

Elaboración de Queso Artesanal: Química de la Coagulación

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Seguridad Perimetral

Etiquetas: Sin etiquetas

Elaboración de Queso Artesanal: Química de la Coagulación

El queso es el resultado de la coagulación controlada de la caseína de la leche, un proceso bioquímico que el ser humano domina desde hace al menos 7000 años. La caseína constituye aproximadamente el 80% de las proteínas lácteas y se encuentra en forma de micelas estabilizadas por kappa-caseína y fosfato de calcio coloidal. La coagulación puede inducirse por vía enzimática (cuajo), ácida (ácido láctico, vinagre, limón) o mixta. En un escenario de autosuficiencia, elaborar queso permite conservar durante meses los nutrientes de un recurso altamente perecedero como la leche fresca, concentrando proteínas, grasas y minerales esenciales como calcio y fósforo. Con leche, una fuente de ácido o cuajo, sal y calor controlado, es posible producir variedades desde queso fresco hasta quesos de pasta dura con vida útil superior a un año.

Bioquímica de la coagulación láctea

La leche de vaca contiene entre 3,0% y 3,5% de proteínas, de las cuales las caseínas (α_1 , α_2 , β y κ) representan unos 26 g/L organizadas en micelas de 50-500 nm de diámetro. Estas micelas están estabilizadas eléctricamente por la kappa-caseína (κ -CN), cuyo extremo C-terminal (el caseinomacropéptido, CMP) es hidrófilo y cargado negativamente a pH neutro, generando repulsión electrostática entre micelas e impidiendo su agregación.

En la coagulación enzimática, la quimosina (enzima principal del cuajo) hidroliza el enlace peptídico Phe105-Met106 de la κ -caseína, liberando el CMP al suero y dejando expuesta la para- κ -caseína, hidrófoba. Esto elimina la estabilización estérica y permite la agregación de las micelas en presencia de iones Ca^{2+} a temperaturas superiores a 20 °C, formando un gel firme en 30-45 minutos. En la coagulación ácida, al descender el pH de 6,7 (pH natural de la leche) a 4,6 (punto isoelectrico de la caseína), se neutralizan las cargas negativas de las micelas, se solubiliza el fosfato de calcio coloidal y las caseínas precipitan formando un coágulo más frágil y poroso que el enzimático.

Tipo de coagulación

Agente

pH final

Textura del coágulo

Quesos típicos

Enzimática

Cuajo (quimosina/pepsina)

6,4-6,6

Gel firme y elástico

Manchego, Gouda, Cheddar

Ácida

Ácido láctico, vinagre, limón

4,6

Coágulo frágil y poroso

Queso fresco, requesón, paneer

Mixta

Cuajo + cultivos lácticos

5,0-5,5

Semielástico

Camembert, Brie, feta

Térmica + ácida

Calor (85-90 °C) + ácido

5,5-6,0

Grumos finos

Ricotta, requesón caliente

Fuentes de cuajo y acidificantes sin suministro industrial

El cuajo animal se obtiene tradicionalmente del abomaso (cuarto estómago) de rumiantes lactantes. Para su preparación artesanal, se limpia el estómago de un cabrito o cordero no destetado, se corta en tiras, se sala abundantemente y se seca al aire durante 2-3 semanas. Para usarlo, se remoja un trozo de unos 5 cm² en un vaso de agua tibia (30-35 °C) con una pizca de sal durante 12-24 horas. El líquido resultante se filtra y se añade a 10 litros de leche. Una alternativa más sencilla es conservar el estómago entero en salmuera al 20%, donde se mantiene activo durante meses.

Cuajo vegetal de cardo (*Cynara cardunculus*): Las flores secas del cardo silvestre contienen proteasas aspárticas (cardosinas A y B) capaces de coagular la leche. Se maceran 2-3 g de flores secas en 50 ml de agua tibia durante 30 minutos, se filtra y se añade a 5 litros de leche a 30 °C. Produce quesos más amargos y cremosos, tradicionales de la Península Ibérica (Torta del Casar, Serra da Estrela).

Cuajo de higuera (*Ficus carica*): El látex de las hojas y ramas tiernas de la higuera contiene ficina, una proteasa que coagula la leche. Se cortan 3-4 ramas tiernas de higuera y se remojan en 100 ml de agua durante 2 horas. El líquido resultante se filtra y se usa para 5 litros de leche. El coágulo es más débil que con cuajo animal.

Vinagre o zumo de limón: Para coagulación ácida directa, se añaden 60-80 ml de vinagre (5% ácido acético) o 50-60 ml de zumo de limón por litro de leche calentada a 80-85 °C. El coágulo se forma en 5-10 minutos. Es el método más sencillo para queso fresco tipo paneer o requesón.

Suero ácido de una elaboración anterior: El suero de una quesería previa, dejado fermentar 24-48 horas a temperatura ambiente, desarrolla *Lactobacillus* que producen ácido láctico y puede acidificar la siguiente

tanda de leche. Se añaden 100-200 ml de suero ácido por litro de leche.

Procedimiento paso a paso: queso fresco ácido

El queso fresco por coagulación ácida es el más accesible para elaboración casera sin ingredientes especializados. Se parte de leche entera fresca (no ultrapasteurizada, ya que la UHT desnaturaliza las proteínas del suero e impide una buena coagulación). Si solo se dispone de leche UHT, se puede añadir cloruro de calcio (1-2 g por 10 litros) para compensar parcialmente.

Calentar 5 litros de leche entera a 80-85 °C removiendo con frecuencia para evitar que se pegue al fondo. Retirar del fuego y añadir 300-400 ml de vinagre blanco (5%) o 250-300 ml de zumo de limón colado, distribuyéndolo uniformemente mientras se remueve con suavidad. En 5-10 minutos se observará la separación clara entre la cuajada blanca y el suero amarillo-verdoso. Si la separación no es nítida, añadir más ácido en incrementos de 50 ml.

Dejar reposar 15-20 minutos sin tocar. Verter sobre un colador forrado con tela de muselina o paño de algodón limpio. Dejar escurrir 30 minutos para queso húmedo o 2-4 horas para textura más firme. Salar la cuajada al gusto (1-2% del peso de la cuajada) y amasar brevemente para distribuir la sal. Moldear presionando en un recipiente perforado o envolviendo en la tela y aplicando peso (1-2 kg) durante 2-4 horas. El rendimiento típico es de 500-700 g de queso por cada 5 litros de leche.

Conservación del suero: No descartar el suero: contiene proteínas (albúmina, globulina), lactosa, vitaminas B y minerales. Se puede usar para hacer ricotta calentándolo a 85-90 °C y añadiendo más ácido, como base para sopas, para fermentar pan, o para alimentar animales. Un litro de suero contiene aproximadamente 5 g de proteína y 50 g de lactosa.

Salado, prensado y maduración para quesos de mayor conservación

Para obtener quesos de pasta semidura o dura con vida útil de meses, es necesario usar coagulación enzimática, un salado más intenso y un proceso de prensado y maduración controlada. Tras cortar la cuajada enzimática en cubos de 1-2 cm y calentar gradualmente a 38-42 °C mientras se remueve (escaldado), se drena el suero y se introduce la cuajada en moldes perforados.

El prensado se realiza aplicando peso creciente: 2 kg durante 30 minutos, 5 kg durante 2 horas y 10 kg durante 8-12 horas, volteando el queso en cada cambio de peso. Esto expulsa el suero residual y compacta la masa. El salado puede hacerse por inmersión en salmuera saturada (250-300 g de sal por litro de agua) durante 2-12 horas según el tamaño de la pieza, o por frotado manual con sal gruesa en la superficie durante 2-3 días consecutivos. La sal inhibe el crecimiento bacteriano indeseado, contribuye al sabor y regula la actividad enzimática durante la maduración.

La maduración (o afinado) se realiza en un ambiente fresco (10-15 °C) y húmedo (80-90% de humedad relativa). Una cueva natural, un sótano o una nevera desconectada con un recipiente de agua pueden servir. Los quesos se voltean diariamente la primera semana y dos veces por semana después. La corteza se puede tratar con aceite de oliva para evitar el resecamiento excesivo. Un queso semicurado requiere 2-3 meses; un curado, 6-12 meses. Durante la maduración, las enzimas residuales del cuajo y las bacterias lácticas

degradan proteínas y grasas, generando los compuestos aromáticos característicos.

Tipo

Humedad

Maduración

Conservación

Notas

Fresco

65-80%

Sin maduración

1-2 semanas refrigerado

Consumo inmediato

Semicurado

40-55%

2-3 meses

3-6 meses

Corteza frotada con sal/aceite

Curado

30-40%

6-12 meses

12-24 meses

Corteza dura natural

En salmuera

55-60%

1-6 meses

6-12 meses en salmuera

Tipo feta, conservado sumergido

⚠ 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.