

TEMA I INTRODUCCIÓN E HISTORIA DE LA MICROBIOLOGÍA

GRUPOS DE ORGANISMOS ESTUDIADOS POR LA MICROBIOLOGÍA

Organismos Eucaróticos

Organismos eucarióticos son aquellos en cuyas células puede diferenciarse un núcleo que contiene el material genético separado de un citoplasma en el que se encuentran diferentes orgánulos celulares.

Los microorganismos eucarióticos más relevantes en microbiología de alimentos incluyen ciertos animales de pequeño tamaño (**protozoos y helmintos**) productores de enfermedades parasitarias transmitidas por los alimentos, y, como grupo de mayor importancia, los **hongos unicelulares** (denominados genéricamente **levaduras**) y **pluricelulares** (conocidos genéricamente como **mohos**).

Los mohos y levaduras tienen importancia principal en la producción de alimentos (*Saccharomyces*) y en su deterioro y una importancia algo menor en la generación de patologías.

Organismos Procarióticos

En ellos no existe la separación entre núcleo y citoplasma. Dentro de este grupo se incluyen las **bacterias**.

Dentro de las bacterias podremos encontrar microorganismos involucrados en la producción de alimentos (bacterias lácticas, por ejemplo), en su alteración (p.ej.: bacterias entéricas o enterobacterias) o en la producción de infecciones (*Salmonella*) o intoxicaciones (*Clostridium*) alimentarias.

Virus

Los virus son partículas inanimadas provistas únicamente de material genético protegido por capas más o menos complejas de proteínas y lípidos. Carecen de actividad metabólica y, por consiguiente, no tienen actividad ninguna relacionada con la producción de alimentos. Sin embargo, pueden estar relacionados con la producción de patologías transmitidas a través de productos alimentarios (virus de la hepatitis A o enterovirus, por ejemplo).

Asociación microorganismos-alimentos. Polémica sobre la generación espontánea. Evolución de la Microbiología. Experimentos de Pasteur y de Koch

La microbiología es una ciencia relativamente joven, el mundo microbiano se descubrió sobre el año 1.700 y sólo a partir del 1.950 se empieza a relacionar a los microorganismos con las enfermedades causadas por ellos y transmitidas por los alimentos según la dirección siguiente:

Foco o fuente contaminante → Vehículo de transmisión → Infección o Intoxicación
(agua, ambiente, manipulador..) (alimento) alimentaria

La historia de la microbiología y de sus aplicaciones ha discurrido, durante muchos años, paralelamente a la controversia existente sobre la **generación espontánea** de seres vivos.

Hasta la segunda mitad del siglo XIX se pensaba que formas de vida de origen confuso o aparentemente misterioso (sapos, gusanos etc.), podían aparecer espontáneamente a partir de la materia inerte. **Francesco Redi** demostró que los gusanos (larvas de mosca) no aparecen espontáneamente en la carne en descomposición como popularmente se creía sino bajo la acción de moscas. La teoría de la generación espontánea quedó finalmente abandonada cuando en el **1858** el alemán **Rudolf Virchow** afirmó que las células vivas sólo pueden proceder de otras células vivas preexistentes y resuelta definitivamente cuando Louis **Pasteur** en **1860** **demostró experimentalmente que los microorganismos están presentes en el aire, pero el aire no da lugar por sí mismo a la vida microbiana.**

- La cronología del desarrollo de la microbiología puede resumirse en el siguiente esquema:

1546: Girolamo Frascatoro estudia enfermedades contagiosas y propone una teoría sobre su origen.

1700: Antony van **Leeuwenhoek** describe las primeras observaciones realizadas con microscopios caseros de los microorganismos (llamados entonces *animáculos*) presentes en agua de lluvia, fuentes, mar y nieve así como de muestras tomadas de materia interdental.

1789: Edward Jenner estudia la resistencia a la viruela que presentaban ciertos grupos de población y comienza el desarrollo de técnicas de vacunación.

1837: Lázaro Spallanzani comprobó que el tratamiento térmico repetido permitía evitar el crecimiento de microorganismos en infusiones. Supone un primer desarrollo de métodos de esterilización de líquidos.

1837: Theodore Schwann realiza los primeros experimentos relacionados con la fermentación y la putrefacción originados por microorganismos.

18--: François Appert desarrolla el método de esterilización de alimentos envasados conocido como appertización.

1838: Charles Cagniard-Latour, memoria sobre la fermentación alcohólica.

1860: Louis **Pasteur** realiza una serie de experimentos que demuestra que sólo puede producirse crecimiento microbiano a partir de microorganismos preexistentes. Sienta las bases de las técnicas de asepsia. Demuestra el origen microbiano del proceso de fermentación alcohólica. Demuestra que con el calor puede inhibir alterantes frecuentes de alimentos (pasteurización).

1867: Joseph Lister desarrolla el principio de la asepsia en la práctica quirúrgica.

1877: John Tyndall. Esterilización de líquidos que contienen esporas de bacilos.

1880-1881: Louis Pasteur desarrolla vacunas frente a varias enfermedades víricas.

1876: Robert Koch. Asociación bacterias-enfermedades (**teoría infecciosa de la enfermedad**). El carbunco o antrax, enfermedad que estaba acabando con las vacas y ovejas de Europa fue asociada por Koch a bacterias con forma de bastoncillos, conocidas ahora como *Bacillus anthracis*. Estableció una secuencia de etapas experimentales encaminadas a relacionar directamente un microorganismo específico con una enfermedad determinada (**postulados de Koch para enfermedades como el cólera o la tuberculosis**).

1884: Christian Gram desarrolla su método de tinción de bacterias.

1888: Maximus. V. Beijerinck descubre las bacterias que nodulan las leguminosas

1889: S. Winogradsky realiza los primeros estudios sobre los efectos geoquímicos producidos por bacterias.

1898: Friedrich Loeffler y F. Frosch describen el agente causante de la glosopeda (fiebre aftosa): aislamiento de virus animales

1899: M.V.Beijerinck aisló el primer virus vegetal (Mosaico del tabaco).

1908: Paul Erlich desarrolla los primeros métodos quimioterápicos.

1917: F. d'Herelle descubre el primer virus bacteriano (bacteriofago).

1929: Alexander Fleming descubre la penicilina

1930: Microscopio electrónico. Virología

1940-1950: Desarrollo de la Fisiología bacteriana

1947: Federación de colecciones de *cultivos tipo*. Manual de Bergey.

1953: Watson y Crick. Doble hélice de la molécula de DNA. Genética

Últimos 15 años: Uso industrial de los microorganismos. Biotecnología. Microorganismos modificados genéticamente. Biorreactores (biomasa, subproductos, procesos de depuración)

TEMA II ANATOMÍA FUNCIONAL DE LA CÉLULA PROCARIOTA

- Características generales
- Composición, morfología, tamaño y agrupaciones celulares
- Diferencias entre la célula procariota y eucariota

- Apéndices
 - Flagelos
 - Fimbrias

- Envolturas bacterianas
 - Glucocálix
 - Pared celular
 - Membrana citoplasmática

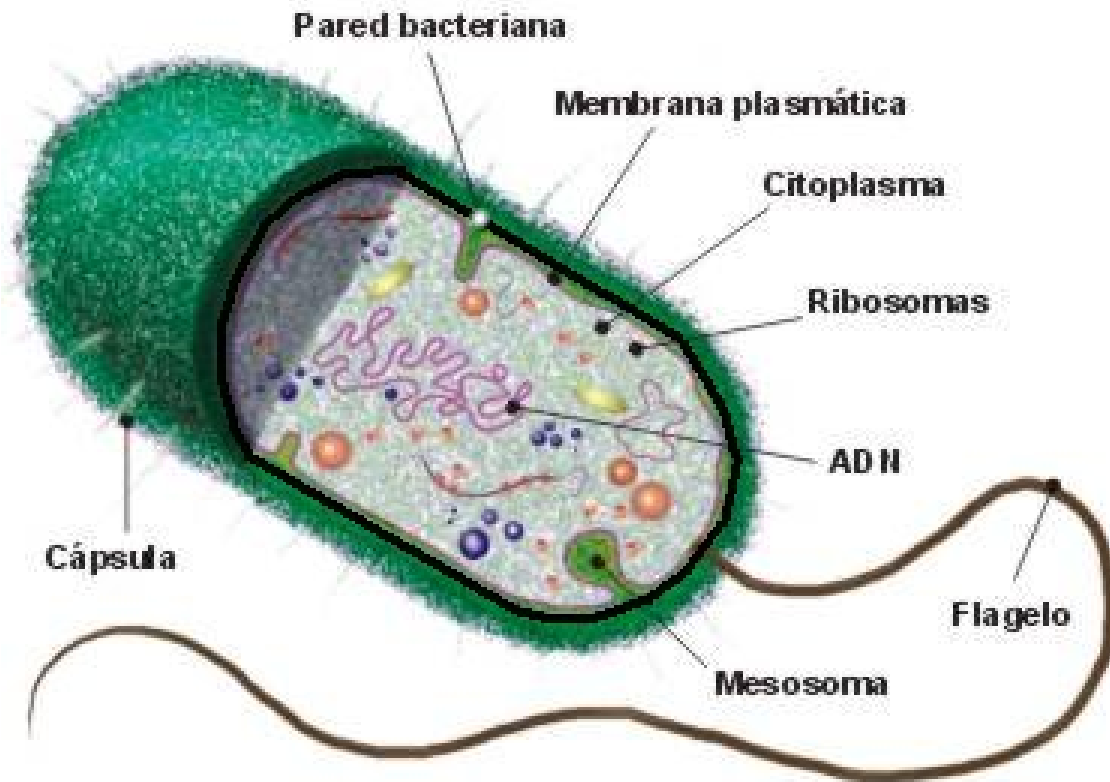
- Protoplasma
 - Citoplasma
 - Región nuclear
 - Ribosomas
 - Inclusiones

-
- PROCESO DE MOVILIDAD CELULAR

 - ESTRUCTURAS DE RESISTENCIA: ENDOSPORAS

 - TRANSPORTE DE SUSTANCIAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES



- Organismos unicelulares
- Su material genético (DNA) no está encerrado dentro de una membrana
- Carecen de orgánulos rodeados de membranas.
- Su DNA no está asociado a proteínas.
- La célula está recubierta por una **pared celular** cuyo componente principal es el **peptido glucano**.
- Movimiento mediante **flagelos**
- Reproducción mediante **fisión binaria**
- Obtención de energía:
 - A partir de la luz → FOTOTROFOS
 - Oxidación de compuestos → QUIMIOTROFOS

Composición Química

- La célula bacteriana tiene un contenido medio de agua del 70 al 85%.
- Los datos de la composición elemental y la distribución de los compuestos orgánicos integrantes del peso seco se dan en las tablas siguientes:

Composición elemental		Composición del peso seco	
Elemento	Porcentaje	Polímero	Porcentaje
Carbono	50 %	Proteínas	50 %
Oxígeno	20 %	Pared celular	10-20 %
Nitrógeno	14 %	ARN	10-20 %
Hidrógeno	8 %	ADN	3-4 %
Fósforo	3 %	Lípidos	10 %
Azufre	1 %		
Potasio	1 %		
Calcio	0,5 %		
Magnesio	0,5 %		
Hierro	0,2 %		

Morfología bacteriana



- Cilindros
- Cilindros f. de maza
- Ramificados
- Coma
- Con endospora
- Espiral
- Esférico

Ejemplos

- Escherichia*
- Corynebacterium*
- Actinomyces*
- Vibrio*
- Bacillus*
- Spirochaeta*
- Staphylococcus*

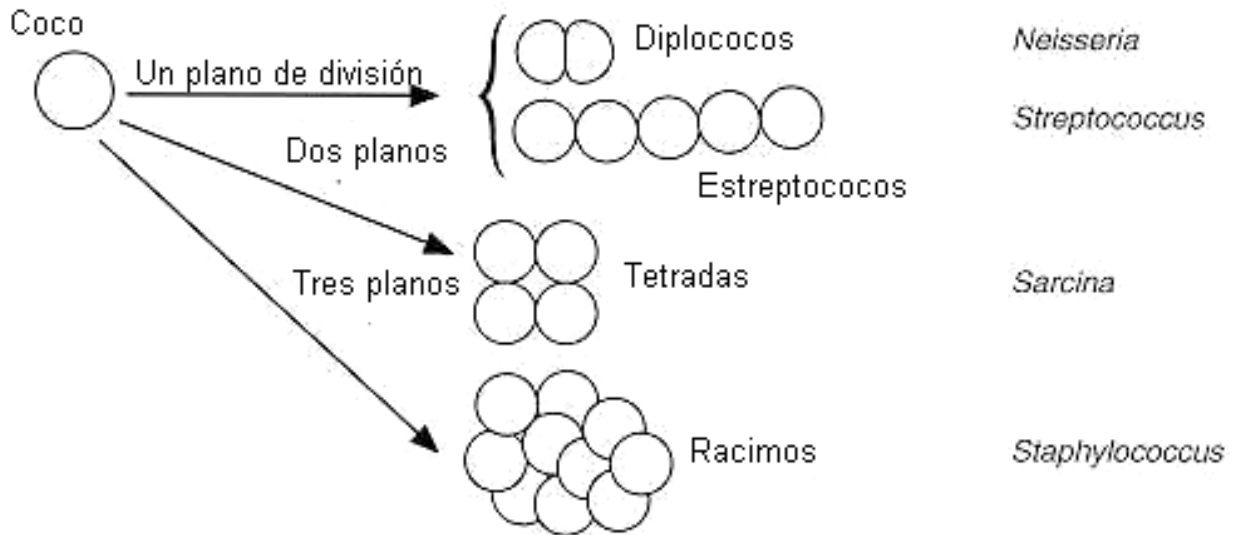
Su tamaño es del orden de micrómetros (10^{-6} m)

bacilos	Diámetro	Longitud
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,4-0,5 μm	2-3 μm
<i>Chromatium okenii</i>	5 μm	20 μm
<i>Escherichia coli</i>	1 μm	5 μm
<i>Thiospirillum jenense</i>	3,5 μm	50 μm

- El diámetro de los *micrococos* es de solo 0,5 μm Las de forma bacilar generalmente tienen 1 μm de diámetro y 5 μm de largo

AGRUPACIONES CELULARES

Agrupaciones bacterianas



Bacilos

- **Cadenas** de dos (**DIPLOBACILOS**) o más bacilos (**ESTREPTOBACILOS**)
- **Rosetas**. Conjunto de bacilos unidos por un extremo (centro de la roseta)
- **Empalizadas**. Agrupación de bacilos en forma de muralla.

DIFERENCIAS CON EUCARIOTAS

Estructura/Proceso	en Eucariotas	en Procariotas
Membrana nuclear	Presente	Ausente
ADN	Combinado con proteínas (histonas)	Desnudo y circular
Cromosomas	Múltiples	Único
División celular	Mitosis o Meiosis	Fisión binaria
Mitocondria	Presentes (con ribosomas 70S)	Ausente. Los procesos bioquímicos equivalentes tienen lugar en la membrana citoplasmática (Bomba ATPasa)
Cloroplasto	Presentes en células vegetales (con ribosomas 70S)	
Ribosomas	80S(a 60S y 40S sus subunidades)	70S(a 50S y 30S sus subunidades)
Pared celular	Presente en vegetales constituida por celulosa	Presente constituida por péptido-glicano
Nucléolos	Presentes	Ausentes
Retículo endoplásmico	Presente	Ausente
Órganos de locomoción	Cilios y flagelos que al corte transversal presentan una distribución característica de microtúbulos: 9+ 2	Flagelos sin estructura 9+2 Flagelina

FLAGELOS

Flagelos

- Son filamentos muy finos con función de locomoción.
- Velocidad de impulsión = 50 – 200 m / seg

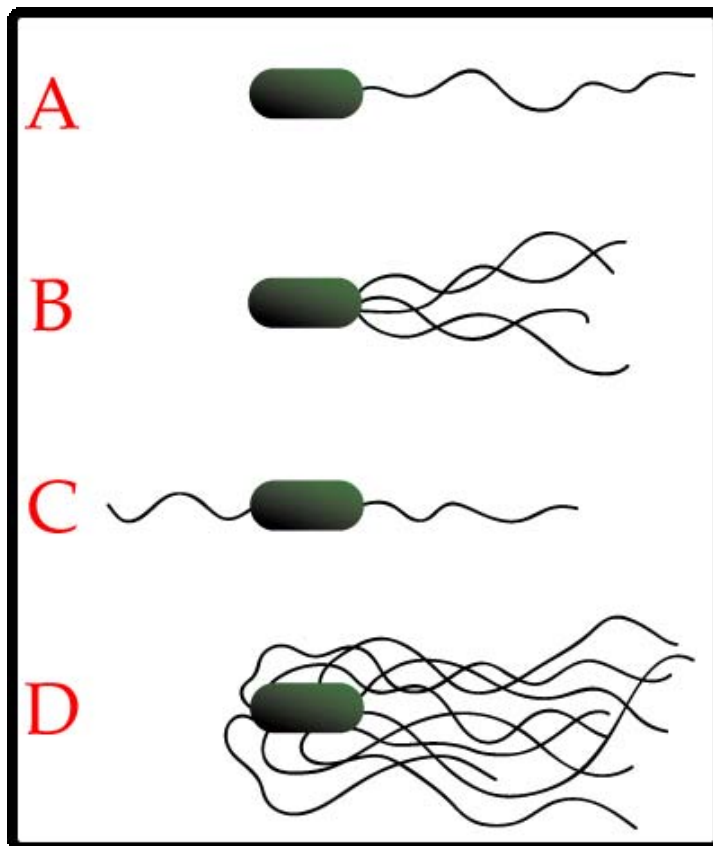
Disposiciones

A monotricos (un solo flagelo)

B lofotricos (dos o más flagelos en uno de los extremos de la célula)

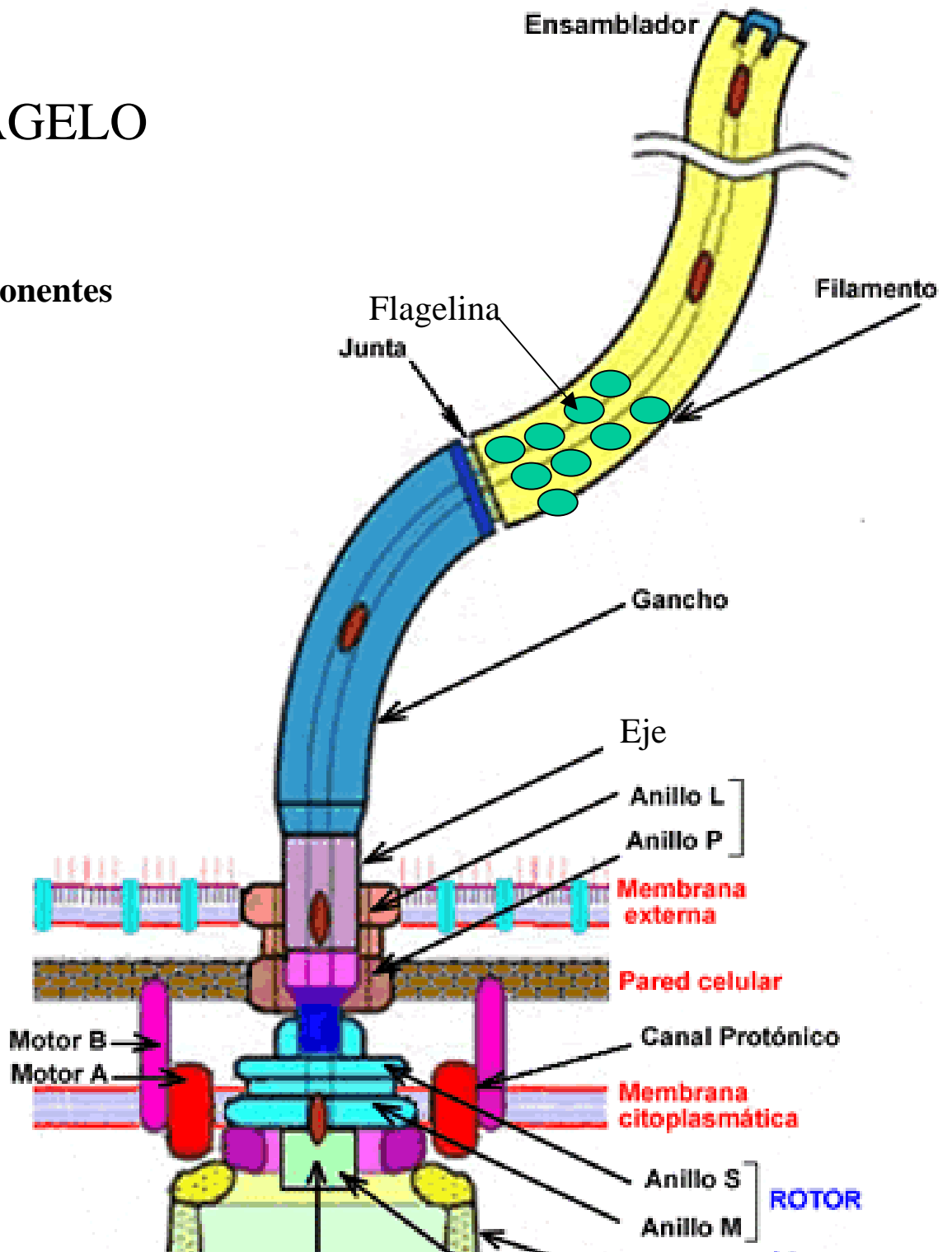
C anfitricos (dos flagelos: uno en cada extremo de la célula)

D peritricos (flagelos distribuidos en toda la superficie de la célula).



FLAGELO

Componentes



FLAGELO

Proceso de movilidad celular

- **Receptores proteicos (membrana)**

CAPTAN - Estímulos

- **QUIMIOTAXIS**
- **FOTOTAXIS**
- **MAGNETOTAXIS**

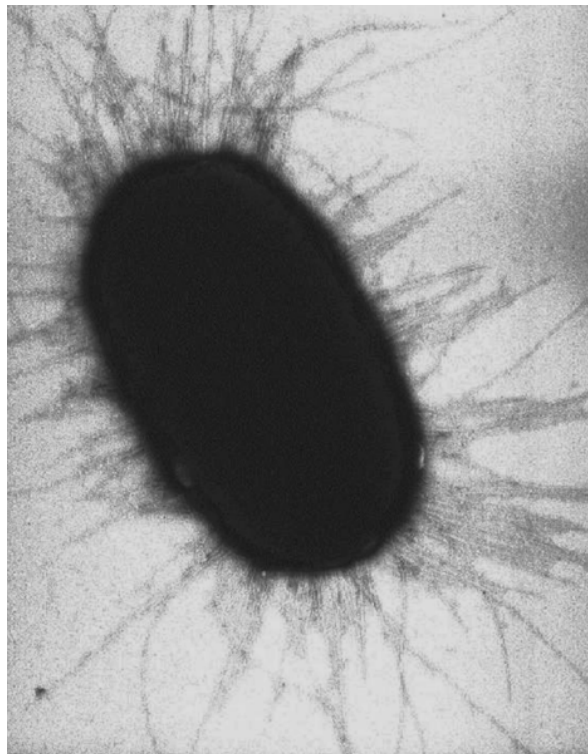
“INFORMAN” – Proteínas motoras (ATP)

Fimbrias

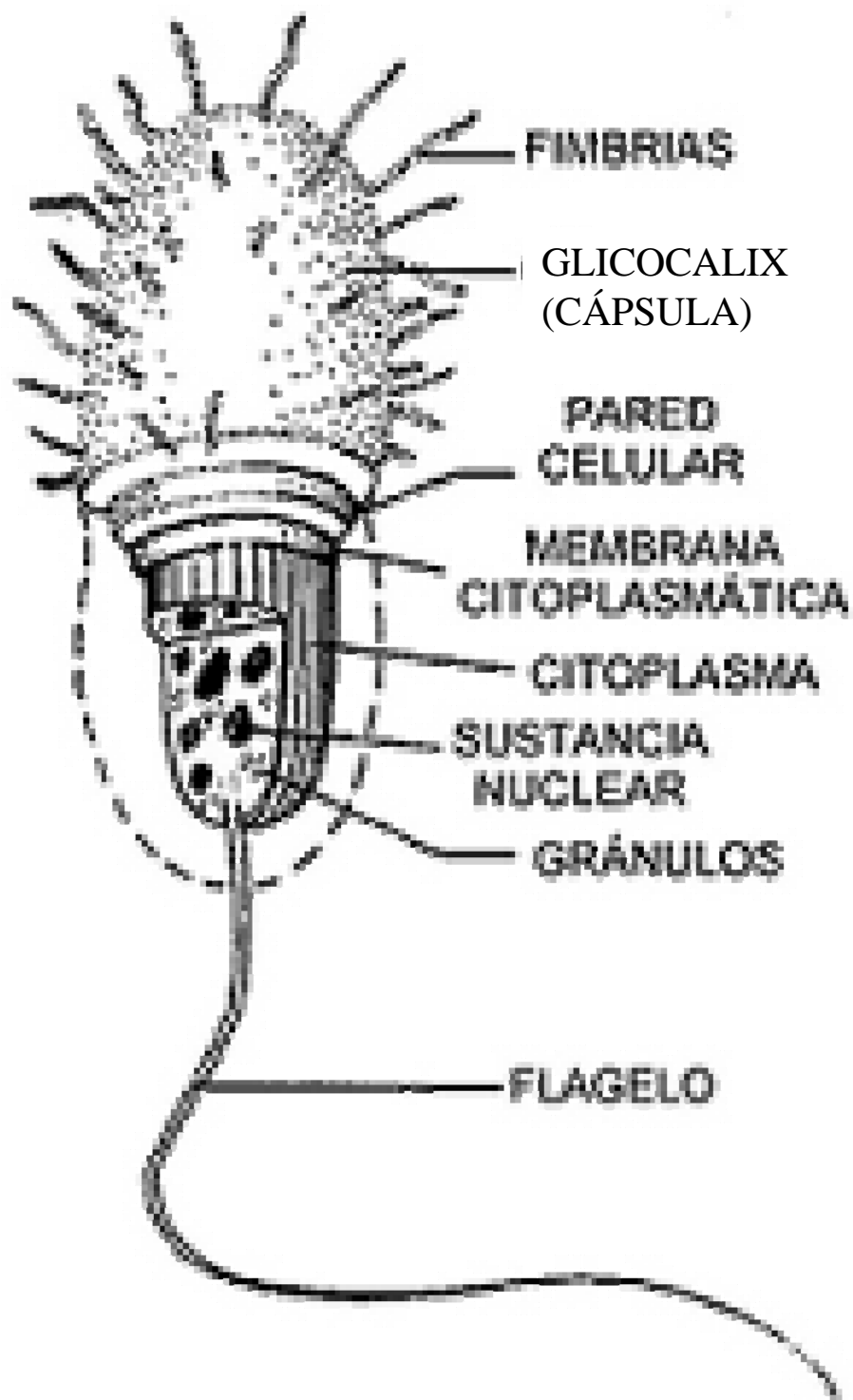
- apéndices más cortos y delgados pero más numerosos que los flagelos.
- **PILINA** - dispuesta en hélice alrededor de un núcleo hueco central.
- Distribuidas sobre toda la superficie. Se anclan en la membrana citoplasmática.

Tipos y funciones:

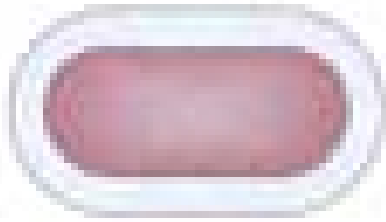
- **Fimbrias I:** más comunes - adherencia a superficies, substratos u otras células.
- **Fimbrias F o pelos sexuales** – intercambio de DNA plasmídico



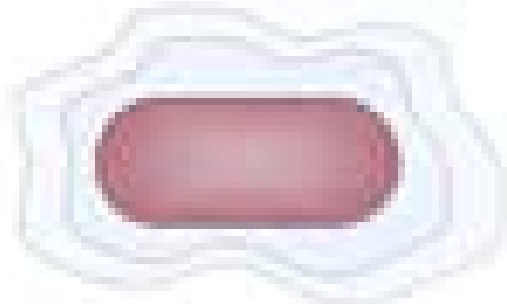
ENVOLTURAS BACTERIANAS



GLICOCALIX



CÁPSULA



CAPA MUCILAGINOSA

-Composición química:

Polisacáridos y Glicoproteínas

- Secretadas al exterior de la célula

-Funciones

-Protección

-a la célula del entorno

-de condiciones de desecación

-de fagocitosis

-De la acción de toxinas externas

-Fuente de nutrientes

-Adhesión a superficies y a otras células

-Aumento de la capacidad infecciosa

PARED CELULAR

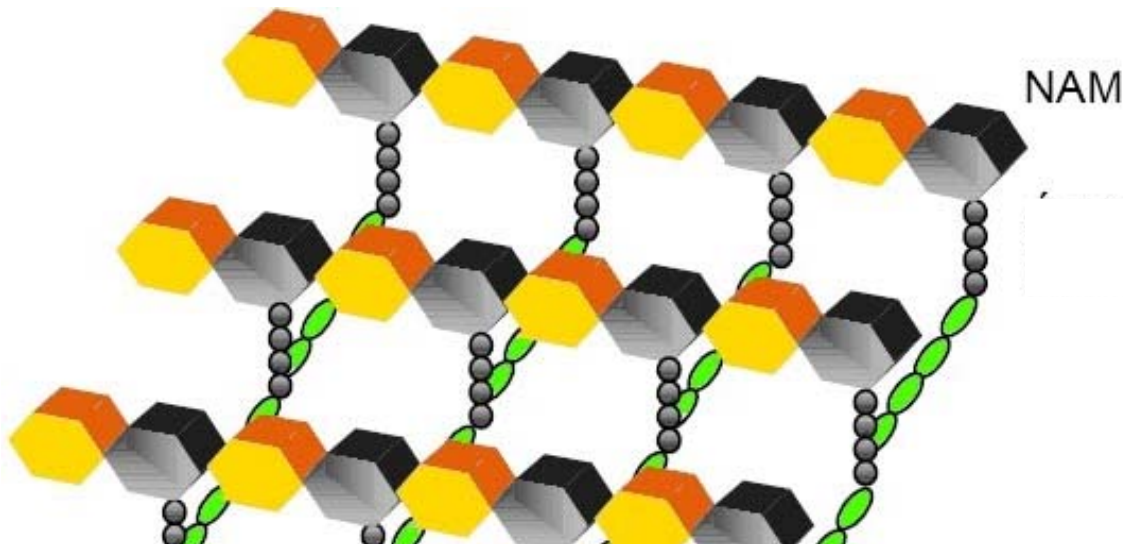
Es una estructura compleja, semirrígida, que recubre la membrana citoplasmática.

Funciones

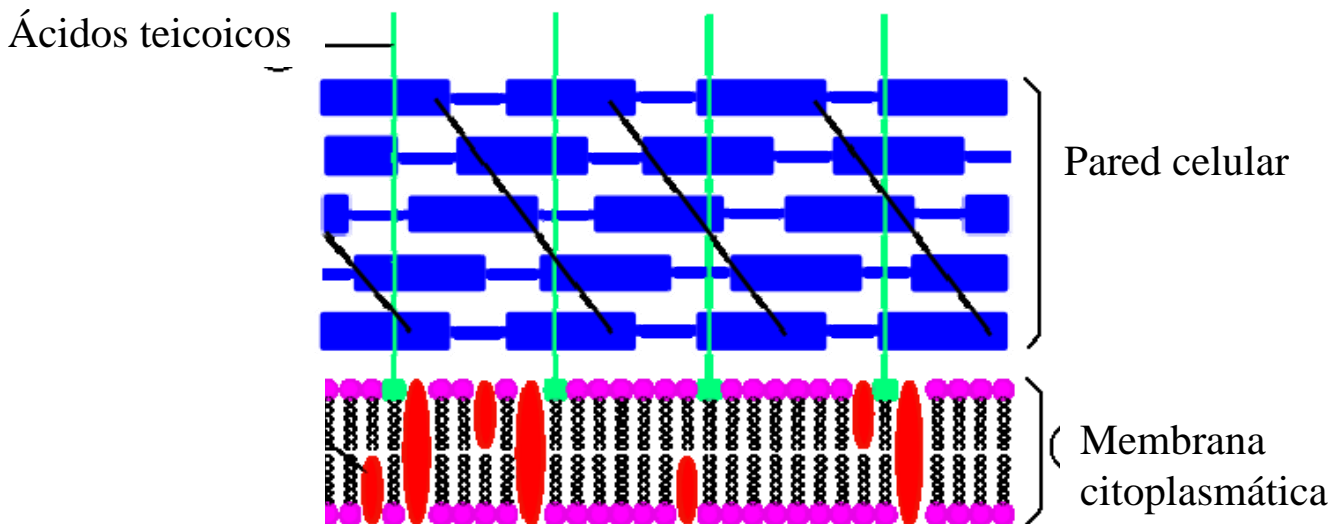
- Es responsable de la morfología característica de la célula.
- Protege de entornos de condiciones adversas.
- Barrera de permeabilidad selectiva.
- Es el lugar de acción de algunos antibióticos (la penicilina destruye la pared de una célula en crecimiento).
- Lugar de reconocimiento de anticuerpos y virus

Composición

- Su componente principal es una molécula llamada **peptido glucano**.
- El péptido glucano es un mucopolisacárido formado por unidades repetidas de un disacárido unidas a cadenas de cuatro o cinco aminoácidos.
- Los monosacáridos que intervienen son **N-acetil glucosamina** (NAG) y **N-acetil murámico** (NAM), son derivados de la glucosa y están unidos con enlace (1-4).



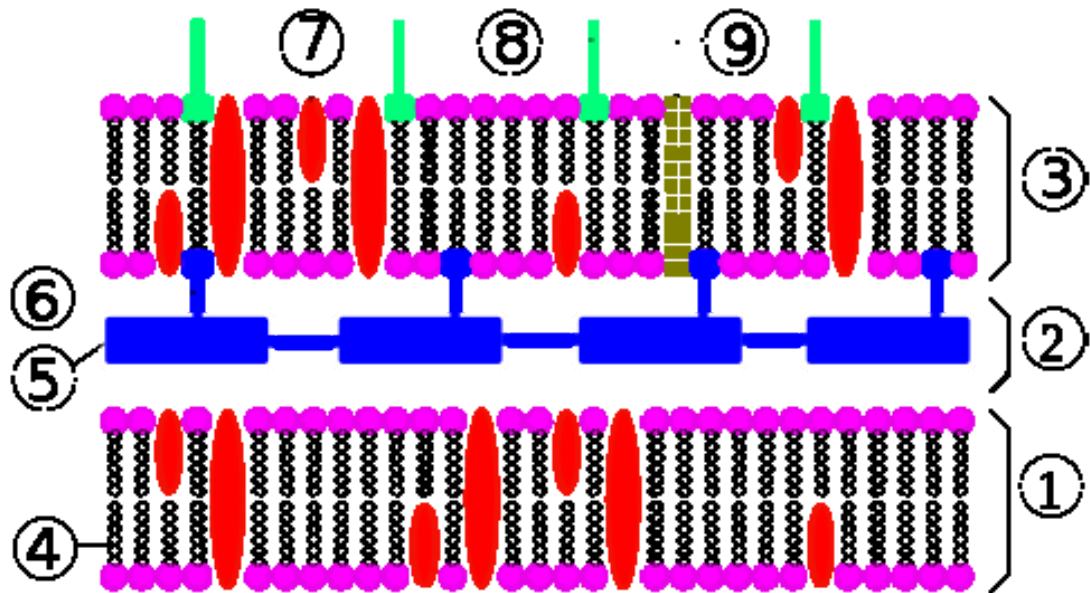
PARED CELULAR de CÉLULA GRAM POSITIVA



Ácidos teicoicos

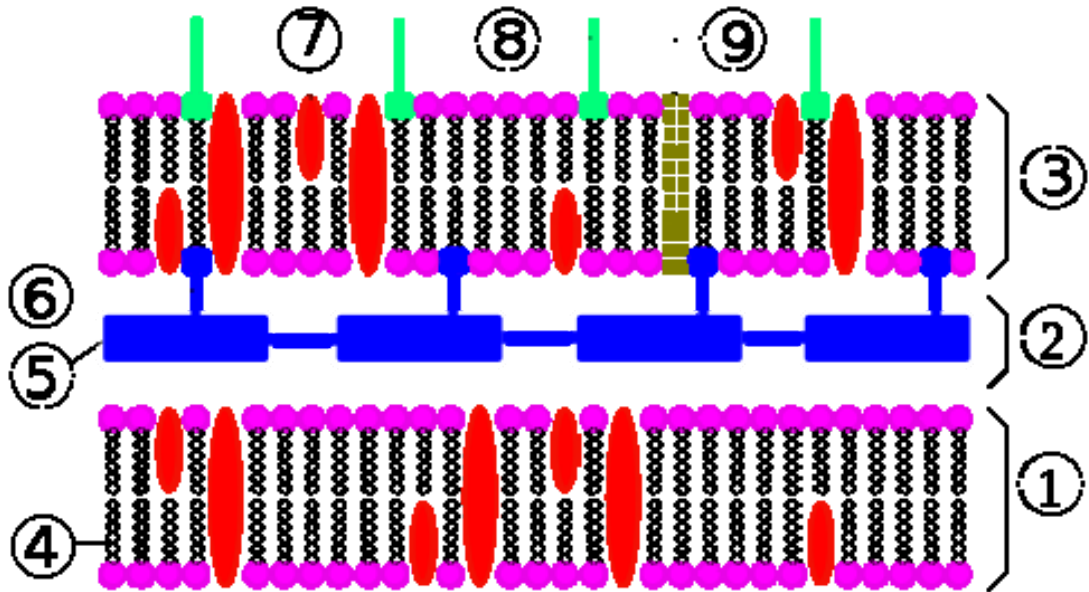
- polímeros cuya unidad básica es el glicerol
- poseen carga negativa y pueden controlar la entrada y salida de cationes a la célula
- son los verdaderos elementos que son reconocidos por los anticuerpos.

PARED CELULAR de CÉLULA GRAM NEGATIVA



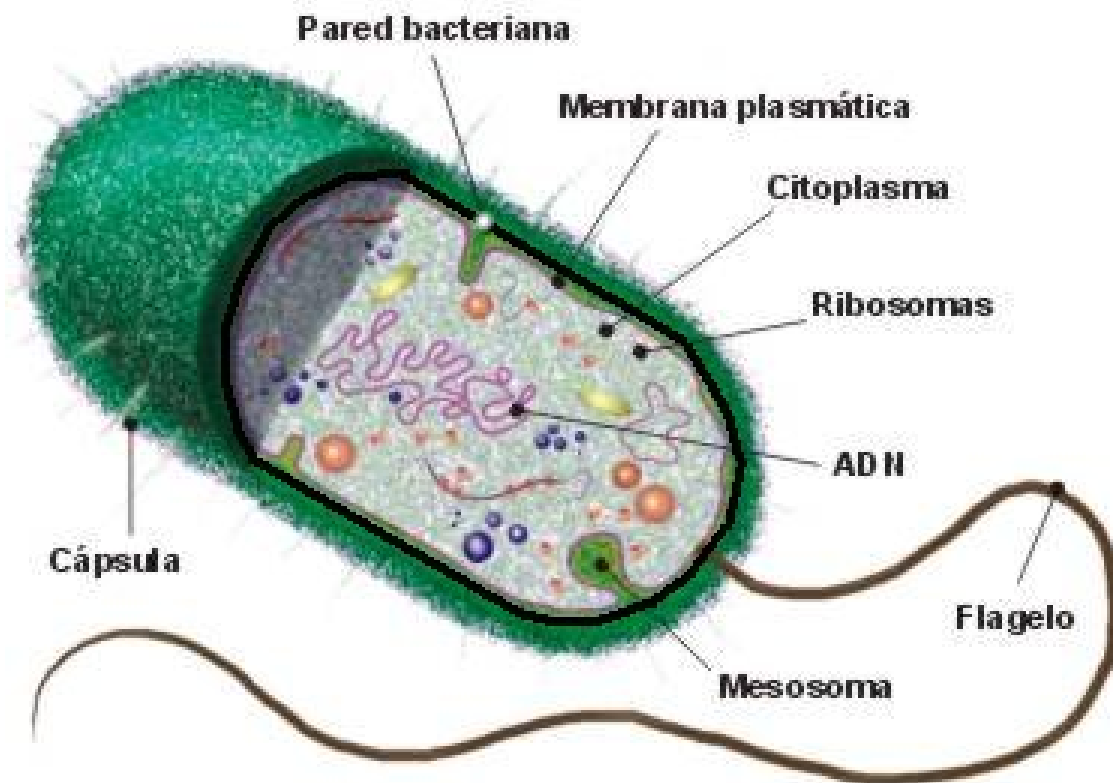
- 1 - Membrana citoplasmática
- 2 - Pared celular
- 3 - **Membrana externa**
- 4 - Fosfolípido
- 5 - Cápsula de péptido glucano
- 6 - Lipoproteína de anclaje
- 7 - Proteína de transporte específico
- 8 - Molécula de lipopolisacárido
- 9 - Porina

PARED CELULAR de CÉLULA GRAM NEGATIVA



- Mosaico fluido: fosfolípidos y lipopolisacáridos
- Carga negativa → Impide fagocitosis y controla transporte de sustancias.
- Da resistencia frente a: penicilina, lisozima
- Transporte de sustancias: porinas y proteínas de transporte específico.
- Como **elementos antigénicos** → **lipopolisacáridos**.

- Mosaico fluido: fosfolípidos y lipopolisacáridos
- Transporte de sustancias: proteínas de transporte específico.
- Sistema de enzimas para la síntesis de ATP: bomba **ATPasa**
- Sus repliegues dan lugar a los **mesosomas** (ubicación de bomba ATPasa y división celular)



Citoplasma

- Estructura espesa, semitransparente y elástica donde se encuentra inmerso el DNA, los ribosomas e inclusiones de la célula.
- Composición: 80% de agua, proteínas (enzimas), azúcares, lípidos, moléculas inorgánicas y muchos compuestos de bajo peso molecular.
- En su seno tienen lugar muchas reacciones enzimáticas

Región nuclear (nucleoide) En él reside toda la información genética de la célula.

- Compuesta por una sola molécula circular, larga y *superenrollada* de DNA bicatenario: **el cromosoma bacteriano**.
- **Plásmidos**. Suelen contener de 5 a 100 genes relacionados con la producción de toxinas y resistencia a antibióticos y a otros tóxicos. Pueden ser transferidos de una célula a otra

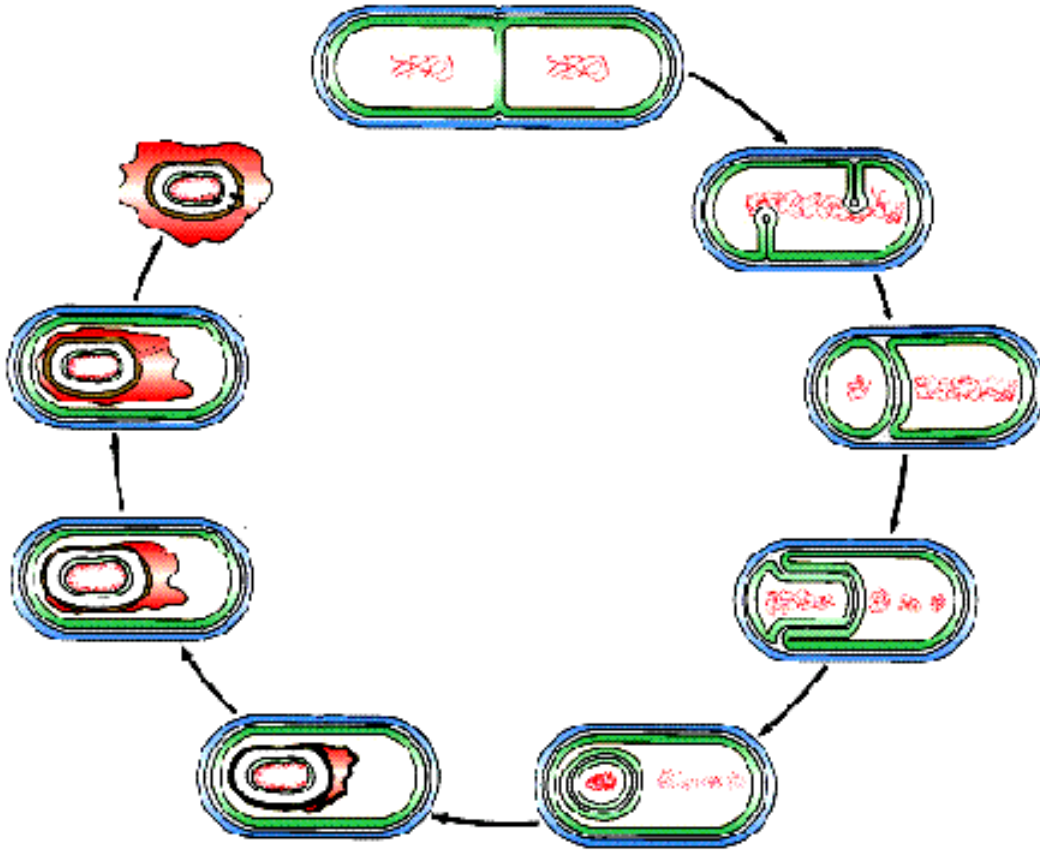
Ribosomas

- Centros de naturaleza proteica donde se sintetizan las proteínas. Aparecen del orden de miles en una célula y dan a ésta el aspecto granuloso característico.

Inclusiones

- **Gránulos de volutina:** Son gránulos de reserva de fosfato inorgánico (utilizado para la síntesis de DNA y ATP) formados cuando la bacteria crece en ambientes ricos en fosfatos.
- **Gránulos de polisacáridos:** Son gránulos de reserva formados por glucógeno y almidón. PHB
- **Gránulos de azufre:** Típicos de las "bacterias del azufre".
- **Vacuolas de gas:** En muchos procariotas acuáticos. Permiten la flotación
- **Magnetosomas:** Son inclusiones de pequeños cristales de magnetita que aparecen en bacterias habitantes de sedimentos. Actúan como imanes y dan información a la célula sobre su posición respecto al campo magnético terrestre.

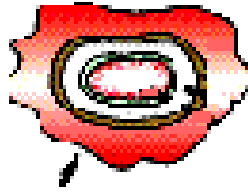
PROCESO DE FORMACIÓN DE ENDOSPORAS



El proceso de esporulación en bacterias sigue una serie de etapas:

1. Se produce una duplicación del DNA mediante mitosis.
2. Comienza a formarse el septo de la espora y va aislando el ADN recién replicado junto a una pequeña porción de citoplasma.
3. La membrana plasmática comienza a rodear el DNA, citoplasma y membrana aislada en el paso 2.
4. El septo de la espora rodea la porción aislada formándose la **forespora**.
5. Se forma una **capa de peptidoglicano entre las membranas** la cual aparece como un cuerpo refractario rico en **Dipicolinato de Calcio**, que sirve de protección mecánica y térmica.
6. La espora se recubre de una cubierta de resistencia.
7. Liberación de la endospora de la célula al medio, por lisis celular: **esporulación**.

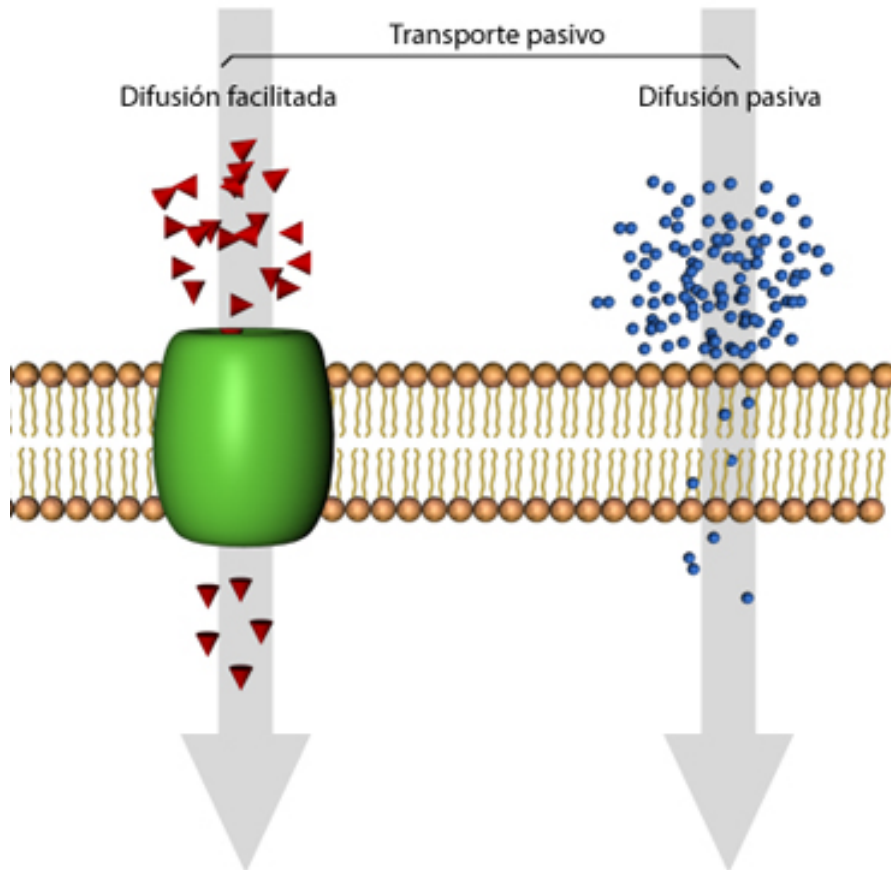
PROCESO DE FORMACIÓN DE ENDOSPORAS



Endospora. Características

- “célula” en estado criptobiótico (durmiente)
- Resistente al calor, radiaciones y agentes químicos
- Las capas externas protectoras la dotan de birrefringencia e impermeabilidad
- interior: bajo contenido en agua (10 %) y presencia de Dipicolinato cálcico
- Las endosporas son especialmente problemáticas en la industria alimentaria porque sobreviven en caso de cualquier defecto en el tratamiento del alimento.

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS EN LA CÉLULA



→ Mecanismos pasivos (no se produce gasto de energía y las sustancias traspasan la membrana desde una zona de alta concentración a otra de baja concentración).

Difusión simple

- Mecanismo que poseen las células para el transporte de algunas moléculas pequeñas como el **oxígeno y dióxido de carbono**.
- Se realiza por medio de pequeñas proteínas con forma de canal llamadas **porinas**, situadas en la membrana externa.

Difusión facilitada

- Mecanismo de transporte análogo al anterior, es decir, a favor de gradiente, pero mediado por la acción de **proteínas** transportadoras **más selectivas** que las anteriores llamadas **permeasas** situadas en la membrana citoplasmática.

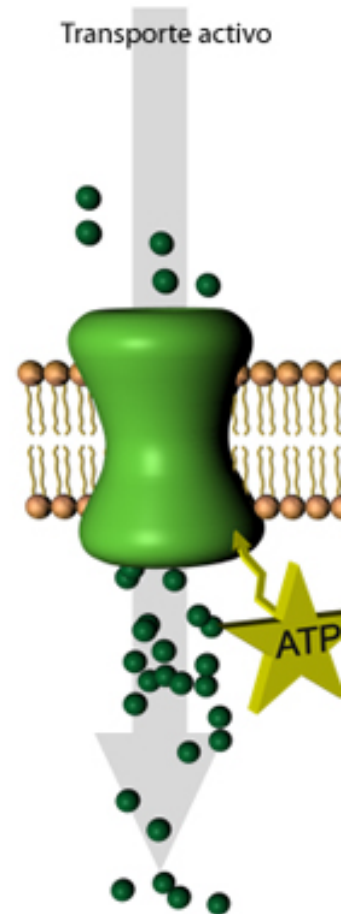
Estas proteínas se unen a la molécula a transportar consiguiéndose aumentar la velocidad del transporte y haciéndose este más eficaz

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS EN LA CÉLULA

→ Mecanismos activos (necesita de un gasto de energía porque se realiza en contra del gradiente de concentraciones, es decir, de zonas de concentración baja a otras de concentración más elevada)

Transporte activo

- Requiere la actuación de **proteínas transportadoras específicas** para cada sustancia o grupo de sustancias relacionadas.
- Al igual que las permeasas, se unen con la sustancia a transportar, experimentando con la unión un cambio de conformación.



Modificación de grupos

- Esta forma especial de transporte requiere una alteración química de la sustancia en el exterior de la célula para que su posterior paso al interior sea posible.
- Una vez dentro de la célula la membrana citoplasmática se hace impermeable a ella, de forma que la sustancia permanece en el interior de la célula.
- **Transporte de la glucosa**
- **Transporte del hierro**

Transporte de **sustancias de alto peso molecular** como **almidón o celulosa** requiere que estas sean degradadas parcialmente en el exterior -**exoenzimas**

TEMA III

TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS

Técnicas de cultivo

- Medios de cultivo
- Requerimientos físicos: Temperatura. pH. Potencial osmótico
- Requerimientos nutricionales: Carbono. Nitrógeno. Azufre. Fósforo. Elementos minerales. Factores de crecimiento.
- Requerimientos de Oxígeno

- Clasificación de medios de cultivo
- Técnicas de medida del crecimiento microbiano

Técnicas de cultivo

Medios de cultivo → mezcla equilibrada de nutrientes preparada en el laboratorio para el crecimiento de los microorganismos.

- **Cultivo microbiano** → microorganismos multiplicándose en un medio de cultivo.

- El medio de cultivo debe utilizarse **estéril** y tras la siembra debe ser incubado en condiciones físicas adecuadas: **temperatura, pH, O₂, a_w**

Requerimientos físicos para el crecimiento microbiano

Temperatura

	<u>Intervalo de crecimiento</u>	<u>Temperatura óptima</u>
Psicrófilos	5 - 30°C	10 - 20°C
Mesófilos	10 - 45°C	20 - 40°C
Termófilos	25 - 80°C	50 - 60°C

37°C es la temperatura óptima de la mayoría de las bacterias patógenas.

50 y 60°C termófilos (suelen ser esporulados)

pH

bacterias: suelen preferir pH cercanos al neutro (6,5 -7,5)

Los mohos y levaduras: más ácidos (5 - 6).

Medios de cultivo - **tampones**

pH óptimo

M. acidófilos: 1- 5

M. neutrófilos: 5 - 8

M. Alcalófilos: 8- 10

* Los microorganismos regulan su pH mediante el sistema ATPasa.

Presión osmótica

El aumento del potencial osmótico producido por la adición de sales o azúcar al medio de cultivo puede producir la salida del agua intracelular (muerte por → **plasmolisis celular**).

Términos relacionados:

M. halófilo: requieren ClNa (1 – 30%) para su crecimiento

M. halotolerante: soportan cierta cantidad de sales.

M. osmófilo: pueden crecer en ambiente de [azúcar] | (miel)

M. xerófilo: “ “ de [agua] | (cereales)

Requerimientos químicos

Carbono → CATEGORÍAS NUTRICIONALES

Nitrógeno, azufre y fósforo

Nitrógeno y azufre → síntesis de **proteínas**

grupo amino (- NH₃), grupo sulfidrilo (-SH) y puentes (- S-S -).

Nitrógeno y fósforo → síntesis de DNA , RNA y ATP.

fuentes de nitrógeno:

moléculas procedentes de la degradación de proteínas (radical NH₃ de los aminoácidos), iones amonio (NH₄⁺), nitratos (NO₃⁻), nitrógeno atm. (N₂).

fuentes de azufre: sulfuro de hidrógeno (SH₂), iones sulfato (SO₄⁻)

fuentes de fósforo: ion fosfato (PO₄³⁻)

Elementos minerales

Aunque en cantidades muy pequeñas son necesarios para la actividad de sus enzimas. Son **hierro, cobre, molibdeno y zinc**.

Suelen estar presentes en el agua del medio de cultivo.

Factores de crecimiento

Son compuestos que el organismo es incapaz de sintetizar y debe obtenerlos del exterior. Son algunas **vitaminas, aminoácidos y bases** componentes de los ácidos nucleicos (purinas y pirimidinas).

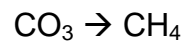
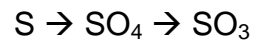
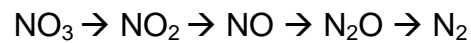
Oxígeno

Aerobios estrictos. Metabolismo respiratorio: RESPIRACIÓN AEROBIA

Anaerobios estrictos (el oxígeno es tóxico):

METABOLISMO FERMENTATIVO

RESPIRACIÓN ANAEROBIA → aceptores finales de la cadena de electrones son compuestos distintos al oxígeno como:



Anaerobios facultativos (utilizan el oxígeno cuando está presente → RESP AEROBIA ,pero son capaces de seguir creciendo cuando no lo está → FERMENTACIÓN (principalmente) (mecanismo productor de energía menos eficaz)

Anaerobios aerotolerantes (no lo utilizan pero lo soportan)

→ MET. FERMENTATIVO

Microaerófilos (necesitan oxígeno pero en cantidades muy pequeñas: (1 -12%) → RESPIRACION AEROBIA principalmente

Clasificación de medios de cultivo

- **Medios definido o sintético:** es aquel del que se conoce la composición química cuali y cuantitativamente exacta.

Ejemplo: Un medio definido para el cultivo de una bacteria quimioautótrofa capaz de utilizar iones amonio como fuente de energía y CO_2 como fuente de carbono puede ser:

- Sulfato amónico ($\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$) 0,5 g/l
- Bicarbonato sódico (CO_3HNa) 0,5 "
- Fosfato disódico (PO_4HNa_2) 13,5 "
- Sulfato magnésico ($\text{SO}_4 \text{Mg}$) 0,1 "
- Cloruro férrico (Cl_3Fe) 0,02 "
- Cloruro cálcico (Cl_2Ca) 0,18 "
- Agua 1 litro

La fuente de energía la constituyen los iones amonio obtenidos del sulfato amónico,

la fuente de carbono el dióxido de carbono obtenido del bicarbonato sódico,

la fuente de nitrógeno el sulfato amónico,

la fuente de fósforo el fosfato disódico,

la fuente de azufre el sulfato magnésico y

la fuente de oligoelementos y factores del crecimiento el resto de los compuestos.

- **Medios complejos:** son los que se utilizan más comúnmente, su composición química exacta puede variar ligeramente de un lote a otro.

Elaborados con extractos de levadura, de carne o de vegetales.

De uso corriente son el caldo de peptona o el agar nutritivo.

- **Medios selectivos:** son aquellos que poseen sustancias inhibitorias de bacterias para cuyo cultivo no están diseñados, estas sustancias suelen ser antibióticos específicos, colorantes, ácidos u otros compuestos químicos.

- **Medios diferenciales:** llevan sustancias que permiten la identificación de colonias originadas por diferentes tipos de bacterias pero crecidas en una misma placa.

Los selectivos y diferenciales permiten seleccionar y aislar microorganismos a partir de poblaciones mixtas.

- **Medios para anaerobios:** Incubación en entorno exento de oxígeno (jarras para anaerobios) o medios de cultivo con sustancias reductoras.

- **Medios de enriquecimiento:** Permiten el desarrollo de un grupo de microorganismos a partir de una muestra que contiene pocos microorganismos. Detección de bacterias patógenas en alimentos

Conservación de cultivos

→ a corto plazo: **refrigeración,**

→ largo tiempo: **congelación** (-50 y -95°C) y **liofilización.**

Técnicas de medida del crecimiento microbiano

Bacteria (alimento) → COLONIA (Estructura “contable”)

Diluciones seriadas (Banco de diluciones)

Uds. de recuento (tipos de muestras)

Recuento de viables (células con capacidad para reproducirse)

Recuento en placa. Método tradicional. Eficaz. SIEMBRA EN MASA

Filtración → muestras líquidas poco contaminadas (agua de bebida, ríos o lagos limpios)

Método del número más probable (NMP) → Método estadístico. TABLAS NMP.

Recuento de partículas

Recuento directo al microscopio. CAMARAS DE RECUESTO.

Recuento electrónico → cuantificación de la Conductividad / Resistencia/ Impedancia que ofrecen los microorganismos en un medio líquido.

Estimación indirecta del crecimiento

→ Por **turbidimetría**: cuantificación de la turbidez originada por los microorganismos en una solución (espectrofotómetro. Densidad óptica)

→ Medida de la **actividad metabólica** → CO₂, un ácido (pH), consumo de O₂ (carga microbiana de la leche – Prueba de reducción de colorantes – Azul de metileno)

- Bioluminiscencia (ATP + luciferasa)

TEMA 4.- BACTERIAS

MICROORGANISMOS EXTREMÓFILOS: Archeobacterias

BACTERIAS FOTOTROFAS

BACTERIAS QUIMIOAUTÓTROFAS

BACTERIAS QUIMIOHETERÓTROFAS

GRAM NEGATIVAS AEROBIAS

GRAM NEGATIVAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS

GRAM NEGATIVAS ANAEROBIAS ESTRICTAS

GRUPOS MENORES DE GRAM –

GRAM POSITIVAS NO ESPORULADAS

GRAM POSITIVAS ESPORULADAS

MICROORGANISMOS EXTREMÓFILOS: Archeobacterias

Fuente: www.biología.edu.ar/bacterias/arqueobacterias

Pared **no** está constituida por elementos típicos como **péptido glucano**

Lípidos de membrana están unidos mediante enlace **eter**, mucho más resistente (y no ester como las Eubacterias)

Viven en ambientes de condiciones extremas y llevan a cabo procesos metabólicos atípicos.

Comprenden tres grupos: Metanogénicas, Halófilos extremas, Termoacidófilos

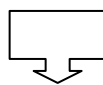
■ Metanogénicas

Habitan en ambientes anaeróbicos en los que existe m.o. en descomposición:

- Sedimentos del fondo de los lagos y pantanos
- Digestores anaeróbicos de aguas residuales
- Tracto digestivo (rumen) de rumiantes.

Utilizan los productos procedentes de la fermentación de otros grupos microbianos:

CO₂, H₂. Ácido fórmico, acético → generan metano (CH₄)



homoacetogénesis

ferm. metanogénica (*Metanosarcina*)

fijan CO₂ y utilizan H₂ como poder reductor (F.C: CO₂ - autotrofia)

- En granjas donde el efluente residual se depura con digestores anaeróbicos, el metano puede ser aprovechado ("biogas")

Grupos:

I – *Metanobrevibacterium*, *Metanobrevibacter*

II – *Metanococcus*

III – *Metanospirillum*, *Metanosarcina*

■ Halófilos extremos:

Se encuentran en hábitat de salinidad extrema: salinas, lagos salados, salmueras

Necesitan concentraciones elevadas de sal para el funcionamiento de su sistema enzimático (10 – 25% ClNa) y elevada intensidad lumínica.

Son quimioheterótrofos aerobios de requerimientos nutricionales complejos (prefieren aminoácidos como fuente de carbono)

Grupos:

- Cocos inmóviles – *Halococcus*
- Bacilos de flagelación polar – *Halobacterium*

- Potencial biotecnológico:

- Depuración de efluentes residuales (digestores aerobios)
- Participan en el proceso fermentativo en la elaboración de salsas de soja y de pescado (países orientales)
- Producción de **bacteriorrodopsina** (pigmento que altera su color con la exposición de luz; (ingeniería genética)
- Producción de polisacáridos y enzimas extracelulares - *extremoenzimas* – funcionan en entornos de alta concentración de sal

■ Termoacidófilos:

Viven en zonas de temperaturas entorno a 100 °C y pH muy bajos (1 –5)

→ fuentes termales (zonas volcánicas) y suelos ácidos

- **Sulfolobus** – quimioautótrofo que oxida azufre ($S_0 \rightarrow SO_4$)

Potencial biotecnológico:

- *extremoenzimas* – funcionan en entornos de alta temperatura y muy bajo pH

BACTERIAS FOTOTROFAS

CIANOBACTERIAS

Importancia:

atmósfera terrestre: anaerobia → aerobia

1as. productoras de N mineral ; iniciadoras de cadena alimenticia (placton)

Precursoras de los cloroplastos (vegetales) y mitocondrias (animales)

Hábitat: metros superficiales de formaciones acuáticas (charcos, lagos, estanques etc.) junto con algas eucariotas.

Fotosíntesis: productora de oxígeno (**fotofosforilación acíclica oxigénica**).

Pigmento captador de la luz: **clorofila a / ficobilina** (color azul)

Longitud de onda utilizada: entre **500 y 700 nm**.

Localización de aparato fotosintético: en sacos rodeados de membrana (**tilacoides**)

Poseen **vacuolas de gas** que las permiten flotar y situarse en una zona de luz favorable que coincida con la zona espectral descrita.

La mayoría poseen la capacidad de **fijar nitrógeno atmosférico**



NITROGENASA → HETEROCISTOS

Cianobacterias **sin** heterocistos → fijan el nitrógeno atmosférico cuando **no** se está realizando la fotosíntesis.

- Pluricelulares:

- Con heterocistos: **Anabaena, Nostoc**

- Sin heterocistos: *Oscillatoria, Spirulina*

- Unicelulares (sin heterocistos): *Gleocapsa, Gleoteca*

División: fisión binaria:

Pluricelulares → agrupaciones en **cadena**

Unicelulares → células inmersas dentro de una **envoltura o vaina**

♦ Potencial biotecnológico

BACTERIAS VERDES

Hábitat: Zona anaerobia de lagos y estanques profundos.

Fotosíntesis: **fotofosforilación acíclica anoxigénica**.

Pigmento fotosintético: ***bacterioclorofila a***

Longitud de onda utilizada: **700 – 800 nm**.

Localización de aparato fotosintético: pequeñas vesículas situadas en las proximidades de la membrana citoplasmática.

Clasificación:

Bacterias verdes del azufre (repestan electrón en fotofosforilación con SH_2 o S_0 generando S_0 o SO_4^- → gránulos en el exterior de la célula).

- Destaca el género ***Chlorobium***.

Bacterias verdes no del azufre. Fotoheterótrofas. Genero: ***Chloroflexus***.

BACTERIAS ROJAS

Hábitat: Región anaerobia ; zonas **más** profundas de lagos donde abunda SH_2 y CO_2

Fotosíntesis: **fotofosforilación cíclica anoxigénica**.

Pigmentos fotosintéticos: ***bacterioclorofilas a y b***

Longitud de onda utilizada: unos **1000 nm**.

Localización de aparato fotosintético: en repliegues de la membrana citoplasmática (**cromatóforos**)

Clasificación:

Bacterias rojas del azufre.

- Poder reductor: - Compuestos azufrados: $\text{SH}_2 \rightarrow \text{S}_0$ } gránulos de azufre
 $\text{S}_0 \rightarrow \text{SO}_4^-$ } (interior célula)

- Transporte inverso de e^- (algunos autores)

- Géneros: ***Chromatium*** y ***Thiocapsa***.

Bacterias rojas no del azufre. Fotoheterótrofas (acético, pirúvico, metanol); -

Géneros: ***Rhodopseudomonas*** y ***Rhodospirillum***.

BACTERIAS QUIMIOAUTÓTROFAS

Importancia (medio-ambiental y agrícola) → ciclos biogeoquímicos (N, S, Fe).

Sistema de obtención de energía: Oxidación de compuestos inorgánicos en cadenas de transporte de electrones.

Fuente de carbono: CO_2 (poseen Ciclo de Calvin primitivo).

Obtención de poder reductor: Sistema del Transporte inverso de electrones

En función del compuesto inorgánico utilizado se clasifican en:

Bacterias nitrificantes (NH_4^+ o NO_2^-)

Bacterias oxidadoras de azufre (SH_2 o S^{2-})

Bacterias del hierro (Fe^{+2})

Bacterias de hidrógeno (H_2)

Carboxibacterias (CO)

Bacterias metófilas (CH_4 u otras moléculas de uno o dos carbonos)

BACTERIAS NITRIFICANTES

GÉNEROS

$\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+ \text{ -----} \rightarrow \text{NO}_2^-$ (nitritos) ***Nitrosomonas, Nitrosococcus***

$\text{NO}_2^- \text{ -----} \rightarrow \text{NO}_3^-$ (nitratos) ***Nitrobacter, Nitrococcus***

Son aerobias, hábitat terrestre o acuático, participan en el ciclo del nitrógeno (***nitrificación***)

BACTERIAS OXIDADORAS DE AZUFRE

Aerobias de hábitat terrestre y acuático de pH neutro o **ácido**.

Charcas de minas ferruginosas

Participan en ciclo biogeoquímico del azufre.

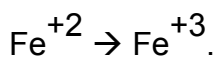
Materia prima: SH_2

Géneros:



→ plantas, bacterias reductoras de S y otros microorganismos.

BACTERIAS DEL HIERRO



Hábitat acuático o en sedimentos ferruginosos. Ej.:

charcas y manantiales de agua dulce ricas en hierro y de pH ácido.

minas de materiales férricos expuestos al aire.

Especie importante: **ferroxiidam** (del género **Thiobacillus**)

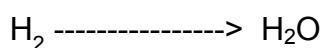
Bacteria mixta: oxida el azufre y hierro → su materia prima es la pirita (SFe).

El Fe^{+3} se excreta fuera de la célula → hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) ↓

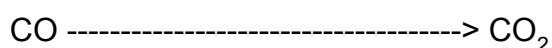
→ concentración de minerales de hierro (minas de lodazal) potencialmente explotables.

BACTERIAS DE HIDROGENO Y CARBOXIBACTERIAS

Las primeras obtienen energía oxidando el hidrógeno y las segundas el monóxido de carbono según las reacciones:



Hidrogenasa. Algunas especies autótrofas de *Alcaligenes* y *Nocardia*



Carbono monóxido deshidrogenasa. Algunas especies de *Alcaligenes* y *Pseudomonas*.

BACTERIAS METÓFILAS

- Fuente de carbono: metano (CH_4), metanol (CH_3OH) o metilamina (CH_3NH_2)

Hábitat: **fondo de zonas pantanosas, intestino de rumiantes** donde se genera metano por la acción de bacterias Metanogénicas (Arqueobacterias).

Clasificación:

Metanótrofos: Utilizan **metano** (CH_4) \rightarrow formaldehído (H_2CO).

- algunas G - ; microaerófilas; de hábitat terrestre y acuático.

Metilótrofos: Utilizan metanol (CH_3OH) o metilamina (CH_3NH_2), también metano (CH_4)

- algunas G+ o G-; anaerobias facultativas

GRAM NEGATIVAS AEROBIAS

1.- Género *Pseudomonas* (FAMILIA: PSEUDOMONACEAS)

“**Pseudomonas Aerobios**” Aprox. 30 especies; (Bacilos de flagelación polar)

Habitantes muy comunes del suelo y otros ambientes naturales.

Aunque están clasificados como aerobios algunos son anaerobios estrictos y pueden reducir los nitratos hasta nitrógeno atmosférico → pérdidas de nitrógeno útil en los abonos y en el suelo (DESNITRIFICACIÓN - ciclo del nitrógeno).

Importancia en alimentos: Utilizan con menos eficacia que otras heterótrofas los sustratos pero a cambio poseen las siguientes características compensatorias:

- Pueden crecer sobre la **superficie** de cualquier alimento principalmente sobre **carnes y pescados** (hasta el 50% de la flora microbiana).
- Además, muchas son **psicrófilas** → Alterantes (olores y sabores no deseables).

♦ Requerimientos nutricionales muy pequeños (pueden desarrollarse a partir de restos mínimos de carbono incluso restos de jabones o detergentes!)

- *Pseudomonas cepacia* es capaz de metabolizar más de 100 compuestos.

♦ Se hacen fácilmente resistentes a antibióticos → contaminantes nosocomiales frecuentes.

Los genes implicados en su **amplia versatilidad metabólica** y **resistencia a antibióticos**, están localizados en **plásmidos**.

♦ Algunos son patógenos vegetales: *Ps. syringae* (como *Xantomonas*)

Importantes DESCONTAMINANTES AMBIENTALES

- metales pesados: reducen los cationes a formas no tóxicas
- hidrocarburos (petróleo !), herbicidas, detergentes

Especies de interés:

PIGMENTADOS

Pseudomonas aeruginosa

Hábitat: entorno natural: suelo y agua. También intestinal.

Importante **patógeno oportunista** → infecciones del tracto respiratorio (fibrosis quística); tracto urinario (uretritis, cistitis), oído, piel (heridas)
14% de **infecciones nosocomiales** (resistente a antibióticos)

Algunas cepas pueden degradar hidrocarburos

Crecimiento sobre alimentos:

Psicrófilo: carne, pescado, hortalizas y leche.

Procedencia: **aguas** de procesado principalmente

Produce pigmento fluorescente (**piocianina**) de color azulado.

Asociado a mastitis en vacas (transmisible por la leche cruda)

Pseudomonas fluorescens

Se encuentra principalmente en el agua y en el suelo.

Alterante psicrófilo alimentario (leche).

Produce un pigmento fluorescente (**pioverdina**) color verdoso.

Pseudomonas putrefaciens (*Alteromonas*)

Psicrófilo alimentos: pescado, leche y p. lácteos (manchas en mantequilla)

Produce una **pigmentación marrón-rojiza o rosa**.

NO PIGMENTADOS (Putrefactores típicos de alimentos) – ***Ps. putida***

2.- Bacterias formadoras de nódulos y tumores en vegetales

De especial interés para la agricultura – Simbiosis con LEGUMINOSAS

Utilizan nitrógeno atmosférico: $N_2 \rightarrow NH_3$

La planta proporciona a la bacteria hidratos de carbono.

Rhizobium* y *Bradyrhizobium

Agrobacterium tumefaciens - patógeno de plantas (dicotiledoneas principalmente)

→ tumor "agalla del cuello".

Proceso de infección:

- 1.- inyección en la planta un plásmido D-Ti (**inductor de tumores**).
- 2.- La planta recombina el plásmido en su genoma y la expresión de los genes →
 - sustancias nutritivas para la bacteria (**opinas**).
 - desarrollo incontrolado de las células del meristemo del tallo (tumor)

Vector de transmisión importante en la modificación genética de plantas.

Rizobios – Especificidad bacteria / leguminosa:

***Rizobium*:**

***R. leguminosarum* ; biovariedades:**

***Viciae* (vezas)**

***Trifoli* (tréboles)**

***Phaseoli* (judía)**

***R. meliloti* (alfalfa)**

***R. loti* (loto)**

***Bradyrhizobium*:**

***B. japonicum* (soja)**

***B. lupinus* (altramuz)**

Proceso de nodulación:

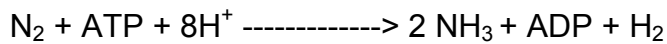
Fase de reconocimiento. SELECCIÓN mediante secreción de sustancias.

Formación de **hilo de infección.** como respuesta a la unión raíz-bacteria, se forma un canalillo que acaba por comunicar el exterior de la raíz (pelo radical)

Las bacterias atraviesan el pelo radical y se instalan en las células internas (**Fase de infección**).

Una vez instaladas, la bacteria cambia su morfología convirtiéndose en *bacterioide* y las células vegetales anexas a las infectadas aumentan de volumen → nódulo

En el nódulo recién formado y por parte de la bacteria, se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico.



La reacción está catalizada por la enzima **nitrogenasa**, la cual es sensible al oxígeno y por tanto debe protegerse de éste → el nódulo debe ser impermeable al oxígeno y para suministrar oxígeno a las bacterias, éste es transportado a la bacteria mediante una proteína de síntesis mixta denominada **leghemoglobina**.

3.- Otras bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico de manera no simbiótica

Azotobacter

Azomonas

Beijerinckia

Se encuentran en concentraciones altas en la rizosfera (región de contacto entre suelo y raíces) especialmente en **praderas**, las dos primeras en suelos neutros y la segunda en ácidos).

Protegen a su nitrogenasa del oxígeno manteniendo una **tasa de respiración alta**.

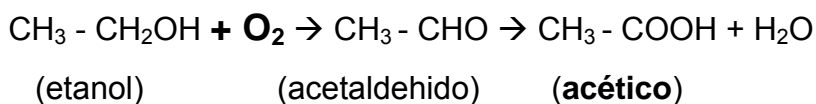
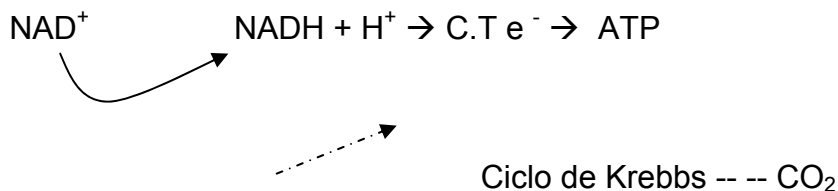
4.- Bacterias acéticas

- *Acetobacter* (*aceti*, *oxidans*, *xylinum*) – flagelación peritrica

- *Gluconobacter* – flagelación polar

- Bacilos G -, móviles. Son aerobias y formadoras de velo.

- Fundamentales para la elaboración de VINAGRE a partir de un líquido alcohólico (vino, sidra, cereales malteados) (Quimiostato)



- Ta óptima: 30 °C .- Resisten hasta 12 % de ácido acético (pH < 5).

- *Acetobacter xylinum* - indeseable → velo de aspecto mucoso (glicocalix fibroso) que dificulta la clarificación del vinagre.

Alteraciones en alimentos: (procedencia: aire, agua o manipulador)

acético → **picado** de los vinos.

Otros sustratos fermentados: azúcares (ruta de las pentosas fosfato):

glucosa, galactosa, arabinosa → ácidos orgánicos → **agriado** de natas, cremas, rellenos etc.

5.- Otros géneros de G – aerobias

Campylobacter:

Pequeñas bacterias de morfología característica, en forma de S y flagelación polar.

Poseen alta movilidad con un rápido movimiento en forma de sacacorchos.

Son microaerófilos de metabolismo respiratorio.

Substratos preferidos como fuente de C: aminoácidos y ácidos orgánicos

Especie patógena causante de intoxicación alimentaria: **Campylobacter jejuni**

Brucella:

Bacteria patógena para el ganado → (causa frecuente de abortos).

Puede transmitirse al hombre por consumo de leche procedente de un animal enfermo y por contacto directo (veterinarios) → Brucelosis (fiebre alta)

Su hábitat es el interior de la ubre de vacas enfermas.

Parásito intracelular obligado; temperatura óptima: 37°C.

Especies: **B. abortus** y **B. melitensis**.

Moraxella:

Cocos o bacilos cortos G - que se decoloran difícilmente con etanol → falsa tinción

Género relacionado con las bacterias del género **Acinetobacter**.

Ambas (junto a *Pseudomonas* psicrófilos) son principales alterantes **psicrofilos** de productos refrigerados (cárnicos, pescado y leche).

Contaminación a partir del agua principalmente.

- **Moraxella:** Oxidasa + Exigente nutrición. Tiene especies patógenas (*M. lacunata* → conjuntivitis)(sensible penicilina)

- **Acinetobacter:** “ - No “ No “

Moraxella es habitante habitual del hielo usado para la refrigeración del pescado y ha sido aislada también de leche mantenida bajo refrigeración.

Nota: *Acinetobacter viscolactis* es una bacteria con cápsula capaz de producir viscosidad en la leche.

Neisseria:

- *N. gonorrhoeae*: Diplococo (“gonococo”) de interés clínico que parasita de las mucosas del hombre a las que se adhiere con la ayuda de sus fimbrias, crece de forma óptima a la temperatura del cuerpo; es el agente causal de la gonorrea.
- *N. meningitidis*: (“meningococo”) responsable de un tipo de meningitis.

Alcaligenes: Bacteria provista de flagelos peritricos (de 8 a 10) típica del agua, suelo e intestino de animales y aves.

En leche, a veces origina coloraciones parduzcas (reacciones alcalinas)

Algunas especies son patógenos oportunistas del hombre.

Legionella:

- Bacteria aislada originalmente buscando la causa de una neumonía pulmonar conocida como legionelosis (enfermedad del legionario).
- Patógeno potencial en personas con sistema inmunológico debilitado (ancianos).
- Aislada únicamente del agua (lagos termales contaminados y aguas estancadas)
- Puede colonizar hábitats como tuberías de suministro de agua caliente de edificios y hospitales !! y circuitos de refrigeración de sistemas de aire acondicionado.
- Inhalación de la bacteria por aerosoles derivados (grifos, duchas, fuentes).
- Muere a $t_a > 80^\circ\text{C}$

Zooglea:

- Bacterias provistas de cápsula. De metabolismo respiratorio: aerobio principalmente, aunque existen especies con metabolismo respiratorio anaerobio implicadas en desnitrificación.
- Crecimiento en masas floculantes → fundamentales en los procesos de depuración de efluentes orgánicos por vía aerobia (Biodiscos)

Xantomonas: Patógeno común de plantas. En hortalizas es, junto a otros tipos de bacterias, la causante de la “podredumbre blanda”, enfermedad muy común que puede iniciarse en el propio campo antes de ser recolectado el vegetal.

Azospirillum:

- Bacteria espiral del suelo que crece en simbiosis con las raíces de muchas plantas.
- Utiliza nutrientes excretados por la planta y corresponde con N mineral (fija N atm.).

Género Bdellovibrio:

- Curioso ejemplo de bacteria espiral que ataca y parasita otras bacterias mayores.
- Choca y gira rápidamente → boquete en la bacteria mayor. Se instala entre la pared y la membrana, se multiplica y acaba lisando la célula.

Francisella

- *F. tularensis* → tularemia, zoonosis transmitida por conejos y liebres princ.

- Transmisión:

- Contacto directo → ojos y heridas → inflamación local
+ sist. inmunológico debilitado → septicemia o neumonía.
- Consumo de carne contaminada + cocinado inadecuado → infección en boca y garganta.

Helicobacter

- *H. pylori* → Actualmente (1983) relacionada con gastritis y úlceras intestinales antaño no caracterizadas.
- Bacteria espiral de hábitat intestinal productora de glicocalix.
- Microaerófila de ta. óptima: 37°C.
- Transmisión: contacto directo con persona enferma, alimentos y agua.
- Sensible a la penicilina.

GRAM NEGATIVAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS

1.- FAMILIA ENTEROBACTERIACEAS (Enterobacterias).

Principalmente: **morfología bacilar**.

Algunas patógenas → **intoxicaciones alimentarias**. Otras → infecciones urinarias y septicemias.

Habitat típico: **tracto intestinal del hombre y animales**.

Nutricionalmente: **poco exigentes + resistentes a los agentes ambientales** → frecuentes en **suelo, aguas y plantas**.

→ **Indicadores de la contaminación fecal en aguas y alimentos**.

Bacilos pequeños (de menos de 0,5 μm de diámetro) que suelen presentarse individualmente.

Suelen llevar cápsula.

Movilidad por flagelos peritricos princip.

Ta óptima de crecimiento: 37°C

Algunas reducen nitratos → nitritos.

Oxidasa + (prueba bioquímica frecuente para la detección de **Cyt** como transportador de cadena de e-)

Fermentaciones: **ácidomixta** (AM) y **butanodiólica** (B).

Producción de gas: **hidrogenoliasa-fórmica** (+),(-)

Gén: *Escherichia* (AM+), *Salmonella* (AM+), *Shigella* (AM -), *Proteus* (AM+), *Enterobacter* (B+), *Serratia* (B -), *Yersinia* (AM -), *Erwinia* (B -), *Klebsiella* (B+), *Citrobacter* (AM+)

Nota: las bacterias denominadas comunmente “coliformes” son aquellas Enterobacterias que fermentan la **lactosa** produciendo ácido y gas. Son: *Escherichia*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

Escherichia

E. coli es uno de los habitantes más comunes del tracto intestinal y probablemente el microorganismo más familiar de la microbiología.

E. coli en condiciones normales supone 1/6 de la flora intestinal, colabora en la digestión enzimática de los alimentos. Sintetiza vitamina K aprovechable por el organismo.

Tiene 4 grupos patógenos → ingestión con alimentos o agua → intoxicaciones alimentarias de carácter infeccioso o tóxico.

Salmonella

Bacteria patógena muy importante. En el hombre causan dos manifestaciones clínicas: fiebres tifoideas y gastroenteritis.

La fiebre tifoidea la originan *S. typhi* y *S. paratyphi*, que pueden ser transmitidas al hombre por aguas contaminadas con material fecal.

Salmonelas causantes de gastroenteritis: *S. typhimurium* y *S. enteritidis*.

Otras especies de Salmonellas encontradas en el intestino de aves y huevos son:

S. pullorum, *S. gallinarum*, *S. thomson*, *S. menston* y *S. senftenberg*.

En la leche se ha aislado *S. newbrunswick*.

Shigella

Bacteria patógena relacionada morfológica y nutricionalmente con *Salmonella*.

Hábitat intestinal; puede transmitirse al hombre por consumo de **agua** en mal estado (estancadas) → **disenteria bacilar o shigelosis** caracterizada por diarreas y deshidratación.

Mecanismo patológico invasivo y por producción de toxina (**toxina Shiga**)

Implicada en contaminación fecal de alimentos por el manipulador (ensaladas)

También transmisible persona-persona

Proteus

Bacteria que habita en el suelo donde descompone activamente la materia orgánica ejerciendo sobre ella una acción predominantemente proteolítica.

Puede formar parte también de la **población intestinal** del hombre y animales.

Posible **patógeno oportunista** causante de infecciones del tracto urinario y diarreas en niños.

Como alterante proteolítico de alimentos → carne y huevos.

Se han aislado cepas **psicrófilas** alterantes de carne, pescado y mariscos en refrigeración.

Enterobacter

E. aerogenes (*Aerobacter*) puede encontrarse en el tracto gastrointestinal de hombre y animales procedente o/y transmisible por agua y suelo.

Al igual que *E. coli* produce gas (para distinguirlos se recurre a cultivos en agar diferencial).

Como patógeno oportunista → infecciones del tracto urinario.

Serratia

Produce infecciones urinarias y del tracto respiratorio.

Últimamente relacionada en casos de infección nosocomial.

Desde un punto de vista alimentario, tiene importancia *S. marcescens* en la alteración de los huevos y carne donde su acción se manifiesta por la aparición de un **pigmento rojizo**.

S. liquefaciens: Alterante frecuente de hortalizas y cárnicos

Yersinia

Y. pestis es el agente causante de la peste bubónica.

Transmisión: pulgas → ratas → hombre (contagio: aerosoles proyectados en la respiración).

Desde un punto de vista alimentario, tiene importancia ***Y. enterocolitica*** Bacteria patógena psicrófila.

Erwinia

Fundamentalmente: patógenos de las plantas.

E. carotovora → “Podredumbre blanda de las hortalizas” (disolución de pectinas)

Klebsiella

De hábitat muy diverso (suelo, agua, granos de cereales, hortalizas y frutas).

Puede formar parte también de la población intestinal del hombre y animales.

K. pneumoniae → patógeno oportunista (neumonía del tracto respiratorio).

Citrobacter

Habitante habitual del intestino del hombre y animales. Frecuente en superficie de hortalizas y carne

C. diversus → patógeno oportunista (implicado en meningitis).

2.- FAMILIA VIBRIONACEAS (bacilos en forma de coma)

Habitantes típicos de aguas saladas y dulces.

Asociadas a la flora intestinal de animales acuáticos.

Algunas son patógenas importantes del hombre (*Vibrio*)

■ **Aeromonas**

Contaminante fecal frecuente de hábitat acuático (intestino de peces donde a veces es patógeno para ellos)

Aunque su temperatura óptima es de 28°C, existen cepas **psicrófilas enterotoxigénicas**.

Fermenta produciendo gran cantidad de gas.

■ **Vibrio**

V. cholerae es el causante del cólera.

De importancia alimentaria es **V. parahemoliticus** → causante de gastroenteritis por consumo de marisco crudo o poco cocinado (en aguas marinas templadas).

■ **Género Flavobacterium:**

Habitante habitual de agua y suelo.

Forma colonias pigmentadas en amarillo por producción de carotenoides.

Algunos son psicrófilos y alteran carnes y hortalizas refrigeradas.

Exigente nutricionalmente.

Produce *viscosidad* en la leche.

Acumula en su citoplasma granulos de PHB (sustancia biodegradable sustitutiva de plásticos).

Algunos son halófilos y patógenos de peces

3.- FAMILIA PASTEURELACEAS

Incluye 2 patógenos de importancia clínica:

■ **Género Pasteurella:**

Patógeno de animales (septicemia → ganado vacuno; colera aviar → aves de corral)

P. multocida: puede transmitirse al hombre por mordedura de perro o gato.

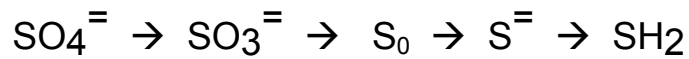
■ **Género Haemophilus:**

- I. Especies frecuentes en tractos respiratorios, digestivo e intestinal que a veces pueden llegar a ser patógenos oportunistas causando: otitis (frecuente), meningitis (niños pequeños) y neumonías.

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS ANAEROBIAS ESTRICTAS

■ Bacterias reductoras de azufre

Respiración anaerobia .- Cierran el ciclo del azufre:



En **sedimentos marinos** (sulfatos tóxicos de peces y otros animales → sulfídrico (gas) (millones de toneladas/ año → atmósfera)

También habitan en el **tracto intestinal** de los animales.

Respiración de sustratos diferentes a glucosa procedentes de otras fermentaciones: acético, propiónico, láctico, etanol

En relación con las B. oxidadoras de azufre

Compiten con las Metanogénicas (H₂)

Biocorrosión de metales encontrados en el mar

El género más importante es ***Desulfovibrio***.

GRUPOS MENORES DE GRAM -

■ Espiroquetas:

Son bacterias espirales muy móviles y utilizan para ello un filamento axial que recorre toda la célula.

Viven en aguas contaminadas o residuales.

Comprende a un importante grupo de bacterias patógenas (género *Treponema* - ***T. pallidum*** es el causante de la sífilis).

■ Rickettsias:

Son parásitos intracelulares obligados (sólo pueden reproducirse dentro de una célula hospedadora).

La rickettsia más importante es ***Coxiella burnetii***

Es el agente causante de las *fiebres Q* (neumonía)

Las garrapatas actúan como vectores de transmisión a las vacas y éstas pueden transmitir la bacteria en la leche.

Muestra una fuerte resistencia a la desecación y puede permanecer viable durante varios días (control de la bacteria → pasteurización de la leche).

Es el microorganismo indicador de la pasteurización de la leche.

■ Clamidias

- Son también parásitos intracelulares obligados pero no requieren insectos para su transmisión, sino que se transmiten por contacto directo o por vía aérea.

- Sólo hay dos especies de clamidias:

C. trachomatis implicada en enfermedades de transmisión sexual.

C. psittaci causante de una enfermedad (zoonosis) transmitida por loros y otras psitaciformes llamada *psitacosis*.

GRAM POSITIVAS NO ESPORULADAS

1.- Familia micrococceas

Comprende 2 géneros principales: *Micrococcus* y *Staphilococcus*.

Células esféricas de 0,5 - 3 μ m de diámetro, agrupadas en "racimos" tridimensionales
Generalmente inmóviles.

Catalasa + (esta enzima inactiva formas tóxicas de oxígeno como H₂O₂)

Aerobios o anaerobios facultativos (metabolismo respiratorio o fermentativo).

■ Género *Micrococcus*

Flora típica alimentaria: no son patógenos pero importantes cuantitativamente.

Hábitat: suelo, agua (incluso de bebida), piel del hombre y animales.

Aislados frecuentemente de utensilios y equipo de procesado de alimentos.

En placa (aerobios mesófilos) → colonias de color amarillo o naranja.

Aerobios estrictos. (Existen excepciones: reducción de nitratos a nitritos en embutidos)

Ta. óptima: 30°C

Propiedades de importancia en alimentos:

Utilizan sales de amonio y compuestos nitrogenados sencillos como fuente de N.

Acción proteolítica produciendo ácidos (alteración suave, a veces, deseada – embutidos)

Suelen tolerar altas concentraciones de **sal** por lo que pueden crecer en salmueras que se utilizan para conservar carne y otros alimentos (encurtidos).

Algunos (*M. varians* – *Kocuria varians*) son termorresistentes y pueden resistir temperaturas de pasteurización (leche)

Suelen pigmentar los alimentos donde crecen:

M. luteus → produce pigmento amarillo

M. roseus → " " rosado.

■ Genero *Staphilococcus*

Se encuentran principalmente en fosas nasales, piel y membranas mucosas del hombre y animales.

Especies: *S. epidermis* y *S. aureus* : potencialmente patógeno: acné, neumonías, meningitis, intox. alimentaria – enterotoxina)

Son cocos normalmente agrupados en racimos tridimensionales

Anaerobios facultativos.

Ta. óptima: 30-37°C; pH óptimo. 7- 7,5

2.- Familia Streptococaceas

Géneros: ***Streptococcus***, ***Leuconostoc*** y ***Pediococcus***

Nota B.A.L. (bacterias ácido-lácticas: *Streptococcus* y *Lactobacillus*)

- **Flora propia:** piel, nasofaringe, tracto intestinal
 - **Elaboración / conservación:** vegetales fermentados, ensilado, lácteos fermentados, cárnicos fermentados
 - **Alterantes:** zumo, vino, cerveza, carne envasada
-

Células esféricas, agrupadas en pares, tétradas o cadenas.
Anaerobios aerotolerantes de metabolismo fermentativo (F.L)
Catalasa -

■ Género *Streptococcus* (Homofermentativos)

a) Componentes de "Starter" lácticos:

Lactococcus

L. lactis

Starter mesófilo (ta óptima: 30°C) --> quesos de pasta dura.
Puede producir nisina (bacteriocina.- antibiótico activo contra G + esporuladas)

L. lactis subespecie: ***diacetylactis***

Starter mesófilo → quesos de pasta dura, quesos cremosos y mantequilla
Produce acético a partir de citrato (→ inhibición de *Pseudomonas*, coliformes y *Salmonellas*)

L. cremoris: Starter mesófilo --> quesos variados.

Streptococcus thermophilus: St. termófilo (40-50°C) → yoghurt, queso suizo e italiano.

b) Responsables de enfermedades (producción de toxina: hemolisina)

Str. pyogenes ("estreptococo del grupo A de Lancefield")

En mucosas de la boca, garganta y tracto respiratorio. Ta óptima: 37°C
Existen cepas patógenas causantes de la escarlatina y la faringitis estreptocócica

Transmisión de la enfermedad: alimentos contaminados por un manipulador portador.
Control: Excluir a manipuladores con heridas en manos o con faringitis.

Str. faecalis (“estreptococo del grupo D de Lancefield “)

Nombre vulgar: “enterococo”.

Forma parte de la flora intestinal del hombre y animales → contaminante fecal de aguas y alimentos.

Por resistir la congelación y desecación es **índice de contaminación fecal de alimentos congelados**.

Técnica de determinación en laboratorio: estreptometría (“estreptococos fecales”) (tablas NMP).

Str. pneumoniae “neumococo” → neumonía neumocócica (causa común de neumonía pulmonar en adultos) (acción patógena asociada a una proteína de pared celular)

Str. mutans → “caries” (se adhiere al diente mediante glicocalix)

Str. agalactiae. Agente principal de la mastitis en ganado vacuno.

Str. zooepidermicus → septicemias en ganado vacuno y porcino. (No es patógeno para el hombre).

■ **Género *Leuconostoc***

Hábitat natural: leche, frutas y vegetales

Heterofermentativos (glucosa → láctico, etanol y CO₂)

ácido cítrico → diacetilo (sustancia de aroma agradable a mantequilla)

ácido málico (vino) → ácido láctico (FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA)

Propiedades de importancia en alimentos (LÁCTEOS, MASAS PANARIAS, VINOS, ENCURTIDOS

- + { diacetilo, láctico y etanol → sabores y aromas agradables.
Su tolerancia a altas concentraciones de sal (fabricación de encurtidos) les permite participar en la fermentación de estos alimentos.
La producción de ácido láctico tiene efecto inhibitor para bacterias competidoras y patógenas.
- { Su tolerancia a altas concentraciones de azúcares → alterantes: jarabes, caramelo líquido y mezclas para helados.
La producción de CO₂ → “ojos pequeños” no deseados en algunos quesos.

Leuc. oenos: Fermentación maloláctica del vino

Leuc. cremoris Starter mesófilo (18-25°C) para quesos cremosos y mantequilla.

Leuc. mesenteroides Colabora en la fermentación de masas panaderas.

■ **Género *Pediococcus*** (homofermentativo). Forma tétradas

Amplio rango de temperaturas de crecimiento: de 7 a 45°C..

Starter en embutidos y algunas masas panaderas (*P. cerevisiae*, *P. acidilacti*)

3.- Familia Lactobacilaceas

Géneros: ***Lactobacillus*** y ***Listeria***

■ Género *Lactobacillus*

Bacilos generalmente largos y finos que forman cadenas en la mayoría de las especies.
Generalmente: Homofermentativos (anaerobios aerotolerantes). Existen Het.

Por su capacidad para producir a. láctico:

ideal para:- Fabricación de encurtidos.

- “ derivados lácteos fermentados
- “ ácido láctico a escala industrial

no deseable → Agriado de algunos alimentos (zumos, cremas)

L. lactis: Starter termófilo (40-50°C) → queso suizo e italiano.

L. bulgaricus: Starter termófilo (40°C) → yogurt y algunos quesos

L. acidophilus

Starter termófilo (Ta óptima: 35-40°C) --> leches ácidas o fermentadas.

Produce antimicrobianos (acidofilina y acidolina) activos contra patógenos intestinales.

L. casei mesófilo. Aislado de leche --> productos lácteos fermentados.

L. plantarum Elaboración de encurtidos (pepinillos, aceitunas, col fermentada)

Otras especies:

- ***L. helveticus***: Starter termófilo --> quesos suizos e italianos
- ***L. brevis***: “ mesófilo --> Kefir
- ***L. jugurtii***: “ del yoghurt

■ Género *Listeria*: ***L. monocytogenes***

Cocobacilos pequeños, móvile, de metabolismo respiratorio o fermentativo.

Ámplio rango de Ta. de crecimiento: de 1 a 45°C.

Patógena importante: listeriosis

GRAM POSITIVAS ESPORULADAS

a) AEROBIAS: GENERO *Bacillus*

ESPORAS → suelo y entorno natural en general (agua, aire). Algunas de ellas son inevitablemente inhaladas o ingeridas → **flora intestinal transitoria**.

CÉLULA: aerobios, pero muchos son **anaerobios facultativos**

(alterantes conservas – fermentación butanodiólica).

Muchos producen **antibióticos** (al esporular): polimixina, tirociclina.

B. thuringiensis – insecticida (produce toxina activa contra larvas, orugas e insectos)

La mayoría **mesófilos**. Temperatura óptima de crecimiento: entre los 28 y 40 °C, aunque existen algunos termófilos, que pueden crecer a 55 °C e incluso 70 °C.

En laboratorio: “Recuento de esporulados mesófilos aerobios”

De interés en la industria agroalimentaria (CONSERVAS) son:

B. stearothermophilus y ***B. coagulans*** son los principales **termófilos** causantes del *agriado plano* (ferm. de azúcares → ácidos; sin producción de gas).

- *B. stearothermophilus* → productos de baja acidez; no crece a pH < de 5)

- *B. coagulans* es acidodúrico (pH de hasta 4,2)

B. macerans y ***B. polymixa*** → Ferm. compuesta (ácido y **gas** → Abomban envase)

B. cereus

Causante de intoxicación alimentaria (enterotoxina). (arroz)

Bacillus subtilis

En leche pasteurizada origina la “coagulación dulce”. En leche UHT, sus esporas pueden sobrevivir el tratamiento, germinar y alterarla. (Microorganismo de referencia de proceso de esterilización)

Sus esporas sobreviven al horneado de la masa panadera y en estado de célula vegetativa (provista de cápsula) causa una alteración conocida como “pan viscoso”.

Produce bacteriocinas: subtilina (parecida a la nisina)

b) ANAEROBIAS: GENERO *Clostridium*

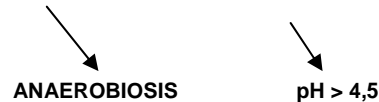
Responsables de tétanos y gangrenas

ESPORAS en suelo principalmente → ampliamente distribuidos (agua, hortalizas ...)

Hábitat INTESTINAL También es posible → carne

Pueden ser: termófilos (ta. óptima: 55 °C) y mesófilos (de unos 37 °C).

Importancia alimentaria : CONSERVAS DE BAJA ACIDEZ



Variedad de rutas fermentativas (butírica, butanólica, del ácido propiónico)

Azúcares → sacarolíticos. Aminoácidos y bases nitrogenadas → proteolíticos

Termófilos: los sacarolíticos son los más importantes. Fermentan azúcares con gran producción de GAS → abombamiento de las latas.

- Destaca: *C. thermosaccharoliticum*

Mesófilos: pueden ser: proteolíticos o putrefactivos y sacarolíticos.

- proteolítico: *C. perfringens*, *C. sporogenes* y *C. bifermentans*.

- sacarolítico los más frecuentes son *C. butyricum*, *C. pasteurianum*.

- Patógenos *C. botulinum* (proteolítico y sacarolítico).

Es el causante del botulismo (neurotoxina letal)

Alimentos implicados: Conservas de baja acidez (carne y pescado) de deficiente esterilización ($F_0 < 3$ min).

Clostridium perfringens

Causante de intox. alimentaria (enterotoxina) (prod. cárnicos)

Son bacterias de morfología bacilar que originan grandes esporas ovales.

Temperatura óptima: 37-46 °C. aunque puede crecer de 15 a 50 °C. tg =12 min.

OTROS GRUPOS MICROBIANOS

FAMILIA CORINEBACTERIACEAS

Bacilos G + aerobios, no esporulados, inmóviles y agrupados en V

Corynebacterium: Algunas de sus especies son patógenas: ***C. pyogenes*** y ***C. bovis*** causan mastitis en vacas. ***C. diphtheriae*** – difteria (neumonía pulmonar)

Arthrobacter: Habitante habitual del suelo → leche y cáscara de huevo

Microbacterium - en leche y pr. lácteos (resisten pasteurización)

Brevibacterium Aislados en la piel humana y en cereales y hortalizas

Propionibacterium

- elaboración del queso suizo (emmental), grandes huecos → CO₂.

- Realiza la fermentación del ácido propiónico: láctico → propiónico, acético y CO₂.

ACTINOMICETOS

- Son bacterias de morfología filamentososa parecida a la de los hongos

- Relacionadas con las G + porque a veces pueden producir estructuras de resistencia parecidas a las esporas

- Son habitantes comunes del suelo. Destacan los géneros:

Nocardia: ***N. asteroides*** está implicada en la mastitis de las vacas.

Streptomyces: Origina el olor a tierra húmeda. Sintetizan exoenzimas que les permiten degradar la celulosa o el almidón. Algunas de sus cepas se utilizan para producir antibióticos (tetraciclina, etc.)

Mycobacterium: patógeno causante de enfermedades como la lepra (***M. leprae***) y la tuberculosis (***M. tuberculosis***)

MICOPLASMAS

Grupo de bacterias que no sintetizan pared celular → presentan gran variedad morfológica. Suelen formar filamentos que recuerdan a los de los hongos.

Patógeno del hombre: ***M. pneumoniae*** causante de un tipo de neumonía, es resistente a la penicilina.

Patógenos de las plantas - ***Spiroplasma***. ***S. citri*** es el causante de la *tristeza* de los cítricos.

TEMA V HONGOS Y MICOTOXINAS

HONGOS

Quimioheterótrofos eucariotas aerobios o anaerobios facultativos.

Incluyen levaduras, mohos y hongos carnosos.

La mayoría son saprófitos: crecen sobre la materia orgánica en descomposición del suelo y agua (reciclado de nutrientes). Poseen exoenzimas para degradar celulosa.

Existen más de 100.000 especies, aprox. 100 de ellas patógenas para el hombre y animales y 1000 patógenas para las plantas (prácticamente cada planta de importancia económica es atacada por uno o varios hongos).

Crecimiento en alimentos

No causan el tipo de degradación putrefactiva asociada con bacterias y su presencia es a menudo tolerada. Algunas veces, incluso, se induce su crecimiento (quesos madurados por mohos y embutidos).

Problema: algunos producen metabolitos tóxicos (micotoxinas) que pueden causar patologías en el hombre

Suelen crecer a pH ácido (5). La mayoría son aerobios y crecen mejor sobre la superficie de los alimentos que en su interior.

Son más resistentes que las bacterias a ambientes con alto potencial osmótico, pudiendo crecer, por lo tanto, en ambientes de alta concentración de sal o de azúcar.

También son más resistentes que las bacterias a ambientes de baja humedad.

Necesitan menos nitrógeno para crecer que las bacterias y muchos pueden metabolizar moléculas como celulosa o almidón.

Características

Colonias formadas por un conjunto de filamentos (**micelio**).

Cada filamento individual se denomina **hifa**.

Una hifa es un conjunto de células eucariotas separadas por tabiques (septos) en la mayoría de los hongos; (si la hifa no posee septos se denomina **hifa cenocítica**).

El micelio según su función se clasifica en:

- **micelio vegetativo**: implicado en la obtención de nutrientes.
- **micelio reproductor o aéreo**: implicado en la reproducción.

Reproducción: a través de **esporas** (diferentes de las esporas bacterianas).

Las esporas se forman a partir del micelio aéreo. Pueden ser **sexuales** o **asexuales**.

Las **esporas asexuales** (implicadas en el ciclo reproductivo **asexual** del hongo) al germinar dan lugar a organismos idénticos al parental.

Las **esporas sexuales** provienen de la fusión de dos células especializadas (gametos) del hongo pero cada una perteneciente a distintas cepas. Dan lugar a organismos con características de las dos cepas.

Ciclo asexual de reproducción

Esporas asexuales: Proceden de estructuras especializadas del micelio aéreo, normalmente

- **Esporangióforos** (las esporas, que proceden de células especializadas cuyo número aumenta por mitosis, se denominan **esporangiosporas**). Ej: **Rhizopus**.
- **Conidióforos** (las esporas se denominan **conidiosporas**) . Ej: **Penicillium, Aspergillus**.
- Otras esporas asexuales que no proceden de estructuras características son:
 - **Artrosporas, Clamidosporas, Blastosporas** (formadas por especialización o gemación de célula parental)

Ciclo sexual de reproducción

El ciclo sexual sólo se pone en marcha ante determinadas circunstancias como cambios de humedad, temperatura o disponibilidad de nutrientes.

Los principales tipos de esporas sexuales son:

- **Zigosporas, Zoosporas, Ascosporas y Basidiosporas**

Clase FICOMICETOS

- Hifas cenocíticas.
- Esporas asexuales: esporangiosporas
- Esporas sexuales: zigosporas o zoosporas.

Mucor: "moteado negro" de carne congelada

Rhizopus: *R. stolonifer*- "moho negro" del pan. También implicado en "podredumbre blanda" de frutas y "moteado negro" de carne congelada.

Thamnidium: - esporas muy frecuentes en aire - frutas en putrefacción.
forma "barbas" en carne congelada de vacuno.

- patógenos vegetales "**mildiu**":

Plasmophora viticola. - mildiu de la vid.

Phytophthora infestans - mildiu de la patata, tomate y cítricos.

Bremia lactucae - mildiu de la lechuga.

Clase ASCOMICETOS

- Hifa tabicada.
 - Esporas asexuales: suelen ser conidiosporas
 - Esporas sexuales: ascosporas
-

- Genero ***Penicilium***.

- De interés farmacológico - ***P. notatum*** – penicilina
- Productor de micotoxinas – ***P. expansum*** (manzanas podridas)
- De interés alimentario:
 - ***P. roquefortii*** - quesos de pasta azul (Roquefort), colonias azul-verdosas.
 - ***P. camembertii*** - queso Camembert, colonias verde- grisáceas.
 - ***P. casei*** - quesos suizos, colonias de color marrón.

* Otras son alterantes comunes de alimentos:

- ***P. italicum*** . Mohos azules de los cítricos
 - ***P. digitatum*** . “ verdes “
-

- Genero ***Aspergillus***.

- ***A. flavus***: Crece sobre cereales y especialmente sobre cacahuetes.
- Puede producir **afatoxina** carcinogénica (cirrosis o cáncer de hígado).

- Otros: ***A. repens*** (formación de “botones” en sup. leche condensada)
- Importantes también: ***A. glaucus*, *A. niger***

- Género ***Byssochlamys***

B. fulva y ***B. nivea*** - Alterantes importantes de conservas de frutas (act. pectinasa)

- **levaduras que esporulan** (Tribu de las SACAROMICETACEAS) - la propia célula de levadura se transforma en asca en el momento de la reproducción sexual.

- Patógenos vegetales: “oidios”, “negrillos”, “cornezuelo del centeno” – ***Claviceps purpurea*** – productor de micotoxinas

- De interés gastronómico: **trufas**

Clase BASIDOMICETOS

- Hifas de tabicación compleja
- Esporas asexuales: conidiosporas principalmente.
- Esporas sexuales: basidiosporas.

Orden Gasteromicetales. "setas" - micelio aéreo productor de esporas sexuales: basidiosporas.

níscalo (*Lactarius deliciosus*)

champiñón (*Psalliota campestris*).

patógenos de cereales:

"royas" (*Puccinia graminis*- roya negra de los cereales)

"carbones" (*Ustilago tritici*)

"tizones" (*Tilletia caries*).

Clase DEUTEROMICETOS

Hongos imperfectos por no haberse observado en ellos esporas sexuales.

Poseen hifa tabicada; esporas asexuales: pueden ser clamidosporas, artrosporas o conidiosporas.

Patógenos vegetales: *Fusarium* y *Botritis*.

***Fusarium*:**

Podredumbre de raíces y cuello.

Algunos implicados producción de **MICOTOXINAS**

- ***Botritis cinerea***: "podredumbre gris" de frutas

Otros que con frecuencia aparecen en los alimentos son:

Alternaria – colonias verde-grisáceas – negras. Frutas.

Cladosporium – moteado negro de algunos alimentos (frutas, hortalizas, carne congelada), paredes de sótanos.

Monilia – moteado rosado de superficie de pan. "Podredumbre parda" de frutas de hueso (melocotones)

Aureobasidium – frutas y hortalizas. "Moteado negro" - carne.

Geotrichum – "moho de lecherías" – quesos. Contaminante de superficie de maquinaria (derivados de tomate)

MICOTOXINAS EN ALIMENTOS

Se han identificado cientos de micotoxinas que son producidas por unas 200 variedades de hongos.

Aflatoxinas B1 y M1

HONGO: ***Aspergillus*** Especies: *A. flavus*, *A. parasiticus*

Enfermedad: Aflatoxicosis (procesos carcinogénicos)

Ecología: La Aflatoxina B1 aparece frecuentemente en **granos, harinas o piensos** con base de **maíz, cacahuete** o semillas de **algodón** debido al crecimiento del hongo. El forraje y ensilado del maíz no es una fuente significativa.

La aflatoxina B1 producida en el alimento es ingerida por el ganado vacuno, metabolizada por el hígado y transformada en aflatoxina M1 que a su vez es excretada en la orina y leche.

Toxicidad: Los niveles máximos de ambas toxinas han sido establecidos en alimentos animales, humanos y leche ya que tienen efecto hepocarcinogénico. El nivel máximo en maíz, harina de semilla de algodón y otros ingredientes de alimentación de animales vacuno es de 20 ppb.

Zearalenona

HONGO: ***Fusarium*** Especies: *F. graminearum* y *F. culmorum*

Cultivos implicados: maíz, cebada, trigo, centeno y sorgo.

Condiciones que favorecen el crecimiento del hongo en campo: frío prolongado.

Condiciones que favorecen la producción de toxina durante el almacenamiento: maíz recogido con mucha humedad y no secado apropiadamente.

Toxicidad: **Efectos estrogénicos.** En ganado (por consumo de forraje contaminado). Los cerdos son una de las especies más sensibles a esta micotoxina. Produce alargamiento de las glándulas mamarias, vulva hinchada e infertilidad. Camadas de pequeño tamaño.

En alimentos, niveles mayores a 100 ppm causan **infertilidad**.

Ocratoxina

HONGOS: ***Aspergillus ochraceus***, *Penicillium viridicatum*

Enfermedad: Ocratoxicosis. **Lesiones en riñón e hígado.**

Ecología: *Aspergillus ochraceus* está bastante extendida en el entorno natural (suelo, vegetación en descomposición y en cereales almacenados).

- Producción de toxina asociada a **leguminosas (guisantes) y cereales mohosos**.

- La UE estableció los niveles máximos de ocratoxina en cereales y recientemente en café, vino y zumo de uva.

En ganado: produce sed excesiva, orina frecuente, enanismo, ingesta reducida de alimento y muertes ocasionales. **Puede acumularse en tejidos grasos y permanecer en derivados como tocino o bacón.**

Rubratoxina

HONGO: *Penicillium rubrum*. Especie bastante extendida en entorno natural y frecuentemente en cacahuetes, leguminosas, maíz y pipas de girasol

Patulina y ácido penicílico

HONGOS: *Penicillium expansum* a veces también por *P. claviforme*, *P. urticae* y *Aspergillus ochraceus*.

Productos: **Frutas (manzana) en putrefacción**

En **zumos** de frutas y otros derivados ácidos (**sidra**) la toxina puede permanecer estable. La pasteurización no la destruye pero el proceso fermentativo si.

HONGO: ***Claviceps purpurea*** (cornezuelo de centeno)

Toxinas: ergotamina o ergotoxina (alcaloides derivados del ácido lisérgico)

Cultivos implicados: centeno y menos frecuentemente cebada, avena y trigo.

Enfermedad: **Ergotismo** (en ganado o humanos por consumo de pienso o derivados de harina contaminada respectivamente) Tipos: - Gangrenoso (se restringe el flujo de sangre a las extremidades hasta la aparición de gangrena) - Convulsivo (empieza con alucinaciones y si continua el consumo la victima sufre convulsiones que pueden ser fatales)

El último gran brote de ergotismo conocido en Europa fue en 1951.

HONGO: ***Fusarium***

Toxina: Deoxinivalenol – ("**Vomitoxina**")

Especies: *F. graminearum* y *F. culmorum*

Cultivos implicados: contaminación del hongo en el campo en cultivos de maíz, sorgo y trigo.

Enfermedad: Vomitoxicosis.

Toxicidad en ganado (por consumo de forraje contaminado) Los cerdos parecen ser la especie más sensible (cuando se compara con los rumiantes o pollos)

Efectos: Pérdida de peso, reducción del crecimiento, inmunodepresión, daño hepático y renal, hemorragias, deformaciones y muerte.

Las toxinas **T-2**, **HT-2** pertenecen a este grupo (TRICOTECENOS), siendo sus efectos análogos.

Toxicidad en humanos: La toxina es bastante termoresistente y puede aparecer en derivados de cereales cocinados como el pan, también en malta y cerveza (*Rotter, 1996; Ehling, 1997; Eriksen y Alexander, 1998*).

Efectos: reducción de crecimiento, inmunodepresión, anormalidades oseas en fetos y mortalidad posnatal.

HONGO: ***Fusarium***

Toxinas: **Fumonisinias** (B1, B2, B3)

Especies: *F. verticilloides*, *F. proliferatum*, *F. napiforme*, *F. anthophilum*, *F. dlamini* y *F. nygamai*

Productos implicados: maíz y derivados (las toxinas se mantienen en su mayor parte estables durante la elaboración)

Toxicidad en ganado: Hepatotóxicos en cerdos y caballos.

Toxicidad en humanos: clasificadas en Grupo II " Posibles carcinogénicos en humanos".

TEMA VI LEVADURAS

Hongos unicelulares; la mayoría ASCOMICETOS (Tribu Sacaromicetaceas)

La célula de levadura

- **Morfología:** generalmente esférica, elíptica, en forma de botella o de limón.
- **Tamaño:** aproximadamente 5-10 μ m.
- **Estructuras:** Poseen citoplasma, núcleo y pared celular.
- Citoplasma granuloso: gran cantidad de vacuolas y de granulos de reserva.
- La pared celular posee **quitina** (compuesto típico del reino animal) y **hemicelulosa** (típico del reino vegetal).

Multiplicación

Reproducción asexual (la más común) – GEMACIÓN

Reproducción sexual

- Tiene lugar cuando se producen variaciones de temperatura, humedad y concentración de nutrientes.
- Concreciones redondeadas (de unos 2-6 μ m. y en número aproximado de cuatro) en citoplasma -- **asca**. Las ascosporas acaban reventando la célula progenitora.
- Las asposporas suelen **conjugarse** para formar una célula diploide

Requerimientos nutricionales. Son organismos sacarolíticos. Azúcares fermentables:

- sacarosa (glucosa + fructosa)
- maltosa (2 glucosa)
- lactosa (glucosa + galactosa)

Metabolismo

- Puede ser. OXIDATIVO (**Respiración aerobia**) o FERMENTATIVO (**F. alcohólica**)
- Función de: oxígeno, temperatura y la concentración de nutrientes.

Sin embargo la levadura puede fermentar incluso con un aporte cuantioso de oxígeno, por lo tanto **no es un auténtico anaerobio facultativo**.

Métodos para la clasificación de levaduras

a) Según su morfología (cicatriz – gemación).

Esférica o elíptica, en forma de botella o limón.

b) Según su capacidad para formar micelio (células unidas tras gemación → corta cadena de células (pseudohifa) → pseudomicelio. Ej: **Candida**

- levadura frecuente en carnes de vacuno y aves
- Existen especies que intervienen en la fermentación de cacao y kefir
- Alterantes de cervezas y zumos.

c) Según su capacidad fermentativa: Pruebas de fermentación de azúcares (gas).

d) Formación de película “levaduras de flor” → forman velo o película sobre la superficie de un líquido en fermentación (**Mycoderma, Hansenula y Pichia**)

alterante de encurtidos (aceitunas)

e) Según la capacidad para la formación de esporas

Las esporas sexuales de la levadura son ascosporas

■ Género **Sacharomyces (S. cerevisiae)** - Células esféricas o elípticas.

Se utiliza en la industria del vino, cerveza y panadería.

■ Género **Kluyveromyces**

Sus células son elipsoidales y se presentan aisladas, en pares o cadenas cortas.

- **K. fragilis**: aislada del yogurt; asociada a la elaboración del Kefir y Kumis.
- **K. lactis**: aislada del queso y mantequilla; asociada con algunos tipos de yogurt.

Levaduras que no esporulan:

- **Torula**: Contaminante en cerveza, leche condensada y zumos de frutas.

- **Torula globosa** (células redondeadas)

- **Torula lactiscondensis** (células ovales), produce una fermentación vigorosa que puede hacer reventar el envase en pocos días (gas)

- **Brettanomyces** – forma de arco. vinos franceses y cervezas inglesas.

- **Kloeckera (Hanseniaspora) apiculata** – forma de limón; Levadura típica de superficie de frutas y flores; levadura contaminante frecuente en la elaboración del vino.

- **Debaryomyces** – Abunda en lácteos. **D. hansenii** – tolera hasta 24% NaCl y $a_w = 0,065$
Alterante de salmueras, salchichas, quesos y zumo de naranja

TEMA 7 VIRUS Y PARÁSITOS INTESTINALES

VIRUS

Características generales

Los virus se distinguen de otros agentes infecciosos por que:

Son particularmente pequeños (solamente apreciables mediante microscopía electrónica; su diámetro varía de 20 a 300 nm.)

+ manipulación compleja → No suelen aislarse en los laboratorios de microbiología de alimentos.

Son parásitos intracelulares obligados, es decir, requieren una célula hospedadora para poder multiplicarse.

El número de unidades infectivas productoras de enfermedad es muy bajo.

Contienen un sólo tipo de ácido nucleico. Puede ser DNA o RNA, nunca ambos.

El número de nucleótidos de una cadena varía de unos miles a 250.000.

Puede ser de cadena sencilla o de cadena doble, lineal, circular o fragmentado (virus de la gripe).

Contienen una cápsula que protege al ácido nucleico denominada cápsida.

Es de naturaleza proteica. Compuesta por subunidades (**capsómeros**).

A veces la cápsida esta recubierta por una **envuelta** de naturaleza lipídica.

en algunos virus animales, ésta envuelta se forma en el proceso de liberación del virus de la célula hospedadora y por tanto es de la misma composición de la célula que acaba de lizar.

la envuelta suele estar rodeada de **espículas**, que son glucoproteínas implicadas en el proceso de reconocimiento y unión células / virus.

Según el tipo de célula hospedadora los virus se clasifican en:

virus de plantas (Fig 1.)

virus animales (Fig 2, 3)

virus bacterianos (bacteriofagos) (Fig 4).

Multiplicación vírica:

Ciclo Lítico

Ciclo Lisogénico

Contaminación alimentos

Contaminación endógena:

- animales enfermos
 - vía leche (cruda o pasteurizada recontaminada)
 - vía carne
- moluscos bivalvos:
 - acumulación por filtración
 - dudas sobre depuración
 - fuente para contaminación cruzada

Contaminación exógena:

- vegetales (lechuga, tomate) regadas con aguas residuales o abonadas con excrementos humanos
- agua no higienizada (23%)
- hielo
- insectos o roedores
- manipuladores (importante en platos que no se calientan tras su manipulado)
- contaminación cruzada

Detección en alimentos:

- muy difícil, en heces: microscopio electrónico
- Indicadores (indirectos): coliformes

Medidas de prevención y control:

- Formación higiénico-sanitaria de manipuladores de alimentos (las personas con vómitos o diarreas no deben manipular alimentos)
- Higienización de aguas (CLORADO del agua)
- Tratamiento adecuado de aguas residuales
- Cocinado completo del alimento

Virosis entéricas (virus asociados a gastroenteritis)

Rotavirus

- Causa frecuente de gastroenteritis en bebés y niños (alta mortalidad infantil en países en desarrollo)
- Incidencia: zonas templadas, ambientes urbanos, meses frescos
- Alimentos implicados: alimentos o **agua contaminada con material fecal**.
- Síntomas: gastrointestinales (vómito y diarrea) y respiratorios. La recuperación suele ser de 2 a 3 días

- Son virus en forma de rueda de 70 nm de diámetro. Poseen envuelta.
- Ácido nucleico: RNA bicatenario

- CONTROL: Tratamiento de aguas. Cocinado completo de los alimentos.

Virus del grupo SRSV (virus pequeños esféricos estructurados)

- Transmisión: agua de consumo público, piscinas
- síntomas: vómitos (violentos) y/o diarrea (explosiva); náuseas, dolor abdominal, fiebre. La enfermedad suele curar de 24 a 48 h

- Son virus sin envuelta. Esféricos de 27 a 32 nm de diámetro.
- Ácido nucleico: RNA monocatenario.

- CONTROL: Tratamiento de aguas.

Virus de Norwalk (pertenece al grupo SRSV)

- Causa una enfermedad gastrointestinal normalmente en adultos que suele ocurrir en brotes (cruceros, escuelas, hospitales)
- **Transmisión**
- Ingestión de agua o alimentos: moluscos bivalvos acuáticos (almejas, mejillones y ostras) cultivados en aguas contaminadas con material fecal que se consumen crudos o insuficientemente cocinados.
- Se han asociado brotes con manipuladores de alimentos
- Frecuente en invierno – inundaciones → contaminación de aguas

- Es un virus de fácil transmisión pero sin ninguna consecuencia grave en personas sin problemas graves de salud.

• **Síntomas**

Los síntomas son muy similares a los de una gastroenteritis: náuseas, vómitos, dolor abdominal y muy ocasionalmente fiebre. El vómito puede ir acompañado de diarrea. Las personas infectadas suelen recuperarse en uno o dos días.

• **Tratamiento**

No se dispone de un tratamiento específico, tan sólo se da para aliviar los síntomas, ya que la enfermedad se cura sola. Las personas que tengan deshidratación pueden rehidratarse a través de la ingestión de líquidos.

• **Prevención**

- Formación higienico-sanitaria de manipuladores de alimentos.
- Evitar beber agua que no esté tratada.
- Prevención de la contaminación de parques de cultivo.
- Cocinar correctamente el marisco antes de comerlo.

Virus de la HEPATITIS A (Infecciosa) → inflamación del hígado (fiebre, malestar general, orina coloreada) → cirrosis hepática (cancer de hígado)

- Virus RNA monocatenario y carece de envoltura.

Transmisión: agua contaminada con material fecal y alimentos manipulados en condiciones deficientes de higiene (ensaladas de patatas, frutas o zumos contaminados) y productos pesqueros presentes en zonas costeras contaminadas.

Incubación: de 3 a 6 semanas

El virus se inactiva a 90°C durante 50 min

Higiene del manipulador, agua y alimentos.

EEB: Encefalopatía Espongiforme Bovina – Enfermedad de las "vacas locas"



Enfermedad de Creutzfeld – Jacob

- **prión:** proteína con afinidad por las células del tejido nervioso del encéfalo.
- Enfermedad degenerativa del tejido encefálico que afecta al ganado vacuno.
- Íntimamente ligada a una enfermedad de las ovejas (**scrapie**) → paraplejia
- prión en ganado:
 - Transmisión: consumo de HARINAS ANIMALES ELABORADAS CON VÍSCERAS CONTAMINADAS
 - Incubación: de 3 a 5 años → daño grave en cerebro → paraplejia → muerte
- prión en el hombre:
 - Transmisión: consumo de MER procedente de un animal enfermo
 - Incubación: de 5 a 20 años. daños "

Detección en laboratorio del prión en canales:

- Existen kits de identificación rápida
- Observable al microscopio el daño en el tejido encefálico

COTROL

- Muy resistente al calor : 134 °C / 18 min – imposible destruir mediante cocinado
- Prohibir alimentación del ganado con harinas animales
- Eliminar animales y canales sospechosos (Incineración)
- Prohibir venta de MER
- Detección y Análisis en Laboratorio del Matadero

Parásitos intestinales:

INCIDENCIA:

- Edad (más frecuente en niños)
 - Situación socioeconómica
 - Hábitos higiénicos
 - Contactos con personas infectadas
 - Ingesta de aguas o alimentos contaminados
 - Viajes a zonas endémicas
 - Estado de salud
- En general: CONTAMINANTES DE ORIGEN FECAL. TERMOSENSIBLES

PROTOZOOS:

Entoameba histolytica (disentería amebiana) - Protozoo – pseudopódos

Giardia lamblia (giardiasis) - Protozoo flagelado. Zonas tropicales.

Toxoplasma gondii (toxoplasmosis)

- Carne cruda - QUISTES → Moscas → verdura, agua, leche
- Ingestión HOMBRE: Quistes en tejidos (otras patologías: ceguera)
- Puede transmitirse madre → feto

Cryptosporidium parvum (criptosporiosis)

En inmunodeprimidos . Parasita las células de la mucosa intestinal → Diarrea grave. Hepatitis y otras patologías.

HELMINTOS:

Tenia saginata (teniasis). Gusano plano de hasta 10 m. Diarrea, adelgazamiento.

Trichinella spiralis (triquinosis). Gusano de sección circular.

- QUISTES en carne de cerdo – deficiente cocinado → Intestino hombre: Germinación. larvas → tejido muscular . Dolor muscular (inflamación cara y ojos). También diarrea.
- Examen veterinario de canales (microscopio y test ELISA),

Capillaria philipina Capilariasis (marisco y pescados crudos)

- Pequeños gusanos de 3 - 4 mm . Invasión de células de mucosa intestinal → Diarrea

Anisakis

Control: cocción o congelación.

Anisakis simplex

- Inicialmente parásita mamíferos marinos (ballenas, delfines, focas, etc.) y a grandes peces, en los cuales se desarrolla hasta alcanzar su forma adulta.

→ heces (huevos) → pequeños crustáceos → otros peces donde las larvas maduran.

Transmisión

- Consumo de pescado contaminado crudo, ahumado, en vinagre o poco cocinado (microondas o a la plancha)

- Primeros casos en Japón y Holanda, posteriormente España, Francia, Estados Unidos, etc., posiblemente debido a la introducción de nuevas preparaciones culinarias.

Especies de pescado implicadas

- Sardina, boquerón, arenque, salmón, abadejo, merluza, pescadilla, caballa, bonito, jurel, calamar, etc..

- Los peces capturados en alta mar – (ta. agua más fría y rápidamente eviscerados) - presentan menos parásitos que los capturados en la costa.

Enfermedades: anisakiasis y alergias

Anisakiasis Las larvas se instalan en el tracto gastrointestinal y lo inflaman. RESPUESTA: fuerte dolor abdominal (recuerda a apendicitis), acompañado o no de náuseas, vómitos y diarreas.

En los casos más graves llegar a perforar estómago e intestino (úlceras) para migrar a otros tejidos y órganos (pulmón, hígado, páncreas y bazo)

Medidas de control

- Cocción: 60°C por lo menos 10 minutos.

- Congelación (más de 24 horas a -20°C). Ultracongelación

TEMA VIII.- BACTERIAS PATÓGENAS

- **Salmonella**
- **Campylobacter**
- **Listeria monocytogenes**
- **Vibrio parahaemolyticus**
- **Yersinia enterocolitica**

- **E. coli (ECEP, ECEI, ECET, ECEH)**
- **S. aureus**
- **C. botulinum**
- **B. cereus**
- **C. perfringens**

Aeromonas

Streptococcus faecalis

***Salmonella* sp.**

- Miembro de la familia *Enterobacteriaceae*.
- Existen más de 2000 serovares.

Mesófilo de hábitat intestinal (hombre y animales)

→ CONTAMINANTE FECAL DE AGUA Y ALIMENTOS

En alimentos, supervivencia en función de:

- Interacción con otras bacterias
- Factores físicos-químicos:

Temperatura (°C)			pH		NaCl (%)	a _w
mínima	óptima	máxima	mínimo	máximo	máximo	mínimo
5	37	45-47	4,0	9,0	4-5	0,94

***Salmonella* sp.**

· Manifestaciones clínicas:

→ fiebres tifoideas:

· *Salmonella thyphi* y *Salmonella parathyphi*

- Pueden ser transmitidas al hombre por aguas contaminadas

- En países en vías de desarrollo: Deficientes sistemas de abastecimiento de agua y drenaje de efluentes fecales.

→ gastroenteritis: SALMONELOSIS

· *Salmonella thyphimurium* y *Salmonella enteritidis*.

SALMONELOSIS

Salmonella thyphimurium y *Salmonella enteritidis*.

- nº de brotes últimos años → en aumento
(10 –15 casos / 100.000 habitantes)
- Índice de mortalidad: 4 % (niños y ancianos)

SALMONELOSIS

- Mecanismo patogénico → INFECCIÓN INVASIVA DEL EPITELIO INTESTINAL – respuesta del organismo: secreción de fluidos: DIARREA

-Una vez instalada en el tracto intestinal produce toxina (entero y citotoxina)

- **Síntomas:** diarreas sin sangre, dolor abdominal, fiebre, náuseas y vómitos.

- Los síntomas generalmente aparecen 12–36 horas después de la ingestión del alimento contaminado.

- La enfermedad puede derivar (casos graves) en septicemia, meningitis o fallo renal.

- Normalmente la salmonelosis curan en 7 días, no obstante, el paciente convaleciente puede permanecer como PORTADOR de la bacteria de 1 a 4 meses !! .

SALMONELOSIS

- Dosis infectiva:

- función de la salud de la persona y del tipo de serovar
- Existen pruebas de una dosis mínima infectiva (D.M.I.) de tan sólo 20 células/g, otros estudios han demostrado que son necesarias $>10^6$ células / g

SALMONELOSIS

Epidemiología y evaluación de riesgos

-*Salmonella* está normalmente presente en el tracto intestinal de aves y animales de abasto y muchos son excretadores asintomáticos de la bacteria.

→**Aves**: En la mayoría de los países industrializados, con una cría intensiva de aves, resultan positivas entre el 50 – 100 % de las muestras de carcasas de pollo

(incidencia: función del tipo de ave, prácticas higiénicas en granja e higiene del procesado en la elaboración de la canal).

Otros alimentos frecuentemente implicados:

- Derivados cárnicos: carnes picadas, salchichas...
- Leche cruda y lácteos derivados con deficiente tratamiento térmico (leche mal pasteurizada, queso fresco)
- Huevos, ovoproductos y derivados (cremas, pasteles)
- Pescados contaminados (fuente: agua, excrementos de gaviotas).

SALMONELOSIS

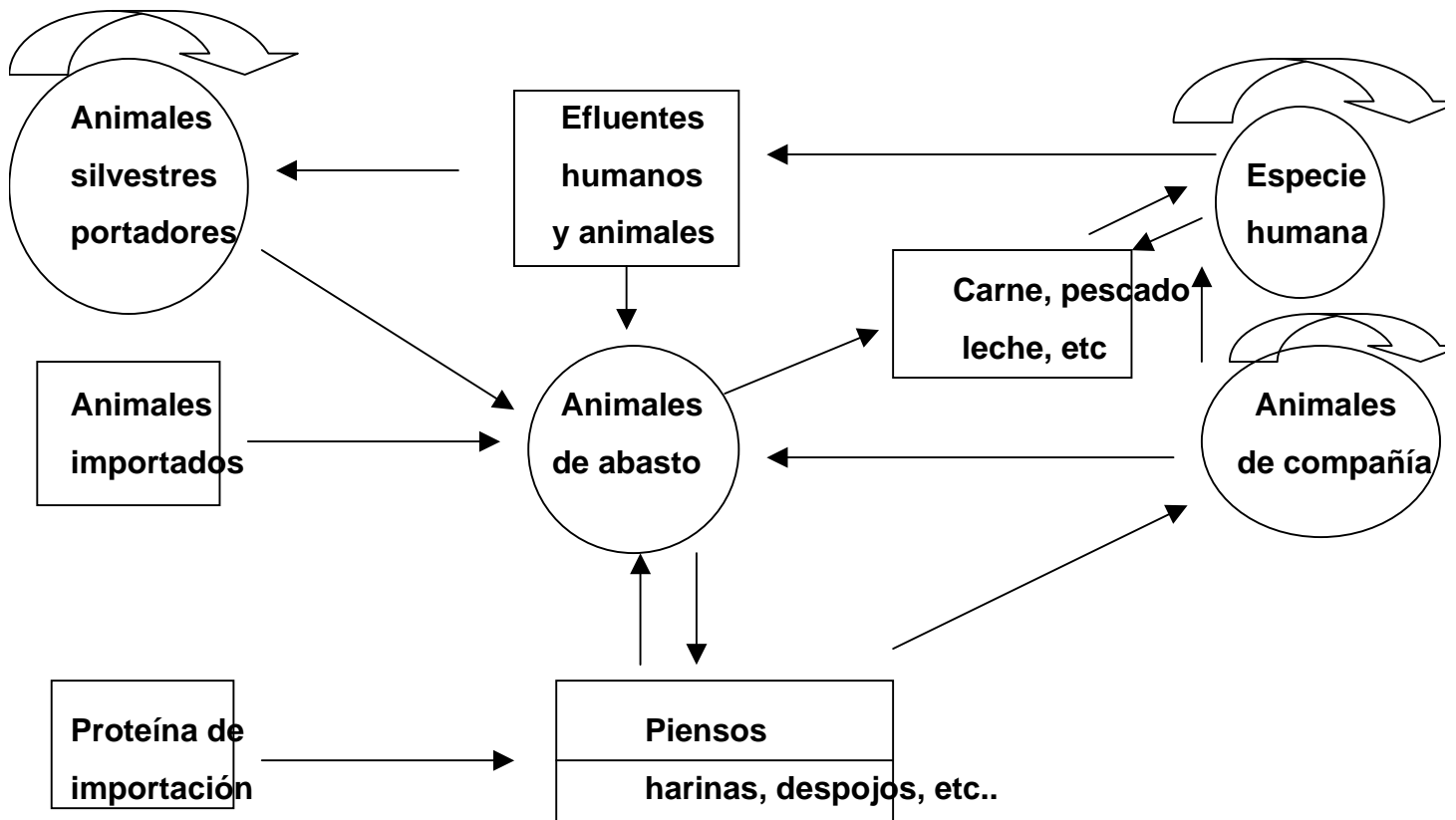
A destacar también:

- Fácil transmisión de una persona a otra
- Facilidad de proliferar en una gran variedad de alimentos en un amplio rango de temperaturas.
- Fácil diseminación entre alimentos por contaminación cruzada.

MEDIDAS DE CONTROL EN EXPLOTACIONES GANADERAS

→ **Complicado** debido a la gran cantidad de interrelaciones existentes entre: Medio ambiente / Animales de abasto / Hombre

Figura 1.- Rutas de infecciones y contaminaciones salmonelósicas (Linton, 1983)



MEDIDAS DE CONTROL EN EXPLOTACIONES GANADERAS

→ Regulación de la importación de animales vivos o sacrificados.

→ Empleo de pienso para alimentación del ganado exento de Salmonella (fuente probable:harina contaminada por la bacteria por roedores o insectos !)

→ Buenas practicas de manejo en explotaciones avícolas y porcina → Mejora de las condiciones higiénicas del ganado. Separar animales enfermos y sospechosos. Drenaje de efluentes de explotaciones, etc..

MEDIDAS DE CONTROL EN ALIMENTOS

- Educación de consumidores y manipuladores de alimentos en cuanto al cocinado de carnes peligrosas
- Cocinado completo de los alimentos. Se trata de bacterias no termorresistentes → $D_{60} = 0,2 - 6,5 \text{ min}$; $n = 25$
- Adecuada refrigeración del alimento (Ojo: $t_{\text{min}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y pasteurización de la leche
- Irradiación de piezas de carne
- En salsas: Ácido acético: muy eficaz
- En carne: Compite mal con *Pseudomonas* y B.A.L.

MEDIDAS DE CONTROL EN ALIMENTOS

En Industrias de Alimentación colectiva:

- Control de calidad microbiológico de ingredientes
- Control de la calidad microbiológica del agua
- Procedimientos efectivos de higiene y desinfección de equipo y utensilios
- Prevenir problemas de CONTAMINACIÓN CRUZADA
- Evitar largos periodos de tiempo desde de la preparación del plato hasta su consumo.

Campylobacter

- Pequeñas bacterias G - de morfología curvada en forma de S, con característico y rápido movimiento en forma de sacacorchos (flagelación polar)

-Son microaerófilos: $[O_2] = 5\%$. Metabolismo respiratorio. Requerimientos nutricionales complejos. T_a óptima = $42^\circ C$.

- 2 especies patógenas:

- ***C. fetus***

- ***C. jejuni***

→ En **ganado** (vacas y ovejas) → principal causa de **abortos e infertilidad**

→ En el **hombre** (niños y ancianos) → **mayoría de casos de diarrea** (infección invasiva del epitelio intestinal).

Nota: Asociada junto a *E. coli* a "Diarrea del viajero"

Campylobacter

HABITAT: tracto intestinal de animales de abasto, **especialmente aves** (también en domésticos: gatos y perros)

- ALIMENTOS IMPLICADOS. Como habitante intestinal, las fuentes de contaminación principales son:
 - **carne de pollo y cerdo** contaminados cocinados insuficientemente.
 - leche cruda o mal pasteurizada.
 - agua y moluscos contaminados con material fecal de aves y animales.

MEDIDAS DE CONTROL: No es demasiado **termorresistente** y por lo tanto se inactiva fácilmente con un tratamiento térmico del alimento o un cocinado completo.

Medidas higiénicas -- *Salmonella*

Campylobacter

· **PROBLEMA** → BAJA DOSIS INFECTIVA: solamente es necesaria un pequeño número de bacterias para causar enfermedad (200 b/g)

→ CONTAMINACIÓN CRUZADA de los alimentos, principalmente los preparados a base de carne de pollo.

→ Contacto cercano con personas o animales enfermos.

Campylobacter

Infección alimentaria: Cuadro clínico

- Incubación: entre 3 y 5 días.
- Síntomas: fiebre alta (40°C), dolor abdominal intenso y diarrea (heces con sangre), a veces: vómitos.
- Complicaciones (inmunodeprimidos): septicemia, meningitis, endocarditis.

En algunos pacientes (1 / 1000):artritis → parálisis

- La enfermedad suele curar en una semana.
- Reposición de líquidos (vía oral o intravenosa).
- Sensible a la eritromicina

Listeria monocytogenes

Cocobacilos pequeños, móviles. Anaerobios facultativos.

Ta. de crecimiento de **1 a 45°C**.

Patógeno para el hombre y ganado vacuno.

De hábitat intestinal → aguas residuales, fango, vegetación.

En el hombre causa la enfermedad denominada listeriosis. Hay dos tipos:

prenatal: origina abortos o muerte del feto.

comun cuya manifestación más grave son septicemias y meningitis en niños, ancianos e inmunodeprimidos.

- % de mortalidad alto (50%)

- grado de aparición: bajo (1 caso / 30.000 hab)

- 1^{os} síntomas → gastroenteritis: náuseas, vómito, dolor abdominal y fiebre.

Infeción:

- Contacto directo con animales infectados – zoonosis - (veterinarios y operarios)
- Por consumo de alimentos fuertemente contaminados (**leche cruda o pasteurizada, queso fresco, carne o derivados y hortalizas**)
- BAJA DOSIS INFECTIVA (100 c / g)

CONTROL:

-Tolera las temperaturas de refrigeración (aislado en **carnes y derivados refrigerados**)

tg (4 °C) = 30 – 40 h. Lentitud → virulencia !!

- Puede sobrevivir a las temperaturas de congelación
- Puede sobrevivir a pasteurización (leche)
- Tolera bien (hasta 10 % NaCl) las sales de curado de carnes.
- Se multiplica bien en atmósfera modificada

→ **Su control se realiza con tratamiento térmico y pH < 5**

Vibrio parahaemolyticus

- Son bacilos G -, anaerobios facultativos, no esporulados, oxidasa +
- Habitante común de aguas costeras templadas
- Son halófilos (requieren sal para alcanzar un crecimiento óptimo)
- Causa más frecuente de intoxicación alimentaria en **Japón** donde se consumen **alimentos de origen marino crudos o poco cocinados** (gambas, camarones, cangrejos, langostas, pescado, ostras, almejas..)
- La ingestión de un alimento contaminado con esta bacteria produce una invasión de la mucosa intestinal. Casi todas las cepas sintetizan toxina (hemolisina termoestable)
- La **gastroenteritis** produce diarrea sanguinolenta, dolor abdominal y a veces fiebre y vómito
- La enfermedad suele curar de 2 a 5 días
- La mayoría de los casos ocurren en verano (prefiere las aguas cálidas)
- Tiene la particularidad de multiplicarse rápidamente en el tracto intestinal de los moluscos y sobre el pescado contaminado almacenado sin refrigeración.
- Su **control** en alimentos se basa:
- Refrigeración inmediata del pescado capturado en estas zonas.
- Cocinado completo. (aunque si la hemolisina es sintetizada previamente, no se destruye con el calor). Evitar contamin. cruzada

Yersinia enterocolitica

- Son bacilos o cocobacilos G-, anaerobios facultativos, no esporulados y psicrófilos (puede multiplicarse a tas. de refrigeración). Relacionada morfológica y funcionalmente con *Salmonella*, *Shigela* y *Escherichia*.
- Habitual: entorno natural y frecuentemente aislada del tracto intestinal de animales (**cerdos**, perros, gatos..) principalmente.
- **Alimentos implicados:**
- **Leche** cruda
- **Carnes de origen porcino.**(mezclas cárnicas).
- **Cuadro clínico:**
- Incubación: entre 1 o 2 días
- Síntomas: **dolor abdominal muy fuerte** (que puede recordar apendicitis) **y diarrea**. En inmunodepresivos → **septicemias** y otras patologías.

- **CONTROL.**(de la misma magnitud que para Salmonella → difícil), no obstante:
 - Cocinado completo del alimento.
 - Evitar consumos de preparados cárnicos de cerdo crudos.
 - En USA, algunos brotes detectados procedían de portadores humanos → **adecuada formación higiénica en la manipulación y conservación de platos cocinados.**
 - Como psicrófilo → Evitar problemas de contaminación cruzada.
- En GRANJAS, MATADEROS Y SALAS DE DESPIECE
 - Cría de animales libres de patógenos
 - Mejora en la higiene (Sacrificio → Distribución)
 - Establecimiento de sistemas ACCPP
 - Formación operarios
- Sobre alimentos
 - Rango de tas. de crecimiento: 0 – 44 °C
 - pH: 4,6 – 9
 - Resiste hasta 5% de NaCl
 - Sensible a RADIACIONES Y derivados del Cl
 - No compite bien con la flora típica del alimento

Escherichia coli

- Forma parte de la flora normal del intestino grueso del hombre y animales, aunque la **mayoría** de las cepas de este origen son **apatógenas**, **algunas** pueden producir **intoxicación alimentaria** **infecciones del tracto urinario** y **ocasionalmente septicemia y meningitis**.

- Los **grupos patógenos** más importantes en los que ha sido clasificada son:

A) ***E. coli* enteropatógenos (ECEP)**

B) ***E. coli* enteroinvasivos (ECEI)**

C) ***E. coli* enterotoxigénicos (ECET)**

D) ***E. coli* enterohemorrágicos (ECEH)**

- En los dos primeros los mecanismos patogénicos tienen lugar por infección (bajo investigación) y en los dos últimos se relaciona con la producción de toxinas.

- **Método de transmisión:** contaminación fecal de los alimentos, bien por contacto directo o indirectamente por medio del agua

Alimentos principales implicados: **carnes, productos cárnicos y verduras** (regadas con aguas residuales o abonadas con estiércol).

Algunas **medidas de control:**

Potabilización, cloración del agua.

Cocinado completo del alimento.

Evitar la contaminación directa del alimento (manipuladores).

Evitar la contaminación cruzada entre alimentos crudos y cocinados.

No utilizar para el riego aguas residuales contaminadas

Grupo enteropatógeno

- Fuente o reservorio: Tracto intestinal de seres humanos portadores (sintomáticos o no).
- Causa DIARREA que afecta principalmente a niños. Asociado a zonas con deficientes prácticas de higiene.
- Brotes asociados con CONTAMINACIÓN FECAL DE ALIMENTOS.

Ejemplos: agua, mayonesa, cárnicos (fiambres, empanadas), moluscos y crustáceos

- Mecanismo patogénico: Destruye las microvellosidades intestinales. No hay producción de toxinas (o muy limitada)

Grupo enteroinvasivo

- Grupo metabólicamente atípico: no fermenta lactosa o lo hace muy lentamente
- Mecanismo patogénico: Invasión del epitelio intestinal → inflamación y ulceración. Causa diarrea (heces con sangre), fiebre y escalofríos
- Fuente o reservorio: Seres humanos portadores.
- Intoxicación asociada al agua y alimentos fuertemente manipulados (ensaladas de patata, etc..)

Grupo enterotoxigénico

- Implicado en la "DIARREA DEL VIAJERO" → Diarrea acuosa sin fiebre
 - De espectro geográfico propio: Población autóctona frecuentemente inmune
 - Dosis infectiva alta: $10^6 - 10^8$ células/g
 - Alimentos involucrados: agua, vegetales regados con agua contaminada, carne y cárnicos, leche y lácteos
 - Mecanismo patogénico: Invasión de intestino delgado.
 - Elaboran toxinas (plásmidos) → Acúmulo de líquido en intestino delgado
 - **Toxinas: ST (termorresistente) y LT (termolábil)**
-

Grupo enterohemorrágico. Cepa 0157: H7

- Dosis infectiva muy baja.
- Incidencia alta: 20.000 casos/año → 250 muertes / año
- **Toxinas: VEROCITOXINAS (VT I, II y III) → "COLITIS HEMORRÁGICA"** (diarrea con sangre y fuertes dolores abdominales)
- Reservorio: Tracto intestinal de animales de abasto (vaca, oveja) y aves

Staphylococcus aureus

CÉLULA- HABITAT

- Al microscopio: agrupaciones en forma de **racimos tridimensionales**
- Anaerobios facultativos (metabolismo fermentativo y respiratorio)
- Mucosas (**nasofaringe**) y **piel de hombre y animales** (aprox.50 %)
- Sobre el 20 % poseen cepas patógenas productoras de toxina.
- Puede encontrarse también en **leche (ubre) de un animal enfermo** y en **aguas residuales**.

Staphylococcus aureus

INTOXICACIÓN ALIMENTARIA

- Por ingestión de alimentos que contienen toxinas **pre-sintetizadas** en ellos por la bacteria.
- La toxina actúa a nivel del tracto digestivo → **enterotoxina estafilocócica**.
- Cuadro gastroenteritis:
 - manifestación de acción tóxica: tras 1 y 6 horas de la ingestión.
 - síntomas. náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarreas sin fiebre.
 - La recuperación suele ser rápida (24 h).

TOXINA

- Se han identificado 8 tipos de enterotoxinas estafilocócicas (A,B,C₁,C₂,C₃, D,E y F). La más frecuente es la A (dosis mínima causante de efectos es de 100 - 500 ng)
- La toxina es **bastante termorresistente**: resiste 100 °C / 30 min (el cocinado del alimento puede destruir las bacterias pero la actividad tóxica queda intacta).

CONTAMINACIÓN ALIMENTOS

-Para que se pueda formar toxina en un alimento deben darse 2 condiciones:

- Que el alimento se contamine con la bacteria
 - Que la bacteria se multiplique en el alimento: A partir de concentraciones de células del orden de **10⁶ b/g** la producción de toxina se considera peligrosa.
-

- La contaminación del alimento puede deberse:

- bacteria en **piel del animal de origen** + procesado poco higiénico → alimento (embutidos)
 - **manipulador** -- aerosoles (saliva) o tocando el alimento.
 - **contaminación cruzada** con alimentos o utensilios previamente contaminados por el hombre.
-

ALIMENTOS

- **Platos precocinados** que se consumen fríos (ensaladas a base de **carne** y huevos, salsas y cremas a base de **ovoproductos**, natillas, flanes con **nata**....)

CONTROL:

- Minimizar la manipulación del alimento.
- Conservación del alimento en REFRIGERACIÓN antes de servirlo.
- Control periódico de la bacteria en manipuladores de alimentos

Clostridium botulinum

CÉLULA

- Bacilo G + esporulado, longitud: 4-6 micras. Movilidad por flagelos peritricos (4-8)
- Crecimiento bajo condiciones **estrictamente anaerobias**.
- ta. mínima de crecimiento: unos 5 C ; máxima entorno a 50°C.
- pH: valores inferiores a 4,5 impiden germinación de esporas y crecimiento.

-ESPORAS

- son de forma ovoide y se forman en un extremo.
- Gran termorresistencia (**resisten temperaturas de ebullición durante 2 horas**).
- Suelen proceder del entorno natural (suelo – polvo, agua).

Célula: Hábitat intestinal: pollos, patos, conejos, ratones, terneros y gatos, infectados al ingerir larvas del campo o beber aguas contenedoras de esporas (las aguas estancadas son especialmente peligrosas).

BOTULISMO

- Por consumo de alimentos que contienen **toxina**
 - Toxina: afecta al sistema nervioso (**neurotoxina**).
 - Existen cepas de la A a la G. Las cepas C y G → botulismo en ganado bovino y aves.
 - **Botulismo en humanos**: cepas **A y B** son las más peligrosas
 - cepa E → pescado.
-

La **toxina** es una proteína de alto peso molecular y soluble. Es la toxina natural de efecto más potente conocido; la dosis letal mínima está entre 0,1 y 1 microgramos.

- **la toxina no es demasiado termorresistente (se destruye con 80°C / 10 min.)**

.

-La toxina se absorbe en el tracto gastrointestinal y actúa sobre el sistema nervioso central bloqueando la transmisión entre las terminaciones de las células nerviosas → parálisis muscular.

-Casos graves → muerte por fallo respiratorio.

- Primeros síntomas. Incubación: 12 -72 h → náuseas, vómitos, vértigo, cefalea y sequedad de piel y mucosas.

- La **letalidad** puede reducirse administrando una antitoxina botulínica al principio de la enfermedad. Hasta el 1.950 la letalidad era del 60 %, ahora no alcanza el 10 %.

ALIMENTOS

- Anaerobio estricto → se asocia solamente a alimentos que proporcionen condiciones anaerobias adecuadas: **CONSERVAS (carne, pescado, hortalizas de baja acidez, conservas caseras)**

CONTROL

- Destrucción de esporas → procesado térmico del enlatado ($F_0 > 3$ min).

- Inhibición de la germinación de esporas → combinación de efectos: **pH, a_w , refrigeración, adición de sal y nitritos, baja ta. de almacenamiento.**

Bacillus cereus

- Esporulado aerobio de **amplia distribución natural**
 - contaminación frecuente de alimentos.
 - inevitablemente ingeridos → forma parte de la **flora intestinal** transitoria.
- Las células vegetativas miden 1 x 3-5 μm y originan **esporas elipsoidales de gran resistencia térmica** (puede sobrevivir tratamientos UHT en la leche)
- Causa intoxicación alimentaria por producción de enterotoxina.

Alimentos implicados:

- a) Intoxicación emética: (náuseas y vómitos). La gran mayoría de estos brotes se han producido a causa del **arroz** frito o hervido (también pasta), inadecuadamente cocinado y dejado durante largos periodos de tiempo a temperatura ambiente, antes de su consumo. (a 30 °C su tiempo de generación es de 20 -25 minutos !!)
 - Estos procesos conducen a la proliferación de células (100.000 células/g) → **toxina termoestable** (similar a la de *S. aureus*) **y producida en el alimento** (arroz y otros alimentos cocinados ricos en almidón).
 - b) Intoxicación diarreica: embutidos, carnes, productos de pollo, sopas, salsas, purés, postres contaminados. Tras la ingestión de un gran número de **células o esporas** con estos alimentos y la germinación de estas últimas en el intestino se produce la enterotoxina → **toxina termolabil** (similar a la de *C. perfringes*).
- CONTROL:
- Evitar la contaminación del alimento a partir de las esporas existentes en el ambiente es prácticamente imposible → las medidas de control están destinadas a **evitar la germinación de esporas:**
 - Refrigeración inmediata del alimento cocinado y minimizar la fase de conservación.

Clostridium perfringens

Anaerobio estricto que puede crecer en un amplio rango de temperaturas: de 15 a 50 °C; tg(45 °C) = 12 min !!

Habitante intestinal frecuente del hombre y animales; como **espora**: amplia dispersión en medio natural (**suelo**, sedimentos, etc.)

Alimentos implicados: **carnes** y derivados (estofados, empanadas) preparados en gran cantidad (catering, alimentación colectiva) y conservados a temperatura ambiente.

Produce **intoxicación alimentaria** debido principalmente a la producción de **enterotoxina** termolabil producida en el organismo.

- **Intoxicación:**

- Presencia en el alimento típicamente carne: esporas termorresistentes o células (flora intestinal - contaminación en matadero o manipulación)

- Preparación del alimento: Proliferación favorecida por:

- Calentamiento y eliminación de oxígeno → favorecen esporulación

- Refrigeración inadecuada o lenta (durante el enfriamiento - hasta alcanzar los 5 °C las esporas pueden germinar)

→ Rápidamente **ALTA TASA DE CÉLULAS (1 - 10 millones de b/g)**

- Consumo:

- Multiplicación de células en tracto digestivo

- Esporulación en intestino delgado

- liberación de **toxina** al liberarse la espora (endospora).

Síntomas: tras 8 – 12 de la ingestión. La **toxina** actúa a nivel de la mucosa intestinal provocando dolor abdominal agudo (calambres) y diarrea. Los síntomas duran 12 – 24 horas, la recuperación suele ser completa.

- Es muy raro que se ocasione la muerte, aunque puede producirse en personas ancianas debilitadas.

La toxinección generalmente se produce al ingerir **guisos de carnes, pollos y pescados contaminados**, especialmente si han sido preparados en grandes cantidades (favorecen zonas de anaerobiosis)

- a_w min: 0,95 – 0,96

- pH: por debajo de 5,5 se inhibe el crecimiento. Menor a 5 → Muerte en pocos días

- Tolera bien las sales de curado de la carne (hasta 6 % NaCl)

- Termorresistencia: $D_{100} = 6 - 17$ min

Aeromonas

- Pertenece a la familia de Vibrionaceas
- Hábitat acuático e intestinal (peces)
- Asociado a infecciones de heridas
- Tradicionalmente: alterante proteolítico de carnes y lacteos.
- Recientemente descubiertas **cepas psicrófilas** (crecen incluso a temperaturas $< 4 - 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) **enterotoxigénicas** → Diarreas prolongadas (1 – 7 días)

ALIMENTOS

- Agua – En Holanda – límite en agua de bebida: 20 ufc/ml
- Piezas de carne de cerdo envasadas a **vacío**.
- Leche cruda (como psicrófilo puede multiplicarse en tanque de refrigeración)
- Productos vegetales almacenados en **atmósfera controlada**.
- Sensible a tratamiento térmico y radiaciones.

Streptococcus faecalis (Enterococcus faecalis)

- Forma parte de la flora intestinal del hombre y animales → aguas y alimentos.
- Estreptococo del grupo D de Lancefield – hemolítico → hemolisina → células de la pared intestinal → diarrea.
- Se hacen fácilmente resistentes a antibióticos → 3ª causa de infección nosocomial.
- Puede resistir procesos de congelación, desecación y también tiene una termorresistencia a considerar (60°C / 30 min)

Alimentos implicados:

- leche cruda (puede multiplicarse en tanques de refrigeración)
- carnes (lavado de canales con agua contaminada o diseminación del contenido intestinal en labores de preparación de canal)
- huevos
- ensaladas (lavado de vegetales con agua, manipulación, almacenamiento en refrigeración)

CONTROL: Control microbiológico del agua e higiene personal de los manipuladores de alimentos.

Es índice de contaminación fecal de alimentos congelados

PESCADO:

- peces con aletas
- moluscos
- crustáceos

- **Moluscos:**

- Cefalópodos: pulpo, calamar
- Bivalvos: ostras, berberechos, almejas, mejillones
- Gasterópodos: caracoles marinos y similares

- **Crustáceos:** cangrejo de mar, langosta, camarón y langostinos.

Mariscos: moluscos y crustáceos.

El pescado como alternativa saludable respecto a la carne roja

COMPONENTE	PESCADO			VACUNO
	MIN	NORMAL	MAX	
AGUA	28	66-81	96	75
PROTEÍNAS	6	16-21	28	20
GRASA	1	2-25	67	3
H.C		1		1

Vitaminas: A, B, D, E; minerales

GRASA	
-Pescado "blanco":	2 %
-Pescado "azul":	- "magro": 2-5 % (besugo, jurel, trucha, pez espada)
	- "semigraso": 6-10 % (bonito, sardina, anchoa)
	- "graso": > 10 % (caballa, salmón, atún)
	↓
INSATURADA (OLEICO, LINOLEICO, W3) previenen afecciones cardiovasculares	

Diferencias pescado / animales de abasto de carne roja

- **Flora microbiológica**: de naturaleza **psicrófila** y reflejo de la flora nativa o propia del medio acuático.
- Excepto el pescado de piscifactorías, la mayor parte del pescado se extrae de una **población “salvaje”**
→ Los pescadores no influyen en el manejo del animal antes de su captura → **no es posible** como en animales de abasto, seleccionar ejemplares, alimentarlos voluntariamente y hacerles descansar bien antes del sacrificio.
- moluscos bivalvos (mejillones, etc): se alimentan por filtración → acumulación y concentración de bacterias y virus del medio acuático.

3.1 BACTERIAS PATÓGENAS

Las bacterias patógenas transmitidas por el pescado se pueden dividir convenientemente en dos grupos como se muestra en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Bacterias patógenas transmitidas por pescados					
		Modalidad de acción		Estabilidad de las toxinas al calor	Dosis infecciosa mínima
		Infección	Toxina preformada		
Bacterias autóctonas (Grupo 1)	<i>Clostridium botulinum</i>		+	baja	-
	<i>Vibrio</i> sp.	+			alta
	<i>V. cholerae</i>				-
	<i>V. parahaemolyticus</i>				(> 10 ⁶ /g)
	otros vibrios ¹⁾				-
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	+			Desconocida
	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	+			Desconocida
	<i>Listeria monocytogenes</i>	+			Desconocida/variable
Bacterias no autóctonas (Grupo 2)	<i>Salmonella</i> sp.	+			desde <10 ² a >10 ⁶
	<i>Shigella</i>	+			10 ¹ – 10 ²
	<i>E. coli</i>	+			10 ¹ – 10 ³²⁾
	<i>Staphylococcus aureus</i>		+	alta	-

1) Otros vibrios son: *V. vulnificus*, *V. hollisae*, *V. furnsii*, *V. mimicus*, *V. fluvialis*.

2) Para la cepa 0157:H7 productora de verotoxina.

3.1.1. Bacterias autóctonas (Grupo 1)

Las bacterias que pertenecen al grupo 1 son comunes y están ampliamente distribuidas en los medios acuáticos de diferentes lugares del mundo. La temperatura del agua tiene claramente un efecto selectivo. Así, los organismos psicrótróficos (*C. botulinum* y *Listeria*) abundan en los climas más fríos, mientras que los tipos mesofílicos (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*) representan parte de la flora natural de los peces de los hábitats costeros y estuarios de las zonas templadas o tropicales cálidas.

Bacterias patógenas	Temperatura (°C) mínima	pH mínimo	NaCl(%) máxima	Resistencia al calor
<i>Clostridium botulinum</i> tipo proteolítico A, B, F	10	4,0–4,6	10	D ₁₂₁ de esporas = 0,1–0,25 min.
<i>Clostridium botulinum</i> tipo no proteolítico B, E, F	3,3	5,0	3–5	D _{82.2} = 0,15–2,0 min. en caldo
				D ₈₀ = 4,5–10,5 min. en productos con alto contenido de proteína y grasa
<i>Vibrio</i> sp.	5–8	5,0		D ₇₁ = 0,3 min.
<i>V. cholerae</i>	5	6,0	<8	D ₅₅ = 0,24 min.
<i>V. parahaemolyticus</i>	5	4,8	8–10	60°C durante 5 min. mostraron un descenso de n = 7 en <i>V. parahaemolyticus</i>
<i>V. vulnificus</i>	8	5,0	5	
<i>Aeromonas</i> sp.	0–4	4,0	4–5	D ₅₅ = 0,17 min
<i>Plesiomonas</i> sp.	8	4,0	4–5	60°C/30 min. no hay supervivencia
<i>Listeria monocytogenes</i>	1	5,0	10	D ₆₀ = 2,4–16,7 min. en productos cárnicos

Clostridium botulinum

Cuadro 3.3. Tipos de productos de pescado causantes del **botulismo**. Los datos de este Cuadro están tomados de Huss (1981) y son representativos de brotes de botulismo en Canadá, Japón, Estados Unidos, ex URSS y Escandinavia, a lo largo de aproximadamente 25 años (período 1950–1980).

Productos de pescado	Procedimiento utilizado	Nº de brotes
Ligeramente conservado	ahumado	10
	fermentado	113
Semiconservado	salado	9
	marinado	8
Completamente conservado	enlatado	5
Desconocido		20
Total		165

En contraste se observa que nunca se ha demostrado que el pescado fresco o congelado cause botulismo humano.

Medidas de lucha contra la enfermedad

El botulismo puede prevenirse inactivando las esporas bacterianas en productos envasados y esterilizados al calor, o inhibiendo el desarrollo en el resto de los productos. *C. botulinum* se clasifica según el tipo de toxina desde A a la G, y los tipos patógenos para el hombre se pueden dividir por conveniencia en dos grupos:

1. Los tipos proteolíticos A y B, que también son resistentes al calor, mesofilicos y tolerantes al NaCl.
2. Los tipos no proteolíticos E, B y F, que son sensibles al calor, psicrotróficos y sensibles al NaCl. Sobre todo son los tipos no proteolíticos los que se encuentran en el pescado y en sus productos.

El valor F_0 necesario para envasar un producto de pescado es equivalente a 12 reducciones decimales en el número de esporas de *Clostridium botulinum*. Utilizando los valores D más altos que se conocen (0.25 min. a 121°C) el F_0 es, por tanto, igual a $12 \times 0,25 = 3$

Aspectos relacionados con el botulismo de los productos pesqueros (según Huss 1981)				
Productos de pescado	Factores que aumentan el riesgo de botulismo	Factores que reducen el riesgo de botulismo	Inocuidad del producto basada en:	Clasificación
Fresco y congelado	Envasado al vacío	Almacenamiento refrigerado tradicional Putrefacción antes de producirse la toxina	Cocinar antes de comer	Sin riesgo
Pasteurizado	Prolongada duración en almacén Toxina producida antes de la putrefacción Envasado al vacío Higiene deficiente	Almacenamiento final en frío (<3°C) Eliminación de la flora aeróbica sinérgica	Cocinar antes de comer Almacenamiento refrigerado	Sin riesgo si se cocina Alto riesgo si no se cocina
Ahumado en frío	Igual que el producto anterior No cocinar antes de comer No se acostumbra su almacenamiento en frío	Almacenamiento final en frío Salazón (concentración NaCl > 3%) Potencial redox alto en productos no deteriorados	Almacenamiento refrigerado Control del proceso (Materia prima, salazón cuando sea aplicable)	Alto riesgo
Fermentado	Fermentación lenta Temperatura alta durante la fermentación No cocinar antes de comer	Salazón (concentración NaCl > 3% en la salmuera) Almacenamiento final refrigerado Bajo pH	Control del proceso Almacenamiento refrigerado	Alto riesgo
Semiconservado	No cocinar antes de comer	Aplicación de sal, ácido, etc. Almacenamiento final refrigerado	Control del proceso	Bajo riesgo

Vibrio sp.

La mayoría de los vibrios son de origen marino y requieren Na^+ para su desarrollo. El género contiene varias especies que son patógenas para el hombre. Las especies patógenas son principalmente mesófilas, es decir, generalmente se encuentran (omnipresentes) en aguas tropicales y en cantidades máximas en aguas templadas a finales de verano o principios de otoño.

Las enfermedades relacionadas con *Vibrio sp.* se caracterizan por síntomas gastroenteríticos que varían desde una diarrea leve hasta el cólera clásico, con profusa diarrea acuosa. Una excepción la constituyen las infecciones con *V. vulnificus*, que principalmente se caracterizan por septicemia.

Los mecanismos de patogenicidad de los vibrios no están completamente claros. La mayoría de los vibrios producen potentes enterotoxinas. Se sabe que las cepas patógenas de *V. parahaemolyticus* producen una hemolisina termoestable.

Epidemiología y evaluación de riesgos

Históricamente el cólera ha sido una enfermedad de los pobres y malnutridos, pero esto en cierto grado se debe a niveles de higiene bajos. En el caso del cólera, el agua y la contaminación fecal del agua son las causas principales de la difusión de la enfermedad; sin embargo, los alimentos son cada vez más importantes.

Una amplia cantidad de alimentos actúan como vehículos para la transmisión del cólera, en particular los refrescos, frutas y hortalizas, leche, cerveza de fermentación casera. No obstante, se ha demostrado que el pescado crudo, sin cocinar o cocinado insuficientemente, o cocinado pero que ha sufrido contaminación cruzada, es el mayor vehículo para el *V. cholerae* (Morris y Black 1985).

Muy a menudo los brotes de *V. parahaemolyticus* se han asociado con contaminación cruzada o abuso en el factor tiempo/temperatura del pescado cocinado. Una excepción es el Japón donde el pescado crudo es el vehículo más común de infección con *V. parahaemolyticus*. Para el resto de los

vibrios el consumo de mariscos crudos, en especial ostras, es la mayor causa de infección.

Un aspecto importante es la considerable tasa de multiplicación observada en los vibrios presentes en el pescado natural, incluso a temperaturas reducidas. Esto permite que cantidades iniciales relativamente bajas aumenten espectacularmente en condiciones inadecuadas de captura (cosecha), preparación, distribución y almacenamiento.

Medidas de lucha contra la enfermedad

La Organización Mundial de la Salud (WHO 1992) ha publicado las siguientes recomendaciones sobre el suministro de agua y la higiene para la prevención y lucha contra el cólera:

Suministro de agua - recomendaciones de la OMS:

1. Debe desinfectarse adecuadamente el agua potable. Deben mejorarse los procedimientos para la desinfección en los sistemas de distribución y en los sistemas de agua rurales.
2. Pueden distribuirse entre la población tabletas que liberan cloro o yodo, con instrucciones para su uso.
3. En caso de que no sea posible el tratamiento químico del agua, los instructores sanitarios deben hacer hincapié en que el agua para beber (así como para lavarse las manos y lavar los utensilios) debe hervirse antes de su uso.
4. El control de la calidad del agua debe reforzarse intensificando la vigilancia, el control del cloro residual y la ejecución de análisis bacteriológicos, en diferentes puntos de los sistemas de producción y distribución.

Higiene - recomendaciones de la OMS:

1. Debe reforzarse el control de calidad en las plantas de tratamiento de aguas residuales.
2. Debe controlarse cuidadosamente la utilización de aguas residuales tratadas para el riego, siguiendo las directrices nacionales e internacionales.

3. El tratamiento químico a gran escala de las aguas residuales rara vez está justificado, inclusive en emergencias, debido al alto coste, efecto incierto y posible impacto adverso sobre el medio ambiente y la salud.
4. En la educación sanitaria debe hacerse hincapié en la eliminación segura de las heces humanas:

Todos los miembros de la familia deben disponer de una letrina o cuarto de baño que se desinfecte y limpie con regularidad, y

Las heces de los bebés y de los niños deben eliminarse con rapidez en la letrina o cuarto de baño, o enterrándolas.

Los vibrios se destruyen fácilmente con el calor. Así, para eliminar la mayoría de los vibrios es suficiente cocinar adecuadamente.

A temperaturas adecuadas el desarrollo de los vibrios puede ser muy rápido. En condiciones óptimas (37°C) se han observado tiempos de multiplicación de tan sólo 8–9 min.

A temperaturas más bajas las tasas de multiplicación se reducen, pero según Bradshaw *et al.* (1984) concentraciones iniciales de *V. parahaemolyticus* de 10^2 ufc/g en camarón homogeneizado aumentaron hasta 10^8 ufc/g después de 24 horas a 25°C. Estos resultados demuestran que una refrigeración adecuada es fundamental para controlar esta proliferación desproporcionada.

El almacenamiento a baja temperatura ha sido propuesto como un medio para eliminar los vibrios patógenos de los alimentos. No obstante, este método no es lo suficientemente confiable para su aplicación comercial. En el Cuadro 3.5 se muestran los tiempos de supervivencia de *V. cholerae* según Mitscherlich y Marth (1984).

Supervivencia de <i>V. cholerae</i>. Datos de Mitscherlich y Marth (1984)	
Alimento	Tiempos de supervivencia (días)
Pescado almacenado a 3–8°C	14–25
Hielo almacenado a –20°C	8
Camarón congelado	180
Hortalizas en cámara húmeda, 20°C	10
Zanahorias	10
Coliflor	20
Agua de río	210

***Aeromonas* sp.**

El género *Aeromonas* ha sido clasificado dentro de la familia *Vibrionaceae* y contiene especies patógenas para los animales (peces) y el hombre. En años recientes las *Aeromonas* sp. móviles, en particular *A. hydrophila*, han recibido una atención cada vez mayor, por su papel como posible agente de enfermedades diarreicas transmitidas por alimentos. No obstante, el papel de *Aeromonas* como patógeno entérico no está completamente aclarado.

Las *Aeromonas* son usuales en medios de agua dulce, pero también se pueden aislar a partir de aguas saladas y estuarinas (Knøchel 1989). También se puede aislar fácilmente este organismo en la carne, el pescado, helados y muchos otros alimentos según la revisión de Knøchel (1989). Ciertamente, se ha identificado este organismo como el principal causante del deterioro de la carne cruda (Dainty *et al.* 1983), del salmón crudo (Gibson 1992) envasado en vacío o en atmósferas modificadas, y del pescado de aguas tropicales (Gram *et al.* 1990, Gorczyca y Pek Poh Len 1985).

Las especies de *Aeromonas* segregan una amplia gama de toxinas como la enterotoxina citotóxica y hemolisinas.

En el Cuadro anterior se muestran algunos factores que limitan el desarrollo de *Aeromonas*. Mientras la temperatura mínima de desarrollo para las cepas clínicas es de unos +4 °C (Palumbo *et al.* 1985), se ha demostrado que las cepas ambientales y aisladas de los alimentos se desarrollan a 0 °C (Walker y Stringer 1987). Las *Aeromonas* son muy sensibles a las condiciones

ácidas y a la sal, por lo que probablemente no se planteará el problema de su desarrollo en alimentos con un pH menor de 6,5 y un contenido de NaCl mayor del 3,0 por ciento.

***Plesiomonas* sp.**

El género *Plesiomonas* se encuentra situado también dentro de la familia *Vibrionaceae*. Al igual que otros miembros de esta familia, las *Plesiomonas* se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, pero fundamentalmente relacionadas con el agua, tanto dulce como salada (Arai *et al.* 1980). Debido a su naturaleza mesofilica (véase el Cuadro 3.2) hay una acentuada variación estacional en las cantidades aisladas a partir de agua, siendo mucho mayores durante los períodos más cálidos. Es común su transmisión por los animales y por el intestino de los peces, y es probable que el pescado sea el reservorio primario de *Plesiomonas shigelloides* (Koburger 1989).

Las *Plesiomonas* sp. pueden causar gastroenteritis con síntomas que van desde una enfermedad moderada de corta duración hasta una diarrea grave (como la de shigela o como la del cólera).

En el Cuadro anterior se presentan los factores que limitan el desarrollo.

Listeria monocytogenes

Los aislamientos frecuentes a partir del pescado (Weagant *et al.* 1989, Rørvik y Yndestad 1991) y la demostración del potencial de proliferación en salmón ahumado en frío (+4 °C) (Ben Embarek y Huss 1992, Guyer y Jemmi 1991, Rørvik *et al.* 1991, Fuchs y Reilly 1992), son pruebas de que el pescado puede ser importante en la transmisión de *Listeria monocytogenes*. No obstante el nivel cuantitativo de contaminación de *L. monocytogenes* en productos pesqueros puede mantenerse muy bajo (<1–10/g) mediante unas buenas prácticas de manufactura e higiene adecuadas en la planta. Según Ryser y Marth (1991) *L. monocytogenes* es sensible a los agentes desinfectantes. Así, los tipos de desinfectantes a base de cloro, yodo, ácidos aniónicos y amonio cuaternario son eficaces contra *L. monocytogenes* a concentraciones de 100 ppm, 25–45 ppm, 200 ppm y 100–200 ppm, respectivamente.

En el Cuadro anterior se enumeran algunos factores limitantes del desarrollo.

Debe observarse que *L. monocytogenes* es difícil de controlar en productos pesqueros almacenados refrigerados, como p. ej., pescado ahumado en frío. El organismo puede desarrollarse a temperaturas inferiores a +1°C y es tolerante al NaCl (hasta el 10 por ciento a pH neutro y 25 °C). El nitrito no es un inhibidor de *L. monocytogenes* a los niveles permitidos.

El tratamiento listericida consiste principalmente en un tratamiento de calor. D₆₀ igual a 4,5 min. en salmón y 1,8 min. en bacalao. Los valores z fueron en ambos casos aproximadamente 6°C.

3.1.2. Bacterias no autóctonas (Grupo 2)

Salmonella sp.

Las *Salmonella* son miembros de la familia *Enterobacteriaceae* y están presentes en más de 2000 serovares. Estos organismos mesófilos se distribuyen geográficamente por todo el mundo, pero principalmente se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, y en medios contaminados con excremento humano o de animales.

La supervivencia en agua depende de muchos parámetros, particularmente de los factores biológicos (interacción con otras bacterias) y los factores físicos (temperatura).

Los principales síntomas de la salmonelosis (infecciones no tifoideas) son diarreas no sanguinolentas, dolor abdominal, fiebre, náuseas, vómitos que generalmente aparecen 12–36 horas después de la ingestión. No obstante, los síntomas pueden variar considerablemente desde una enfermedad grave de tipo tifoideo a una infección asintomática. La enfermedad también puede dar lugar a complicaciones más serias. La dosis infectiva en personas sanas varía dependiendo de los serovares, el tipo de alimento y la susceptibilidad del individuo. Existen pruebas de una dosis mínima infectiva (D.M.I.) de tan sólo 20 células (Varnam y Evans 1991) mientras que otros estudios han demostrado consistentemente que son necesarias >10⁶ células.

Epidemiología y evaluación de riesgos

La *Salmonella* normalmente está presente en las aves y los animales domésticos y muchos son excretadores asintomáticos de *Salmonella*. Por tanto, la carne cruda de dichos animales y aves a menudo está contaminada por este organismo. Según una revisión de D'Aoust (1989) se han realizado numerosos estudios que demuestran que la incidencia varía según la especie, las prácticas agropecuarias y la elaboración. En la mayoría de los países industrializados, con una cría intensiva de aves, son positivas entre el 50–100 por ciento de todas las muestras de carcasas de pollo, pero también en otras carnes la contaminación puede alcanzar casi el 100 por ciento. La contaminación de la leche cruda y de los huevos, y sus productos, con *Salmonella* también es un problema bien conocido.

La contaminación del pescado con *Salmonella* debido a su proliferación en aguas costeras contaminadas ha sido un problema en muchas partes del mundo. En un estudio reciente de Reilly et al. (1992) se han presentado pruebas de que los camarones cultivados en el trópico frecuentemente contienen *Salmonella* como resultado de condiciones deficientes de higiene y saneamiento, y de la utilización del estiércol de ave como pienso.

Cuadro 3.6. Factores que limitan el desarrollo y la resistencia al calor de bacterias procedentes del reservorio animal/humano (Grupo 2 - Bacterias no autóctonas). Datos adaptados a partir de Doyle (1989), Buckle (1989), Varnam y Evans (1991) y Farber (1986)

Bacterias patógenas	Temperatura (°C)			pH	NaCl (%)	a _w	Resistencia al calor
	mínima	óptima	máxima	mínimo	máximo	mínima	
<i>Salmonella</i>	5	37	45–47	4,0	4–5	0,94	D ₆₀ =0,2–6,5 min.
<i>Shigella</i>	7–10	37	44–46	5,5	4–5		60°C/5 min.
<i>E. coli</i>	5–7	37	44–48	4,4	6	0,95	D ₆₀ =0,1 min. D ₅₅ =5 min.
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	37	48	4,0	10–15	0,83	D ₆₀ =0,43–7,9 min.
<i>Staphylococcus aureus</i> producción de toxinas	15	40–45	46	aprox. 5,0	10	0,86	Alta estabilidad al calor de la toxina

En la mayor parte de la bibliografía se indica que el pescado es un vehículo mucho menos común, por lo que respecta a la *Salmonella*, que otros alimentos, y que el pescado es vehículo de tan sólo una pequeña proporción del número total de casos de *Salmonella*. La mayoría de los productos pesqueros se cocinan antes de su consumo y, por lo tanto, estos productos representan riesgos mínimos para la salud del consumidor, excepto por contaminación cruzada post-elaboración en cocinas.

Shigella sp.

La *Shigella* ocasiona una infección intestinal denominada shigelosis (antes conocida como disentería bacilar). Los síntomas varían desde la infección asintomática o diarrea leve hasta la disentería, caracterizada por: heces sanguinolentas, secreción mucosa, deshidratación, fiebre alta y fuertes calambres abdominales. El período de incubación de la shigelosis es de 1– 7 días y los síntomas pueden durar 10–14 días o más. Es rara la muerte en adultos, pero la enfermedad en los niños puede ser grave. En los países tropicales con bajos niveles de nutrición, la diarrea por shigela es la causa de la muerte de la menos 500.000 niños cada año (Guerrant 1985).

Epidemiología y evaluación de riesgos

La gran mayoría de los casos de shigelosis son causados por la transmisión directa, persona a persona, de las bacterias por la ruta oral-fecal. También es importante la transmisión por el agua, en especial donde los niveles de higiene son bajos.

No obstante, los alimentos, incluido el pescado (cóctel de gambas, ensaladas de atún), han sido el origen de un cierto número de brotes de shigelosis. En estos casos la causa ha sido casi siempre la contaminación de los alimentos, crudos o previamente cocinados, durante su preparación por un portador infectado y asintomático, con una higiene personal pobre.

Escherichia coli

No existe ningún indicio de que el pescado sea una fuente importante de infección por *E. coli* (Ahmed 1991). La mayoría de las infecciones parecen

estar relacionadas con la contaminación del agua o la manipulación de los alimentos en condiciones no higiénicas.

Staphylococcus aureus

El pescado puede ser contaminado con *Staphylococcus* a través de manipuladores infectados o a partir del medio ambiente. Con mayor frecuencia la contaminación procede de un individuo con una infección en las manos, con un resfriado o con dolor de garganta.

S. aureus es mesófilico, con una temperatura mínima de desarrollo de 10 °C, pero se requieren temperaturas más altas para la producción de toxinas (>15 °C). A diferencia de las *Enterobacteriaceae*, pero al igual que la *L. monocytogenes*, el *S. aureus* es tolerante a la sal y puede desarrollarse con actividades de agua tan bajas como 0,86. El mínimo pH para el desarrollo es 4,5.

También debe subrayarse que los estafilococos son malos competidores y no se desarrollan bien en presencia de otros organismos. Por lo tanto, la presencia de estafilococos en alimentos crudos contaminados de forma natural, es de poca importancia. Por el contrario, en mariscos precocinados (camarones) puede tener lugar un desarrollo rápido y una producción de toxinas si se vuelven a contaminar con *S. aureus*, y las condiciones de tiempo y temperatura permiten su desarrollo.

S. aureus al multiplicarse en los alimentos produce diversas enterotoxinas. En general, estas toxinas son muy resistentes a las enzimas proteolíticas y al calor. No se han registrado brotes en alimentos sometidos a procedimientos normales de enlatado, pero el calor que se aplica en la pasteurización y la cocina doméstica normal no son suficientes para destruir la toxina.

Medidas de lucha contra la enfermedad

Se requieren buenas condiciones sanitarias, así como el control de la temperatura, para evitar la contaminación, la proliferación y producción de toxinas, particularmente en productos pesqueros precocidos.

VIRUS

- La causa principal de las enfermedades transmitidas por los productos pesqueros son los virus entéricos.
- Su presencia en productos pesqueros es resultado de la contaminación, bien por la vía del **agua contaminada** (moluscos bivalvos consumidos crudos o poco cocinados) o por la vía de los **manipuladores de alimentos**.
- En la actualidad se sabe que hay más de 100 virus entéricos que son excretados en las heces humanas que van a parar a las aguas costeras a partir de las aguas residuales domésticas.
- Los virus no se multiplican en el agua o en los alimentos pero son capaces de sobrevivir durante varios meses en el agua de mar a temperaturas $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- No obstante, según Kilgen y Cole (1991) se ha demostrado que tan sólo unos pocos son los causantes de enfermedades relacionadas con productos pesqueros. Estos virus son:

Virus de la hepatitis (tipo A)

Virus del grupo SRSV (virus de Norwalk)

3.3. BIOTOXINAS

BIOTOXINAS ACUÁTICAS		
Toxina	Dónde/cuándo se produce	Animal(es)/órgano implicado
Tetrodotoxina	en pescado <i>ante mortem</i>	pez globo (<i>Tetraodontidae</i>) principalmente en los ovarios, hígado, intestino
Ciguatera	Pescado alimentado con el protozoo dinoflagelado <i>Gambierdiscus toxicus</i> que vive en las proximidades de los arrecifes coralinos fuertemente fijado a macroalgas	>400 especies de peces tropicales/subtropicales
PSP- toxina paralizante de los moluscos	Dinoflagelados: <i>Alexandrium</i> , <i>Gymnodinium</i> y <i>Pyrodinium</i>	moluscos que se alimentan por filtración, principalmente en las glándulas digestivas y gónadas
DSP-toxina diarreica de los moluscos	Dinoflagelados: <i>Dinophysis</i> y <i>Aurocentrum</i> .	moluscos que se alimentan por filtración
NSP-toxina neurotóxica de los moluscos	“mareas rojas” con dinoflagelado: <i>Ptychodiscus breve</i>	moluscos que se alimentan por filtración
ASP-toxina amnésica de los moluscos	Diatomea: <i>Nitzschia pungens</i> .	moluscos que se alimentan por filtración (mejillones azules)

Ciguatera

La intoxicación por ciguatera ocurre como consecuencia de la ingestión de pescado que se ha vuelto tóxico al alimentarse de dinoflagelados tóxicos, que son algas planctónicas marinas microscópicas. La principal fuente es el dinoflagelado bentónico *Gambierdiscus toxicus*, que vive en las proximidades de los arrecifes coralinos fuertemente fijado a las macroalgas.

Intoxicación paralizante por ingestión de moluscos (PSP)

La intoxicación después del consumo de moluscos bivalvos es un síndrome que se conoce desde hace siglos, siendo la más común la parálisis tóxica por ingestión de moluscos (PSP). La PSP es causada por un grupo de toxinas (saxitoxinas y sus derivados) producidas por

Los mejillones, almejas, berberechos y veneras (conchas de abanico) que se han alimentado de dinoflagelados tóxicos retienen la toxina durante períodos de tiempo variables que dependen del tipo de molusco. Algunos eliminan la toxina muy rápidamente y son tóxicos únicamente durante el momento de la proliferación, mientras que otros retienen la toxina durante un largo período, incluso año (Schantz 1984).

La PSP es una alteración neurológica y los síntomas incluyen: hormigueo, quemazón y entumecimiento de los labios y puntas de los dedos, ataxia, somnolencia y habla incoherente. En los casos graves la muerte sobreviene por parálisis respiratoria. Los síntomas se desarrollan entre 0,5 y 2 horas después de la ingestión y las víctimas que sobreviven más de 12 horas, en general, se recuperan.

Intoxicación diarreaica por ingestión de moluscos (DSP)

Se ha dado parte de miles de casos de enfermedades gastrointestinales causados por la intoxicación diarreaica por ingestión de moluscos bivalvos (DSP) en Europa, Japón y Chile (WHO 1984a). Los dinoflagelados causantes de la producción de las toxinas pertenecen a los géneros *Dinophysis* y *Aurocentrum*. Estos dinoflagelados están ampliamente distribuidos, lo que significa que esta enfermedad también puede producirse en otros lugares del mundo. Al menos se han identificado 7 toxinas, incluido el ácido okadoico. La aparición de la enfermedad se produce entre la media hora y unas pocas horas después del consumo del marisco que se ha estado alimentando de algas tóxicas. Los síntomas son desórdenes gastrointestinales (diarrea, vómitos, dolor abdominal) y las víctimas se recuperan en 3–4 días. Nunca se ha registrado ninguna muerte.

Intoxicación neurotóxica por ingestión de moluscos (NSP)

La intoxicación neurotóxica por ingestión de moluscos bivalvos (NSP), se ha descrito en personas que consumieron moluscos que habían estado expuestos a “mareas rojas” de dinoflagelados (*Ptychodiscus breve*). La enfermedad ha estado restringida al Golfo de México y otras zonas frente a la costa de Florida. Las brevetoxinas en general son muy letales para los peces y además las mareas rojas de estos dinoflagelados también están relacionadas con muertes masivas de peces. Los síntomas de la (NSP) son semejantes a los de la PSP, excepto que no tiene lugar la parálisis. La NSP rara vez es mortal.

Intoxicación amnésica por ingestión de moluscos (ASP)

Sólo recientemente se ha identificado la intoxicación amnésica por ingestión de moluscos bivalvos (Todd 1990, Addison y Stewart 1989). La intoxicación se debe al

ácido domoico, un aminoácido producido por la diatomea *Nitzschia pungens*. La primera incidencia registrada de ASP tuvo lugar en el invierno de 1987/88 en el Este del Canadá donde, a raíz del consumo de mejillones azules cultivados, se vieron afectadas más de 150 personas y se produjeron 4 muertes.

Los síntomas de la ASP son muy variables, desde las náuseas ligeras y los vómitos hasta la pérdida de equilibrio y deficiencias neurales centrales, incluida la confusión y la pérdida de memoria. La pérdida de memoria a corto plazo parece ser permanente en las víctimas que sobreviven, de aquí el término intoxicación amnésica por ingestión de moluscos.

Medidas de lucha contra las enfermedades causadas por biotoxinas

El control de las biotoxinas marinas es difícil y las enfermedades no pueden prevenirse por completo. Todas las toxinas son de naturaleza no proteica y extremadamente estables (Gill *et al.* 1985). Así, el cocinado, ahumado, secado o salado no las destruye, y no puede decirse por el aspecto de la carne del pescado o de los productos pesqueros, si el alimento es o no tóxico.

La principal medida preventiva es la inspección y muestreo de las zonas de pesca y de los bancos de moluscos bivalvos o poblaciones de gasterópodos, y el análisis de las toxinas. El bioensayo en ratones se utiliza a menudo para este propósito y se realiza una determinación confirmatoria por la técnica **HPLC** .

La eliminación de toxinas mediante técnicas **técnicas de depuración** puede tener cierto potencial, pero el proceso es muy lento y costoso.

3.4. AMINAS BIÓGENAS (INTOXICACIÓN POR HISTAMINA)

La intoxicación por histamina es una intoxicación química debida a la ingestión de alimentos que contienen altos niveles de histamina. Históricamente, esta intoxicación se denominó intoxicación por escómbridos debido a la frecuente asociación con peces de la Familia *Scombridae*, entre los que se incluyen el atún o caballa.

Es una enfermedad benigna, su período de incubación es muy corto (de pocos minutos a pocas horas) y la duración de la enfermedad es corta (pocas horas). Los síntomas más comunes son los cutáneos, como el rubor facial o bucal, urticaria, o edema localizado, pero también puede verse afectado el tracto gastrointestinal (náuseas, vómitos, diarrea), o producirse complicaciones neurológicas (dolor de cabeza, hormigueo, sensación de quemazón en la boca).

La histamina se forma en el pescado *post mortem* por descarboxilación bacteriana del aminoácido histidina. Frecuentemente, los pescados afectados son aquéllos con un alto contenido natural de histidina, como los pertenecientes a la familia *Scombridae*.

Las bacterias productoras de histamina son ciertas *Enterobacteriaceae*, algunos *Vibrio* sp., y unos pocos *Clostridium* y *Lactobacillus* sp. Las productoras más potentes de histamina son *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hafnia alvei* (Stratten y Taylor 1991). Estas bacterias pueden encontrarse en la mayoría de los pescados, probablemente como resultado de una contaminación postcaptura.

La principal bacteria productora de histamina, *M. morganii*, puede desarrollarse en un rango de pH entre 4,7 y 8,1 y aguantar hasta un 5 por ciento de NaCl. Por lo tanto, la producción de histamina por este organismo es sólo un problema en productos pesqueros muy ligeramente salados.

Debe recalarse que una vez producida la histamina en el pescado, el riesgo de que se provoque la enfermedad es muy alto. La histamina es muy resistente al calor, y aunque el pescado se haya cocido, enlatado o haya sido sometido a cualquier otro tratamiento térmico antes de su consumo, la histamina no se destruye.

Otras aminas biógenas como la **cadaverina** y la **putrescina**, que se sabe están presentes en el pescado deteriorado, pueden actuar como potenciadores de la toxicidad de la histamina.

Medidas de lucha contra las enfermedades causadas por aminas biógenas

La medida preventiva más eficaz es una baja temperatura de preservación y almacenamiento de los productos de la pesca en todo momento. Todos los estudios parecen estar de acuerdo en que el almacenamiento a 0 °C, o muy cerca de 0°C, limita la formación de histamina en el pescado a niveles insignificantes.

Varios países han adoptado reglamentos que regulan los niveles máximos permitidos de histamina en el pescado. Los reglamentos de la Unión Europea están publicados en la Directiva 91/493/CEE (CEE 1991b). Estados Unidos de Norte América ha establecido un doble límite: de 50 mg/100 g. como nivel de intervención por razón de riesgos y de 10 ó 20 mg/100 g. como indicador de manipulación déiciente del pescado (Stratton y Taylor 1991).

3.5 PARASITOS

La presencia de parásitos en el pescado es muy común, pero la mayoría de ellos son de poco interés desde el punto de vista económico o de la salud pública.

Cuadro 3.10. Parásitos transmisibles por peces, moluscos y crustáceos		
Parásito	Distribución geográfica conocida	Especie afectada
Nematodos o vermes redondos		
<i>Anisakis simplex</i>	Atlántico Norte	arenque
<i>Pseudoterranova dicipiens</i>	Atlántico Norte	bacalao
<i>Gnathostoma</i> sp.	Asia	peces de agua dulce, ranas
<i>Capillaria</i> sp.	Asia	peces de agua dulce
<i>Angiostrongylus</i> sp.	Asia, Sudamérica, Africa	langostinos de agua dulce, caracoles, peces
Cestodes o vermes acintados		
<i>Diphyllobothrium latum</i>	Hemisferio Norte	peces de agua dulce
<i>D. pacificum</i>	Perú, Chile, Japón	peces de agua salada
Trematodos o duelas		
<i>Clonorchis</i> sp.	Asia	peces de agua dulce, caracoles
<i>Opisthorchis</i> sp.	Asia	peces de agua dulce
<i>Metagonimus yokagawai</i>	Lejano Oriente	
<i>Heterophyes</i> sp.	Oriente Medio, Lejano Oriente	caracoles, peces de agua dulce, peces de agua salobre
<i>Paragonimus</i> sp.	Asia, América, Africa	caracoles, crustáceos, peces
<i>Echinostoma</i> sp.	Asia	almejas, peces de agua dulce, caracoles

Medidas de lucha contra las enfermedades causadas por parásitos

Todos los parásitos de interés son transmitidos al hombre cuando se alimenta de productos de la pesca crudos o sin cocinar. Las medidas de lucha para reducir los problemas de salud pública relacionados con la presencia de parásitos transmisibles incluyen la legislación y la inspección. En principio, el problema puede abordarse a tres niveles, tal como los enumera para los nematodos la OMS (WHO 1989):

1. Evitar la captura de peces infestados por nematodos, seleccionando áreas de pesca específicas, especies específicas o grupos de edad específicos.
2. Separación y eliminación del pescado infestado por nematodos, o eliminación de los nematodos del pescado, p. ej., manualmente sobre una mesa con iluminación al trasluz.
3. Aplicación de técnicas para destruir los nematodos en la carne de pescado.

En la pesca comercial sólo se aplican los niveles 2) y 3).

Las medidas de lucha son particularmente importantes para los productos pesqueros que se van a comer crudos o sin cocinar (arenques juveniles, pescado en escabeche, pescado ligeramente salado y pescado ahumado en frío, ceviche, sashimi, sushi, etc.).

Pescado en escabeche:

El procesamiento inocuo se basa principalmente en el nivel de NaCl en el fluido de los tejidos.

Pescado tratado térmicamente:

Todos los nematodos quedan eliminados al ser calentados a 55 °C durante 1 minuto. Esto significa que el pescado ahumado en caliente, pasterizado, adobado y otros productos pesqueros ligeramente calentados son inocuos. No obstante, algunas tradiciones culinarias caseras normales pueden estar en el límite de la inocuidad.

Pescado congelado:

La congelación a -20 °C y el mantenimiento de esta temperatura al menos durante 24 horas eliminará todos los nematodos.

3.6. SUSTANCIAS QUIMICAS

La contaminación con sustancias químicas figura en lugares muy bajos en las estadísticas oficiales como causa de enfermedades transmitidas por los productos pesqueros.

Las sustancias químicas contaminantes con cierto potencial tóxico son:

Sustancias químicas inorgánicas procedentes de contaminación industrial: antimonio, arsénico, cadmio, plomo, mercurio, selenio

Compuestos orgánicos procedentes de la contaminación agraria: dioxinas e insecticidas (hidrocarburos clorados).

Compuestos relacionados con la elaboración: nitratos, sulfitos (utilizados en la elaboración de camarones)

Contaminantes relacionados con la acuicultura (antibióticos, hormonas).

En el Cuadro 3.11 se muestran varios ejemplos de concentraciones máximas de residuos de sustancias químicas contaminantes en productos pesqueros para consumo humano.

Cuadro 3.11. Ejemplos de concentraciones máximas de residuos de sustancias químicas contaminantes en el pescado para consumo humano.		
Sustancia química	Límite máximo de residuo (mg/kg.)	País
DDT + DDE + DDD	2	Dinamarca
Dieldrin	0,1	Suecia
PCB	2	Suecia
Plomo	2	Dinamarca
Mercurio	0,5	CEE

3.7. DETERIORO

El tejido de los peces se caracteriza por su riqueza en nitrógeno proteico y no proteico (p. ej. aminoácidos, óxido de trimetilamina (OTMA), creatinina), pero el contenido de carbohidratos es escaso, lo que origina un pH *post mortem* alto (> 6,0). Además, los peces pelágicos tienen un contenido alto de lípidos, que están formados principalmente por triglicéridos con ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados.

También los fosfolípidos se hallan fuertemente insaturados y estas circunstancias tienen consecuencias importantes en los procesos de deterioro en condiciones de almacenamiento aeróbico.

La condición denominada “deterioro” no está, en términos objetivos, claramente definida. Entre los elementos evidentes del deterioro se encuentran:

- detección de olores y sabores extraños
- formación de exudados
- producción de gases
- pérdida de color
- cambios de textura

y el desarrollo de estas condiciones de deterioro en el pescado y sus productos se debe a la combinación de fenómenos autolíticos, químicos y microbiológicos.

Deterioro microbiológico

La flora inicial del pescado es muy variada, aunque está dominada normalmente, por las bacterias psicotróficas Gram negativas. El pescado capturado en zonas tropicales puede contener una carga ligeramente superior de organismos Gram positivos y bacterias entéricas. Durante el almacenamiento se desarrolla una flora característica, pero sólo una parte de esta flora contribuye al deterioro (véase Cuadro 3.12). Los organismos específicos del deterioro (OED) son los productores de los metabolitos que dan lugar a olores y sabores extraños relacionados con el deterioro.

Shewanella putrefaciens es típica del deterioro aeróbico en frío de muchos peces de aguas templadas, y produce trimetilamina (TMA), sulfuro de hidrógeno (SH_2) y otros sulfuros volátiles que dan lugar a olores y sabores extraños sulfurosos, como los típicos olores sulfurosos de la col.

Durante el deterioro a temperaturas más altas, las *Vibrionaceae* y *Enterobacteriaceae* forman metabolitos similares.

Durante el almacenamiento en atmósfera modificada (que contiene CO_2), una de las principales bacterias de la alteración es una *Photobacterium* psicrotrofa que produce grandes cantidades de TMA.

Algunos peces de agua dulce y muchos peces de aguas tropicales se caracterizan por una alteración del tipo *Pseudomonas* durante el almacenamiento aeróbico y refrigerado con hielo, alteración que se describe como afrutada, sulfurosa y nauseabunda.

Varios sulfuros volátiles (p. ej. metilmercaptano (CH_3SH) y dimetilsulfuro ($\text{CH}_3)_2\text{S}$), a excepción del sulfuro de hidrógeno, así como varias cetonas, ésteres y aldehídos, son producidos por *Pseudomonas*. En el Cuadro 3.12 se muestran los OED que han sido identificados en el pescado fresco no preservado. La putrefacción avanza muy rápidamente cuando la carga de OED supera aproximadamente 10^7 ufc/g.

Temperatura de almacenamiento	Atmósfera de envasado	Microflora dominante	Organismos específicos del deterioro (OED)
0°C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos psicrotróficos, no fermentativos	<i>S.putrefaciens</i>
		<i>Pseudomonas</i> sp., <i>S. putrefaciens</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Acinetobacter</i>)	<i>Pseudomonas</i>
	Vacío	Bacilos Gram negativos, psicrotróficos o con carácter psicrófilo	<i>S. putrefaciens</i>
		(<i>S.putrefaciens</i> , <i>Photobacterium</i>)	<i>P. phosphoreum</i>
	AM (con CO ₂)	Bacilos Gram negativos fermentativos con carácter psicrófilo	<i>p. phosphoreum</i>
		(<i>Photobacterium</i>)	
		Bacilos Gram negativos no fermentativos psicrotróficos	
		(1–10% de la flora: <i>Pseudomonas</i> , <i>S. putrefaciens</i>)	
		BAL	
	5°C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos psicrotróficos
(<i>Vibrionaceae</i> , <i>S. Putrefaciens</i>)			<i>S. putrefaciens</i>
Vacío		Bacilos Gram negativos psicrotróficos	<i>Aeromonas</i> sp
		(<i>Vibrionaceae</i> , <i>S. putrefaciens</i>)	<i>S. putrefaciens</i>
EAM		Bacilos Gram negativos psicrotróficos	<i>Aeromonas</i> sp
		(<i>Vibrionaceae</i>)	
20 – 30 °C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos mesófilos fermentativos	<i>Aeromonas</i> sp. móvil
		(<i>Vibrionaceae</i> , <i>Enterobacteriaceae</i>)	(<i>A. hydrophila</i>)

La actividad microbiológica también es la causa de la alteración de muchos productos pesqueros preservados y almacenados a temperaturas > 0 °C. No obstante, en la mayoría de los casos no se conocen las bacterias específicas del deterioro. La adición de pequeñas cantidades de sal y ácido, como en los productos de pescado ligeramente preservados, cambia la microflora dominante, de manera que pasa a estar formada principalmente por especies bacterianas Gram positivas (bacterias acidolácticas, *Brochotrix*), y algunas de ellas pueden actuar como OED bajo ciertas condiciones como se muestra en el Cuadro 3.13. No obstante, también algunas *Enterobacteriaceae* y *Vibrionaceae* pueden actuar como OED en estos productos. *Shewanella putrefaciens* también puede tener cierta importancia en productos con bajos niveles de preservación.

También los productos de pescado con un mayor grado de preservación, como los productos salados o fermentados, se deterioran debido a la acción de ciertos microorganismos. La flora dominante de estos productos son los micrococcos halófilos o halotolerantes Gram positivos, levaduras y mohos.

Un tipo de bacterias del deterioro extremadamente halofílicas son las que provocan una condición conocida como “pink” (rojo/rosado). Estas bacterias (*Halococcus* y *Halobacterium*) originan una coloración rojiza/rosada en el pescado salado, en la salmuera y en la sal, así como olores y sabores extraños normalmente relacionados con el deterioro (sulfuro de hidrógeno e indol).

Algunos hongos halofílicos (*Sporendonema*, *Oospora*) también se clasifican como causantes del deterioro. No producen olores extraños, pero su presencia hace perder parte del valor comercial del producto debido a su aspecto desagradable.

Deterioro químico (Oxidación)

- Los procesos de deterioro químico más importantes son los cambios que tienen lugar en la fracción lipídica del pescado (lípidos insaturados).
- Primer paso: formación de **hidroperóxidos** (insípidos pero pueden provocar una coloración marrón y amarilla).
- Segundo paso: degradación de los hidroperóxidos → **aldehídos y cetonas**. Estos compuestos tienen un fuerte sabor rancio.
- La oxidación puede ser iniciada y acelerada por el calor, la luz (en especial la luz UV) y varias sustancias orgánicas e inorgánicas (p. ej. Cu y Fe). También se conocen varios antioxidantes con el efecto contrario (alfa-tocoferol, ácido ascórbico, ácido cítrico, carotenoides)
- El deterioro químico, o desarrollo del enranciamiento puede evitarse mediante una **rápida manipulación de las capturas a bordo** y el almacenamiento de los productos pesqueros en condiciones anóxicas (**envasado al vacío o envasado en atmósfera modificada**). Puede considerarse también el uso de antioxidantes.

Deterioro autolítico

- Acción de las enzimas intestinales en ciertos pescados no eviscerados → olores y coloraciones extrañas
- En el pescado congelado los cambios autolíticos son de gran importancia.
- la tasa de autólisis se reduce sensiblemente a temperaturas inferiores a -20 °C.

TEMA 3. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

Carne: “ constituida fundamentalmente por el tejido muscular de los mamíferos de las especies de abasto (vaca, cerdo, oveja, buey)”.

Músculo = células (miofibrillas) + proteínas sarcoplásmicas solubles.
[proteína] = 20 %

- “papilla de carne” → Medio de cultivo excelente: H.C (1 %) (glucógeno, ácido láctico) y micronutrientes en disolución: agua: 75 % ($a_w = 0,99$) y pH = 7

- “músculo vivo”- DEFENSAS:

→ SISTEMA INMULÓGICO

→ O₂ DIFÍCILMENTE ACCESIBLE (célula viva - respiración)

→ En general: A excepción de: **superficie externa, tracto digestivo, tracto respiratorio y gánglios linfáticos** → los tejidos (incluido el muscular) de los animales SANOS contienen pocos microorganismos.

TEJIDO VIVO → SACRIFICIO → Carne blanda

(DEFENSAS) “Rigor mortis” proteolisis

(pH= 7) (pH=5)-láctico (pH = 7)

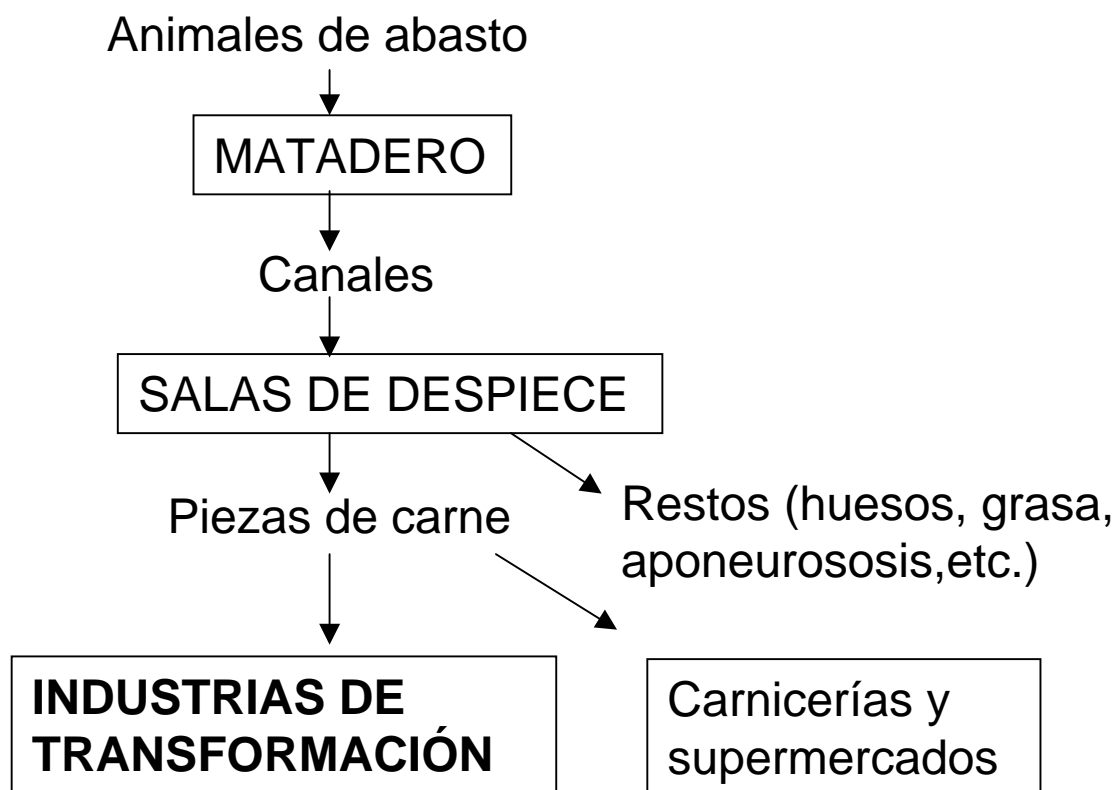
(exudados)

Tiempo de almacenamiento de distintos tipos de carne

Canales	Temperatura (°C)	tiempo (semanas)
- Buey	- 1,5 - 0	4 – 5
- Vaca	- 1 - 0	1 – 3
- Oveja	- 1 - 0	1 – 2
- Cerdo	- 1,5 - 0	1 – 2

INDUSTRIAS CÁRNICAS

- La industria cárnica comprende una serie de etapas encaminadas al paso progresivo de las reses o animales de abasto a productos alimenticios
- Se estructura en 3 etapas principales:



- **Salazones cárnicas (jamón tipo Serrano)**
- **Productos cocidos (jamón cocido)**
- **Embutidos crudos curados (chorizo, salchichón)**
- **Embutidos cocidos (embutidos coextrusionados)**
- **Conservas cárnicas**

GRANJA { Condiciones higiénicas. Sistema ACCPP
Selección y control de ejemplares. Limpieza instalaciones.
Alimentación

MATADERO (Operaciones de preparación de la canal) Consecuencias sobre la calidad higiénica de la carne y su conservación

Transporte al matadero:

- Cuidar del buen manejo de los animales.
- Separar por lotes los animales de distinto origen.
- Mantener la limpieza de los animales.

Necesitan:

- Cama adecuada.
- Suelo rugoso.
- Materiales sin aristas cortantes
- Techo cubierto (lluvia, frío, etc.)

Evitar:

- Pendientes, rampas, curvas.
- Desniveles (saltos, caídas)
- La visibilidad que asuste al animal.

Estancia en el matadero (Estabulación)

Proporcionar:

- Agua
- Comida
- Lecho colgados
- Temperatura
- Ventilación
- Tiempo de reposo

Evitar:

- Ruidos.
- Corrientes de aire
- Ver objetos extraños o animales
- Ver reflejos luminosos
- Percibir la oscuridad
- Percibir olores (sangre)

Sacrificio:

Inmovilización → **Acondicionar** el box según el tamaño del animal.

- Evitar las ataduras.
- No colgar/suspender a los animales antes de aturdir.

Aturdido: Colocar la pistola en la posición exacta del punto de aturdimiento.

Tiempo de aturdimiento:

- Pistola, nunca superior a 60 segundos.
- Comprobar los signos de un correcto aturdimiento: ojos, relajación muscular...
- Repetir la operación si no ha sido efectiva.

Abatido: Proporcionar una superficie que recoja el cuerpo del animal aturdido en condiciones de limpieza.

- Evitar en la caída la producción de arañazos, heridas, hematomas, roturas de huesos, etc.

Sangrado y muerte del animal

- Realizar el "corte completo" de los vasos y suspender el animal.
- El animal muere por la rápida pérdida de sangre (70 segundos en el ganado vacuno)
- **Consecuencias sobre la calidad de la carne.**

BUEN trato

MAL trato

Sangrado eficaz (eliminación de nutrientes y flora)
Mayor calidad higiénica
Mayor tiempo de conservación
Mejor presentación de la canal.

Fatiga muscular
(láctico – pH !)
Hemorragias, coágulos - **Infecciones**
Rotura de huesos
Peor calidad higiénica y sanitaria

Desollado (eliminación de piel por tracción) → Importante: retirada de PIELES

Fuentes de contaminación de la piel: granja (suelo, pienso); vehículos de transporte

Evisceración - Vísceras: intestinos, pulmones, hígado, ganglios linfáticos, etc..

→ ELIMINACIÓN Y RETIRADA EFECTIVA

- No realizar cortes en intestinos (→ diseminación de flora intestinal)



Canal. Contaminación:

-**Superficial:** fuentes: piel, pezuñas, suelo, manipuladores (paños, manos y ropas de los operarios), agua de lavado de la canal, aire.

Flora superficie: $10^3 - 10^4$ ufc / cm^2

-**Profunda:** asociada a apertura de cavidades.

Medidas de Control:

-**Tecnología:** Diseño higiénico de la instalación de evisceración. Sistemas de APPCC. Agua de lavado de la canal (a temperatura $80^\circ C$ + ácido (láctico, cítrico, acético): 2 –5 %; cloración)

- **Personal:** Salud, control médico, limpieza de ropas y utensilios (cuchillos). Formación higiénica.

Alteración microbiana durante la Refrigeración

Cámara → control de: hr; [gases] Ideal: 12 % CO_2 ; ventilación

Alteración función de $[O_2]$ → Predominio de G – psicrófilos (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*) y bacterias lácticas.

- Manifestación: tasa de microorganismos en superficie $> 10^7$ b/ cm^2

→ pérdida de brillo, pigmentaciones (hemoglobina → **mioglobina**)
(enverdecimiento).

→ **Otros síntomas:** aparición de olor y viscosidad (limo superficial) y **aumento de pH !**

Alteración suave por bacterias lácticas → láctico (deseable)

- Alteración fúngica:

- “barbas” – *Thamnidium*, *Mucor* y *Rhizopus*
- “moteado negro” – *Cladosporium*
- “ moteado blanco” - *Sporotrichum*

- Patógenos:

Clostridium perfringens

- Aparece normalmente en número pequeño (1 ufc / 10g); si en rigor mortis el pH no baja a 5 uds. → RIESGO
- CONTROL: buenas prácticas previas al sacrificio y refrigeración (las esporas no germinan a $t_a < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Salmonella

- Puede aparecer por contaminación fecal o cruzada. Posibilidad de control por irradiación.
-

CONGELACIÓN

- Almacenamientos prolongados > 3 semanas
- Exportación a otros países

- Sistemas: (aire forzado, congelador de placas, inmersión o pulverización con N líquido)

- Congelación → Destrucción de microorganismos por formación de cristales de hielo. Ocurre lentamente (5% / mes; $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Problema: DESCONGELACIÓN → EXUDADOS . Se admite que en esta fase el nº de bacterias se multiplica por 10 o 100

- ↓ medias canales
- ▼ canales en 3 piezas

SALAS DE DESPIECE

→ Deshuesado y preparación de "piezas de carnicería" (sin grasa ni tejido conjuntivo).

→ ENVASADO:

- Piezas mayores: VACÍO y 1 °C → Conservación: 2 meses.
- Piezas pequeñas: ATMÓSFERA MODIFICADA o CONTROLADA
→ FILM PLÁSTICO → CONTROL DE CO₂ y O₂ en el interior del envase
- "controlada" → la concentración deseada se mantiene constante durante el periodo de almacenamiento
- "modificada" → (consumo de O₂ por el producto)
- Atmósferas ricas en CO₂ (20 – 30 %) (o N₂):
 - + control de alteración por psicrófilos aerobios
 - color pardo (aunque en el momento de exposición al público, se rompe el film y la carne recobra el color rojo)
- Atmósferas ricas en O₂:
 - + mantiene color rojo brillante característico (**oximioglobina**).
 - favorece alteración por aerobios

Vida útil: de 1 a 3 semanas bajo refrigeración

Alteración = f. del O₂ existente y pH (peligrosos: > 6) (a medida que la alteración aumenta el pH también lo hace !!)

- 1º: G – psicrófilos aerobios
- 2º: *Pseudomonas* facultativos y **B.A.L** → "agriado suave" (láctico, diacetilo, acetoína)
- a partir de 10⁷ b/cm² → mal olor (SH₂, TMA, acético, butírico)
limo superficial (viscosidad)

El SH₂ reacciona con la hemoglobina → enverdecimiento

CARNICERÍAS Y SUPERMERCADOS

→ “Cortes listos para la venta” → ENVASADO

→ Carne picada:

- calidad de piezas a triturar.

- PICADO → SALIDA DE JUGOS, DISPERSIÓN DE FLORA Y PROLIFERACIÓN

→ REALIZAR OPERACIÓN A 10 °C

→ NO ALMACENAR (Preparar para vender)

→ Limpieza picadora

- Ej. Recuento de carne picada de vacuno

- micrococcos, lactobacilos, pseudomonas : 10^6

- enterobacterias : 10^3

- *S. aureus* : 10^2

- Antaño (para recuperar color y controlar flora): sulfitos, nitratos y nitritos
ahora: PROHIBIDO.

- Microbiología

- Patógenos

- Salmonella
 - E. coli O157:H7
 - S. aureus
 - Listeria monocytogenes
 - Yersinia enterocolitica
 - Campylobacter spp.
 - Esporulados: C. perfringens

- Alterantes: Gram negativos psicrofílos

- Legislación

- Real Decreto 1916/1997, de 19 de diciembre, por el que se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de carne picada y preparados de carne. En aplicación nacional de: Directiva 94/65/CE
 - RD 1376/2003, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción, almacenamiento y comercialización de las carnes frescas y sus derivados en los establecimientos de comercio al por menor
 - B.O.E. 13/1/98
 - Criterios microbiológicos (RD 1916/1997)
 - Anexo II: Criterios microbiológicos para carne picada
 - Anexo IV: Criterios microbiológicos para preparados de carne

INDUSTRIAS DE TRANSFORMACIÓN

- Embutidos crudos curados

* **CURADO**

- Sales de curado: sabor, ligazón de la mezcla, a_w ↓ (conservación)

- Sal común: Concentraciones de 5-10 % inhiben PSICRÓFILOS pero permiten crecimiento de HALOTOLERANTES (flora fermentativa)

- Nitratos / nitritos (sódico y potásico)

MAX: 300 150 ppm

- control de esporulados anaerobios y otros patógenos
(enterobacterias)

- interviene en el aroma y color (nitrosomioglobina)

- Problema: DOSIS (nitrosaminas) → (usar a pH ácido)

- Formas de aplicación:

- **curado en seco**: frotar sobre la pieza o apilar entre capas de sal durante 1 –2 días; $t_a=4^\circ\text{C}$, $h_r=95\%$

- **inmersión en salmuera** al 10 % (lomo adobado de cerdo)

- **curado por inyección** de salmuera por arterias y venas (jamón)

- **adición directa** (embutidos)

FLORA FERMENTATIVA

COCOS G +

- **Micrococcos**

- proteolíticos y lipolíticos (alteración suave deseada)
- Reducen nitratos a nitritos:
 - control de esporulados
 - interviene en aroma

- actividad catalásica: degradación de peróxidos (aroma)

- Otros: *Kocuria*, *Staphylococcus xylosus*, *S. carnosus*

BACTERIAS ACIDOLÁCTICAS (LAB / BAL)

+ **Lactobacillus, Pediococcus**

- **Leuconostoc y Enterococcus** (gas, peróxidos y limo)

Lactobacillus

producen **ácido láctico**

- control de crecimiento microbiano (conservante)
- interviene en sabor y aroma
- favorece el procesado (SECADO: pérdida de la capacidad de retención de agua de las proteínas cuando se alcanza su pto isoelectrico a pH = 5)

FERMENTACIÓN INDUCIDA - Iniciadores frecuentes (con sacarosa o leche en polvo):

L. plantarum, *L. brevis*, *L. farciminis*, *L. alimentarius*, *L. curvatus*

FERMENTACIÓN NATURAL:

Ta < 25 °C - *L. sakei*, *L. curvatus*

Ta > 25 °C - *L. plantarum*

- Otros subproductos (heterolácticos): acético, fórmico, a. grasos libres, peróxido de hidrógeno, diacetilo, acetoína ..

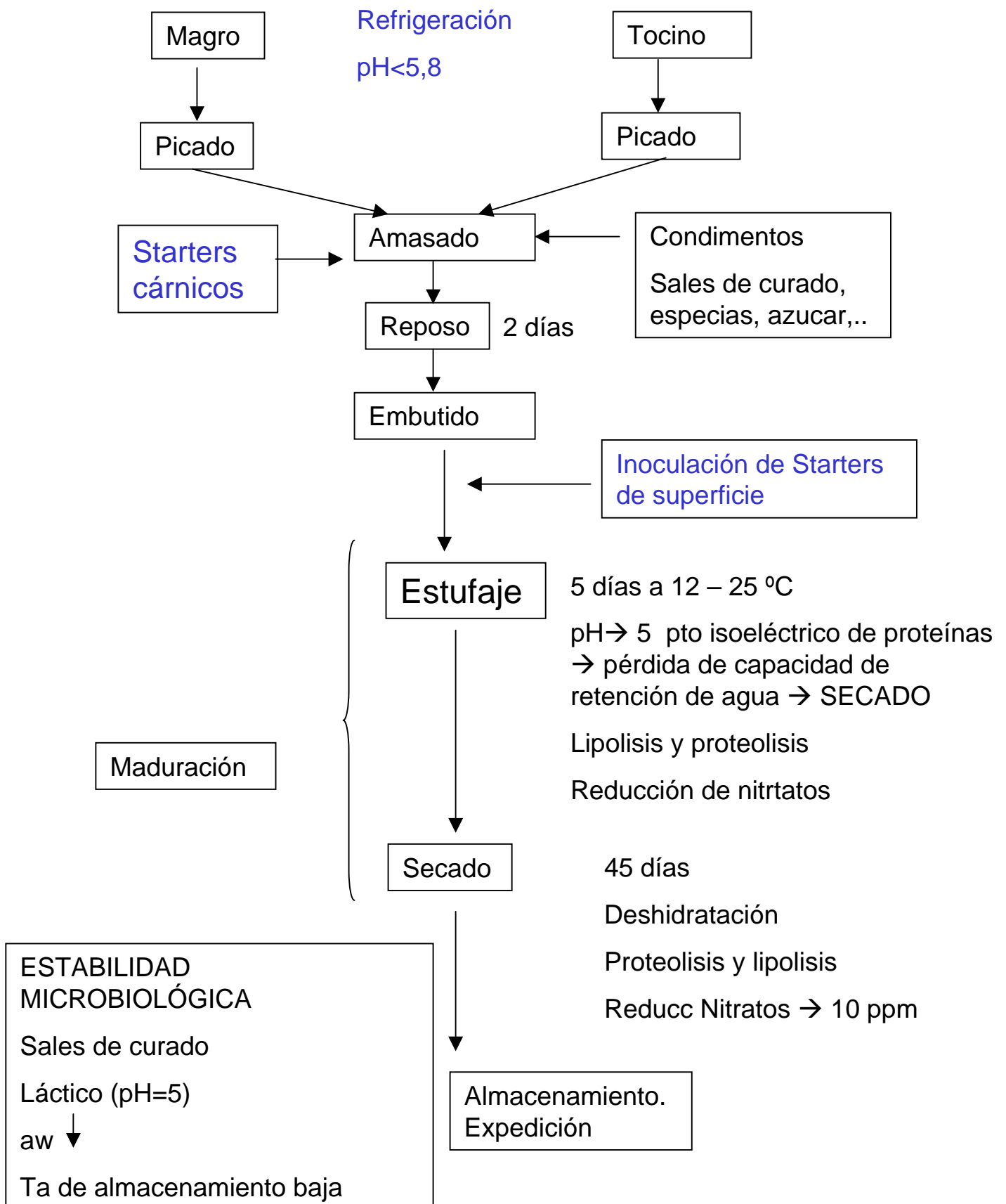
Pediococcus homolácticos: (*P. acidilacti*, *P. pentosaceus*)

Maduración (proteolisis, lipólisis)

Levaduras: *Debaromyces hansenii* (*Candida famata*)

Hongos (Inoculados en superficie): *Penicillium nalgiovensis*, *P. chrysogenum*, *P. camemberti*

ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS CRUDOS CURADOS: Chorizo, salchichón



HORTALIZAS, FRUTAS y DERIVADOS

HORTALIZAS

Composición y propiedades.

Flora. Enmohecimientos. Alteración bacteriana. Patógenos.

Focos de contaminación en productos frescos y transformados

FRUTAS

Composición y propiedades.

Flora. Enmohecimientos. Micotoxinas.

DERIVADOS (CONSERVAS VEGETALES, ZUMOS DE FRUTA Y MERMELADAS)

Propiedades relacionadas con su estabilidad microbiológica

Alteración de alimentos enlatados

HORTALIZAS

- Órganos subterráneos: remolacha, zanahoria, patata
 - Bulbos: cebolla, puerro
 - Tallos: espárrago
 - Flores: alcachofa, coliflor
 - Frutos: pimiento, tomate, pepinillo
 - Hojas: espinaca, lechuga
-

Composición química:

- Agua.....60 – 96 %
 - H.C..... 3 % (tomate) – 20 % (patatas) - (pectinas, almidón)
 - Proteína....1% (tomate) – 6 % (guisante)
 - Grasa0,1 – 2 %
 - Vitaminas: A (carotenos), B, C, E y K
 - Minerales: Na, Ca, Fe, Zn
 - pH: 5 -7
-

Después de su recolección siguen estando “vivas” → las propias enzimas del vegetal son la causa de alteración más importante:

- consumo de almidón (respiración)
- degradación de pectinas (textura)
- degradación de clorofilas, oxidación de carotenos (color)

CARACTERÍSTICAS DE LOS TEJIDOS VEGETALES CONDICIONANTES DEL CRECIMIENTO MICROBIANO

- Pobres en proteínas

+ Componentes principales: fibra (pectina), almidón, minerales, algunas vitaminas, ciertos lípidos

+ pH: 5 – 7

→ CRECIMIENTO MICROBIANO POSIBLE SI LAS CONDICIONES DE HUMEDAD SON ADECUADAS

-Fuentes de contaminación del producto

Suelo, agua, aire, insectos y actividad animal

- Otras circunstancias:

- Empleo de estiércol (abono)

- Empleo de efluentes fecales o aguas contaminadas (riego)

- Empleo de pesticidas (fungicidas)

- Prácticas de cultivo (residuos dejados en el suelo tras la recolección).

- Cultivo en invernadero (el riego por goteo produce menor contaminación superficial que lluvias pesadas y viento que favorecen la transferencia de microorganismos del suelo a las superficies de la planta).

- Recuento bacteriano a la llegada a fábrica –VARIABLE

MATERIAS PRIMAS

<i>Vegetal</i>	<i>Recuento total (ufc/g)</i>
Zanahoria	440.000 -3.200.000
Remolacha	4.000-2.000.000
Col	1.000-150.000
Frijoles	100.000-10.000.000
Maíz	1.200.000-10.000.000
Berza	2.000.000-23.000.000
Espinacas	220.000-30.000.000
Guisantes	600.000-3.000.000
Judías verdes	75.000-28.000.000
*Tomate	62.000-300.000.0000
*Espárrago	42.000-200.000.000

MICROORGANISMOS DE HORTALIZAS Y VERDURAS

Bacterias

Gram - : Coliformes ⁽³⁾⁽⁴⁾ , *Xantomonas* ⁽¹⁾, *Erwinia* ⁽¹⁾, *Pseudomonas** ⁽²⁾,
Flavobacterium ⁽²⁾, *Alcaligenes* ⁽²⁾

Gram +: Corineformes ⁽²⁾; Micrococos y Lactobacilos (flora superficial)

-Organos subterráneos: Esporulados (*Bacillus* y *Clostridium*)

Hongos ⁽¹⁾: *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*.

PATÓGENOS:

Bacterias ⁽³⁾⁽⁴⁾: *Salmonella*, *Shigella*, *E.coli* (grupos patógenos), *Vibrio cholerae*

Hongos: Productores de micotoxinas

Virus ⁽³⁾: *Norwalk*, hepatitis A

Protozoos ⁽³⁾: *Entoameba histolytica*, *Cryptosporidium*, *Giardia*

⁽¹⁾ asociados a podredumbres típicas de hortalizas (*podredubre blanda*)

⁽²⁾ asociados al agua de riego (psicrófilos*)

⁽³⁾ asociados al riego con agua contaminada

⁽⁴⁾ asociados a fertilización con estiercol

ALTERACIONES FÚNGICAS

Vegetal	Hongo	Tipo de alteración
Zanahoria	<i>Alternaria</i>	Podredumbre negra
Lechuga	<i>Bremia, Phytophthora</i>	Tizón veloso
Cebolla	<i>Aspergillus</i>	Podredumbre del moho negro
Espárrago	<i>Fusarium</i>	Podredumbre del Fusarium
Judías verdes	<i>Rhizopus, Pytium</i>	Podredumbre blanda, Marchitamiento
Patata	<i>Fusarium</i>	Podredumbre de los tuberculos
Col	<i>Botrytis</i>	Podredumbre del moho gris
Tomate	<i>Alternaria, Sclerotinia</i> <i>Fusarium</i>	Podredumbre acuosa

•Recolección:

- a) Uso de cajas, cestas o carretillas, etc.. → Riesgo de apilamiento de producto
→ lesiones físicas: aparición de focos de actividad enzimática
→ salida de jugos → proliferación microbiana y riesgo de contaminación cruzada.
- b) Riesgo de contaminación procedente de envases sucios.

→ Evitar apilamiento de producto (recipientes de recolección de poca capacidad)

→ Recipientes de recolección LIMPIOS y DESINFECTADOS

•Transporte a mercado o a la planta de tratamiento → lesiones por causas mecánicas → Transporte CUIDADOSO

•Almacenamiento en cámara: Condiciones de temperatura y composición gaseosa de la cámara ÓPTIMAS según producto. En general:

-Temperatura: 0 a 3 °C

- Composición gaseosa: CO₂

-Humedad relativa: > 90 %

LAVADO DE LA MATERIA PRIMA

FUNCIONES

- Eliminar la tierra y el polvo adherido.
- Disminuir la carga microbiana.

Problemas:

- favorece el crecimiento de los microorganismos,
 - diseminación de flora desde unos ejemplares a otros
- Agua clorada (1-2 ppm y 400-500 ppm). Detergentes.

SISTEMAS

- Balsas de agua, estática o recirculante.
- Sistema de duchas.

PROCESADO: CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN / CALIBRADO / PELADO / DESCORAZONADO

En general son operaciones que contribuyen a reducir carga microbiana pero presentan el riesgo de lesionar de forma física el producto, por ejemplo:

PELADO; FUNCIONES

Elimina de la superficie de los alimentos la tierra y la contaminación microbiana asociada a ella

Problema: elimina las barreras protectoras naturales de la planta intacta y abren la posibilidad de proporcionar un medio adecuado para el crecimiento microbiano.

→ **EQUIPO**: normalizado de acero inox. con superficies lisas, sin hendiduras, ni ángulos muertos, de fácil limpieza y desinfección.

- Superficies de madera o tela (cintas transportadoras) son difíciles de limpiar y por consiguiente son focos de contaminación a controlar.

- El **agua** utilizada en cualquier tipo de operación debe poseer un grado de calidad microbiológica adecuada.

ENVASADO: Atmósferas especiales (CO₂, N₂) + vacío → prevención contaminación por alterantes aerobios mesófilos → aumento de la Vida Útil

FRUTAS

Además de su **piel externa** más gruesa y la **acidez** de la pulpa (pH < 4,6), existen sustancias antimicrobianas (**aceites esenciales**) y la planta se suele tratar con potentes **fitosanitarios** como fungicidas y a veces hasta soluciones de antibióticos.

FLORA PROPIA: hongos, levaduras y bacterias lácticas.
Procedencia: suelo, aire, insectos...

RIESGOS

- Contaminantes fecales (bacterias, virus y protozoos) transmitidos principalmente por el agua de lavado.

- Producción de micotoxinas

→ **No obstante, la proporción de brotes de intoxicación alimentaria asociados a las frutas es bajo.**

<u>Fruto</u>	<u>Hongo</u>
Naranja	<i>Penicillium, Fusarium, Alternaria</i>
Manzana	<i>Penicillium, Rhizopus, Alternaria, Gleosporium, Physalospora</i>
Pera	<i>Penicillium, Rhizopus, Alternaria,</i>
Tomate	<i>Alternaria, Sclerotinia, Fusarium</i>
Fresa	<i>Mucor, Rhizopus</i>
Uva	<i>Botrytis</i>
Plátano	<i>Fusarium, Gleosporium</i>

CONTROL

- Fungicidas, SO₂
- Higiene en recolección
- Almacenamiento (0-3 °C; 90 % hr; 10 % CO₂, fungicidas)
- Agua de lavado: clorada (1 – 500 ppm)

Propiedades de los derivados de frutas (mermeladas y zumos) relacionadas con su estabilidad microbiológica

- **Acidez** ; pH: 2,5 (limón) – (manzana, pera, ciruela) – 4,5 (tomate)

Ácidos orgánicos: cítrico, málico, tartárico

- a_w - Importante en mermeladas y zumos concentrados

$$[\text{azúcares}] = 50 - 60 \% \rightarrow a_w < 0,9$$

- Nutrientes

- [Compuestos nitrogenados sencillos] ↓ = 0,05 – 0,15 %

- [ácidos orgánicos] ↑

- H.C = 5 – 15 % (glucosa, fructosa)

- [O₂] ↓ - zumos: desaireación, pasteurización

- ligado a vit C

CONSERVAS

ALTERACIÓN DE ENVASES ASOCIADA A TRATAMIENTO TÉRMICO INSUFICIENTE

CAUSAS

- Defectos y fallos técnicos, cortes de luz, etc..
- Diseño erróneo del tratamiento térmico
- Alta carga microbiana de la materia prima.

INVESTIGACIÓN DE LAS CAUSAS

- Identificación del organismo responsable.
- Revisar materias primas y sistemas de limpieza
- Análisis de las Curvas de distribución y penetración de calor

AGRESIVIDAD DE LOS ALIMENTOS

		ALIMENTOS DE ACIDEZ ALTA pH < 4,5		ALIMENTOS DE ACIDEZ MEDIA 4,5 < pH < 5,5		ALIMENTOS DE ACIDEZ BAJA pH > 5,5					
		MUY AGRESIVOS pH < 4,5		MEDIANAMENTE AGRESIVOS pH 5,5 - 4,5		POCO AGRESIVOS pH 7 > 5,5					
		NO SULFURANTES	SULFURANTES	NO SULFURANTES	SULFURANTES	NO SULFURANTES	SULFURANTES				
FRUTAS		Aceitunas verdes Albaricoques Castañas (crema) Cerezas Ciruelas Cóctel de frutas Fresas Higos Manzanas Melocotón Melón Naranjas Peras Piña Uvas Zumos de frutas		Aceitunas negras Castañas (en almíbar) Carne de membrillo Mermeladas		Castañas en seco Dátiles en seco Frutas deshidratadas					
	HORTALIZAS		Alcachofas acidific. Apio acidificado Berenjenas acidific. Champiñón acidific. Encurtidos Pimientos acidific. Remolacha acidific. Tomate		Alcachofas al natural Apio al natural Calabacín Champiñón Espárragos Espinacas Judías verdes Pimientos al natural Remolacha Patatas en salmuera Tomate frito	Guisantes Habas Maíz Puerros	Alcachofas en aceite				
		PESCADO		Atún en escabeche Sardinias en escabeche Mejillones en escabeche		Atún al natural Mejillones al natural Crustáceos al natural Moluscos al natural Sardinias en tomate		Calamares en su tinta	Anchoas en aceite Sardinias en aceite Atún en aceite Caballas en aceite		
			CÁRNICOS			Salchichas en salmuera Ternera en salsa			Albóndigas Aves Chorizo Patés Ternera	Callos Jamón Lomo trufado Lunch Mortadela	
				LEGUMBRES			Alubias al natural Garbanzos en salmuera Lentejas en salmuera			Fabada Garbanzos Lentejas	
					OTROS		Mayonesa Ketchup	Pastas con salsa Menestra de verduras Sopas de verduras		Aceites Alimentos para animales Café Galletas Leche en polvo o condensada	

1.- MICROORGANISMOS EN ALIMENTOS DE ACIDEZ BAJA Y MEDIA

1. AEROBIOS ESPORULADOS

- Los más difundidos son los del género ***Bacillus***, tienen su origen en el suelo y agua, por lo que casi siempre están presentes en las materias primas empleadas en conservas.
- La mayoría son mesófilos (Ta óptima de crecimiento: entre los 28 y 40 °C), aunque existen algunos termófilos: (55 °C - 70 °C)
- Metabolismo: aerobios o anaerobios facultativos (estos últimos capaces de crecer en condiciones de vacío).

Alteraciones:

- Fermentación simple: es la más común y se debe al ataque de los carbohidratos con producción de ácido y sin producción de gas.

Causada principalmente por los termófilos:

- ***B. stearothermophilus***:

En productos de baja acidez (guisantes, hortalizas...). No crece a pH < 5

- ***B. coagulans***:

Es acidúrico (pH de hasta 4,2). Presenta esporas menos resistentes al calor

- Producción de ácido y gas: ***B. macerans*** y ***B. polymixa***.

2. ANAEROBIOS ESPORULADOS

- Esporas proceden principalmente del suelo → hortalizas.
- Célula vegetativa, también de hábitat intestinal → carne
- Pueden ser: termófilos (Ta óptima: 55 °C) y mesófilos (37 °C).
- **Termófilos**: los sacarolíticos son los más importantes. Fermentan azúcares con gran producción de GAS →abombamiento de las latas.

Destaca: ***Clostridium thermosacharoliticum***

- **Mesófilos**: pueden ser:
 - proteolíticos: ***C. perfringens*, *C. sporogenes* y *C. bifermentans***
 - sacarolíticos: los más frecuentes son ***C. butyricum*, *C. pasteurianum***
 - Patógenos: ***C. botulinum*** (proteolítico y sacarolítico). Es el causante del botulismo

3. BACTERIAS NO ESPORULADAS

- ***Streptococcus faecium*** y ***S. faecalis***, son estreptococos fecales que producen olores y sabores anormales en cárnicos enlatados. El primero es de mayor termorresistencia.

4. MOHOS, LEVADURAS Y BACTERIAS MESÓFILAS

- Procedencia: poros, fugas

- Entre las **levaduras** destacan las fermentadoras de la sacarosa con producción de GAS (leche condensada):

- ***Torula globosa*** (células redondeadas)

- ***Torula lactiscondensis*** (células ovales), produce una fermentación más vigorosa, por lo que las latas pueden reventar en pocos días.

- ***Aspergillus repens*** es un moho que da lugar a la formación de botones en la superficie de la leche condensada.

- **Enterobacteriaceas** (coliformes, *Aerobacter*, *Proteus sp.*, etc.) son responsables del abombamiento del jamón cocido enlatado

2.- MICROORGANISMOS EN PRODUCTOS ÁCIDOS

Se controlan fácilmente con un tratamiento térmico relativamente corto a una temperatura inferior a los 100 °C.

1. BACTERIAS ESPORULADAS

a) Anaerobias sacarolíticas:

- ***Clostridium pasteurianum***:

Produce la alteración gaseosa de conservas de frutas y tomate

No se desarrolla a pH < 3,7

- ***C. butyricum***. Alterante de conservas de frutas

b) Causantes de fermentación simple: ***Bacillus coagulans*** (conservas de tomate)

Es termófilo y se desarrolla a un pH de 4,2.

c) Fermentación con producción de gas: ***B. macerans*** (frutas enlatadas)

B. polymixa (consevas de hortalizas y frutas)

2. BACTERIAS NO ESPORULADAS

- Bacterias lácticas Gram positivas (cocos y bacilos) productoras de ácido láctico y algunas de gas, que pueden alterar productos ácidos como conservas de frutas, zumos y mermeladas.
- Pueden desarrollarse con escasa tensión de oxígeno.
- Se destruyen con tratamiento térmico del orden de 100 °C.

Destacan:

- ***Lactobacillus brevis*** causa una vigorosa fermentación en Ketchup y salsas de tomate. Es formador de gas.
- ***Leuconostoc pleofructi*** produce la alteración de almibares de las conservas de fruta y jugo azucarado de tomate, dando lugar a la formación de película (turbidez).
- ***Leuconostoc mesenteroides*** da lugar a la alteración gaseosa de la piña enlatada.

3. LEVADURAS

- Son responsables de la fermentación de zumos, salsas ácidas y mermeladas cuya conservación depende de la acidez, el azúcar y la sal .
- Alteración → turbidez, flóculos y películas
- Suelen tener actividad pectinasa → pérdida de consistencia del producto.
- Suelen utilizar ácidos orgánicos → aumento de pH y “olor a fermentado” (acetaldehído)

4. MOHOS

- Suelen tener actividad pectinasa → responsables de la desintegración (pérdida de consistencia) de la fruta por descomposición del material pectínico.
 - ***Byssochlamys fulva***:
Especie de mayor importancia en los alimentos enlatados ácidos. Abomba el envase por producción de dióxido de carbono. Sus esporas son altamente resistentes al calor.
 - ***Byssochlamys nivea***. Frecuente en la alteración de fresas enlatadas.
 - ***Penicillium***: (grosellas enlatadas)
 - ***Aspergillus*** (fresas enlatadas).
 - ***Rhizopus nigrificans (Rh. stolonifer)*** (albaricoque)

Envases no herméticos (fugas o abiertos):

Penicillium, Aspergillus (A. niger; A. ochraceus)

LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

1.- INTRODUCCIÓN

Importancia de los microorganismos en los productos lácteos.

Definiciones.

Composición y propiedades más importantes.

2.- LECHE CRUDA.

Flora inicial. Fuentes de contaminación.

- Interior de la ubre.
- Superficies exteriores.
- Equipo de ordeño.
- Otras fuentes.

Alteraciones.

- Agriado y acidificación con coágulo.
- Proteolisis.
- Leche filante.
- Coloraciones.
- Modificaciones del sabor o el olor.

Medidas de control.

3.- LECHE COMERCIALES.

Propiedades.

Pretratamientos.

Tratamiento térmico.

Instalaciones.

Cálculo del tratamiento.

Alteración postratamiento.

4.- LECHE ESPECIALES: CONSERVADAS POR DESHIDRATACIÓN

Leches concentradas: Evaporada y condensada

Leche en polvo

Alteración

5.- PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS

Yogurt. Leches fermentadas. Quesos

• IMPORTANCIA MICROORGANISMOS: 3 ASPECTOS:

- ACCIÓN BENEFICIOSA → Productos lácteos fermentados

- MICROORGANISMOS PATÓGENOS → Intoxicación alimentaria

- MICROORGANISMOS ALTERANTES → Defectos físicos en el producto

- DETERMINAR:

*** NATURALEZA**

*** FUENTE DE ORIGEN**

- TOMAR MEDIDAS PARA SU CONTROL

*** CRECIMIENTO**

*** DESTRUCCIÓN**

• DEFINICIONES:

- **Leche cruda o natural:** producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros procedente del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas. (Decreto 2478/1966, de 6 de octubre (BOE 7-10-66)).
- **Leches comerciales:** comprenden la leche fresca que se consume en forma líquida y que ha sufrido algún tipo de tratamiento térmico, tales como leche pasteurizada, esterilizada, Leche UHT, leche aromatizada y crema.
- **Leche pasteurizada:** Se entiende por leche pasteurizada la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida a un proceso tecnológico adecuado que asegure la destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal, sin modificación sensible de su naturaleza fisico-química, características biológicas y cualidades nutritivas. (Orden de 11 de febrero de 1987, BOE 20-2-87).

- **DEFINICIONES:**

- Leche esterilizada: Se entiende por leche esterilizada la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida después de su envasado a un proceso de calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que aseguren la destrucción de los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia. (Orden de 11 de febrero de 1987, BOE 20-2-87).

-Leche UHT: Se entiende por leche UHT la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida a un proceso de calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que aseguren la destrucción de los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia, y envasada posteriormente en condiciones asépticas. (Orden de 11 de febrero de 1987, BOE 20-2-87).

• COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES:

Agua:	87 %
Proteínas:	3,5 % (caseína: 2,7%)
Lípidos:	3,5- 4 % (glóbulos grasos)
Hidratos de carbono:	5,1 % (lactosa: 4,9%)
Sales minerales:	0,7 % (sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio, fósforo, cloruros, ácido cítrico)
Vitaminas hidrosolubles:	(Vitaminas C, B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ , niacina, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina, colina, inositol)
Vitaminas liposolubles:	(Vitaminas A, D, E y K)

* **Enzimas:** lactenina, lactoperoxidasa, catalasa, reductasa, lipasa, fosfatasa, proteasa, amilasa y lisozima.

* pH: 6,5 - 6,7

MEDIO DE CULTIVO: EXCELENTE

→ Refrigeración tras ordeño (0 – 5 °C)

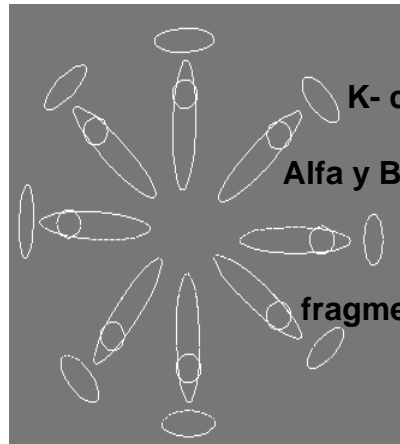
ESTRUCTURA FÍSICA DE LA LECHE

La leche es una mezcla de 3 sistemas:

1.- EMULSIÓN:

lípidos y vitaminas liposolubles en forma de **GLOBULOS GRASOS** en el seno de una solución acuosa

2.- SUSPENSIÓN ACUOSA de MICELAS DE CASEINA y SALES MINERALES



K- caseína (Lys, Phe, Met) → carga +

Alfa y Beta - caseínas (Glutámico, Aspártico) → carga -

fragmento peptídico con iones PO_4

ESTABILIDAD: ATRACCIONES ELECTROSTÁTICAS e IONES Ca^{+2}

3.- SOLUCIÓN ACUOSA de AZÚCARES (lactosa) y VIT. HIDROSOLUBLES

• FLORA INICIAL. FUENTES DE CONTAMINACIÓN:

-Carga microbiana mínima: 100 – 500 ufc / ml.

- Función del momento del ordeño: últimas porciones: estériles; 1as. porciones: mayor de 1000 ufc /ml

INTERIOR DE LA UBRE

Procedencia:

- superficie exterior de la ubre → interior del pezón
(canales galactóforos)

- Microflora normal: * *Micrococcus*

* *Streptococcus*

- *S. lactis* y *S. cremoris* aparecen en leche pero no en
ubre

- Mastitis:

* *Streptococcus agalactiae*

* *Staphylococcus aureus*

* coliformes

* *Pseudomonas aeruginosa*

* *Clostridium perfringes*

* *Mycobacterium spp.*

* *Nocardia asteroides*

* *Mycoplasma spp.*

- Mastitis → aumento de leucocitos → CONTROL: Recuento de células somáticas (400.000 / ml)

- Otras enfermedades:

* *Mycobacterium tuberculosis*

* *Mycobacterium bovis*

* *Brucella abortus*

* *Brucella melitensis*

* *Brucella suis*

* *Salmonella typhi*

* *Yersinia enterocolitica*

* *Shigella dysenteriae*

* *Escherichia coli* enteropatógeno

* *Listeria monocytogenes*

* *Streptococcus pyogenes*

* *Coxiella burnetii.*

• *Campylobacter jejuni*

• Aflatoxina M

• FLORA INICIAL. FUENTES DE CONTAMINACIÓN.

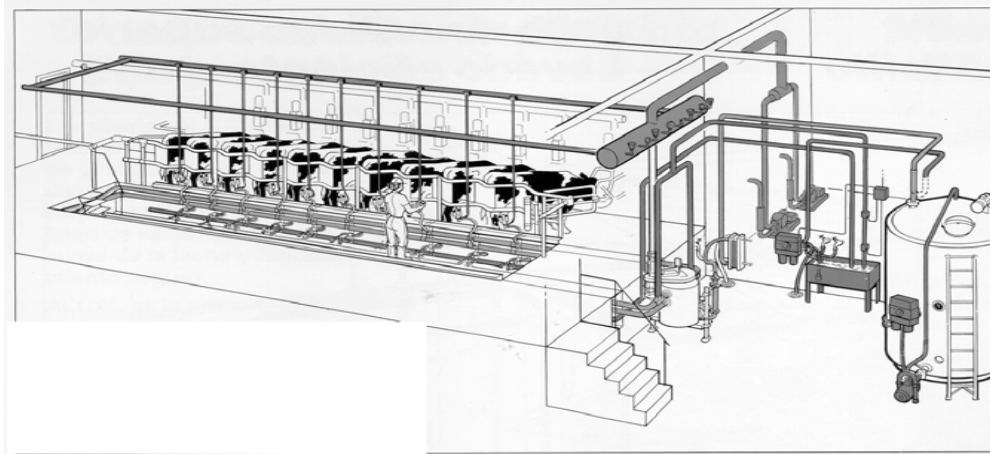
SUPERFICIES EXTERIORES DEL ANIMAL (Piel, superficie ubre)

De 100 a varios miles de ufc / cm² ; función de la limpieza externa antes del ordeño)

- Procedencia: Tierra, restos de pienso, estiércol, etc.
 - * *Bacillus* -- tierra
 - * Clostridios -- pienso
 - * coliformes

EQUIPO DE ORDEÑO

- Componentes
- Limpieza CIP
- Limpieza deficiente – residuos- contaminación lote posterior



- * Estreptococos lácticos
- * coliformes
- * Bacilos gram-negativos:

- *Pseudomonas*
- *Alcaligenes*
- *Flavobacterium*
- *Chromobacterium*

-sensibles al Cl. Si no se eliminan → evolución a costras:

- Micrococos, streptococos fecales, lactobacilos

OTRAS FUENTES

- * Aire (*bacillus*, *clostridium*)
- * Ordeño manual (*estafilococos*)

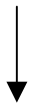
• ALTERACIONES

- Tras el ordeño, cuando las enzimas antimicrobianas bajan su actividad y/ o la temperatura es superior a 5 °C

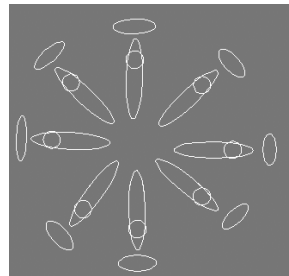
AGRIADO Y ACIDIFICACIÓN CON COÁGULO

- Evolución.

Glucosa



Láctico



→ Desestabilización electrostática → COAGULO o GEL

Ta.: 10 - 37°C

* *Lactococcus lactis*

* coliformes, enterococos,
micrococos y lactobacilos

Ta.: sobre 37°C.

* *Streptococcus thermophilus*

* *Streptococcus faecalis*

* *Lactobacillus bulgaricus*

Leche pasteurizada:

* *Bacillus*

* *Clostridium*

PROTEOLISIS → Olor y alcalinización de la leche. Se favorece a temperatura baja

* *Micrococcus*

* *Alcaligenes*

* *Pseudomonas*

* *Bacillus*

* *Clostridium*

• ALTERACIONES

LECHE “FILANTE” Viscosidad

• *Alcaligenes viscosus* (*viscolactis*)

Tasas: 15 – 44 millones de b/ml

Causas no bacterianas:

- exceso de crema
- coagulación de lactoalbúmina

Causa microbiana indirecta.

- leucocitos y fibrina → leche

COLORACIONES (tasas: 5 – 20 mill b/ml)

- Amarilla (*Pseudomonas synxanta*, *Flavobacterium spp.* y *Xantomonas*)
- Azulada (*Pseudomonas syncynea* y *Ps. aeuruginosa*)
- Roja (*Serratia marcenses*)

MODIFICACIONES DEL SABOR O EL OLOR

- Olor a fruta (*Pseudomonas fragi*)
- Olor a rancio (*Pseudomonas* y *Bacillus cereus*)
- Olor y sabor a pescado (*Pseudomonas*)
- Olor y sabor a caseína (*Micrococcus caseolyticus*)
- Sabor amargo (*Bacillus liquefaciens*, *Micrococcus casei*, *Torulopsis amara*)
- Olor a urea y amoniaco (*Pseudomonas fluorescens*, *Alcaligenes faecalis*)
- Sabor a caramelo (*Streptococcus lactis* var. *maltigenes*)
- Sabor a jabón (*Pseudomonas putida*, *Bacillus lactis saponacei*)

• MEDIDAS DE CONTROL

ANIMALES

- Sanos. Veterinario.
- Control mastitis en cada ordeño. (coagulo tras filtrado)
- Antes del ordeño: Limpieza de mama y cuarterones con solución germicida.
- Tras ordeño: limpieza de pezones en solución de yodo

ELEMENTOS DE LA ORDEÑADORA MECÁNICA

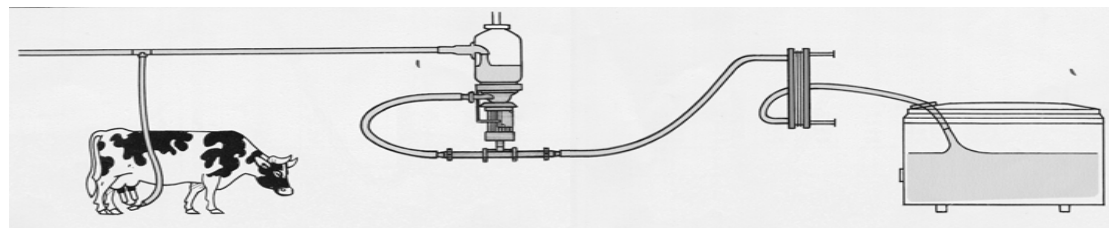
- Comprobación periódica del funcionamiento de la ordeñadora (presión de vacío)
- Sistema CIP

Limpieza:

- Paredes, suelos y techos.
- Manos y ropas de operarios

REFRIGERACIÓN

- Ta.: 5°C o inferior



EXAMEN MICROBIOLÓGICO

- **Periodicidad:** semanal o bisemanal
- Leche destinada a pasteurización → **100.000 ufc / ml**

3.- LECHES COMERCIALES

• PROPIEDADES

Producto	Grasa (%)	Extracto seco magro (%)
Leche entera	3,25	8,25
Leche desnatada	0,5	8,25
Leche semidesnatada	0,5-2	8,25
Crema	18-20	—
Crema extragrasa	30-35	—
Leche aromatizada	0,5-2	8,25

• **PRETRATAMIENTOS**

CLARIFICACIÓN

- Centrífuga higienizadora. Bactofugado

ENFRIAMIENTO

- Intercambiador de placas

NORMALIZACIÓN

- Centrífuga desnatadora. Desnatado

HOMOGENEIZACIÓN

- Bomba de alta presión

• TRATAMIENTO TÉRMICO

- PASTEURIZACIÓN (vida útil: 8 – 10 días bajo refrigeración)
- ESTERILIZACIÓN
- TRATAMIENTO U.H.T. } Vida útil: 3 – 6 meses

•Pasteurización L.T.H. (low-temperature-holding)	62,7°C – 30 min.
•Pasteurización H.T.S.T. (high-temperature-short-time)	71,7°C – 15 seg.
•Pasteurización en envase (túnel de pasteurización)	105-110°C – 30-40 min.
•Esterilización en envase (túnel de esterilización)	110-125°C – 5-30 min.
•Tratamiento UHT indirecto (intercambiadores)	135-140°C – 3-4 seg.
•Tratamiento UHT directo (Uperización)	140-150°C – 2-3 seg.

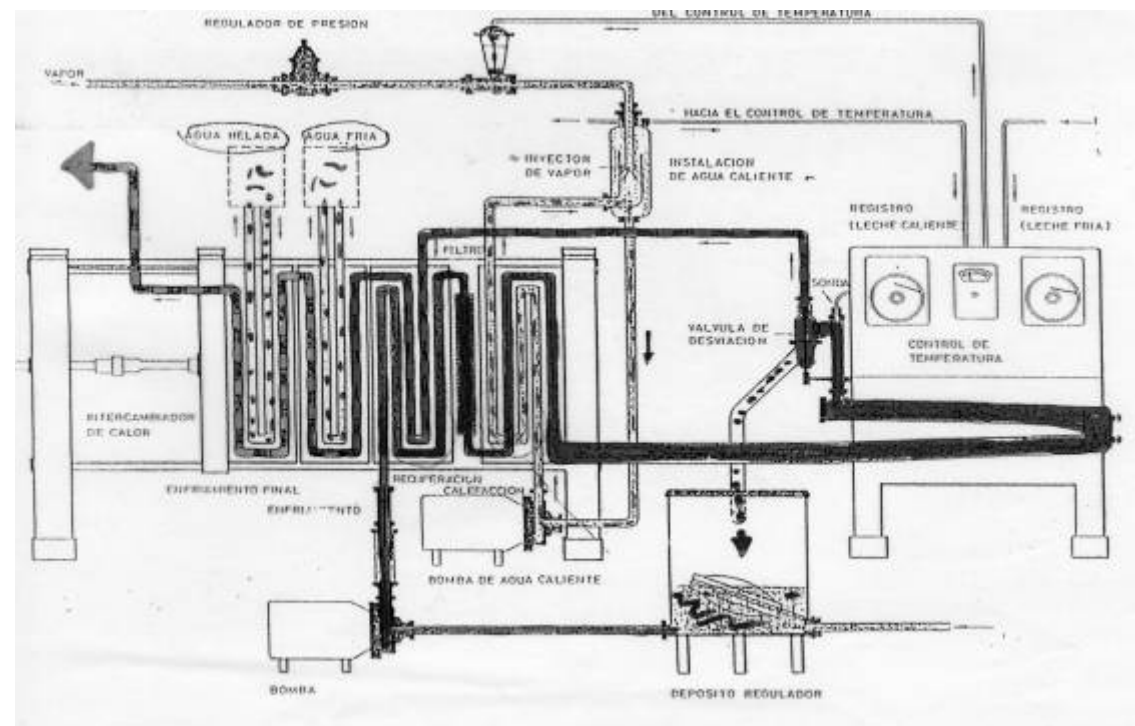
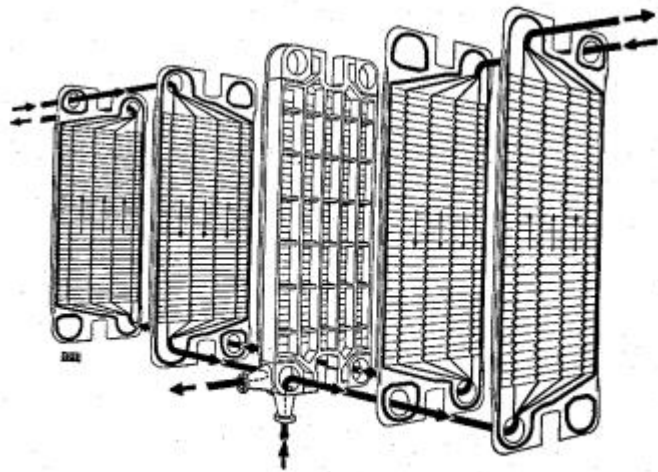
• TRATAMIENTO TÉRMICO

INSTALACIONES

INSTALACIONES DE PASTEURIZACIÓN

Leche a granel:

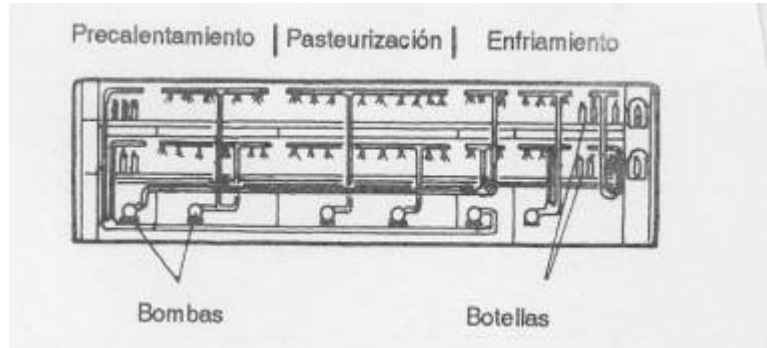
INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS



• TRATAMIENTO TÉRMICO INSTALACIONES

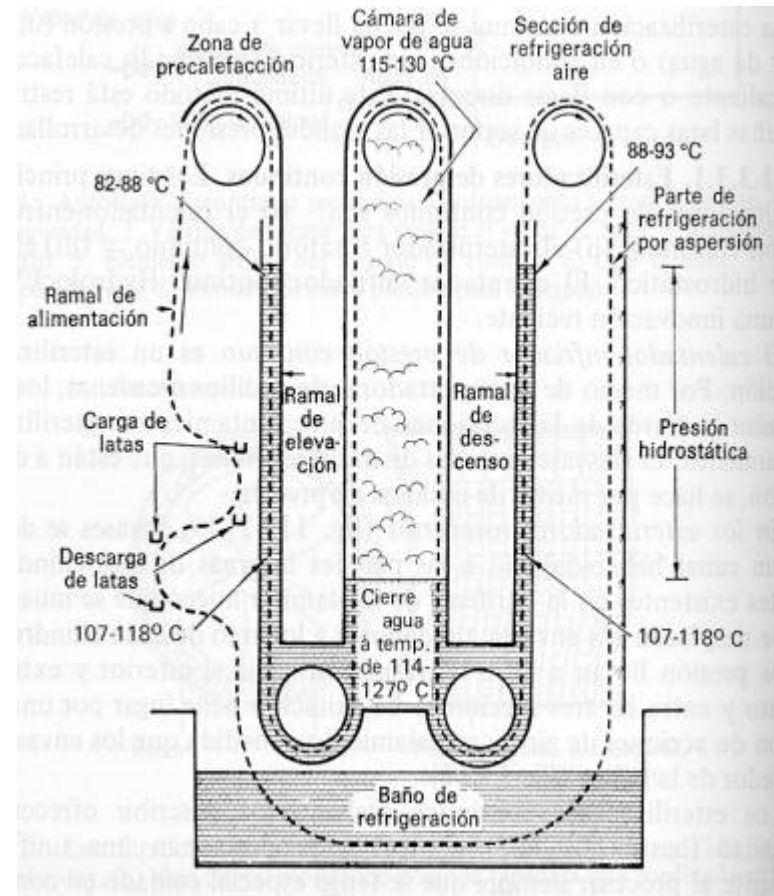
INSTALACIÓN DE PASTEURIZACIÓN

Leche envasada:
TUNEL DE PASTEURIZACIÓN



INSTALACIÓN DE ESTERILIZACIÓN

TUNEL DE ESTERILIZACIÓN

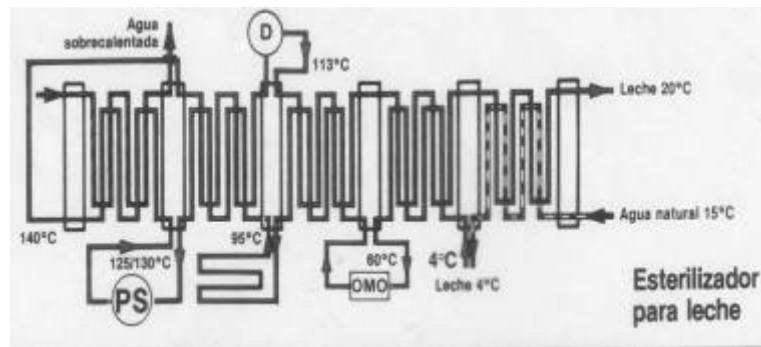


• TRATAMIENTO TÉRMICO

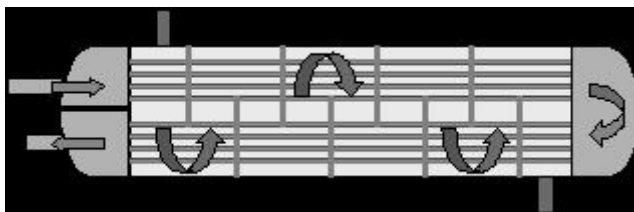
INSTALACIONES

TRATAMIENTO U.H.T.

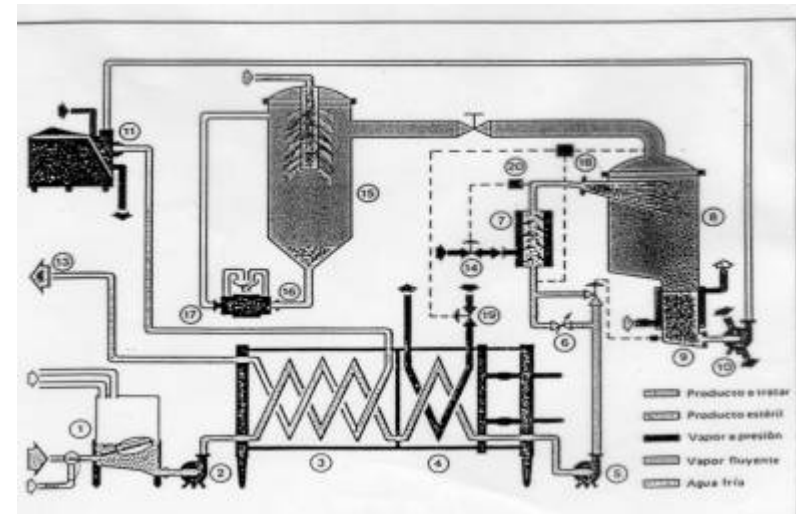
CALENTAMIENTO INDIRECTO: INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS



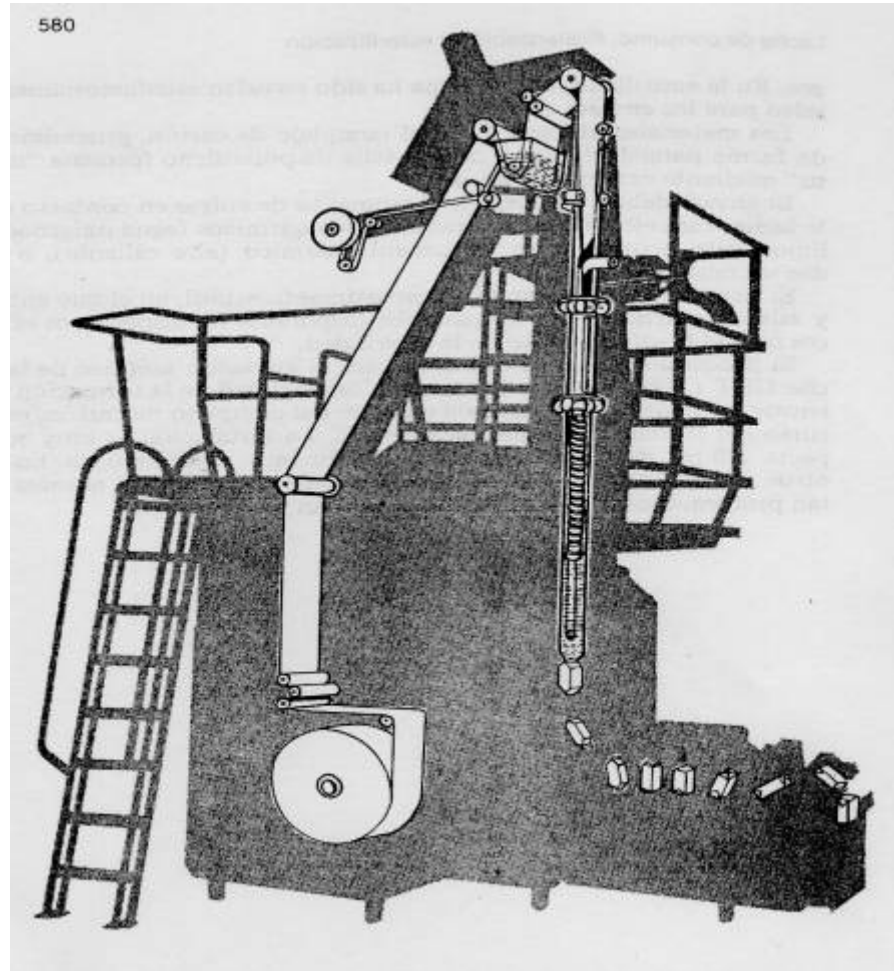
INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS



CALENTAMIENTO DIRECTO: INYECCIÓN DE VAPOR (UPERIZACIÓN)



- **ENVASADO ASÉPTICO**



• TRATAMIENTO TÉRMICO

CÁLCULO DEL TRATAMIENTO

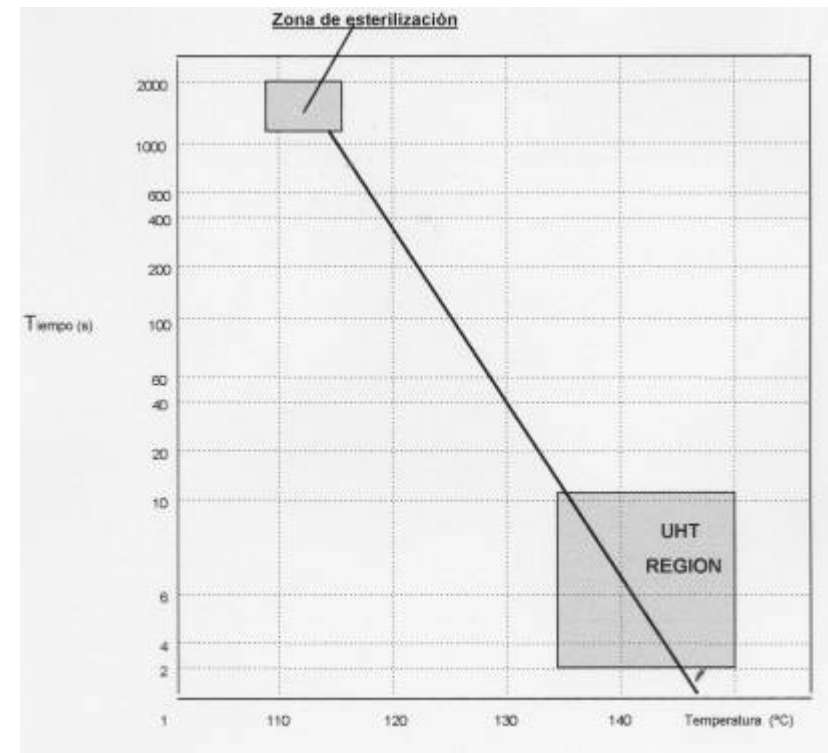
PASTEURIZACIÓN

* *Coxiella burnetii* / Fosfatasa alcalina



ESTERILIZACIÓN Y U.H.T.

* Esporas de *Bacillus subtilis*



• ALTERACIÓN POSTRATAMIENTO

Psicrótrofos gram-negativos

- * *Pseudomonas*
- * *Flavobacterium*
- * *Chromobacterium*
- * *Alcaligenes*
- * coliformes

Fuente: Equipo de frío; embotellado y dosificado o Envases
→ **Ideal:** ENVASADO ASÉPTICO

Alteración: tras 7 a 15 días después del envasado, función de la tasa y la temperatura de almacenamiento
→ **Modificaciones del sabor y olor por proteólisis y lipólisis**

Termorresistentes no esporulados (fuente: instalación mal higienizada)
Alteración: tras 10 a 14 días función de la tasa de supervivientes

- * *Streptococcus thermophilus*, *Str. durans*, *Str. faecalis*.
- * *Micrococcus candidus*, *M. caseolyticus*, *M. luteus*.
- * *Lactobacillus thermophilus*, *L. lactis*, *L. casei*.

Termorresistentes esporulados (pueden sobrevivir tratamientos deficientes en forma de espora)

- * *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. cereus*) → “coagulación dulce”
- * *Clostridium* (*C. butyricum*) -- gas

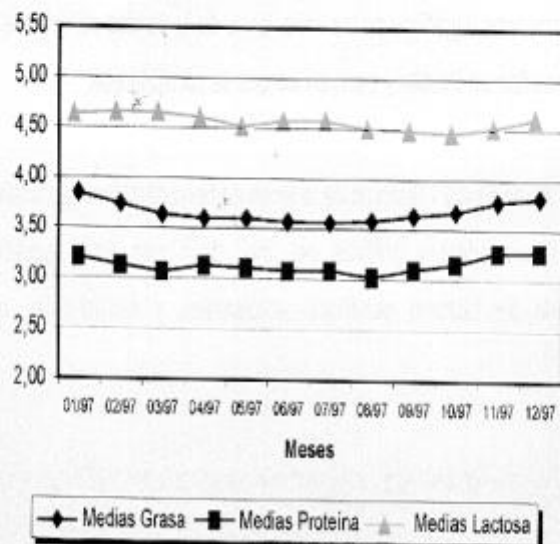
- Leche cruda. Registro histórico. Laboratorios Lácteos

COMPOSICIÓN

L.I.L.C.Y.L., S.A. 1.997 *Estadística General de Medias* Leche de Vaca

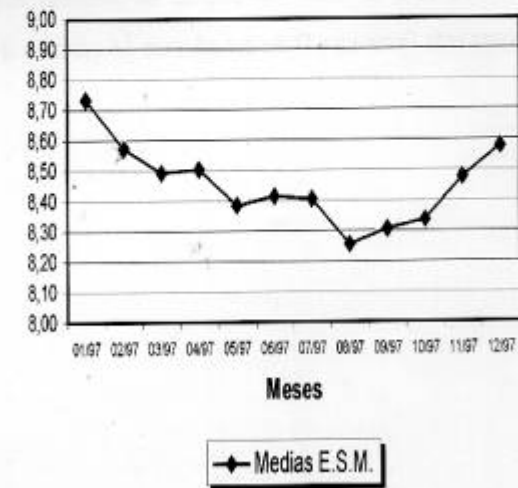
Fecha	01/97	02/97	03/97	04/97	05/97	06/97	07/97	08/97	09/97	10/97	11/97	12/97
Medias Grasa	3,87	3,76	3,66	3,62	3,62	3,59	3,58	3,60	3,65	3,69	3,79	3,83
Medias Proteína	3,23	3,15	3,08	3,14	3,11	3,08	3,08	3,01	3,08	3,13	3,24	3,24
Medias Lactosa	4,69	4,71	4,70	4,65	4,56	4,61	4,61	4,53	4,51	4,48	4,53	4,62

Evolución Leche de Vaca 1.997
% Según Media de Ganaderos



Fecha	01/97	02/97	03/97	04/97	05/97	06/97	07/97	08/97	09/97	10/97	11/97	12/97
Medias E.S.M.	8,74	8,58	8,50	8,51	8,39	8,42	8,41	8,26	8,31	8,34	8,48	8,58

Evolución Leche de Vaca 1.997
% Según Media de Ganaderos



• Leche cruda. Registro histórico. Laboratorios Lácteos

AEROBIOS MESÓFILOS
CÉLULAS SOMÁTICAS

..I.L.C.Y.L., S.A. 1.997 **Estadística General de Medias** Leche de Vaca

BACTERIOLOGIA

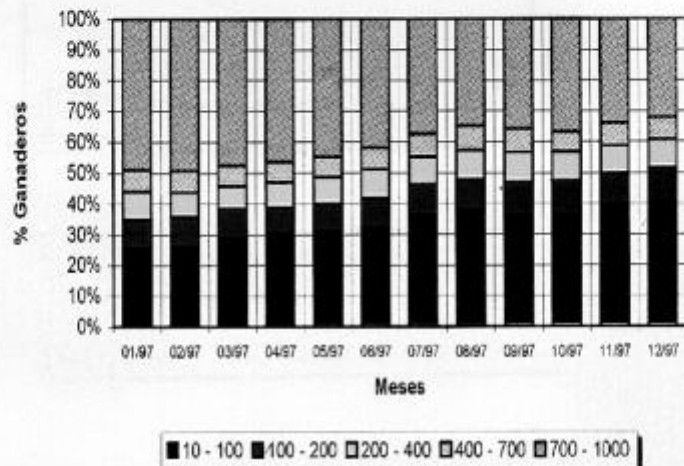
Fecha	01/97	02/97	03/97	04/97	05/97	06/97	07/97	08/97	09/97	10/97	11/97	12/97
10 - 100	25,38	25,96	26,89	30,35	31,07	32,22	36,14	37,86	36,30	36,49	39,42	40,51
100 - 200	9,58	9,94	9,74	8,67	9,04	9,55	10,22	10,01	10,66	11,05	10,24	10,99
200 - 400	9,12	7,94	7,30	8,19	8,54	9,49	8,91	9,51	9,80	9,29	9,19	9,42
400 - 700	6,96	6,96	6,52	6,47	6,54	6,92	7,26	7,90	7,56	6,45	7,26	7,03
700 - 1000	48,96	49,18	47,55	46,32	44,81	41,82	37,46	34,72	35,68	36,72	33,88	32,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CELULAS SOMATICAS

Fecha	01/97	02/97	03/97	04/97	05/97	06/97	07/97	08/97	09/97	10/97	11/97	12/97
1 - 400	49,59	52,80	53,69	58,72	65,21	66,96	58,67	47,10	40,80	41,36	40,01	46,02
400 - 500	13,04	12,46	13,00	12,15	11,18	11,73	13,09	14,60	14,73	14,70	15,23	14,84
500 - 750	19,39	19,12	17,64	16,03	14,27	12,67	16,59	21,14	23,02	23,03	22,33	21,48
750 - 1100	10,91	9,75	9,74	8,52	6,29	6,21	7,82	10,95	13,47	13,04	13,96	10,95
1100 - 5000	7,08	5,87	5,93	4,59	3,05	2,43	3,83	6,20	7,98	7,86	8,46	6,71
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

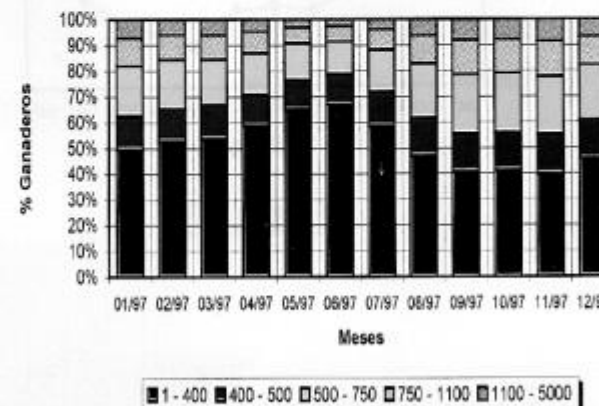
Evolución Leche de Vaca 1.997

% Ganaderos Según Media Bacteriología



Evolución Leche de Vaca 1.997

% Ganaderos Según Medias de Células



• Leche cruda. Legislación**Directiva 92/46 CEE**

* proteína ≥ 28 g / l

* E.S.M. $\geq 8,5$ %

Orden BOE 24 -9-94.

a partir del 1-1-98:

* Aerobios mesófilos ≤ 100.000 c / ml

* Células somáticas ≤ 400.000 c.s./ml

Directiva 2377/90 CEE

* Antibióticos y sulfamidas
(*Bacillus stearothermophilus*)

* Plagidas y detergentes.

• Leche Pasteurizada

Existe Norma Microbiológica aplicable a la leche pasteurizada, por Orden de 11 de febrero de 1987 (B.O.E. 20-2-87).

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

En general, en la leche y derivados estarán ausentes en 25 ml gérmenes patógenos como *Salmonella*, *Shigella* y *Listeria monocytogenes*, principalmente.

Gérmenes patógenos	Ausencia
Recuento de colonias aerobias mesófilas (31 ± 1 °C)	Máximo 1 × 10 ⁵ col./ml
<i>Enterobacteriaceae</i> totales	Máximo 1 × 10 col./ml
Prueba de la fosfatasa	Negativa

- **Leche Esterilizada y leche UHT**

Existe Norma Microbiológica aplicable a la leche esterilizada, por Orden de 11 de febrero de 1987 (B.O.E. 20-2-87), por la que se modifica la Norma General de Calidad para la Leche Esterilizada y leche UHT.

Para aplicar la Norma se necesitan tres muestras (envases) del mismo lote.

Muestra núm. 1: Sin incubar.

Muestra núm. 2: Incubación a 31 ± 1 °C durante 14 días.

Muestra núm. 3: Incubación a 55 ± 1 °C durante 7 días.

• Leche Esterilizada y leche UHT

Pruebas:

- Estabilidad al alcohol (68 por 100 v/v en agua).
- Acidez titulable expresada en ácido láctico.
- Recuento total de gérmenes viables.
- Examen organoléptico (color, olor, aspecto).

Exigencias:

- Estabilidad al alcohol: satisfactoria en las tres muestras.
- La diferencia entre la acidez titulable de la muestra no incubada (núm. 1) y cada una de las muestras incubadas (núm. 2 y núm. 3) no será superior a 0.02, expresada en gramos de ácido láctico por 100 ml de leche.
- Los recuentos totales de gérmenes viables en cada una de las muestras incubadas (núm. 2 y núm. 3) no serán superiores a 1×10^2 b/ml.
- Los caracteres organolépticos de todas las muestras serán normales, sin que exista coagulación ni proteólisis.

4.- LECHE CONSERVADAS POR DESHIDRATACION

- Deshidratación parcial: LECHE CONCENTRADAS
 - Leche evaporada
 - Leche condensada

- Deshidratación total: LECHE EN POLVO

- **Leche evaporada**

- Destino: - Preparación de platos de cocina
 - Como leche entera después de su reconstitución
 - Alimentos infantiles
 - Preparación de café y te
- Contiene: materia grasa: 7,5 %; extracto seco: 25 %
- Proceso:
 1. Recepción → Control de mat. grasa y extracto seco; sin impurezas macroscópicas ni coliformes
 2. Depuración física → filtrado/centrifugado
 3. Normalización → Control y ajuste de la materia grasa
 4. Pre calentamiento → 80-85 °C/10-20 min
 5. Evaporación (hasta lograr el extracto seco deseado)
 6. Envasado
 7. Esterilización en envase (116-118 °C/15-20 min).

→ Producto comercialmente estéril que no necesita conservarse bajo refrigeración.

Alteración:

- Abombamiento por esporulados (*Clostridium thermosaccharoliticum*)
- Coagulación dulce (*Bacillus stearothermophilus*)
- Sabor amargo (proteolisis y lipólisis → *B. cereus*, *B. subtilis*)
- Alteraciones varias por recontaminaciones (levaduras y mohos sacarolíticos)

- **Leche condensada**

- Preparación de platos de cocina

- Contiene: - materia grasa: 8 %; (azúcar) = 62,5% ($a_w = 0,86$)

- Proceso:

Entre las etapas 5 y 6 anteriores se intercala:

5.1 Adicción de sacarosa

5.2 Normalización del concentrado

5.3 Enfriamiento

5.4 Cristalización (siembra de lactosa alcalina)

Alteración

- Producción de gas por levaduras osmotolerantes o coliformes
- Espesamiento (micrococos)
- Crecimiento de hongos en superficie ("botones": *Aspergillus* y *Penicillium*)

- **Leche en polvo**

- En la industria láctea para aumentar extracto seco, en masas panarias, elaboración de helados, pasteles, platos precocinados

- Humedad < 5 % ; $a_w < 0,6$

- Proceso:

Recepción → Control de la calidad (microbiología: 200 ufc/ml)

Desnatado (con centrifuga desnatadora)

Concentración (evaporador hasta un extracto seco de 40-45 %)

Pasteurización

Deshidratación: (atomizador → Pulverización del producto a contracorriente con aire caliente a 150-260°C)

Enfriamiento (del polvo seco a 38-40°C)

Tamizado (para eliminar agregados de excesivo tamaño)

Envasado (sacos, latas o bidones)

Alteración

- Su baja a_w no permite el crecimiento microbiano

- Frecuente: esporas de *Bacillus*.

- Posibles patógenos "latentes" (mat. prima contaminada + instalaciones sucias o tratamientos térmicos deficientes)

→ *S. aureus* o *Salmonella* .

S. aureus: en tanques de alimentación a evaporadores, en ellos puede producir toxina.

5.- PRODUCTOS LACTEOS FERMENTADOS

- Yoghurt

- Puede elaborarse a partir de leche entera, semi o desnatada

- Proceso:

Recepción (leche de vaca, oveja, cabra o mezcla)

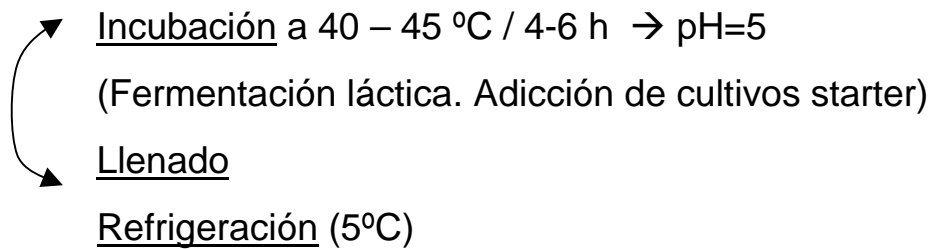
Depuración física: filtrado / centrifugado

Normalización: control del contenido en grasa (3 %) - entera

Pasteurización

Incremento del extracto seco

(Adicción de leche en polvo hasta que el extracto seco = 11-15%)



- Vida útil: 3 semanas (el pH puede bajar a 4).

■ Adicción de cultivos starter

Cantidad: 2%

Tipo: mixto al 50% de - ***Lactobacillus bulgaricus*** → **viscosidad**

- ***Streptococcus thermophilus*** → **acidez**

Simbiosis: *L. bulgaricus* suele ser más pronto, es algo proteolítico, rompe la molécula de caseína y libera algunos aa como la valina que estimularán el crecimiento de *S. therm.*, éste a su vez produce ácido fórmico que estimula a *L. bulgaricus*.

- **Alteraciones**: mohos y levaduras; aumento de láctico

- **Otros problemas**: bacterifagos, residuos de antibióticos

■ Kefir

- Original de los montes del Caucaso (SO de Rusia)
- Es una especie de yoghurt líquido fabricado con leche entera donde actúan Lactococcus lactis, Lactobacillus bulgaricus y levaduras fermentadoras de lactosa.
- Subproductos: ácido láctico, etanol (1%) y CO₂ (esfervescencia).
- Los microorganismos crecen en unas pequeñas masas denominadas gránulos de kefir que se separan del producto líquido por filtración y se utilizan de nuevo en la preparación de otros lotes.

■ Kumis

- Producto elaborado con leche de yegua, típico de Rusia
- El cultivo madre contiene L. bulgaricus y levaduras → fermentación láctica y alcohólica
- Para la elaboración de un lote se añade el 30% del cultivo madre a leche recién pasteurizada.
- La incubación se realiza a 27°C/ 1 hora.
- Posteriormente se agita durante otra hora para favorecer el crecimiento de las levaduras.
- El producto se embotella. Se incuba nuevamente a 20°C/ 1-2 horas. Finalmente, se refrigera a 5°C

■ Leche acidófila

- *Lactobacillus acidophilus* (inhibe el crecimiento de *S. aureus*, *Salmonella typhimurium*, *E. coli* y *C. perfringens*)
- La leche se inocula con este iniciador a la concentración del 1-2 % y se incuba a 38-40°C/ 1 día hasta que la acidez sea del 0,65 %.
- Luego se enfría, se envasa y mantiene en refrigeración.
- Su efecto es discutido

QUESO – Formación de cuajada: Coagulación

1.- MICROBIANA (30 min → pH= 4,6)

ta. de incubación - Iniciadores:

< 37 °C ***L. cremoris, L. lactis lactis, L. lactis diacetylactis***

37 – 55 °C ***S. thermophilus, L. bulgáricus***

2.- ENZIMÁTICA (1 – 2 horas → cuajada formada)

“cuajo”: proteasas de origen animal o microbiano (pepsina, renina)

TEMA VII CEREALES, HARINAS Y PRODUCTOS DERIVADOS

CEREALES

- Introducción.- Composición química.- Transformaciones bioquímicas
- Flora propia
- Alteración de granos almacenados
- Patógenos
- Medidas de control

HARINA

- Introducción.- Procesado básico
- Focos de contaminación
- Flora típica
- Patógenos y toxinas
- Medidas de control

PRODUCTOS DERIVADOS.- SECTOR CEREALES

- Panificación
 - Pan común
 - Panes especiales

- Pasta
- Pastelería y bollería industrial

CEREALES, HARINAS Y PRODUCTOS DERIVADOS.

Granos de cereales: Futo de gramíneas: trigo, cebada, avena, centeno, arroz, mijo, maíz y sorgo.

Partes / Composición química:

GERMEN: 2% (lípidos)

ENDOSPERMO: 70 - 80 % (hidratos de carbono. Almidón)

TEGUMENTOS EXTERNOS: 3% (fibra)

CAPA DE ALEURONA 10 % (proteína. Gluten)

- Humedad: 30 % (campo) → 12 – 15 % (grano recién recolectado)
- Contienen: oligoelementos y vit (B,D y E)

→ CRECIMIENTO MICROBIANO

- BUENO -- "papilla"

→ CONTROL:

- CUBIERTAS EXTERNAS PROTECTORAS

- HUMEDAD ↓ / DESECACIÓN (en secaderos de semillas)

Ideal: $a_w \leq 0,7$ → humedad del grano: 10 - 12 %.

→ Con estos valores el crecimiento de bacterias es muy raro y el de mohos y levaduras es limitado.

* Transformaciones bioquímicas de grano en almacenamiento:

- Calor y agua → Activación de enzimas → Consumo de H.C
(germinación)

- Lipasas y lipooxigenasas → ENRANCIAMIENTO

- proteasas → PROTEOLISIS EXCESIVA → Pérdida de
calidad del gluten → PROBLEMAS EN PANIFICACIÓN

CONTROL. GRANO EN ALMACENAMIENTO:

→ EVITAR ZONAS DE EMBOLSAMIENTO DE AGUA (masas de
grano húmedo) Y AUMENTO DE TEMPERATURA (conservación del
grano en silo a temperatura homogénea. Ventilación)

- Flora

→ La flora del grano depende: prácticas de cultivo (rastreros), clima (lluvias), suelo y entorno (malas hierbas) y del **momento concreto de la vida del cereal**.

El **grano en el campo** contiene en su superficie cientos de especies microbianas pero sólo unas pocas pueden invadir el interior (hongos: “royas”, “carbones”, “tizones”)

microorganismos / procedencia: polvo, agua, insectos, suelo, fertilizantes (estiércol), heces de animales y plantas enfermas.

- Grano húmedo: ($a_w = 0,95 - 1 \rightarrow H: 22 - 25 \%$) predominará el crecimiento de hongos:

Alternaria (presente en el 100% de los granos de trigo)

Fusarium, Aspergillus, Penicillium

Cladosporium, Rhizopus.

Helminthosporium

Grano recolectado:

→ Si después de la recolección, $H < 12\%$ → los hongos del campo morirán lentamente; si no → crecimiento superficial → coloraciones y riesgo de **micotoxinas**.

Bacterias: Pertenecen principalmente a las familias:

Bacilaceas, Pseudomonaceas, Micrococaceas, Lactobacilaceas

- **Enterobacteriaceas**: en % bajo, a menos que haya una considerable actividad animal en la zona (insectos, roedores, pájaros).

- Ejemplo de un recuento de grano en el momento de la recolección:

Bacterias psicrófilas: $10^4 - 10^5$ b/g

Actinomicetos: 10^6 b/g

Aerobios esporuladas mesófilos: $10 - 10^5$ b/g

- **Alteración del grano almacenado** (con diferente grado de humedad):

Problema: Si aparece un incremento de temperatura alto entre el interior del silo y el exterior → **ARRASTRE DE HUMEDAD HACIA LAS PAREDES DEL SILO**

→ **Desarrollo de hongos**

Los primeros en aparecer son ***Aspergillus*** (H grano: 15%)
Aspergillus halophilicus, A. glaucus, A. candidus, A. flavus

- Cuando el crecimiento de estos alcanza el 10% de las semillas la masa de grano comienza a **calentarse**

El calentamiento acentúa el problema → **SE ACABA ALTERANDO TODA LA MASA DE GRANO**

H > 15 % → ***Penicillium***

Con una H cercana al **20 %** → Se activa el crecimiento de las **bacterias**: (condiciones de anaerobiosis)
→ Crecimiento de **BACTERIAS LÁCTICAS** → Acidificación → Activación de **levaduras** → Activación de **bacterias acéticas**.

Solución: evitar el arrastre de humedad → **ALMACENADO DEL GRANO CON HUMEDAD UNIFORME y EVITANDO EL EMBOLSAMIENTO DE MASAS DE GRANO HUMEDO**

Otra medida → **TRASIEGOS PERIÓDICOS DEL GRANO**

- **Ataques de insectos**

“escarabajo de los graneros” consume parte del grano y agrava el problema del calentamiento, además: transfieren mohos y bacterias

Solución: **FUMIGACIONES PERIÓDICAS** (fosfatina – fosfuro de Al)

Patógenos

- Micotoxinas (entrega)
- Bacterias patógenas
si hay ataque de: insectos, roedores o pájaros
→ *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*

Salmonella. Con el grano desecado permanece inactiva pero viable, luego si el producto se emplea en alimentos húmedos puede proliferar.

Bacillus cereus. Principalmente en granos de arroz.

- Medidas de Control

■ En el silo

Circulación forzada con ventiladores → con aire seco (75 % de hr.) $V = 1 \text{ m}^3 \text{ aire} / \text{min} * 12,4 \text{ m}^3 \text{ grano}$

Detección de focos calientes en el silo por medio de termopares

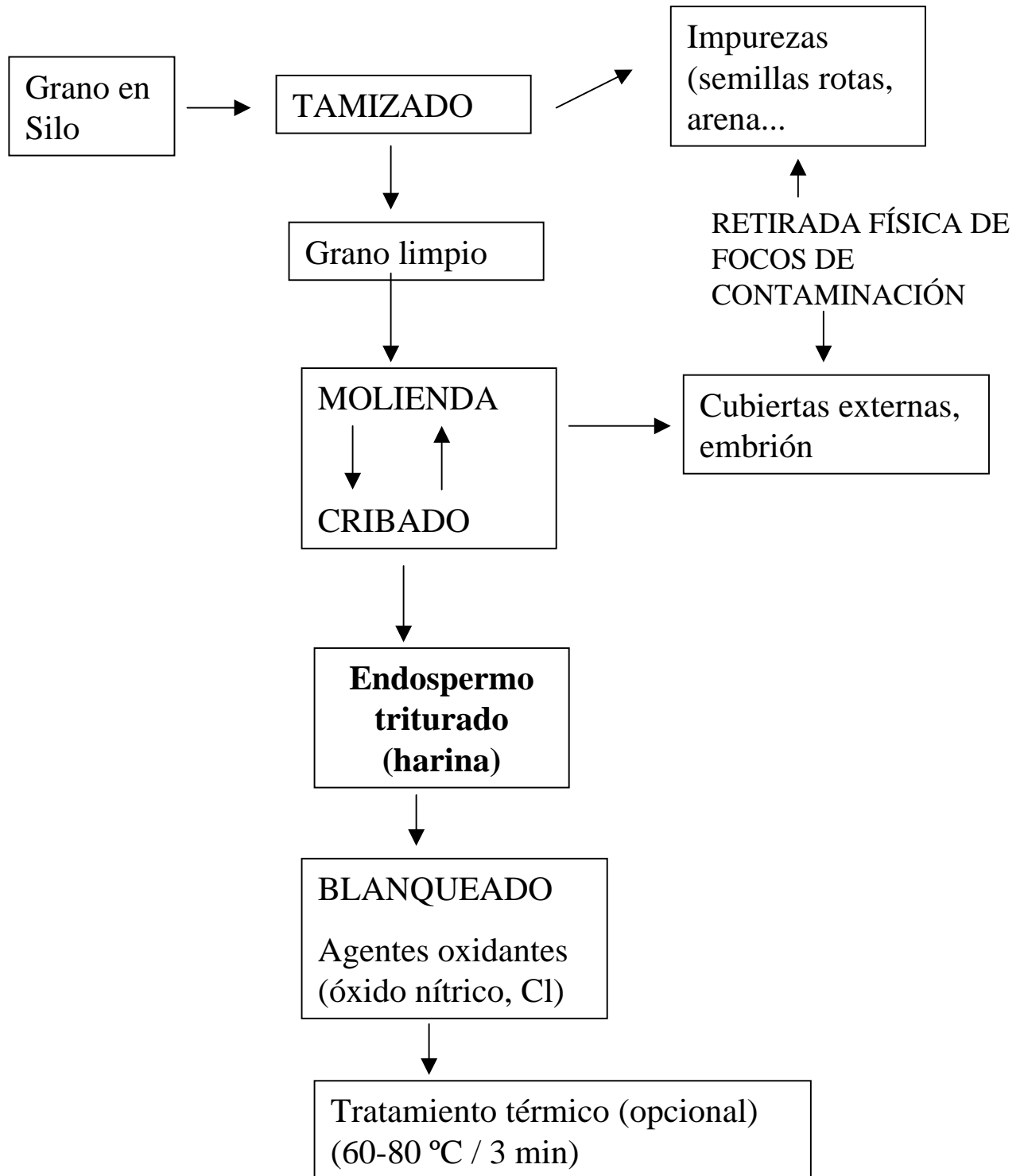
Fumigación periódica con gases: SO_2 gaseoso, fosfuro de aluminio, cloropicrina

Retirada periódica de granos troceados y partículas de polvo que tienden a acumularse en el fondo del silo

Clorado de agua de lavado de los granos.

Análisis periódicos fisico-químicos y microbiológicos de muestras de grano

HARINA



Pto. crítico: MOLIENDA → Extensión de flora del grano !!

* Foco de contaminación: MAQUINARIA - intensidad: función:

- Grado de limpieza del equipo (molino, cintas transportadoras)
Limpieza en seco !!
 - % de humedad de la harina (problemas: H > 12%)
 - Humedad ambiental – (problema: condensaciones, residuos)
 - Presencia de insectos en el molino
-

* Recuento microbiano en harina (por lo general, menores a los del grano de procedencia): 20.000 – 5 x 10⁶ ufc/g

- ideal: menor de 10.000 ufc /g

Predominio:

Bacterias:

- Esporulados aerobios (*Bacillus*)
- Psicrófilos G – (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*)
- Micrococcos, *Citrobacter*, bacterias lácticas.

→ La harina como ingrediente es frecuente fuente contaminante de psicrófilos, productores de agriado y esporulados termorresistentes

Esporas de hongos:

- Aspergillus* (*A. glaucus*, *A. candidus*)
- Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Alternaria*

→ Problema: micotoxinas.

Alteración (durante el almacenamiento de la harina)

- Con humedad < 12% → No hay problemas.
- A partir del 15 % → Crecimiento de mohos (*Aspergillus* y *Penicillium*)
- A partir del 17% → Crecimiento de otros mohos, levaduras y bacterias
- La velocidad de alteración es proporcional a: a_w y t_a .

Evolución de la alteración

- 1º.- Fermentación ácida (b. lácticas, *Micrococcus* y *Bacillus*)
- 2º.- Fermentación alcohólica (levaduras)
- 3º.- “Fermentación” acética (*Acetobacter*)

Como la cantidad de agua suele ser limitada, lo más común es que predomine el **crecimiento fúngico**. Harinas mohosas:

Contenido graso reducido, elevado índice de acidez, olor “a moho”

El gluten (fase proteica de la harina) pierde sus propiedades reológicas: la masa requiere de un mayor tiempo de amasado, el pan tiene un volumen más reducido y una consistencia más débil.

Patógenos y toxinas

El principal peligro sanitario: MICOTOXINAS: Si se originaron en los granos, pueden pasar a la harina.

Si la harina se almacena con humedad $\geq 15\%$ pueden originarse micotoxinas en la propia harina.

Ocasionalmente: *Salmonella* (insectos) → pienso!

Control

Harina almacenada con un 12% de humedad

Limpieza periódica (sin agua) de maquinaria (molinos, transportadores)

Tratamiento térmico de la harina

Control periódico de roedores e insectos del molino

Evitar las condensaciones de humedad sobre harina almacenada

PAN

“Producto perecedero resultante del horneado de una masa obtenida por una mezcla de harina (trigo), agua potable y sal comestible fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria”.

Mezclado

1er. Fermentado a 25 - 30°C / varias horas

→ actuación de α y β amilalzasas (capas externas) sobre el almidón → **dextrinas y maltosa**

→ actuación de **levaduras**

fructosa, sacarosa, maltosa
glucosa → etanol + CO₂

→ también suelen actuar **bacterias lácticas** (Lactobacilos)
→ láctico + ac. grasos de cadena corta (aroma), acidez

→ actuación de las proteasas (grano y microorganismos)
→ proteólisis moderada del gluten → red de fibras que “retienen” el CO₂ → BURBUJAS

Operaciones de formación de unidades

División – Boleado- Cortado

2º Fermentado (ta. variable/varias horas) → volumen ↑

Horneado (hasta ta. interior de 100 °C)

FORMACIÓN DE LA CORTEZA Y DESTRUCCIÓN DE MICROORGANISMOS

Enfriamiento (punto crítico: shok térmico a_w ↑ !!)

(Envasado) – film plástico

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERMENTACIÓN

Referidos a {
Materias primas
Masa
Factores externos

→ Referidos a las materias primas

-Harina

- Actividad enzimática (alfa y beta amilasas, proteasas)
- Gluten (cantidad, calidad, grado de alteración)

-Levadura

- Cantidad, calidad, tipo, estado de conservación
 - **Fermento fresco:** bloques de color crema de humedad elevada. Conservación a 5 °C, vida útil: no más de 12 días
 - **Fermento seco:** Deshidratación en sistemas de lecho fluidizado. Envasado al vacío. Para utilizar requiere hidratar con agua a 38 °C durante 15 – 20 min

-Sal

- Exceso: fermentación lenta, sabor fuerte
- Defecto: fermentación acelerada

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERMENTACIÓN

→ Referidos a la masa

-Hidratación (75 %)

- Insuficiente: fermentación lenta
- Elevada: fermentación acelerada

-Temperatura

- Condiciona la actuación de enzimas y microorganismos

- Acidez (pH = 5,5)

- Exceso: aumento excesivo de fuerza (proteína – gluten)
- Defecto: peligro ahilamiento (germinación de *B. subtilis*)

→ Factores externos

- **Temperatura ambiente**
- **Humedad**

Horneado → la temperatura en el interior de la masa: 100°C

Destrucción de mohos, levaduras y bacterias
Sobreviven las esporas de ***Bacillus subtilis***

Problemas !

- en esta fase se produce un shock térmico y la a_w suele aumentar !
- Calidad microbiológica del aire, limpieza de maquinaria de envasado
- Contaminación cruzada – pan devuelto

Alteración

- Interior: Si la miga del pan alcanza valores de a_w de aprox. 0,95
→ germinación de esporulados supervivientes.
- Superficie - (Hongos) si la humedad relativa del ambiente es mayor o igual al 90%.

■ Mohos

- ***Rhizopus stolonifer*** → moho negro del pan (esporas)
- ***Penicillium expansum*** → crece en masas azul - verdosas
- ***Aspergillus niger***
- ***Monilia*** → pigmentación rosada
- ***Mucor***
- ***Geotrichum*** → “ rojiza

■ Bacterias

Suelen sobrevivir esporas de ***B. subtilis***; origen:

- masa inicial elaborada con harina muy contaminada
- equipo contaminado con un lote previo

Las esporas germinan y crecen a las 36-48 h después del horneado dentro de la miga

- ***B. subtilis*** → putrefacción: “pan viscoso/filante/ahilado - pan de consistencia pastosa, color oscuro, olor (melón maduro)

Control:

- * Recuentos bajos de esporulados aerobios en harina;
 - * Propionato cálcico (Ojo dosis – inactivación de levaduras !)
 - * pH(masa) = < 5,5
 - * No prolongar demasiado la fase de enfriamiento.
 - * Evitar aumento de humedad en la miga.
- ***Serratia*** → (a elevada humedad) → pigmentación rojiza “pan rojo o sangrante”

Patógenos y toxinas: → Mohos y sus micotoxinas (no consumir pan mohoso)

Control: (después del horneado) → Mantener el producto SECO:
Envasar el producto en film plástico (impermeable al vapor)
Evitar los incrementos de ta. que se traducen en condensados sobre la corteza
Para almacenamientos prolongados lo mejor es congelarlos o refrigerarlos manteniendo una a_w baja.

- Otras medidas:

- * No mezclar nunca en fábrica producto no vendido o devuelto con producto elaborado
- * Utilizar filtros de aire en locales de envasado y refrigerado
- * limpieza del equipo de procesado y máquinas envasadoras con lámparas germicidas de luz U.V.
- * Tratamiento del pan con microondas / 1-2 min.
- * Uso de químicos:
 - Sorbatos
 - Propionatos: 0,1-0,3 % del peso de la harina empleada (en cantidades superiores inhibe levaduras !!)

Panes especiales

* Pan francés:

- pan ácido (pH =4); ácido predominante: acético
- utiliza un inóculo procedente del lote anterior (el pH bajo lo permite)
- actúan: ***Sacharomyces exiguus*** y ***Lactobacillus San Francisco*** (sólo éste fermenta la maltosa → no compiten)

* Pan de centeno (muy antiguo 800 adC) (“pan agrio”)

- actúan levaduras, ***L. plantarum*** y ***L. brevis***
→ láctico y acético.

* Pan italiano (utilizado para “bollitos de desayuno”)

- utiliza un inóculo del lote anterior
- actúan: ***S. exiguus***, ***L. brevis***, ***Enterobacter*** y ***Citrobacter***

Alteración

Poco importante debido a la cocción.

Patógenos y toxinas

→ El principal peligro es utilizar ingredientes alterados: ovoproductos o levadura (en pasta o desecada) en mal estado

→ ***Salmonella***

Pasta

“Productos obtenidos por desecación de una masa no fermentada elaborada con harina (trigo), sémola, agua y otros opcionales (huevo líquido, vitaminas, etc..” (espaguetis, fideos, macarrones)

Amasado

Masa pastosa (30% de humedad)

Extrusión (moldeo a ta. equivalente a pasteurización)

Desecación (hasta 10-12 % de humedad)

Envasado

Alteración y patógenos

- Salmonela: procedentes de los ovoproductos contaminados (pueden sobrevivir a los tratamientos térmicos y permanecer latentes en el producto final desecado). Control: Buena cocción posterior.
- S. aureus: En equipos de mezcla y amasado de ingredientes y durante las etapas iniciales de la desecación **S. aureus** puede proliferar y producir toxina. La toxina puede *no* inactivarse durante el proceso de cocción.

PASTELES

“Son bizcochos o pastas de hojaldre rellenos de cremas, salsa, merengue, frutas, miel, etc..”

Constituyentes:

- 1) bizcocho u hojaldre (← Preparación → Horneado)
- 2) ingredientes de relleno: CREMA (agua, leche, azúcar, leche en polvo, almidón, huevos, sal, aromas, cítrico..)
- 3) Recubrimiento: Cubierta de chocolate o merenge

Proceso (un procedimiento)

Mezcla de ingredientes → Calentamiento a 80 °C

Dosificar (inyectar) en moldes de bizcocho

Añadir recubrimiento

Enfriamiento

Envasado

Alteración

bizcocho / hojaldre → problemas de alteración del pan
cremas / rellenos: La mayor parte de los rellenos permiten el desarrollo microbiano especialmente si:
están elaborados a base de productos lácteos u ovoproductos
si la a_w es elevada y el pH es próximo a 7.

Además

→ Si el calentamiento y refrigeración posterior son incorrectos, posibles patógenos remanentes como *S. aureus* y *Salmonella* pueden multiplicarse en el producto.

Control

La manipulación de cremas exige Prácticas Sanitarias Estrictas:

- No se puede permitir el acceso de personas con infecciones respiratorias ni heridas cutáneas a las zonas de producción.
- El contacto de los empleados con los productos tiene que reducirse al mínimo.
- El personal encargado de los rellenos no debe manipular materias primas ni el equipo no higienizado, ni visitar los servicios sin lavarse las manos inmediatamente después.
- Protección del producto de Contaminación Ambiental →
Sistemas de filtración de aire
- Evitar contacto masa elaborada / masa en fase de elaboración
- El equipo y personal de la zona de tratamiento térmico no debe contactar con las materias primas.
- Equipo de acero inox. Higienización eficaz.
- Refrigeración y uso de conservantes químicos

TEMA V HUEVO Y OVOPRODUCTOS

- COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES

- Agua:..... 73,7 %
- Proteína: ..13 %
- Grasa:11,5 %
- H.C 1 %
- Cantidad importante de sales minerales
- Cantidad importante de vitaminas A, D, B₁ y B₂

- pH: clara: 9; yema: 6 (→7)

* El huevo recién formado → producto relativamente ESTABLE

- Problema: rápida contaminación de la cáscara a partir de microorganismos procedentes de:

- OVIDUCTO (cloaca, tubo ovopositor)
- HECES
- NIDAL

- Otras fuentes de contaminación:

- jaula
- entorno de la zona de puesta (aire, agua, pienso)
- cajas de embalaje

MEDIDAS DE CONTROL

- Minimizar contacto del huevo con focos de contaminación
→ RETIRADA RÁPIDA DEL HUEVO RECIÉN PUESTO

- Limpieza de jaulas e instalaciones (comederos, cintas transportadoras,etc..)

- Ambiente interior adecuado:
 - aire limpio (filtrado, recirculación)
 - temperatura y humedad relativa adecuada y homogénea
 - buena ventilación
 - evitar condensación de agua sobre superficies

BARRERAS PROTECTORAS NATURALES

1.- Cutícula: delgada capa mucilaginosa de naturaleza proteica que actúa como primera barrera cuando está INTACTA (huevo fresco)

2.- Cáscara: Capa resistente (CO_3 Ca y Mg) atravesada por poros de 20 – 40 μm para el intercambio gaseoso. Su sinuosidad y diámetro dificulta el acceso de microorganismos

Problema: microorganismos + humedad + shock térmico → ASPIRACIÓN O ARRASTRE DE AGUA HACIA EL INTERIOR

3.- Membranas de la cáscara: son barreras mecánicas efectivas CUANDO el huevo es fresco; en un huevo "viejo" → sufren transformaciones fisico-químicas que acaban favoreciendo el crecimiento microbiano.

4.- Clara: Importante barrera:

- pH: 9
- Pocos compuestos nitrogenados sencillos
- Sustancias inhibidoras (*):
 - lisozima
 - factores antiproteolíticos
 - ovoferrina (conalbúmina) → “protege” iones metálicos (Fe, Cu, Zn)
- avidina: protege vit. B₁₂

Flora. Alterantes. Patógenos

- En la superficie de la cáscara los más frecuentes son microorganismos G+ (micrococos, esporulados del género *Bacillus*)

- Capaces de desarrollarse en el interior: PUTREFACTOTES G –
Pseudomonas (*)

Otras G - : *Proteus, Flavobacterium, Acinetobacter*

- Patógenos: SALMONELLA

SALMONELLA

- Incidencia de huevos contaminados: 2 ‰

- Aves portadoras de salmonella: 5 – 30 %

- Fuentes de contaminación:

1- paso del huevo por el oviducto en el momento de la puesta

→ Salmonella en superficie de la cáscara

- shock térmico + humedad → atraviesan cáscara

- clara: (*)

- una vez en yema: pueden alcanzar rápidamente tasas superiores a 10^8 ufc/g

2- vía ovárica (no tiene que atravesar la clara!!)

3- huevo recién puesto – contacto con heces del ave

- Especies: *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *S. thomson*

- Patógenas a tasas muy altas: *S. pullorum*, *S. gallinarum*

Alteración

- Causas no microbianas: (“Pérdida de frescura”)
 - Pérdida de peso – deshidratación → aumento del volumen de la cámara de aire.
 - La clara se vuelve frágil
 - Las membranas se debilitan !!
 - Aumenta la movilidad de la yema !!
 - Aumenta el pH !!
 - La cutícula desaparece !!
 - A partir de la 3ª semana cae el efecto de la lisozima !!

- Causas microbianas
 - fases: cáscara contaminada - atravesar cáscara – multiplicación en membranas y clara → YEMA

- Causas microbianas: PUTREFACCIONES

- “Verde”: *Ps. fluorescens* (psicrófilo). 1ª fase: la clara toma color verde (pioverdina), cuando se alcanza la yema, ésta se rompe y se difumina el color verde. Con luz UV el huevo emite fluorescencia.

- “Negra”: proteolíticos

Proteus, Aeromonas y algunos *Pseudomonas*

- Digieren la clara → aspecto acuoso

- Ennegrecen la yema, cuando rompe → turbidez general

→ Olor “a podrido” (SH₂)

- “Roja”: *Serratia*

- “Incolora”: Otros *Pseudomonas*

- Alteración por HONGOS: fases

1.- Enmohecimiento con manchas puntiforme

Penicillium : azules o verdes

Cladosporium: pardo – marrón

Sporotrichum: rosáceas

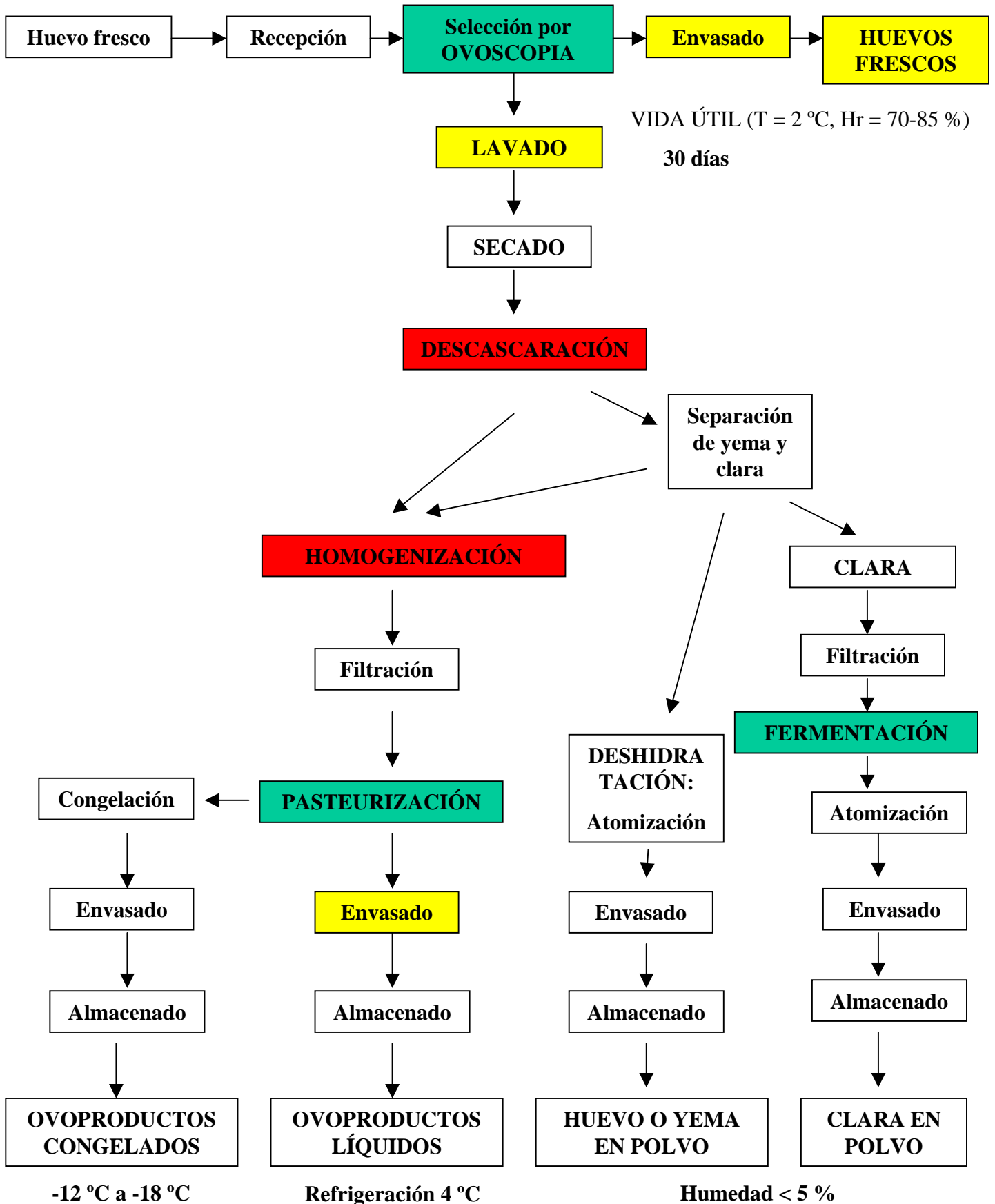
2.- Alteración fúngica superficial

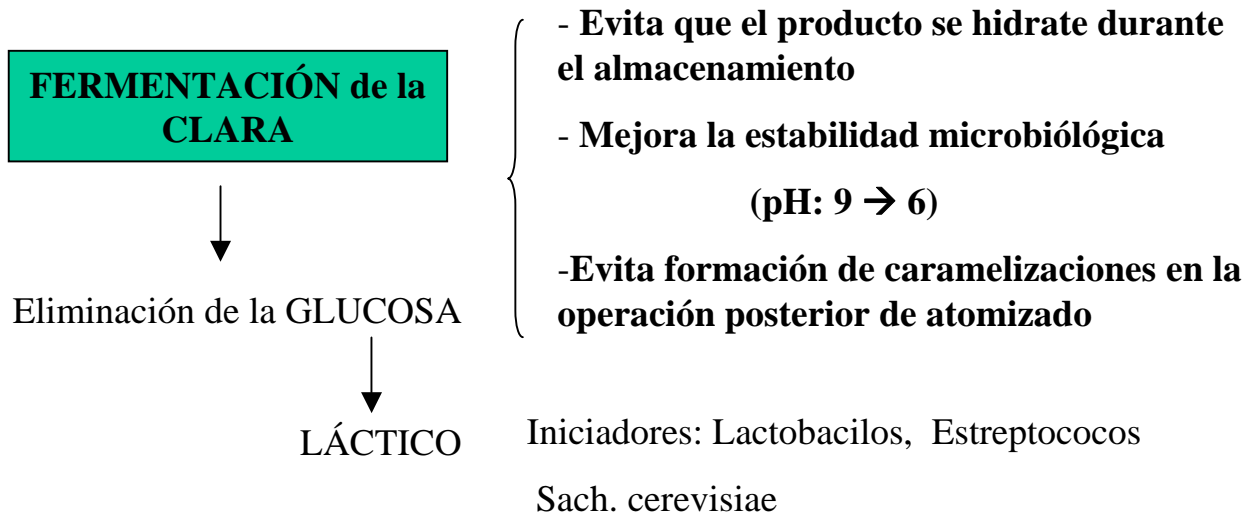
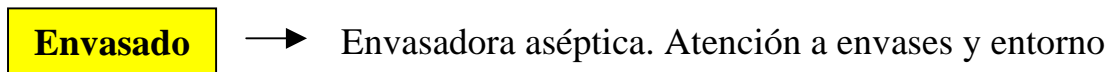
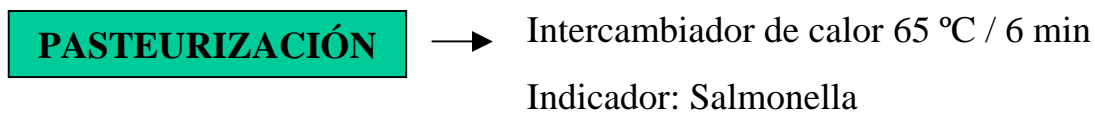
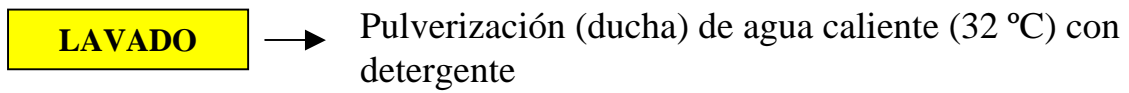
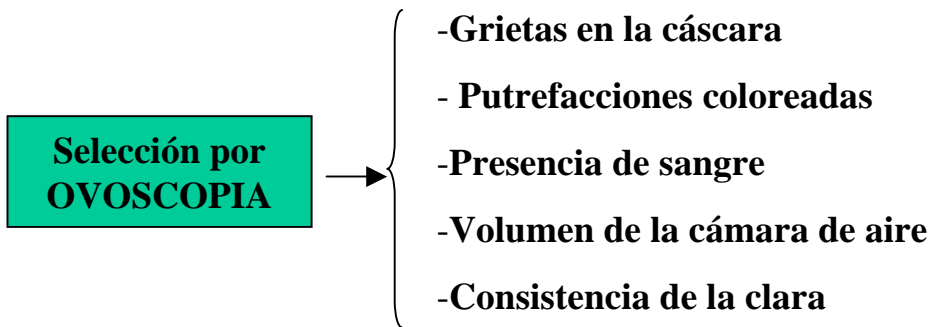
3.- Putrefacción fúngica (el micelio consigue introducirse)

- Clara gelatinosa y coloreada

- Rotura de la yema y mezcla

HUEVO Y OVOPRODUCTOS





TEMA VIII AZÚCAR

- o Remolacha**
- o Obtención de jugo azucarado**
- o Alteración**
- o Obtención de azúcar**
- o El azúcar como ingrediente contaminante de otros alimentos.**

- **Obtención**

- Caña de azúcar → Climas tropicales y subtropicales
- Remolacha → Climas templados

- **Flora**

- Procedencia: entorno natural (suelo y agua de riego)

G - : *Pseudomonas, Flavobacterium, Erwinia*

- Levaduras

- Bacterias lácticas

- Esporulados (algunas especies son capaces de producir la alteración de la remolacha durante el procesado)

- *Clostridium*

- *Bacillus*

- **Procesado**

- Se recolecta antes de las heladas (Sept - Oct)
- Transporte y descarga en camiones.
- Admite ALMACENAMIENTO (días – meses) en **montones** anexos a la planta y a la intemperie

- **Alteración:**

- actividad enzimática propia.

- microorganismos: “podredumbre blanda” - *Erwinia*

→ dextranos y levanos → estructura gomosa

- En zonas de anaerobiosis – podredumbre por ***Clostridium***

- catalizador: congelaciones / descongelaciones sucesivas

- LAVADO / TRANSPORTE → Canales hidráulicos

- agua clorada a 30 - 40 °C

- recirculaciones – riesgo -- carga microbiana alta:

10⁶ - 10⁷ ufc/ml

(El cloro no destruye a los esporulados termófilos)

EXTRACCIÓN DEL JUGO AZUCARADO

- Coseteado (cortado en rodajas)
- Difusión: batería de tanques de extracción del jugo azucarado con agua caliente y jugo azucarado a contracorriente (el jugo gradualmente se enriquece de azúcar)
- Capacidad de los tanques: 2 - 4 T
- Crecimiento microbiano: condicionado por t_a , pH, $[CO_2]$, $[NO_3]$
 - primeros tanques (t_a : 35 - 45 °C)
→ B. lácticas: Lactobacilos y Leuconostoc
 - tanques con t_a : 50 - 70°C → B. stearothermophilus
- durante pocas horas a 70°C se pueden alcanzar 10^6 - 10^7 ufc/ml y se puede producir el suficiente ácido láctico para bajar el pH de 6,4 a 5
- Reducción de nitrato → NO_2 (puede llegar a 75 ppm) → genera ambiente reductor que afectará la calidad del azúcar final (hidratación)
- Otros: *B. coagulans*, *B. thermodenitrificans*
 - Todos producen ácido láctico:
 - + bajada del pH (control de *Clostridium*)
 - corrosión de equipo de acero inox
 - inversión de la sacarosa
 - Otros compuestos originados son fórmico, acético, CO_2 e H_2 .
 - *Leuconostoc*, *Lactobacillus* y *Bacillus* → "gomas" (degradación de sacarosa y formación de dextranos y levanos) pueden obturarse tuberías y filtros.
- **Control**
 - Adición de SO_2 (dióxido de azufre): Clarificador, tampón e inhibe germinación de esporulados.
 - Control térmico: hacer funcionar todos los difusores a 75°C. (prácticamente imposible)

OBTENCIÓN DE AZÚCAR BRUTO

Jugo azucarado



Calentamiento (80-90°C)



Depuración

- Eliminar impurezas en suspensión
- Proporcionar un pH que evite:
 - “inversión de la sacarosa”
 - alteración microbiana

* 1er. Ajuste de pH (a 9)

- Adición de hidróxido cálcico y CO_2
- formación de CO_3Ca → al precipitar CLARIFICA impurezas y bacterias que se eliminan por filtrado.

* 2º Ajuste de pH (a 8) con SO_2 (clarificante, antioxidante y antimicrobiano)



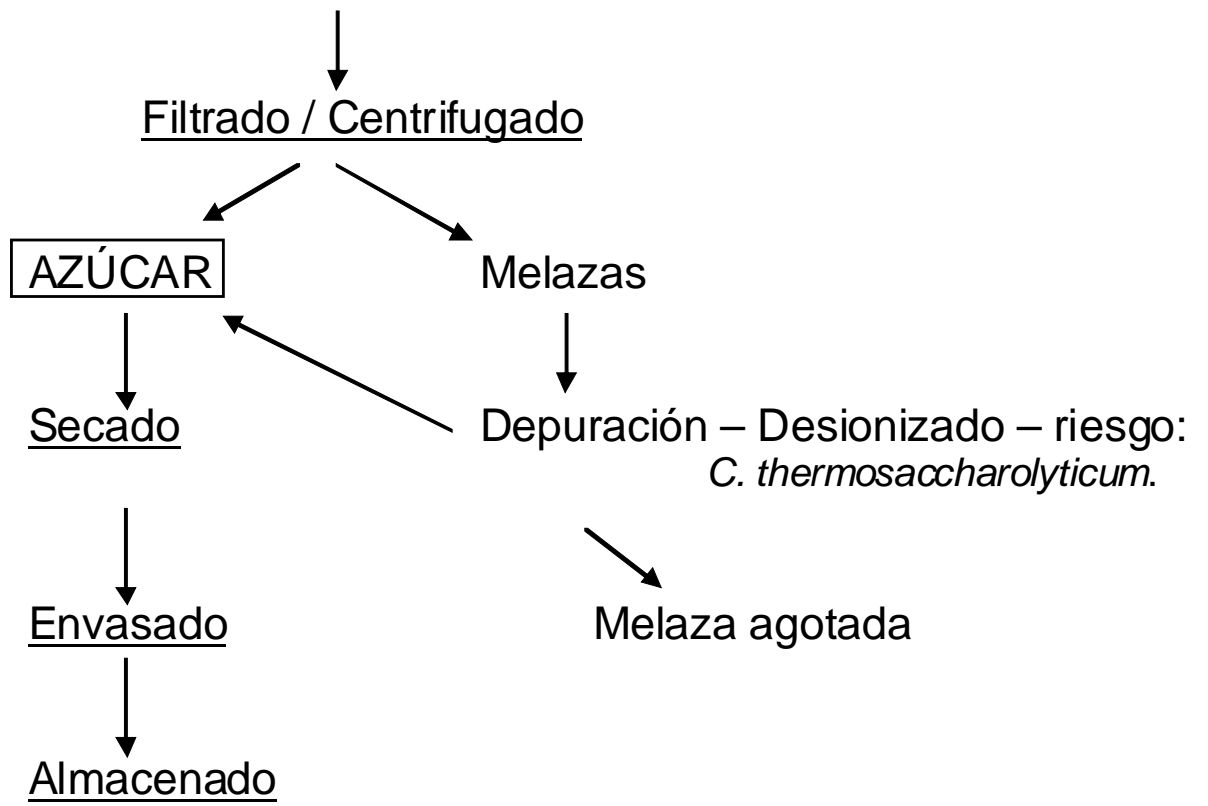
Concentración en evaporador

- Tratamiento térmico
- reducción de a_w



JARABE CONCENTRADO

JARABE CONCENTRADO



“AGUAS AZUCARADAS”

- Aguas residuales procedentes de lavadoras (vinazas)
- Aguas utilizadas en la recuperación de azúcar de filtros, desionizadores de carbón vegetal etc..
- Su pH y ta. condicionará el crecimiento microbiano
- En general: *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus* y levaduras
 - ACIDOS Y GOMAS

Microorganismos del azúcar capaces de alterar otros alimentos

- Procesado → tratamiento térmico, adición de SO₂, CO₂ y baja a_w

→ el número final de microorganismos no suele ser superior a 100 ufc/g.

- Pero si en el jugo azucarado se encontraban presentes en alto número o el azúcar ha sufrido proliferación durante almacenamiento:

→ el azúcar puede ser la fuente de microorganismos que alteren los alimentos que lo utilizan como ingrediente:

- Alimentos enlatados

- ***Bacillus coagulans* y *B. stearothermophilus*** “agriado plano” (ácido sin gas)

- ***C. thermosaccharolyticum***

“abombamiento por hidrógeno” (ácido y gas)

- ***Clostridium (Desulfotomaculum) nigrificans***

→ Produce SH₂ (olor fétido)

Bebidas → bacterias lácticas, mohos y levaduras.