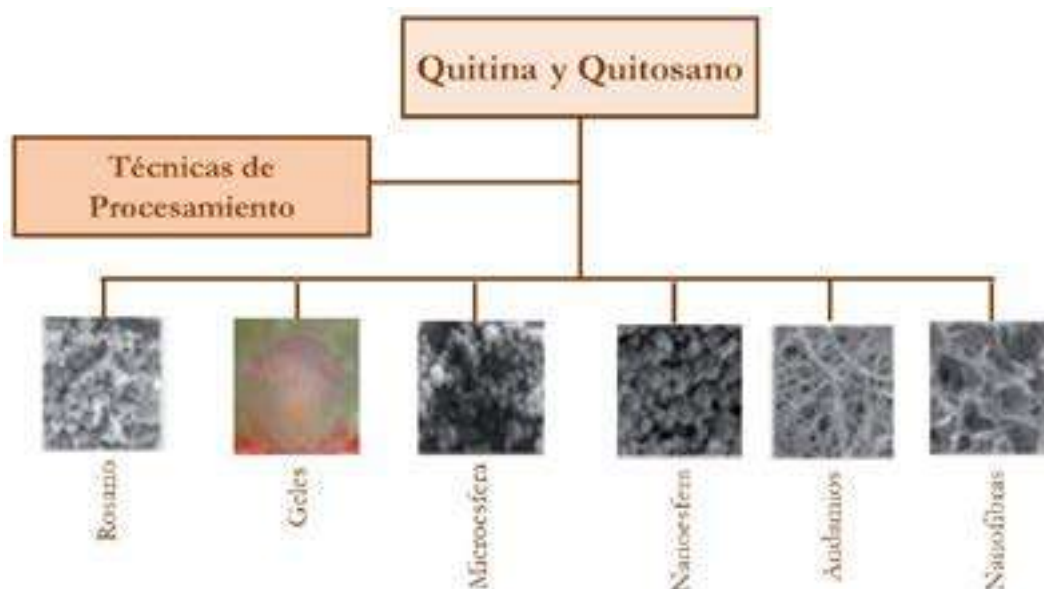
Fuente: Elaboración propia

Los residuos producidos cada año por las industrias procesadoras de mariscos representan un desafío práctico. Con aproximadamente el 75% del peso total de los crustáceos (camarones, cangrejos, langostinos, langosta y krill) que terminan como subproductos y la falta actual de opciones aceptables de gestión de residuos existe una Preocupación por un peligro ambiental potencialmente grande.

Por lo general, los mariscos los desechos se tiran al mar, se queman, se depositan en vertederos o simplemente se dejan fuera estropear. Por lo tanto, la extracción de quitina de caparzones de crustáceos y su uso tal cual o después de un procesamiento adicional puede ser una forma de minimizar los residuos y producir compuestos valiosos con notables propiedades biológicas y aplicación crucial en varios campos.

Extracción de quitina.- La quitina de los desechos de caparazones de crustáceos representa aproximadamente la mitad del peso total de los mariscos. Durante el procesamiento de las cabezas, conchas y colas se consideran no comestibles. El vertido incontrolado de esta biomasa residual tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Debido a su abundancia, las conchas de los crustáceos se consideran la fuente preferida de quitina aislamiento. Se utilizan dos tipos de métodos para obtener quitina: métodos químicos y biológicos (microbianos).

Figura N°4: Varias formas físicas de la quitina y quitosano



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3: Principales propiedades del quitosano en relación al uso médico

Potenciales aplicaciones biomédicas	Principales características
Suturas quirúrgicas	Biocompatible
Implantes dentales	Biodegradable
Piel artificial	Renovable
Reconstrucción de hueso	Formación de película
Lentes de contacto corneales	Agente hidratante
Medicamentos de liberación prolongada para animales y humanos	No tóxicos, tolerancia biológica
Material encapsulante	Hidrolizado por lisosima
	Propiedades curativas de heridas
	Eficaz contra bacterias, virus, hongos.

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que los métodos químicos tienen muchas desventajas (antieconómico, ecológico y que afecta negativamente a las propiedades fisicoquímicas de la quitina), el corto tiempo de procesamiento todavía lo convierte en el tratamiento más utilizado comercialmente. Otro inconveniente de la purificación química de quitina es que las proteínas y minerales eliminados, aunque potencialmente

valiosos suplementos para alimentos humanos y animales, son suficientemente dañados que ya no son apropiados para estas aplicaciones. Por lo tanto, el interés por la extracción biológica va en aumento por ser una forma más segura y económica en el tratamiento para la recuperación de quitina. Pero hasta la fecha, se ha limitado a estudios a escala de laboratorio. Un estudio comparativo (Cuadro 3) que usó desechos de camarones para extraer quitina y quitosano por métodos químicos y microbianos. Ellos demostraron que el método microbiano produce más quitina que el método químico, utilizando cáscaras de gambas obtuvieron resultados similares. Destacaron también el mayor efecto ambiente favorables de los métodos microbianos.

Despolimerización del quitosano. El muy alto peso molecular y la alta viscosidad del quitosano dificultan su uso en muchas aplicaciones. Productos hidrolizados de quitosano como COS resultó ser mucho más fácil de manipular en aplicaciones comerciales a gran escala. Para obtener esas degradaciones en los productos se han desarrollado varios métodos: químicos y enzimático (Fig. 4). Por lo general, se prefieren las enzimas a los reactivos químicos, que se asocian con mayores riesgos ambientales. Los métodos aceptables deben ser capaces de reducir el peso molecular de quitosano sin alterar su estructura química. quitonooligosacáridos.

Los quitinooligosacáridos (COS) son los productos despolimerizados de quitosano (Xu et al., 2008). Quitosanos con grados de polimerización inferior a 20 y un peso molecular medio inferior a 3900 Da son llamados COS. Durante la preparación de quitosanos, la viscosidad se usa generalmente para estimar el peso molecular. Hay un interés creciente en COS porque son más adecuados para algunas aplicaciones industriales debido a sus pesos moleculares bajos, viscosidad baja y longitudes de cadena cortas. Además de sus propiedades de solubilidad en agua, también se reportan COS que tienen excelentes propiedades biológicas: reducción del colesterol, antibacteriano, antitumoral y efectos de mejora inmunológica.

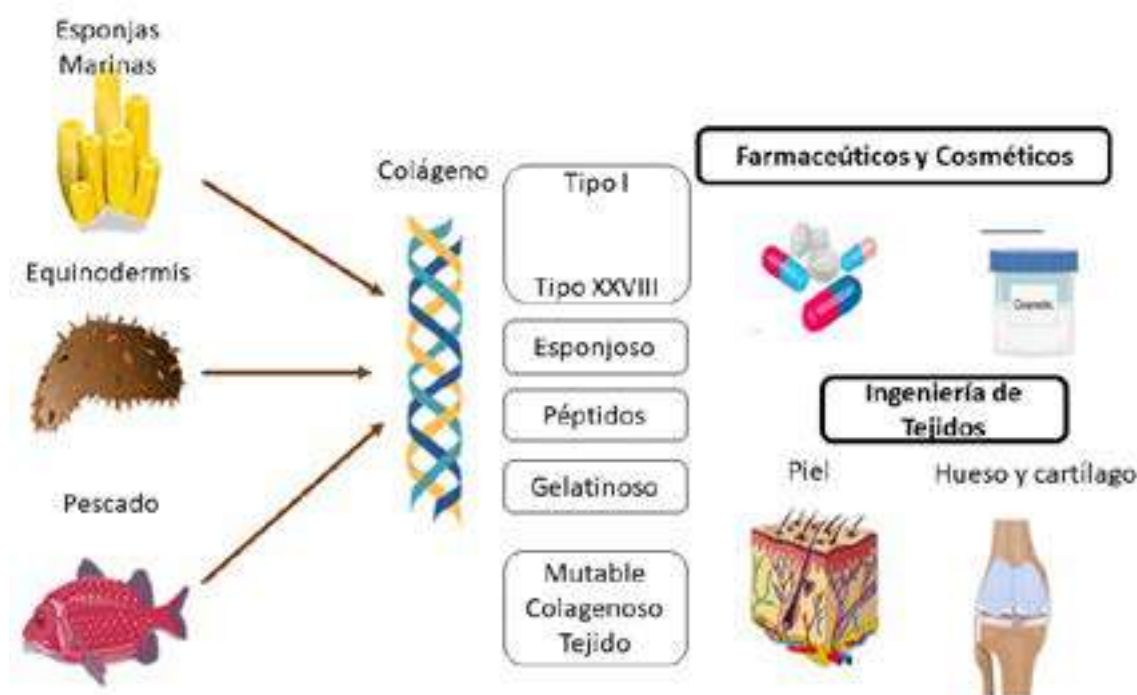
Colágeno

Los biopolímeros de colágeno pueden ser analizados mediante análisis físico-químicos, densitométricos y espectroscópicos para obtener sus principales características, visando su manipulación biotecnológica.

El colágeno extraído de los recursos pesqueros es un producto de alto valor añadido, con potencial uso en la industria alimentaria, biofarmacéutica y cosmética. Algunos factores hacen prometedor el uso del polímero de los recursos pesqueros, tales como: alta disponibilidad; mayor distancia ontogenética entre peces y humanos; ausencia de barreras socioculturales; y ausencia de toxicidad. El método de extracción del colágeno (soluble en ácido, soluble en pepsina, electrodiálisis, ultrasonido, precipitación isoelectrica) influirá directamente en sus propiedades. Así, este trabajo pretende dar una visión general de los métodos de extracción, técnicas de caracterización (solubilidad, potencial zeta,

viscosidad, termogravimetría, calorimetría diferencial de barrido, SDS-PAGE, densitometría, fuerza de gel, composición centesimal, color, aminograma, determinación de hidroxiprolina, difracción de rayos X, dicroísmo circular, espectroscopia ultravioleta, Raman y FTIR) y análisis de potencial con foco en fuentes acuícolas y pesqueras, a través de una recopilación de información científica que puede ser de utilidad para orientar a los profesionales de la biotecnología acuática, considerando que sus propiedades son similares al colágeno extraído de los mamíferos (Oliveira 2021).

Figura N°5: Fuentes, tipos y aplicaciones del colágeno



Fuente: Fassini (2021).

El material absorbente juega un papel cada vez más importante en la separación de agua y aceite debido a su alta eficiencia, rentabilidad y respeto por el medio ambiente. Aquí, matriz de fibra de colágeno derivada de biomasa funcionalizada con amino (definida como A-CFM) con cadenas de hidrocarburo de dodecilo se preparó como material adsorbente de separación de agua y aceite por in-situ copolimerización por injerto de metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo (DMAEMA) y metacrilato de glicidilo (GMA).

Figura N°6: Fuentes, extracción y caracterización del colágeno

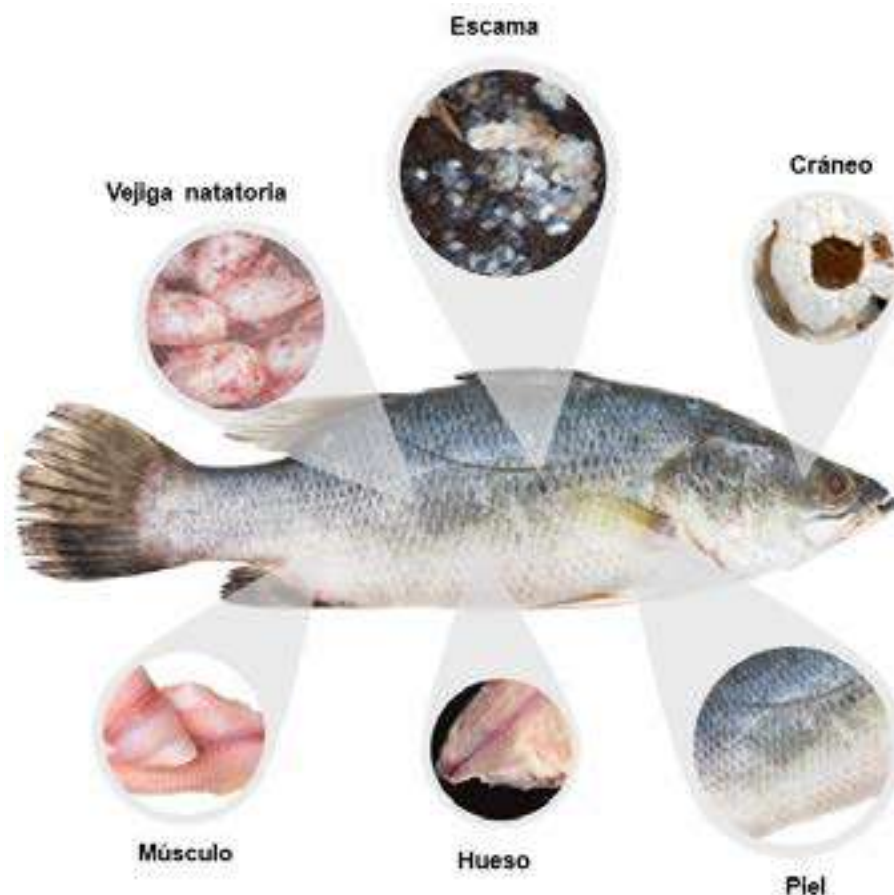
Fuente: Oliveira (2021).

El A-CFM posee porosidad favorable, tamaño de poro apropiado y excelente hidrofobicidad, que exhibe alta eficiencia de separación (~99,90 %) para emulsiones sin tensioactivos o emulsiones estabilizadas con tensioactivos, incluso después de tres ciclos. Además, la humectabilidad ajustable de A-CFM se puede lograr alterando el valor de pH, que no solo imparte un excelente rendimiento de reciclaje, sino que también mejora el rendimiento antiincrustante para A-CFM material absorbente. Además, el análisis del mecanismo de separación agua-aceite indica que la hidrofobicidad y la fuerza capilar, especialmente la interacción electrostática (atracción/repulsión electrostática), juegan un papel clave en emulsiones separadoras estabilizadas por tensioactivo iónico. Nuestros hallazgos amplían el conocimiento de la emulsión de aceite en agua separación, así como pavimentar una nueva forma de desarrollar materiales adsorbentes de alto rendimiento con buenas perspectivas de aplicación en la separación de emulsiones de agua y aceite.

Figura N°7: Fuentes naturales de colágeno



Fuente: Oliveira (2021).

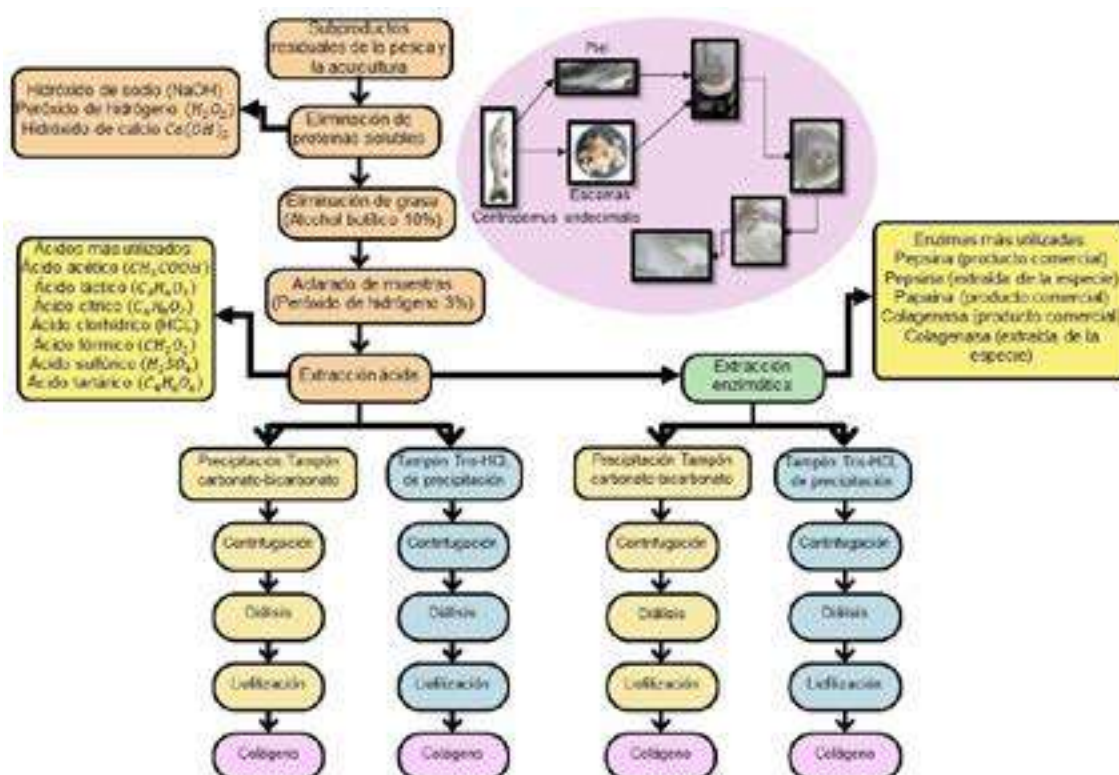
Figura N°8: Fuentes de colágeno de un pescado

Fuente: Oliveira (2021).

El colágeno es una proteína fibrosa blanca, opaca, no ramificada, sintetizada por fibroblastos animales que se encuentran ampliamente en tendones, ligamentos, cartílago, piel y otros tejidos conectivos. Tiene la función de apoyar órganos y proteger el músculo. Tiene abundantes fuentes, fácil extracción y purificación, antigenicidad débil y baja posibilidad de causar la respuesta inmune.

Es biodegradable y absorbible, y puede proporcionar apoyo para la unión celular, la migración y la proliferación, no tóxico y biocompatible. Los apósitos de colágeno tienen una fuerte absorción de agua y puede absorber una gran cantidad de exudado, reduciendo la pérdida de proteínas y electrolitos del exudado traumático y evitar deshidratación de la herida. Para aumentar la fuerza mecánica de los apósitos de colágeno, necesitan ser modificados. El agente de reticulación químico comúnmente usado es glutaraldehído, pero el rendimiento de los apósitos de colágeno debe mejorarse urgentemente debido a su toxicidad biológica propia y entrecruzada, así como la dificultad de controlar la dosificación.

Figura N°9: Extracción de colágeno de la piel del pescado

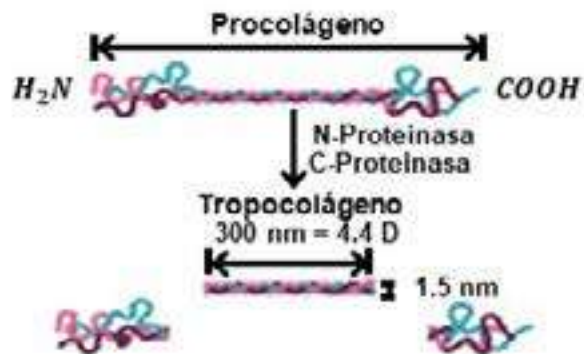


Fuente: Oliveira (2021).

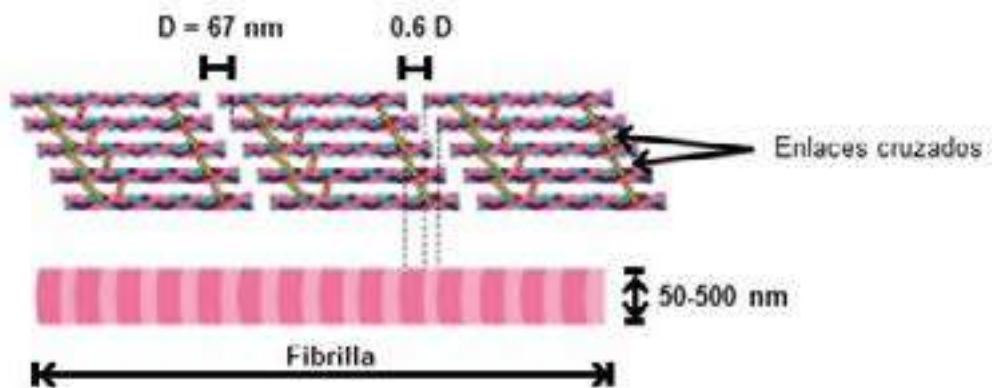
Si el producto de colágeno se mezcla con otros materiales poliméricos no degradables como el poliuretano y el nylon o materiales degradables como poliéster y ácido poliglutámico, etc. el rendimiento de los apósitos de colágeno se puede mejorar de manera efectiva. Sin embargo, los productos de degradación de algunos apósitos aumentarán la acidez de los tejidos circundantes, lo que resulta en una inflamación estéril, que pueden afectar sus propiedades biológicas.

Figura N°10: Estructura del colágeno

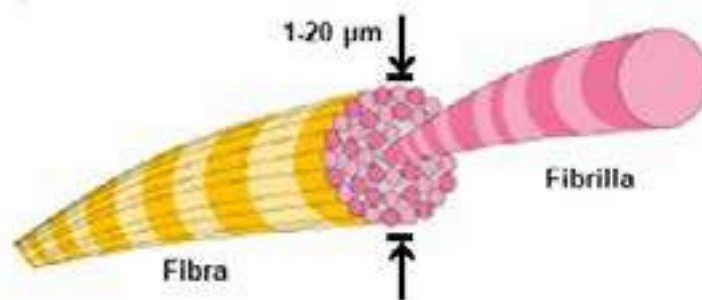
A. Formación de tropocolágeno



B. Montaje de tropocolágeno en una fibrilla

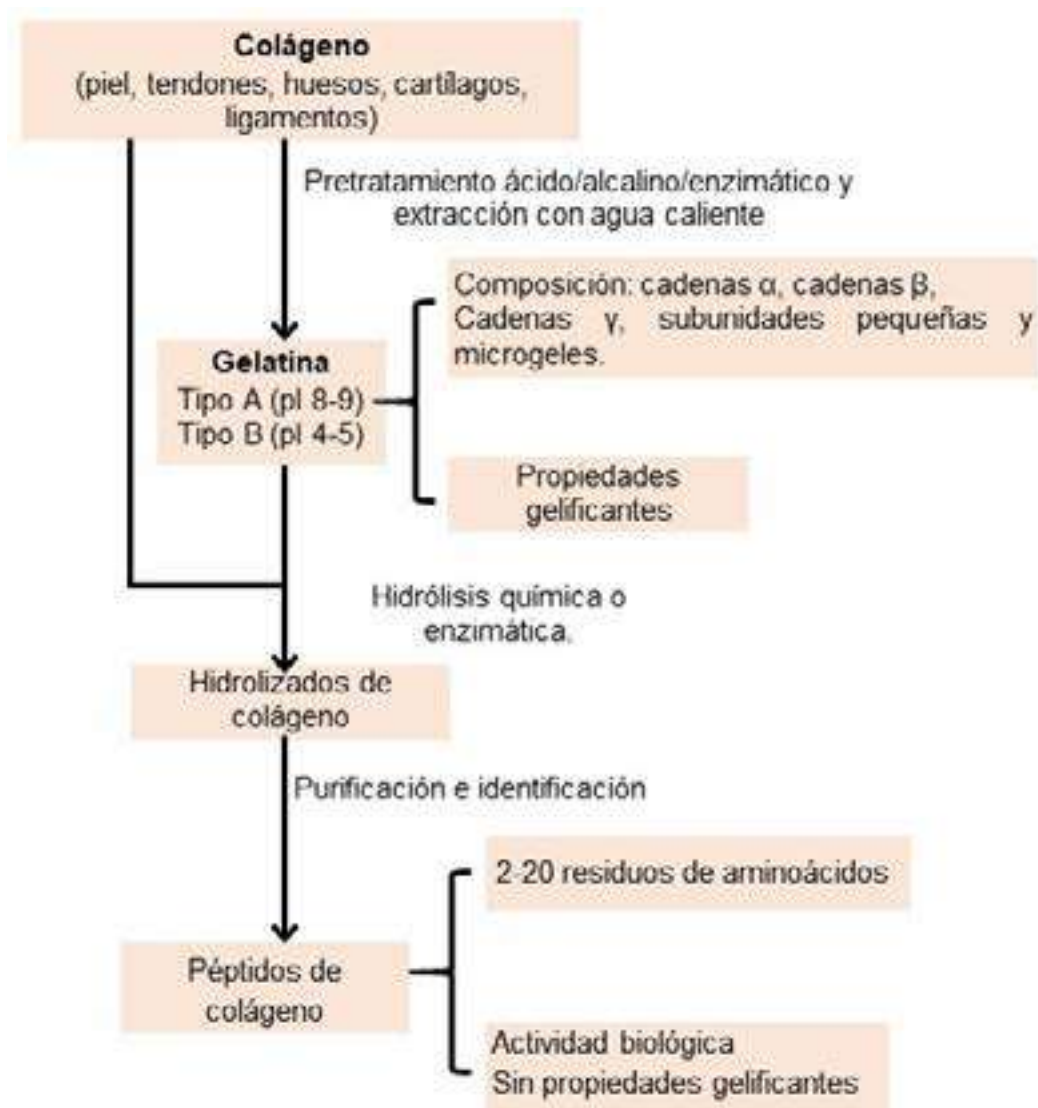


C. Las fibrillas de colágeno se agrupan en fibras.



Fuente: Peng (2022).

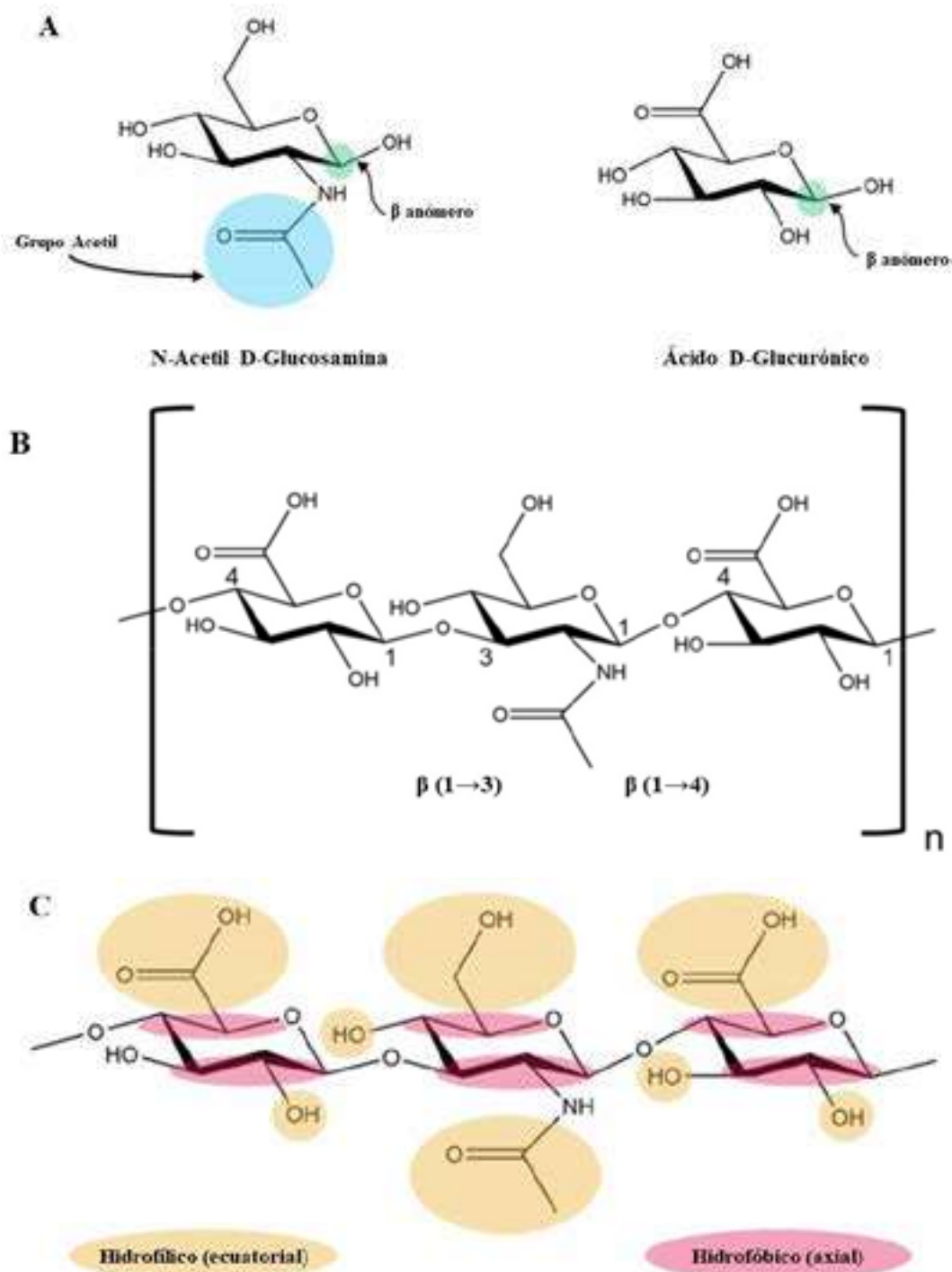
Además, la masa molecular de algunos de los apósitos modificados es difícil de controlar. Una masa molecular demasiado pequeña puede resultar en una falta de resistencia mecánica y demasiado grande puede afectar las propiedades hidrofílicas del material (Peng 2022).

Figura N°11: Proceso de obtención de colágeno y gelatina

Fuente: Elaboración propia

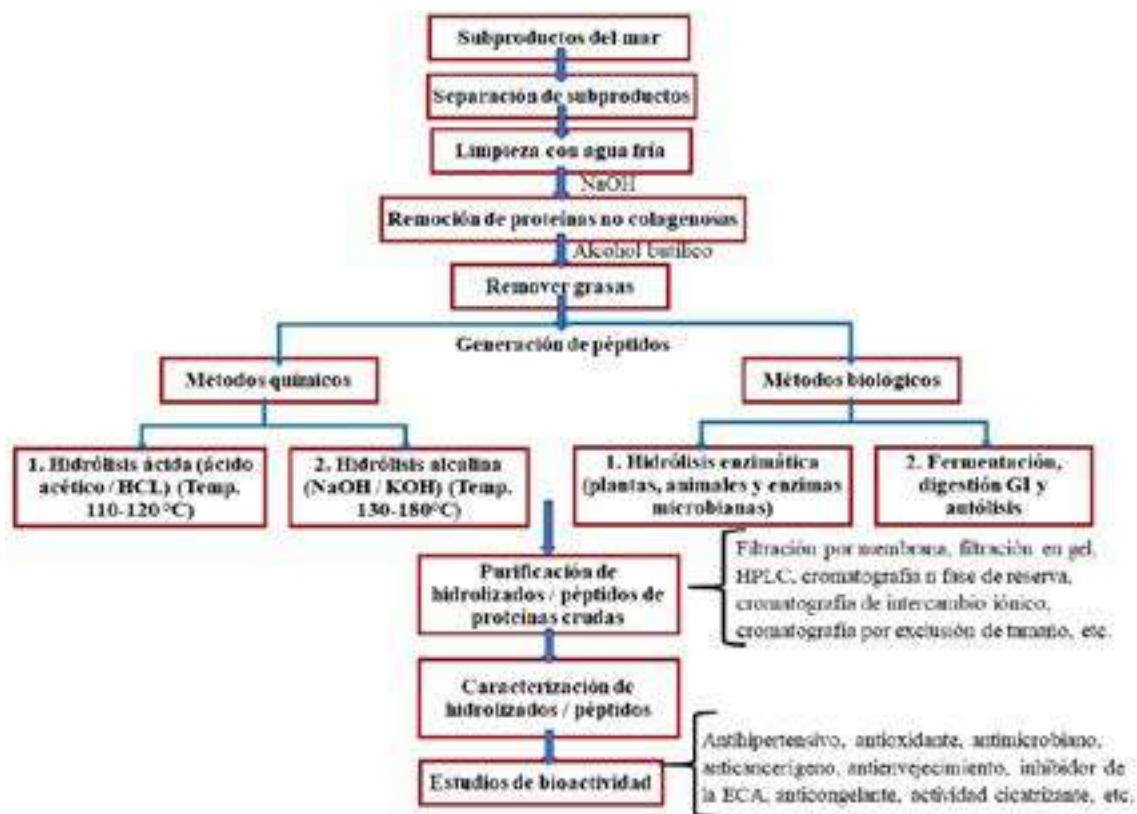
En el campo de la medicina regenerativa, la importancia de la bioimpresión 3D es evidente y no desdeñable. Sin embargo, La tecnología de bioimpresión 3D también requiere biotinta con un rendimiento excelente como material de soporte para fabricar un andamio bioinspirado multifuncional. La biotinta a base de colágeno se considera una tinta de bioimpresión 3D ideal por su excelente biocompatibilidad, capacidad de impresión controlable y propiedad de carga celular. Es un avance importante en medicina regenerativa con el progreso de la biotinta a base de colágeno, que fabrica andamios bioinspirados con diferentes funciones y se aplica en diferentes escenarios de reparación. Esta revisión resume las diferentes aplicaciones de biotinta a base de colágeno y los clasifica en tejido blando y tejido duro según la región de destino.

Figura N°12: Estructura química del HA y sus componentes. (A) Estructuras de D-glucurónico ácido y N-acetil-D-glucosamina. (B) Estructura química de la unidad repetitiva de disacárido de HA unida entre sí alternando β -(1 $\rightarrow$ 4) y Enlaces glucosídicos β -(1 $\rightarrow$ 3). (C) Restos hidrofílicos e hidrofóbicos, que impulsan la torsión de la molécula HA, están etiquetados para mostrar su ecuatorial y posiciones axiales, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

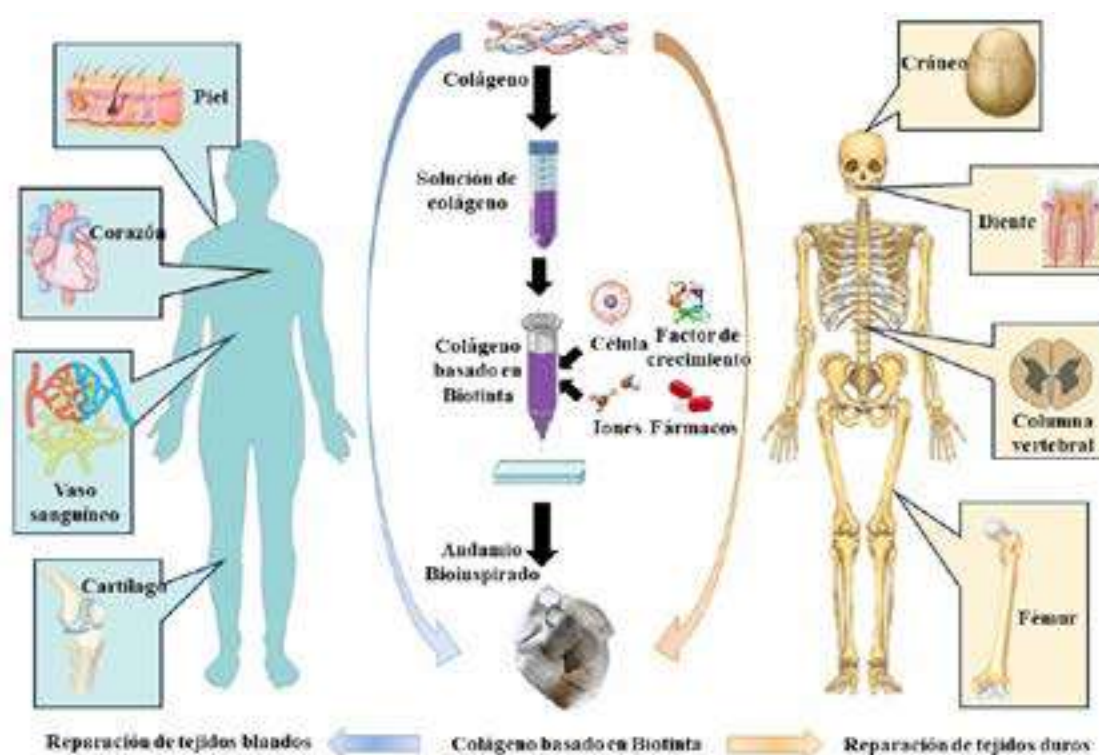
Figura N°13: Producción de péptidos de colágeno



Fuente: Hamed (2020).

Las aplicaciones de la región objetivo en los tejidos blandos incluyen la piel, el cartílago, el corazón y los vasos sanguíneos, mientras que en los tejidos duros incluyen el fémur, el cráneo, los dientes y la columna vertebral. Cuando se aplica biotinta a base de colágeno para reparar tejidos blandos, los requisitos de la función son mayores, mientras que las propiedades mecánicas deben mejorarse aún más en la reparación de duro tejido. Resumimos además las características de la biotinta a base de colágeno y señalamos las más importantes propiedades que deben ser consideradas en diferentes escenarios de reparación, que pueden servir de referencia para la preparación de biotintas con diferentes funciones. Finalmente, señalamos los principales retos a los que se enfrenta la biotinta a base de colágeno y prospectar las direcciones futuras de la investigación (Tang 2022).

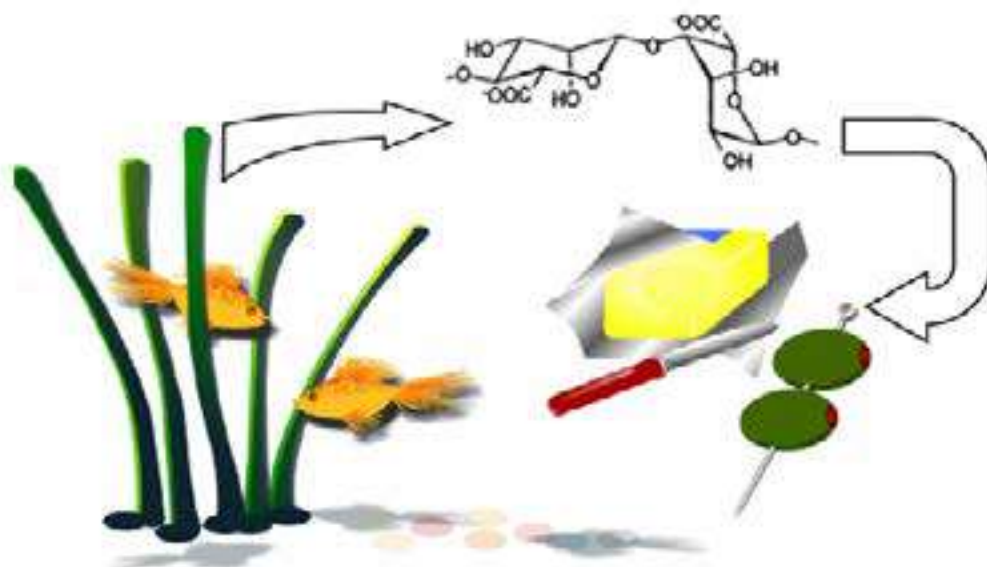
Figura N°14: El esquema de la fabricación de un andamio bioinspirado con biotinta a base de colágeno y su aplicación en la reparación de tejidos blandos y duros



Fuente: Li (2023).

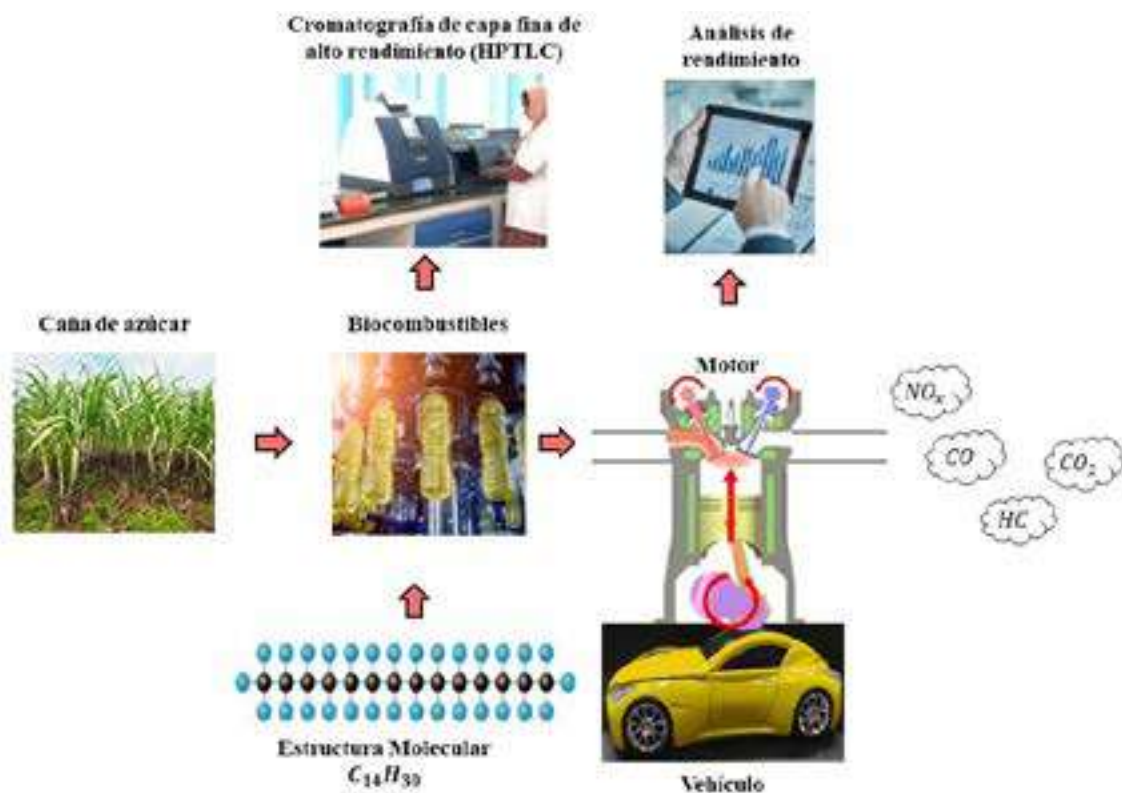
Algas y Alginato

Uno no tan conocido es el caso de los alginatos, que provienen, como su nombre ya nos indica, de las algas. Estando la corteza terrestre cubierta en un 70% por agua, resulta lógico que uno de los polímeros naturales más abundantes provenga del océano. Descubiertos en 1881 por el químico británico E.C.C. Stanford, los alginatos son polisacáridos presentes en gran cantidad (aproximadamente 40% w/w) en las matrices celulares de las macroalgas marinas Phaeophyceae (ver Figura 1). Se encuentran también, aunque en menor proporción, en bacterias del género *Azotobacter* y *Pseudomonas*. ¿Qué es lo que tienen de atractivo los alginatos? A pesar de no ser uno de los grupos de polímeros más “mediáticos”, los podemos encontrar en nuestra vida diaria en productos como los helados de leche o los cosméticos, donde se aprovecha su capacidad gelificante. Incluso en el ámbito médico seguramente también nos hemos cruzado con este polímero si alguna vez nos han hecho un molde dental. Veamos cómo son estos polímeros polivalentes.

Figura N°15: Algas y alginatos y sus aplicaciones

Fuente: Ayarza (2014).

Los alginatos son polímeros lineales, y están formados por unidades de los ácidos β -D-manurónico (M) y α -L-gulurónico (G), Figura 2a, unidos por enlaces glicosídicos 1 $\rightarrow$ 4. Los alginatos no tienen unidades regulares repetitivas, por lo cual no basta conocer la composición monomérica para describir su estructura secuencial. Como se observa en la Figura 2b, existen diversas formas del enlace glicosídico según como sea la secuencia de unión entre monómeros. Esto genera 3 formas estructurales: el bloque GG, una estructura abultada o capsular; el bloque MM, una estructura tipo cinta plana; y el bloque MG, una estructura tipo escalera. El enlace glicosídico en un bloque MM se forma entre los carbonos ecuatoriales C-1 y C-4, mientras que en un bloque GG, se forma entre los carbonos axiales C-1 y C-4.2 El ratio M/G y la cantidad relativa de determinados bloques son factores determinantes en las propiedades del alginato.

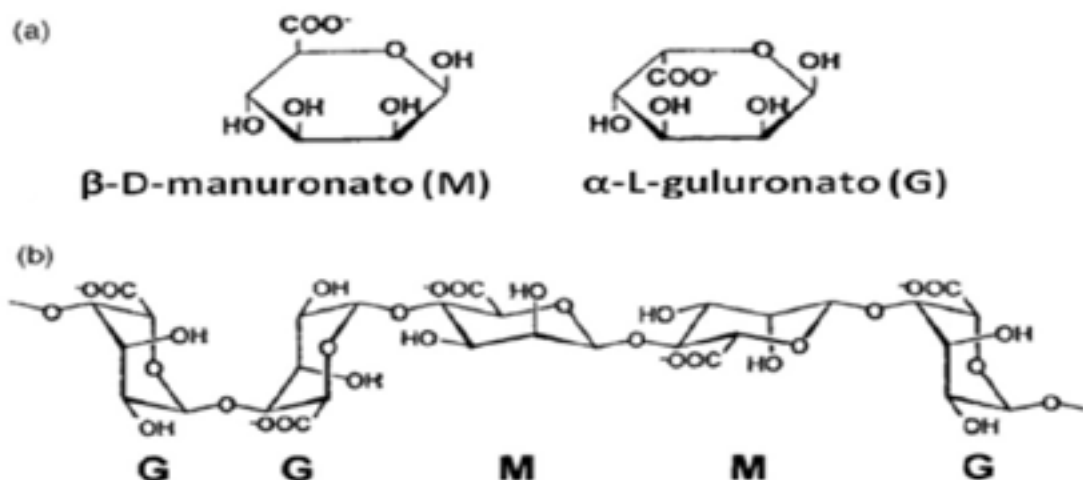
Figura N°16: Resumen de las aplicaciones de la biomasa (alga) y proceso general

Fuente: Kartik. (2021).

¿Cómo se pueden obtener los alginatos?

El proceso de manufactura comienza en el mar, donde se cultiva y recolecta el alga. De entre las diversas especies de algas pardas, se extraen alginatos con diferentes propiedades, principalmente debido a la variación del ratio M/G y de la composición estructural. Las fuentes comerciales más comunes son las especies de algas *Ascophyllum*, *Durvillae*, *Ecklonia*, *Laminaria*, *Lessonia*, *Macrocystis*, *Sargassum* y *Turbinaria*. La especie *Macrocystis* se recolecta principalmente en la costa oeste de Norte América (México y Estado Unidos); la especie *Laminaria*, en el norte de Europa (Francia, Irlanda, Noruega, Escocia) y en el este asiático (China, Japón y Korea); la especie *Ascophyllum*, en Escocia e Irlanda; y las especies *Durvillae*, *Lessonia* y *Ecklonia*, en Australia y Chile. En el Perú, se vienen recolectando las especies *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens* en la zona centro-sur del litoral, principalmente en la región Ica.

Figura N°17: Estructura del alginato: (a) monómeros constituyentes; (b) diversas formas estructurales en el polímero dependiendo de la secuencia adoptada por los monómeros



Fuente: Ayarza (2014).

Una vez recolectada el alga, esta puede usarse húmeda o seca. El alga húmeda se corta en pequeños pedazos, se trata con solución diluida de formol y puede almacenarse en tanques de concreto por varios meses. El alga seca generalmente se tritura y se puede almacenar por meses. Cuando va a ser usada, se la hidrata remojándola por varias horas. No obstante, algunos productores emplean el alga intacta. En general, la trituration es más ventajosa pues permite un manejo más sencillo a nivel de planta, e incrementa la superficie de reacción en los tratamientos posteriores.

El alginato en el alga se encuentra principalmente como la sal de calcio, la cual es insoluble en agua, y en mucha menor medida como sales de sodio, potasio, magnesio, estroncio y bario. En un pre-tratamiento (Figura 3a), se trata el alga con una solución de formol para remover los compuestos fenólicos que dan un color oscuro indeseable, y se remoja en HCl diluido por periodos cortos de tiempo para convertir el alginato de calcio a ácido algínico, según la reacción (1).

Tabla N°4: Las fuentes naturales más importantes de polisacáridos y alginatos

Fuente	Polímero Extraído	Polímero Inicial o Derivados	Propiedades Principales
Madera	Lignina	Alcalino-lignina, lignosulfonato (de papel al sulfito, proceso)	Arcilla defloculante Aditivo en fluidos de perforación
	Celulosa	Fibras: textil, papel, compuestos.	Sustrato fibroso.
		Derivados: metilcelulosa, carboximetilcelulosa...	Polímeros gelificantes y/o espesantes.
Frutas	Hemicelulosas Pectinas	Copolímero basado en unidades repetidas de ácido galacturónico con diferentes grados de metilación	Gelling polymer depending on the cations and temperature
Algas	Carragenanos (extraídos de algas rojas)	Copolímeros alternos sulfatados (formas l, k, i)	Polímero gelificante en función de los cationes y la temperatura.
	Alginatos (extraídos de algas pardas)	Copolímeros en bloque basados en unidades gulurónicas y manurónicas.	Polímero gelificante en presencia de contraiones divalentes.
Cereales	Almidón	Almidón catiónico	Retención de fibras y cargas en la industria papelera.
	Celulosa	Fibras: textil, papel, compuestos.	Sustrato fibroso.
		Derivados: metilcelulosa, carboximetilcelulosa...	Polímeros gelificantes y/o espesantes.

Fuente: Rinaudo (2008).

Tabla N°5: Representación esquemática de la estructura química, características principales y fuente de los polisacáridos utilizados en el estudio

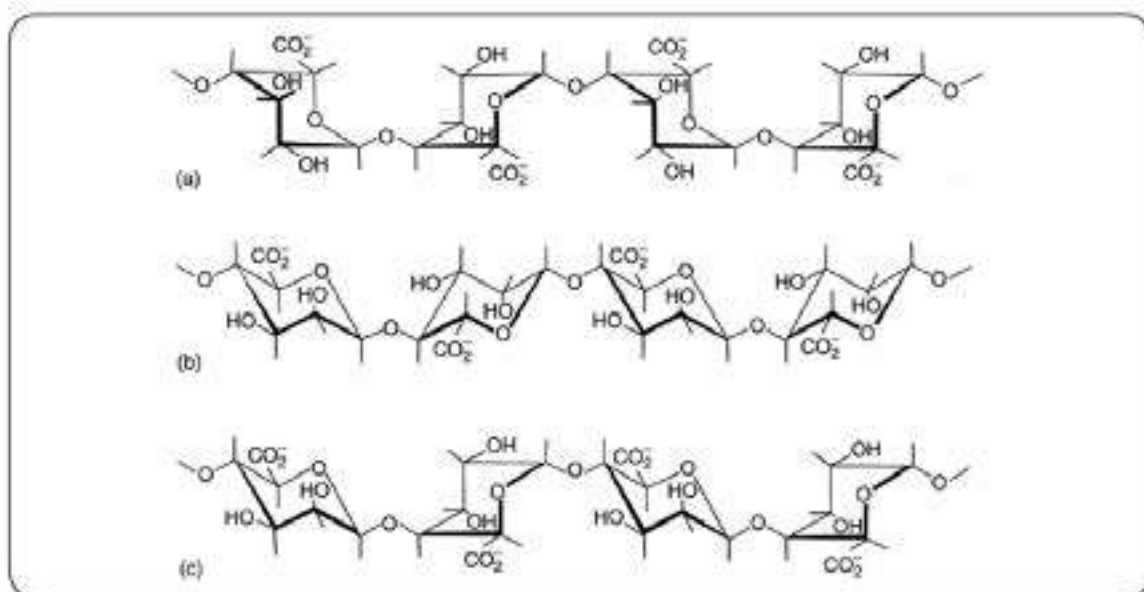
Table 1
Schematic representation of the chemical structure, major characteristics and source of the polysaccharides used in the study.

Polysaccharide	Chemical structure	Characteristics	Supplier
Chitosan chloride (Protasan™ UF Q. 213)		Mw 307 kDa ^a DEA 8.3% ^b	Novamatrix - FMC Biopolymers (Norway)
Sodium alginate (Protanal® LF 10/60)		Mw 147 kDa ^c G-65-75% ^b	FMC Biopolymer (Norway)
Pectin sodium salt (Genu® pectin LM 102 AS)		Mw 96 kDa ^d DE 30% ^b DA 1.9% ^b	CPKelco (Denmark)

^a Jørgensen et al. (2012).
^b Information given by the supplier.
^c Pistone et al. (2015).
^d Nguyen et al. (2011).

Fuente: Pistone (2017).

Figura N°18: Estructuras químicas de los bloques de ácido urónico implicados en la composición del alginato



Fuente: Rinaudo (2014).



La conversión no es total, pero busca remover la mayor cantidad de calcio sin degradar el alginato. El resultado del pre-tratamiento es un lodo de alga que se separa por medio de un filtro de tambor rotatorio. La extracción del alginato como su sal de sodio se realiza con un tratamiento alcalino con una solución de carbonato de sodio Na_2CO_3 , los detalles se muestran en la Figura 3b. En este paso compiten procesos de intercambio iónico y neutralización ácido-base:

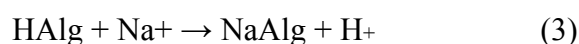
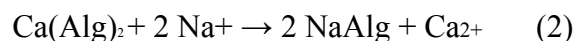


Figura N°19: Las diferentes etapas del proceso de extracción y purificación del alginato de sodio en base a la referencia 2.

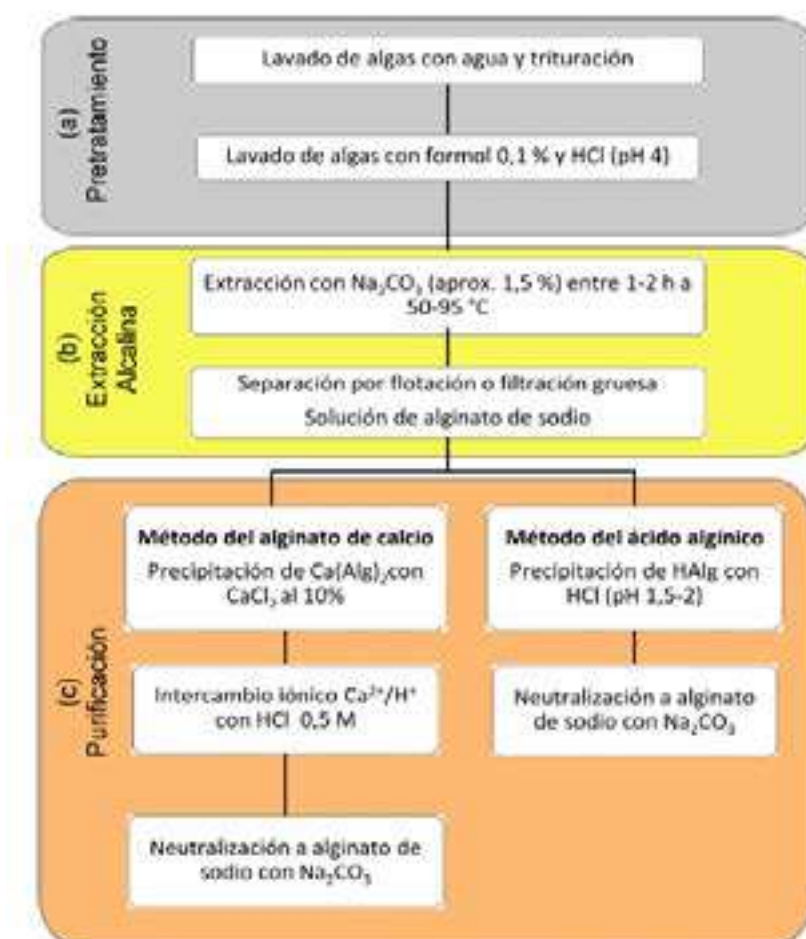


Figura 3. Las diferentes etapas del proceso de extracción y purificación del alginato de sodio en base a la referencia 2.

Fuente: Ayarza (2014)

Las condiciones de reacción afectan la viscosidad final del alginato. El alginato de sodio se disuelve formando una solución muy viscosa, mientras que la celulosa y otros compuestos del alga quedan en suspensión. Para separar los residuos insolubles primero es necesario diluir el extracto entre 4-6 veces su volumen con agua. Luego, se puede emplear la flotación, con ayuda de un floculante, o la filtración, con perlita o tierra diatomea.

Una vez que se tiene la solución de alginato de sodio, se pueden emplear dos métodos de purificación, como se muestra en la Figura 3c: i) el proceso del alginato de calcio y ii) el proceso del ácido alginico. En el primer método, la solución de alginato de sodio se añade a una solución de cloruro de calcio CaCl_2 , lo que da lugar a la obtención de fibras. Si se desea decolorar el alginato, este se puede tratar con una solución de hipoclorito de sodio. Luego, se reemplaza a los iones Ca^{2+} con H^+ por adición de ácido clorhídrico diluido, lo que da lugar al ácido alginico, que es también insoluble. Finalmente, se convierte el ácido alginico a alginato de sodio por neutralización con álcali en solución acuosa, formándose una pasta. En el segundo método, se precipita directamente el ácido alginico de la solución de alginato de sodio y se sigue el mismo procedimiento que en el caso anterior. La pasta de alginato de sodio resultante se pulveriza y se seca. En un método alternativo, la conversión a alginato de sodio se puede realizar con álcali en suspensión con un alcohol (metanol, etanol o 2-propanol). (Ayarza 2014)

Figura N°20: Visión general involucrada en las industrias de biopolímeros. Las fuentes de biomasa, métodos para procesar biomasa y tipos de biopolímeros.

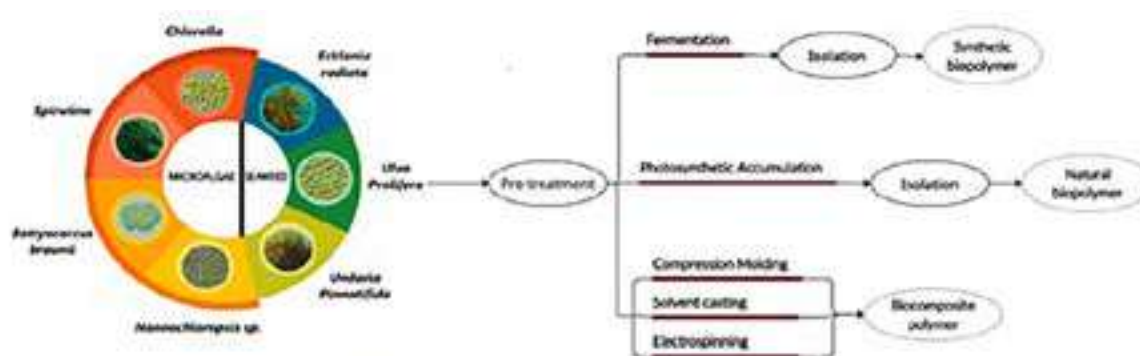


Fig. 1. The figure illustrates the overall view involved in biopolymer industries. The sources of biomass, methods to process biomass and types of biopolymer depicted.

Fuente: Kartik. (2021).

Una vez extraído el alginato, este debe ser caracterizado. Para ello se emplean diversas técnicas analíticas. Realizando una hidrólisis parcial con ácido y empleando la espectroscopía de resonancia magnética nuclear de alta resolución de ^1H y ^{13}C , uni- y bidimensional, se pueden determinar las frecuencias de las monadas FG (fracción de unidades de guluronato), FM (fracción de unidades de manuronato), los dúos F_{GG} , F_{MG} , F_{GM} , F_{MM} , y las triadas F_{GGG} , F_{GGM} , F_{MGG} , F_{MGM} , F_{MMM} , F_{MMG} , F_{GMM} , F_{GMG} . Utilizando estas frecuencias se pueden determinar valores como la longitud promedio en número de los bloques- G (N_G), la longitud promedio en número de los bloques-G sin considerar los singuletes -

MGM- ($N_{G>1}$), y de forma equivalente, los valores N_M y $N_{M>1}$.

En general, se puede lograr una buena caracterización determinando F_G y $N_{G>1}$, lo que es importante pues el contenido de ácido gulurónico está relacionado directamente con las propiedades de gelificación del alginato, que son las propiedades más importantes desde el punto de vista de su aplicación. Adicionalmente, se ha reportado el uso de la espectroscopia infrarroja FT-IR como método alternativo para determinar la estructura secuencial.

Otro factor determinante en la caracterización del alginato es su masa molar promedio. Las mediciones de viscosidad intrínseca de un polímero se relacionan con su masa molecular promedio por medio de la ecuación de Mark-Houwink (4):

$$[\eta] = KM^\alpha \quad (4)$$

Donde $[\eta]$ es la viscosidad intrínseca, M es la masa molar promedio de viscosidad, y K y α son constantes para un sistema polímero/solvente en particular. Adicionalmente, se emplea la cromatografía de permeación en gel (GPC), con columnas de exclusión molecular por tamaño, para determinar la distribución de masas molares. En conjunto, la composición, estructura secuencial y masa molar determinan la utilidad del alginato para una determinada aplicación. (Ayarza 2014)

Propiedades y usos: los alginatos en la vida diaria

En general, las aplicaciones de los alginatos se relacionan con su hidrofiliidad, su capacidad de formar geles y su biocompatibilidad. Tres de sus derivados son de importancia comercial: el alginato de sodio, el alginato de calcio y el alginato de propilenglicol. No obstante, también se producen en bajas cantidades las sales de amonio, potasio, magnesio y trietanolamina. Sus presentaciones comerciales son, por lo general, en forma de polvo granulado de un color blanco a marrón amarillento. Los derivados del alginato son considerablemente estables y pueden durar por varios meses si se mantienen en un ambiente seco, fresco y sin exposición al sol.

Su capacidad de formar geles es quizá su propiedad más resaltante, y la más explotada en la industria. Los alginatos tienen gran afinidad por cationes multivalentes, principalmente debido al efecto quelato de los bloques poligulurónicos del polímero, con lo cual se pueden formar geles por entrecruzamiento iónico (ver Figura 4). Los geles formados son resistentes a la temperatura, es decir, no se descomponen ni pierden su forma; tal es así que se usan para hornear cremas. Existen, no obstante, otros métodos alternativos de gelificación que incluyen el entrecruzamiento químico, la reducción del pH para formar el gel del ácido algínico, y la interacción electrostática con polielectrolitos (i.e. polímeros cargados).

Extracción de alginatos (método de RINAUDO 2013)

Extracción de alginatos Las algas molidas (1 g) se suspenden en agua destilada (100 ml), y se añade una solución acuosa de HCl 0,1 N bajo fuerte agitación para obtener pH $\frac{1}{4}$ 3. La mezcla se agita durante 24 h, a temperatura ambiente temperatura. El sobrenadante se elimina por centrifugación. Los residuos de algas humedecidas se lavan con agua destilada y luego se suspende en 100 ml de agua destilada. Por adición de una solución acuosa de Na₂CO₃ 1 M y 0,5 g de EDTA, el pH de la suspensión pasa a pH 11. Las algas se agitan a 80°C durante 2 h. Después filtración sobre membranas porosas de 0,8 mm, la solución extraída se ha acidificado con HCl 6 N hasta pH $\frac{1}{4}$ 3. El precipitado formado se recoge por centrifugación y se suspende en 300 ml de agua destilada agua. Mediante la adición de una solución acuosa de NaOH 1 M, el pH de la suspensión se ajusta a pH 10. El alginato de sodio se ha precipitado con etanol en presencia de NaCl. este precipitado se lava con mezclas de etanol/agua con rendimiento creciente en etanol/agua desde 70% (v/v) hasta etanol absoluto; el precipitado se solubiliza en agua destilada, se concentra con un Rotavapor R-210 de Büchi antes de la liofilización (Rinaudo 2013).

Luego de obtener el alginato; se debe de caracterizar, para ello se determinan algunas propiedades aplicando las siguientes técnicas:

- Porcentaje de humedad
- Porcentaje de cenizas
- Porcentaje de nitrógeno
- Análisis químico por RMN
- Total hidrolisis de los alginatos.
- Viscosimetría por capilaridad
- Análisis de los geles de alginatos con iones calcio

Figura N°21: Diferentes métodos de extracción de polímeros naturales



Fuente: Saravanan (2022).

Alginatos y sus aplicaciones como absorbentes

Las paredes celulares de las algas marinas contienen polisacáridos que proporcionan a las algas su flexibilidad y ayudan a adaptarse a la variedad de movimientos de agua en los que crecen. También se hinchan en el agua y así conservan la hidratación. Estos polímeros, a menudo llamados ficocoloides, generalmente se extraen de las algas con agua a diferentes temperaturas y condiciones. Los tres principales polisacáridos comerciales son los agares (incluida la agarosa, un polisacárido neutro), alginatos (polisacáridos carboxílicos) y carragernano (polisacáridos sulfatados) y se utilizan principalmente por sus propiedades espesantes y gelificantes, dependiendo de las condiciones termodinámicas y de sus estructuras moleculares, así como se discute más adelante. Las algas rojas contienen principalmente agares y carrageninas, mientras que las algas pardas producen alginatos (Rinaudo 2008).

Las algas pardas contienen grandes cantidades de polisacáridos aniónicos en sus paredes celulares. Alginato, también llamado algínico ácido o algina, fue descubierto en 1880. La cantidad y calidad de los alginatos extraídos depende de las algas y en la temporada de cosecha. La producción total de alginatos, extraídos principalmente de las especies de los órdenes Laminariales y Fucales ronda las 40 000 toneladas anuales, de las cuales el 30 por ciento se utiliza en la industria alimentaria. Ellos pueden aislarse bajo diferentes formas iónicas y aplicarse en alimentos en el ácido (E400), sodio (E401), potasio (E402), amonio (E403) o forma de calcio (E404) (E es el código para aditivos alimentarios en el reglamento de la UE). (Rinaudo 2008).

Los alginatos son copolímeros de bloques lineales compuestos por ácido d-manurónico (M) enlazado en 1,4 con conformación de anillo $4C_1$ y -ácido l-gulurónico (G) con conformación $1C_4$, presente en proporciones variables y en su forma piranósica, estructura. Están formados por tres tipos de bloques: bloques M y G alternados, resistentes al hidrólisis ácida, la parte más flexible de la cadena, bloques de GG y de MM, con un DP 20. En relación a su estructura química, se demostró que las propiedades físicas de estos polímeros en medio acuoso dependen, no solo de la M/G relación, sino también de la distribución de las unidades M y G a lo largo de la cadena. Los bloques GG en los que un axial-axial el enlace está involucrado, son más rígidos que los bloques MM unidos diecuatorialmente; por lo tanto, la rigidez de la cadena, así como su formación de complejos de calcio, depende de la composición y distribución de las unidades M y G, así como lo discutido por Smidsrod. Los bloques G de más de 6 a 10 residuos cada uno forman uniones reticuladas estables (y geles) con contraiones divalentes (Ca, Ba, Sr), pero no con Mg, como también se encontró con pectinas con bajo grado de metilación. También se demostró que la viscosidad relativa aumenta rápidamente sobre una cantidad crítica de contraiones divalentes (con Ca, Ba, Sr, pero no con Mg) cuando las cadenas interactúan.

A pH bajo, los alginatos forman geles ácidos estabilizados por enlaces H. Los bloques G homopoliméricos forman las uniones y la estabilidad de los geles está determinada por el contenido relativo y la longitud de los bloques G. Para su caracterización, los alginatos deben ser previamente purificados y aislados bajo su forma de sodio. Espectroscopia de RMN (^1H y ^{13}C) es la técnica más poderosa para caracterizar la composición química y la microestructura de alginatos [46–49]. Los alginatos purificados, aislados bajo la forma de sal de sodio, también se caracterizaron por cromatografía de exclusión estérica (SEC) con tres detectores en línea. Para productos comerciales, los pesos moleculares puede oscilar entre 32 000 y 400 000. Otro medio de caracterización es su viscosidad intrínseca utilizando el Relación Mark-Houwink.

Las dimensiones de las cadenas de alginato (radio de giro y viscosidad intrínseca) en soluciones acuosas dependen de la concentración de sal externa, estando su expansión directamente relacionada con el rendimiento espesante del polímero. Parece, sin embargo, que la expansión de polisacáridos, incluso en exceso de sal externa, es mayor que la de una aleatoria bobina en ausencia de repulsión electrostática, debido al carácter semirrígido generalmente asociado con este tipo de polímeros. La extensión relativa de los tres tipos de bloques en alginatos aumenta en el siguiente orden.

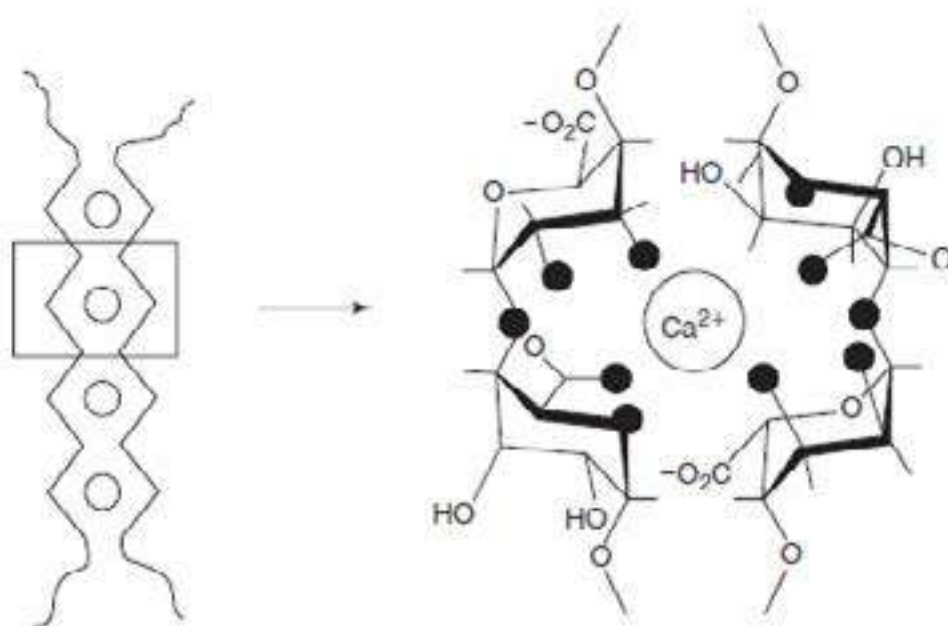
Las propiedades técnicas más importantes de los alginatos son su carácter espesante (aumento de la viscosidad del disolvente, después de la disolución), su aptitud de intercambio iónico y su capacidad de formación de gel en presencia de multivalente contraiones. Estas características son consecuencia directa del hecho de que los alginatos son polielectrolitos y siguen, por tanto, el comportamiento habitual de los polímeros cargados. Los alginatos, en su forma de sal monovalente, son solubles en agua independientemente de la temperatura y sus propiedades iónicas (interacciones electrostáticas de corto y largo alcance), así como la conformación y el peso molecular, son factores importantes que controlan su comportamiento reológico. La viscosidad de sus soluciones acuosas dependen de su concentración, peso molecular y concentración de sal externa (porque del efecto de apantallamiento de las interacciones electrostáticas). La viscosidad de las soluciones de alginato es casi constante entre pH 6 y 8 pero, en concentraciones moderadas, aumenta por debajo de pH 4,5 y alcanza un máximo alrededor de 3-3,5 y luego disminuye (el ácido algínico forma geles). Este comportamiento surge del hecho de que las atracciones del enlace H dominan sobre repulsiones electrostáticas, como se observó recientemente con hialuronano. En soluciones diluidas, la viscosidad disminuye. cuando el pH disminuye desde pH 6 y en el rango de pH 1–4, el ácido algínico se hidroliza. Estas soluciones se consideran ser estable en el rango de pH 5-10. El pK intrínseco del ácido algínico es de aproximadamente 3, como es el caso de muchos ácidos poliurónicos.

Otra característica de los alginatos, además de sus propiedades gelificantes y estabilizantes, es su capacidad para retener agua. Debido a su estructura lineal y alto peso molecular, los alginatos también forman películas fuertes y buenas fibras en estado sólido. El mecanismo de gelificación está relacionado con la estructura química de estos polímeros. Primero, propiedades electrostáticas son importantes para las interacciones selectivas con contraiones divalentes. Se forma una interacción

cooperativa específica de Ca en bloques G, que es la base de las zonas de unión y el entrecruzamiento de una red iónica, tan pronto como el grado de polimerización es mayor que 20; esta interacción no se observa para M bloques de unidades.

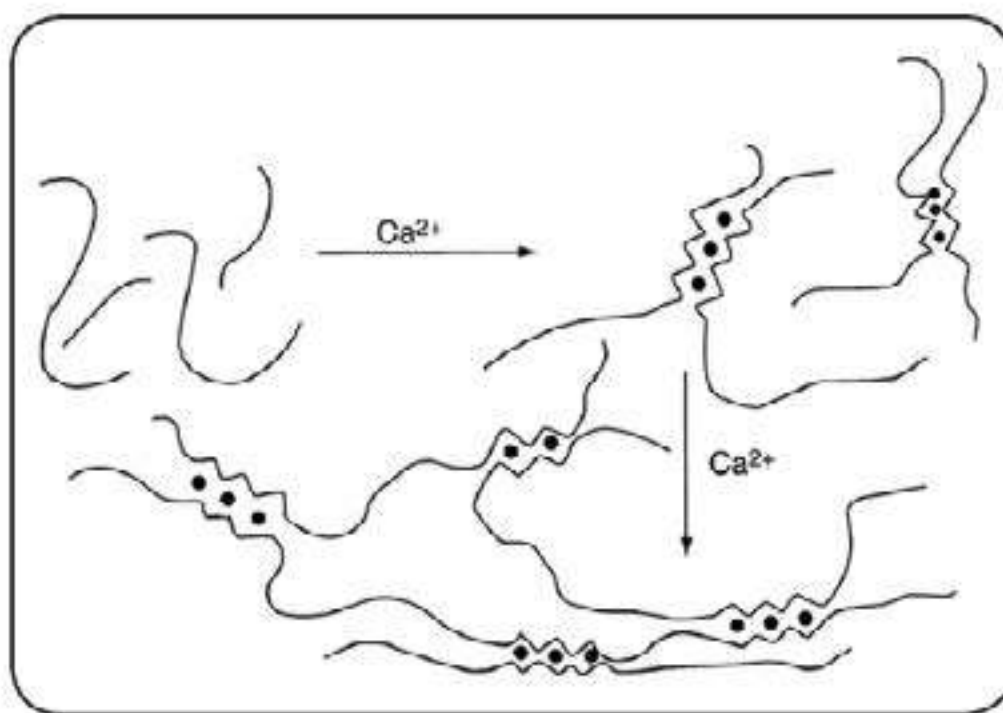
La conformación de polisacáridos ácidos y sus interacciones con los iones de calcio fue examinada por molecular simulación, y los autores demostraron la existencia de unión específica de calcio con poli- α -D-glucuronato. El mecanismo de formación de complejos involucra interacciones de calcio con diferentes átomos de oxígeno de dos unidades de ácido gulurónico adyacentes y con dos unidades entre cadenas, como se visualiza en el modelo de caja de huevos. El mecanismo de gelificación es un proceso de dos pasos: el primer paso es la formación de un dímero, seguido de la precipitación de pequeñas cadenas, o gelificación para las largas formadas con diferentes tipos de bloques.

Figura N°22: Interacción específica del ion calcio con el bloque de caja α -D-glucurónico. Los círculos oscuros representan los átomos de oxígeno involucrados en la coordinación del ion calcio



Fuente: Rinaudo (2008).

Figura N°23: Entrecruzamiento esquemático de alginato en presencia de contraiones de calcio completos con guluronic bloques



Fuente: Rinaudo (2014).

Las propiedades de los geles resultantes dependen de las características moleculares de los alginatos; la estabilidad de los geles y sus propiedades físicas dependen directamente de su contenido de G y de la longitud de sus bloques de G. Está despejado que la rigidez de los geles aumenta cuando aumenta el contenido de G y la longitud de los bloques de G. La muestra es que la fuerza del gel aumenta para una estructura molar dada cuando el peso molecular aumenta hasta un límite alrededor de $M \times 10^5$, un comportamiento similar al de la carragenina.

Los alginatos tienen interesantes propiedades de intercambio iónico: la mayoría de los contraiones monovalentes (excepto Ag) forman sales de alginato, mientras que los cationes divalentes y multivalentes (excepto Mg^{2+}) forman geles o precipitados. La afinidad se encontró que sigue el orden. La eficiencia de un ion divalente como precipitante para el alginato depende, no solo de su afinidad por el alginato, sino también de la cantidad de iones que deben unirse al alginato para la formación del gel. Esta secuencia no es exactamente la misma que el dado anteriormente.

Los alginatos purificados se producen bajo diferentes formas de sal: Na, K, NH_4 , Ca y/o derivado de propilenglicol como aditivos para espesar sopas y jaleas. Se utilizan como preparados antiácidos como Gaviscon®, en la fabricación de moldes materiales en odontología en presencia de una sal de calcio de liberación lenta para controlar el retraso de la gelificación. Alginatos en forma de fibras o películas se comercializan como materiales hemostáticos y apósitos para heridas, como AlgiDERM® o Sorbsan® hecho de fibras de alginato de calcio purificado estéril. Los geles a base

de calcio a menudo se usan en forma de perlas como inmovilización. matrices para células animales o protoplastos vegetales. Finalmente, los complejos de polielectrolitos se usan a menudo en biomédica. aplicaciones; por lo tanto, las perlas de quitosano-alginato se evaluaron para la ingeniería de tejidos y el vendaje de heridas.

Los alginatos tienen diversas aplicaciones en la industria y, aunque no sea evidente, nos encontramos con ellos frecuentemente: La industria textil emplea los alginatos como agentes espesantes en pastas para teñir textiles. Su gran aplicabilidad en esta industria es debida a que el alginato tiene afinidad por la celulosa y no reacciona con los colorantes, como sí lo hace el almidón (Ayarza 2014)

Figura N°24: Diagrama del proceso de gelificación iónica (a) solución de alginato de sodio, con las secuencias poligulurónicas representadas como sierras; (b) efecto quelato de las secuencias poligulurónicas sobre los iones Ca^{2+} causan el entrecruzamiento y, por ende, la gelificación.

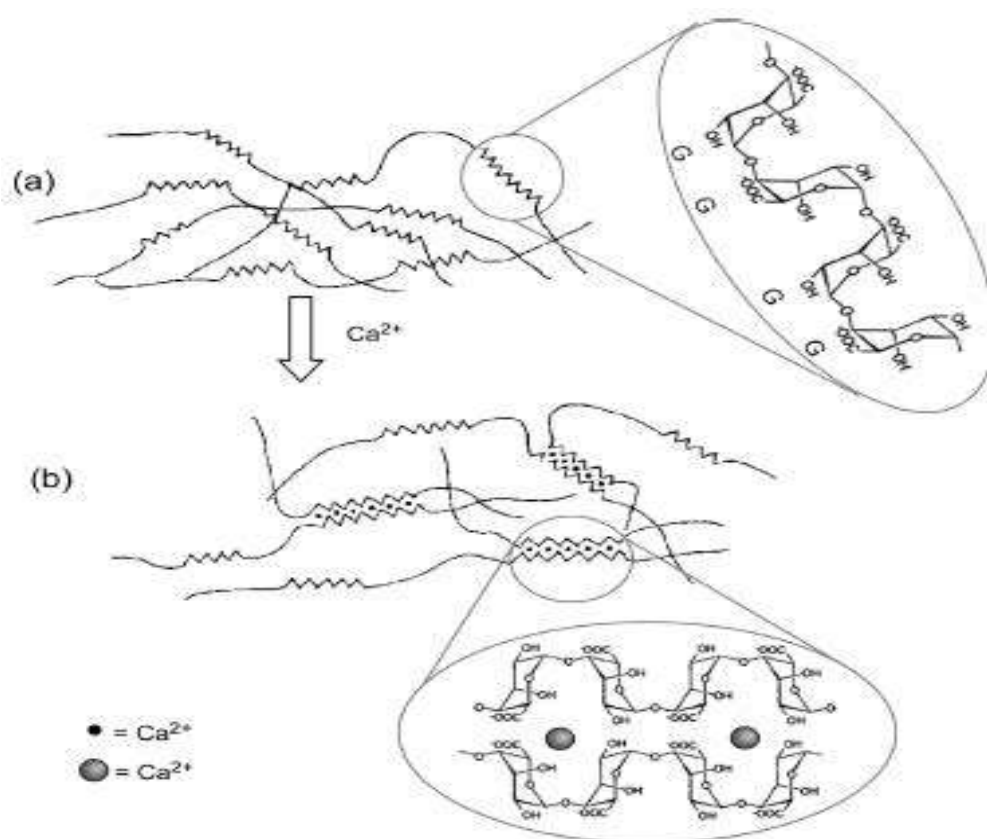


Figura 4. Diagrama del proceso de gelificación iónica (a) solución de alginato de sodio, con las secuencias poligulurónicas representadas como sierras; (b) efecto quelato de las secuencias poligulurónicas sobre los iones Ca^{2+} causan el entrecruzamiento y, por ende, la gelificación. Basado en la referencia 2.

Fuente: Ayarza (2014)

En la industria alimentaria, el alginato se añade en pequeñas cantidades como agente espesante o estabilizante en salsas, mayonesas, postres horneados, helados, productos lácteos en general, etc. Suelen aparecer en muchos alimentos codificados con los números SIN, desde el SIN-400 (ácido algínico) al SIN-405 (alginato de propilenglicol).⁸ En alimentos con pH ligeramente básico o neutro se emplea el alginato de sodio (SIN-401), mientras que aquellos con pH ligeramente ácido, se emplea el alginato de propilenglicol pues este es más estable en esas condiciones de pH. En la actualidad,

el alginato ha tomado gran cabida en la cocina debido a sus interesantes propiedades de gelificación y biocompatibilidad, particularmente en el área de cocina molecular. De hecho, se pueden formar gelatinas comestibles de alginato de calcio con variados ingredientes (ver Cuadro 1: del relleno de olivas al Cuba Libre molecular).

El alginato también tiene aplicaciones biotecnológicas como inmovilizador de agentes catalíticos para síntesis química, e.g. catalizadores organometálicos o enzimas, o incluso células vivas. Por ejemplo, se usa en la conversión de glucosa a fructosa, en la producción de penicilinas y en la conversión de almidón a etanol en la industria cervecera, entre otras (Ayarza 2014).

En la medicina y la industria farmacéutica, las aplicaciones son variadas. Fibras de alginato de calcio, de considerable fuerza, son usadas por sus propiedades antibacterianas y hemostáticas. Además, son fácilmente absorbibles por el cuerpo humano, o se pueden retirar aplicando solución salina de sodio. El ácido algínico en polvo se añade a comida dietética, pues en presencia de agua se hincha y da una sensación de “lleno”. También se añade en algunas pastillas para el reflujo gástrico. Los odontólogos emplean alginato de calcio para hacer moldes dentales. Algunas medicinas son encapsuladas en alginato ya que este permite una liberación paulatina y controlada.

Como se ve, el alginato es un polímero natural abundante en muchas partes del mundo, y también en el Perú. Posee propiedades interesantes y variadas posibilidades de aplicación.

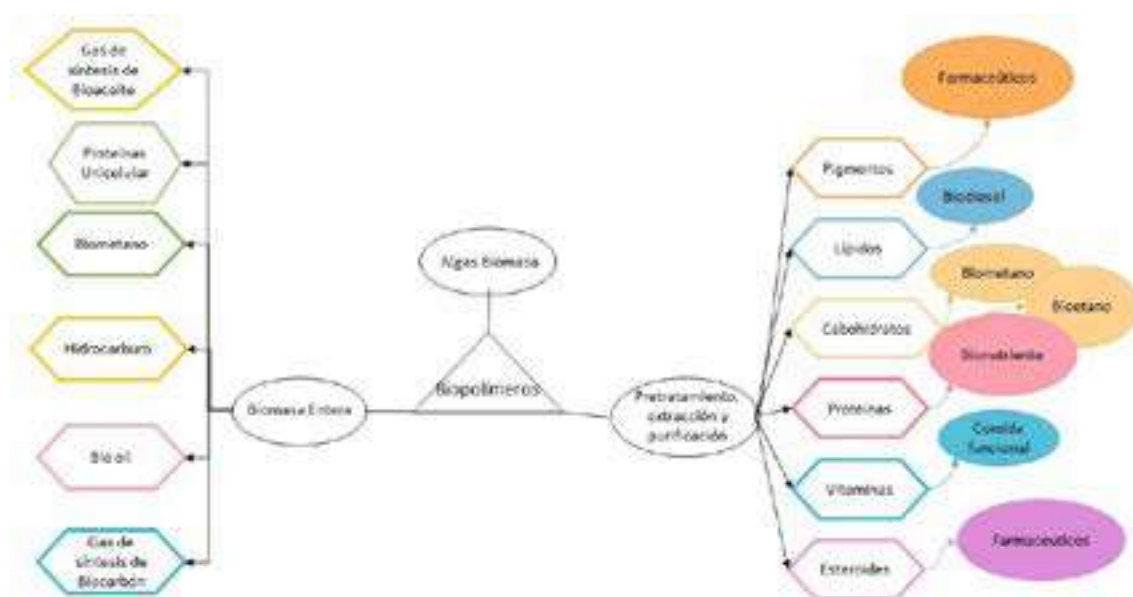
La piel de alginato y los apósitos para heridas están hechos de un alginato insoluble. Las principales materias primas son el carburo de sodio metálico, celulosa y alginato de calcio, que se caracterizan por una alta higroscopicidad, propiedades pegajosas y hemostáticas, suave y fácil de plegado, haciéndolos rellenos ideales y han sido ampliamente utilizados en el postoperatorio de heridas que necesitan promover la hemostasia y en crónicas heridas con alto exudado. Los apósitos de alginato actualmente en el mercado se pueden dividir en dos categorías principales, a saber, apósitos para superficies y rellenos de heridas. Cuando el apósito está en contacto con la superficie de la herida, convierte el alginato de calcio insoluble en sodio soluble alginato, a través del intercambio entre iones que puede absorber el equivalente de exudado para duplicar su propio peso, que es de 5 a 7 veces el de una gasa ordinaria, manteniendo un entorno de curación húmedo para la herida, mientras libera iones de calcio en la herida, induciendo la activación plaquetaria y acelerando la cicatrización de heridas. El alginato de calcio también absorbe bacterias, evitando que entren en la herida y activa los macrófagos para defenderse de la invasión de microorganismos patógenos. El vendaje en sí tiene una apariencia de pus que es fácil de confundir por la infección de la herida, por lo que es importante informar al paciente de las propiedades del apósito antes de su uso. Si no hay suficiente exudado en la herida para convertir completamente todo el alginato de calcio, se formará una costra dura en la superficie de la herida, lo que puede provocar una nueva lesión cuando se cambia el vendaje, por lo que está especialmente indicado para pacientes crónicos con heridas con mucho exudado como escaras y úlceras. (Peng 2022).

Preparación y caracterización de microesferas de alginato-Ca

La preparación y caracterización de microesferas de alginato de Ca obtenidas por un nuevo procedimiento a partir de ácido algínico, (Fundueanu 1998), tratados con un exceso de NaOH y posteriormente con una solución muy concentrada de CaCl_2 . Las partículas producidas tienen una forma esférica con un diámetro promedio de 350 μm . Las partículas muestran una densidad relativa y estructura interna homogénea en comparación con las microcápsulas de alginato reportadas previamente (la densidad aparente siendo 0.47 $\text{g}\cdot\text{cm}^3$), en consecuencia, la matriz de partículas se caracteriza por una alta densidad de grupos carboxílicos cargados.

Las partículas producidas con un tiempo de contacto de 1 h mostraron un grado de reticulación del 54%. Las microesferas tienen una buena estabilidad y, a pesar de un grado de hinchamiento muy bajo, tienen una buena recuperación de disolventes y una excelente unión iónica, capacidad de las drogas catiónicas. Después de la preparación, las perlas se cargaron mediante complejación iónica con un antitumoral tetramidina aromática. Además, se ha estudiado la liberación in vitro del fármaco (Fundueanu 1998).

Figura N°25: La figura anterior ilustra el árbol de aplicaciones de los biopolímeros obtenidos a partir de biomasa de algas



Fuente: Kartik. (2021).

Pectinas

Las pectinas se encuentran en la laminilla media y en las paredes celulares primarias de los tejidos vegetales y consisten principalmente en enlaces 1,4 - Unidades d -galacturónicas o sus ésteres metílicos con algunas interrupciones por la región ramnogalacturonana que retuerce la columna vertebral poligalacturónica lineal [85]. También contienen cadenas ramificadas compuestas de azúcares neutros como galactosa o arabinosa. Estos azúcares neutros representan del 10 al 15 por ciento del peso seco péctico y se concentran en bloques (llamada la región pilosa). Las pectinas se extraen principalmente de marcas de manzana y cáscaras de cítricos.

Las pectinas con diferentes grados de esterificación (DE) representan alrededor del 70% de todas las estructuras naturales, dependiendo de la edad de la fuente y de la presencia de enzimas (causando una distribución aleatoria o por bloques de carboxílicos libres); grupos en relación con la naturaleza de la enzima); si DE 50% son insolubilizados por asociación de calcio en la planta y la extracción impondrá el uso de agentes quelantes, como el oxalato de sodio. Dos categorías de estas pectinas son reconocidas: Las pectinas HM (alto metoxilo; DE 50%) forman geles en condiciones ácidas y en presencia de sacarosa para disminuir la actividad del agua. La gelificación se basa en la asociación de enlaces H y es termorreversible, pectinas LM (bajo metoxilo; DE 50%) forman geles en presencia de iones de calcio.

Las pectinas HM se pueden extraer con agua, ácidos minerales o bases. Estas diferencias se pueden encontrar, donde el coeficiente de actividad del calcio se determina en pectinas con diferente DE (distribución aleatoria de los carboxílicos grupos). La agregación de cadenas en el régimen diluido ocurre cuando es DE 50%.

Las pectinas LM se inmovilizan in situ a través de iones metálicos y necesitan un agente secuestrante para desplazar los contraiones. Se compararon diferentes tratamientos entre remolacha azucarera y pulpa de patata. Antes de la extracción de pectina, es necesario un pretratamiento del material vegetal para inactivar las enzimas (agua a 85°C, 20 min). Las pectinas HM naturalmente se encuentran en la pulpa de remolacha azucarera y se extrajeron en condiciones alcalinas (NaOH 50 mM, pH 12) y se precipitaron con etanol después de la neutralización a pH 6,5–7. Por el contrario, para la pulpa de patata que contiene una pectina LM, la extracción se realizó en condiciones ácidas (pH 3,5 en presencia de 0,75% de hexametáfosfato, 75°C, 1h). Las pectinas se precipitaron a pH 2 con HCl. El precipitado se redispersó en agua con NaOH hasta pH 6,5–7 y reprecipitado con etanol. También se extrajo pulpa de patata en condiciones alcalinas con hexametáfosfato, precipitado a pH 2, redispersado en agua a pH 6,5–7 y precipitado con etanol. Las pectinas LM obtenidas en condiciones alcalinas tuvo una mayor capacidad gelificante debido a la desesterificación y desacetilación parcial.

El tratamiento alcalino también tiene un papel fundamental en la desesterificación y produce una hidrólisis aleatoria del grupo éster. Para ambas fuentes se obtuvieron pectinas con buenas propiedades gelificantes en presencia de iones de calcio.

La interacción con el calcio es muy cooperativa debido a la estereoquímica de la galacturónica monomérica ligada a 1,4. unidades, lo que lleva a la formación de una cavidad polar que puede ser ocupada por calcio o cationes relacionados. El mecanismo de interacción se describe mediante el modelo de caja de huevo ya discutido anteriormente para alginatos (ver Fig. 24.7). Se investigó una serie de oligómeros de ácido galacturónico para probar la concentración mínima de grupos carboxílicos necesario para obtener una unión estable. Un proceso de dos pasos conduce a la gelificación: primero, se produce una formación de dímero para DP 10 (o 5 Ca^{2+}), seguido de agregación formando las zonas de unión [53]. La influencia de la configuración del ácido urónico fue investigado por Kohn [54], quien mostró que ocurren interacciones específicas de Ca^{2+} con l-gulurónico y unidades de ácido d-galacturónico, pero no con equivalentes de ácido d-manurónico. La capacidad de gelificación se puede determinar a partir de la dependencia de la viscosidad o la dispersión de la luz en la concentración de contraiones añadidos. A una concentración de polímero dada, la cantidad crítica de cationes en el punto de gel es directamente relacionado con el grado de esterificación, pero también con la distribución de los grupos carboxilo a lo largo de la cadena.

Esto se muestra con el mismo DE promedio, pero una con una distribución en bloques de grupos carboxílicos (a) y el otro se muestra una distribución aleatoria (b). También se demostró que los contraiones divalentes forman geles con la secuencia de afinidad Ba Sr Ca, pero Mg no forma geles ni dímeros. Esta asociación fue investigada por conductimetría, a partir de la cual el coeficiente de transporte (f , que está cerca del coeficiente de actividad) de los contraiones divalentes se determinó en soluciones diluidas, donde los valores experimentales se comparan con el transporte teórico coeficientes calculados a partir de la teoría de Manning. Estos datos explican, sobre la base del parámetro de carga, por qué, en presencia de Mg, la pectina permanece como una sola cadena, mientras que con Ba y Sr, los valores son mucho más bajos, especialmente cuando DE 50 por ciento, lo que indica la formación de dímeros con alguna agregación adicional. Como se mencionó anteriormente, las pectinas LM forman complejos de polielectrolitos con quitosano, que se concibieron como materiales de encapsulación para aceite de hígado de tiburón (Rinaudo 2008).

La obtención de pectinas de residuos de la agroindustria ha tomado gran relevancia gracias a que permite recuperar residuos que se consideran basura y los cuales pueden ser aprovechados como posible potencial de materia prima en procesos industriales. En el estudio de Ferreira, (2007) se evidencia la obtención de pectinas provenientes de residuos industrializados de frutas como piña, naranja y mango; el producto que se consiguió fue de buena calidad para el uso industrial. En el caso de la piña donde se logró aprovechar el 40% de residuos fibrosos y un 60% de residuos que eran considerados como basura para la extracción de pectina, la cual puede ser aprovechada en fabricación de alimentos, medicamentos; y aun después de su extracción este residuo puede convertirse nuevamente en materia prima para la producción de otros alimentos como concentrado para animales. El aprovechamiento y uso racional de estos desechos industriales, contribuye en

el cuidado y preservación del medio ambiente; dado que se aprovecha al máximo los productos y subproductos de la agroindustria, disminuyendo la cantidad de residuos que son liberados en el medio para su degradación.

En otras industrias se encuentra la aplicación en el templado del acero, recubrimiento de láminas de aluminio, emulgente para diversos aceites, papel celofán y cintas de adorno (Estrada, 1998). En la producción de plásticos también se ha utilizado, así como en la fabricación de productos espumantes, como agente de aglutinantes y de clarificación, y como material para la absorción de contaminantes de afluentes con industriales líquidos (Chasquibol-Silva et al., 2008); la utilización de pectinas y su potencial es muy amplio y variado en todas las industrias lo que demuestra la gran importancia y valor comercial. (Rubiano et al., 2022)

Actividad:

Complete el espacio en blanco:

Las pectinas conforman un grado _____ de polisacáridos ácidos de origen vegetal.

Las pectinas se usan como gelificante en jaleas y mermeladas, como espesante, emulsificante y estabilizante en productos lácteos, margarinas, mayonesa y salsas; o como sustituto de la grasa en confitería; también como agente viscosante en bebidas, agente _____ en helados y postres fríos, y en soluciones para recubrir salchichas y carnes enlatadas.

El alto consumo de fibra dietaria como la pectina favorece la disminución de colesterol y glucosa en la sangre; pues esta reduce la velocidad de absorción de _____, aumenta la sensibilidad a la insulina, e incrementa la saciedad, lo que contribuye en la reducción del consumo total de energía (Martínez et al., 2011; Theuwissen et al., 2008) También posee propiedades anticancerígenas, en caso de cánceres como los de colon, próstata, mama y pulmón (Cho et al., 2012; Eliaz & Raz, 2019).

Las pectinas son un conjunto de _____ los cuales son de gran importancia para la industria alimenticia como en la farmacéutica por sus propiedades fisicoquímicas que ayudan a dar espesor a los alimentos procesados y beneficiar la salud humana.

Respuestas:

1. heterogéneo
2. estabilizante
3. micronutrientes
4. polisacáridos

Referencias Bibliográficas

- Ahmed M, Kumar A, Patel R. (2020). Collagen extraction and recent biological activities of collagen peptides derived from sea-food waste: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 18 (2020) 100315
- Alam R, Shahid A, Alimuzzaman S, Nabi A. (2022). Sources, extractions and applications of bio-maker collagen—A review. *Biomedical Engineering Advances* 4 (2022) 100064
- Ayarza J. (2014). Los alginatos: 20000 usos de las algas submarinas, *Revista de Química PUCP*, 2014, vol. 28, nº 1-2
- Fassini D, Wilkie L, Pozzolini M, et. al. (2021). Diverse and Productive Source of Biopolymer Inspiration: Marine Collagens. *Biomacromolecules* 2021,
- Gupta I, Chewoo L, Bhatia R, Settia H. (2022). Biopolymers: Implications and application in the food industry *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 46 (2022) 102534
- Hamed I, Ozogul F, Regenstien J. (2016). Review Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. *Trends in Food Science & Technology* 48, 40-50.
- Kartik A, Akhil D, et al. (2021). A critical review on production of biopolymers from algae biomass and their applications *Bioresource Technology* 329 (2021) 124868
- Li Z, Ruan C, Niu X. (2023). Collagen-based bioinks for regenerative medicine: Fabrication, application and prospective. *Medicine in Novel Technology and Devices* 17 (2023) 100211
- Mehariya S, Piohn M, Jablonski P, Stage S. (2023). Biopolymer production from biomass produced by Nordic microalgae grown in wastewater. *Bioresource Technology* 376 (2023) 128901.
- Oliveira V, Dias C, Marques B, Coelho R, et al. (2021). Physical, biochemical, densitometric and spectroscopic techniques for characterization collagen from alternative sources: A review based on the sustainable valorization of aquatic by-products. *Journal of Molecular Structure* 1224 (2021) 129023
- Peng W, Li DS, Dai K, et al. (2022). Recent progress of collagen, chitosan, alginate and other hydrogels in skin repair and wound dressing applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 208 (2022) 400–408
- Pistone S, Goycoolea F, Young A et al. (2017). Formulation of polysaccharide-based nanoparticles

for local administration into the oral cavity *European Journal of pharmaceutical Sciences* 96 (2017) 381–389

Rinaudo M. (2008). Polyelectrolytes Derived from Natural Polysaccharides. Capitulo 24, 495-517. https://www.researchgate.net/publication/281252653_Polyelectrolytes-Derived_from_Natural_Polysaccharides.

Rinaudo M, Pascaline M, Hevraud A. (2013). Structure and properties of three alginates from Madagascar seacoast algae *Food Hydrocolloids* 32, 143-146

Rinaudo M. (2014). biomaterials based on a natural polysaccharide: alginate. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17(1):92-96, 2014.

Rubiano Gonzalez, V., Montaña Numpaque, M., & da Silva Dias, N. (2022). Pectinas: extracción, usos e importancia en la agroindustria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 5294-5309. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3498

Tang C, Zhou K, Zhu Y, et al. (2022). Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry. *Food Hydrocolloids* 131 (2022) 107748

ACERCA DE LOS AUTORES

Oscar Rafael Tinoco Gómez

Nació en Huaraz, capital del departamento de Ancash, sus estudios primarios los realizó entre Huaraz y Lima, la secundaria en la Gran Unidad Escolar Ricardo Bentín, Lima, su formación profesional la realizó en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), donde se recibió como Ingeniero Industrial. Su grado de doctor lo obtuvo en la Universidad Nacional Federico Villarreal, en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Actualmente es director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM, así como docente investigador RENACYT nivel VI y coordinador del Grupo de Investigación “Producción más limpia”.

Nora Rosa Concepción Malca Casavilca

Bióloga, magíster y doctora en Ciencias Ambientales, docente de pre y posgrado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, investigadora de temas gestión ambiental, asesora de tesis de pre y posgrado, integrante de grupos de investigación relacionado con el cambio climático, revisora par y evaluadora de los artículos para revistas nacionales e internacionales, integrante del comité consultivo de la revista IIGEO de la FIGMMG-UNMSM. Parte del Comité Editor de la Revista Gemma de la FIGMMG-UNMSM. Autora y co-autora de artículos de investigación y libros relacionados al ambiente y educación.

Pedro Pablo Rosales López

Doctor y magíster en Ingeniería Industrial por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Es asesor y consultor de empresas en optimización, métodos y sistemas, así como docente investigador (RENACYT CM-III) en temas de productividad, circularidad, sostenibilidad y simulación de sistemas complejos. Es miembro titular del grupo de investigación Producción más Limpia, de la UNMSM. Cuenta con más de 20 años de experiencia profesional en el análisis, desarrollo e implementación de sistemas orientados a producción, logística, gestión, planeamiento, calidad y control de la producción, y de sistemas comerciales, de contabilidad, finanzas y recursos humanos. Es autor de los libros *Casos de Ingeniería Industrial*, *Logística para pymes*, *Estadística Básica*, *Introducción al análisis cuantitativo en la investigación de mercados con soporte del SPSS* y *Algoritmos de programación con Lenguaje C*.

Luis Benavides Luksic

Doctorado en Pensamiento Complejo, magíster en Administración de Empresas y licenciado en Ciencias especialidad Biología, el profesor Benavides posee un profundo conocimiento en diversas áreas del saber, lo que le permite abordar de manera integral los desafíos del mundo empresarial y académico. Con 9 años de experiencia en la docencia universitaria y 17 años liderando la gestión comercial y de operaciones en empresas de servicios industriales y ambientales, el docente Benavides aporta una visión estratégica y un enfoque innovador a sus actividades profesionales. Su combinación de experiencia práctica y conocimientos teóricos lo convierten en un referente en la integración de la teoría y la práctica en el ámbito educativo y empresarial. Con un enfoque en la excelencia académica y el desarrollo integral de sus estudiantes, el maestro Benavides se destaca como un líder en la formación de profesionales capaces de enfrentar los retos del mundo empresarial actual. Su pasión por la enseñanza y su compromiso con la excelencia lo posicionan como un activo invaluable en el campo de la educación superior y la gestión empresarial.

Olivio Nino Castro Mandujano

Docente e investigador de la UNMSM-Perú. Químico de la UNI, magíster en Química de la PUCP, doctor en Ciencias Químicas de la UNMSM. Docente asociado a dedicación exclusiva en la UNMSM. Ha trabajado en diferentes proyectos nacionales (CONCYTEC, INNOVATE, PROCENCIA, varias universidades, etc.) e internacionales (AECI, ALFA-POLYLIFE, POLYCOM, ETC.) Las líneas de investigación que desarrolló son: Química de los productos naturales y biopolímeros. Autor de 10 libros y 40 artículos publicados en revistas nacionales y 9 artículos en revistas internacionales. Asesor de 6 tesis de pregrado sustentadas.

Francisco Javier Wong Cabanillas

Nació en Lima, en el distrito capitalino de Lince, en el año 1955. Su formación profesional la realizó en las siguientes universidades: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), obteniendo el título de Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) Facultad de Ciencias Sociales obteniendo el título de licenciado en Sociología; a su vez realizó estudios en la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas obteniendo el grado de doctor en Ciencias Contables y Empresariales, realizó estudios en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, obteniendo el grado de doctor en Ciencias de la Educación.

Dentro de su formación complementaria ha llevado los siguientes diplomados: diplomado en Planificación y Gestión del Desarrollo Local y Regional en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y el diplomado en Políticas Públicas e Interculturalidad (UNMSM).

Director General de la Revista Digital CTS-CAFÉ-Para ciudadanos,

Ha desempeñado diversos cargos a nivel académico y profesional, jefe de la Oficina General de

Cooperación y Relaciones Interinstitucionales (OGCRI) de la UNMSM, director académico y director del Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales de la Facultad de Ciencias Sociales en la UNMSM. Director General de la Dirección General de Responsabilidad Social (DGRS) en la UNMS. Rector de la Universidad Garcilaso de la Vega, en el periodo, 2023-2024.

En la actualidad, de desempeña como docente de pregrado y posgrado, así como docente investigador Renacyt, y coordinador de Estudios Generales en la Facultad de Ingeniería Industrial- UNMSM.

Ysabel Zevallos Paravé

Docente de las especialidades de Biología y Química, magíster y doctora en Ciencias de la Educación, maestría concluida en Bioquímica y Nutrición por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente de pregrado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Investigadora de productos naturales y temas educativos; asesora de tesis de pre y posgrado, integrante de grupos de investigación relacionado con educación y productos naturales. Autora y co-autora de artículos de investigación relacionados a educación y productos naturales. Integrante del comité científico de la revista CTS café en el área de Ciencias de la Salud.

DIBUJO Y ARTE DE LA PORTADA: MARIELLA SOLEDAD VILLAVICENCIO QUIÑONES
DISEÑO DE PORTADA: CARLOS ALBERTO VEGA VIDAL



ISBN: 978-612-03-0772-4

