

Biotecnología Alimentaria: INTRODUCCIÓN

Máster Universitario en Ingeniería Química
Prof. M^a del Mar de la Fuente García-Soto y Prof. Marina Patricia Arrieta Dillon

Esquema

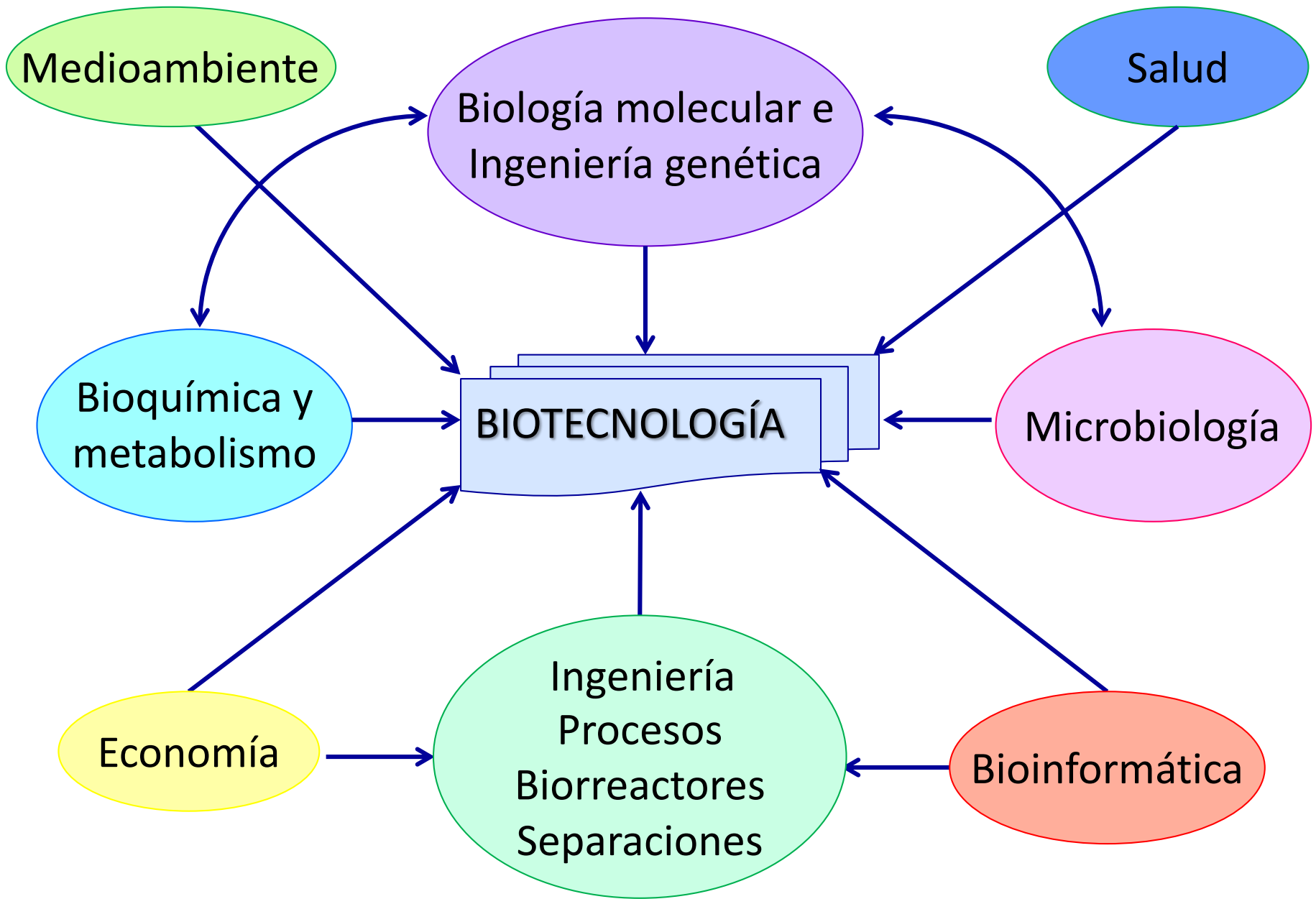
1. Definición Biotecnología Alimentaria
2. Evolución de la Biotecnología Alimentaria
3. Microorganismos en la Industria Alimentaria
4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano
5. Etapas de un proceso Biotecnológico
6. Procesos y productos

1. Definición Biotecnología Alimentaria

Biotechnología

“Utilización de moléculas obtenidas biológicamente, estructuras, células u organismos para llevar a cabo procesos específicos” *García Garibay, Quinteros Ramírez y López Munguía (Biotechnología Alimentaria)*

“Uso integrado de la bioquímica, la microbiología y la ingeniería para lograr las aplicaciones tecnológicas de los microorganismos, los cultivos de tejidos, y partes derivadas de ellos” *Federación Europea de Biotecnología*



1. Definición Biotecnología Alimentaria

BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA

BIO = VIDA (*ORGANISMOS VIVOS = Bacterias, Hongos, Levaduras, Células vegetales y células animales*)

TECNOLOGIA = Crecimiento de los organismos vivos en tanques (fermentadores o bioreactores) que contienen nutrientes y oxígeno (cuando es necesario) en unas determinadas condiciones y posterior procesamiento de los materiales biológicos producidos por las células a través de un proceso de integración y optimización a la máxima eficacia, para conseguir su comercialización como **alimentos**.

Byong H. Lee (Fundamentos de Biotecnología de los Alimentos)

1. Definición Biotecnología Alimentaria

Es la utilización de organismos vivos, microorganismos (bacterias, hongos, levaduras), algas, células vegetales, células animales o partes de ellos, para la producción de alimentos seguros, sanos, equilibrados y variados

LOS MICROORGANISMOS tienen un papel predominante en el desarrollo de la Biotecnología por las siguientes razones :

- Fácil crecimiento masivo
- Rápida tasa de crecimiento
- Gran diversidad de tipos metabólicos
- Medios de cultivo baratos (materias primas de deshecho)

1. Definición Biotecnología Alimentaria

BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA TRADICIONAL

Industrias de la Fermentación

1. Sector de bebidas
2. Sector Lácteo
3. Sector de frutas y verduras
4. Sector cárnico
5. Sector pesquero
6. Derivados de cereales
7. Derivados del almidón
8. Otros

NUEVA BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA

Biotecnología Molecular o Actual

NACE CON LA BIOLOGÍA MOLECULAR: interpretación de los fenómenos biológicos en función de las proteínas y los ácidos nucleicos: GENOMA Y PROTEOMA

1. Definición Biotecnología Alimentaria

LA INGENIERIA GENETICA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS proporciona **beneficios** tales como:

1. Aumento de la ***vida útil*** de algunos alimentos.
2. Alimentos más ***nutritivos***.
3. Mejoras en el ***sabor y la calidad***.
4. ***Modificación*** de cultivos iniciadores o ***estárteres*** para las Industrias de Fermentación de alimentos y bebidas.
5. Cultivos de ***crecimiento más rápido***.
6. ***Resistencia*** a las enfermedades de alimentos vegetales.
7. Reducción del uso de ***pesticidas***.
8. Tolerancia a los ***herbicidas***.

1. Definición Biotecnología Alimentaria

A la luz del descubrimiento del genoma y su modificación

BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA

Consiste en **cultivar un microorganismo**, ya sea manipulado genéticamente o no, en un **biorreactor** para obtener un **producto** de su metabolismo: un metabolito primario y/o secundario que sea un alimento o un producto de interés alimentario

2. Evolución de la Biotecnología Alimentaria

Tres hitos importantes

2.1. Procesos de deterioro de alimentos

Biotechnologist hominem

Métodos de conservación

Físicos

- Refrigeración
- Congelación
- Pasteurización
- Esterilización
- UHT
- Secado y deshidratación
- Liofilización
- Irradiación

Químicos

- Azucarado
- Salado y salmuera
- Escabechado
- Encurtido
- Ahumado
- Curado
- Adobo
- Aditivos
- Fermentación

2. Evolución de la Biotecnología Alimentaria

2.2. Descubrimiento de la penicilina

Fleming 1928

- **Bassi**
- **Pasteur**
- **Metchnikoff**

Mecanismos de fermentación

Microbiología industrial

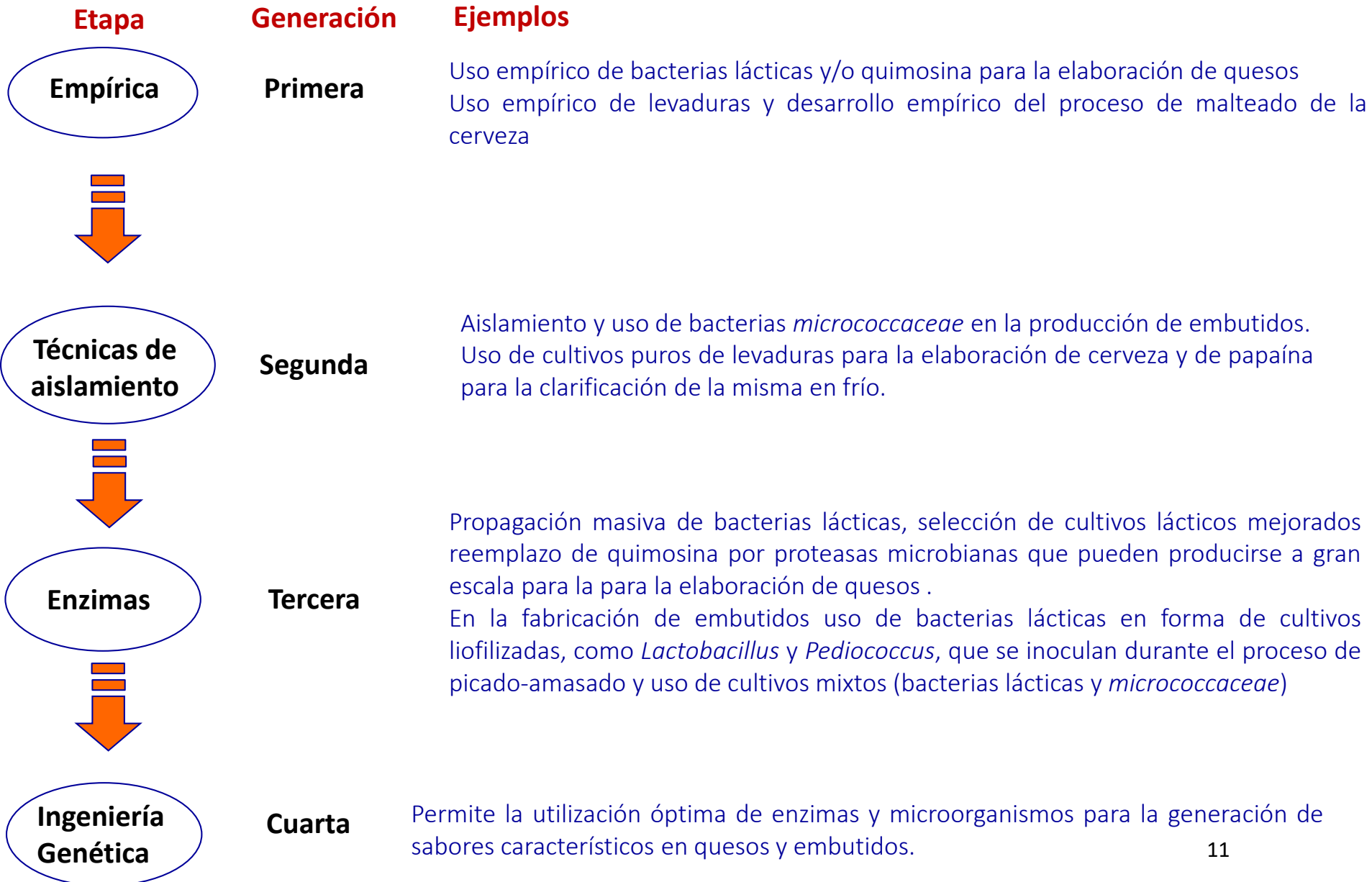
3. Tecnología del ADN recombinante

Combinación de material genético mediante inserción de genes *extraños*.

- **Biología molecular**
- **Ingeniería genética**
- **Rutas metabólicas**

“Si no eres capaz de encontrar un microbio que produzca lo que quieres ¡Créalo!” J.B.S. Haldane

2. Evolución de la Biotecnología Alimentaria



3. Microorganismos en la Industria Alimentaria

¿Qué son los microorganismos?

Son seres vivos (organismos unicelulares) que se encuentran en el aire, agua, suelo, así como también en personas y animales (piel, pelo, tracto gastrointestinal, etc.)

↓ ↓ ↓ ↓
BENEFICIOSOS utilizados en la **fabricación** de algunos **alimentos** y **bebidas** (ejemplo: yogurt, queso, pan, embutidos, cerveza, kombucha, etc.).

↓ ↓ ↓
Indiferentes aquellos que pertenecen a la **microflora** normal de **los alimentos**. No alteran al alimento y no causan enfermedades al ingerirlos.

↓ ↓
Deterioradores aquellos que causan **deterioro** o alteraciones organolépticas **en los alimentos** (afectan olor, sabor, textura, aspecto, etc.)

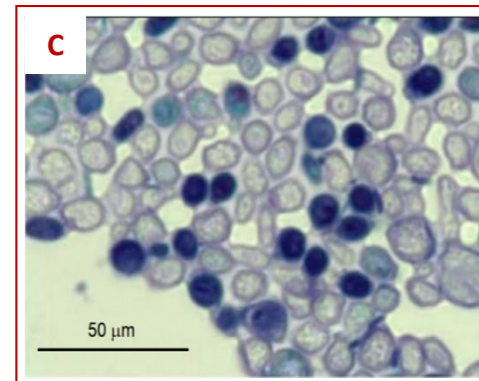
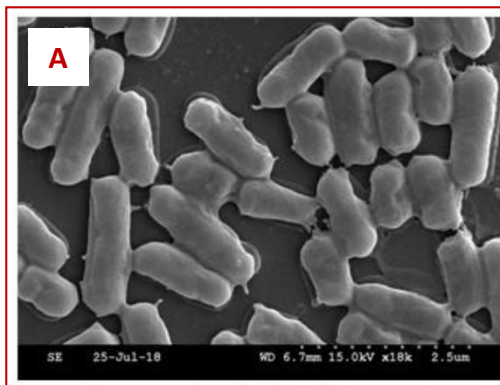
↓
PERJUDICIALES se denominan **patógenos** y son capaces de producir enfermedades alimentarias.

3. Microorganismos en la Industria Alimentaria

Microorganismos en Fermentaciones Alimentarias

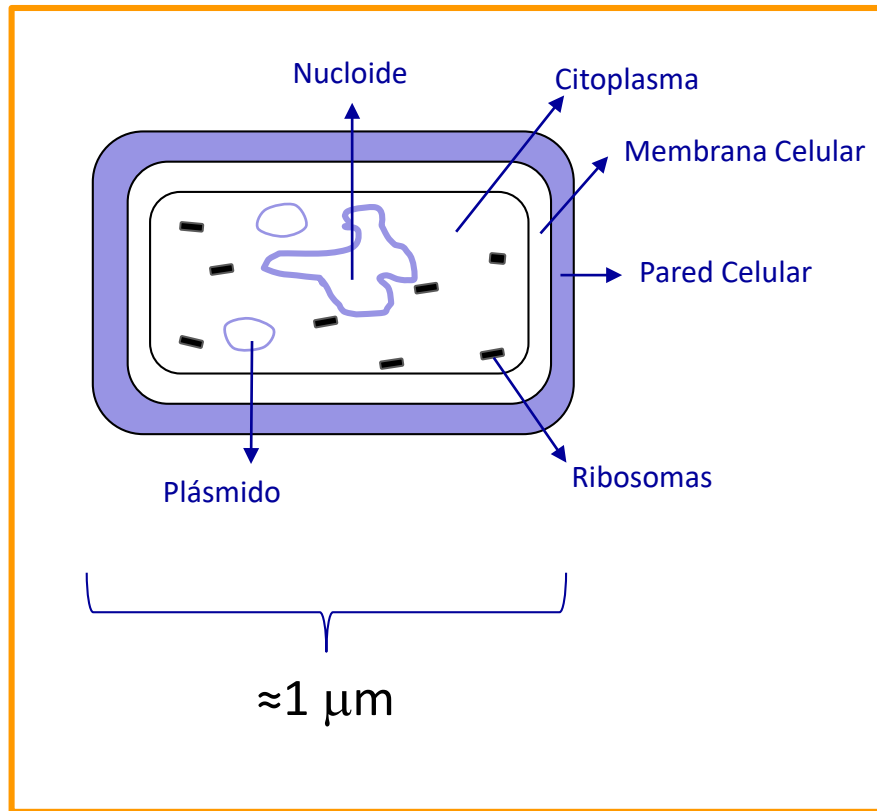
- Quimioheterotrófos, anaerobios facultativos
- Psicotróficos: mesófilos capaces de vivir a bajas temperaturas: mínima -5 a 5 °C; óptima 25 a 30 °C; y máxima 30 a 40 °C.

Los principales organismos empleados en Fermentaciones Alimentarias son: **bacterias**, **mohos** y **levaduras**.

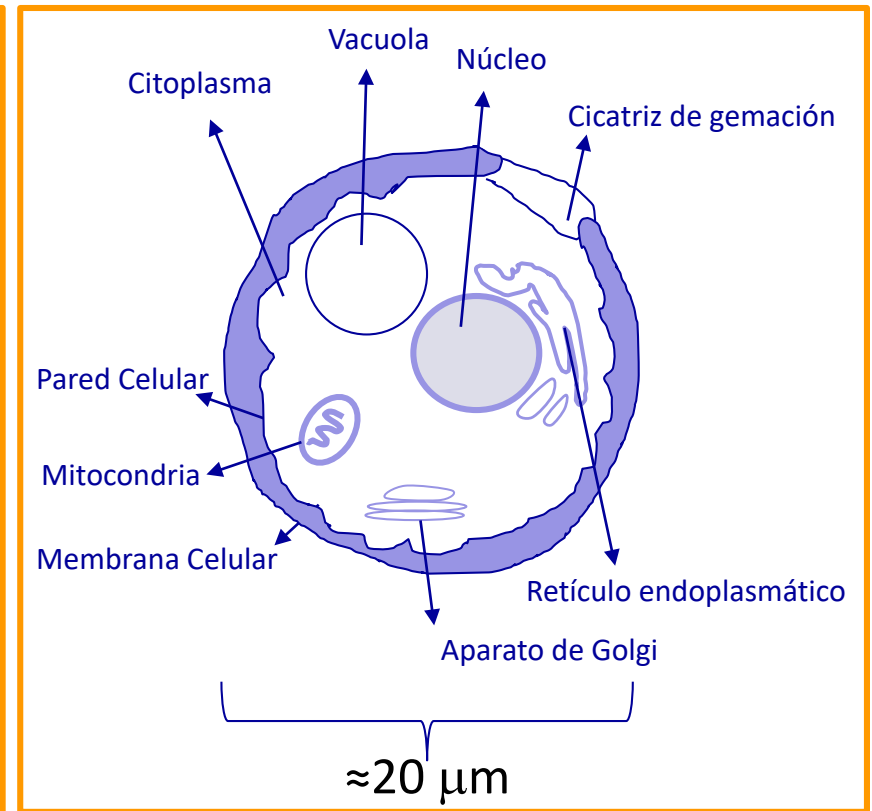


Micrografía de: (A) *Lactobacillus plantarum* MG4221. Imagen SEM de: Kang, C.-H. et al. *Microorganisms* **2019**, 7, 109.; (B) mohos (enfoque de hifas y ascosporas) al microscopio óptico: imagen tomada de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mohos_en_alimentos.jpg y (C) yeast *Saccharomyces cerevisiae* cells in an identical with field stained by methylene blue (bright cells, living; dark, dead) imagen de microscopio óptico de: Bruzaite, I. et al. *Nanomaterials* **2020**, 10, 954. Under Creative Commons License

3. Microorganismos en la Industria Alimentaria



Bacterias: Procariota



Levaduras y hongos: Eucariota

3. Microorganismos en la Industria Alimentaria

Comparación de algunas características y composición de los microorganismos

Características	Bacterias	Levaduras	Mohos
Estructura de la célula	Procariotas, unicelulares.	Eucariotas, multicelulares filamentosos. Células que se unen unas con otras y forman pseudohifas.	Eucariotas, unicelulares. Hifas que forman la morfología micelial.
Morfología de las células	Bastones, esferas, comas, espirales...	Circulares u ovaladas (Elipsoides, esferas, cadenas, micelios...)	Generalmente alargadas (micelios, esferas)
Tamaño de las células	0,5 a 3,0 μm	1 a 5 μm	5 a 15 μm , de diámetro 50 a 5000 μm de largo
Presencia de esporas	Ej. <i>Bacillus</i> (aerobio) Ej: <i>Clostridium</i> (anaeróbico)	En algunas (Ej: <i>Sporobolomyces</i>)	En algunos
<u>Composición</u>			
Proteínas (nitrógeno total)	65-75 %	45-55 %	25-55 %
Ácido Nucleico (RNA y DNA)	15-25 %	5-12 %	5-10 %
Carbohidratos y Lípidos	5-30 %	10-50 %	10-50 %

3. Microorganismos en la Industria Alimentaria

Microorganismos iniciadores o *starter*: Han de tener la categoría **GRAS** (generalmente reconocidos como seguros, de sus siglas en inglés *Generally Recognized As Safe*) por la FDA (Food and Drug Administration).

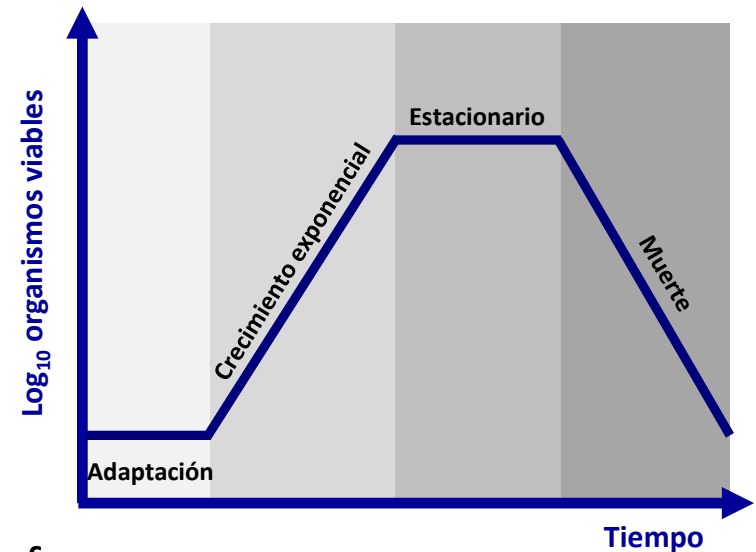
Son organismos seleccionados por sus **propiedades ventajosas** en términos de **rendimiento** en los procesos y efecto en la **calidad del producto final**.

4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

(Matriz: alimentos)

1. Nutrientes y Energía

- Microorganismos Quimioheterótrofos
- C, H, O, N (g) ; para carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (P y S). C y Energía de compuestos orgánicos y N del sustrato
- VITAMINAS (forman parte de co-enzimas y grupos prostéticos de las enzimas del metabolismo microbiano).
- MINERALES
 - Na, K, Ca, Mg, Fe (mg)
 - Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se y Ni (μg).



4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

(Matriz: alimentos)

1. Nutrientes y Energía

Métodos de Entrada de los Nutrientes en la célula:

- Difusión pasiva (sobre todo liposolubles) según gradiente de concentración dentro y fuera de la célula.
- Transporte facilitado por permeasas (sobretudo hidrosolubles).
- Transporte activo (gasto de energía)
- Enzimas extracelulares (de la célula o exógenas) para nutrientes de elevado PM (macromoléculas)

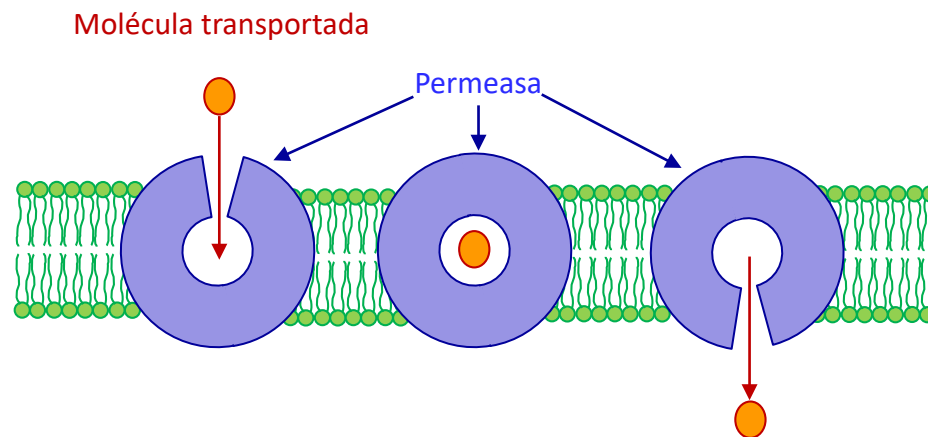


Figura del transporte de nutrientes facilitado por permeasas ¹⁸

4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

(Matriz: alimentos)

2. Humedad: Actividad del agua (a_w) – Valores entre 0 y 1

Índice que mide la disponibilidad de agua para reacciones químicas y crecimiento microbiano.

Permite inferir en la estabilidad y el estado sanitario de los alimentos.

$$a_w = \frac{P}{P^0} = \frac{HRE}{100}$$

Relación entre la presión de vapor de un alimento y la presión de vapor del agua pura.

P = presión de vapor del agua sobre un material

P^0 = presión de vapor del agua pura

HRE = Humedad Relativa de equilibrio

4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

(Matriz: alimentos)

3. Potencial Redox o Concentración de O₂

Magnitud que se refiere al grado de oxidación existente en un alimento

La actividad metabólica, baja el Eh (mV) bien por el consumo de oxígeno o por la producción de sustancias reductoras (anaerobios facultativos)

4. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

(Matriz: alimentos)

4. pH

bacterias > levaduras > mohos (hongos filamentosos)

5. Temperatura

Psicrótrofos: son mesófilos que pueden crecer también a bajas temperaturas

(mínima: -5 a 5°C; óptima: 25 a 30°C; máxima: 30 a 40°C)

6. Luz $150 \text{ nm} < \lambda < 390 \text{ nm}$

7. Inhibidores (lisozima en huevo y leche)

8. Relaciones entre Microorganismos

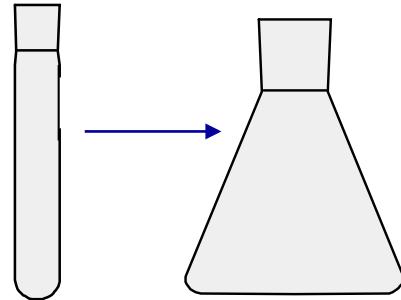
Sinergismo (o positiva),

Antagonismo (o negativa),

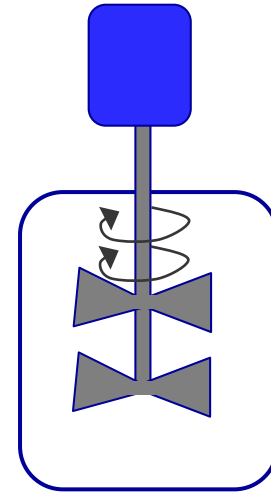
Neutralidad

5. Etapas de un proceso Biotecnológico

PROPAGACION
DE
CULTIVOS



Esterilización
Preparación de medios de cultivo
FERMENTACION



Separación
Purificación

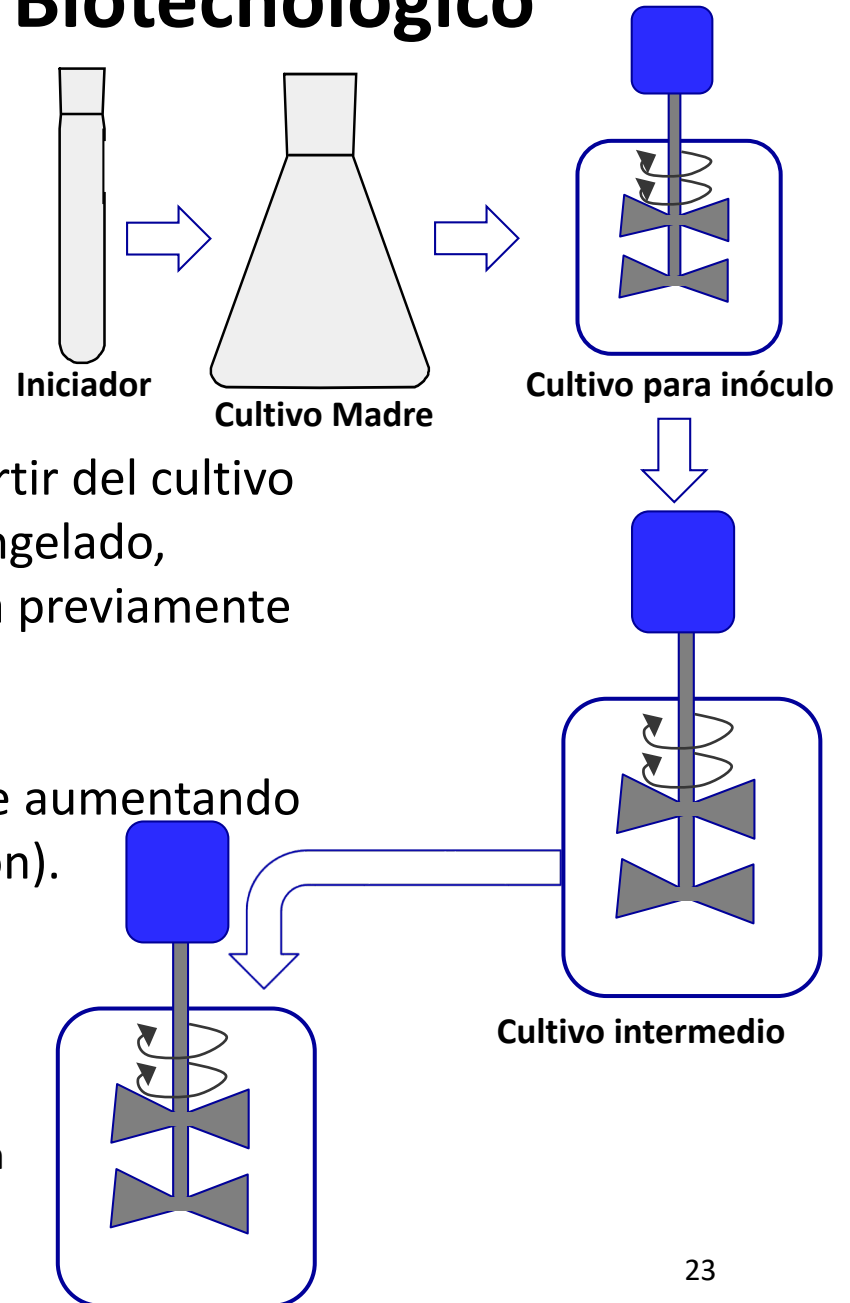
Efluentes

Tratamiento Apropriado

Salida del PRODUCTO FINAL → Almacenamiento

5. Etapas de un proceso Biotecnológico

Propagación de cultivos



Comienza en un tubo de ensayo (10 mL) a partir del cultivo comercial del microorganismo de interés (congelado, ultracongelado o liofilizado), o de una colonia previamente seleccionado (iniciador o *starter*).

Se propaga en el laboratorio progresivamente aumentando el volumen del medio de cultivo (T, P, agitación).

**Fermentador de producción
(Cultivo a escala industrial)**

5. Etapas de un proceso Biotecnológico

Fermentación

Se prepara el medio de nutrientes y se esteriliza.

Se siembra un tanque de inóculos cuyo volumen depende de la escala industrial.

$$V_{\text{inóculos}} \approx 50-1000 \text{ L}$$

$$V_{\text{fermentador industrial}} \approx 10-1000 \text{ m}^3$$

5. Etapas de un proceso Biotecnológico

Separación y purificación

- Operaciones mecánicas de ruptura de células.
- Separación de insolubles por filtración, centrifugación o sedimentación.
- Separaciones primarias por extracción, absorción, adsorción, ultrafiltración.
- Purificación por extracción líquido-líquido, extracción en dos fases acuosas o cromatografía de afinidad.
- Aislamiento y acondicionamiento del producto.

6. Procesos y productos

1. PROCESOS Y PRODUCTOS QUE USAN LEVADURAS

- ✓ Pan
- ✓ Proteína de origen celular
- ✓ Adyuvantes nutricionales y saborizantes
- ✓ Bebidas alcohólicas: cerveza, vino, brandy, ron, whisky, vodka, sake (vino de arroz)

6. Procesos y productos

2. PRODUCTOS QUE USAN BACTERIAS

- ✓ Productos lácteos (yogur, queso, mantequilla fermentada)
- ✓ Aplicaciones de enzimas de bacterias lácticas
- ✓ Productos derivados de carne y pescado
- ✓ Derivados fermentados de pescado
- ✓ Salsas de pescado
- ✓ Pastas de pescado
- ✓ Productos vegetales fermentados (chucrut)
- ✓ Derivados de la soja
- ✓ Acido acético (con virutas de madera de haya)
- ✓ Acido cítrico (salvado de trigo)
- ✓ Acido láctico (almidón)
- ✓ Acido málico
- ✓ Acido Fumárico
- ✓ Biomasa bacteriana BMP

6. Procesos y productos

3. OTROS PRODUCTOS BASADOS EN MICROORGANISMOS

- ✓ Polisacáridos: dextrano, goma de xantano, carragenato, agar, alginato de algas.
- ✓ Enzimas: amilasas, glucosa –isomerasa, invertasa, renina, lipasas, proteasa, lactasa, peptinasa, celulasa.
- ✓ Edulcorantes nutritivos: azúcar invertido, jarabe de dextrosa, de alta intensidad (sacarina, ciclamatos, aspartamo) y bajos en calorías.
- ✓ Saborizantes: metilcetonas (quesos), diacetilo (sabor a mantequilla), acetaldehído (sabor del yogur y de algunas frutas), lactonas (olor a coco), terpenos, esterres, pirazinas.
- ✓ Aminoácidos: aditivos alimentarios, potenciadores del sabor, para piensos (glutamato monosódico, *alanina sódica*, *aspartato sódico*, *L-cisteina*).

6. Procesos y productos

3. OTROS PRODUCTOS BASADOS EN MICROORGANISMOS

- ✓ Vitaminas: C por fermentación de un mutante de un alga; B2 con hongos ascomicetos ; A,D,K y E liposolubles y B1, B5, B6, B12 ; ácido fólico, P (nicotinamida) H (biotina).
- ✓ Pigmentos: carotenoides (con microorganismos vegetales verdes, algas, cianobacterias y bacterias fotosintéticas) y xantofilas (mezclas de carotenos coloreados).
- ✓ Setas silvestres: fuente de proteínas y vit B y C, son un cultivo microbiano (hongos macroscópicos cultivados sobre deshechos) utilizado como alimento humano (champiñón sobre compost de paja de trigo).
- ✓ Café: fermentación con bacterias y enzimas del grano.
- ✓ Té : fermentación con enzimas oxidantes y microflora de sus hojas.
- ✓ Cacao: la fermentación con levaduras y bacterias de sus granos da el sabor a chocolate

Bibliografía

1. Biotecnología y alimentación. G.Morcillo; E.Cortés; J.L.García. Ed.UNED
2. Biotecnología alimentaria. García Garibay; Quintero Ramírez; López Mungía .
Limusa. Noriega Editores
3. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Byong H.Lee. Editorial
Acribia.
4. Alimentos, fermentación y microorganismos. Ch.W.Bamforth. Ed. Acribia
5. Biotecnología para ingenieros. Sistemas biológicos en procesos tecnológicos.
Scragg. Limusa. Noriega Editores
6. Industrias de la Alimentación. M.E. Rodríguez. Editorial Bellisco
7. Páginas web
www.isaaa.org

www.fundacion-antama.org

www.argenbio.org

www.fao.org

www.asebio.com
