

CAPÍTULO IV

FASE II. PASOS PARA LA SEPARACIÓN DEL SUERO O SINERESIS

PHASE II. GENERAL STEPS FOR WHEY SEPARATION (SYNERESIS)

RESUMEN	101
ABSTRACT	102
INTRODUCCIÓN	103
CORTE DEL GEL	104
Principio	104
Características generales	105
COCCIÓN DE LA CUAJADA	106
Principio	106
Características generales	106
LAVADO DE LA CUAJADA	107
Principio	107
Características generales	107
DESUERADO DE LA CUAJADA	108
Principio	108
Características generales	108
CHEDDARIZACIÓN DE LA CUAJADA	110
Principio	110
Cheddarizacion en quesos hilados	111
SALADO	111
Principio	111
Tipos de salado	112
MOLDEADO	114
Principio	114
Características generales	114

PRENSADO	115
Principio	115
Tipos de prensado	116
CONCLUSIONES	119
CUESTIONARIO	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122

RESUMEN

El objetivo de este capítulo es analizar la fase II del esquema general del proceso de elaboración de quesos. La Fase II, denominada Sinéresis o Exudación del suero de la cuajada, se inicia con la separación de la parte líquida (suero) de la sólida (cuajada), y comprenden las etapas de corte, cocción/batido, desuerado, lavado, cheddarización, salado de la cuajada, moldeado y prensado. Todo lo anterior se realiza con la finalidad de iniciar el proceso de sinéresis de la cuajada, contraer la cuajada para incrementar la expulsión del suero, separar el suero de la cuajada, reducir la actividad de las bacterias ácido lácticas, fermentar la cuajada y reducir su pH, incrementar el sabor de los quesos, formar el bloque a las dimensiones pre-establecidas, compactar y terminar de desuerar. El grado de intensidad, de los factores anteriormente señalados, va a depender si el queso es blando, semiduro o duro. La cheddarización es otra etapa de la Fase II, de mucha importancia en la elaboración de quesos como el Cheddar y Mozzarella, ya que con ella se logra reducir el pH e incremento de la acidez por la acción de las bacterias ácido lácticas, incrementando aún más la interacción hidrofóbica entre las caseínas y las grasas, y con ello el incremento del desuerado y elasticidad de la cuajada. Como principal contribución de este capítulo es la propuesta de adaptación de una metodología para el cálculo de la presión de prensado, además se discute como es la cheddarización en quesos hilados venezolanos como el queso de Mano, Telita y Guayanés.

Palabras clave. Sinéresis, corte, suero, cuajada, cheddarización, salado, prensado.

ABSTRACT

This reviews aim is to analyze phase II from the general technological scheme of the cheese-making process. Phase II is known as Syneresis or Whey Separation from the curd. It begins separating the liquid part (whey) from the solid (curd). It includes the stages of cutting, cooking/stirring, draining, curd washing, cheddaring, molding, salting of the curd, and pressing. As referred to above, this phase is vital in order to start the syneresis process, to contract the curd and lead to whey expulsion, to separate the whey from the curd, to reduce the activity of lactic acid bacteria, to ferment the curd block, to salt the curd and increase the salty process, to shape the curd, as well as the final adjustment of cheese's moisture. The cheese is soft, semi-hard, or hard, depending on the intensity of each stage indicated earlier. Cheddaring is one of the most critical stages in this phase II, especially in the production of cheeses such as Cheddar and Mozzarella, since it is possible to reduce the pH and increase in acidity by the activity of lactic acid bacteria, further increasing the hydrophobic interaction between caseins and fats, and with it increases the drained and elasticity of the curd. The main contribution of this chapter is the proposal to adapt a methodology for calculating pressing pressure. In addition, it is presented the process of cheddaring some cheeses from Venezuela, such as "De Mano", "Telita, and Guayanes".

Key words. Syneresis, cutting, cooking, draining, cheddaring, salting, pressing.

INTRODUCCIÓN

Se define al queso como el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sean superior a la de la leche, obtenido mediante: a) coagulación total o parcial de las siguientes materias primas: leche y/o productos obtenidos de la leche por efecto del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación; y/o; b) Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la leche y/o de productos obtenidos de leche y que dan un producto final que posee características físicas, químicas y organolépticas similares al producto obtenido en a) (COVENIN-1813, 2000).

La coagulación de la leche, es el primer paso importante, para cambiar la configuración espacial de las proteínas, convirtiéndola de su estado regular polar negativo a uno no polar o hidrofóbico. Cuando lo anterior sucede, las proteínas son forzadas a separarse de la fase acuosa a través de un proceso en la cual quedan atrapadas las grasas, los minerales y toda el agua, así como sustancias disueltas en ella. Lo anterior, es el preámbulo para facilitar la salida del agua por rompimiento de la red proteica formada y que da inicio a la salida o expulsión del suero, proceso denominado sinéresis (Kindstedt, 2014).

El control de la sinéresis, no solo es en la fase de corte-desuerado, también existen otras fases que contribuyen a la misma como, el incremento de la temperatura a través de la cocción y batido, previa acidificación de la leche, que conducen a la contracción de la cuajada, lo que facilita la expulsión del suero y por ende, la obtención de un queso con menor humedad y más duro (Fox *et al.*, 1990).

Por otra parte, es necesario realizar el pre-prensado, para facilitar la operación siguiente de moldeado, y este a su vez, facilita realizar el próximo paso que es el prensado de los quesos. El pre-prensado y prensado, son pasos adicionales que permiten, a través de la aplicación de presión, retirar más suero de la cuajada. En el prensado, además de compactar la cuajada a la forma del molde, contribuye en gran forma a la expulsión del suero por presión (IDEAL, 2020). Finalmente se termina de afinar el contenido de humedad de los quesos en el proceso de salado, el cual contribuye además de aportar sabor al queso y controlar microorganismo así como la formación de la corteza en los quesos (Ramirez y Velez, 2012).

Adicionalmente, existen otros pasos de suma importancia en el esquema general del proceso de elaboración del queso y que van a ser tratados en este capítulo como el lavado de la cuajada, que es para reducir la actividad de las bacterias ácido lácticas (Mendez y Ramirez, 2018), y cheddarización de la cuajada, en donde por el contrario, lo que se busca es que la actividad en la producción de ácido láctico de dichas bacterias sea elevada (Kosikowski, 1979), con el fin de lograr un queso con mayor grado de plasticidad, rebanabilidad y estiramiento, características funcionales en los quesos Gouda, Cheddar y Mozzarella, que son altamente apreciadas por el consumidor.

El objetivo de este capítulo fue analizar los pasos intermedios que van a facilitar la

expulsión del suero y separación de la cuajada a partir de la red proteica formada en la etapa de coagulación. Se hizo especial énfasis a los cálculos matemáticos necesarios en los procesos de prensado como herramienta para comprender los parámetros en el control de la humedad final en quesos blandos, semiduros y duros obtenidos por coagulación enzimática.

Al final del capítulo, se proponen un cuestionario de preguntas para fijar los conocimientos relacionados a la Fase II del esquema general del proceso de elaboración de quesos. Así, el lector, junto con la práctica que pueda realizar en la quesera, tendrá la capacidad para realizar los ajustes a los parámetros después de la etapa de coagulación y previamente a la maduración.

CORTE DEL GEL

Principio

Consiste en dividir el coágulo o gel de paracaseinato fosfato dicálcico en porciones más pequeñas. El corte del coagulo formado en la fase de coagulación es obligatorio en la fabricación del queso, porque este paso va a estimular la sinéresis o salida del suero de la caseína que se encuentra en un estado del gel (Kindstedt, 2014).

Se realiza con la ayuda de una lira (Figura 1), accionada manual o mediante un motor. Por lo general, se realizan dos secuencias de corte. La primera, muy ligera y a velocidad reducida, tiene como fin favorecer la contracción del gel con aumento de su dureza y elasticidad. Luego de 10 minutos se realiza la segunda, hasta alcanzar el grado de corte deseado, utilizando velocidades crecientes de giro de la lira. Normalmente se deposita en el fondo del tanque la parte sólida (cuajada) quedando como sobrenadante el suero, que será separado de la cuajada formada en la siguiente fase denominada desuerado.

Cuando el corte es manual, se realizan los cortes a lo ancho y largo de la tina de coagulación. Las liras pueden venir con líneas de acero inoxidable en forma horizontal y vertical. El ancho de corte de cada línea va a depender del tipo de queso que se quiera obtener. Para quesos duros, la separación de las líneas debe ser muy corta, menores a 5 mm, por el contrario, si el queso a obtener es blando, la distancia debe ser máxima, entre 15 a 25 mm. Cuando se habla de quesos semiduros, la distancia puede variar entre 6 a 12 mm de separación (Farnham y Druart, 2011).

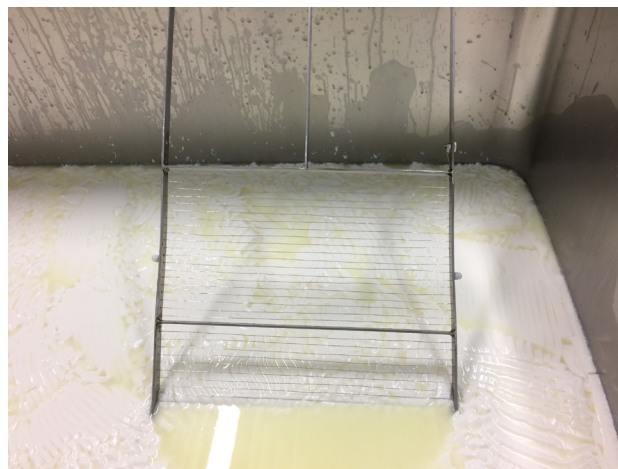


Figura 1. Lira de corte horizontal para queso semiduro. Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

El lactosuero separado, retiene aproximadamente el 55% de los nutrientes de la leche (aproximadamente 6,3% del total de sólidos de la leche). Entre los más abundantes están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (0,3-0,4)%. Presenta una cantidad rica de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio. Cuenta también con vitaminas del grupo A, D y B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (Parra, 2009).

El primer paso para decidir si el queso es blando, duro ó semiduro es a través del corte. Este procedimiento es obligatorio en todos los quesos que van a ser madurados, para el control de la sinéresis. El criterio a tomar en cuenta es, mientras más grande sea el corte del gel (menor proporción área-volumen, mayores son las dimensiones del gránulo (mayor tamaño de la cuajada) y menor es el proceso de sinéresis (menor salida de suero) y mayor es el contenido de humedad del queso. Se debe realizar el corte del gel formado cuando este se encuentra mecánicamente resistente (40-45 minutos en la fase de coagulación) (Carroll, 2002).

Características generales

A continuación, se detalla cómo es el control de la sinéresis, de acuerdo al tipo de queso y en el Cuadro 1 se resumen las operaciones de corte, según lo señalado por Borregales (1993).

- Sinéresis baja: Queso Blando
 - Grado menor de corte de la cuajada (mayor de 10-20 mm de separación entre nylon) (tamaño: maíz de cotufa). (Ej. Queso Mozzarella).
 - Gel retiene grandes volúmenes de suero
 - Corte de la cuajada en cubos grandes, debe moverse lo menos posible para evitar la ruptura.
- Sinéresis Intermedia: Queso Semiduro
 - Se emplea una lira con una separación de entre 5 a 10 mm de separación entre líneas, tamaño de un grano de maíz (Ej. Queso Gouda).

Cuadro 1. Resumen de parámetros operacionales en la etapa de corte.

Parámetros	Queso Blando	Queso semiduro	Queso duro
Tamaño de corte (mm)	10-20	5-10	<5
Tamaño del grano	Maíz de cotufa	Grano de maíz	Grano de trigo

Fuente: Borregales (1993).

- A mayor tamaño del cubo mayor es el contenido de agua en el punto final.
- A menor tamaño del cubo menor es el contenido de H₂O en el punto final.
- Sinéresis Alta: Queso Duro
 - Requiere un grado mayor de corte de la cuajada lira de <5 mm de separación entre las líneas de (grano de trigo). (Ej. Queso Parmesano, Gruyere, Llanero duro).
 - Sinéresis extrema: se extrae todo el suero como sea necesario
 - El gel es batido, mientras más es el corte del gel más es el volumen de suero expulsado.

COCCIÓN DE LA CUAJADA

Principio

Se utiliza en la fabricación de quesos, de gran formato, en los que el proceso de desuerado es muy pronunciado y rápido. El calentamiento lento junto con la acidez generada en la pre-maduración de la leche y el tiempo de cocción, encoge la cuajada lo que facilita la expulsión del suero. La cuajada se torna elástica porque el calcio coloidal se solubiliza y el espacio entre las proteínas se acorta, incrementando la interacción entre ellas (Dejmek y Walstra, 2004).

En este sentido, se puede señalar que, si el calentamiento va acompañado de agitación, se distribuye mejor el calor y se separa el suero con más facilidad. A mayor temperatura de cocción mayor es la cantidad de agua expulsada y menor es la humedad final del queso.

Características generales

A continuación se esquematiza cómo es el control de la sinéresis y en el Cuadro 2, se presenta un resumen de los parámetros operacionales requeridos en base a los diferentes tipos de quesos.

- Sinéresis baja: Queso blando
 - No se somete a cocción (Mazzeo *et al.*, 2009).
- Sinéresis Intermedia: Queso semiduro
 - Cocción a 35-40 °C por 15 minutos: Gouda, Amarillo Torondoy (CFR, 1983)
- Sinéresis Alta: Queso Duro
 - Cocción a 45 a 55 °C, durante 45-55 minutos: Pecorino, Parmesano (Kindstedt, 2014).

El calentamiento entre 34-38°C favorece el desarrollo de las bacterias lácticas mesofílicas que transforman la lactosa en ácido láctico, la acidez más el calor se complementa para expulsar el suero y formar una cuajada elástica (Johnson, 2014).

Cuadro 2. Resumen de parámetros operacionales en la etapa de cocción.

Parámetros	Queso Blando	Queso semiduro	Queso duro
Sinéresis	Baja	Intermedia	Alta
Temperatura	-	35-40°C	45°C
Tiempo (minutos)	-	10-20	45-55
Acidez (°D)	14	30-80	100-150
pH	6,6	5,8	5,1
Ejemplo	Queso Camembert	Queso Gouda	Queso Pecorino

°D=grados dornic. 1°D=10 mg ácido láctico/10 mL de leche. Así que, 0,14% de ácido láctico, representa 14°D.

Se adiciona fermentos del yogurt y se complementan con el *Streptococcus* y no otros generadores de ácidos, porque en los fermentos del yogurt las bacterias son termófilas y resiste a las temperaturas de cocción entre 45 °C a 55 °C (Manglia *et al.*, 2011).

➤ Relación: La interacción entre corte de la cuajada (tamaño del granulo) – acidez-temperatura-tiempo de cocción van a coadyudar entre sí, para que los quesos que se obtenga al final del proceso, tenga una proporción de agua baja o alta.

LAVADO DE LA CUAJADA

Principio

El lavado de la cuajada es un procedimiento específico para quesos blandos y semiduros. Se realiza con la finalidad de extraer el exceso de lactosa que está presente en la cuajada, ya que esta es soluble en agua. La lactosa es el sustrato de crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL) y producción de ácido láctico, de esta manera al reducir la actividad de las BAL, disminuye la acidez de los quesos.

Por lo general, quedan retenidas un 0,2 % de lactosa en el queso, que es suficiente para que las BAL ejerzan su acción. Con el lavado se puede reducir en más del 50% la proporción de lactosa. Este lavado se hace en la cuajada para que las BAL tengan menor actividad, de lo contrario, se puede incrementar el sabor a ácido más de lo que se esperaba obtener, pudiendo ser un factor de rechazo por el consumidor (Tunick, 2014).

Características generales

En el queso Brick se emplea este procedimiento para controlar tanto la acidez como la humedad final del queso. El queso Gouda Holandés y el Colby Americano, son quesos semiduros de cuajada lavada (Chandan y Kapoor, 2011).

En el caso del queso Colby, lo que lo diferencia del queso Gouda, es precisamente el paso de lavado de la cuajada. El resto de las operaciones son similares. Para realizar esta operación, es

necesario desuerar en una primera fase hasta un 30-40% de desuerado (a nivel de cuajada), luego se incorpora agua a 15,5 °C (con un mismo volumen de desuerado) para que la temperatura de la cuajada, más suero, más el agua de lavado se mantenga en 26 °C, mientras que en el Gouda el lavado se realiza con agua caliente a 80 °C hasta llevar la cuajada a 37,7 °C (Carroll, 2002).

Por otro lado, el lavado de la cuajada también es común cuando se fabrica requesón a partir del suero o queso blanco (Ricotta) (Inda, 2000). Muchos fabricantes tienen la costumbre de ir acumulando cuajada acidificada, producto de la fabricación de este tipo de queso en cavas a 5 °C, y luego lavarlas para reducir la acidez de 80-90° Dornic a 10° Dornic, realizando uno o dos lavados dependiendo de la acidez inicial y final que se obtenga. Para efectos de equivalencia 1° Dornic son 10 mg de Ácido Láctico en 10 mL de leche. Si tenemos como ejemplo una leche con 0,14 % de ácido láctico, esta representa 14 °Dornic.

DESUERADO DE LA CUAJADA

Principio

El desuerado se refiere a la separación parcial o total del suero contenido en la porción de la cuajada (Figura 2) (Ramírez y Velez, 2012). El suero de leche es la parte líquida, de color amarillo verdoso, obtenido después de llevarse a cabo la separación de la cuajada en el proceso de elaboración de quesos y se estima que se generan cerca de nueve litros de suero por cada kilogramo de queso elaborado (Daza, 2011).

Características del generales

El suero, contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche como lactosa, proteínas solubles, grasa, vitaminas y sales minerales (Padín *et al.*, 2006). El suero dulce se caracteriza porque su acidez varía entre 0,2 a 0,3%, como porcentaje de ácido láctico. Para ser considerado como suero ácido, su acidez debe estar entre 0,7 a 0,8% a pH entre 4,3 y 4,7 (Cuadro 3) (Hernández-Rojas y Vélez-Ruiz, 2014).

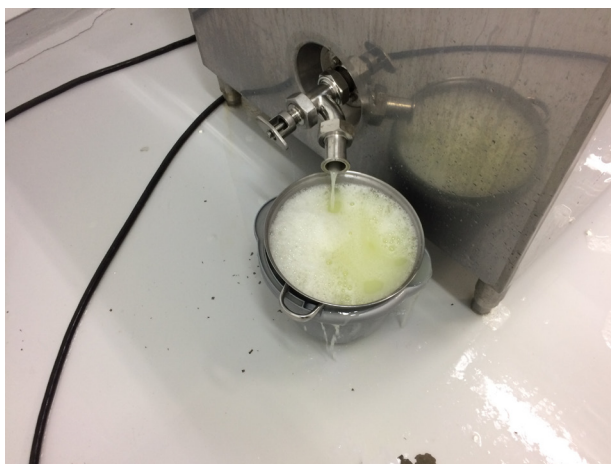


Figura 2. Etapa de desuerado. Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

Cuadro 3. Composición química del suero dulce y del suero ácido.

Componentes	Suero dulce (% p/p)	Suero ácido
Agua	93	93
Grasa	0,3	0,1
Proteína	0,8	0,6
Lactosa	4,9	4,3
Sales minerales	0,56	0,46
Ácido láctico	0,2-0,3	0,7-0,8
pH	6,0-6,6	4,3-4,7
Sólidos Totales	6,56	5,46

Fuente: Daza (2011).

También es posible apreciar en dicho cuadro, que el porcentaje de sólidos totales en el suero dulce es de 6,56% y en el suero ácido de 5,46 %, por diferencia es 1,1% menor. Lo anterior se puede explicar por la transformación que sufre la lactosa a ácido láctico en el caso del suero ácido y que existe una mayor retención de grasas, proteínas y cenizas en el suero dulce, lo cual hace aumentar de esta manera los sólidos.

De acuerdo a Inda (2000), aproximadamente el 50% de los sólidos están presentes en el suero y el otro 50% quedan retenidos en el queso, por lo que quiere decir en este caso, que la leche tendría un 13,12 % de sólidos totales en este caso.

La leche de vaca presenta entre 3 a 3,4 % de proteínas, si se toma como referencia un 3%, como su proporción regular para una leche completa, según regulaciones señalada por COVENIN-903 (1993), al comparar las proporciones de proteínas tanto en la leche como en el suero, se puede señalar, que hay un 26,66% de proteínas que son retenidas en el suero. Esto representa en total la fracción soluble de las proteínas de la leche (22,66%) más el 4% de una fracción soluble que proviene de la caseína, después de la acción del cuajo llamada glicomacropeptido.

La otra fracción $(100-26,66)=73,33\%$, se refiere a la caseína retenida en el queso y representa un 96% de retención con respecto al total de la caseína, ya que el otro 4% esta como glicomacropeptido.

Aplicando el mismo razonamiento para las grasas, la norma COVENIN-903 (1993), señala que la leche cruda debería tener 3,2% de grasa. Si en el suero dulce hay 0,3% de grasa, quedan retenidos 9,3% en el en la cuajada y 90,6% en el queso.

Igualmente, en sales minerales, la leche presenta 0,7% según COVENIN-903 (1993). Si en el suero dulce hay 0,56%, significa que en el suero quedan retenidas el 80%, mientras que en el queso 20%. Los porcentajes anteriormente señalados de retención de proteínas, grasas y sales minerales son particularmente importantes en los cálculos de rendimiento en quesos.

Se denomina desuerado 100% cuando se extrae la mayor cantidad de suero posible, queda expuesta la totalidad de la cuajadas, ya sea para aplicar sal directo en la tina de coagulación o para colocarlo en el molde previo al proceso de prensado.

El término desuerado a flor de cuajada o también se le suele llamar a nivel de cuajada, es cuando el suero presente una vez cortado el coágulo (gel de paracaseína-fosfato cálcico) alcanza el nivel del volumen de la cuajada (paracaseína) que se ubica en el fondo de la tina de coagulación (aproximadamente 40% de desuerado (Figura 3). A este nivel, la cuajada aún queda flotando, y puede ser movilizada con mayor facilidad y el proceso de salado es mucho más fácil de aplicar. Como queda flotando la cuajada es fácil lograr su movilidad y es posible tomar ventaja de esta situación para realizar el pre-prensado o el salado (Carroll, 2012).



Figura 3. Desuerado a “Flor de cuajada” (desuerado al 40%). Cortesía de Harvest Home Dairy.

CHEDDARIZACIÓN DE LA CUAJADA

Principio

Kosikowski (1979), señala que la cheddarización consiste en transformar el paracaseinato fosfato dicálcico a monocálcico por solubilización del calcio coloidal debido a la acidificación de la cuajada, ya sea a nivel de tina de coagulación (queso cheddar) o a nivel de prensa (Queso semiduro Gouda y Tilsit), en donde, las hebras de proteínas tienen mayor acercamiento y por ende mayor interacción hidrofóbica con las grasas, haciendo que la cuajada pueda lograr una apropiada elasticidad, rebanabilidad y plasticidad (Queso Gouda) y buenas propiedades de estiramiento y moldeo (Queso Mozzarella) (Lucey *et al.*, 2003).

De allí la intervención de las bacterias ácido lácticas para reducir el pH de la cuajada desuerada entre 5,3 a 5,4 e incrementar la acidez entre 30 a 45 ° Dornic, en el caso del queso Cheddar. Para lograr este pH, el gel formado luego de la coagulación, es cortado en cubos de 0,95 cm de lados y agitar gentilmente por 5 minutos. Posteriormente se incrementa la temperatura del suero y cuajada a 39 °C en un tiempo entre 30 a 40 minutos. Se mantiene a esa temperatura hasta que el pH se reduzca entre 6,2 a 6,3 (Walstra *et al.*, 1999).

En este punto, la cuajada tiende a encogerse a la mitad de su volumen inicial. La cuajada debería ser firme y compacta. Se desuera la cuajada y se amontona en pilas de 4 a 5 pulgadas de espesor a lo largo de la tina de coagulación (Figura 4). La temperatura de cheddarización es de 30 a 35°C, los bloques formados se voltean cada 15 minutos hasta que el pH se haya reducido a 5,4 (Chandan y Kapoor, 2011).



Figura 4. Cheddarización o acidificación a nivel de la cuajada con los fermentos lácticos incorporados en la leche (pH 4,9 a 5,4). Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

Cheddarización en quesos hilados

Para elaborar quesos de pasta hilada tipo Mozzarella o queso de Mano, como es conocido en Venezuela, se reduce el pH entre 4,9 a pH 5,1 en la cuajada, usando fermentos lácticos naturales de la leche cruda o liofilizados cuando se emplea leche pasteurizada. Estos tipos de queso no hilan a pH inferior a 4,9, ya que se incrementa la interacción hidrofóbica de las caseínas debido a una reducción significativa del calcio coloidal, por lo que pierda su habilidad a interactuar con las grasas y de formar fibras elásticas (Kindstedt *et al.*, 2001).

La diferencia entre un queso Mozzarella pre-acidificado, denominado queso Telita en Venezuela, con el queso Mozzarella típico de Italia, es que en el primero, la acidificación es en la leche, ya sea con ácido láctico, cítrico o acético, incluso con suero acidificado pasteurizado a pH 3,78 de la fabricación anterior. El rango de pH de hilado en el Mozzarella pre-acidificado está entre pH 5,8 a pH 5,2; mientras que el segundo, requiere la incorporación de cultivos lácticos termofílicos para que la reducción del pH sea en la cuajada y no en la leche como el caso del Telita. (Maldonado *et al.*, 2014).

Hay otros tipos de quesos hilados fabricados en Venezuela como el queso Guayanés, el cual lleva las dos formas de acidificación, tanto en la leche (hasta pH 6,2) usando cualquiera de los ácidos orgánicos señalados, y luego se termina de reducir el pH a pH 5,1 en la cuajada, por acción de las bacterias ácido lácticas mesofílicas o termofílicas (Maldonado *et al.*, 2018).

SALADO

Principio

Es efectuado con la finalidad de realzar el sabor, incrementar la funcionalidad de los quesos como ingrediente e inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables, por lo tanto incrementa la vida útil de los quesos (Madrid, 1999).

Además, la adición de sal a la cuajada genera una fuerza osmótica que conduce la salida del suero a la superficie. Así que, el salado representa otro paso que coadyuva a la sinéresis del suero (Guinee y Fox, 2004).

En el proceso de coagulación, las proteínas coaguladas, atrapa otros componentes de la leche, tales como grasa, hidratos de carbono (lactosa), minerales y agua. Debido a la alta capacidad de absorción de agua de la caseína, a menudo atrapa más agua por gramo de caseína, por lo que el producto final tendrá un porcentaje de humedad mayor al esperado (Inda, 2000).

Para eliminar este exceso de agua, la cuajada se presiona, sin embargo, el prensado por si solo es insuficiente, (Fox *et al.*, 2000). Es ahí donde la adición de sal se utiliza para eliminar el agua hasta llegar a los niveles de humedad deseado (Ramirez-Navas, 2004).

Tipos de salado

Dependiendo del tipo de queso, se pueden encontrar tres tipos de salado, el salado a nivel de tanque (salado en seco), por inmersión, por frotación (salado superficial) (Ramirez-Navas *et al.*, 2017):

➤ **Salado en el tanque**

- Se emplean en el salado de quesos blandos y frescos (blanco pasteurizado).
- La sal es higroscópica, retiene gran volumen de H₂O. Es un factor de retención de agua.
- En el queso Cheddar, que es un queso duro, el salado es también directa por incorporación de la sal en la cuajada (se incorpora 3% de sal).
- La incorporación de sal en términos de peso: 3-5% en base al peso de la cuajada.

➤ **Salado por inmersión**

- Es empleado para quesos duros o semiduros,
- El queso moldeado y prensado, se sumerge en una salmuera con 21,2% de cloruro de sodio (20 °Be). También se incorpora 0,2% de ácido cítrico y cloruro de calcio en una proporción de 10 g/100 L de salmuera (Figura 5). Lo anterior es para mejorar la conservación de la salmuera, mantener la acidez del producto y evitar el desconchado de la superficie en los quesos (Carroll, 2002).
- Para lograr los 20 ° Baumé solo se pesa 0,802 kg de sal y se disuelve en 3,785 kg de agua potabilizada a 85 °C.
- Si el queso es semiduro, dependiendo del peso del queso será su tiempo de salado. Por lo general, se deja sumergido en salmuera 1 día por kg de queso. Si el queso pesa 3 Kg, serán 3 días de salado en salmuera.
- Para quesos duros por lo general se dejan en salmuera 8 días.



Figura 5. Salado por inmersión

- La sal por difusión penetra de afuera hacia el centro del queso y el proceso de maduración se inicia del centro del queso hacia fuera, a medida que la sal va entrando va inhibiendo, frenando o desactivando la bacteria lácticas (Ramirez-Navaz *et al.*, 2017).
- **Salado por frotación**
 - Es específico para quesos blandos (Camembert).
 - Consiste en que la sal en polvo se frota sobre la superficie del queso. El agua sale desde el centro por el fenómeno de osmosis y la sal al disolverse y por difusión penetra al interior del queso.
 - Esta técnica es favorable para quesos de formato pequeño. Sin embargo, es problemática para los quesos grandes como el parmesano de 100 cm de diámetro, porque al salar por frotación en la superficie, se genera muy rápido una concha densa y dura, que impide la difusión de la sal, de la superficie al interior del queso y por ende la salida de agua, por lo que el queso quedara con alta humedad interior (Guinee y Fox, 2004).
- **Salado a flor de cuajada**
 - El salado a flor de cuajada, se realiza incorporando la sal en una proporción de 1,3-1,4 kg por cada 100 litros de leche.
 - Cuando se hace el salado de esta forma, el desuerado se realiza en dos etapas, la primera es para reducir el volumen a nivel de la cuajada (flor de cuajada) (Figura 6).
 - Luego se realiza el salado por incorporación en la tina, a este nivel de volumen del suero, y una vez salada la cuajada más el suero, se realiza la segunda etapa del desuerado hasta alcanzar una cuajada drenada casi en su totalidad (desuerado 100%).



Figura 6. Salado a flor de cuajada. Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

- Este tipo de salado permite trabajar la cuajada con mayor facilidad, ya que es posible mezclar sin mayor esfuerzo, la sal con la masa de cuajada. La desventaja de este método es que se debe emplear mayores cantidades de sal, al compararlo con el método directo de salado.

MOLDEADO

Principio

La cuajada tanto dulce, como lavada o salada directo en la tina, está lista para ser moldeada, ya sea en moldes cuadrados o redondos, con el fin de facilitar operación de prensado, y darle forma, tamaño y peso al producto final. Al conferirle forma y tamaño, también se facilitan las operaciones subsiguientes como prensado, salado por inmersión, oreado, maduración, corte y empacado, transporte y almacenamiento, de allí la importancia de este paso (Farhaim y Druart, 2011).

Características generales

Por lo general se usan moldes entre 8 a 20 kg para quesos madurados. Sin embargo en quesos duros se pueden trabajar con formatos de hasta 50 kg o más. En el caso de quesos blandos, los formatos de molde son más pequeños, así tenemos al Camembert Francés, con moldes redondos con capacidades entre 300 a 500 gramos. Los moldes deben ser “vestidos” previamente con el liencillo o “Cheese cloth” (termino en inglés), para facilitar el proceso de desmolde y evitar que la cuajada bloquee la salida del suero por los orificios de drenaje que tienen alrededor de los moldes. Los liencillos pueden ser hechos de tela reusable o de polietilenos desechables.

Cuando la cuajada formado es a partir de un pre-prensado, se cortan y se colocan en los moldes sin liencillo para que vaya adquiriendo la forma del mismo, posteriormente se desmolda

y se transfiere a un nuevo molde con el liencillo, dispuesto horizontal y verticalmente (en forma cruzada) (Chandan y Kapoor, 2011). Lo anterior se llama vestir la cuajada, una vez hecha esta operación, se coloca la tapa y está listo para ser prensado.

En general es posible señalar los siguientes aspectos generales:

- Los moldes para queso fresco, presentan grandes orificios (10 mm) y son sin tapas. El queso se aglomera sin presión mecánica.

- Los moldes para quesos duros o semiduros, presentan orificios de tamaño medio (5 mm de diámetro) y la cuajada es vestida con paños o liencillos, trabajan siempre bajo presión (Ej. Moldes Wilson; ver Figura 7).

- Moldes microperforados (2 mm diámetro), toda la superficie del molde está cubierta por orificios de tamaño pequeño, normalmente trabajan bajo presión. Estos tipos de molde no requieren el uso de liencillos.



Figura 7. Moldeado en moldes Wilson. Capacidad 10 kg de cuajada. Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

PRENSADO

Principio

La finalidad del prensado es contribuir en el desuerado de la cuajada y darle forma definitiva al queso por presión. El queso adquiere una superficie firme que le permite conservar su estructura para las operaciones posteriores como el salado y la maduración.

Son prensados los quesos duros y semiduros. A menor contenido de humedad, mayor es la presión de prensado, y se hacen en los moldes usando una prensa neumática (Figura 8).

El queso se individualiza en piezas y adquiere una en apariencia clásica (redonda, cuadrada o rectangular) (Figura 9). El prensado puede ser previo a toda la cuajada (pre-prensado), que luego se corta y se transfiere las piezas a los moldes. Se consigue una eliminación adicional del suero.

Tipos de prensado

Dependiendo del tipo de queso, sobre todo, la textura y la humedad final, se pueden encontrar tres tipos de prensado., el prensado por gravedad, el auto prensado y empleando prensa neumática.

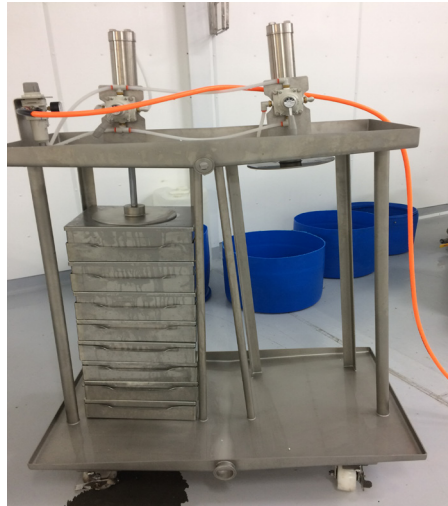


Figura 8. Prensa neumática con moldes cuadrados tipo Wilson para 12 kg de cuajada. Cortesía de Harvest Home Dairy, LLC.

- Prensado por gravedad
 - Para quesos con alto contenido de humedad: cuajada de queso blando, queso Camembert.
 - Por la acción de su propio peso van drenando suero.



Figura 9. Bloque de Queso Gouda prensado y desmoldado listo para ser cortado y empacado. Cortesía de Harvest Home Dairy LLC.

➤ Autoprensado

- Se emplean por lo general para quesos blandos y semiduros.
- Cuando se habla el término de autoprensado, significa que además del peso por gravedad, se coloca en la parte superior de los quesos otro molde con cuajada para que el proceso de prensado se inicie, y se vayan formando los poros y canales internos en la matriz del queso, que serán los canales requeridos para el desuerado final.
- Con cierta frecuencia, cada 15 ó 30 minutos, durante las primeras 4-6 horas, se cambian de posición, es decir el queso que estaba en la parte de abajo, presándose por el peso de uno, ahora se colocará en la parte superior del molde para actuar como peso del queso que estaba ubicado en la parte superior, y así sucesivamente.

➤ Prensado con prensas neumáticas (Procedimiento Harvest Home Dairy LLC, con moldes tipo Wilson de 10 kg).

- Solo para quesos semiduro o duro
- Para quesos semiduro: 20 psi por 30 min. Luego se voltean y se presiona a 40 psi durante 60 minutos y finalmente, 50 psi por 60 minutos.
- Para quesos duro: 30 psi por una hora, y se aplican 60 psi por una hora más, se voltean y 70 psi por una hora más.

Calculo de la presión de una prensa (Adaptado de Farnham y Druart, 2011).

Las condiciones iniciales a considerar para el cálculo de la presión en una prensa son las siguientes (Figura 10):

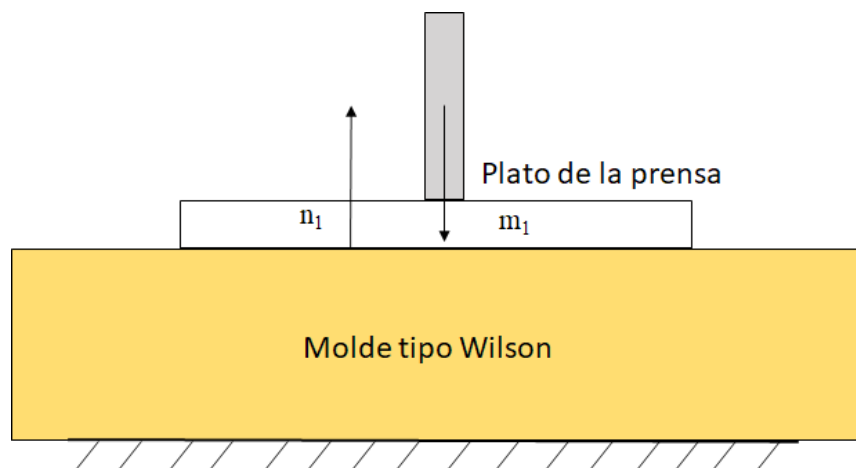


Figura 10. Diagrama de cuerpo libre de una prensa con molde tipo Wilson para el cálculo de la presión.

- Molde Wilson: Ancho de la tapa (A): 28,5 cm; Largo de la tapa (L): 36,5 cm.
- Masa aplicada sobre la superficie del queso (m_1): 1000 g/cm².
- Diámetro del plato (Dplato)=24 cm

Paso 1. Cálculo de la masa a aplicar (kg) sobre la superficie del queso. El área de la superficie de la tapa del molde cuadrado tipo Wilson, se calcula en función de la ecuación (1), en donde A_t , denota el área de la tapa.

$$A_t = L \times A \dots\dots\dots(1)$$

Aplicando la Ecuación 1, tenemos:

$$A_t = 36,5 \text{ cm} \times 28,5 \text{ cm} = 1040,25 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots(2)$$

Sabiendo que:

$$m_1 = 1000 \text{ g/cm}^2 \times 1040,25 \text{ cm}^2 = 1040250 \text{ g} = 1040,25 \text{ Kg}$$

El total de masa requerido para alcanzar los 1000 g/cm² en función al área de la tapa del molde es 1040,25 Kg.

Paso 2. Determinar el peso a aplicar. Por segunda ley de Newton, la fuerza (F) o normal (n_1) o peso a aplicar se calcula, de acuerdo a la Ecuación 3, en donde m_1 es la masa (kg) y g, es la aceleración de la gravedad (9,8 m/seg²).

$$F = m \times g \dots\dots\dots(3)$$

Si aplicamos la Ecuación 3, tenemos:

$$F = 1040,25 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/seg}^2 = 10194,44 \text{ Newton} \dots\dots\dots(4)$$

Paso 3. Determinar la presión ejercida en el plato. Para calcular la presión ejercida (Ecuación 6), es necesario conocer el área del plato (A_p), que es el área donde se mide la fuerza o normal (n_1), por ley de acción y reacción de acuerdo a la tercera ley de Newton, empleando la Ecuación 5 en donde $A_p = [\pi \times (D_{\text{plato}})^2] / 4$ y la fuerza a aplicar (F), con la Ecuación 3, se calcula la presión utilizando la Ecuación 6, sustituyendo los valores en la Ecuación 7.

Área del plato (A_p):

$$A_p = \frac{3,1416(24 \text{ cm})^2}{4} = 452,39 \text{ cm}^2 = 4,52 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \dots\dots\dots(5)$$

Presión (P):

$$P = \frac{F}{A_p} \dots\dots\dots(6)$$

$$P = \frac{10194,44 N}{4,52 \times 10^{-2} m^2} = 225.540,92 \text{ pascal} \dots\dots\dots (7)$$

Si 10^5 pascal = 14,5 psi (Lb/pulg²); entonces:

225.540,92 pascal = 32,7 Lb/pulg² (psi.)

Conclusión: La aplicación de un peso de 1000 g/cm² para las dimensiones de la tapa del molde de Wilson y el diametro del plato, según configuración de la Figura 10, equivale a un peso total de 1040,25 kg que representan 32,7 psi. Esta es la presión requerida (30 psi) para algunos de los quesos semiduros, en la segunda etapa de prensado como el Gouda, Colby, Manchego (Carroll, 2002), pero en los quesos duros, representa la primera etapa de prensado. El Cheddar, que es un queso duro, requiere 50 psi, por 12 horas a 22 °C (Gutiérrez, 1999). Para quesos blandos a ser madurados, la presión debe ser baja (5-10 psi) (IDEAL, 2020).

CONCLUSIONES

Basados en los argumentos planteados en este capítulo IV y tomando en consideración los objetivos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

La sinéresis o exudación del suero de la cuajada se inicia con el corte del gel de paracaseinato fosfato dicálcico. A mayor corte del gel, menor es el tamaño de los cubos de cuajada y mayor es el grado de sinéresis. En este sentido, el corte del gel para quesos duros es de 5 mm, quesos semiduros entre 6 a 12 mm y quesos blandos entre 15 a 25 mm.

La temperatura de cocción de la cuajada, junto a la acidez inicial desarrollada, incrementa la sinéresis. A mayor grado de cocción mayor es la expulsión del suero de la cuajada. En quesos blandos no hay cocción. En quesos semiduros, la cocción es entre 35 a 40 °C durante 15 minutos. En quesos duro, la temperatura de cocción es entre 45 a 55 minutos por 45 a 60 minutos.

El lavado de la cuajada es específico para quesos blandos y semiduros. A mayor lavado, mayor es la solubilización de la lactosa y menor es la producción de la acidez. La incorporación del agua de lavado es del 30 a 40% previo al desuerado parcial, que equivalen al mismo volumen del agua de lavado.

El desuerado contribuye en mayor porcentaje a la separación del suero de la cuajada. En el suero, quedan retenidos el 6,65% de los sólidos de la leche, mientras que la otra mitad de los componentes solidos quedan retenidos en la cuajada. Entre los componentes más importantes retenidos en la cuajada son: caseína (80%); las grasas (90,6%), y sales minerales (20%).

Todo queso madurado requiere la etapa de cheddarización. La cheddarización o fermentación de la cuajada, conducen a una reducción del pH entre 5,2 a 5,8 proporcionando una cuajada elástica característico en el queso Cheddar y Mozzarella y cuya textura final, en forma de fibras, tiene una apariencia de pechuga de pollo (Chicken breast).

La cantidad de sal a incorporar en la cuajada para quesos blandos frescos es entre 3 al 5%, con base al peso de la cuajada. Para un queso duro como el Cheddar, se incorpora el 3% de sal

directo a la cuajada. Los quesos semiduros y duros, se salan por inmersión en una salmuera con 20 °Baume por un periodo entre 1 a 8 días. Quesos blandos madurados como el Camembert, se salan por frotación en la superficie del queso. El salado a flor de cuajada, puede ser empleado en quesos semiduros y duros, en donde se incorporan proporciones de sal entre 1,3 a 1,4 kg de sal por cada 100 litros de leche.

El prensado para quesos duros y semiduros se realiza en tres etapas. Primera etapa a baja presión (10 psi), segunda etapa (30 psi) y tercera etapa (50 psi) por un tiempo de 1 hora en cada etapa para las 2 primeras etapas y 12 horas en la última etapa. El prensado por gravedad y auto prensa es específico para quesos blandos.

CUESTIONARIO

1. Actividades iniciales

1. Como se denomina el término empleado para describir la separación del suero de la cuajada: _____.
2. Indique el nombre del instrumento empleado en quesería para realizar el corte del gel formado en la etapa de coagulación: _____.
3. Subraye, el rango de corte del gel, para los siguientes tipos de queso:

Opción	Rango	Tipos de queso
a	10-20 mm	Queso duro: a, b o c
b	5-10 mm	Queso semiduro: a, b o c
c	<5 mm	Queso blando: a, b o c
Ejemplo		Queso parmesano: a, b o <u>c</u>

4. De los tres tipos de queso que se presentan a continuación ¿Cuál de ellos el corte de la cuajada es del tamaño de un grano de trigo:_____
 - a.- Queso Cheddar; b.- Queso Gouda; c.- Queso Parmesano
5. Indique los tipos de quesos que usan la cuajada lavada:
 - a.- _____; b.- _____;

2. Preguntas relevantes

6. ¿Cuál es el nombre de la etapa que consiste en la separación del suero de la cuajada?:_____
7. ¿Qué porcentaje de sólidos totales presenta el suero dulce e indique el porcentaje de retención de las proteínas en el suero:
 - a. _____.
 - b. _____

8. ¿Cómo se llama el proceso que consiste en la acidificación de la cuajada a nivel de tina? _____
9. Indique dos tipos de quesos que emplean la acidificación de la cuajada.
- a. _____ b. _____
10. ¿ Señale cuáles son los tipos de prensado:
- a. _____; b. _____; c. _____

3. Estudio de casos

11. Se requiere aplicar una presión de 0,49 Bar sobre un queso cuyo diámetro es de 6,5 cm. Calcule cual es el peso que necesitaría colocar en la parte superior. Calcule la cantidad en g/cm² de peso aplicado sobre la superficie del queso. **Respuesta: Peso= bloque de 16,59 kg; Peso=500 g/cm².**
12. Si se aplica un peso de 20 Kg sobre un queso cuyo diámetro es de 6,5 cm. Asumiendo que el peso usado tiene el mismo diámetro del queso, calcule cual sería la presión en psi, que se aplicaría sobre la superficie del queso. **Respuesta: Presión=8,58 psi.**

4. Actividades finales

13. ¿El pH de hilado en el queso Mozzarella se logra incrementando la acidez en la cuajada? Verdadero Falso
14. ¿El queso Gouda y el queso Cheddar se obtienen por acidificación de la cuajada? Verdadero Falso
15. ¿El calentamiento de la cuajada combinada con el batido no facilita la expulsión del suero? Verdadero Falso
16. ¿En el queso Camembert la sinéresis es alta? Verdadero Falso
17. La cocción de un queso duro es de 36°C? Verdadero Falso
18. ¿El tamaño de la pre-prensa es del 10% del volumen de la leche a coagular? Verdadero Falso.
19. ¿El queso Camember se fabrica en moldes grandes?
 Verdadero Falso
20. ¿El salado por frotación es exclusiva de los quesos duros?
 Verdadero Falso

5. Palabras de reflexión

Sabía usted que el queso es uno de los principales productos agrícolas a nivel mundial. Se conoce su procedencia en Egipto hace 2300 años a.c. y se inició su producción a gran escala en Suiza en el siglo IX. El queso puede ser fabricado a partir de leche de vaca, cabra, oveja y búfala. Entre los quesos mayormente consumidos en el mundo están: Roquefort, Camembert, Gruyere, Parmesano, Gouda, Mozzarella, Cheddar y Manchego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borregales, C. 2014. Módulo de enseñanza en lácteos. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 124 p.
- Carroll, R. 2002. Home Cheesemaking. Recipes for 75 homemade cheeses. 3ª ed. Storey Publishing. 272 p.
- CFR. 1983. Code of Federal Regulation (CFR). Gouda Cheese. Title 21, Chapter I, subchapter B, part 133. Subpart B. Contents 133.142. Disponible en: <https://www.ecfr.gov>. [Consultado: 9 Enero 2020].
- COVENIN-1813. 2000. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana N° 1813-2000. Quesos 2ª Revisión. 6 p.
- COVENIN-903. 1993. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana N° 903-93. Leche cruda. 7 p.
- Daza, S. 2011. Evaluación de diferentes tipos de quesos elaborados con mezclas de leche fresca y suero nanofiltrado. Trabajo de grado. Facultad de ingeniería, Universidad del Zulia. Zulia, Venezuela. 49 p.
- Dejmek P.; P. Walstra. 2004. The syneresis of rennet-coagulated curd, p 71–104. In Fox PF; P. McSweeney; T. Cogan; T. Guinee (eds.). Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, 3rd ed, Vol 1. General Aspects. Elsevier Academic Press, San Diego, CA.
- Farnham, J.; M. Druart. 2011. The joy of cheesemaking. The ultimate guide to understanding, making and eating fine cheese. Skyhorse publishing. New York, USA. 244 p.
- Farnham, J.; M. Druart. 2011. The joy of cheesemaking. The ultimate guide to understanding, making and eating fine cheese. Skyhorse publishing. New York, USA. 244 p.
- Fox, P.; J. Lucey; M. Cogan. 1990. Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening, CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 29: 237.
- Fox, P.; T. Guinee; T. Cogan; P. McSweeney. 2000. Cheese and texture in Fundamentals of Cheese Science. Aspen Pub. Inc, Gaithersbury, MD. 305-333.
- Guinee, T.; P. Fox. 2004. Salt in Cheese: physical, chemical and biological aspects. In: Fox, P.; P. McSweeney; T. Cogan; P. Guinee (Eds.). Chemistry, physics and microbiology. General aspects. 3ª Ed. Vol. 1. Elsevier Academic Press, San Diego, C.A. pp. 207-259.

-
- Gutierrez, M. 1999. Quality evaluation of cheddar cheese containing Gamma-Oryzanol. Thesis. Master Science. LSU. Food Science Department. 138 p.
- Hernandez-Rojas, M.; J. Velez-Ruiz. 2014. Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 8(2): 13-22.
- IDEAL. 2020. Ingeniería y Desarrollo Alimentario, S.A. Boletín Técnico. Queso, proceso de elaboración. 26 p.
- Inda, A. 2000. Proyecto de Calidad y Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa, OEA. Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo, GTZ. 160 p.
- Johnson, M. 2014. Mesophilic and thermophilic cultures used in traditional Cheesemaking. In: Donnelly, C. (Ed.). *Cheese and Microbes*. ASM PRESS. Washington, D.C. United States. 346 p.
- Kindstedt, P. 2014. The Basic of Cheesemaking. In: Donnelly, C. (Ed.). *Cheese and microbes*. ASMpress. Washington, D.C. United State. 333 p.
- Kindstedt, P.; A. Zielinski; M. Almena-Aliste; C. Ge. 2001. A post-manufacture method to evaluate the effect of pH on Mozzarella cheese characteristics. *Australian Journal of Dairy Technology*, 56: 202–207.
- Kosikowski, F. 1979. Manufacture of “Queso Blanco” and other Latin American cheeses. 1st Bienal Marshall International Cheese Conference held in the coliseum of the Dane county Exposition Center in Madison, Wisconsin on September 18, 1979. Online: www.marshall.com/marshall/proced/pdf/79_69.pdf.
- Lucey, J; M. Johnson; D. Horne. 2003. Perspective on the basis of rheology and texture properties of cheese. *J. Dairy Sci.* 86: 2725–2743.
- Madrid, A. 1999. Tecnología quesera. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España 412 p.
- Maldonado, R.; B. Meléndez; I. Arispe. 2014. Tecnología, Calidad y dinámica de crecimiento y control de patógenos *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp. Mediante el uso de cultivos iniciadores en los quesos de pasta hilada tipo telita. Trabajo de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 164 p.
- Maldonado, R.; L. Llanca; H. Wendy; A. Paiva; Y. Roman; N. Calderon; Isturiz, R; O. Jimenez; B. Melendez. 2018. Composición y Calidad del queso Guayanés a nivel de Centros de Comercialización. *Revista Científica UNET*. 30(2): 512-520.
- Manglia, N.; M. Murgia; G. Garau; P. Deiana. 2011. Microbiological and Physicochemical properties of Pecorino Romano Cheese Produced using a selected starter culture. *J. Agr. Sci. tech.* 13: 585-600.
- Mazzeo, M.; F. Díaz; L. Pérez; L. Agatón; A. Castaño; A. Jaramillo. 2009. Desarrollo de procesos productivos de quesos madurados en tres municipios del departamento de caldas. *Revista ingeniería e investigación*. 29 (3): 42-47.
-

- Mendez, C.; E. Ramirez. 2018. Elaboration of Gouda type cheese at experimental level. *Ventana Científica*. 9(15): 36-50.
- Padín, C.; M. Díaz; M. Fernández. 2006. Efecto de la concentración inicial del lactosuero sobre la fermentación alcohólica con *Kluyveromyces fragilis*. *Sociedad Venezolana de microbiología*. 26(1): 317-327.
- Parra, R. 2009. Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad Nacional de Agricultura de Medellín*. 62 (1): 4967-4982.
- Ramirez-Lopez, C.; J. Velez-Ruiz. 2012. Queso fresco: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*. 6-2: 131-148.
- Ramírez-Navas, J.; J. Aguirre-Londoño; V. Aristizabal-Ferreira; S. Castro-Narváez. 2017. La sal en queso: diversas interacciones. *Agron. Mesoam*. 28 (1): 303-316.
- Tunick, M. 2014. *The science of cheese*. Oxford. University Press. New York. 273 p.
- Walstra, P; T. Geurts; A. Noomen; A. Jellema; M. Van Boekel. 1999. *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. Marcel Dekker, Inc. New York, NY. 727 pp.