

# El Queso

Química de Alimentos III.

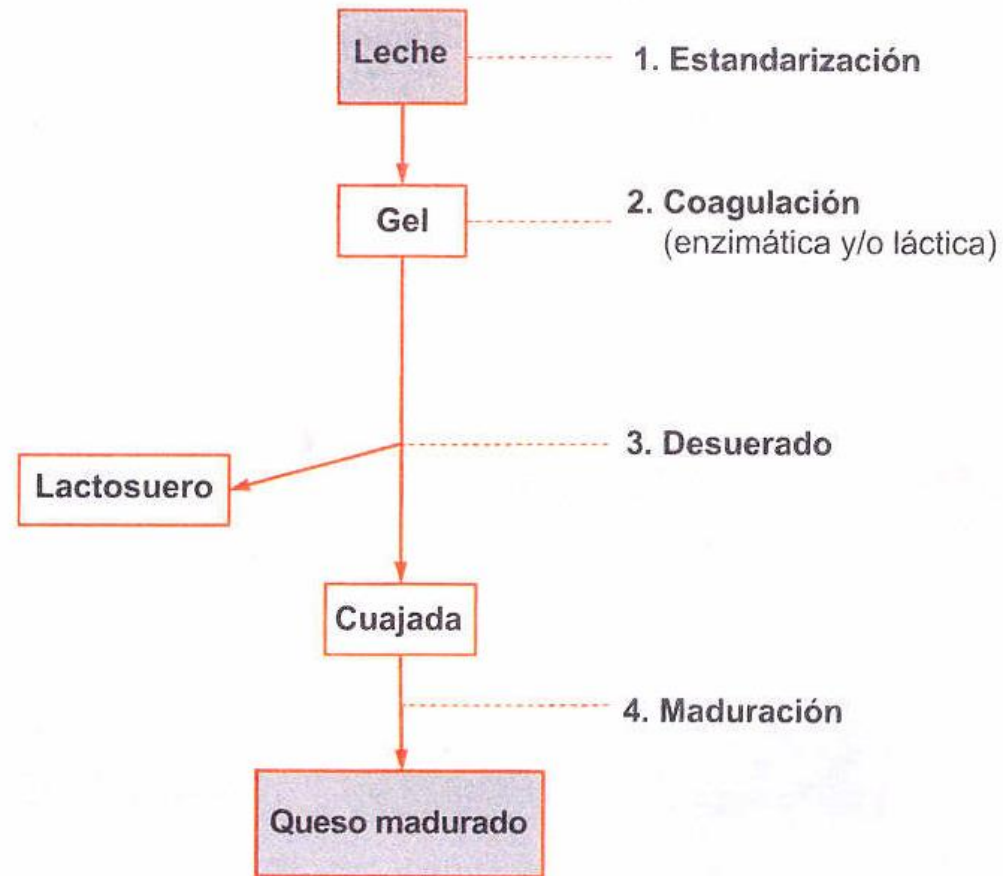
Módulo de Lácteos.

Profesor en formación *José Pablo Raña Zorrilla.*

# ¿Qué es el queso?

- **NOM-243-SSA-2010.**
  - Producto elaborado a partir de la cuajada de la leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies, con o sin la adición de crema.
  - Dicha cuajada puede ser obtenida mediante la adición de cuajo, bacterias lácticas, enzimas distintas del cuajo, adición de ácidos orgánicos.
  - Posteriormente, la cuajada puede recibir un tratamiento térmico opcional, es drenada, prensada o no; puede contar con la adición de microorganismos especiales para la maduración, determinados hongos, sales fundentes e ingredientes comestibles.
  - Todo lo anterior da lugar a las diferentes variedades de quesos, pudiendo ser fresco, madurado o procesado.

# Proceso General de Elaboración de Queso



# Proceso General

- **1. Coagulación de la leche, formación de la cuajada.**

- Precipitación de la caseína mediante la adición de enzimas y/o por acidificación de la leche.
  - Enzimas que liberan glucomacropéptido, que es el péptido producido por hidrólisis de la K-caseína por acción del cuajo, dejando que la para-K-caseína se agregue con las demás caseínas ( $\alpha$ 's y  $\beta$ ).
  - En la cuajada ácida, el  $H^+$  neutraliza la carga de las micelas de caseína y solubiliza el fosfato de calcio coloidal.

- **2. Separación del suero.**

- Se escurre el suero separándolo de la cuajada.
- La cuajada puede presentar sinéresis, que es una contracción que expulsa suero del interior del gel.
- El corte de la cuajada y la agitación favorecen su expulsión.



# Proceso General de Elaboración de Queso

- **3. Moldeado.**

- Permite fusionar los trozos de cuajada, se exprime el suero que puede ser prensado dentro de un molde.

- **4. Salado.**

- La adición de NaCl tiene la función de preservar, resaltar el sabor y aroma, contribuir a la consistencia y maduración del queso.
  - En general, se emplea NaCl (2%) o una solución de NaCl (4-5%).
- Los métodos de salado son adición de sal a la cuajada, por frotamiento de NaCl en la superficie del queso, o inmersión en salmuera.

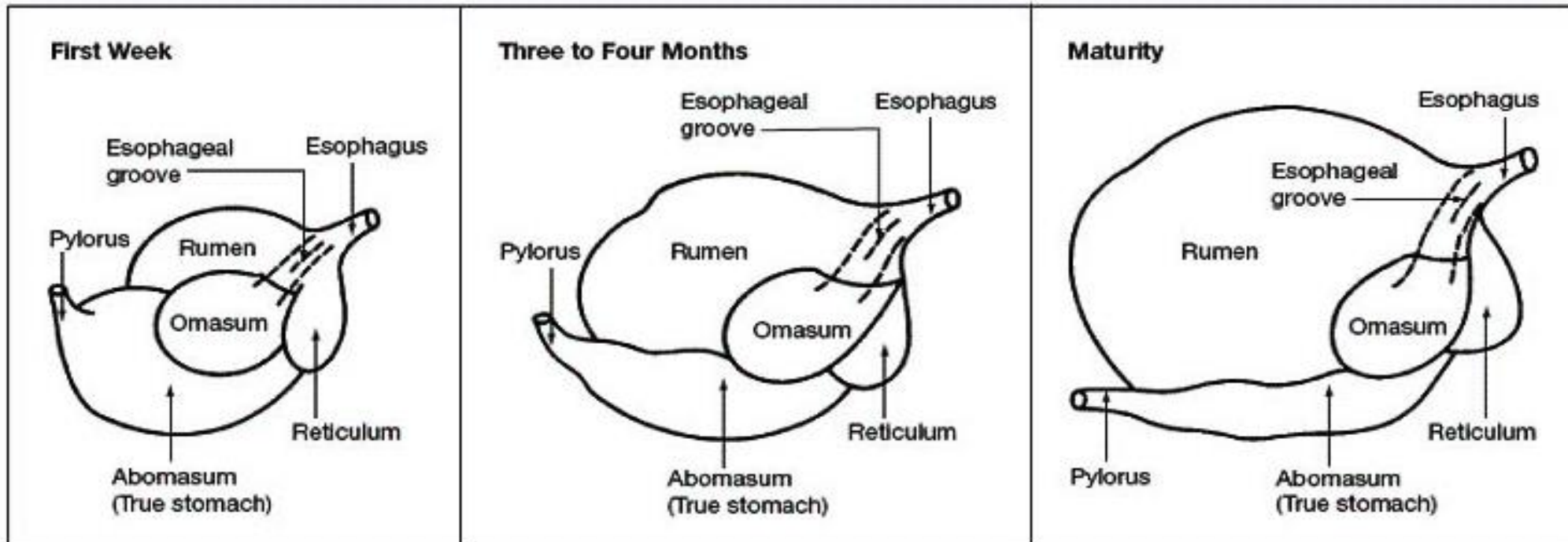
# Cuajo

Conjunto de enzimas aisladas del abomaso de becerros

La enzima más importante en el cuajo es la quimosina

Relación de quimosina:pepsina en el cuajo es  
90:10

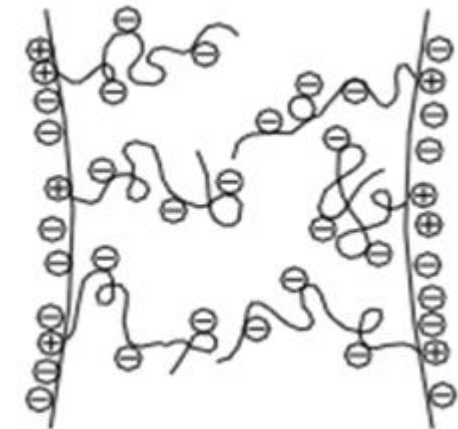
Quimosina  
35.6 kDa  
Proteasa ácida  
T óptima: 28-37°C  
Aspartato-proteinasa; Asp<sub>32</sub>-Asp<sub>215</sub>





# Formación enzimática de la cuajada

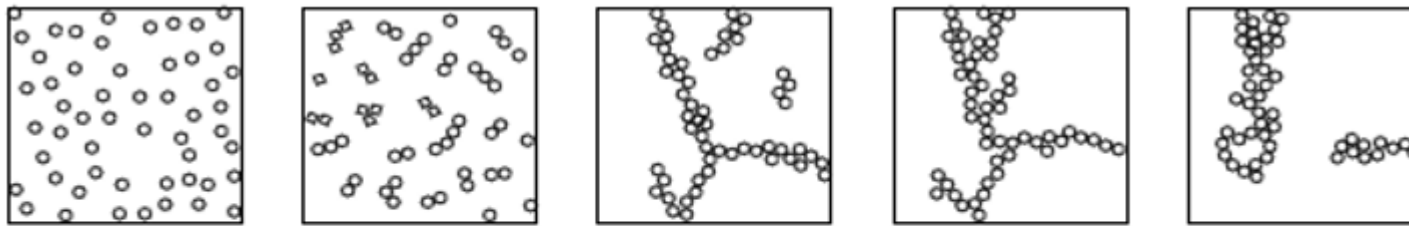
- Mediante la adición del cuajo a la leche, el enlace Phe<sub>105</sub>-Met<sub>106</sub> de la κ-caseína se hidroliza, lo que deriva en la formación del glucomacropéptido y de la para-κ-caseína; lo que deriva en la agregación de la caseína.
  - La agregación ocurre cuando el 70% de la para-κ-caseína está hidrolizada.
- Al momento de que las micelas pierden “los cabellos” (la parte hidrofílica con carga -), disminuye las repulsiones estérica y electrostática, por lo que tienden a agregarse.
  - Participan fuerzas hidrofóbicas, iónicas, puentes de hidrógeno y de van der Waals
  - Ca<sup>2+</sup> es muy significativo → forma puentes salinos y neutraliza las cargas negativas.





# Formación enzimática de la cuajada

- Durante la agregación (fractal) de las micelas se da la formación del gel, los glóbulos de grasa se quedan atrapados dentro de la red del gel.
  - Los componentes liposolubles se integran al queso.
    - Carotenos, vitaminas liposolubles, lipoproteínas, inmunoglobulinas, enzimas.
- Dentro del gel, también queda atrapada una fracción del suero que incluye en el queso a componentes hidrosolubles .
  - Lactosa, vitaminas hidrosolubles, sales, enzimas, ácidos orgánicos como ácido orótico.



Representation of the aggregation of paracasein micelles, the formation of a gel, and the start of (micro)syneresis. |

# Formación enzimática de la cuajada

- Para lograr adecuadamente la formación de la cuajada, la leche debe estar a  $\sim 30^{\circ}\text{C}$ , agregar los aditivos deseados, el cuajo y homogeneizar. Posteriormente, se deja reposar la mezcla para que la red de *para*-caseína se forme sin perturbaciones.
- El gel se convierte en cuajada cuando empieza a presentar sinéresis, es decir, cuando el gel expulsa suero.



# Cuajado ácido

- Se da mediante la fermentación de la lactosa, generando ácido láctico o, bien, mediante la adición de algún ácido, ya sea orgánico o inorgánico.
- Se presenta la precipitación de las caseínas debido a su pl (pH= 4.6).
- Es posible hacer un gel si la acidificación ocurre a una temperatura no tan baja (30°C) y sin agitación de la leche.
- El fosfato de calcio coloidal es solubilizado.

# Cuajado ácido

- El gel obtenido es diferente al que se puede formar enzimáticamente.
  - Es un gel más corto y firme.
  - Presenta una menor sinéresis.
- Para la expulsión del suero, se necesitan temperaturas altas (40°C), sin embargo, no es posible hacer quesos de baja humedad con este gel.

---

**TABLE 3.8**  
**Some Properties of Gels Made by Renneting or by**  
**Slow Acidification of Skim Milk at 30°C**

<b>Property</b>	<b>Rennet Gel</b>	<b>Acid Gel</b>
pH	6.65	4.6
Fractal dimensionality	2.25	2.35
Elastic shear modulus (Pa)	30	100
Fracture stress (Pa)	10	100
Fracture strain	-3	-1
Size of largest pores (µm)	-10	-18
Occurrence of syneresis	Yes	Virtually not

*Note:* Approximate examples.

---

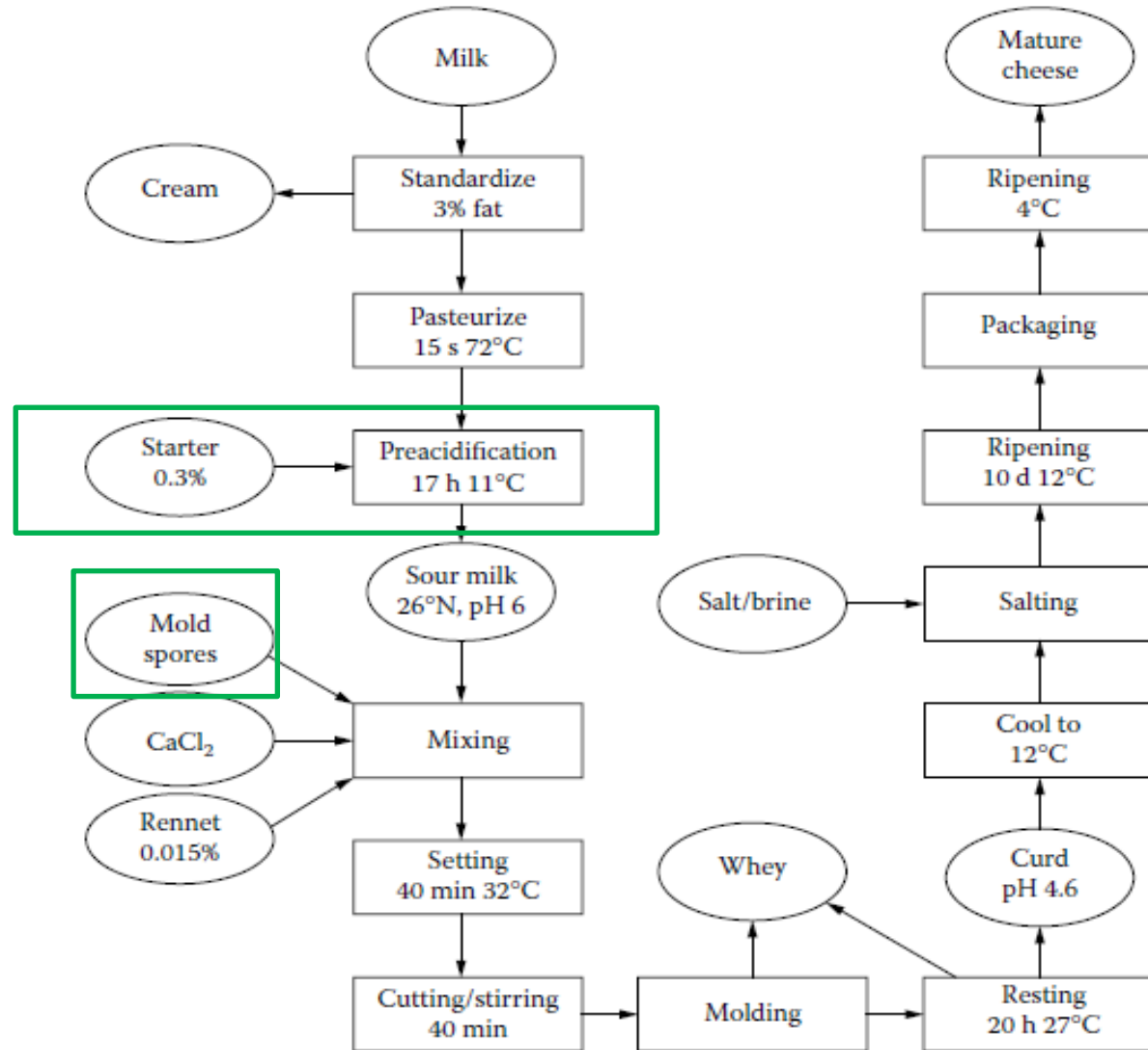
# Quesos

- El queso puede variar ampliamente dependiendo su composición y es manufacturado y/o madurado en una amplia variedad de maneras.
- El queso fresco es aquel que se consume poco tiempo después de ser elaborado.
  - Queso panela, oaxaca, cottage, quark (*para panquecillos*).
- El queso semi-madurado, es aquel que tiene un proceso de fermentación no mayor a un mes.
  - Las características desarrolladas no son tan intensas.
  - Camembert, Mozzarella, Jack.
- El queso madurado es aquel que lleva un proceso largo de fermentación haciendo quesos con características intensas.
  - Parmesano, Emmental, Manchego.

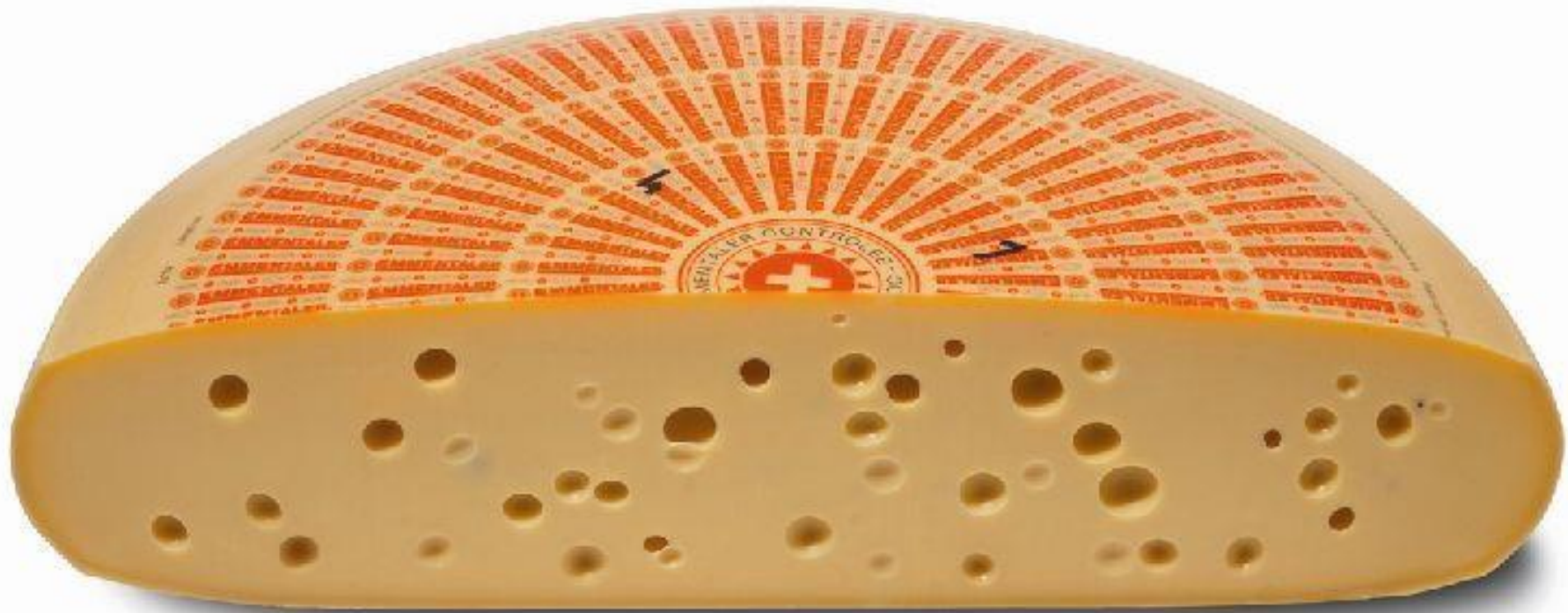




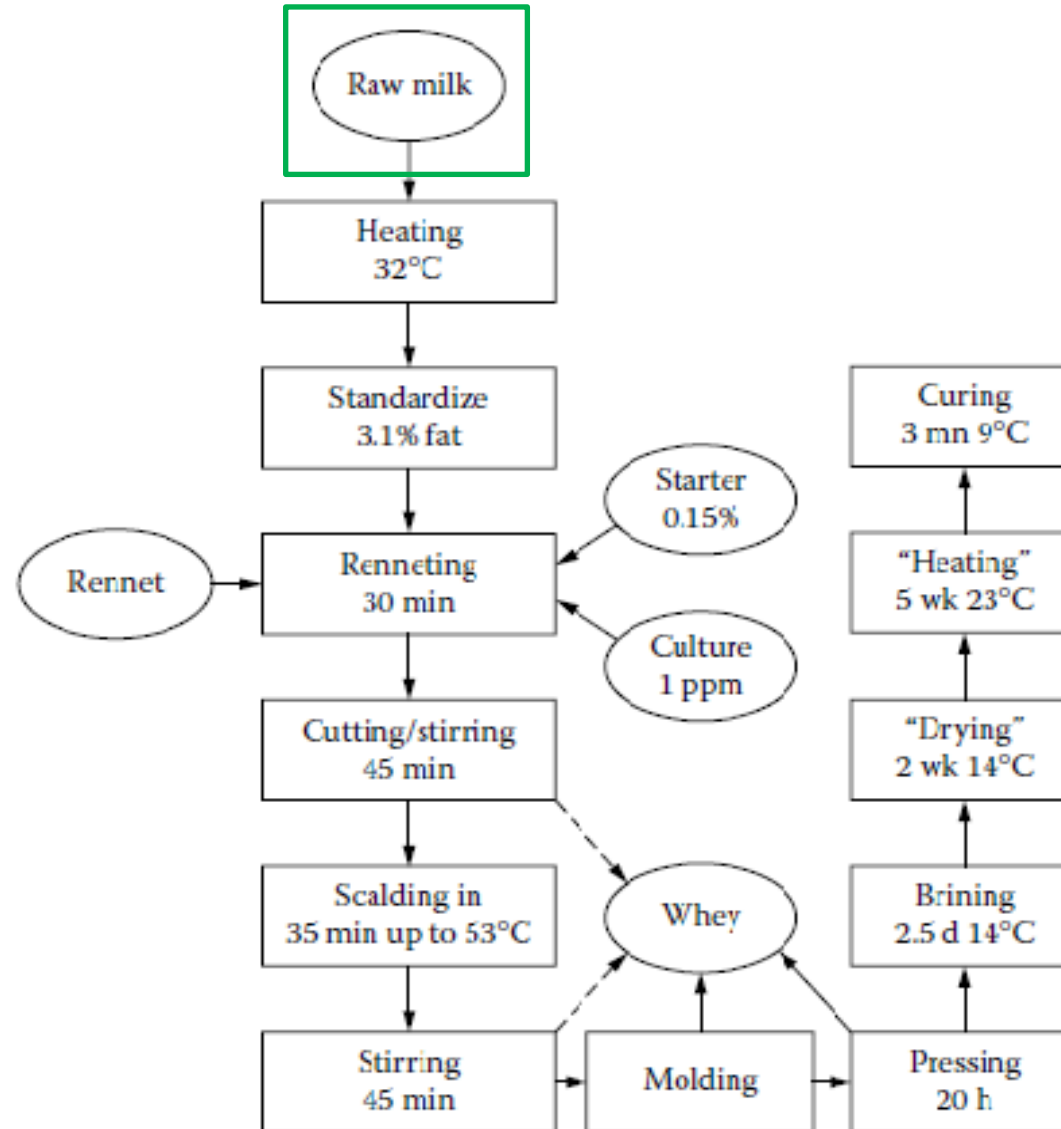
# Queso semi-madurado. Camembert







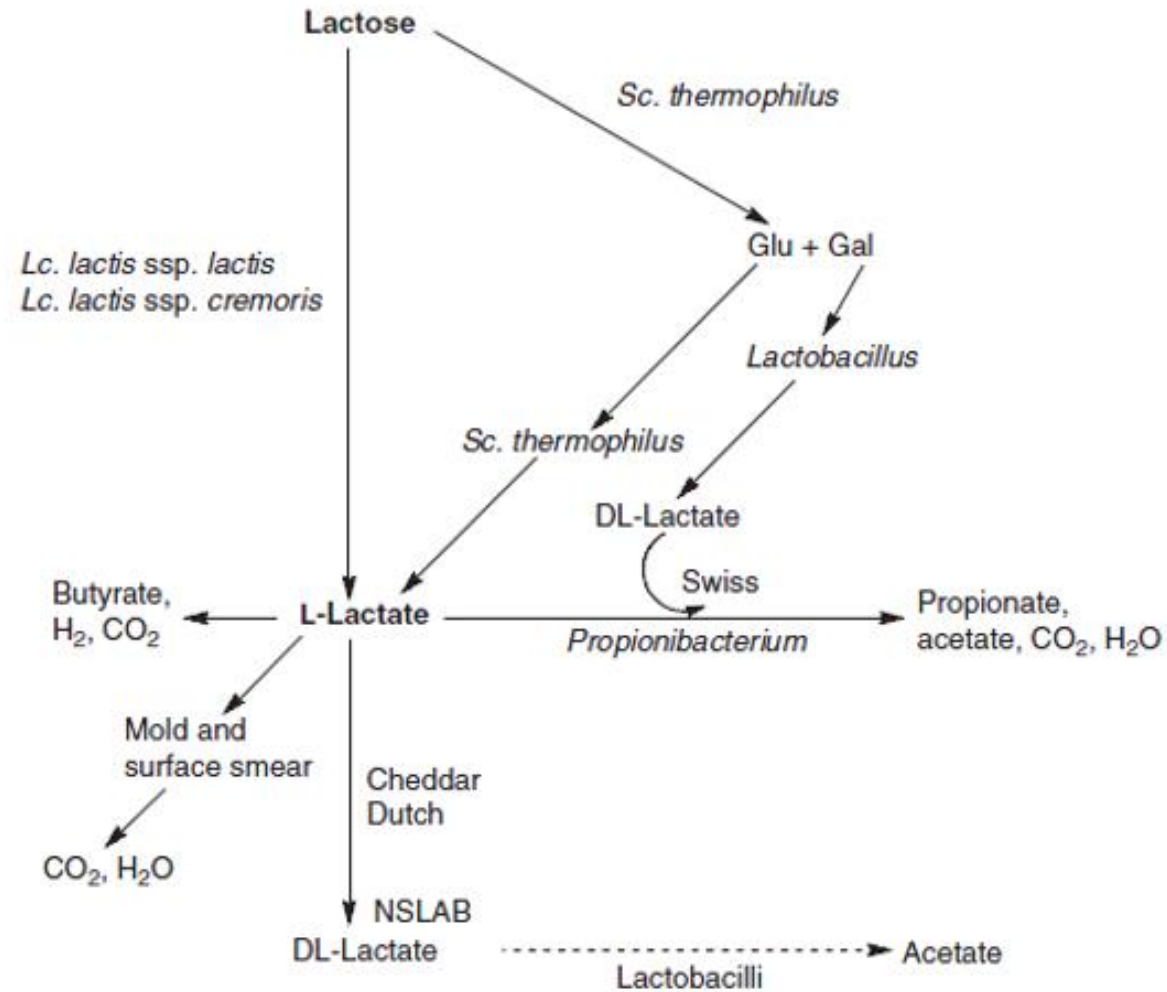
# Queso madurado. Emmental



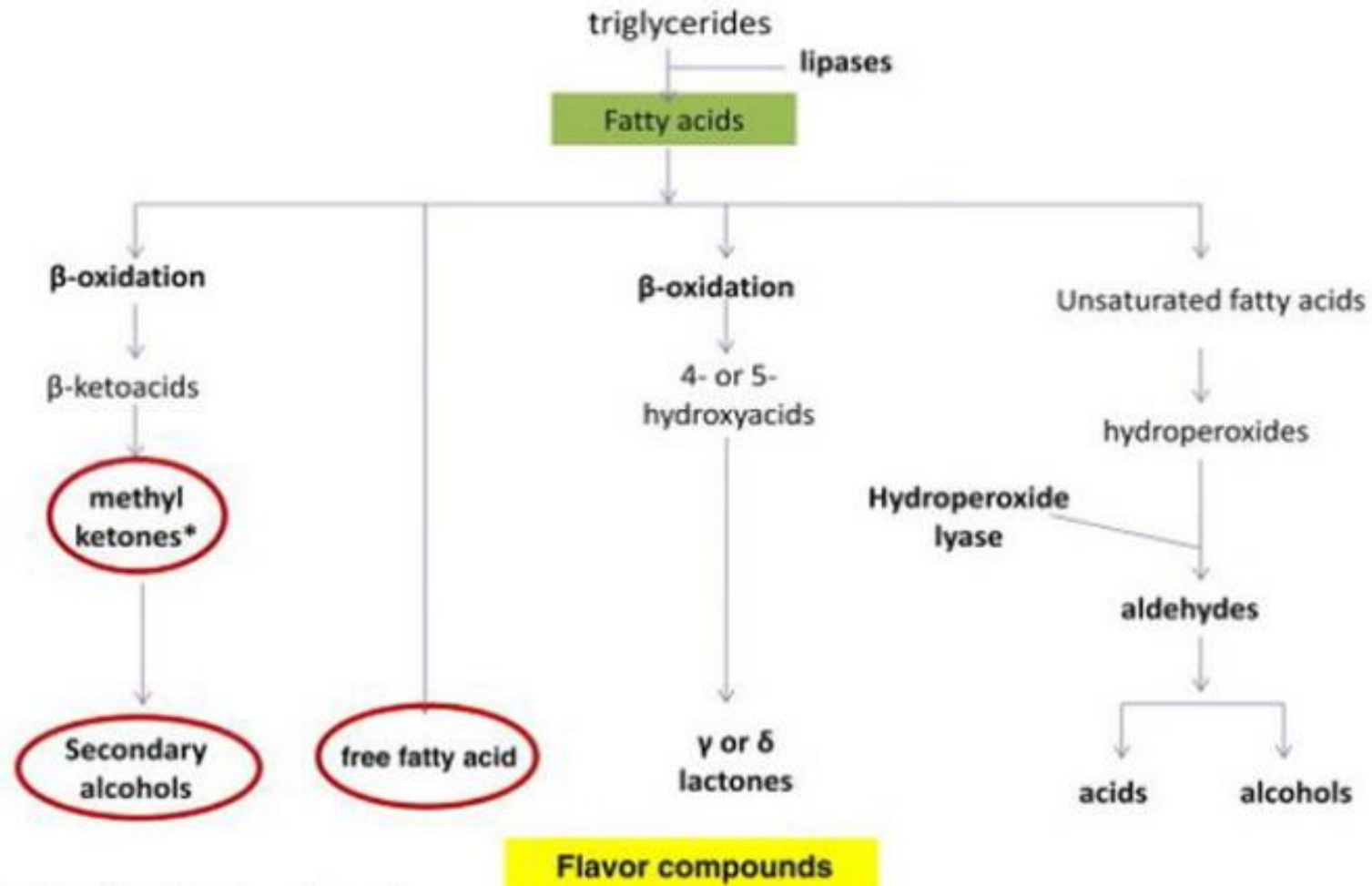
# Maduración

- Los principales procesos bioquímicos durante la maduración son la fermentación de la lactosa, lipólisis y proteólisis.
- El primer proceso es la fermentación de la lactosa.
- La lipólisis y proteólisis pueden llevarse a cabo paralelamente, lo que depende del tipo de microorganismo empleado (puede ser microbiota natural, más de un cultivo, o incluir un cultivo iniciador o no).
- Los tres procesos anteriores repercuten principalmente en el sabor, aroma, color y textura del queso.
- La maduración genera un producto de mayor vida de anaquel, alta digestibilidad, en el cual se producen péptidos bioactivos con diversos efectos funcionales en la salud.

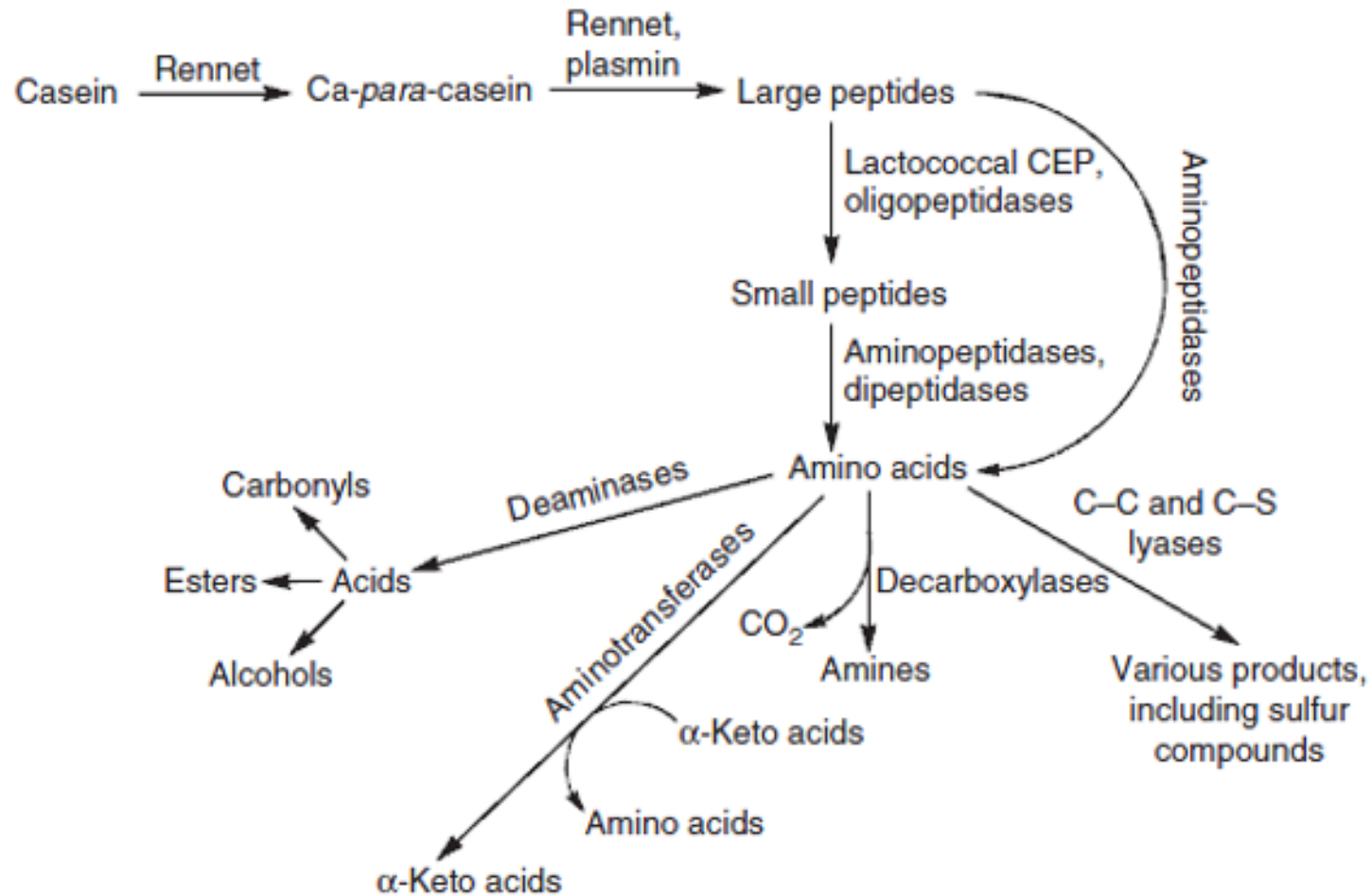
# Metabolismo de la lactosa



# Metabolismo de lípidos. Lipólisis y $\beta$ -oxidación



# Proteólisis



# Péptidos bioactivos

- Secuencias de aminoácidos provenientes de la hidrólisis de proteínas, que tienen funciones regulatorias dentro del organismo.
- La mayoría tienen un efecto de tipo hormonal que depende de su estructura primaria.
- Contienen entre 3-20 aminoácidos por molécula.
- En la maduración de los quesos, se ha observado la producción de dos péptidos bioactivos producidos por cepas de *Lb. helveticus*.
  - Val-Pro-Pro y Ile-Pro-Pro. Inhiben la ACE, lo que evita la conversión de angiotensina I a angiotensina II, disminuyendo la presión arterial.

**Table 1** An overview of the beneficial effects attributed to bioactive peptides derived from milk proteins

Cardiovascular system	Obesity	Type 2 diabetes	Immune system	Gastrointestinal system	Nervous system
Hypocholesterolemic					
Antioxidative				Mineral binding	
Antithrombotic	Immunomodulatory				
Antihypertensive			Antimicrobial		Opioid antagonist
Opioid agonist					



# Queso procesado o fundido

- Se obtiene por mezclado y trituración de distintos quesos a los que se agregan sales fundentes como fosfatos o citratos; la mezcla se agita a temperatura alta (85°C) por varios minutos y posteriormente se enfría.
- Se pueden agregar sólidos como aceites, grasa láctea, caseinatos, almidones, o estabilizantes.
- Las sales fundentes tienen la función de aumentar el pH y de secuestrar  $\text{Ca}^{2+}$ , con lo cual se fusiona la p-k-paracaseína, que también actúa como emulsificante.



# Conservación de quesos

## Adición de $\text{NO}_3^-$

- La adición de nitratos a la leche (20 g /100 L) en forma de  $\text{NaNO}_3$  o en  $\text{KNO}_3$ , se aplica en la manufactura de algunos quesos como Gouda o Edam, con el fin de prevenir la producción de gas.
  - Coliformes y *Clostridium tyrobutyricum*.
- El  $\text{NO}_3^-$  es reducido a  $\text{NO}_2^-$  mediante la xantina-oxidoreductasa; este último es el que tiene efecto en la inhibición del desarrollo de clostridios, y el  $\text{NO}_3^-$  actúa como aceptor final de electrones, con lo que ya no se produce  $\text{H}_2$  por parte de microorganismos coliformes.
- Mediante la inhibición de *Clostridium spp.* Se evita la fermentación de ácido láctico, que lleva a la formación de ácido butírico.



# Conservación

## Bactofugación

- Consiste en centrifugar en un *clarificador* la leche con el fin de remover esporas, la separación se da a una T de 60-65°C a aprox. 9000g.
- Durante este proceso se pierden sólidos de la leche, por lo que el rendimiento de queso disminuye en un 6%.
  - El sedimento es calentado a UHT y se reincorpora al producto.
- Este proceso puede reducir en un 98-99.5% la cantidad de esporas.
- Se puede adicionar lisozima.
- Permite reducir la cantidad de  $\text{NO}_2^-$  en la fabricación de quesos.