

MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL ALIMENTARIA

MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL:

- **Modificación de un sustrato**
- **Producción de determinadas sustancias**

CONTROL MICROBIANO

FERMENTACIONES ALIMENTARIAS

Bibliografía

-Brock Biología de los microorganismos. M.T. Madigan, J.M. Martinko, J. Parker. Prentice Hall

-Fundamentos de biotecnología de los alimentos. B.H. Lee. Acribia

-Microbiología de los alimentos: fundamentos y fronteras. Doyle, Beuchat y Montvilla. Acribia

MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL ALIMENTARIA

CONTROL MICROBIANO:

•Conservación de los alimentos:

- Prolongar la vida útil de los alimentos
- Suministrar al consumidor un alimento seguro

•Producción de alimentos:

- Asegurar que un proceso lo realice el microorganismo deseado
- Eliminar o inactivar los microorganismos una vez que han realizado su cometido
- Evitar la contaminación ambiental tras un proceso en el que han intervenido microorganismos

SISTEMAS DE CONTROL MICROBIANO

Separación de los microorganismos

- Filtración**
- Decantación**
- Centrifugación**

Reducción o inhibición del metabolismo microbiano

- Bajas temperaturas:**
 - Refrigeración**
 - Congelación**
- Control de la a_w**
- Acidificación**
- Atmósferas modificadas**
- Agentes químicos**

Inactivación de microorganismos

- Calor**
- Radiaciones ionizantes**
- Radiación ultravioleta**
 - Pulsos de luz**
- Altas presiones**
- Pulsos eléctricos de alto voltaje**
- Ultrasonidos**

METODOS BASADOS EN LA SEPARACION DE MICROORGANISMOS

Filtración:

- Separación física de los microorganismos presentes en un medio líquido o gaseoso mediante un medio poroso
- Diámetro de filtro comprendido entre 0,8-0,2 μm

Tipos de filtros:

-**Filtros profundos:** filtración en profundidad

-**Filtros de membrana:** filtración superficial

- Solo se puede utilizar en productos líquidos que no presenten partículas en suspensión o en productos gaseosos
- No modifican las características del producto

Centrifugación:

- Separación de los microorganismos mediante la fuerza centrífuga debido a la diferencia de densidad entre ellos y el medio en el que se encuentran

Decantación:

- Separación de los microorganismos presentes en un medio líquido por acción de la fuerza de la gravedad

BAJAS TEMPERATURAS

Microorganismos mesófilos: 30-37°C

Microorganismos termófilos: 55-65°C

Microorganismos psicrótrofos: Crecen por debajo de 5°C

Fundamento: La actividad microbiana disminuye o inhibe al bajar la temperaturas

Valor Q10 de los sistemas biológicos = 1,5-2,5

Temperaturas de refrigeración: -1 a +7°C

Temperaturas de congelación: por debajo del punto de congelación del agua del sustrato

Características:

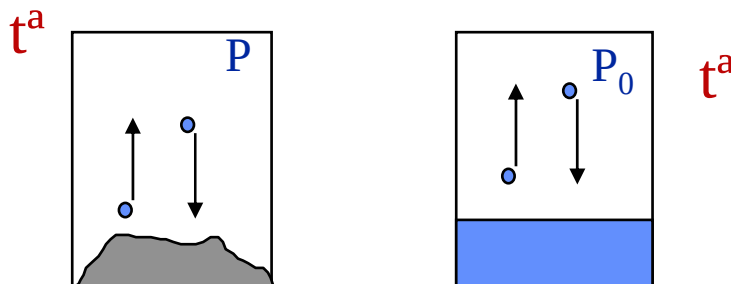
- No modifica las características del sustrato
- Caro desde el punto de vista económico

DESCENSO DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

Fundamento: Reducción de la disponibilidad de agua de un sustrato.

La posibilidad de multiplicación microbiana en un sustrato se encuentra relacionada exclusivamente con el contenido de agua libre el cual viene indicado por la **actividad de agua (a_w)**

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$



- Valor óptimo de a_w para el crecimiento microbiano alrededor de 0,99
- Sistemas de descenso de la a_w
 - Eliminación del agua (evaporación, deshidratación, liofilización)
 - Adición de solutos
- Modifica las características del sustrato

INFLUENCIA DE LA a_w SOBRE EL CRECIMIENTO MICROBIANO

<u>a_w</u>	<u>Microorganismos inhibidos</u>	<u>Alimentos</u>
1-0,95	<i>Pseudomonas, Escherichia, Proteus, C. perfringes, Bacillus</i>	alimentos frescos altamente perecederos
0,95-0,91	Limite inferior para el crecimiento de bacterias	jamón curado, queso, zumos concentrados
0,91-0,87	Muchas especies de levaduras (<i>Candida</i>), <i>Micrococcus</i>	embutidos fermentados, quesos madurados
0,87-0,80	Mayoría de mohos, <i>S. aureus</i> , levaduras (<i>Saccharomyces</i>)	leche condensada, harina, arroz
0,80-0,75	Bacterias halófilas	mermelada, mazapán
0,75-0,65	Mohos xerófilos	caramelos, miel, frutas desecadas
0,65-0,60	Levaduras osmófilas (<i>S. rouxii</i>)	
0,50	No proliferación microbiana	Pasta, especias
0,40	No proliferación microbiana	huevo en polvo
0,30	No proliferación microbiana	galletas, bizcochos, corteza de pan
0,20	No proliferación microbiana	Leche en polvo, verduras deshidratadas

CONTROL DE LA ATMOSFERA

Microorganismos aeróbios: Usan O_2 como aceptor final de electrones en la respiración

Microorganismos anaeróbios facultativos: Pueden utilizar en ausencia de oxígeno otros aceptores de electrones (NO_3^- , SO_4^{2-})

Microorganismos anaerobios: Solo son capaces de crecer en ausencia o en presencia de muy bajos niveles de O_2

Fundamento: Modificación de la composición de la atmósfera en la que se encuentran los microorganismos.

Tipos de atmósferas:

- **Vacío:** Evacuación del aire sin que se sustituya por otro gas
- **Atmósferas modificadas:** Se modifica la atmósfera en la que se encuentran los microorganismos

Características:

- No suele modificar las características del sustrato
- Se suele utilizar en combinación con bajas temperaturas

DESCENSO DEL pH

Rangos de pH de crecimiento

Bacterias: 5-8 (4-9)

Levaduras: 1,5-8

Mohos: 1,5-11

Fundamento: El pH de un sustrato es uno de los principales factores que determina la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos

Sistemas de acidificación:

Ácidos fuertes: Considerable descenso del pH del medio

Ácidos débiles: Penetran a través de la membrana de los microorganismos y se disocian en el interior del citoplasma

- Proceso que modifica considerablemente las características del sustrato

Agentes químicos

Fundamento: Muchos compuestos químicos pueden actuar inhibiendo (bacteriostático y fungistático) o inactivando a los microorganismos (bactericida o fungicida)

Tipos:

- **Desinfectantes:** Inactivación microbiana en materiales inanimados (Compuestos fenólicos, Iodóforos, ozono, óxido de etileno, hipocloritos, compuestos de amonio cuaternario)
- **Antisépticos:** Inhiben o inactivan microorganismos y su baja toxicidad permite que se puedan aplicar sobre tejidos vivos
- **Conservadores:** Sustancias que prolongan la vida útil de los productos alimenticios protegiéndolos frente al deterioro causado por los microorganismos
- **Características:**
 - Sistema de control microbiano barato y fácil de aplicar
 - Hay que considerar la toxicidad del agente
 - Si se utiliza para la conservación de los alimentos, su uso debe de estar autorizado
 - En la actualidad se esta realizando un considerable esfuerzo en la búsqueda de agentes antimicrobianos de origen natural

Conservadores

E 200 Ácido sórbico

E 201 Sorbato sódico

E 202 Sorbato potásico

E 203 Sorbato cálcico

E 210 Ácido benzoico

E 211 Benzoato sódico

E 212 Benzoato potásico

E 213 Benzoato cálcico

E 214 Etil parahidroxibenzoato

E 215 Etil parahidroxibenzoato sódico

E 216 Propil parahidroxibenzoato

E 217 Propil parahidroxibenzoato sódico

E 218 Metil parahidroxibenzoato

E 219 Metil parahidroxibenzoato sódico

E 220 Anhídrido sulfuroso

E 221 Sulfito sódico

E 222 Sulfito ácido de sodio

E 223 Metabisulfito sódico

E 224 Metabisulfito potásico

E 226 Sulfito cálcico

E 227 Sulfito ácido de calcio

E 228 Sulfito ácido de potasio

E 230 Bifenilo

E 231 Ortofenilfenol

E 232 Ortofenilfenato sódico

E 233 Tiabenzol

E 234 Nisina

E 235 Natamicina

E 239 Hexametilen tetramina

E 240 Formaldehido

E 242 Dimetil dicarbonato

E 249 Nitrito potásico

E 250 Nitrito sódico

E 251 Nitrato sódico

E 252 Nitrato potásico

E 260 Ácido acético

E 261 Acetato potásico

E 262 i Acetato sódico

E 262 ii Diacetato sódico

E 263 Acetato cálcico

E 270 Ácido láctico

E 280 Ácido propiónico

E 281 Propionato sódico

E 282 Propionato cálcico

E 283 Propionato potásico

E 284 Ácido bórico

E 285 Tetraborato sódico

E 290 Anhídrido carbónico

E 296 Ácido málico

E 297 Ácido fumárico

E 1105 Lisozima

Calor

Fundamento: Toda temperatura por encima de la máxima de crecimiento es, en cierta medida, letal para los microorganismos

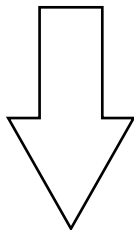
Desnaturalización del DNA?

Degradación de los ribosomas e hidrólisis del RNA?

Permeabilización de las membranas ?

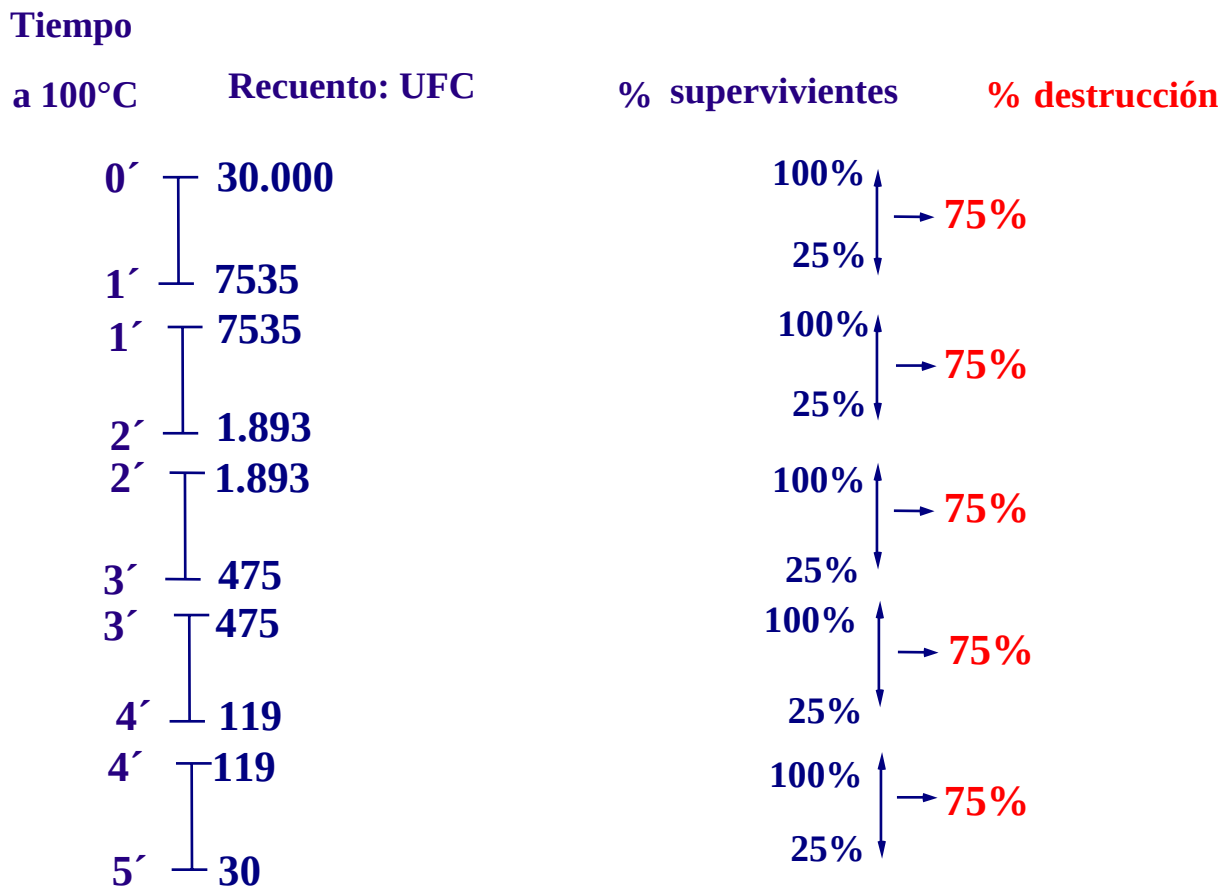
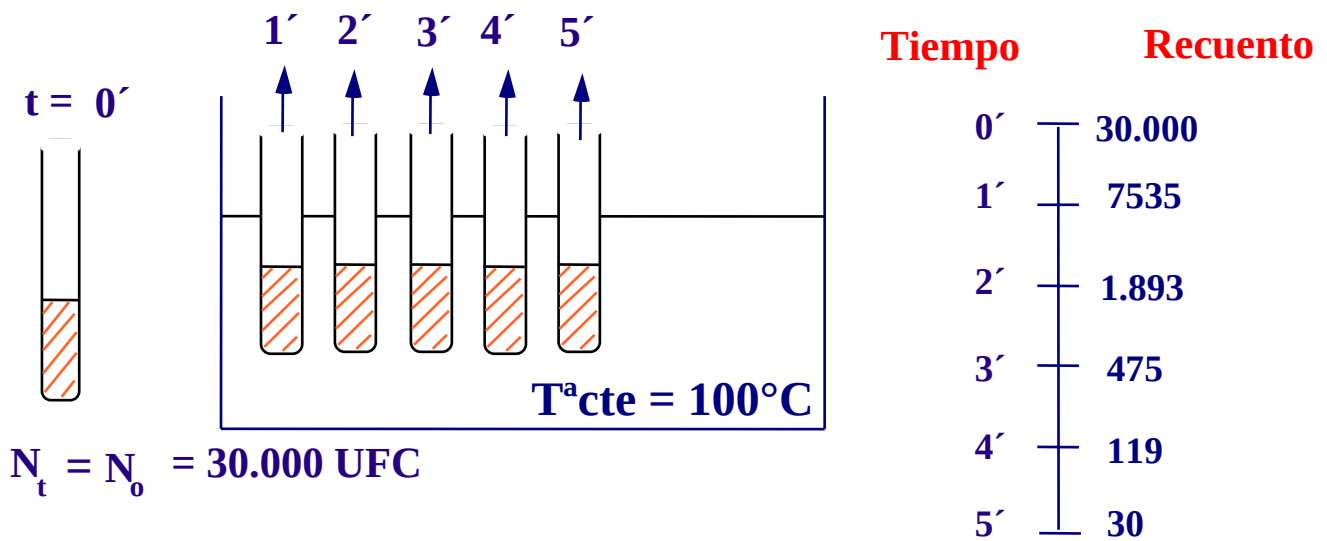
Inactivación de enzima claves para el metabolismo microbiano?

La muerte de los microorganismos por el calor se produce de una forma ordenada

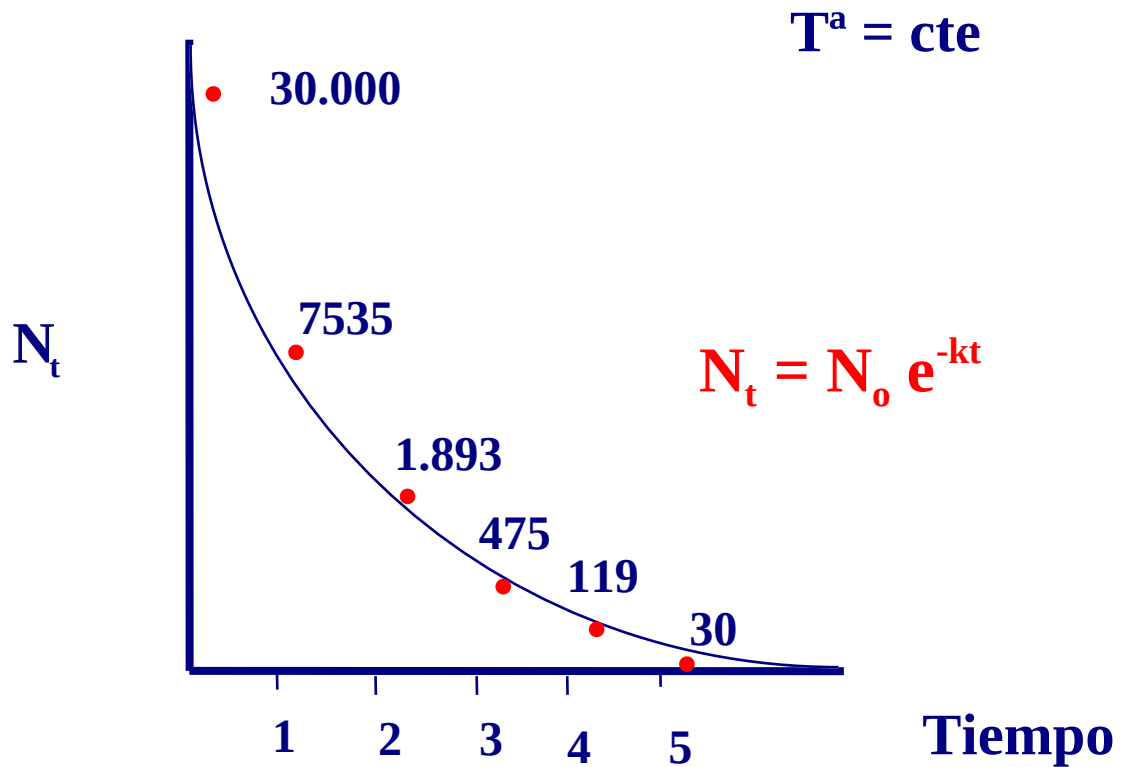


Se puede calcular la intensidad de un tratamiento térmico para conseguir un determinado nivel de inactivación

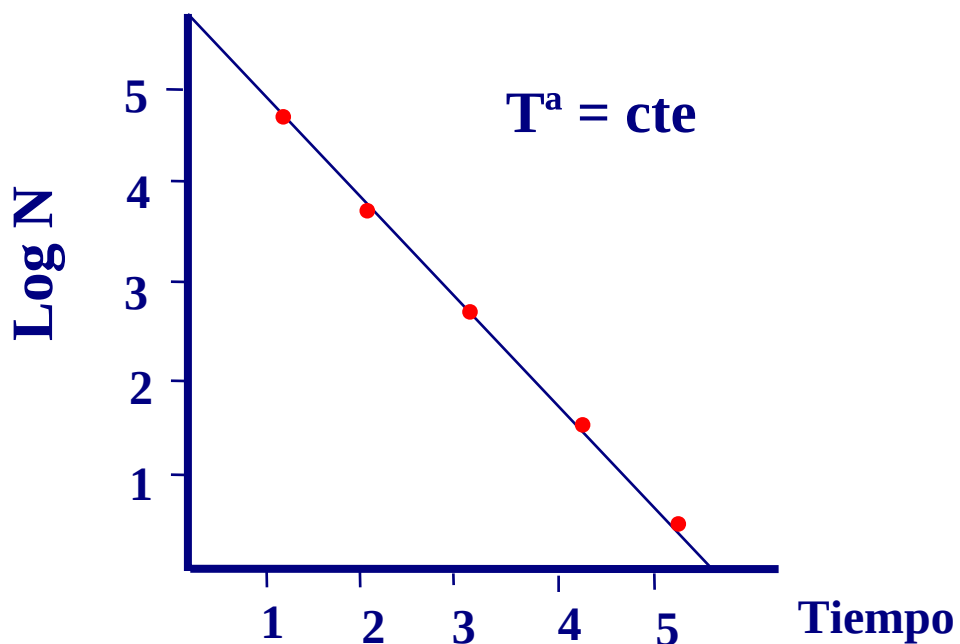
CINETICA DE INACTIVACION MICROBIANA POR EL CALOR



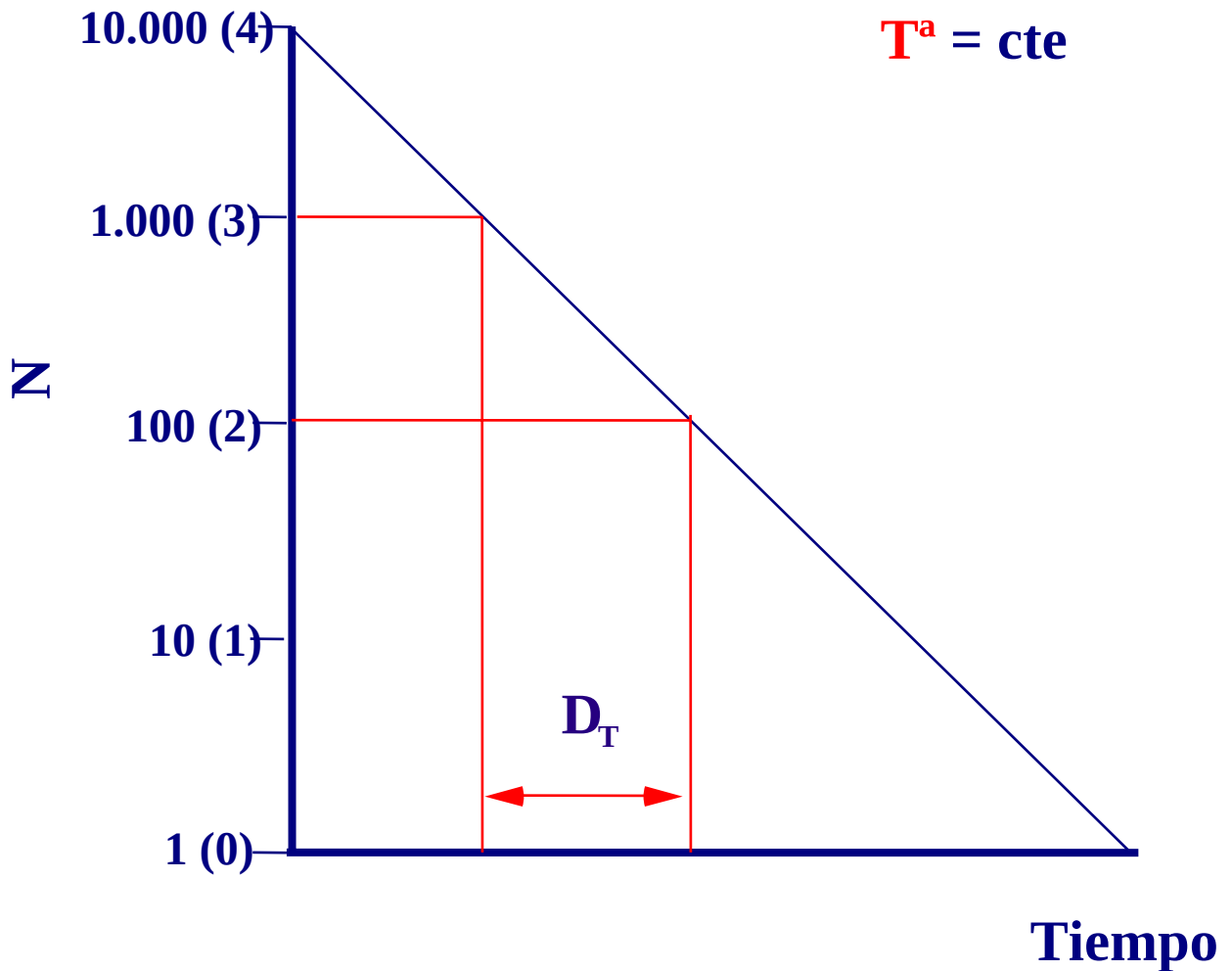
CINETICA DE INACTIVACION MICROBIANA POR EL CALOR



GRAFICA DE SUPERVIVENCIA

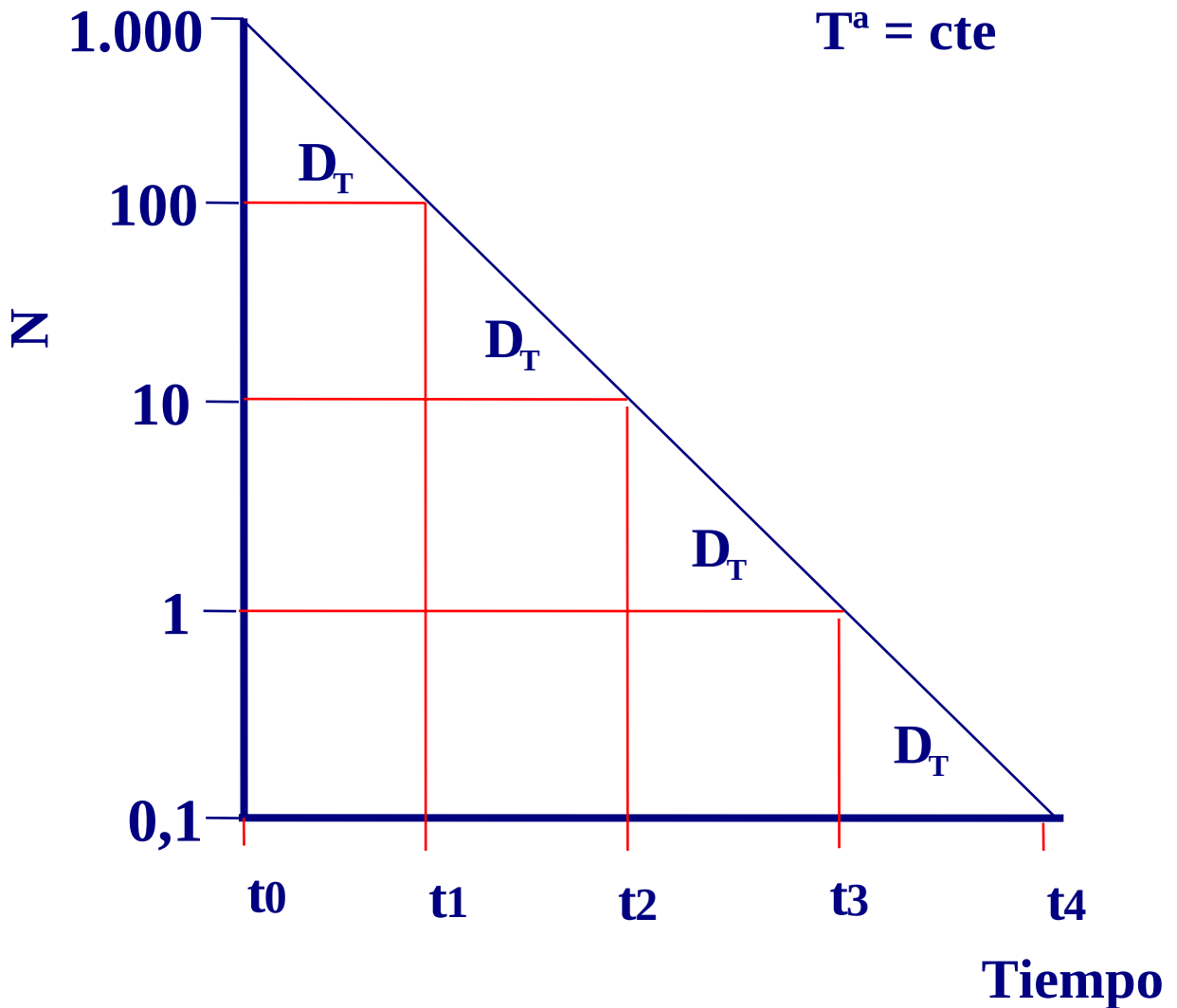


CINETICA DE INACTIVACION MICROBIANA POR EL CALOR



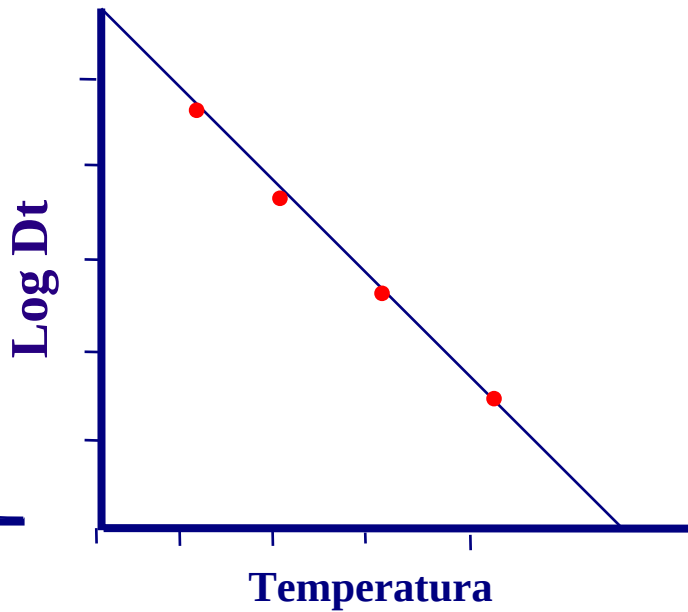
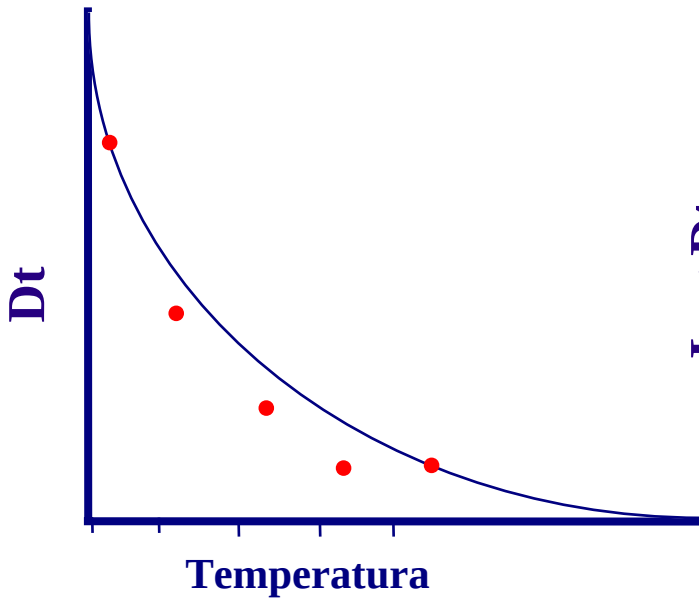
Tiempo de reducción decimal (D_t): Tiempo de tratamiento a una temperatura “t” para reducir la población microbiana a la décima parte

CINETICA DE INACTIVACION MICROBIANA POR EL CALOR

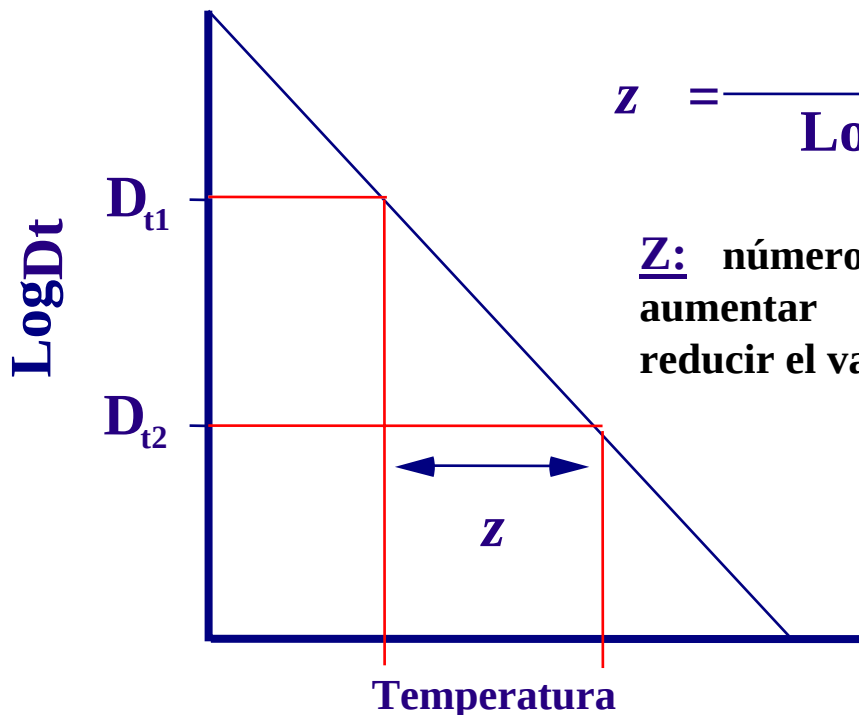


$$F_T = D_T \times (\text{Log } N_0 - \text{Log } N_t)$$

CINETICA DE INACTIVACION MICROBIANA POR EL CALOR



GRAFICA DE TERMODESTRUCCION



$$Z = \frac{t_2 - t_1}{\text{Log } D_{t1} - \text{Log } D_{t2}}$$

Z: número de °C que hay que aumentar la temperatura para reducir el valor D_t a la décima parte



Chorizo y Salchichón "EXTRA"



Corbis.com



ALIMENTOS FERMENTADOS

Alimentos en los que intervienen los microorganismos en su proceso de elaboración

Beneficios

- Prolongación del tiempo de conservación de los alimentos
- Incremento de la variedad de la dieta
- Efectos beneficiosos sobre la salud

Microorganismos de interés

Bacterias

Levaduras

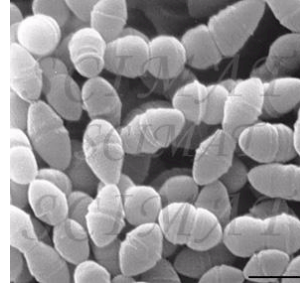
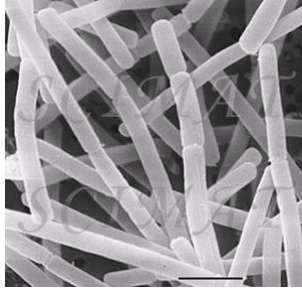
Mohos

MICROORGANISMOS

Bacterias

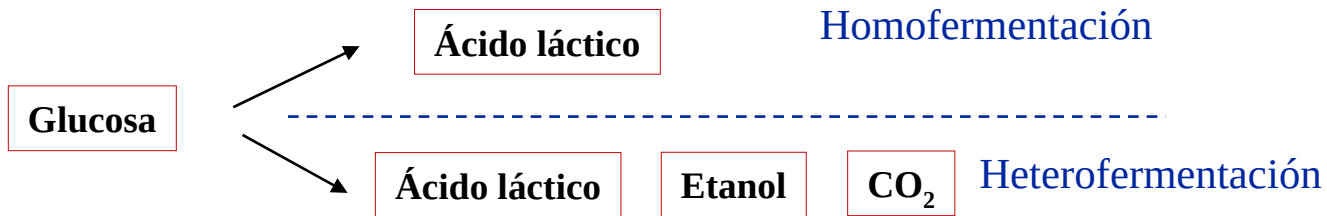
BACTERIAS LÁCTICAS

Microorganismos Gram +, cocos o bacilos, mesófilos (20-30°C) o termófilos (35-45°C), anaerobios facultativos

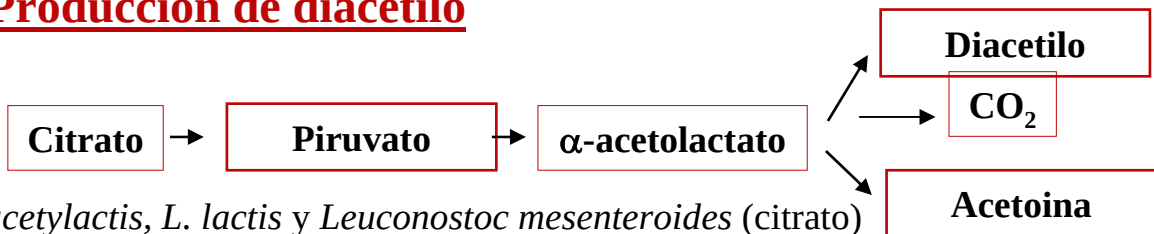


Streptococcus (homoferm), *Lactococcus* (homoferm), *Pediococcus* (homoferm), *Leuconostoc* (heteroferm), , *Lactobacillus* (homoferm y heterofer.)

Fermentación láctica



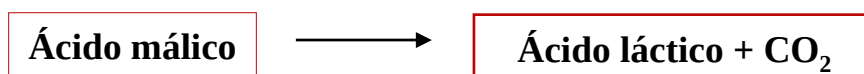
Producción de diacetilo



S. diacetylactis, *L. lactis* y *Leuconostoc mesenteroides* (citrato)

Streptococcus thermophilus y *Lactobacillus delbrueckii* ssp bulgaricus (piruvato)

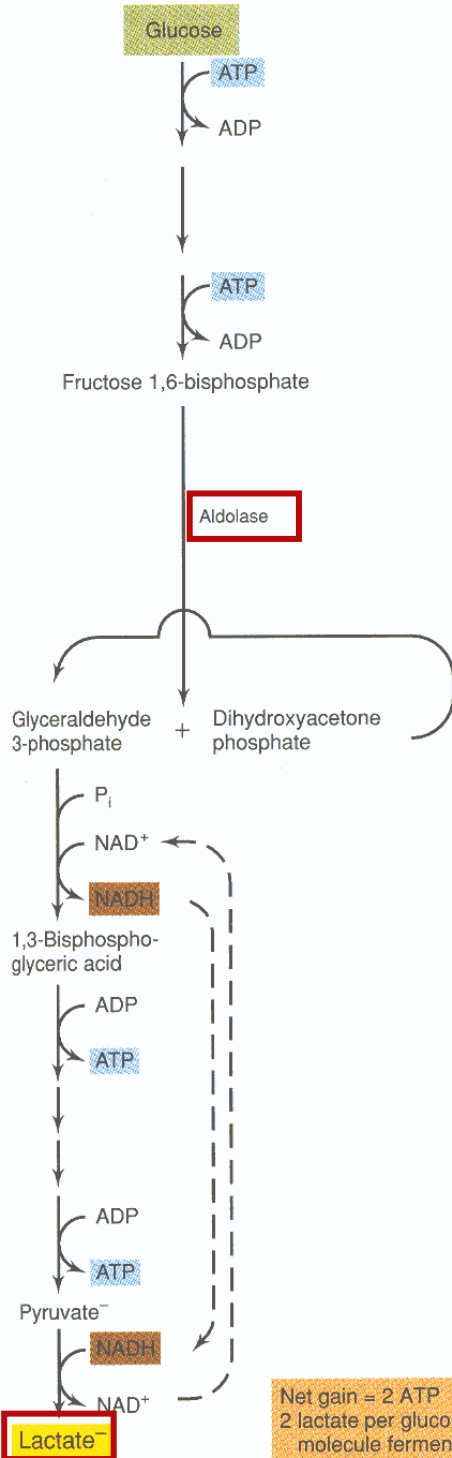
Fermentacion maloláctica



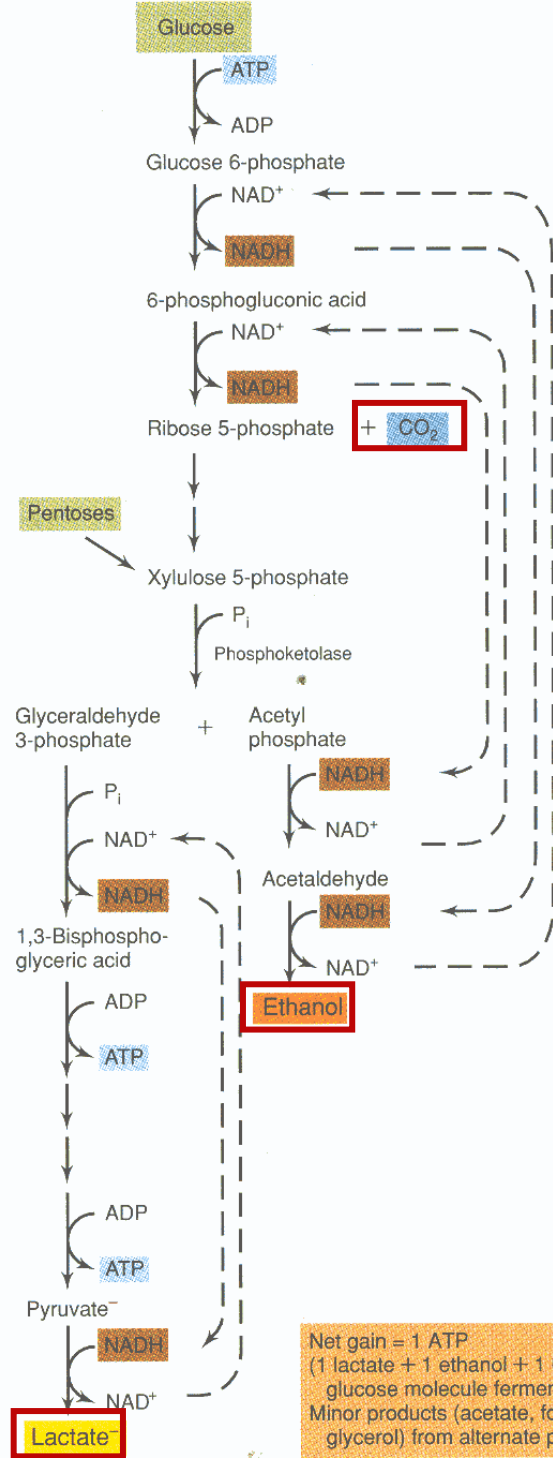
Lactobacillus, *Pediococcus* *Leuconostoc*

Fermentación láctica

Homofermentative



Heterofermentative

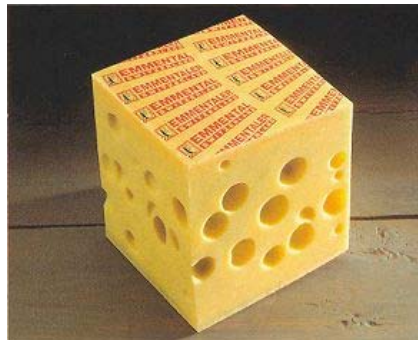


MICROORGANISMOS

Bacterias

BACTERIAS PROPIÓNICAS

Genero *Propionobacterium*. Bacilos Gram +, microaerófilos



BACTERIAS ACÉTICAS

Generos *Acetobacter*, *Gluconobacter*. Bacilos Gram- aerobios

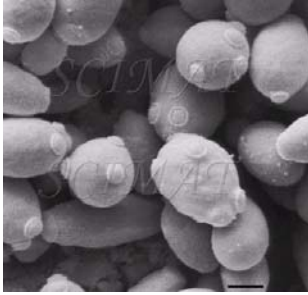


MICROORGANISMOS

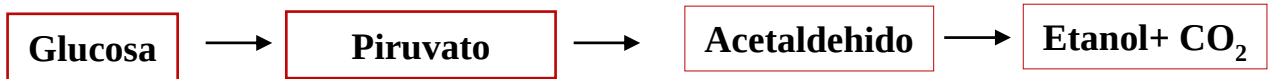
Levaduras

Microorganismos aerobios o anaerobios facultativos

Generos: *Sacharomyces*



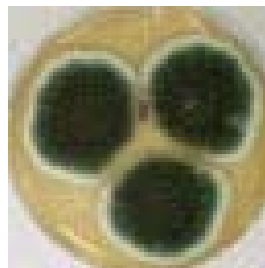
Fermentación etílica



Mohos

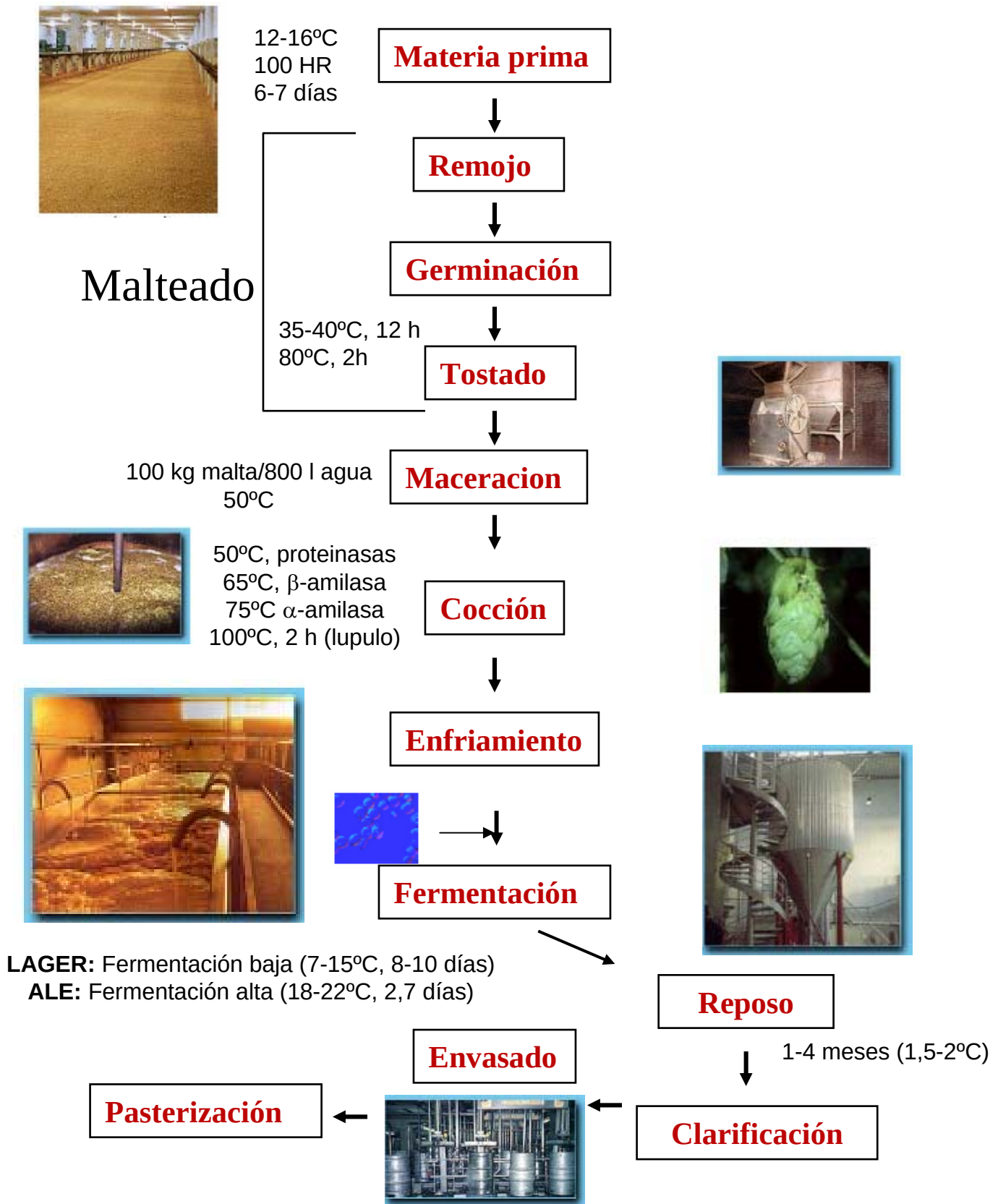
Penicillium (*P. camemberti*, *P. roqueforti*, *P. nalgiovense*)

Aspergillus



Alimento	Materia prima	Microorganismos implicados
Pan	Harina de trigo, agua, sal	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Cerveza	Malta, lúpulo, agua	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Pepinillos	Pepinos inmaduros, agua, sal (10-15%)	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pedococcus cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>
Aceitunas	NaOH (2%), sal (10%), agua	Primera etapa: <i>Streptococcus</i> , <i>Pedococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> Segunda etapa: <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> Tercera etapa: <i>Lactobacillus brevis</i> y <i>Lactobacillus plantarum</i>
Vino	Uva	Fermentación alcohólica: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Fermentación maloláctica: <i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Pedococcus</i>
Embutidos crudos curados (salchichón, salami, fuet, chorizo, longaniza)	Carne, grasa, aditivos, especias,	<i>Micrococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pedococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , mohos y levaduras
Yogur	Leche	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Kefir	Leche	Granos de Kefir (bacterias y levaduras)
Queso	Leche	Parmesano (<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgariucus</i>) Emmental (<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Propionibacterium</i>) Gouda (<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus cremoris</i>) Roquefort Gouda (<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus cremoris</i> , <i>Penicillium roqueforti</i>) Camambert (<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus cremoris</i> , <i>Penicillium camemberti</i>).

PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA

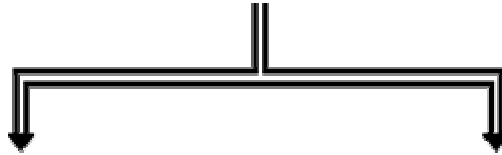




Separación de los granos de uva de su raspón en los racimos recién vendimiados

Vino tinto

Vino rosado



Depósito de fermentación
6/10 días



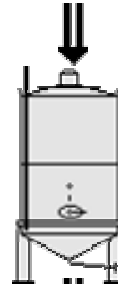
Depósito para sangrado
8/18 horas



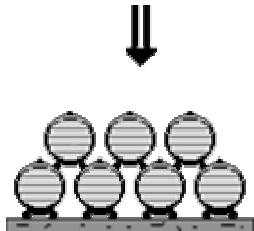
Trasiegos



Depósito de fermentación



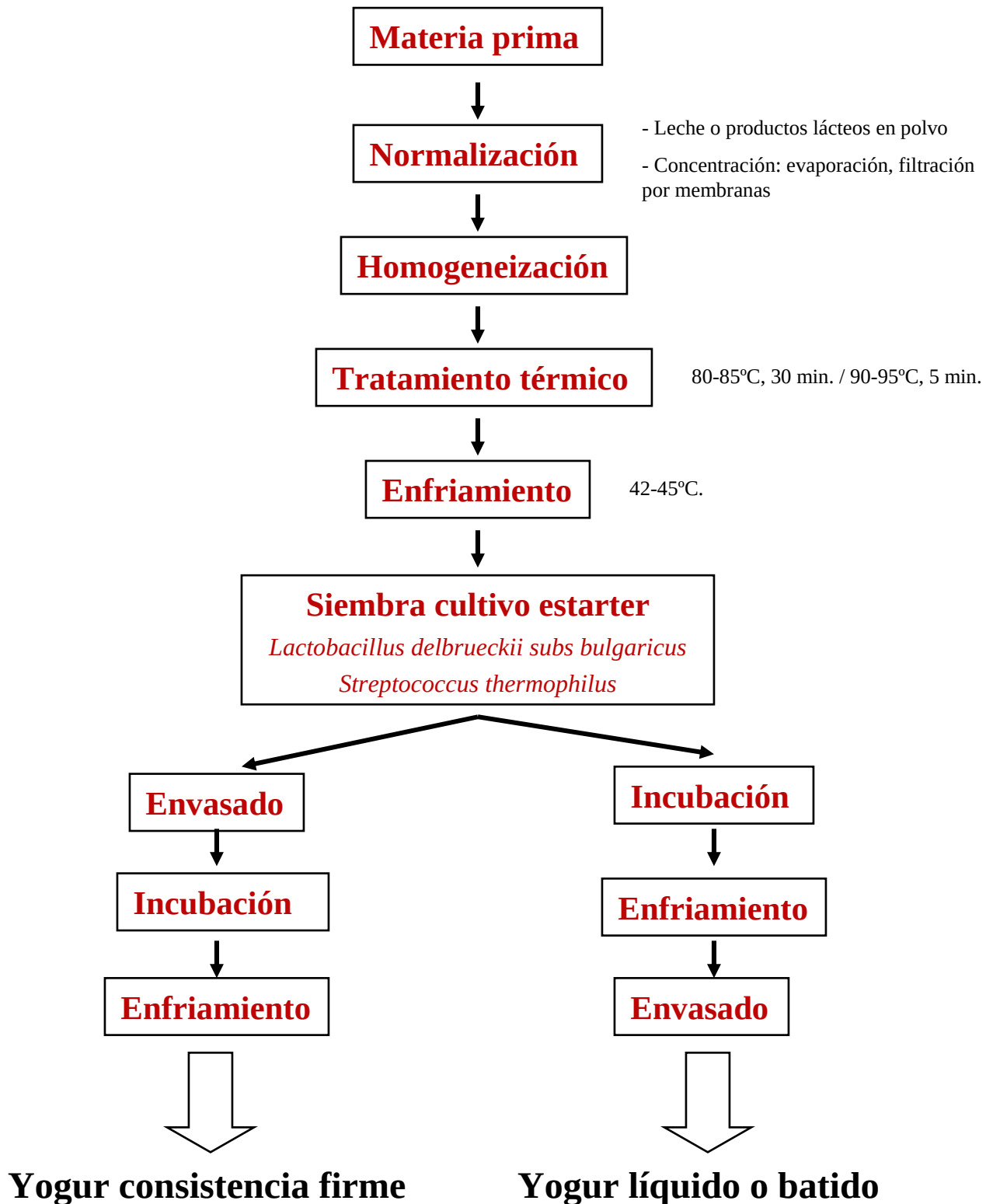
Reposo en
barricas



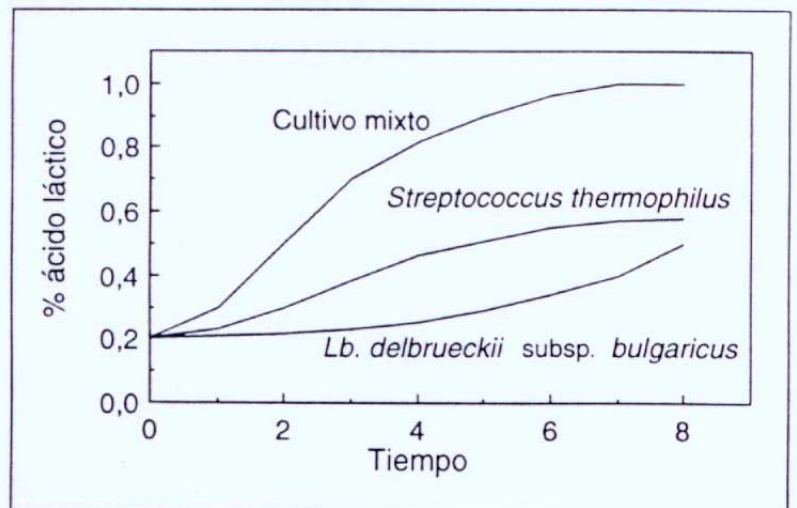
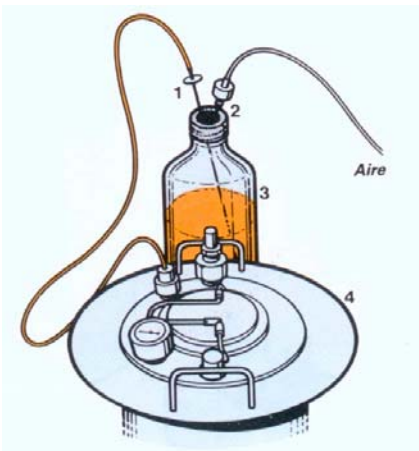
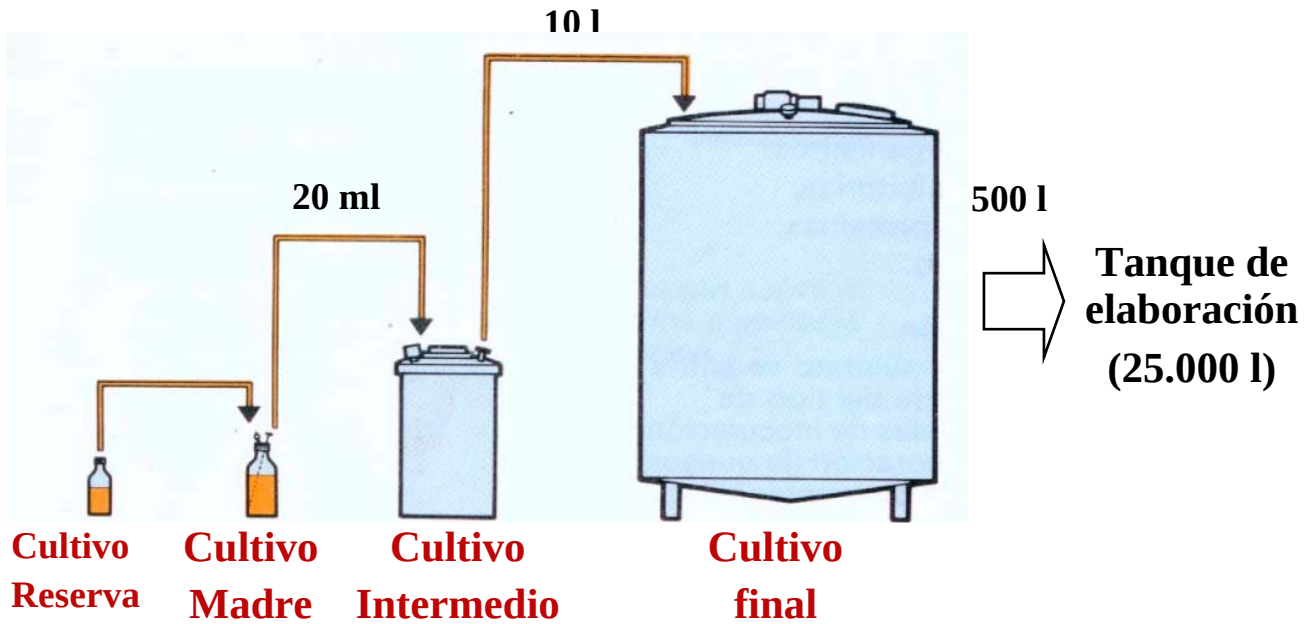
Trasiegos

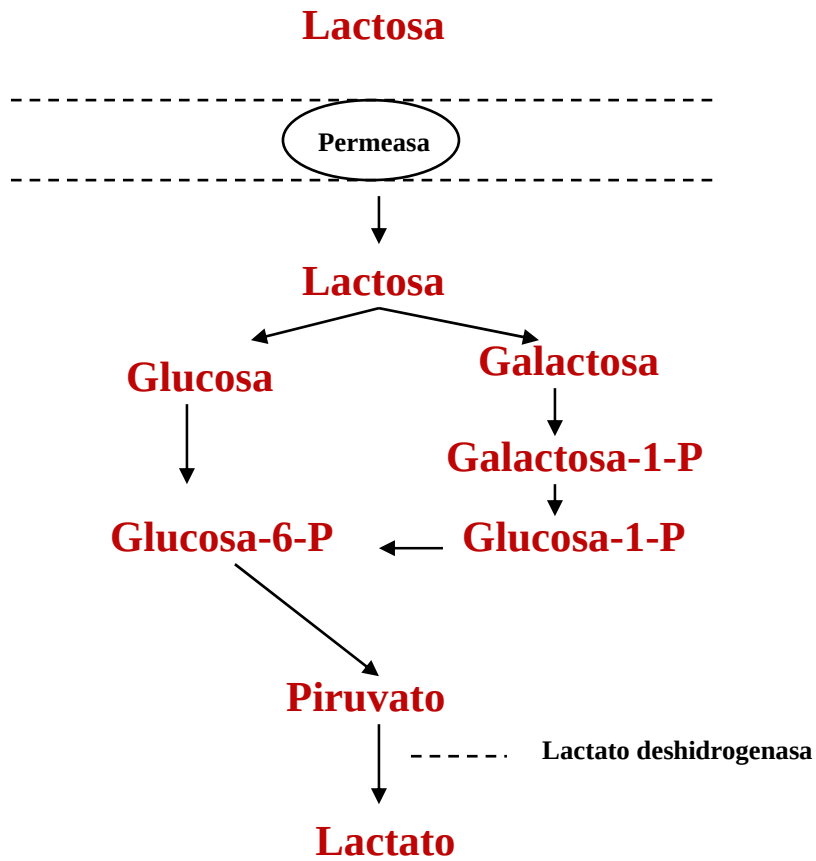


PROCESO DE ELABORACION DEL YOGUR

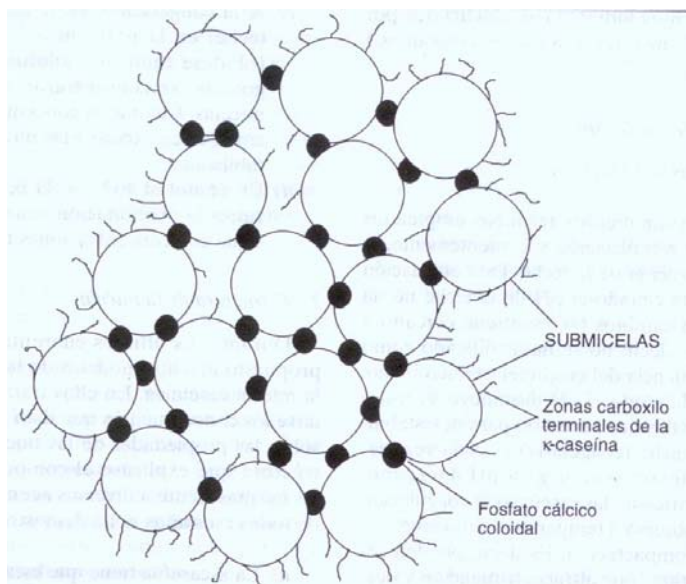


PREPARACION DEL CULTIVO ESTARTER





Producción de ácido láctico por las bacterias del yogur



Modelo esquemático de la micela de caseína