

# **Biotecnología Alimentaria:**

# **INDUSTRIAS LÁCTEAS II**

# **Fabricación de queso**

Máster Universitario en Ingeniería Química  
*Prof. M<sup>a</sup> del Mar de la Fuente García-Soto*

# Esquema Industrias Lácteas

1. Introducción
2. Fabricación de yogur
3. Fabricación de queso
  - 3.1. Definición
  - 3.2. Clasificación
  - 3.3. Proceso general de fabricación
    - Coagulación
    - Maduración – Modificaciones microbiológicas y bioquímicas

## 3.1. Definición de queso

“ Alimento lácteo obtenido por la coagulación enzimática de la leche con la subsiguiente separación del suero”

FAO “ Producto fresco o madurado que se obtiene por el drenado posterior a la coagulación de leche, crema, leche parcial o totalmente descremada o combinaciones de éstas”

Real Decreto 1113/2006, de 29 de septiembre, por el que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos.



## ANEXO I

### Norma de calidad para los quesos

#### 1. Definición.

“Se entiende por queso el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche, de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche”

# Etimología

Latín: Caseus: Queso

España queso, Portugal queijo, Holanda kaas, Alemania käse,  
Inglaterra cheese

Griego: φορμος formos “canastita” Formaggi

Francia fromage, Italia formaggi

1000 variedades de quesos en el mundo

FRANCIA : > 200

ESPAÑA: 23 denominaciones de origen

Producto  
gastronómico

8,8 kg / español 2020  
27,2 kg / francés 2020

“Pan y queso sabe  
a beso”

## 3.2. Clasificación de los quesos

### 1. En función del tipo de coagulación

Enzimática con cuajo de origen animal o cuajos microbianos, ácida, combinada (cuajo y ácido), extractos vegetales

### 2. En función del contenido en humedad

Extraduro, Duro, Semiduro, Semiblando, Blando o fresco

### 3. En función del contenido en grasa

Doble graso (>60%), Extragrasso (>45%), Graso (>40%), Semigraso (>20%) Magro (<20%)

### 4. En función de la textura

Con ojos o agujeros redondos, Textura granular, Textura cerrada

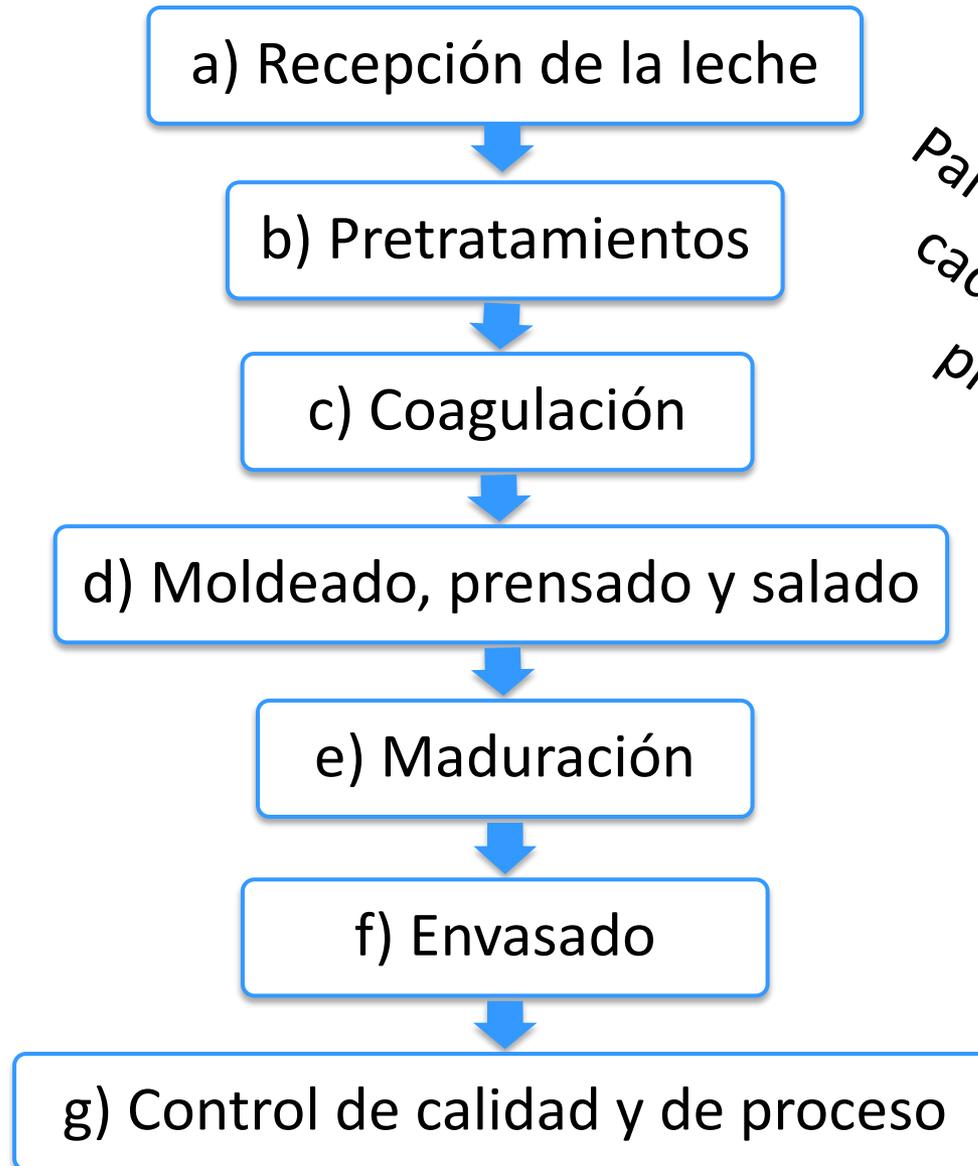
### 5. En función del tipo de microorganismo

Veteados, Moho blanco, Desarrollo bacteriano en la corteza, Madurados con cultivos bacterianos

### 6. En función del tiempo de maduración

Curado o madurado, madurado o curado con mohos, No curado o fresco

### 3.3. Proceso de fabricación



*Variedades*  
Particularidades en  
cada etapa del  
proceso

## a. Recepción de la leche

- ❖ Recogida en la granja
- ❖ Enfriamiento a 4°C
- ❖ Transporte a la central
- ❖ Almacenamiento en frío



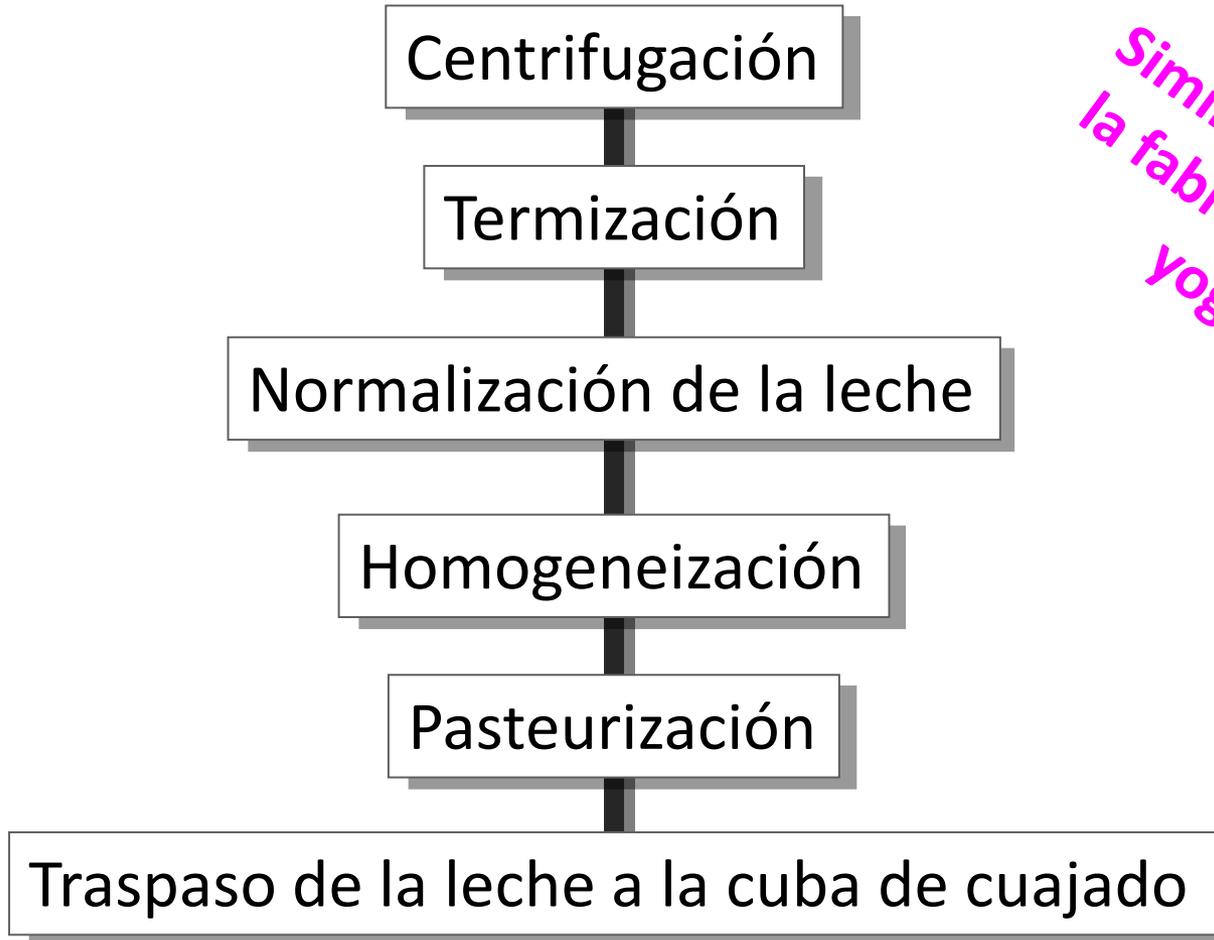
FUENTE: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mozzarella\\_di\\_bufala2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mozzarella_di_bufala2.jpg)

### Cualidades de la leche para quesería

- ❖ Debe tener una excelente composición química: **€ de caseína**
- ❖ Debe proporcionar buen rendimiento quesero
- ❖ Debe coagular bien con el cuajo
- ❖ Debe soltar bien el suero
- ❖ Debe tener buena calidad microbiológica (fermentaciones controladas)
- ❖ Control de antibióticos. Ausencia total

Cualquier tipo de  
leche  
Búfala: **Mozzarella**  
Cabra: **matices**  
**característicos**

## b. Pretratamientos de la leche



*Similares a los de la fabricación de yogur*

# 1ª etapa: Centrifugación - bactofugadora

Eliminación de impurezas o sustancias extrañas y desaireación

- ❖ Eliminación de esporas de clostridium
  - resisten pasterización
  - desprenden ácido butírico (olores)
  - desprenden hidrógeno (rompe estructura)
- ❖ Evita oxidación
- ❖ Pérdida de proteínas: Esto es un problema
  - ❖ Solución: se esteriliza el bactofugado y se añade de nuevo a la leche

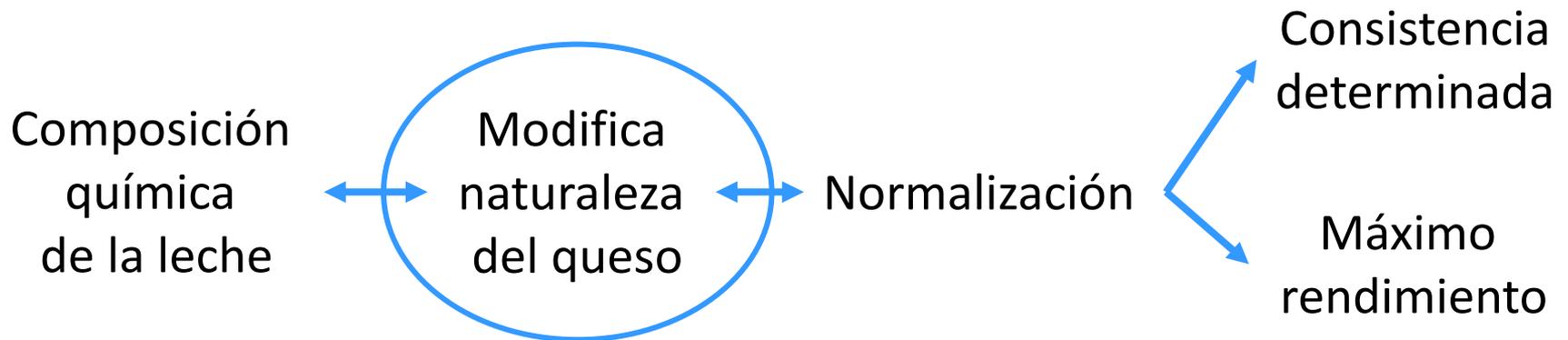
*El proceso de  
fabricación es más  
largo que en  
yogures*

## 2ª etapa: Termización <sup>4°C</sup>

Solo si la leche no es procesada inmediatamente

## 3ª etapa: Normalización de la leche:

Estandarización de grasa y/o proteínas con los mismos procedimientos que en yogures



## 4ª etapa: Homogeneización

- ❖ Igualar tamaño de partícula
- ❖ Obtención de textura uniforme

SI Quesos frescos y cremosos

SI Quesos madurados por mohos

Se intenta evitar pérdidas de grasa en suero y mejorar lipólisis



FUENTE:CC BY-SA 4.0

File:Bavaria blu 01 WikiCheese Lokal K.jpg

NO Quesos de pasta dura



FUENTE:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2022-05-11-Cheddar-.jpg>

## 5ª etapa: Pasteurización

- Elimina patógenos
- Mejora el crecimiento de estárteres
- Aumenta el rendimiento quesero (interacciones proteicas)
- Similar a lo visto en yogures

### **Controversia**

Pérdida de calidad organoléptica del producto

Leche no pasteurizada



Es posible si la leche procede de granjas seleccionadas y hay un estricto control del rebaño y de calidad

OBLIGATORIO  
Quesos con menos  
de 2 meses  
de maduración

## Quesos Extraduros

Emmenthal

$T^a < 40^{\circ}\text{C}$

Parmesano

Para evitar pérdidas de aroma y sabor  
y facilitar la expulsión de suero

**Idiazábal (2020)**  
**9.200 € / media pieza**



Se trata de un queso
de leche cruda
exclusivamente de oveja latxa y/o carranzana
curado: mínimo de dos meses
pequeño o mediano (de uno a tres kilos) aunque puede ser comercializado en cuñas
de coagulación enzimática (cuajo)
no cocido (sin sobrepasar los 38 °C)
prensado, de pasta dura
graso: mín. 45 % de materia grasa sobre extracto seco
ahumado o sin ahumar

FUENTE:

<https://www.quesoidiazabal.com>

<https://es.openfoodfacts.org/producto/2295308002407/queso-idiazabal-dop>

## 6ª etapa: Traspaso de la leche pasterizada a la tina o cuba de cuajado

- Siembra microbiana de arranque que genera ácido láctico y consecuente bajada de pH  
 $10^6$ - $10^7$  unidades formadores de colonias por mL



- Adición de aditivos ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ), conservantes (nitratos), lipasas, microorganismos no iniciadores (NSLAB), etc.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheese\\_Manufacture,\\_New\\_Zealand.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheese_Manufacture,_New_Zealand.jpg)

# BAL utilizadas en la elaboración de quesos

## Termofílas

*Lactobacillus delbrueckii ss bulgaricus*

*Lactobacillus helveticus*

*Streptococcus thermophilus*

## Homofermentativas

*Lactococcus lactis ss cremoris*

*Lactococcus lactis ss lactis*

*Lactococcus latis ss lactis biovar diacetylactis*

## Heterofermentativas

*Leuconostoc mesenteroides ss cremoris*

*Propionibacterium freudenreichii*

# Mohos utilizados en la elaboración de quesos

*Penicillium Camemberti y Roqueforti*

## c. Coagulación de la leche

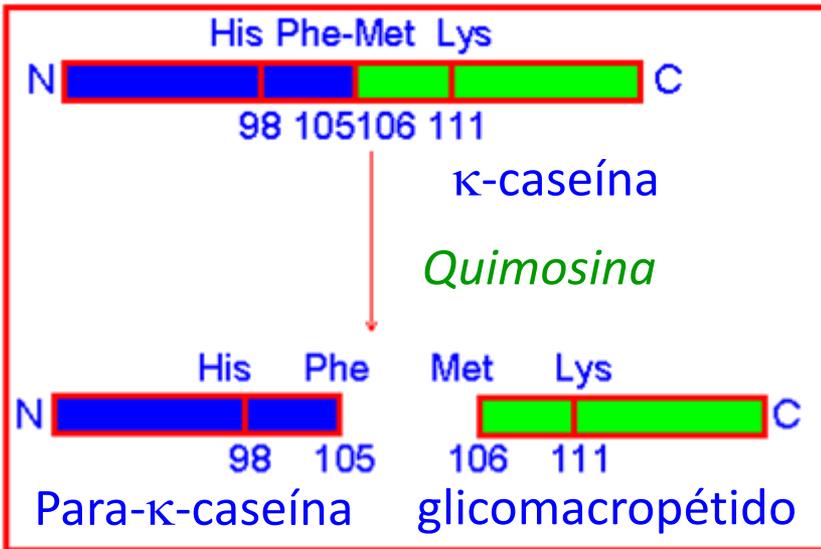
**“Etapa más importante en la elaboración de queso”**

“Coagulo de la leche: poco sabor y aroma”

☺ organolépticamente poco atractivo al consumidor

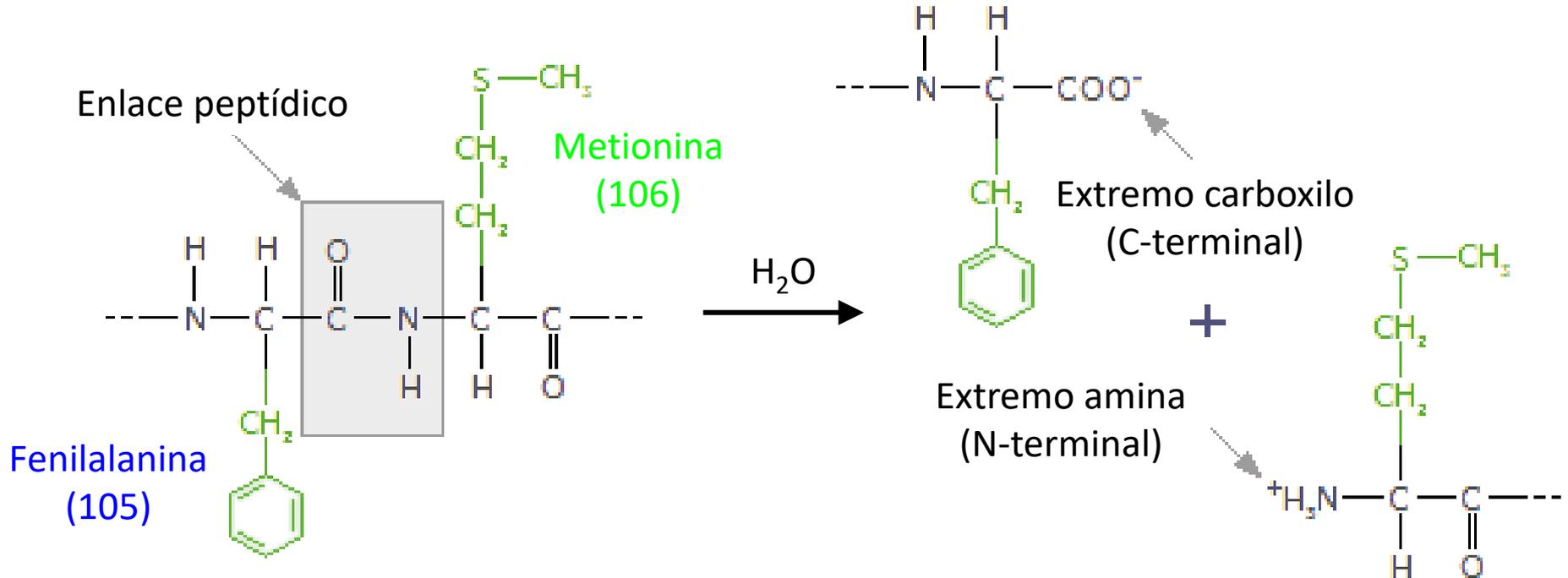
### **Tiempo de coagulación: depende de:**

- El tipo de queso
- La temperatura (30-32°C)
- La composición de la leche
- Los tratamientos previos de la leche
- La acidez de la leche (fermentos bajan pH)
- La concentración de Ca ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ): < 200 mg/kg



## Cuajo natural quimosina + pepsina

FUENTE:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quimosina.jpg>  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrolyse\\_k-caseine.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrolyse_k-caseine.png)



# Acción enzimática

- Fase primaria o enzimática:
  - Hidrólisis de aminoácidos de caseína  $\kappa$
  - Cinética de Michaelis-Menten
- Fase secundaria o de agregación
  - 60 % de hidrólisis
  - Mecanismo aleatorio
  - Controlado por difusión
  - Acelerado por el metabolismo de las BAL



FUENTE:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20130911-OC-RBN-3844\\_\(9736714198\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20130911-OC-RBN-3844_(9736714198).jpg)

# Problema Cuajo animal: carencia en el mercado

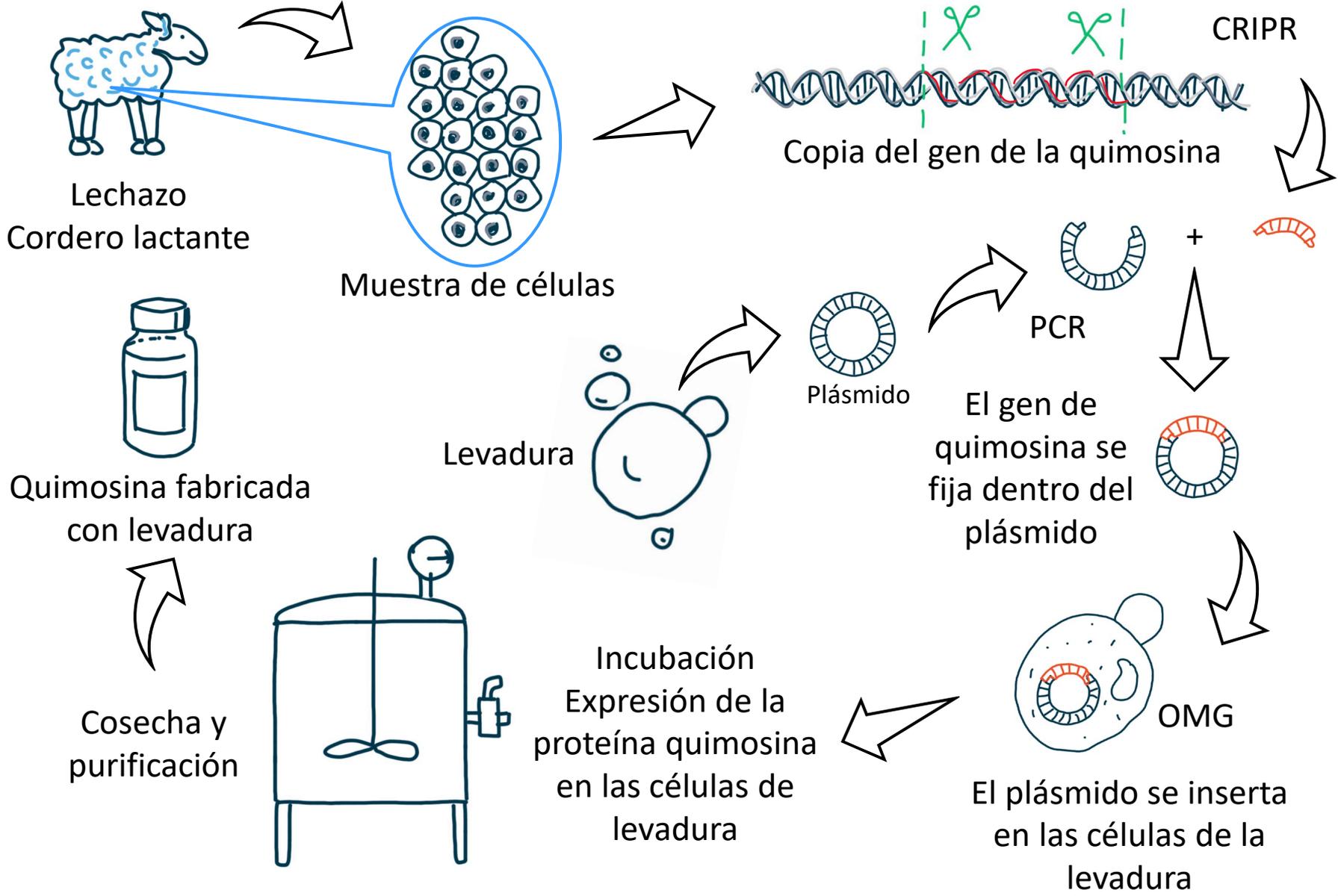
## Alternativas

1. Pépsinas ovinas y porcinas o búfala
2. Cuajo de individuos bobinos adultos concentrado - Sanofi
3. Cuajos microbianos – *Mucor miehei*
4. Ingeniería genética

Microorganismos recombinantes con gen de la quimosina:

- **Chymogen:** Chr. Hansen's Lab.  
→ *Aspergillus awamori* o *A. niger*
- **Maxiren:** Gist Brocade  
→ *Kluyveromyces lactis*
- **Chy-Max:** Pfizer  
→ *Escherichia coli* K12

# 23/03/1990 FDA: 1ª proteína recombinante aprobada para consumo humano



**Importante**

## Separación del suero de la cuajada

- 1) **Corte de la cuajada**: corte limpios con cuchillas o alambres (**liras**) hasta alcanzar un tamaño de grano deseado



FUENTE: <https://pixabay.com/photos/cheese-kettle-boiler-cheese-making-2895520/>



FUENTE:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milk\\_Vat.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milk_Vat.jpg)

- 2) Agitación y calentamiento:** ayuda a la salida del suero  
- condiciones más óptimas para las bacterias lácticas **20-55 °C**



FUENTE:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Production\\_of\\_cheese\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Production_of_cheese_1.jpg)

3) **Drenaje del suero** (drenaje antes de calentar= ahorro energético)

4) **Agitación y calentamiento final**: con el calor los granos de la cuajada se encogen y sueltan suero. Se inactivan bacterias.

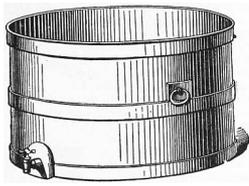


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EasterSaris12Slovakia4.JPG>

**pH < 5,8**



FUENTE: <https://pxhere.com/en/photo/896765>



## d. Moldeado, prensado y salado

Tipo de queso →

Prensado

### Prensado

**P. suave:** por gravedad

Queso blando, alto contenido en humedad, tiempo de vida corto

**P. fuerte:** prensa hidráulica o neumática

Queso duro, bajo contenido en humedad, tiempo de vida largo

Tiempo

Presión

Temperatura

pH

Recipientes (agujeros)



FUENTE:

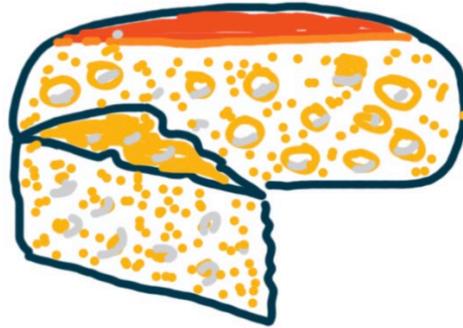
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EB1911\\_Dairy\\_-\\_Fig.\\_4.%E2%80%94Cheese-Tub.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EB1911_Dairy_-_Fig._4.%E2%80%94Cheese-Tub.jpg)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/20130911-OC-RBN-3916\\_%289736713316%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/20130911-OC-RBN-3916_%289736713316%29.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Queso\\_tetilla-Mercado.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Queso_tetilla-Mercado.jpg)

## Quesos de ojos redondos

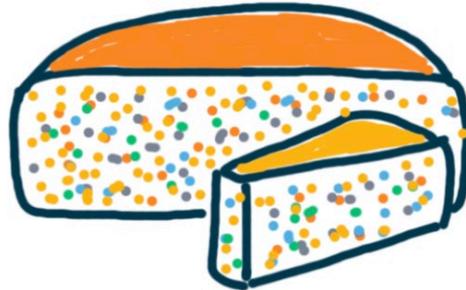
Gruyere, Emmenthal



Prensado previo de la cuajada bañada en suero. Los granos se funden entre si dejando burbujas donde se acumularan los gases durante la maduración y generan los huecos

## Quesos granulares

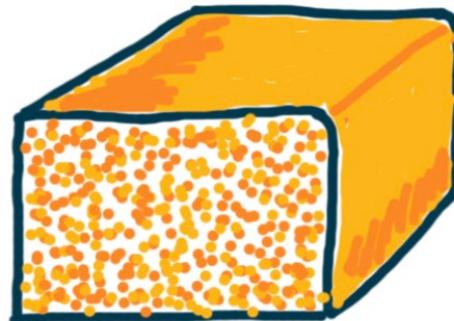
Azules, Roquefort, Cabrales



Tran la separación del suero. Prensado de la cuajada con aire entre los granos dejando muchos agujeros irregulares en el queso

## Quesos de textura cerrada

Cheddar, Gouda



Es importante que se fermente toda la lactosa antes del moldeado y prensado para evitar gases durante la maduración

# Salado

Emmenthal	0,4 - 1,2 %
Gouda	1,5 - 2,2 %
Gorgonzola	3,5 - 5,5 %

- Realza el sabor del queso
- Conservante para el crecimiento bacteriano
- Control de la maduración y formación de costras
- Permite completar la expulsión del suero
- Mejora la apariencia y consistencia de los quesos

## Formas de salado

❖ En seco: recubrimiento del queso con NaCl o adición a la masa

❖ Inmersión en baño de salmuera

Etapa de salado  
Sal penetra en el queso

Etapa de maduración  
Sal llega hasta el centro del queso

# Control durante el salado

- ❖ Concentración de salmuera
- ❖ pH y T<sup>a</sup>
- ❖ Tiempo de contacto
- ❖ Momento del salado

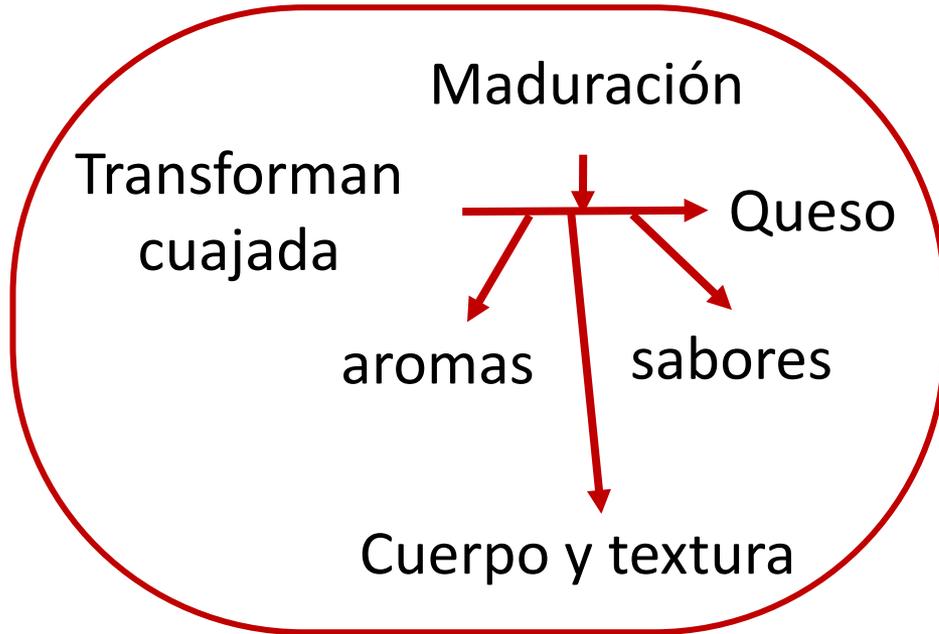


FUENTE:

[https://www.rawpixel.com/search/cheese%20factory?page=1&sort=curated&topic\\_group=\\_topics](https://www.rawpixel.com/search/cheese%20factory?page=1&sort=curated&topic_group=_topics)

Curing baby Swiss cheese rounds at the Alp and Dell factory.  
Original image from Carol M. Highsmith's

## e. Maduración



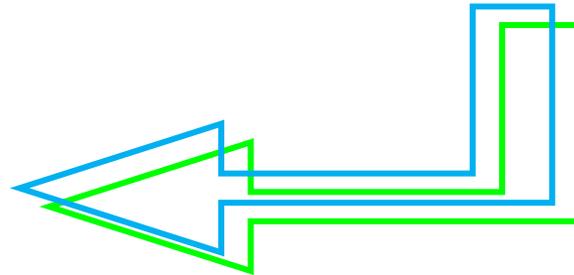
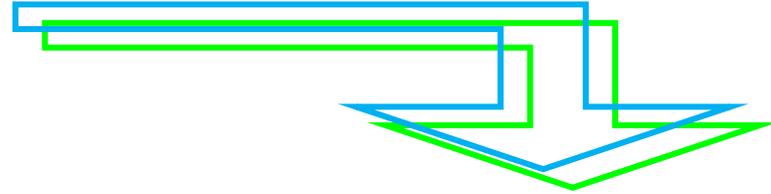
## Control durante la maduración

- ❖ Temperatura (8-12°C)
- ❖ Humedad (65-95%)
- ❖ Tiempo (3 semanas a 2 años)
- ❖ Aireación
- ❖ Condiciones microbiológicas

Tiempo de maduración →

Más  
consistencia y  
grado de  
sequedad

# Proceso de maduración



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cowgirl\\_Creamery\\_Point\\_Reyes\\_-\\_Red\\_Hawk\\_cheese.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cowgirl_Creamery_Point_Reyes_-_Red_Hawk_cheese.jpg)

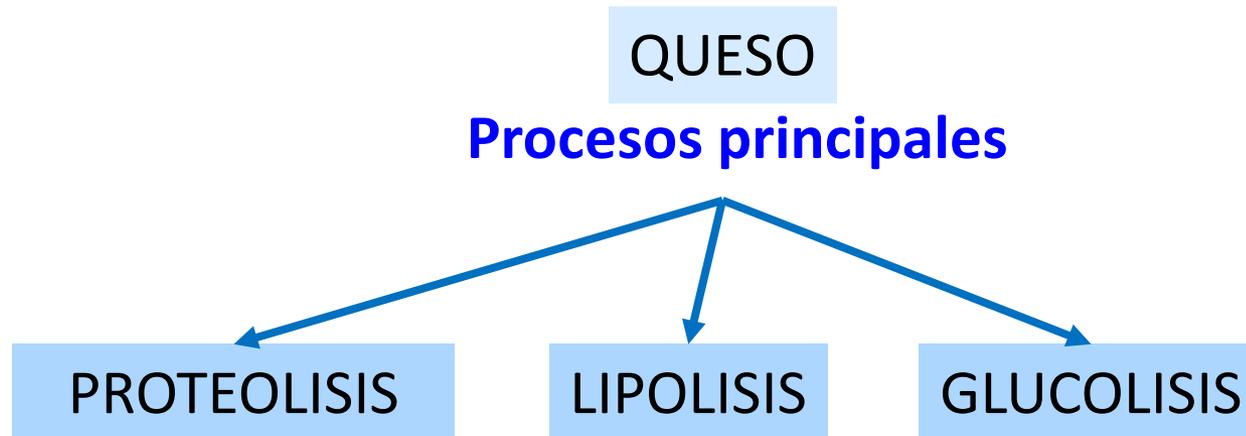
[https://www.cookipedia.co.uk/recipes\\_wiki/Home-made\\_Caerphilly\\_cheese](https://www.cookipedia.co.uk/recipes_wiki/Home-made_Caerphilly_cheese)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Langres\\_fromage\\_AOP\\_coupe.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Langres_fromage_AOP_coupe.jpg)

# Modificaciones microbiológicas, bioquímicas y físicas

- Cambios primarios: cambios básicos en textura y sabor
- Cambios secundarios: matices aroma y sabor

Idiazábal > 80 compuestos Cromatografía  
*Internacional Dairy Journal 17 (2007) 1401-1414*



- Enzimas propias de la leche: plasmina
- Enzimas derivadas del cuajo
- Cultivos iniciadores BAL
- Inoculaciones secundarias: NSLAB, BAP, mohos

# Equilibrio de componentes



FUENTE: <https://pxhere.com/en/photo/1057482>

Péptidos  
Aminoácidos  
Ácidos grasos libres  
Metil-cetonas  
Compuestos sulfurados  
Acetaldehídos  
Alcoholes  
Ésteres  
Lactonas  
Etc.

**No se puede fabricar un queso en el laboratorio por unión de sus componente**



**Penicillium  
Roqueforti**  
**queso Roquefort**

**Penicillium  
Camemberti**  
**queso Camembert**

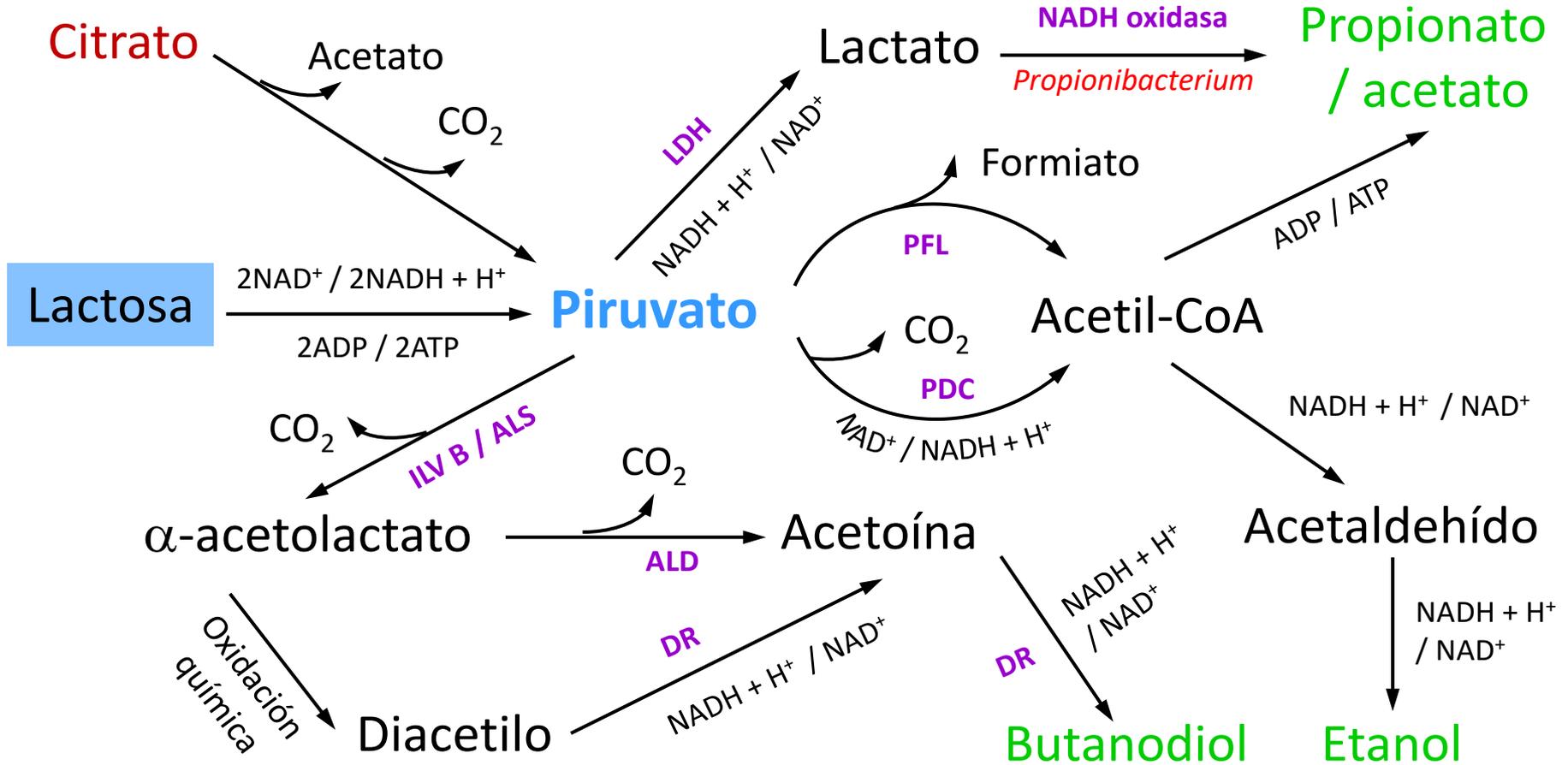


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camembert.JPGh>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wikicheese\\_-\\_Roquefort\\_-\\_20150417\\_-\\_003.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wikicheese_-_Roquefort_-_20150417_-_003.jpg)

# Modificaciones microbiológicas y bioquímicas

## Transformación del ácido láctico y la lactosa

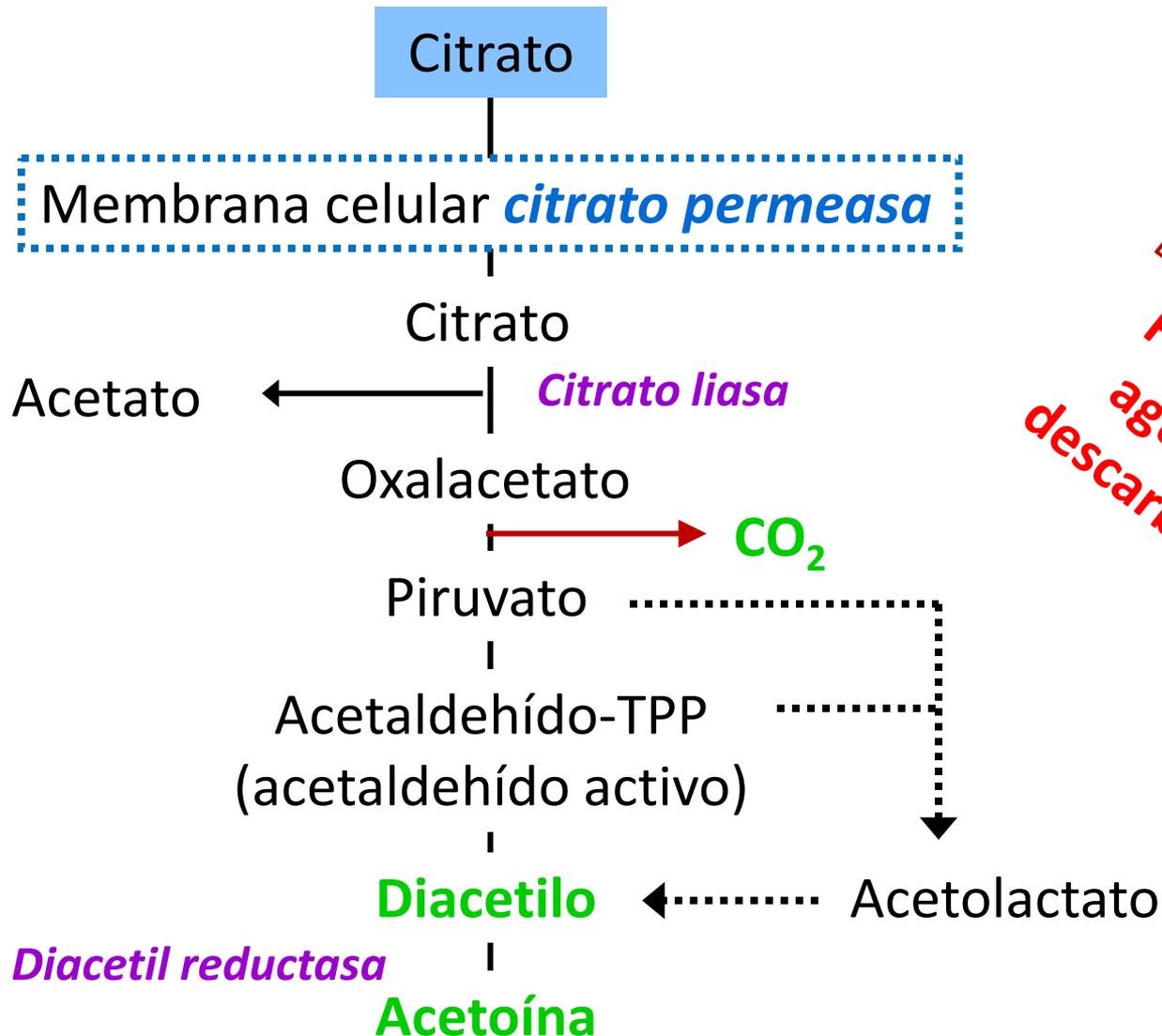


### Diferentes rutas bioquímicas: formación de aromas

DR: Diacetilo reductasa      ALD: Acetato descarboxilasa      PDC: Complejo de la piruvato deshidrogenasa  
PFL: Piruvato formiato Liasa      ILV B / ALS: Acetolactato sintasa      LDH: Lactato deshidrogenasa

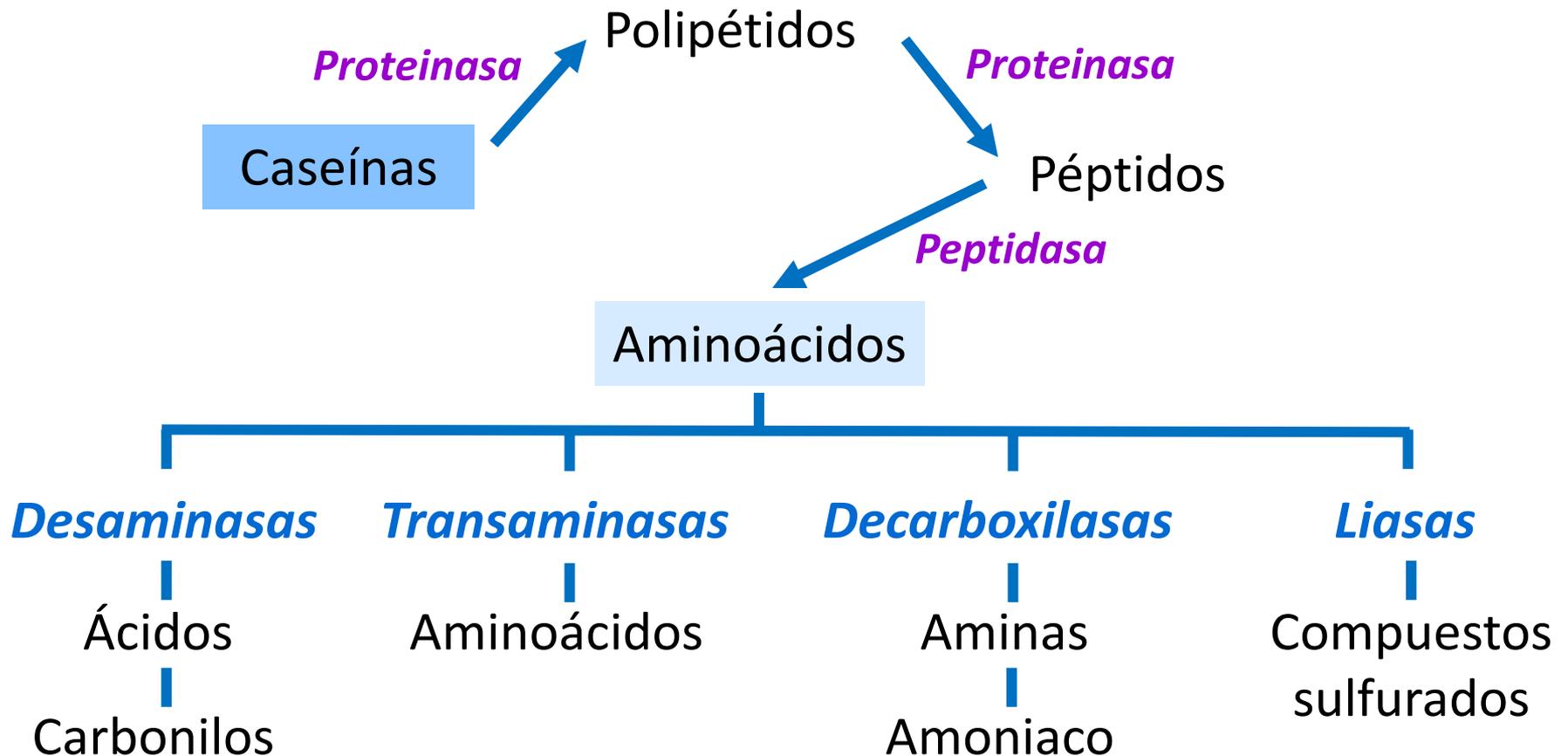
# Transformación del citrato

*Lactococcus Lactis Diacetylactis*  
*Leucomostoc Lactis o Cremoris*



Consecuencia  
Formación de  
agujeros por  
descarboxilación

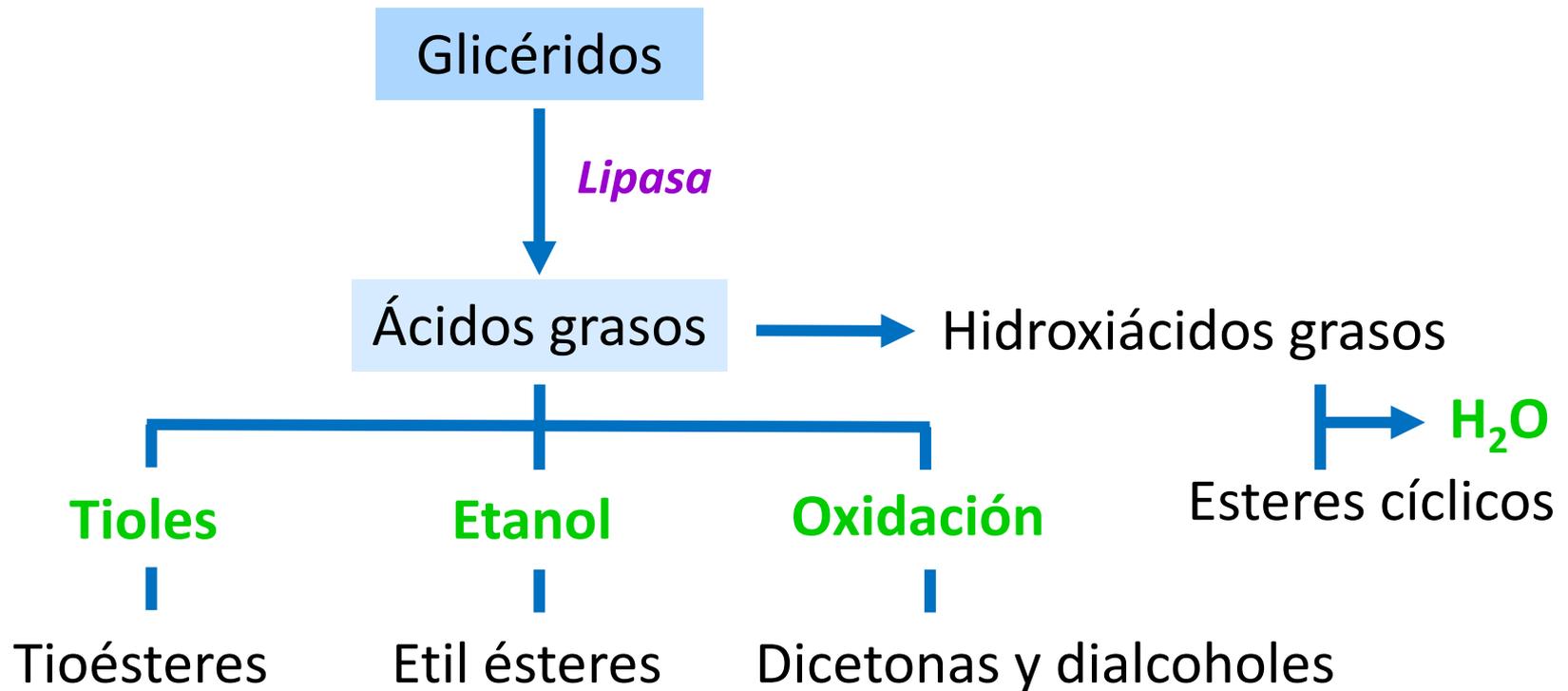
# Proteolisis: Transformación de las proteínas



## Consecuencia

- Se produce ablandamiento debido a ruptura de la red proteica
- La pasta es desmenuzable, gran aporte de aromas y sabores

# Lipólisis: Transformación de ácidos grasos



## Consecuencia

- Gran contribución a los aromas y sabores característicos en quesos azules, sabores picantes.

iii Un queso desnatado no tiene sabor ivi

# Bibliografía

1. J.L. RASIC and J.A. KURMANN. *Fermented Fresh Milk Products: Volume 1 Yoghurt: Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Ed: **Technical Dairy Publishing House**.
2. J.L. RASIC and J.A. KURMANN. *Fermented Fresh Milk Products: Volume 2 Cheese*. Ed: **Technical Dairy Publishing House**
3. VITTORIO BOTTAZZI. *I lattii fermentati: Aspetti biochimici, tecnologici, probiotici e nutrizionali*. (Direttore dell'Istituto di Microbiologia e del Centro di Ricerche Biotecnologiche Università Cattolica di Piacenza e Cremona). Ed: **Instituto Danone**
4. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector lácteo. Ed: **Ministerio de Medio Ambiente 2005**
5. *Estadística Láctea*. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN y MEDIO AMBIENTE (MAGRAMA). <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/estadistica-industrias-lacteas/estadistica-lactea-anual> (9/10/2013)
6. *Micelas de caseína*: <http://www.Public.iastate.edu/~cfford/Caseinmicelle2.jpg> (9/10/2013)
7. *La Industria Alimentaria Española*. FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS <http://www.fiab.es/alimentaria.asp> (9/10/2013)
8. G. BYLUND. *Manual de Industrias Lácteas, Traducido de la versión inglesa por Antonio Lopez Gomez*. **AMV Ediciones**. Madrid: 2003
9. [http://www.revistavirtualpro.com/files/ti12\\_200512.pdf](http://www.revistavirtualpro.com/files/ti12_200512.pdf) (11/10/2013)
10. <http://www.monografias.com/trabajos73/yogur-elaboracion-conservacion/yogur-elaboracion-conservacion2.shtml> (11/10/2013)
11. C.W. BAMFORTH. *Alimentos, fermentación y microorganismos*. Ed: **Acribia S.A.**
12. B.H. LEE. *Fundamentos de Biotecnología de los Alimentos*. Ed: **Acribia S.A.**
13. G. GARIBAY, Q. RAMÍREZ y L. MUNGUÍA. *Biotecnología Alimentaria*. Ed: **Limusa**
14. A. TAMIME, R. ROBINSON. *Yogur: Ciencia y Tecnología*. Editorial **ACRIBIA S.A.** Zaragoza: 1991, p. 7 – 158.
15. B. J.B. WOOD. *Microbiology of fermented foods*. Ed: **Elsevier applied science publishers**
16. CHANDAN, RAMESH. *Yogurt: Nutritional and Health properties*. Ed: **NYA – National Yogurt Association**.
17. PRESCOTT, DUNN. *Microbiología Industrial*. Ed: **Aguilar S.A.**
18. <http://www.sisman.utm.edu.ec/.../L.../leche%20y%20productos%20lacteos.pdf> (14/10/2013)