



CÁMARA
NACIONAL DE
PRODUCTORES
DE LECHE

Congreso Nacional Lechero 2022

15 y 16 de Noviembre - Wyndham San José Herradura

“Conceptos de maduración de quesos”

Malen Sarasua

Responsable e investigadora del Centro Lácteo LEARTIKER

País Vasco, España

msarasua@leartiker.com

Esquema general de la elaboración de un queso



Maduración o afinado de quesos

Es el TIEMPO de maduración en la sala de maduración en unas CONDICIONES AMBIENTALES determinadas y durante el cual los quesos reciben numerosos TRATAMIENTOS Y CUIDADOS.

A mayor tiempo de maduración mayor desarrollo y más pronunciadas serán las características sensoriales del queso.

Así, los cuidados de la corteza y las condiciones en las que se almacena el queso influirán en su flavour, color y textura.

Maduración o afinado de quesos

- Durante la maduración se produce una degradación progresiva de los nutrientes lo que provoca la aparición de los aromas y la modificación de la textura.

QUESO FRESCO SALADO

Proteínas

Materia grasa

Agua

Ácido láctico

Minerales

...

QUESO MADURO

Proteínas degradadas

Materia grasa modificada

Agua en parte evaporada

Ácido láctico consumido

Minerales +/- intactos

...

Maduración o afinado de quesos

- La maduración es la fase de fabricación que sigue al salado y posible oreo.
- Para algunos, el 80% del éxito del queso está realizado en la extracción del molde.
- Pero a su vez, la mayoría de las calidades y de los defectos se acentúan en la maduración.
- Durante esta etapa tendrán lugar las reacciones químicas y la evolución de la flora microbiana interna y de superficie (hay que promover el crecimiento de la flora deseada).
- La maduración tendrá lugar de forma muy diferente según las características internas del queso (actividad de agua, pH, etc.) y en función del ambiente en el que se encuentren dentro de la cámara (temperatura, humedad, composición de gases, etc.). Factores intrínsecos y extrínsecos.

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS	
	Ambientales	No ambientales
Composición físico-química		
- Agua y grasa en extracto seco, ratio sal/agua		
- Capacidad tampón, calcio en extracto seco magro, pH al desmoldar	Temperatura	
- Azúcares residuales		
Microorganismos (naturales o añadidos)	Humedad relativa	Almacenamiento
Enzimas coagulantes (cuajo/quimosina)	Velocidad del aire	Envasado
Presión osmótica derivada del contenido en sal	Gases atmosféricos: O ₂ , CO ₂ , NH ₃	
Tamaño: ratio superficie/volumen		

Maduración o afinado de quesos

Funciones del afinador:

- El afinador debe **ENTENDER** las propiedades físicas y químicas del queso
- El afinador debe **OBSERVAR** el desarrollo y el ciclo de la flora en el producto
- El afinador debe saber **MANEJAR** el ambiente de la bodega
- El afinador debe **PREDECIR** lo que puede llegar a ocurrir en el queso

En el afinado del queso hay muchos factores que intervienen, haciendo de este alimento un producto muy complejo.

EN LA SUPERFICIE y EN EL INTERIOR DEL QUESO:

Mohos, levaduras y bacterias



Actividad enzimática



Proteolisis, Lipolisis, glucolisis

Principales reacciones bioquímicas del afinado

GLICOLISIS

Degradación de la
lactosa

LIPOLISIS

Degradación de la
materia grasa

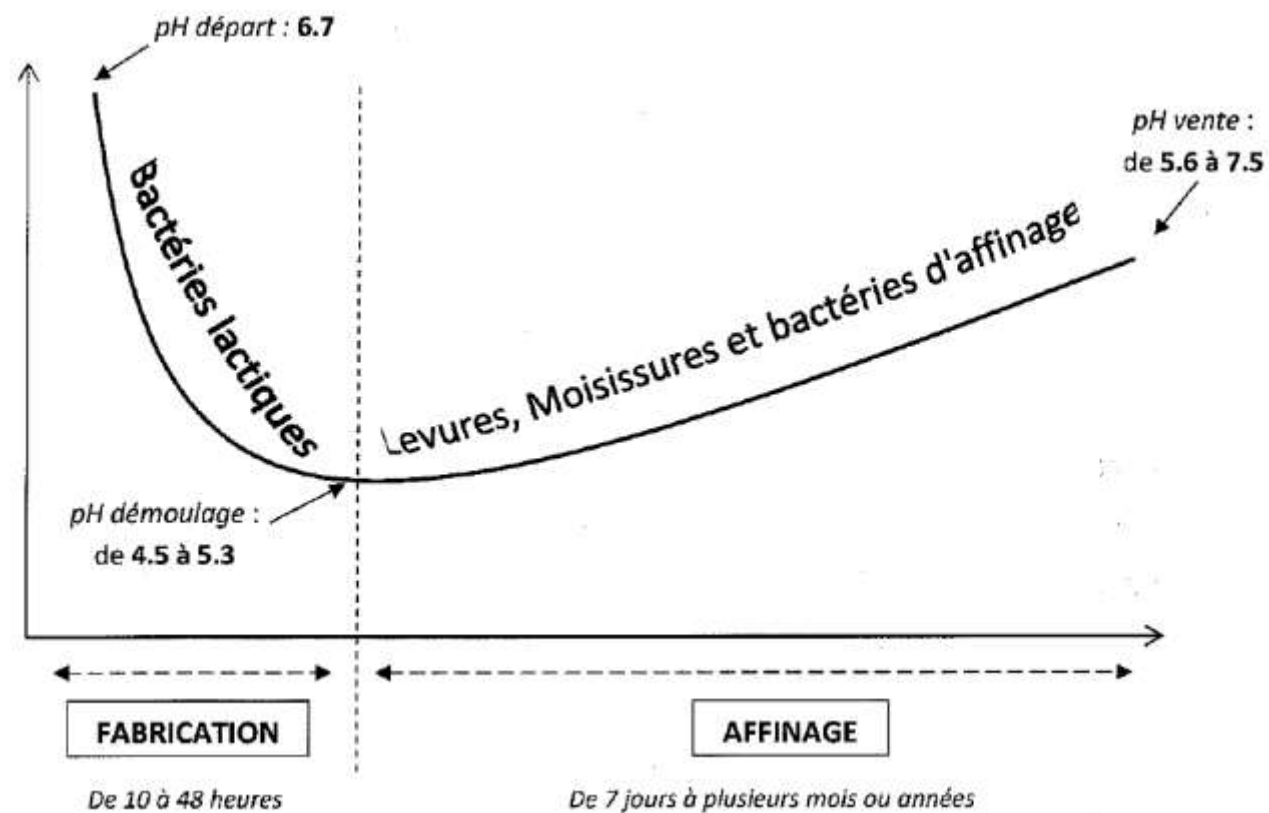
PROTEOLISIS

Degradación de
proteínas

Neutralización

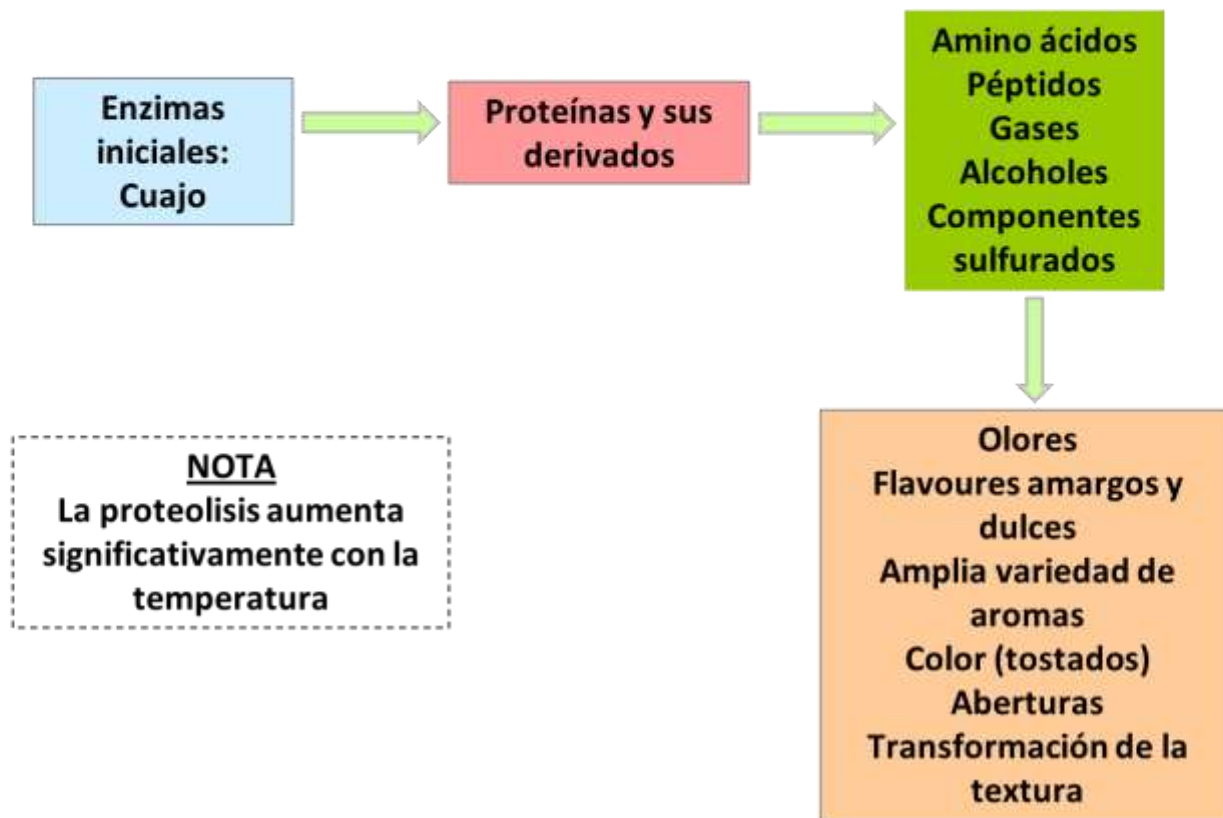
- El inicio de estas reacciones catalizadas por los distintos enzimas está muy condicionado por el pH del queso:
 - El pH óptimo para que se active la proteólisis es de $\text{pH} \geq 5.2$
 - El pH óptimo para que se active la lipólisis es de $\text{pH}=6$
- Por lo tanto, es necesaria la subida del pH de 5 a 6 para que se produzca el ablandamiento de la textura y la activación de determinados microorganismos.
- Agentes responsables de la neutralización: levaduras y mohos, bacterias propiónicas y bacterias butíricas.
- En quesos de coagulación láctica la neutralización se producirá por acción de las levaduras (principalmente en la superficie).
- En quesos azules, una vez que se implanta el moho azul se produce una neutralización intensa ya que consume ácido láctico y como consecuencia promueve una lipólisis intensa.

Evolución de la acidez durante la fabricación y el afinado de quesos



PROTEOLISIS

- Mecanismo enzimático que degrada las proteínas
- Las proteínas son los componentes que más se transforman durante el afinado
- Efectos organolépticos muy importantes



Proteolisis en Saint Nectaire

4 días



3 semanas

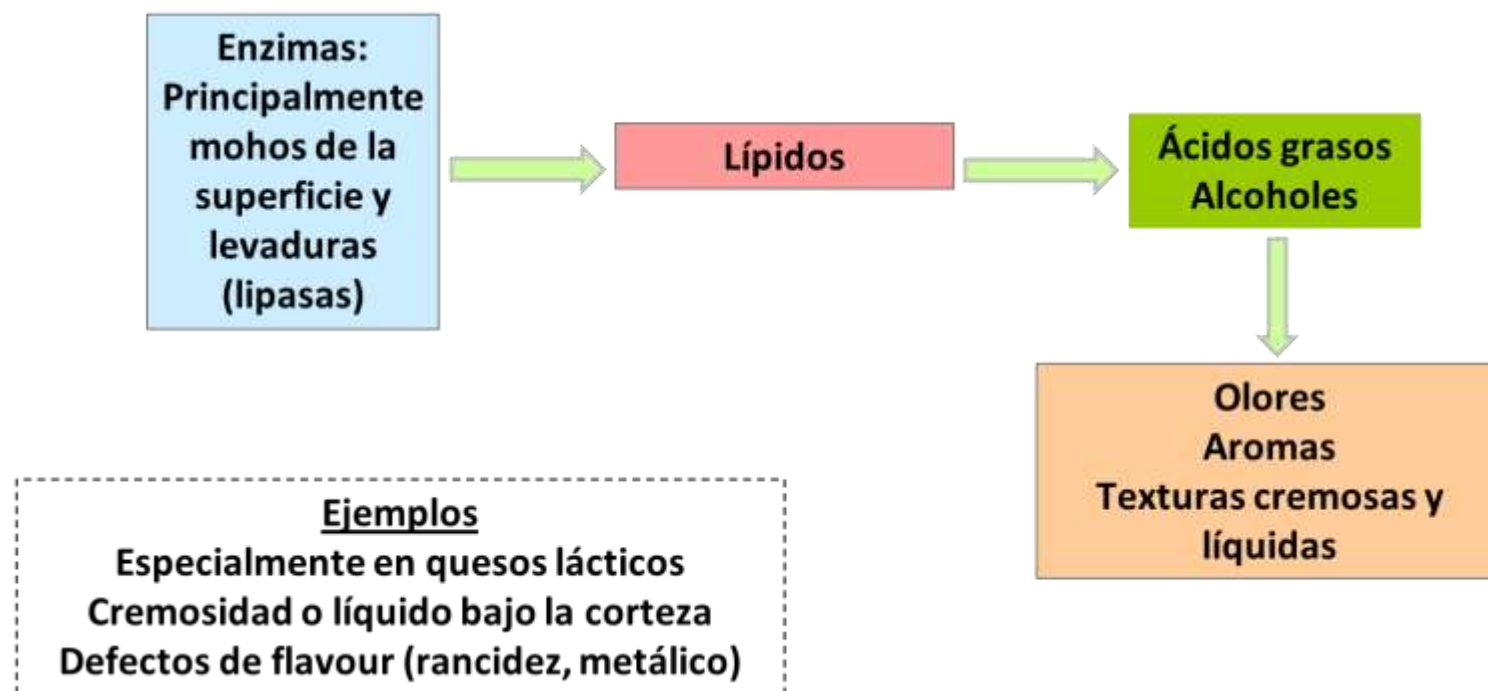


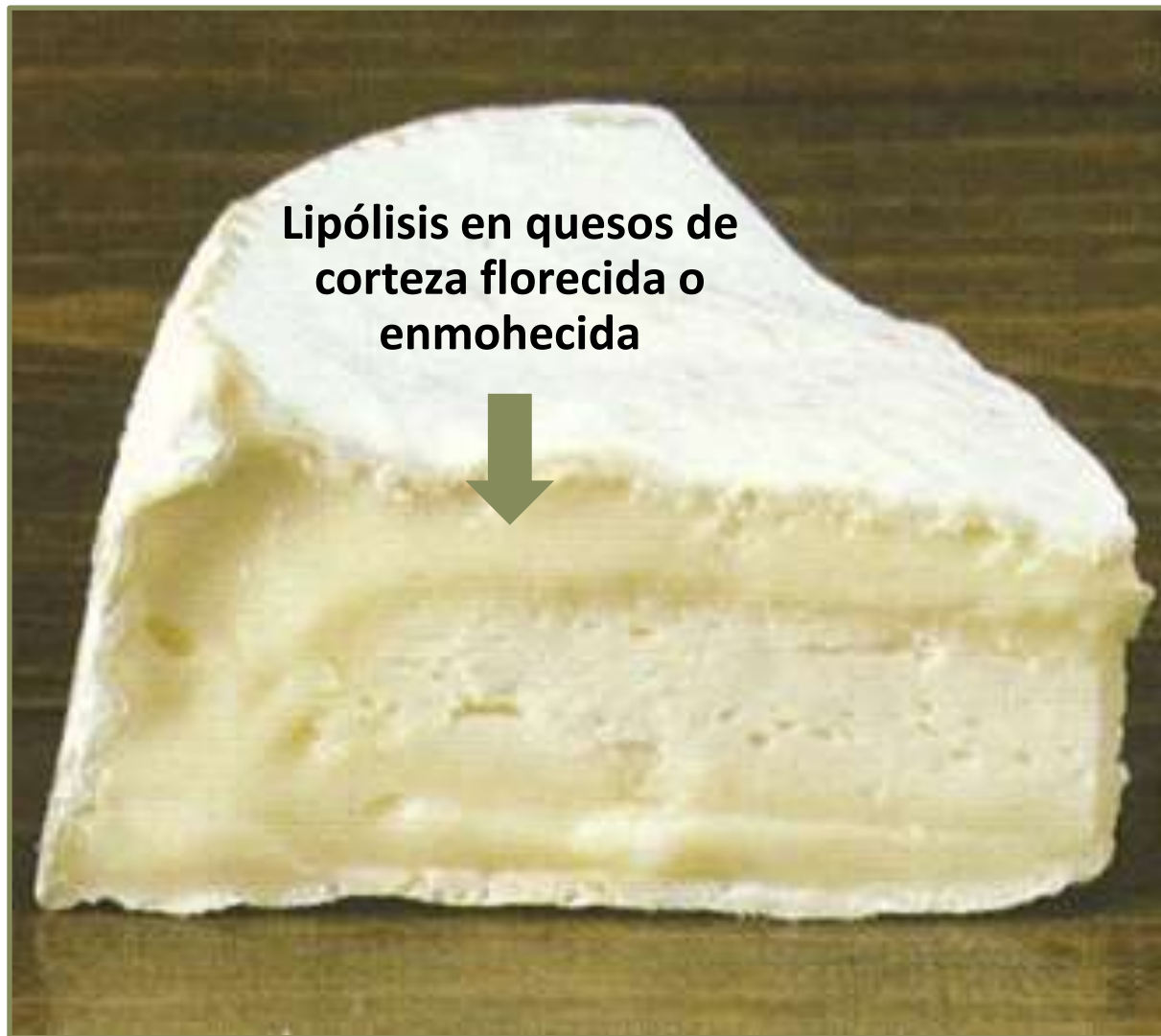
8 semanas



LIPOLISIS

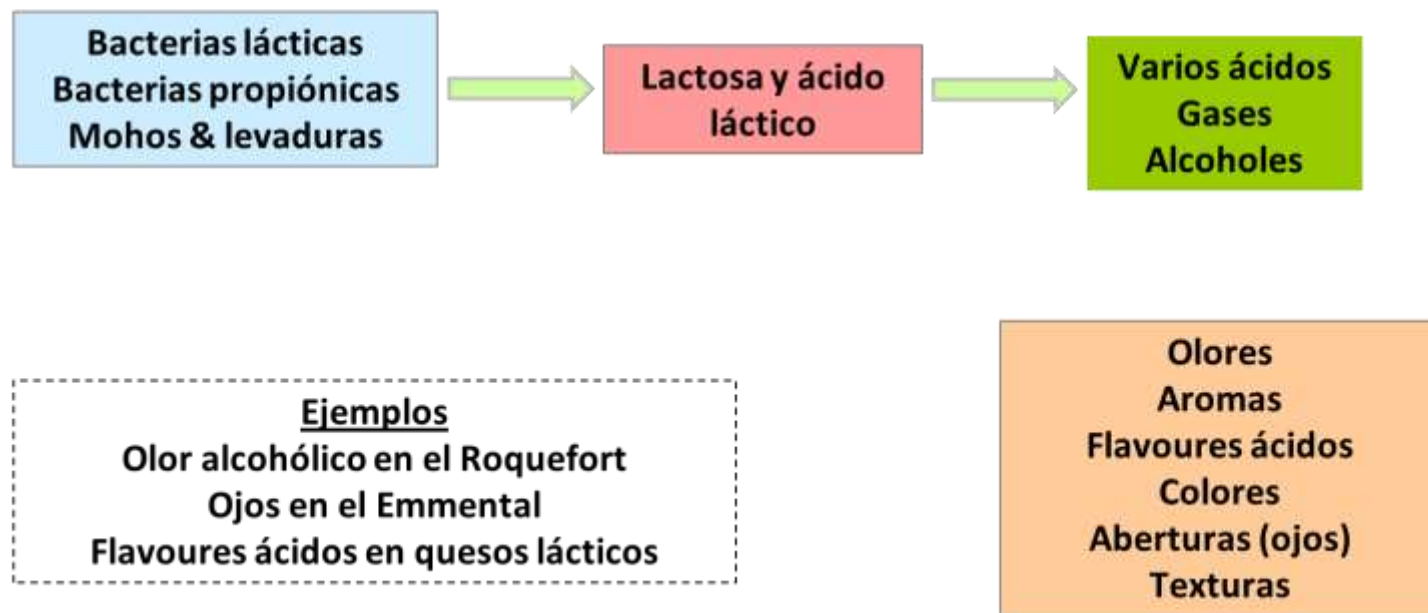
- Degradación enzimática de las grasas (lípidos)





GLUCOLISIS

- Degradación de la lactosa (carbohidratos y azúcares)



ENZIMAS MICROBIANAS: 5 grupos principales

1. Bacterias
ácido-
lácticas



Introducidos como starters o presentes en la leche cruda

Transforman lactosa en ácido láctico

2. Bacterias
propiónicas

3. Bacterias
de la
superficie

4. Levaduras

5. Mohos

1. Lactococcus

- Dominante en quesos de pasta blanda y quesos de pasta no cocida prensados
- Proteolíticos

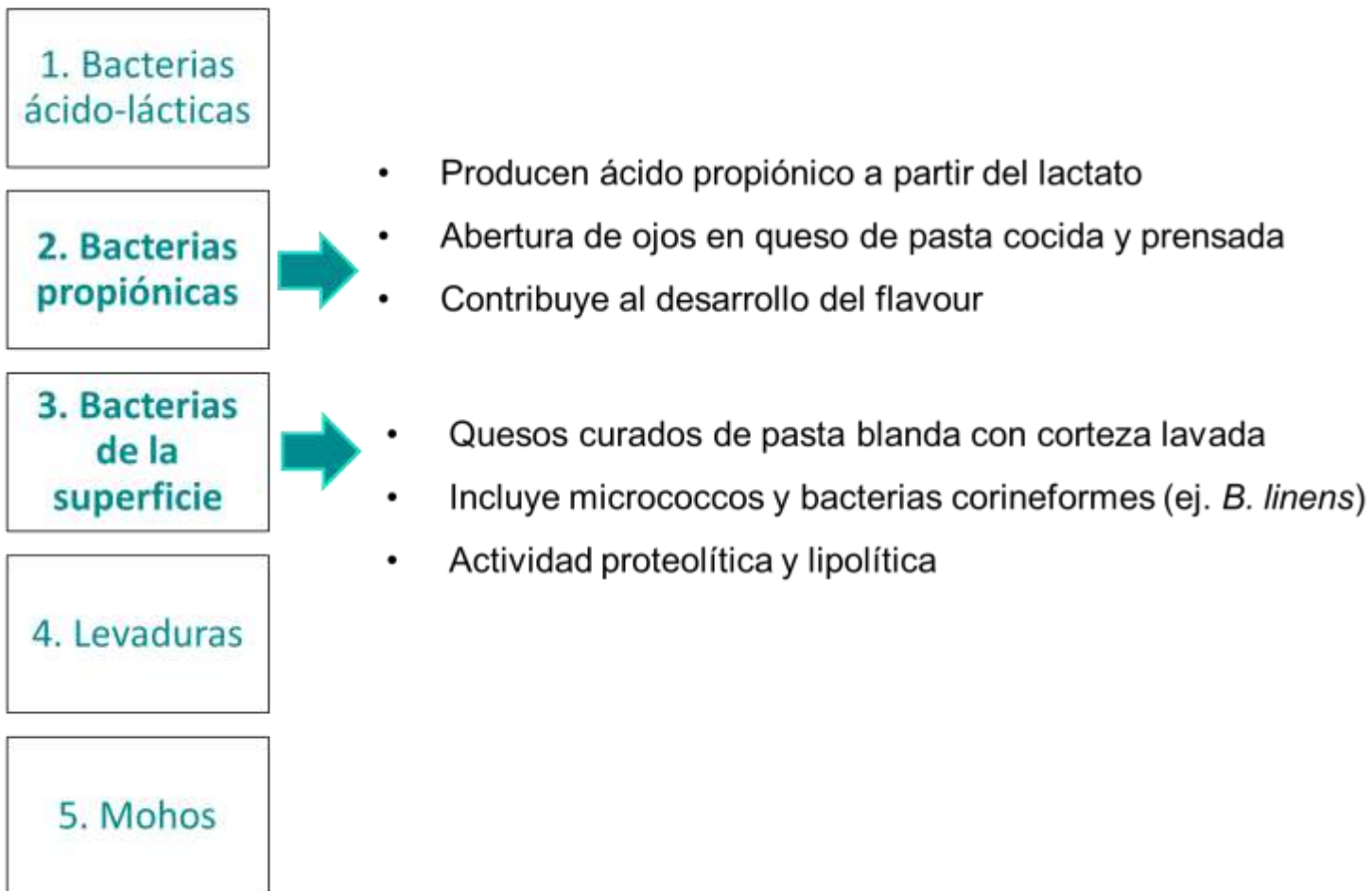
2. Lactobacillus y Streptococcus termófilos

- Quesos de pasta prensada, quesos de pasta cocida
- Acidificación y proteolisis

3. Leuconostoc

- Producen componentes del flavour
- Texturas abiertas en quesos azules

ENZIMAS MICROBIANAS: 5 grupos principales



ENZIMAS MICROBIANAS: 5 grupos principales

1. Bacterias
ácido-lácticas

2. Bacterias
propiónicas

3. Bacterias
de la
superficie

4. Levaduras

5. Mohos

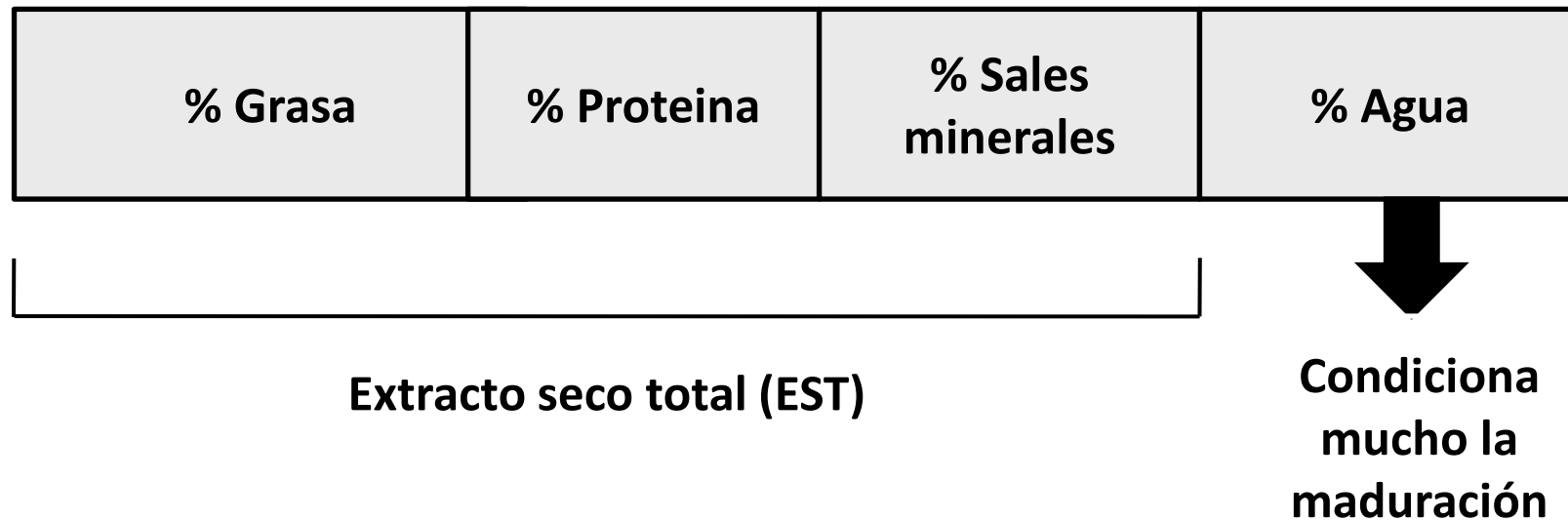
- Ej. *Geotrichum candidum*
 - Activos en las superficies de los quesos
 - Consumen ácido láctico y producen etanol
 - Actividad lipolítica y proteolítica
-
- Ej. *Penicillium camemberti* (corteza florida), *Penicillium roqueforti* (queso azul)
 - Actividad lipolítica y proteolítica
 - Produce metil cetonas y alcoholes secundarios

EVOLUCIÓN DE LA FLORA DE SUPERFICIE...

- **Dependerá de...**
 - **Características físico-químicas del queso al término del proceso de elaboración.**
 - **Manejo o cuidado que realicemos sobre los quesos durante el afinado: cepillado y volteo.**
 - **Condiciones de la cámara de maduración: temperatura, humedad, composición de gases.**
- **Ello condicionará a su vez el tipo de características organolépticas que se desarrollarán en el queso (diferentes aromas, texturas, etc.). Al fin y al cabo, la calidad del producto final.**

En qué condiciones de composición afronta el queso el proceso de afinado...

- El % de grasa y de extracto seco total (EST) de un queso condiciona mucho el proceso de maduración y en consecuencia, el resultado o calidad final.



En qué condiciones afronta el queso el proceso de afinado...

- **Bajo % de EST (mucha agua):** rápido e intenso crecimiento de la flora de afinado. El proceso de afinado se acelera.
- **Alto % de EST (poco agua):** el crecimiento microbiano está limitado. El proceso de afinado se frena.

Parámetro para predecir el afinado:

HFD (Humidity in non fat cheese = humedad en la fracción no grasa o magra)

$$\text{HFD} = \frac{100 - \% \text{EST}}{100 - \% \text{MG}}$$

PARÁMETROS AMBIENTALES DE AFINADO

1. Temperatura
2. Humedad
3. Composición del aire

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

- La temperatura tiene un rol directo en la actividad enzimática de las proteasas y las lipasas
- La temperatura de maduración o afinado oscila entre 8 y 14°C, pero puede disminuirse si se quiere disminuir la velocidad de maduración, especialmente al final del ciclo.
- Atención: durante la maduración, la actividad de los microorganismos debe producirse con moderación o existirán riesgos de perder el control del proceso.

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

- **Disminuir la temperatura de maduración/afinado = mayor tipicidad y expresión de la microflora en los quesos**
 - La velocidad del afinado disminuye aumentando el grado de lipolisis, proteolisis y degradación de aminoácidos → mayor complejidad aromática en los quesos
 - Otras consecuencias: costes de producción aumentados (tras el tratamiento, pérdida de peso, etc.) lo que se deberá ver compensado por una mejor valorización del queso maduro.
- **A TENER EN CUENTA:** Reducir la temperatura de maduración tiene un mayor efecto en la proteolisis que en la lipolisis → valorarlo en función del perfil aromático deseado en el producto final.

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

¿Y si aumento la temperatura unos pocos grados para acelerar la maduración?

Podrían aparecer defectos tales como sabores a plásticos, amargos, etc. Debido a que la proteólisis primaria se vería favorecida con respecto a la proteólisis fina.

Familia	Temperatura
Queso de pasta blanda con corteza florida	11-13°C
Queso de pasta blanda con corteza lavada	10-15°C
Queso azul	5-10°C
Queso de pasta prensada no cocida	10-14°C
Queso de pasta prensada cocida	10-12°C (habitación fría)
	20 – 22°C (habitación caliente)

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

Elección del control de la temperatura (equipo de frío)



- **Elección del equipo de frío**
 - Regulación de temperatura (termostato) y regulación de la humedad (higrostató, más complicado).
 - **ESTÁTICO** (opción interesante pero mayor dificultad a la hora de homogeneizar la composición del aire)
 - o **DINÁMICO** (cuidar la velocidad de salida de aire, cerca de 1 m/s).
- **Parámetros de maduración**
 - Temperatura: en general $<12^{\circ}\text{C}$ / $15-20^{\circ}\text{C}$ para crecimiento de levaduras / casos específicos $<$.
 - Humedad: pastas blandas (%95-%100), pastas prensadas (90-95%, para el *Brevibacterium* mejor 95%), por debajo de 85% limitación del crecimiento microbiano (sobre todo para el GC, PC,...).

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

Elección del control de la temperatura (equipo de frío): ESTÁTICO

- Sistema de Refrigeración/equipo de frío: ESTÁTICO, con circulación de agua con glicol



- Evitar lanzar aire frío seco, ya que secaría los quesos
- El frío estático crea condensaciones e incrementa la humedad.
- El frío estático es económico por tener un alto grado de inercia.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Baja ΔT°• Fácil de mantener 95% HR• Sin movimiento del aire	<ul style="list-style-type: none">• Voluminosa• Cara• Difícil de limpiar

En algunos casos, la ausencia de movimiento del aire necesita ser mitigada agregando un ventilador aparte

Parámetros ambientales de afinado

TEMPERATURA

Elección del control de la temperatura (equipo de frío): DINÁMICO

- **Sistemas de enfriado:** DINÁMICO, ventilación del aire



- EL movimiento del aire seca la superficie de los quesos
- El aire frío dinámico reduce la condensación
- Gran potencial para enfriar
- Menor inercia, velocidad de reacción más rápida

Ventajas

- Tamaño adecuado
- Menor coste para misma potencia
- Correcto movimiento y mezclado del aire
- Atmósfera constante
- Fácil de limpiar

Desventajas

- Tendencia al secado de la superficie de los quesos
- Difícil mantener la humedad por encima del 95%

Parámetros ambientales de afinado

HUMEDAD

FACTORES QUE PROVOCAN LA PÉRDIDA DE HUMEDAD

- **Altas temperaturas que llevan a la evaporación del agua**
- **Ventilación directa mediante aire seco**
- **A mayor superficie en el queso, mayor espacio de evaporación. El mismo queso más compacto, con menos superficie expuesta al aire, estará más protegido ante el secado**
- **De la misma forma, el grosor del queso y su porosidad facilitará o no el intercambio de agua entre el interior y el exterior del producto**
- **La composición bioquímica del queso y su grado de mineralización de la cuajada, la cual hará que el agua esté más o menos disponible para su migración mediante la evaporación.**

Parámetros ambientales de afinado

HUMEDAD

APORTE DE HUMEDAD

- El queso en sí mismo: cuanto más alta sea la HR de la habitación, más alto será el contenido en agua del queso.
- Materiales: las bandejas o las paredes de la zona de maduración/afinado → guardan agua y reestablecen los niveles de agua en el queso. También actúan como reguladores de temperatura.
- La atmósfera de la sala/cueva de maduración: debe estar entre 85 y 98% de HR. Los quesos con corteza enmohecida o cortezas lavadas necesitan muy alta HR, mientras que aquellas con corteza seca, requieren cifras más modestas.
- Humidificación de la corteza: lavado con salazón (agua + sal), con alcohol o con fermentos.
- Lavado de la corteza: esta humidificación estimula la actividad de la flora presente en la superficie del producto, contribuyendo a la proteólisis y lipólisis, suavizando la textura y añadiendo sabor al queso.

Parámetros ambientales de afinado HUMEDAD

Elección del control de humedad

- **Control de Humedad:** natural (raro), necesidad de refuerzo



- Humidificador de bola especial: potente pero limitado, funciona bien en espacios pequeños.



- Doble suelo: Porción del suelo superior abierto al infrasuelo, cubierto con grava o similar para agregar agua directamente.



- Tratamiento de agua (UV, ósmosis inversa, etc.) para prevenir la contaminación



- Nebulizador: difusión de agua ionizada en partículas diminutas. Permite una difusión uniforme de la humedad en grandes espacios.

Parámetros ambientales de afinado

COMPOSICIÓN DEL AIRE: QUESO Y GASES

- Liberación de CO_2 durante la fermentación
- Liberación de NH_3 durante la proteólisis
- Liberación de ácidos grasos volátiles durante la lipólisis

CATABOLISMO

Requiere control y manejo de los niveles de gas por razones:

- Tecnológicas: selección de flora, textura de la pasta
- Legislativas: marcan niveles máximos de CO_2 y NH_3

**El proceso catabólico incrementa el calor
(la energía) en el queso**



Parámetros ambientales de afinado

COMPOSICIÓN DEL AIRE: QUESO Y GASES

Gestión de la entrada y salida de aire: renovación del aire interno (frecuencia y velocidad del aire)

- Se realiza para introducir aire limpio al interior de la cámara que aporte oxígeno necesario para el crecimiento de la flora de superficie y evacúe los gases producidos durante la maduración (CO₂ (favorece el crecimiento del moho azul), NH₃,...).
- Instalación: instalación de una rejilla en un lado de la cámara junto con un ventilador que impulsa el aire interno hacia el exterior a través de otra rejilla colocada en el lado opuesto.
- Hay que establecer la frecuencia de renovación, el momento del día en que se realizará y la velocidad del aire introducido.

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO

- ¿Cuántos espacios separados?
- ¿Qué superficie?
- ¿Bodegas naturales o modernas?
- ¿Qué tipo de suelo?
- ¿Qué tipo de muros?

PLANEARLO BIEN

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO



LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO

Bodegas modernas

- Mejor control de todos los parámetros
- Altos costes operativos
- Indicado sobre todo para quesos de pasta blanda

Cuevas naturales

- Excelente imagen para la marca
- Consume menos energía
- Necesidad de añadir un nuevo dispositivo de aire
- Requiere de un mayor control de la evolución de la temperatura y humedad relativa por parte del quesero a no ser que se añadan equipos correctivos
- Indicado sobre todo para quesos de pasta prensada (pasta cocida o no cocida)

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO

Para el suelo: Pensar en facilitar una rigurosa limpieza

- Baldosas con juntas de epoxi lisas, poliuretano cemento o un revestimiento con resina (más fácil) es la opción más asequible.
- El suelo de grava correctamente drenado y aislado puede ayudar a controlar la humedad de las salas.

Para las paredes: lo mejor aisladas posibles para ser eficientes energéticamente

- Paneles sándwich, pared pintada, ladrillos, rocas... Elige según el estilo de afinado y el tipo de metabiosis a promocionar. Los ladrillos y las rocas ayudan más a mantener la flora endógena.

Para crear una buena atmósfera:

- Los primeros usos de las salas, dejar los quesos en la bodega durante todas las etapas de maduración para inocular el ambiente con la flora deseada.

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO



LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO



LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO



LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO

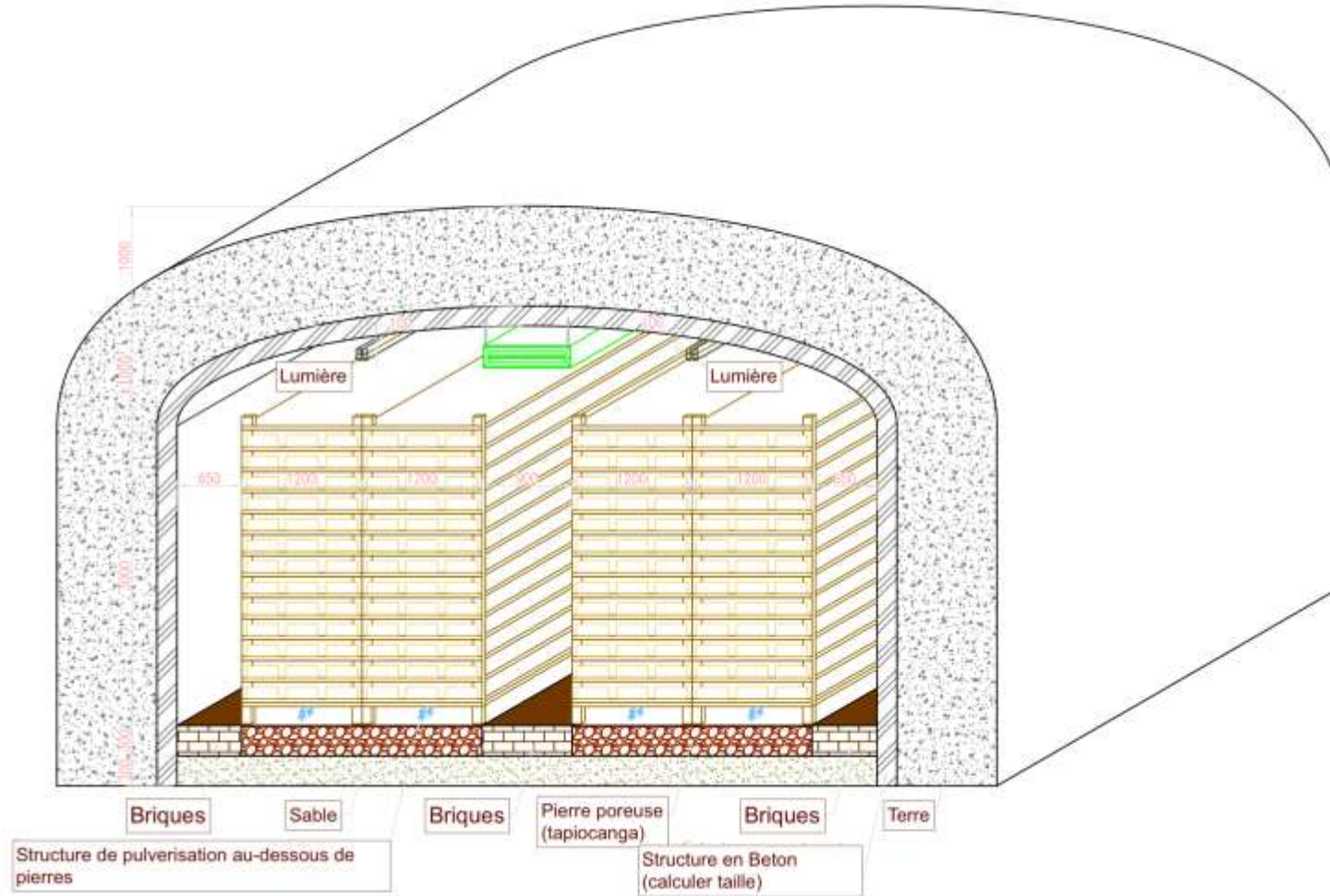


LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO

LADRILLO

- El ladrillo es un buen aislante térmico gracias a su acción de vacío de aire. También es un buen regulador de la humedad relativa.
- Virtudes:
 - Es muy cómodo, fácil de montar
 - Válido para todo tipo de tecnología
 - Contribuye al equilibrio de la flora de la sala
- « **Capacidad tampón** » : Absorbe el exceso de humedad (cuando por ejemplo la sala está muy ocupada) y reestablece el equilibrio de humedad cuando se necesita por un proceso de ósmosis natural y espontánea

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AFINADO



MANEJO O CUIDADO de los quesos en la cámara de maduración...



- Volteo
- Rotación
- Cepillado en seco
- “Masajeado” (“patting”)
- Lavado/Morge
- Pulverización
- Agujereado
- Aplicación de ceniza
- Envolver (hojas, papel,...)
- “Banding”
- ...