

Elaboración de Queso Artesanal: Cuajo, Acidificación y Maduración

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Seguridad Perimetral

Etiquetas: Sin etiquetas

Elaboración de Queso Artesanal: Cuajo, Acidificación y Maduración

La fabricación de queso es una de las tecnologías de conservación de alimentos más antiguas (8000 a.C., Mesopotamia) y posiblemente la más eficiente: transforma leche perecedera (vida útil 2-5 días) en un producto estable durante meses o años. El principio químico fundamental es la coagulación de la caseína (80% de las proteínas lácteas) mediante acidificación (pH Bioquímica de la coagulación

La leche contiene caseínas (α_1 , α_2 , β , κ) organizadas en micelas esféricas de 50-300 nm estabilizadas por la κ -caseína en la superficie, cuya porción hidrófila (glicomacropéptido, GMP) actúa como estabilizante estérico e impide la agregación. La coagulación enzimática ocurre en dos fases:

Fase primaria (enzimática): la quimosina (enzima del cuajo) hidroliza específicamente el enlace Phe₁₀₅-Met₁₀₆ de la κ -caseína, liberando el GMP soluble y dejando la para- κ -caseína hidrofóbica en la superficie micelar. Esta fase ocurre a pH 6,0-6,5 y 30-35 °C en 15-30 minutos.

Fase secundaria (agregación): las micelas desestabilizadas se agregan mediante puentes de calcio entre los grupos fosfoerina de las caseínas expuestas. Se forma un gel tridimensional (cuajada) que atrapa la grasa y parte del agua. La presencia de Ca²⁺ es esencial: la leche contiene 30-35 mM de calcio, pero si ha sido pasteurizada parte precipita como fosfato tricálcico y se añade CaCl₂ (20-40 mg/L) para restituirlo.

La coagulación ácida es el mecanismo alternativo: al bajar el pH a 4,6 (punto isoelectrico de la caseína), las cargas negativas se neutralizan, la repulsión electrostática desaparece y las micelas precipitan. Las bacterias lácticas (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus*) fermentan la lactosa a ácido láctico:



Tipo de coagulación

Agente

pH

Textura cuajada

Quesos típicos

Enzimática

Cuajo (quimosina)

6,0-6,5

Firme, elástica, cortable

Manchego, Gouda, Cheddar

Ácida

Bacterias lácticas o ácido

4,6

Frágil, granulosa

Queso fresco, requesón, cottage

Mixta

Cuajo + ácido

5,0-5,5

Intermedia

Camembert, Brie, feta

Térmica + ácida

Calor (85 °C) + ácido

5,5-6,0

Muy suave

Ricotta, paneer

Fuentes de cuajo y alternativas vegetales

El cuajo animal tradicional se extrae del cuarto estómago (abomaso) de terneros lactantes sacrificados. Contiene quimosina (88-94% de la actividad coagulante) y pepsina (6-12%). Para preparar cuajo artesanal, se limpia el abomaso, se sala abundantemente y se seca al aire durante 2-3 meses. El abomaso seco se corta en tiras y se macera en suero salado (5% NaCl, pH 5,2) durante 48-72 horas. Se filtra y se obtiene un extracto líquido con fuerza coagulante de 1:10.000 a 1:15.000 (1 mL coagula 10-15 L de leche en 40 min a 35 °C).

Existen alternativas vegetales históricamente usadas en regiones sin acceso a cuajo animal. Las más efectivas son:

Flor de cardo (*Cynara cardunculus*): Los pistilos contienen cardosinas (proteasas aspárticas) con acción similar a la quimosina. Se usan en quesos ibéricos tradicionales como Torta del Casar, Serra da Estrela y Azeitão. Se maceran 2-3 g de pistilos secos en agua tibia por cada 10 L de leche.

Higuera (*Ficus carica*): El látex de las ramas y hojas contiene ficina, una proteasa cisteínica. Se añaden 2-3 mL de látex fresco por cada 10 L. Produce cuajadas más blandas y amargas, útil para quesos frescos.

Vinagre o zumo de limón: Coagulación ácida directa. 60-80 mL de vinagre (5%) o zumo de limón por litro de leche caliente (80-85 °C). Produce ricotta o paneer. No requiere bacterias ni cuajo.

Ácido cítrico: Más preciso que el limón: 1,5-2 g de ácido cítrico por litro de leche. Disolver en 50 mL de agua fría y añadir a la leche a 88 °C. Coagulación instantánea.

Proceso completo: de la leche al queso curado

El proceso estándar para un queso de tipo semicurado con cuajo enzimático a partir de 10 litros de leche fresca de vaca entera (3,5-4% grasa) es el siguiente. Se calienta la leche a 32-35 °C en baño maría. Se inoculan bacterias lácticas mesófilas (2-3% de yogur natural sin azúcar como cultivo iniciador) y se deja acidificar 30-60 minutos hasta pH 6,3-6,4. Se añade CaCl_2 (2 mL de solución al 33% por 10 L) y cuajo (según fuerza, típicamente 2-3 mL de cuajo líquido comercial 1:10.000). Se mezcla suavemente 1 minuto y se deja en reposo absoluto 30-45 minutos.

La cuajada está lista cuando al insertar un cuchillo en ángulo de 45° y levantar, se produce un corte limpio con suero verdoso claro (no blanco lechoso). Se corta la cuajada en cubos de 1-2 cm con un cuchillo largo o lira. Se deja reposar 5 minutos para que los cubos "sanen" (formen una película exterior) y se agita suavemente durante 15-30 minutos, calentando gradualmente de 35 a 38-40 °C (0,5 °C por minuto) para expulsar más suero (sinéresis). Cubos más pequeños y mayor temperatura final = queso más seco y duro.

Se drena el suero a través de una tela de quesería (muselina o gasa de algodón). La cuajada se coloca en moldes perforados con peso encima: 1-2 kg de peso para queso fresco, 4-8 kg para semicurado, 10-15 kg para queso duro. Se voltea cada 30 minutos las primeras 2 horas, luego cada 2-4 horas durante 12-24 horas.

Parámetro

Queso fresco

Semicurado

Curado duro

Tamaño corte cuajada

3-4 cm

1-2 cm

0,5-1 cm

Temperatura cocción

35 °C (sin calentar)

38-40 °C

45-52 °C

Peso prensado (por kg queso)

1-2 kg

4-8 kg

10-15 kg

Tiempo prensado

2-4 horas

12-24 horas

24-48 horas

Salado (sal seca o salmuera)

1-2% del peso

2-3%

3-4%

Maduración

0-7 días (refrigerado)

1-3 meses

6-24 meses

Salado, maduración y desarrollo de sabor

El salado cumple tres funciones: conservación (la sal inhibe bacterias patógenas al reducir la actividad de agua, a_w , de 0,99 a 0,92-0,96), regulación de la actividad enzimática durante la maduración, y sabor. Se puede salar en seco (frotar sal gruesa por toda la superficie, 3-5% del peso del queso, repetir cada 12 horas durante 2-3 días) o en salmuera (solución al 18-22% de NaCl, inmersión 2-12 horas por cada kg de queso). La temperatura de la salmuera debe ser 10-14 °C.

La maduración (afinado) es un proceso bioquímico complejo donde enzimas del cuajo residual, proteasas y lipasas de las bacterias lácticas, y enzimas de microorganismos de superficie transforman las proteínas y grasas en compuestos aromáticos. La proteólisis produce aminoácidos libres que son precursores de compuestos de sabor: el glutamato aporta umami, la tirosina y fenilalanina dan notas amargas controladas, y los aminoácidos azufrados (metionina, cisteína) aportan notas características del queso curado.

Las condiciones de la cueva o cámara de maduración son críticas: temperatura 10-14 °C (bodegas, sótanos), humedad relativa 80-90% (colocar recipientes con agua si es necesario), y ventilación suave. El queso se voltea cada 2-3 días la primera semana, luego semanalmente. La corteza se puede tratar con aceite de oliva (semanal) para evitar grietas y moho no deseado, o se permite el desarrollo de mohos naturales (*Penicillium candidum* para corteza blanca tipo Camembert; *P. roqueforti* inoculado en pinchazos para quesos azules).

Seguridad alimentaria: La leche cruda puede contener *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *E. coli* O157 y *Brucella*. Si no se pasteuriza (72 °C / 15 s), el queso debe madurar un mínimo de 60 días a más de 2 °C (normativa FDA y UE) para que la acidificación y la reducción de a_w eliminen los patógenos. Los quesos frescos de leche cruda son potencialmente peligrosos para embarazadas, niños e inmunodeprimidos.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.