

# *Consideraciones sobre las Instalaciones y Equipos de una Quesería*

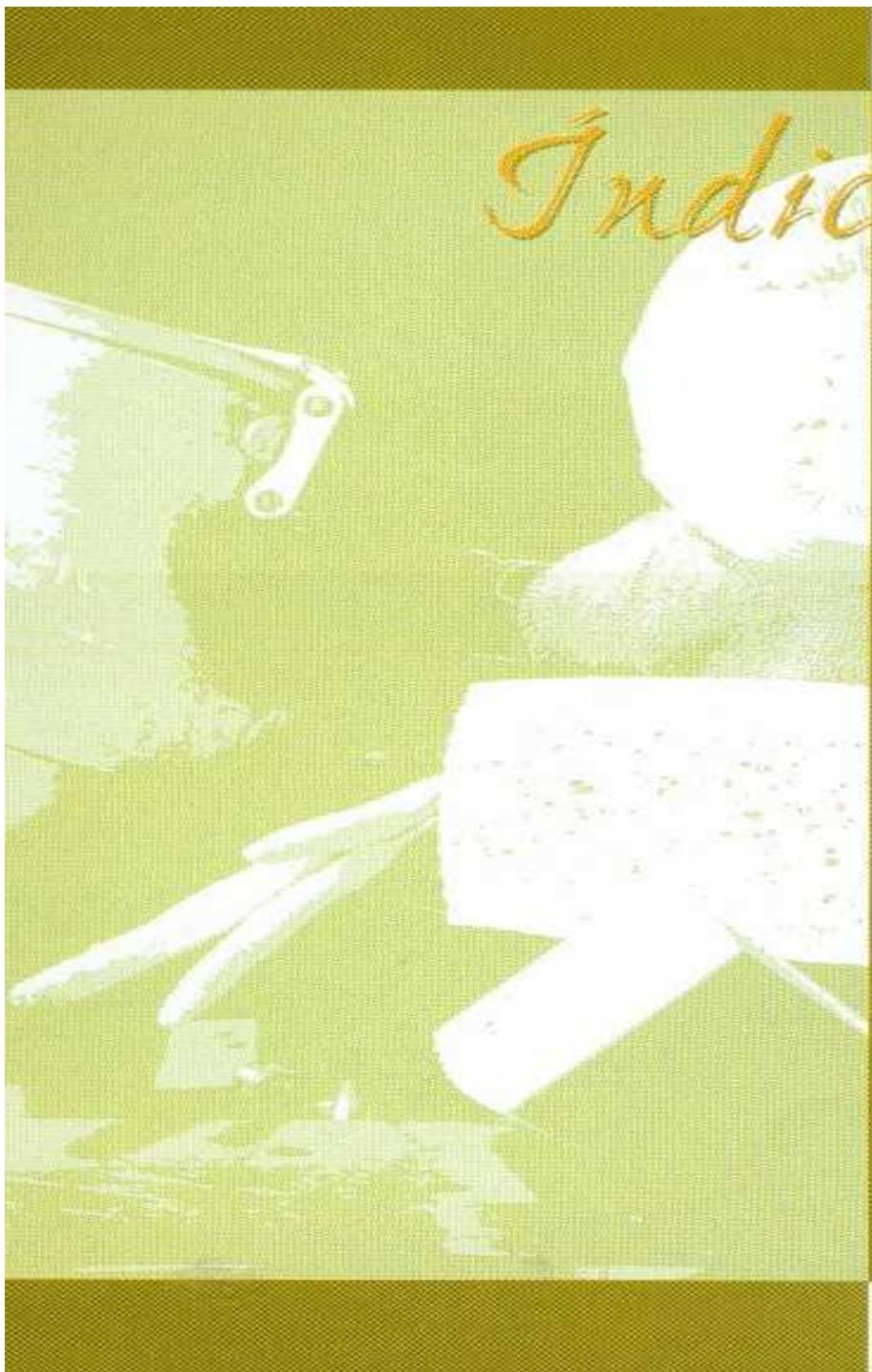


---

*Consideraciones sobre las Instalaciones  
y Equipos de una Quesería*



Autor: José González Crespo  
Edita: Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico Junta de Extremadura  
Imprime: Gráficas Gaspar  
ISBN: 84-689-8023-4  
Depósito legal: BA-452-06



# Índice

<b>Prólogo</b>	05
<b>Introducción</b>	07
<b>Los Equipos</b>	
■ Tanques de refrigeración de leche	09
■ Pasterizadores	11
■ Cubas de cuajado	13
■ Carros de desuerado-moldeo	15
■ Prensas	17
■ Saladeros	19
■ Camaras	20
• Cálculo de la potencia de un equipo de frío	24
• Defectos más frecuentes en las cámaras	26
• Problemas más frecuentes	27
• Tipos de cámaras	29
- De orea, llamadas también secaderos de quesos	29
- Cámara de maduración	30
- Cámara de conservación	30
<b>Bibliografía</b>	32

# Prólogo

El objetivo de esta publicación no es otro que el de aportar información y formación a los productores de quesos extremeños, respecto de las instalaciones y equipos propios de la quesería.

Este objetivo viene motivado por el hecho de que, en las numerosas visitas que el autor ha realizado a diferentes queserías de Extremadura, ha observado que con frecuencia los queseros tienen poco conocimiento de los equipos e instalaciones que son propios de la profesión. Este hecho se traduce en problemas que repercuten en la calidad de los productos, dando lugar, no sólo a quebrantos económicos, debidos a la pérdida de calidad de los quesos, sino también a gastos innecesarios en reparaciones y reinversiones.

Existen dos problemas fundamentales en este área. El primero se deriva de la instalación de la quesería, que a su vez tiene su origen en la ausencia de profesionales especializados, proyectistas, en el tema lácteo. En segundo lugar a la falta de conocimiento de lo que quieren los demandantes, es decir los queseros. Si no se sabe lo que se quiere, difícilmente se puede plantear y discutir con el proyectista las condiciones de partida.

La consecuencia de todo ello es que los proyectos y las obras no se adecuan a las necesidades y en consecuencia se paga más de lo debido por instalaciones no apropiadas.

Teniendo en cuenta que instalar una quesería supone en la actualidad una inversión nada desdeñable, debido a las condiciones técnico-sanitarias que

debe cumplir, el hacerlo de manera adecuada o no, tiene una repercusión económica importante.

El otro problema que se observa es la falta de mantenimiento de las instalaciones y equipos, de manera que se eviten averías innecesarias, que en algunos casos se traduzcan en reinversiones, debido a que los equipos no son recuperables o reparables.

Un caso concreto es el de las cámaras, al que en el texto se da un tratamiento bastante extenso, ya que por su costo constituyen un elemento importante de las instalaciones queseras, y de las que su buen o mal funcionamiento se traduce en repercusiones importantes sobre los productos, tales como mermas de peso y posibles averías técnicas en los equipos.

Espero con estas indicaciones contribuir al mejor hacer de nuestros queseros y a la mejora de calidad de los quesos extremeños.

## *Agradecimientos*

El autor agradece al sector quesero y al INTAEX la posibilidad de desarrollar este trabajo, así como a los compañeros del grupo de Productos Lácteos del Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX), por su apoyo, y en especial a Ángel Acedo, por su revisión del texto y las ilustraciones.

# Introducción



El diseño de una quesería tiene aspectos comunes con el de otras industrias agroalimentarias, basados en conceptos generales de higiene alimentaria y utilidad práctica de las instalaciones.

Algunos de ellos son:

La materia prima y los productos no deben entrecruzarse en sus recorridos durante el procesado a fin de evitar contaminaciones cruzadas. Esto obliga a que las materias primas accedan a la quesería por un lugar, normalmente llamado recepción, se sometan a los procesos de transformación, y que los productos salgan de la fábrica por otro diferente, normalmente denominado expedición.

El personal, para evitar contaminaciones, no debe interferir con las materias primas ni con los productos, por lo que debe de tener un acceso independiente de ambos.

También para evitar corrientes de aire, que puedan actuar de portadores de olores o contaminaciones dentro de la quesería, los locales de uso frecuente deben de dotarse de puertas abatibles o cortinas de fácil acceso, que permitan un paso a elementos con ruedas y personal.

Las industrias alimentarias, si no están bien acondicionadas, pueden convertirse en lugares incómodos de trabajo, por lo que debe existir un sistema de climatización que permita calentar en invierno y refrigerar en verano.

Esto es especialmente importante en las queserías, puesto que el queso es un producto que fermenta, normalmente en la prensa, y si ésta fermentación se descontrola a una temperatura demasiado alta o baja

pueden presentarse problemas en la fermentación del queso, cuando se den prensados prolongados. Por ello en la quesería también la climatización es una necesidad tecnológica del proceso.

La evacuación de gases y vapor de las queserías es un tema, que frecuentemente no se tiene en cuenta, y así resulta que en invierno todo el techo se llena de humedad condensada, incluso "se llueve". Con la humedad vienen los mohos, que al final lo contaminan todo.

Es relativamente fácil disponer de mecanismos pasivos o activos de eliminación del aire húmedo de la quesería por el techo, mediante rejillas y extractores apropiados.

Los gases, que se generan en las cámaras y secaderos, como consecuencia de la fermentación del queso, en general no disponen de otro mecanismo de evacuación que la puerta, lo cual es insuficiente y por ello estas instalaciones se deberán de equipar adecuadamente también para la ventilación.

Como indicación general, las puertas de la quesería al exterior deberán estar protegidas por una visera, que evite que la lluvia bata contra las mismas e incluso se meta en la quesería y además proteja al personal antes de acceder a las instalaciones.

Para evitar estar sometidos a los cambios de temperatura externos y reducir el consumo de energía en los sistemas de climatización es fundamental disponer de buenos aislamientos.

Los equipos de poco peso deben de disponer de ruedas, de manera que puedan desplazarse con facilidad,

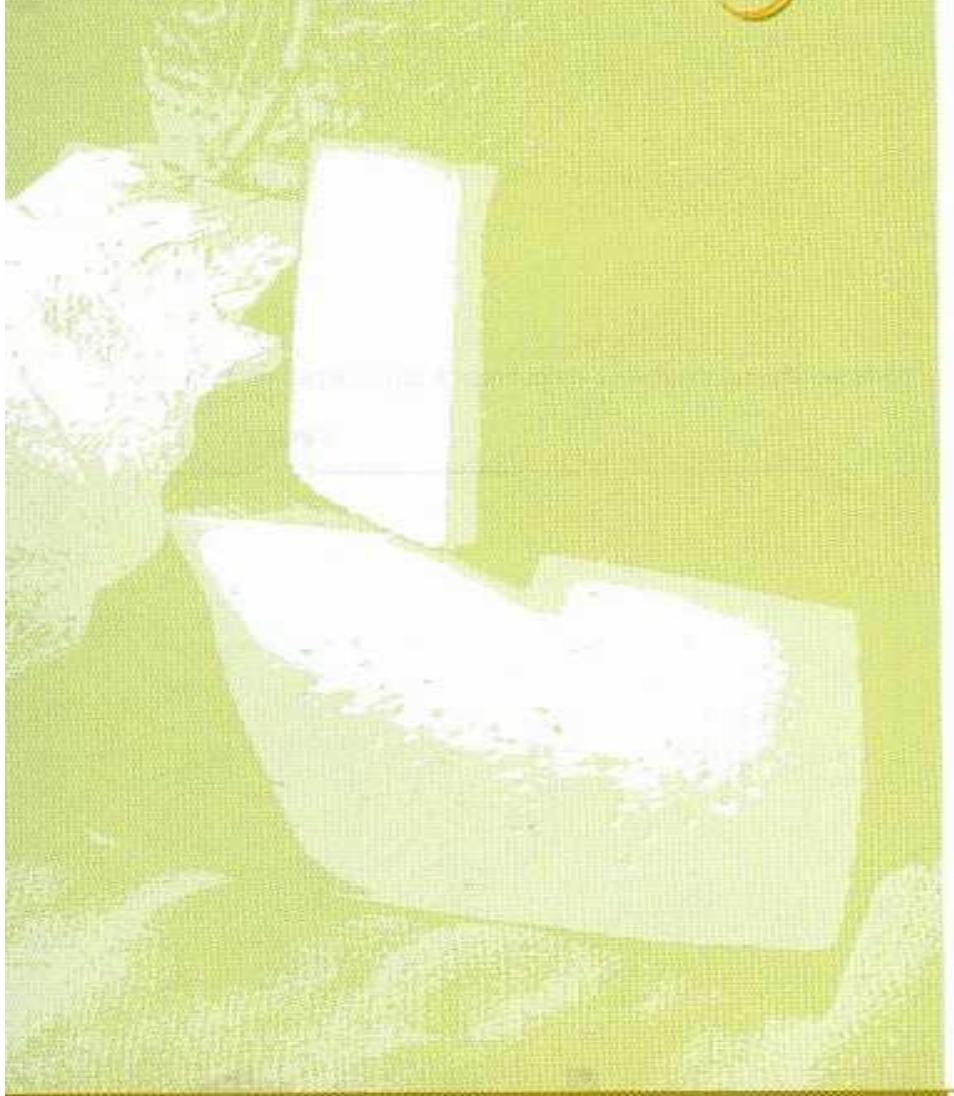
unos en trayectos más largos que otros. No vamos a poner ruedas a una cuba de 5000 l, o a un pasterizador, pero sí a una mesa de trabajo, un carro de moldeo e incluso a una prensa, pues así podremos separarlos de donde molesten en un momento dado y poder limpiar o manguear sin obstáculos en la quesería.

Las ruedas deben ser de buen tamaño y resistentes al peso para evitar que se atasquen ante cualquier obstáculo o se rompan. Además deben de disponer de dispositivos de freno para ser inmovilizadas donde convenga. El mantenimiento de las ruedas en estos elementos parecerá una tontería, pero si no se hace se acaban por bloquear; no rodar bien y al final deteriorarse de tal manera que habrá que reponerlas.



Esquema de una Quesería

# *Los Equipos*



## **Tanques de refrigeración de leche**

El frío es un sistema de conservación de la leche que no elimina las bacterias que contenga, por ello cuanto menos contaminada esté la leche inicialmente tanto mejor. En refrigeración se desarrollan con facilidad las bacterias llamadas psicrotrofas, cuyas enzimas pueden producir proteólisis en la leche y perjudicar la coagulación, por lo que no conviene abusar de su empleo.

Los tanques deben de tener los condensadores al exterior para que ventilen bien. No se debe meter un tanque o dos en una habitación, pues no habrá suficiente ventilación y la recalentarán, con lo cual la refrigeración se empeorará.

La toma y salida de leche debe de realizarse por la parte baja del tanque para evitar la penetración de aire en la leche, formación de espuma y contaminación. Esta conexión debe situarse ligeramente elevada sobre el fondo del tanque, a fin de que la suciedad, que se decanta en el tanque, no se bombee. No importa que se pierdan unos litros de leche, pues son los más contaminados.

A veces los tanques disponen de un sistema de filtro depurador, caso de que se descargue directamente de una cisterna o a través de una artesa de recepción, si no es así, se deberá al menos colar la leche por un paño a la recepción para eliminar las impurezas macroscópicas.



Tanques de refrigeración estancos al exterior

En queserías de gran volumen se realiza un depurado centrífugo o higienizado de la leche previo a su refrigeración mediante equipos denominados higienizadoras.

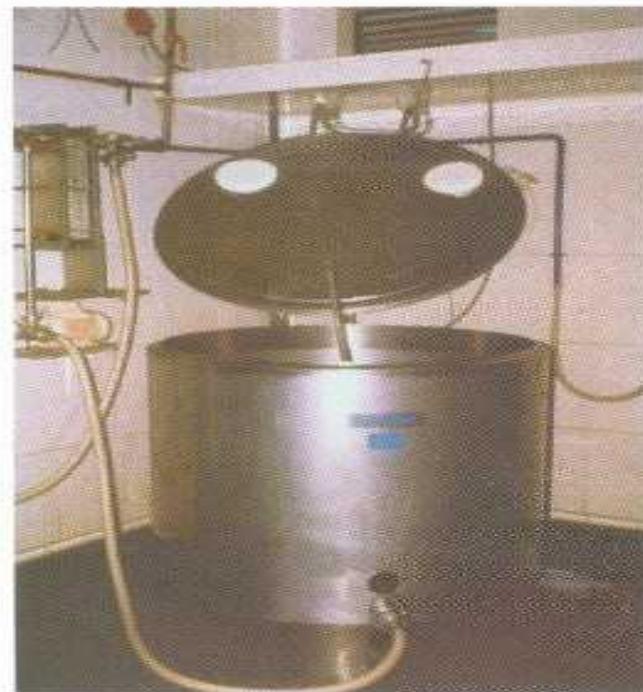
El sistema de refrigeración en tanque es el más común en las explotaciones y queserías pequeñas; en las grandes se utiliza más la refrigeración por intercambiador de calor con agua helada y almacenamiento en silos isotermos.

La potencia de refrigeración de un tanque debe ser mayor cuanto mayor sea su capacidad, pero además debe dimensionarse en función de los ordeños a almacenar; así un tanque de 1000 l. de capacidad deberá tener más potencia, si la leche procede de un solo ordeño que si procediera de varios.

El tiempo de refrigeración razonable de una leche no debe exceder las 48 h. Debe desecharse la práti-

ca de añadir leche varias veces sin vaciar y limpiar el tanque, pues la leche vieja puede perjudicar a la que se añada.

La refrigeración puede originar desacoplamiento de la grasa, que se presenta después en la cuba como nata en superficie y que se puede reemulsionar con mayor o menor dificultad, dependiendo del tiempo que la leche haya estado en refrigeración y de su desequilibrio en la relación grasa/proteína.



Tanque de refrigeración con intercambiador de placas

## Pasterizadores

Son intercambiadores de calor, donde la leche se calienta en recirculación con agua caliente o vapor. Están conectados a una fuente de calor que es una caldera de agua caliente o generador de vapor. En lechería, como se trabaja en torno a los 70-80°C, se utilizan más los de agua caliente.

Según en sistema de intercambio pueden ser de placas, los más usuales para leche, o tubulares, que son más utilizados en fluidos más densos, tales como la nata. Los pasterizadores más elementales son marmitas de doble pared tipo baño María.

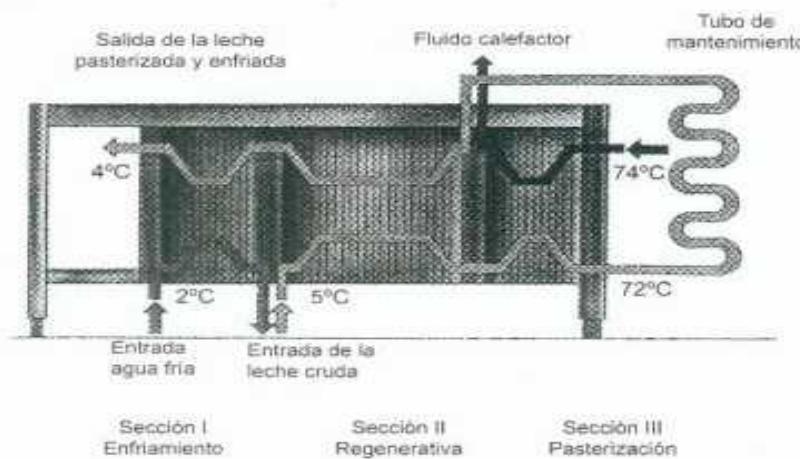
Estos intercambiadores tienen la particularidad de tener, además de la fase de calentamiento, una fase de recuperación de calor, en la cual la leche pasterizada a más de 70°C cede calor a la leche fría a 4°C de la alimentación, resultando ésta precalentada y la leche pasterizada enfriada a unos 30°C, temperatura de trabajo para el cuajado de la leche en la elaboración del queso. Este sistema permite una mayor eficiencia térmica y ahorro de energía.

La leche entra en el pasterizador, se calienta a la temperatura establecida y, si es todo correcto, pasa a lo que se llama circuito de estabilización o mantenimiento, que debe estar calorifugado para evitar pérdidas, en el cual la leche se mantiene a la temperatura de pasterización durante el tiempo necesario, que en la leche es de unos 15-30 segundos, pues no hay que olvidar que la pasterización es un tratamiento de temperatura-tiempo.

Una vez pasada la leche por este circuito, vuelve al pasterizador para entrar en la fase de recuperación, en la que se enfriá a unos 30°C, precalentando la leche de entrada antes de pasar a la fase de pasterización.

La temperatura de pasterización puede variar con el tipo de producto que se pretenda, fundamentalmente con el tiempo de maduración que se vaya a dar al producto, así para hacer una cuajada o yogur pasterizaremos a más de 80°C, mientras que si es para queso curado bastará con 72°C.

Con frecuencia los pasterizadores se utilizan para calentar la leche cruda, sin pasterizarla, a temperatura de cuajado, unos 30°C. En estos casos se deben equipar de un sistema de desvío de leche, de manera que ésta no entre en la fase de recuperación, en donde se enfriaría.



Esquema de funcionamiento de un pasterizador

Los pasterizadores van equipados de un sistema de registro de temperatura-tiempo para validar la pasterización, llamado termógrafo, que puede ser de plumilla y papel u otro tipo.



Pasterizador de quesería con termógrafo

Además estos equipos disponen de un sistema de válvula de desvío de leche para el caso de que ésta no se pasterizara correctamente, que reenvía la leche, cuando no se alcanza en el equipo la temperatura establecida, a la entrada. Esta válvula de desvia-



Pasterizador abierto con termógrafo

ción, accionada pneumáticamente, está comandada por una señal procedente de una sonda térmica situada a la salida de la leche de la fase de calentamiento del pasterizador, de manera que cuando la temperatura no es correcta, se cierra el envío de leche a cuba y se abre el retorno.

Este sistema constituye una garantía para casos de avería en el equipo, la bomba de agua o la caldera; en manera alguna tiene que estar actuando en condiciones normales de funcionamiento a régimen, es decir, si no se dan estos casos, y por ello no es admisible que el pasterizador tan pronto esté pasterizando como retornando leche. En este caso es que algo pasa en el sistema y debe revisarse.

Además del circuito de leche, el equipo lleva un circuito de agua caliente, que obviamente es la fuente de calentamiento. Este circuito dispone de una caldera de alimentación y una bomba de recirculación, aunque el pasterizador suele llevar otra bomba propia.

Hay que estar pendiente del buen funcionamiento de la caldera y la bomba de recirculación, así como del tanque de gas-óleo de alimentación.

La caldera debe deshollinarse periódicamente para evitar que llegue el momento en que no funcione por exceso de hollín; también debe vigilarse que funcione correctamente para que éste no se produzca.

El circuito de agua de la caldera debe recibirse también periódicamente con agua destilada, mineral, o del grifo, si no contiene exceso de cal, pues la cal puede incrustarse en la caldera y la bomba y deterio-

rarlos, en cualquier caso limpiar eventualmente el circuito vaciándolo de agua y añadiendo una solución desincrustante para lavarlo.

Teniendo en cuenta estas indicaciones de mantenimiento se evitarán averías e incluso los equipos tendrán mayor vida útil.

#### CUBAS DE CUAJADO

La cuba de cuajado sirve fundamentalmente, además de para cuajar la leche, para realizar el trabajo mecánico de desuerado de la cuajada mediante el corte y agitado de la masa. Por tanto debe estar equipada de mecanismos que permitan realizar ambas funciones adecuadamente.

Existen varios tipos de cuba, la holandesa, alargada y rematada en los extremos por semicírculos, es la cuba tradicional. Actualmente se instalan cubas llamadas doble cero o en forma de 8, o cubas cilíndricas. También existen otros modelos como las cubas tipo vagóneta basculante. Pueden ser abiertas, las más comunes en pequeñas queserías, o cerradas.

Según el tipo de ubicación las cubas pueden estar situadas a nivel del suelo o elevadas sobre tarimas. En las primeras se evacua el suero y la masa desuerada queda en la cuba, de donde debe sacarse a mano para moldearse en una mesa.

En las segundas la mezcla de suero y cuajada se vierte por el grifo de salida sobre un carro desuerador

o de moldeo. En este caso el grifo de salida debe ser de más diámetro que el primero y la cuba disponer de un sistema de basculado para favorecer el vertido, o estar ligeramente inclinada sobre la tarima para que vacíe por su peso.

El sistema de corte está constituido por las llamadas liras, que pueden tener como elementos de corte hilos o pletinas afiladas de acero inoxidable.

Independientemente de la forma y las posibles ventajas o inconvenientes que cada cuba tenga y del tipo de lira, lo importante es que la cuajada se corte adecuadamente, para lo cual el mecanismo de liras de corte tiene que ser apropiado a lo que se pretende.

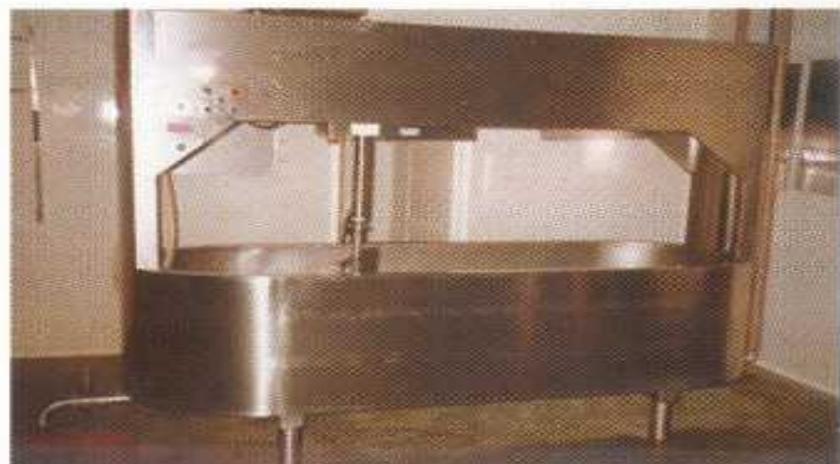
Aunque algunos piensen que cualquier queso se hace con cualquier tipo de lira, mi opinión es que no es



Corte automático de la cuajada en cuba



Cuba de cuajar holandesa de corte manual



Cuba holandesa de corte y agitado automático

así. Con frecuencia nos encontramos que se quiere que liras de corte de 3 cm o más sirvan para hacer cualquier tipo de grano de cuajada y eso creo es incorrecto.

Además se piensa por parte de los fabricantes, que las liras de corte horizontal no son necesarias, lo cual también es un error.

Claro, si no se dispone de liras de corte horizontal y la distancia de corte es desmesurada, la única manera de hacer el grano es a base de cortar y recortar durante tiempo y tiempo, lo que además de suponer una pérdida del mismo, origina el machacado de la cuajada, con granos de todos los tamaños y por supuesto aumenta las pérdidas de finos de cuajada.



Cuba artesana manual.

Respecto del mecanismo de palas, creo que los más adecuados son las palas de fondo, es decir, aquellas que remueven la masa desde abajo, pues así se impide que los granos se decanten por su peso. Cuanto más seco esté el grano tras el agitado, más pesado será y más se depositará en el fondo, dejando el suero libre en superficie. Hay que tener cuidado de que no se formen pellas, acumulos o pelotas de cuajada durante el batido, pues la masa desuera peor en éstos.

Es una práctica recomendable realizar un predesuerado de la masa en la cuba durante el trabajo de desuerado a fin de facilitar éste y mejorar la eficacia del desuerado. Puede hacerse tras el corte, dejando reposar la cuajada y metiendo una criba para salvar el grifo de salida o mediante bombeo superficial ayudado de un colador para impedir que se bombee cuajada. Antes de bajar la masa al carro conviene hacer

otro predesuerado en la cuba a fin de dejar la masa con el suero necesario para la descarga y evitar que se nos inunde el carro de suero.

Existe la tendencia a hacer sistemas mixtos de liras y palas para evitar tener que cambiar las liras por las palas durante el trabajo. Mi impresión es que no es tan ventajoso como pudiera suponerse y es preferible usar el sistema clásico de liras y palas.

### Carros de desuerado-moldeo

Cuando se dispone de cubas elevadas, como ya se indicó, la mezcla suero cuajada se vierte sobre un carro situado por debajo de la salida del grifo de la cuba, bien directamente o haciendo un predesuerado de la masa con una tela a la caída del grifo, como se hace en general en la comarca de La Serena.

Un carro de desuerado-moldeo tiene que estar bien dimensionado respecto al volumen de la cuba y el tipo de leche y queso a trabajar, a fin de que dicho contenido quepa en un solo carro y que no haya que esperar a trabajar un carro para acabar de bajar la masa; si no cupiera, es preferible utilizar dos carros más pequeños a fin de vaciar todo el contenido de la cuba de una sola vez. De lo contrario los quesos del primer carro y del segundo podrá presentar diferente desuerado y textura de masa.

Cuanto mayor sea el rendimiento de la leche y menor el extracto seco del queso a fabricar, mayor capacidad tendrá que tener el carro.



*Moldeado con predesueroado en paño de la cuajada*

También es conveniente realizar un predesueroado de la masa en la cuba a fin de que al carro se baje el menor suero posible, siempre que no se dificulte la salida de la cuajada porque quede muy seca. Si se baja todo el suero con la masa tendremos el carro inundado y dificultades para evacuarlo.

En el carro se puede realizar un preprendido manual o mecánico a fin de unir la masa y eliminar suero y aire de la misma, obteniéndose así un queso más ciego.

Si el carro se utiliza para moldear, lo que es recomendable para ganar tiempo, habrá que dimensionarlo para que quepan los moldes necesarios para

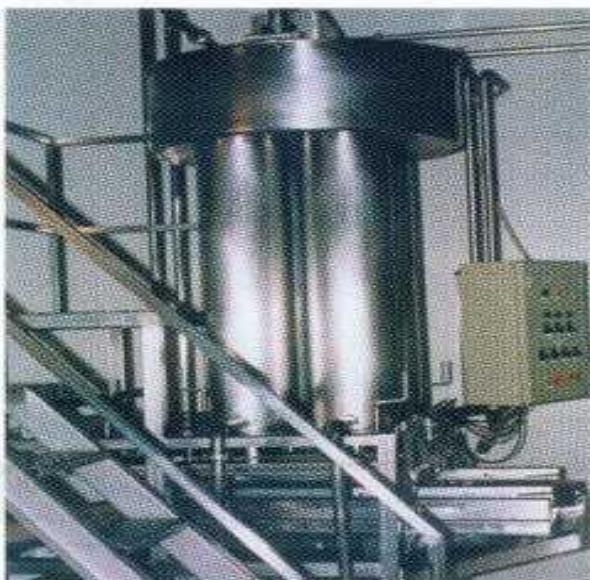


*Moldeado manual de queso*

toda la masa, o bien trabajar con dos carros, llenando primero uno y mientras que baja la masa en los moldes se llena el otro.

En cualquier caso, será necesario una placa de llenado de moldes o llenadora, que evite que la cuajada se introduzca entre ellos, pero este elemento suele ser poco empleado.

Es preferible que la placa esté dividida en dos elementos a fin de poder manejarla con más facilidad. También es conveniente que en la boca de la cuba se disponga de una manguera que permita dirigir la cuajada y llenar más fácilmente el carro, evitando el salpicado.



Llenadora automática de moldes

La profundidad del carro puede permitirnos colocar varios niveles de moldes de manera que se vallan llenando sucesivamente, lo que aumenta la capacidad. También el carro debe disponer de una criba de fondo para mejor evacuar el suero y evitar que se nos inunde.

Para mover bien los carros tendrán que disponer de ruedas lo suficientemente grandes para que no se claven en el suelo, cosa que no suele ocurrir.

En otros casos, el moldeado puede realizarse directamente mediante un sistema de bombeo de la mezcla suero-cuaizada desde la cuba a una torre de

moldeado, en donde se drena el suero sobrante y se van llenando los moldes directamente.

En este caso se han de usar moldes sin paño, también llamados microperforados por disponer de numerosos ojos o microperforaciones por las que el suero es drenado en el prensado. El desmoldeado en estos casos se realiza mediante máquinas que soplan o chupan el queso de los moldes, aunque algunos, como no disponen de estos equipos lo hacen a golpes sobre la mesa.

### Prensas

En primer lugar decir que no todos los quesos se someten a prensado, algunos se dejan que autoprenseen por su peso, como los frescos tipo Burgos.

Las prensas más usadas son las de tipo horizontal de canaletas o barras, mejor las primeras, accionadas pneumáticamente por un compresor de aire.

Es importante advertir que en el compresor, por efecto de su funcionamiento, se condensa agua, tanto más cuanto más húmedo sea el aire, que va a parar al balón de reserva, y que si no se drena convenientemente, puede ser arrastrada con el aire comprimido hasta los pistones de la prensa, oxidarlos y tener que cambiarlos. A más de uno le ha pasado.

Para evitar estos problemas hay que dotar a la instalación de purgas automáticas de agua, que normalmente se disponen en la prensa o el compresor, o



Prensa pneumática horizontal de barra

bien purgar el compresor por un tomillo colocado en la parte inferior del balón.

También hay que rellenar periódicamente de aceite el carter del compresor para que lubrifique correctamente y no se vaya a agarrotar y averiar.

Hay que estar pendiente no se vaya a producir alguna pérdida de aire en la instalación, especialmente cuando son extensas, que obligue al compresor a trabajar sin que se esté usando. Si el compresor arranca sin motivo aparente puede ser debido a fugas.

Durante el prensado se produce la mayor parte de la acidificación del queso, que se inicia en la cuba y acaba en el oreando. El queso puede entrar en prensa con un pH de 6.50-6.20 y salir con un 5-5.20, por lo que durante el prensado deben darse las condiciones

de temperatura adecuadas en la masa del queso para que actúen los fermentos y no enfriarse en exceso.

En invierno, no es infrecuente que los quesos se queden fríos en la prensa y que no fermenten adecuadamente, es decir tardará mucho en bajar el pH; por el contrario en verano las altas temperaturas, que pueden darse en las queserías no acondicionadas, pueden originar fermentaciones no adecuadas, favoreciéndose los hinchamientos.

Por ello es conveniente disponer de un sistema de control de la temperatura de prensado, especialmente en invierno, que es cuando más problemas se pro-



Prensa pneumática horizontal de canaleta

ducen, para ello, si la prensa está en la sala de elaboración, y ésta dispone de climatizador; se deberá dejar éste en funcionamiento mientras que los quesos están en prensa. Si la prensa es móvil o se encuentra en un local aparte, bastará con climatizar el local en donde se encuentre o ubicarla en una zona para que pueda calentarse.

Es fundamental que los quesos no se enfríen durante el prensado para que fermenten y acidifiquen adecuadamente, pues de lo contrario postacidificarán, luego en la cámara, lo que perjudicará sus características. En invierno este tipo de problemas es frecuente.

Contrariamente a lo dicho, existen quesos en los que se pretende bloquear el desuerado y acidificación en prensa mediante la situación de estas en ambientes fríos, como es el caso de las llamadas tortas.

## Saladeros

No todos los quesos se salan en saladero, algunos se salan en seco o en la masa, y no todas las queserías salan en salmuera los quesos, pues lo hacen a mano con sal seca.

El salado en salmuera es el más adecuado para los quesos para madurar o curar, pues permite que la sal difunda en la masa a través de la corteza y también permite, mediante la combinación de concentración de sal y tiempo, dar un salado homogéneo al producto.



Salado de queso en salmuera

El saladero debe de tener una temperatura en torno a 10°C, por lo que en nuestras latitudes se recomienda que esté refrigerado o se sitúe en un recinto que lo esté.

El sistema de saladero estático, tipo artesa con salmuera, tiene el inconveniente de que se crean gradientes de concentración de sal, que hacen que el queso no sale bien, por lo que se debe instalar un sistema de removido de la salmuera mediante una bomba.

El tamaño de un saladero es función de la carga de quesos que se vaya a meter de cada vez y del dispositivo de inmersión de los quesos de que disponga. Se recomienda que la relación volumen de queso/vol. de saladero sea de 1/10; la acumulación de mucho queso en poco saladero perjudica el salado.

Con frecuencia la sal utilizada tiene algo de suciedad y cuando se disuelve para hacer la salmuera apa-



Saladero industrial de queso

rece una nata negra en superficie flotando, que habría que eliminar para que no se transfiera al queso.

## Cámaras

Son recintos cerrados y aislados, salvo por el acceso, dotados de equipos frigoríficos para mantener temperaturas determinadas, en función del tipo de cámara de que se trate y su utilidad.

Los equipos frigoríficos constan de un líquido refrigerante, que se evapora (gasifica) o condensa (licua), y que constituye la base del sistema. Además disponen de un compresor eléctrico, un evaporador, un condensador y una válvula de expansión, como elementos principales.

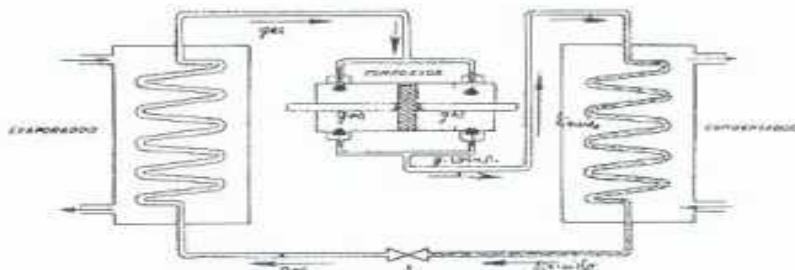
El principio físico en el que se basa la refrigeración es simple y consiste en que el refrigerante cambia de

estado líquido/gas en función de la presión o la expansión a la que se someta.

Al comprimir el refrigerante en estado gaseoso se licua y desprende calor, lo que ocurre en el condensador, que se llama así porque en él se condensa el gas. Por el contrario cuando el refrigerante líquido se descomprime o expande, lo que ocurre en el evaporador, absorbe calor, es decir produce frío. Obviamente el condensador va colocado al exterior de la cámara y el evaporador dentro de ella.

Una cámara no intercambia aire con el exterior; es decir trabaja con el aire existente en la misma, enfriándolo periódicamente para mantener la temperatura de consigna.

El sistema de ventilación normal de las cámaras es a través de la puerta, cuando se abre, pero puede no ser suficiente, cuando la fermentación del queso produce gases que se acumulan en la misma, uno frecuente es el amoniaco.



Esquema de un sistema frigorífico

Este gas tiene además el inconveniente de potenciar la fermentación amoniacial, con lo que cada vez se producirá más amoniaco en el ambiente, lo que se notará especialmente por las mañanas, al abrir la puerta.

El amoniaco, en combinación con el vapor de agua forma ácido nítrico, que es corrosivo y puede atacar a los componentes metálicos del interior de la cámara, especialmente a las soldaduras de los tubos del evaporador y provocar pérdidas de refrigerante. Cuando un equipo frigorífico pierde gas refrigerante obviamente su funcionamiento no es correcto y hay que realimentarlo.

Por ello las buenas cámaras disponen de un sistema de barrido con aire exterior, que elimina el acumulo de gases y renueva el ambiente. Establecer un sistema de ventilación periódica de estas instalaciones es fundamental; para ello basta con colocar unos ventiladores conectados a unos tubos chimenea que funcionen mediante un cronómetro. La chimenea de toma de aire exterior deberá estar dotada de un filtro que evite la penetración de polvo o suciedad del ambiente. También deberán estar protegida contra la lluvia.

Los barridos pueden modificar notablemente la temperatura y humedad de la cámara, dependiendo de las condiciones de esta y de las del aire exterior.

Los equipos frigoríficos son, por su sistema de funcionamiento, secantes, es decir que toman la humedad del ambiente de la cámara, la condensan en el evaporador y la evacuan al exterior mediante una

bandeja de recogida y un tubo de conducción. Esto se traduce en un efecto de secado sobre el producto, que es el que proporciona la humedad al ambiente por evaporación del agua que contiene.

Los equipos son tanto más secantes cuanto más baja es la temperatura de trabajo, en razón de que necesitarán más funcionamiento para mantener la temperatura, a igualdad de potencia, si ésta es de 4°C, que si es de 12°C; además, como a baja temperatura el punto de rocío del vapor es más bajo, este se condensará en mayor cantidad y por ello la cámara sacará más humedad del producto.

El punto de rocío es la temperatura a la que se satura el vapor de agua para un contenido determinado de humedad.

Cuanto mayor es la humedad que contenga la cámara o el producto, mayor será la condensación del mismo a la misma temperatura. Según lo indicado mantener una humedad del 90% en una cámara a 4°C. es muy complicado, tanto más cuanto mayor sea la temperatura exterior, pues la cámara funcionará casi de continuo y estará secando el producto, si no se dispone de un mecanismo de humidificado.

Un dispositivo de humidificación debería de estar presente en una cámara, cualquiera que sea su función, siempre que en su interior el producto permanezca sin recubrimiento o envasado, pues de lo contrario se producirán mermas de peso.

Los humidificadores a utilizar deben aportar aire a la temperatura de la cámara y no caliente, por lo que

se desecha el empleo de equipos que generen vapor por calentamiento, debiéndose utilizar los de ultrasónico o los nebulizadores.

Es de destacar al respecto que el agua de abastecimiento de estos equipos, al ser de la red o de un pozo, puede tener demasiada cal y se formarán incrustaciones o depósitos de cal sobre el equipo, que deberá ser limpiado con solución ácida cada cierto tiempo para mantenerse en buen funcionamiento y evitar averías.

Por lo indicado anteriormente los equipos frigoríficos deberán estar adecuadamente calculados a las necesidades y condiciones en las que se desee funcione la cámara, tales como carga de producto, temperatura y humedad del mismo a la entrada, temperatura y humedad de la cámara, etc. Más adelante se estudiará en detalle el cálculo de la potencia frigorífica.

Existen dos tipos de evaporadores, los llamados estáticos, que no disponen de ventiladores para impulsar el frío y los dinámicos que sí los tienen, para mejorar la eficacia de intercambio, por lo que pueden ser de menor tamaño. En ambos casos van dotados de unas aletas para aumentar la superficie de intercambio.

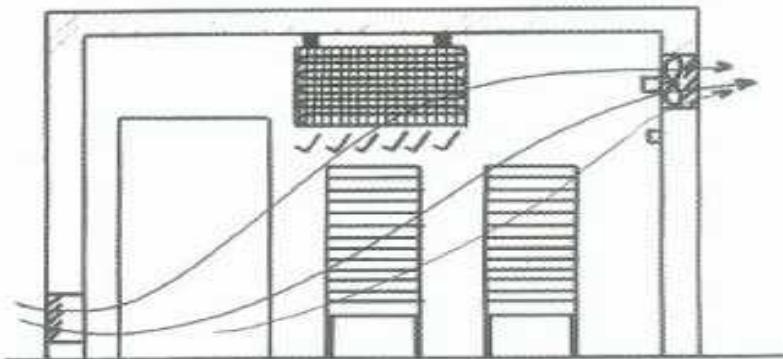
Los evaporadores van colocados normalmente en el techo de la cámara, tomando el aire los ventiladores por la parte inferior e impulsándolo lateralmente directamente sobre el producto. Cuando no es así y se sitúan a un extremo de la cámara, necesitan de un sistema de conducciones de aire que lo distribuya por toda la cámara.

La incidencia del aire frío sobre el producto puede ser diferente, dependiendo del sistema de distribución, por lo que puede haber producto que lo reciba más directamente que otro.

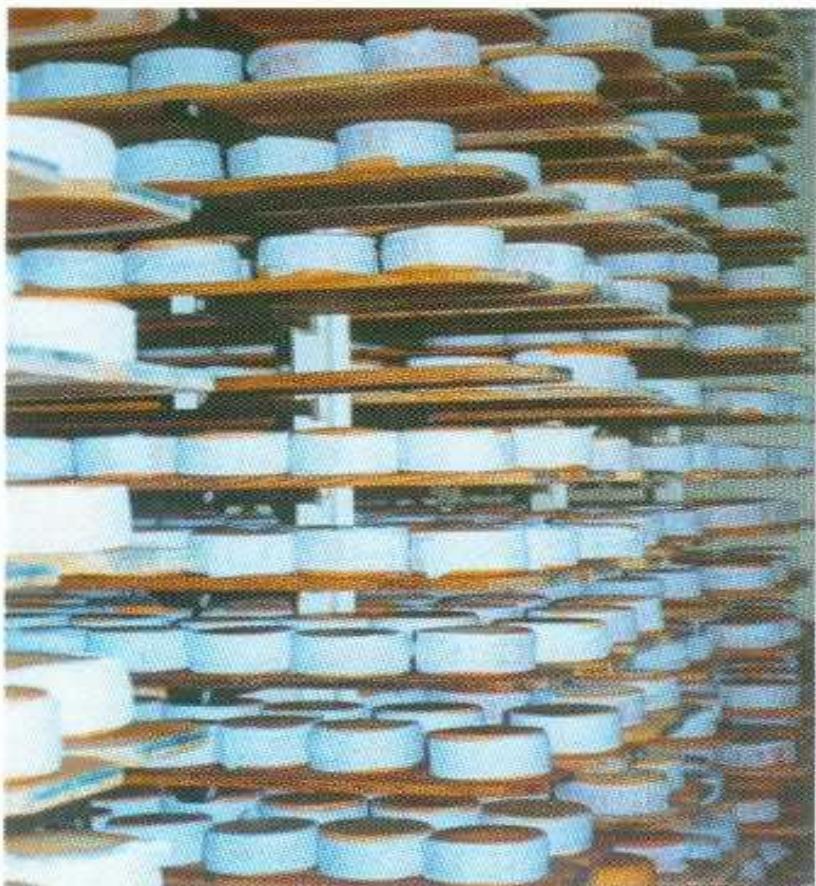
Es importante que existan deflectores de aire que impidan la incidencia directa sobre el producto y si esto ocurre debe manejarse el producto para evitar el efecto de desecamiento sobre el mismo, cosa que a veces no se tiene en cuenta.

También es importante a este respecto, que exista un colchón de aire entre el evaporador y la máxima altura de almacenamiento del producto.

La colocación del producto más fresco en las zonas de más incidencia de aire es una estrategia para reducir éstas anomalías. También han de establecerse las líneas de almacenamiento de producto de manera que permitan la libre circulación de aire y no que la



Renovación de aire en secadero



*Maduración en tabla de tortas de oveja*

obstaculicen, así como realizar una rotación adecuada de producto en la cámara.

Los condensadores pueden disponer de sistemas de refrigeración por agua o aire, que es lo más fre-



*Oreado de queso en cestones*

cuente, instalándose ventiladores que impulsen el calor lejos del equipo.

Un aspecto teórico a considerar respecto del tipo de equipo frigorífico, en función de la utilidad que se



Cueva de maduración de queso de Cabrales

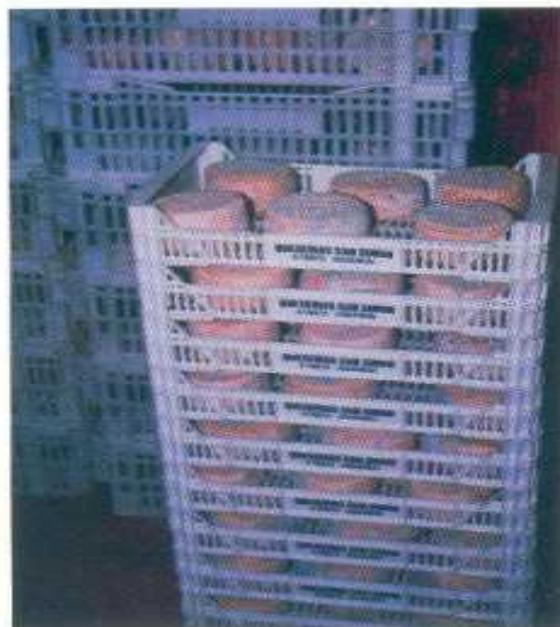
vaya a dar a la cámara, es el llamado  $\Delta t$ , que indica de diferencia de temperatura entre el evaporador y la temperatura de la cámara.

Cuanto más pequeño sea el evaporador mayor será este valor. Normalmente se habla de un valor de  $\Delta t = 10^\circ C$ , lo que indica que si una cámara funciona a  $10^\circ C$ , el evaporador lo hará a  $0^\circ C$ , por ello por debajo de esta temperatura habrá riesgo de escarche en el evaporador; tanto más cuanta mayor sea la humedad a mantener en el interior.

Si una cámara, tipo maduración de torta; tiene que funcionar para mantener  $4^\circ C$  y 90% de humedad el riesgo de escarche será alto y los mecanismos de desescarche deberán actuar más frecuentemente. El riesgo de que los mecanismos de desescarche fallen y el evaporador se convierta en un bloque de hielo será mayor y por ello habrá que estar más pendiente a fin de poder actuar lo antes posible.

Este tipo de cámaras deberán equiparse con evaporadores de gran tamaño, que pueden funcionar a  $\Delta t$  más bajos, donde es riesgo de escarche será menor y resecarán menos el producto. Además estos evaporadores disponen de una batería de ventiladores que funcionan a baja velocidad, lo que permite reducir también el resecado del queso.

Las cámara disponen de mecanismos de desescarche pasivos, mediante parada del equipo o activos: resistencias que calientan el evaporador; gas caliente que se recircula o aire externo que se inyecta a fin de calentar el evaporador y derretir el hielo.



Maduración de queso de cabra en bandejas

### Cálculo de la potencia de un equipo de frío

Existen diferentes componentes en el cálculo de la potencia de un equipo frigorífico, unos referidos a la cámara vacía, otros a la carga que se trate (cantidad y características) y por último los referidos a accesorios. Los valores calculados se expresan en producción de calor, Kcal./h o día.

#### CÁLCULO TEÓRICO:

- Ganancia de calor a través de las paredes, techo y suelo, por las que la cámara se calienta a pesar de los aislamientos.

Depende del gradiente de temperatura que se establezca entre el ambiente y de la temperatura de funcionamiento de la cámara (variable de otoño a 15°C, a 4°C en una de conservación).

También de los aislamientos utilizados, espesor de los mismos, orientación y exposición de las paredes, etc. El valor de este factor es importante respecto del total de las necesidades de frío, hasta un 50%.

- Ganancia de calor debida al producto, que debe de ser enfriado de la temperatura de entrada en la cámara a la de ésta. Depende de la carga diaria de producto y de la temperatura del queso a la entrada; si se sala en salmuera, normalmente no supondrá una gran carga de calor; si se sala a mano y a continuación se mete en la cámara, el producto estará más caliente y necesitará más frigorías.
- Ganancia de calor debida al incremento de temperatura producida en la fermentación del queso. En

este apartado no se indica en los proyecto valor alguno, pues la complejidad de las reacciones que se producen durante el madurado del queso es tal que es difícil conocer su balance energético, sin embargo la fermentación láctica produce 400 kcal por kg de ácido láctico formado.

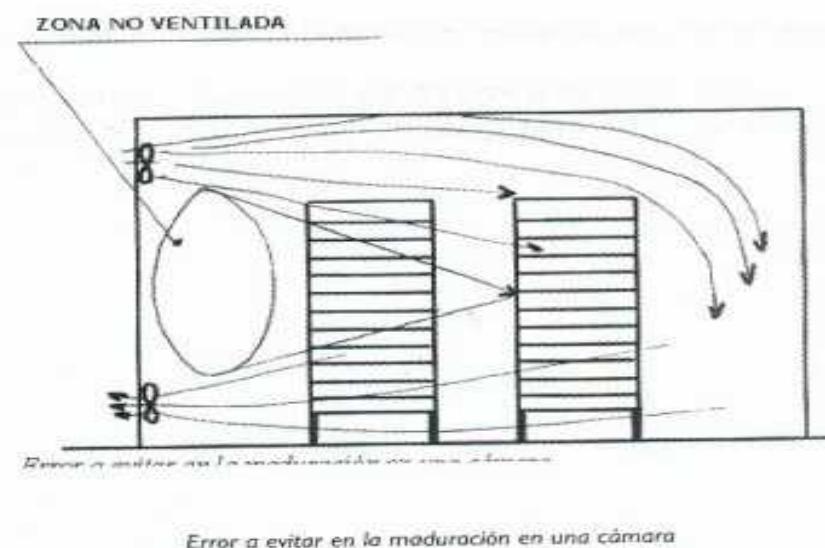
- Ganancia de calor por renovación de aire viciado debido a la formación de gases de fermentación de los quesos. Depende del número de barridos de aire que se realicen al día, de la temperatura del aire exterior y de la carga de quesos. Representa un valor del 30% del total de las necesidades de frío.
- Ganancias debidas a la condensación de vapor de agua en el evaporador por efecto del funcionamiento del equipo. Se pueden considerar como de secado del producto, pues el vapor condensado, al permanecer la humedad de la cámara constante, es igual al absorbido en la evaporación de agua del queso; depende de la merma de peso de éste en el secadero y la carga de producto.

El calor latente de condensación-evaporación del agua depende de la temperatura a la que se evapore, según la fórmula  $C(v-c) = 606.5 - 0.695t$ ; el valor que se considera normalmente es de 574 kcal/kg. Este factor es nulo, pues se compensa con el enfriamiento producido por la evaporación de la humedad del queso.

- Ganancias debidas a escarche-desescarche del evaporador, cuando se produce congelación en el evaporador y el hielo debe de fundirse a agua para eliminarse. El calor latente de fusión-congelación del

agua es de 80 kcal/kg a 0°C. Su valor es también cero puesto que se compensa con el necesario para fundirlo.

- Ganancias debidas al personal, que interviene en las faenas de los quesos dentro de la cámara, que a su vez dependerá del tipo de queso, sistema de almacenamiento, carga de la cámara, si el producto se manipula dentro o fuera de la cámara, etc. Es un factor poco relevante de las necesidades totales.
- Ganancias debidas al alumbrado y funcionamiento de elementos tales como ventiladores, que producen calor residual. Su valor respecto del total es bajo.



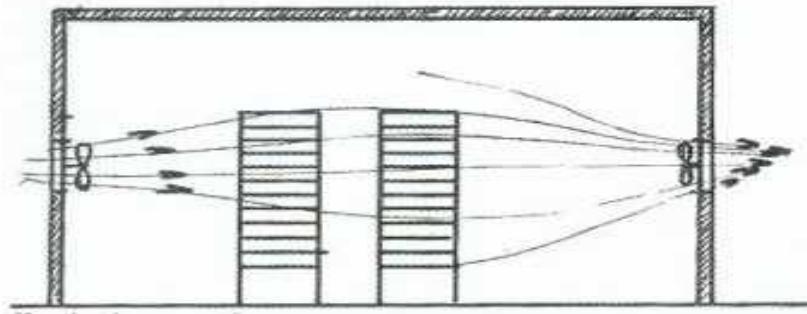
### Defectos más frecuentes en las cámaras

- Puertas que se caen y rozan en el suelo. Si las puertas son abatibles, tipo normal, y debido a su tamaño son demasiado pesadas, poco a poco, con el tiempo, se van venciendo y ocurre este problema. Para evitarlo, los goznes pueden disponer de una rampa que hace, que al abrir la puerta, se eleve ligeramente y no roce en el suelo.

Si no se dispone de este mecanismo, habrá que colocar un anillo de teflón en las bisagras, cuando se caiga la puerta, lo que necesita de desmontarla. En el caso de puertas muy pesadas es preferible que sean de corredera, aunque resultan más caras.

El tamaño de la puerta debe ser adecuado al de la cámara y al sistema de entrada de producto, dentro de ciertos límites, aunque es frecuente ver puertas enormes en cámaras pequeñas, que al abrirse alteran notablemente el ambiente de la misma y obligan a un mayor funcionamiento de los equipos; esto es más notable si no se dispone de cortinas de lamas que lo eviten.

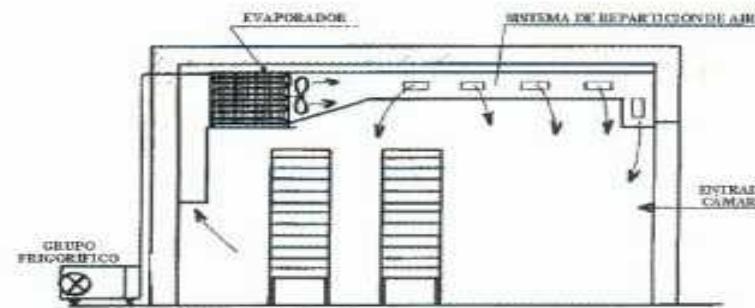
- Falta de cortinas en las puertas, que impidan la penetración de aire caliente, cuando éstas se abren. El costo de su colocación es escaso respecto al costo de una cámara y su utilidad es notable.
- Sistemas de control de temperatura y humedad muy próximos a las puertas que, al abrir éstas, se ven muy afectados por la entrada de aire exterior, máxime si no se dispone de cortinas. Una cosa es que los cuadros de control se coloquen cerca de las puertas



Ventilación a presión

y otra que también lo estén los medidores (sondas) de la cámara.

- Cuadros de control colocados a alturas no accesibles a la mano, lo que dificulta la realización de lecturas o la manipulación en los mismos.
- Gran movimiento de aire en el interior de la cámara, lo que motiva desecación en los productos. Los ventiladores no disponen de sistemas de regulación de la velocidad para adaptarlos a la carga o estado del producto. Poder regular este tema es fundamental.
- Falta de sistemas de humidificación que permita aumentar la humedad de la cámara, que se mantendrá sólo a costa del secado del producto. La instalación de humidificadores en el sistema es una necesidad para evitar las mermas innecesarias de producto.



Evaporador dinámico con distribución de aire

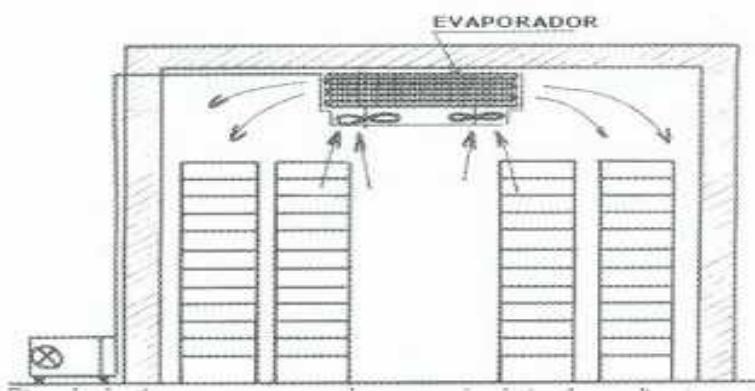
### Problemas más frecuentes

- El equipo pierde gas refrigerante y funciona mal, no alcanza la temperatura debida y además está trabajando de continuo, con lo que los ventiladores pueden arrebatar el queso o agrietarlo.

La solución está en reponer el líquido y en ver la causa de su pérdida; quizás ha habido corrosión sobre los tubos del evaporador, normalmente en las soldaduras.

- El equipo funciona continuadamente, pero no alcanza la temperatura y no se debe a una pérdida de refrigerante. Puede ser debido a que el evaporador se ha bloqueado de hielo por fallo en el sistema de desescarche.

En algunos casos el evaporador es un bloque de hielo y en estas condiciones no funciona bien, debido a que el hielo actúa de aislante y no permite que el



Ejemplo de cámara con evaporador que envía el aire fresco directamente sobre los quesos

frío se disipa en la cámara, por lo que el sensor de temperatura está enviando la señal de que la cámara no está a la temperatura adecuada. Esta situación se convierte en un ciclo a peor.

Como primera medida para el equipo, limpiar con agua templada todo lo posible el evaporador y dejarlo que desescarche. Llamar al técnico para que solucione el origen del problema. Si existe riesgo de formación de hielo por efecto de alta temperatura exterior y baja en la cámara, que el técnico programe mayor frecuencia de desescarche.

- La bandeja de recogida de agua de condensación del evaporador se inunda y vierte.

Posiblemente el tubo de desagüe se ha atascado con una especie de mucosidad (levaduras y bacterias)

que se desarrolla en la bandeja. Hay que limpiar periódicamente el sistema.

- El humidificador no añade humedad. Puede ser debido a que no le llega agua o a que se ha bloqueado su funcionamiento por suciedad (mucosidad). Es muy posible que con agua caliza se produzcan depósitos y que estos deterioren el equipo.

Limpiar periódicamente el equipo, utilizando un desincrustante contra la cal (detergente ácido).

- El equipo funciona, pero su capacidad es baja y por ello lo hace con mucha frecuencia.

Puede que las aletas del evaporador estén sucias u oxidadas y esto actúe de aislante, no permitiendo que el frío difunda correctamente. Limpiarlo lo mejor posible con un soplador o semejante en el momento en que en la cámara se realice una limpieza y desinfección general, tras la retirada de producto. Esto deberá hacerse una vez al año, en el momento de menor carga.

En algunos casos los problemas que se presentan no son eventuales o azarosos, sino que son debidos a un mal diseño del equipo o a que se está usando en condiciones no adecuadas, por pretender que sirva a objetivos que estaban previstos.

## **Tipos de cámaras**

Existen tres tipos de cámaras, que tienen diferente utilidad y en consecuencia deben tener diferentes condiciones de trabajo, son las siguientes:

### **De otoño, llamadas también secaderos de quesos**

Es un error creer que los quesos son productos de desecación, como la cecina, pues son productos de fermentación y en consecuencia el secado del queso es accesorio y no fundamental.

La humedad que el queso debe tener se la da en el desuerado y no en la prensa o en el secadero, como habitualmente se cree, pues las pérdidas de humedad en estos casos deben ser limitadas, de lo contrario perjudicarán al producto.

El secado intenso del queso al inicio origina la formación de una corteza dura que puede impedir la salida de suero del interior del mismo. Esto no es teoría, sino lo que a más de uno le pasa o ha pasado.

Si este secado se realiza en condiciones de baja temperatura, como 4-6°C, el queso además detiene su fermentación, con lo que no expulsará suero y se irá poniendo cada vez más ácido, perjudicándose su maduración y terminando con un producto de aspecto curado, cuyo interior no lo está en absoluto, porque tiene un pH de menos de 5. Esto tampoco es teoría, sino lo que le pasa a más de un quesero.

En consecuencia un secadero de queso no debe ser un lugar frío y seco, y menos con un huracán de

aire en su interior; como a veces ocurre, porque al final tendremos producto de mala calidad y con notables mermas.

### **Condiciones adecuadas para el secado de los quesos:**

**Temperatura:** 12-15°C., dependiendo de la carga de producto y del tipo de queso. Regulable en función de la carga y condiciones. En los casos de que la temperatura pueda caer por debajo de lo adecuado, lo que en nuestras latitudes puede darse eventualmente, habrá que disponer de un sistema de calentamiento moderado del secadero.

**Humedad:** 75-80%, dependiendo de la carga y las condiciones de temperatura; en verano, que la cámara funcione más, es mejor 80 o 85% para evitar que el queso se reseque.

**Velocidad de aire:** no debe exceder de 0.5 m/seg. y debe de poder ser regulable también para poder adaptarse a las condiciones de los quesos y no contribuir en exceso al resecado, pues el aire potencia fuertemente la pérdida de humedad del queso.

**Barridos externos:** se adecuarán a las condiciones de fermentación de manera que por la mañana, cuando se abre la cámara no se denote acumulación de gases.

**Volumen:** estará en función del volumen de queso diario a introducir, del número de días que los quesos vayan a estar en el secadero, el tamaño de los quesos y del sistema de apilamiento.

mal es que estén a unos 4°C, que es la temperatura usual de conservación.

Dependiendo de la forma en que se preenvase el queso antes de la venta, las condiciones de humedad a mantener serán diferentes. Lo mejor es que los quesos se protejan contra la desecación, especialmente si la venta se va a diferir cierto tiempo, a fin de impedir que la cámara, que no olvidemos es seca "per se", acabe mermando los productos.

Si no fuera así y el queso se acondicionara para venta con posterioridad a la salida de esta cámara, habrá que cuidar la humedad a fin de compensar la extracción que se produzca por el equipo de frío, mediante la instalación de un equipo de humidificación, de manera que no baje de 80% y colocar un evaporador de mayor dimensión.

El aire deberá ser en estos casos limitado en su velocidad, menor que en maduración. Los barridos de aire deberán ser mínimos, dado que los quesos deben parar su maduración.

Como indicación general para todas las cámaras, los productos deben estibarse de manera ordenada, de forma que no se obstaculice, ni la entrada de producto, ni su salida, es decir que no haya que mover toda la estiba para dar salida a unos quesos que se encuentren al fondo,

## Bibliografía

- Cuadernos de quesería. Fondo formación. 2000.
- Curso de industrias lácteas. Mundi-Prensa. 1996.
- Manual de industrias lácteas. Tetra Pak. 1996.
- Guide national des bonnes pratiques en production fromagère fermière. Institut de l'èlevage. 1993.
- Guide pratique pour la conception et l'aménagement des fromageries fermières. ITOVIC. 1985.





JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de  
Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico

UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional

