VII

LECHE HIGIENIZADA

Prof. Dr. BENITO MATEOS-NEVADO ARTERO
Dra. Mª. DOLORES MATEOS-NEVADO ALONSO
Universidad de Sevilla

LECHE HIGIENIZADA

Prof. Dr. BENITO MATEOS-NEVADO ARTERO
Dra. Mª. DOLORES MATEOS-NEVADO ALONSO

La *HIGIENIZACIÓN* es absolutamente necesaria ya que la leche constituye un sustrato rico en nutrientes y es un medio óptimo para el crecimiento de microorganismos, algunos de los cuales pueden originar enfermedades en el hombre (enfermedades de transmisión alimentaria), destacando entre ellas las brucelosis (por gérmenes del género *Brucella*), la tuberculosis (*Micobaterium bouis*), salmonellosis, y otros gérmenes como el *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Campylobacter, Yersinía, enterocolítica*, etc.

Por higienización entendemos **una serie de medidas encaminadas a mejorar la calidad sanitaria de la leche cruda, de manera que a partir de ella, puedan obtenerse leches absolutamente seguras, tanto para el consumo directo, como para preparar los diversos productos derivados de ella**.

En las leches higienizadas se realizan además de los análisis ya conocidos los bacteriológicos en las leches pasteurizadas y esterilizadas y control de las propiedades biológicas, peroxidasa, reductasa microbiana, fosfatasas y antibióticos.

El **Real Decreto 1679/1994 de 22 de julio**, establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de la leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, siendo este Real Decreto una incorporación a nuestro derecho de **la Directiva 92/46/CEE** del Consejo de 16 de junio de 1992.

Cuando la leche cruda que llega a la Industria procede de explotaciones ganaderas que cumplen los requisitos de sanidad animal, e higiene en el manejo y se realiza en la explotación el enfriamiento hasta 6-9° C, ésta se considera, en principio, de condiciones higiénicas sanitarias satisfactorias. Pero si la leche no procede directamente del ganadero, sino de otro establecimiento, deberá cumplir las normas sanitarias establecidas por el Real Decreto tanto la leche como el establecimiento de donde procede.

Conviene recordar que la refrigeración no destruye los gérmenes, sino que únicamente contribuye a ralentizar el crecimiento logarítmico

de los mismos, por lo que el frío debe permanecer hasta su tratamiento definitivo.

La leche que, como dijimos, fue filtrada en la explotación productora para privarle de las partículas groseras de suciedad, y posteriormente se somete en la Industria a un proceso de depuración intenso ya descrito, antes de ser sometida a ningún tratamiento de conservación. En las partículas de suciedad se encuentran numerosos gérmenes, con lo que al depurar la leche se efectúa una considerable reducción del contenido microbiano.

La capacidad de recepción de una industria debe superar a la capacidad diaria de higienización, siendo esta diferencia tanto mas elevada cuanto mayor sea la participación del transporte en cisternas. La leche que no puede higienizarse en el momento de la recepción, pasa a un depósito de almacenamiento previo, con una capacidad total de almacenamiento de aproximadamente el 20-30% de la cantidad recepcionada diariamente.

Los depósitos de almacenamiento previo se emplean exclusivamente para la leche cruda, pues si se hiciera con la higienizada cabría el peligro de su recontaminación. Estos tanques poseen un agitador idóneo para impedir la separación de la nata, que desequilibraría la composición de ésta y tendría como consecuencia una acidificación más intensa.

Después de cada transporte o serie de transportes de la leche cruda hasta la Industria, los recipientes y cisternas utilizados se limpiarán y desinfectarán antes de volver a utilizarlos.

La leche deberá cumplir todas las normas sanitarias establecidas en el Real Decreto 1679/94 y legislación posterior. No deberá contener microorganismos patógenos, ni sus toxinas en una cantidad que pueda afectar a la salud de los consumidores y su contenido a 30° C será inferior o igual a 100.000 gérmenes por ml y el contenido en células somáticas inferior o igual a 400.000 por ml.

Los transportistas presentarán en la Industria un parte de incidencia de cada partida (temperatura en el momento de la recogida, y durante el transporte) y cualquier otra información complementaria de utilidad. A la llegada se anotará igualmente la temperatura y se realizarán las pruebas analíticas pertinentes, conservándose los resultados analíticos, así como los certificados y albaranes. Se anotará, si fuera necesario, cualquier medida correctora que pueda realizarse.

La temperatura en el transporte no superará nunca los 10° C, excepto si la leche se ha recogido durante las dos horas siguientes al ordeño, pero al llegar a la Industria, si no se va a tratar dentro de las 4 horas siguientes a la recepción, se enfriará al menos a 6° C y será mantenida a esa temperatura en los tanques de espera hasta su tratamiento térmico.

BASES DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

El comportamiento de la leche al calentamiento es función no sólo de la temperatura, sino también de la duración del calentamiento. Tras muchos experimentos sobre la acción del calor se ha llegado a la conclusión de que la relación tiempo-temperatura no varía siguiendo una línea recta, sino que describe una línea curva en la cual la elevación de la temperatura va acompañada de un descenso mucho más pronunciado del tiempo necesario para la destrucción de los microorganismos. Por ejemplo, los gérmenes patógenos de la leche mueren al cabo de 45' si se calienta la leche a 57°C, en 10' a 71°C, en menos de 2' a 75°C. Toda la flora bacteriana no esporulada puede destruirse con temperaturas ligeramente superiores a 84° C, en un tiempo de sólo 15", pero no así las esporas, para las que temperaturas de 120°C durante 15 minutos no son suficientes. Para esterilizar la leche se utilizan temperaturas de 110-120° C durante 20' y en el caso de la leche UHT 135-150°C en 14" (148° C, 2") (Leches conservadas).

Interesa dejar constancia de que no existe ningún método de tratamiento que sea capaz de destruir la flora bacteriana sin alterar algunos o a todos los componentes lácteos, aunque sea levemente. Afortunadamente el aumento de la temperatura tiene un efecto mucho más intenso sobre la reducción del número de esporas, que sobre el gusto y color de la leche. Cada aumento térmico de 10° C elevada 10 veces la tasa de destrucción de esporas, mientras que el índice de oscurecimiento de la leche sólo aumenta dos veces y media.

Un exceso de temperatura o del tiempo de exposición puede provocar una gran destrucción de componentes de la leche, además de causar alteraciones tan profundas, que motivarán su inutilización, por no ser aptas para el consumo humano.

Una de las alteraciones más frecuentes es la conocida como pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard, debido a la formación de complejos en los que están implicados grupos aminos libres de proteínas y grupos reductores de lactosa (carbonilos). La presencia de substancias coloreadas llamadas melanoidinas, pardean la leche y le dan sabor a cocida o quemada.

Con la acción del color se persiguen dos objetivos:

1.- Asegurar la destrucción total (de todos) de los microorganismos patógenos y de la mayoría de los banales.

En el sentido biológico de la palabra, la muerte de un microorganismo representa la pérdida irreversible de su capacidad de multiplicación.

Cuando sucede la muerte de un organismo superior, se acompaña siempre de fenómenos fisiológicos evidentes (desaparición del pulso, paro cardíaco, cese respiratorio, etc.) que además sirven para diagnosticarla, pero por el contrario, la muerte de un microorganismo puede tener lugar sin que se presenten modificaciones fisiológicas sensibles. Y así cuando se someten bacterias a determinadas radiaciones, pueden perder su capacidad de multiplicarse, lo que no es óbice para que durante cierto tiempo, su comportamiento sea aparentemente normal.

Por el contrario, tras la desecación o la congelación, pueden perder todas sus propiedades fisiológicas, excepto su capacidad de multiplicación cuando las condiciones del medio vuelven a ser normales.

Las células que conservan su capacidad de multiplicación decimos que están vivas o son viables, y las que no la conservan están muertas o no son viables.

Esta acción letal del calor sobre los procesos de multiplicación bacteriana puede producirse por acción directa sobre los componentes celulares, o bien por desviación de los mecanismos metabólicos que gobiernan la reproducción.

La destrucción térmica de los microorganismos conlleva una serie de reacciones químicas intracelulares que determinan la degradación de los ácidos nucléicos y la desnaturalización de las proteínas celulares, con ruptura de los puentes de hidrógeno, lo que conlleva modificaciones de la estructura secundaria de las proteínas que perturba irreversiblemente el desarrollo de los procesos de multiplicación. También existe inactivación de las enzimas microbianas.

2.- Asegurar la vida útil de la leche en mayor o menor grado impidiendo la degradación microbiana, de acuerdo con la temperatura-tiempo empleada.

La acción del calor sobre la leche produce varios efectos, entre los que destacan:

a) Modificación de la estabilidad de la solución coloidal y de la emulsión grasa.

b) Modificaciones del color y sabor.

c) Disminución del contenido en biocatalizadores.

d) Afecta a algunos nutrientes, produciendo algunas pérdidas.

Estas transformaciones promueven acciones complejas sobre diversos componentes de la leche, lo que tiene un efecto perjudicial sobre el valor nutritivo de la leche y sobre las propiedades organolépticas de la misma.

Insistimos una vez más: debe mejorarse el proceso tecnológico para que las características físico-químicas y organolépticas de la leche natural se afecte lo menos posible, pero las modificaciones que se producen en la composición de la leche higienizada o conservada por el calor son totalmente aceptables en las leches de abasto, ya que así tenemos la seguridad de consumir leches con una buena seguridad microbiológica.

El comportamiento de los microorganismos de la leche varía según el grado de calentamiento a que se someta ésta, pudiéndose realizar tres grupos o clases:

CLASE I

Microorganismos que mueren por efecto de la pasterización HTST, a 71-72°C durante 15-30"(84° C 15"OMS).

La pasteurización cumple el primer objetivo del empleo de calor sobre la leche destruyendo los gérmenes patógenos, pero la vida útil de la leche está muy limitada; a unos pocos días: 4 días, máximo 8-10.

Elimina la mayoría de las células vegetativas de *Streptococus aureus, Str. hemoliticus*, Bacterias entéricas gran negativas (*Escherichia coli, salmonellas, spp), Pseudomonas, Brucella abortus, Mycobacterium tuberculosis* y todas las levaduras y hongos. En la leche de cabra la *Brucella melitensis.*

El incremento de la temperatura para eliminar más microorganismos y alargar la vida útil de la leche trae como consecuencia mayores modificaciones en la leche.

CLASE II

La forman los microorganismos que resisten a la pasteurización (HTST), pero que son sensibles al tratamiento de UHT (135-150° C, 1-4").

1) Formas termodúricas vegetativas de enterococos, algunos *micrococos, lactobacilos termofílicos (Lactobacillus bulgaricus, L.lactis), Streptococcus hermophilus.*

2) Células productoras de esporas termodúricas de los bacilos aerobios y anaerobios formadores de esporas (*Bacillus* y *Clostridium spp*). Las esporas "durmientes" pueden ser incluso activadas por el calor y germinar produciendo células vegetativas sensibles al calor.

CLASE III

Microorganismos que resiste a la UHT. Son especialmente las esporas de las bacterias termófilas (obligadas) del suelo, *Bacillus stearothermofilibus* y algunas esporas de bacilos mesófilos y clostridius que pueden sobrevivir al tratamiento UHT, si la leche está fuertemente contaminada.

Leches Higienizadas [1]

Están constituidas por leche natural sometida a un proceso tecnológico autorizado que asegure la total destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal. Este tratamiento no debe producir modificaciones sensibles en su composición físico-química, características organolépticas, biológicas y en sus cualidades nutritivas.

TEMPERATURA A EMPLEAR EN LAS LECHES HIGIENIZADAS:

Dependerá de la vida útil que queramos conseguir en el producto:

1.- Si sólo interesa garantizar una vida útil corta de la leche se utilizan temperaturas por debajo de los 100° C y se obtiene la leche pasteurizada.

2.- Si deseamos una conservación prolongada tenemos que utilizar temperaturas por encima de 100° C, dando lugar a la leche esterilizada y la UHT, consideradas como leches higienizadas y conservadas.

Operaciones que se realizan en la Industria conducentes a la higienización de la leche de consumo directo.

1. Recepción y contaje (en litros).
2. Estudio analítico.
3. Filtración.
4. Depuración (limpieza total)
   - 4.1.- *Primera Clarificación*: Centrifugación. Elimina pelos, leucocitos, etc.
   - 4.2.- *Segunda Clarificación*: Centrífuga higienizadora y desnatadora. Clarifica la leche, higienizándola a la vez que la homogeiniza.
     El clarificador es un aparato muy semejante a una desnatadora. Es una centrífuga higienizadora y desnatadora.
   - 4.3.- *Bactofugación* : Centrifugación a la temperatura de pasteurización (70-75° C). Se elimina el 95% en las células microbianas.

1. Ver diagramas en "Equipos e Instalaciones".

5. Enfriamiento a 4ºC. La leche pasa a los tanques de espera (24 o más horas). Si la leche no estuviera en buenas condiciones, habría que pasteurizar previo al almacenaje durante 24 horas en los tanques.

Homogeneización

Tiene como objeto estabilizar la emulsión de la grasa dividiendo mecánicamente los glóbulos hasta que alcancen un diámetro de 1μ o menores (0,3-0,4μ).

Es parte del proceso de industrialización y es una fase a la que debe someterse la leche que vamos a industrializar; fundamentalmente consiste en romper los glóbulos grasos de la leche, dividiéndolos hasta reducirlos al tamaño de una micra lo que se logra por medio de las homogenizadoras. Estas consisten en unas bombas de desplazamiento positivo de alta presión (180-240 Kg/cm), de tipo pistón que impulsa la leche a gran velocidad, haciéndola pasar a través de una válvula especial o en un par de válvulas que se regulan por medio de un resorte, con el fin de romper los glóbulos grasos en partículas más pequeñas, que permanecen en suspensión emulsionados en lugar de ascender para formar una capa de nata. Una vez homogeneizada, los glóbulos permanecen en emulsión y se pierde la "línea de crema".

La leche a la entrada del homogenizador deberá tener 50º C y una vez roto los glóbulos presentan una mayor superficie sobre la que actuar las enzimas produciendo fácilmente el desdoblamiento de las grasas, por lo para evitarlo es importante destruir las lipasas a temperatura de pasteurización, bien antes o inmediatamente después de la homogeneización.

Las ventajas del proceso son de todos conocidas, reduce el diámetro a 0,3-0,4μ es decir a 0,1 del diámetro normal, mientras que la desventaja de la "pérdida de la línea de crema" no fue bien aceptada al principio por el ama de casa, que tenía en el "tapón graso" una orientación sobre la calidad de la leche, pero hoy es totalmente aceptada.

Un émbolo con la presión ya conocida impulsa a los glóbulos de grasa a través de pequeñas ranuras existentes ente la válvula y el asiento, lo que produce la rotura de los glóbulos.

El efecto final de la homogenización es el resultado de la conjunción de tres factores:

1.- Paso por la estrecha ranura a alta velocidad y presión, lo que deforma y rompe el glóbulo graso

2.- La aceleración que sufre el líquido a su paso por la estrecha franja va acompañada de una caída de presión, lo que crea un fenómeno de cavitación en el que los glóbulos de grasa se ven sometidos a poderosas fuerzas de presión.

3.- Al chocar los glóbulos de grasa contra las paredes del cabezal de homogeneización en el impacto se rompen y dividen.

Este efecto puede reforzarse poniendo un segundo cabezal, de modo que la leche pase primero por uno donde sufre la primera homogeneización y luego por el otro.

La homogeneización tiene varios aspectos beneficiosos:
- Distribución uniforme de la grasa sin tendencia a separarse.
- Color más brillante y atractivo.
- Mayor resistencia a la oxidación.

El número de glóbulos de grasa en la leche homogeneizada es 10.000 veces mayor que antes del tratamiento. Ello implica que las membranas que protegían a los glóbulos originales se han roto formándose más glóbulos con la misma cantidad de superficie de membrana, quedando por tanto, "desprotegidos" muchos de ellos. La formación de nuevas membranas requiere tiempo, pero mientras tanto, muchos de esos glóbulos de grasa sin membrana pueden chocar entre sí formando grumos; a este fenómenos se le denomina coalescencia [2], que puede aparecer cuando la leche es muy rica en grasa, pues entonces la distancia entre glóbulos es menor que cuando hay poca grasa.

La temperatura de homogeneización tiene gran influencia: mientras más alta sea, menor coalescencia y menores grumos.

En el caso de helados se recomienda homogeneizar a 73-75° C, para después pasteurizar a 83-85° C, durante 15-20".

Estudio analítico de la leche

El estudio analítico tiene como finalidad:

1) **El control por la industria de la leche suministrada por los proveedores**. Las explotaciones cumplirán los requisitos de sanidad animal de higiene en el manejo de locales y equipos (Real Decreto 1679/94). Si la leche procediera de otro establecimiento, deberá cumplir todas las normas sanitarias establecidas en el Real Decreto mencionado, mas las que exija el propio industrial.

2. Se produce cuando, debido al movimiento relativo, la presión en el líquido resulta inferior a la tensión de vapor del mismo. Se forman cavidades rellenas de vapor en el seno del líquido en movimiento.

2) **Velar por los intereses de la propia industria y sobre todo por el de los consumidores.**
3) **Sacar al mercado un producto de gran calidad**, uniforme, que cumpla sobradamente con las condiciones exigidas en la legislación específica

4) **Conseguir que esa calidad sea siempre la misma**, con características físico-químicas e higiénicas normales.

De los análisis físico-químicos unos se realizan sistemáticamente y otros sólo de forma periódica.

La prueba del hervido, se realiza en leches sospechosas de ser calostrales y los bacteriológicos tanto para la determinación de especies, como el recuento de gérmenes y los que tienen como finalidad la investigación de la citología existente en la leche, se realizan sólo en raras ocasiones.

ANÁLISIS EN LA INDUSTRIA

A) Leches de consumo directo (fresca)

1) Físico-químicos

- Sistemáticos (Rutinarios)
  - Organolépticos (degustación)
    - Color
    - Olor
    - Sabor
    - Acidez
  - Temperatura
  - Densidad
  - Viscosidad
  - Grasa
  - Impurezas
  - Acidez

De forma periódica:
- Lactosa
- Proteínas
- Cloruros
- ESM
- Crioscopicidad
- $NaHCO_3$ (raro)
- Antisépticos y aditivos (raro)

2) Bacteriológicos:
(raro)

2.1. Especies microbianas
- Saprofitos
- Pseudosaprofitos
- Patógenos:
  - Del animal
  - Del hombre

2.2. Número de gérmenes

3) Otros

3.1. Hervido: Leches sospechosas de ser calostrales

3.2. Propiedad citológicas (raro):
- Investigación de celulas polinucleares
- Investigación de lipófagos

B) Cuando la leche **no tiene un destino de consumo directo**, los controles realizados por la industria transformadora, varían poco en relación con los de los *centros de higienización* aunque como es lógico, procuran que las calidades de la leche que ellos adquieren, estén de acuerdo con los productos que elaboran, y así es lógico que las fábricas de queso, tengan un especial interés por las proteínas (caseína), las de mantequilla valoran sobre todo la grasa, etc.

Las leches de distinto origen que cumplen los mínimos, se mezcla en los depósitos mezcladores y si alguna leche a la entrada no se adapta estrictamente a los mínimos establecidos, deben eliminarse, si bien podrá ser destinada a mezclas u otros usos como leche parcial o total desnatadas, mantequilla, suero, etc.

C) Leches higienizadas.

Además de los análisis ya mencionados:

1) Bacteriológicos { Leche pasteurizada / Leche esterilizada

2) Propiedades biológicas:
   Peroxidasa
   Reductasa microbiana
   Fosfatasa
   Antibióticos

LECHE PASTEURIZADA

Se trata de una leche higienizada, entera o desnatada. Cuando la leche se tomaba directamente después del ordeño, sin más tecnología que un filtrado por un paño blanco, se corría el riesgo de adquirir enfermedades como la tuberculosis y brucelosis, ya que estas zoonosis se transmiten cuando están los animales enfermos. Si la leche era de cabra existía el riesgo de contraer la fiebre de Malta.

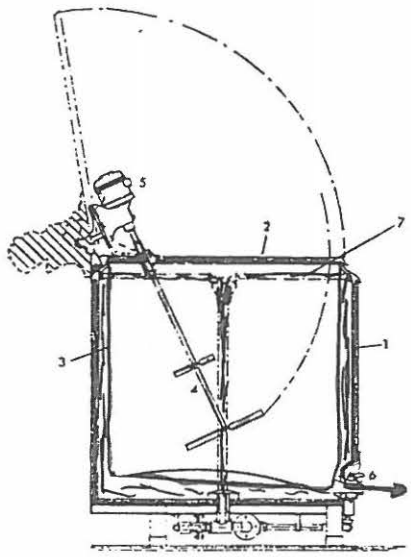
En 1866 PASTEUR descubrió que calentando el vino o la cerveza a 60° C se evitaba su alteración, facilitándose por consiguiente su conservación.

En 1880, catorce años más tarde, este proceso de higienización se aplicó a la leche con magníficos resultados y de este modo se introdujo lo que se denominó, en honor a PASTEUR, la pasteurización.

Ya quedó atrás el proceso que se conocía como pasteurización baja o lenta, o pasteurización americana, consistente en tratar la leche a 63° C durante 30'. Este era un método lento y discontinuo, si bien presentaba la ventaja de no modificar las propiedades de la leche. Se destruyen los gérmenes patógenos, mientras que algunas enzimas, fundamentalmente las peroxidasas, se conservan.

Con este tratamiento no se coagula la albúmina, ni la globulina y el estado de los glóbulos grasos permanece inalterado.

Este método se generalizó en los países anglosajones en una época en que los consumidores concedían gran importancia a la "línea de crema o nata", es decir, al espesor del tapón de nata que asciende al cuello de las botellas (Un calentamiento a alta temperatura durante breves instantes impide la ascensión de los glóbulos grasos). Este tapón era el único signo visible que tenía el consumidor para determinar la calidad de la leche, por lo que al principio mostraron gran resistencia a su aceptación.



Sección de un pasteurizador discontinuo típico.

1. Revestimiento aislante externo. 2. Tapa aislante sobre goznes. 3. Caldera interna de acero inoxidable. 4. Agitador. 5. Motor del agitador. 6. Espita de salida. 7. Tubería de distribución del agua caliente.

Método discontinuo en tanques

Ya hemos dicho que está en desuso.

Consistía en pasteurizar la leche en tanques individuales de capacidad variable entre 200 y 1.500 litros. El recipiente se llena, por lo general, vertiendo la leche directamente o mediante una tubería en la tapadera y se vacía mediante una espita o válvula situada en la parte inferior del recipiente.

La leche se calienta en el recipiente interior y se mantiene a la temperatura necesaria. El espacio entre la cubierta aislante exterior y el recipiente interior forma una camisa a través de la que puede hacerse pasar el medio calefactor (vapor de agua) o el enfriante.

En 1933 Charlès Porcher definió exactamente el objetivo de la pasteurización: *"Pasteurizar la leche es destruir en ella, por el empleo del calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas"* (con el fin de no modificar su cualidad nutritiva).

Método de tipo continuo

Los progresos realizados en los últimos 50 años en el campo de la tecnología permiten tratar la leche mediante pasteurización sin alterar sensiblemente ni su composición ni su estructura, y asegurando su estado sanitario.

El calentamiento ha de ser tal que permita la destrucción del bacilo tuberculoso y, por tanto, la de todos los microorganismos patógenos, así como la eliminación de más del 99% de los gérmenes banales, con el fin de que la leche pasteurizada cumpla las normas bacteriológicas fijadas por la legislación. La Orden del 3 del 10 de 1983 aprueba la Norma General de calidad de la leche pasteurizada destinada al mercado interior definiéndola como: "*la leche natural, entera o desnatada, sometida a un proceso tecnológico adecuado que asegure la destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal, sin modificación sensible de su naturaleza fisicoquímica, características biológicas y cualidades nutritivas*", que coincide prácticamente con la definición de PORCHER.

Leche pasterizada entera es la que contenga un mínimo de 3,20 por 100 de materia grasa de la leche y un mínimo de 8,20 por 100 de extracto seco magro procedente de la leche, expresados en porcentaje en masa sobre la masa del producto final, mientras que la leche pasterizada desnatada, será la que contenga como máximo un 0,30 por 100 de materia grasa de la leche y un mínimo de extracto seco magro del 8,45 por 100, expresados en porcentaje en masa sobre la masa del producto final.

El tratamiento térmico, señala la misma Orden, será uniforme y en flujo continuo durante no menos de 15" a temperatura comprendida entre 72° C y 78° C, si bien conviene conocer que esta relación de temperatura-tiempo no excluye otras igualmente eficaces ni otros procesos tecnológicos que estén previamente aprobados por el MAPA y el MSC (Ministerio de Sanidad y Consumo).

Pero debido a la mediocre calidad de las leches crudas y a que cada día es mayor la resistencia térmica de las bacterias, la OMS recomienda trabajar con temperatura de 84° C y un tiempo mínimo de 15".

La pasteurización a 72° C durante 15" se conoce en los países anglosajones como el procedimiento H.T.S.T. (High Temparatur, Short Time).

La pasteurización alta, tipo danés, consiste en mantener la leche durante 2 a 5 minutos entre 80-85 ° C, con lo que se destruyen todas las bacterias, pero la leche toma gusto debido a la desnaturalización de las proteínas, principalmente la lactoalbúmina que precipita. Se destruyen las diastasas, pero la vitamina C queda intacta.

Cambiador de calor

En las plantas industriales de H.T.S.T. se utiliza frecuentemente el cambiador de calor de tipo placa continuo.

Se compone de un cambio de placas de acero inoxidable aisladas mediante juntas de goma formando una cámara cerrada entre cada par de placas. Las placas se agrupan en secciones de intercambio de calor regenerativo, calentamiento y enfriamiento.

Cada sección aislada se ordena de forma que los líquidos fluyan por una o más placas en paralelo, denominados "paso". La leche fluye siempre a través de cámaras alternas, alternando el medio calentador y refrigerador y marchando, generalmente, en dirección opuesta con lo que se aumenta la tasa de transferencia de calor.

Mediante la ordenación adecuada de las placas puede obtenerse cualquier combinación de series.

MÉTODO H.T.S.T.

La leche procedente de los tanques de almacenamiento, penetra en el tanque regulador, pasa a la bomba de la leche cruda y mediante un regulador del flujo pasa al cambiador de calor, en donde se calienta inicialmente por regeneración.

En esta sección de regeneración la leche fría, cruda, recibe calor de la leche que ya ha sido calentada y mantenida a la temperatura máxima del procesado.

La temperatura de entrada de la leche cruda es de 4,5° C y la máxima del procesado de 71,7° C.

La leche cruda después de que ha sido calentada por regeneración, pasa a la sección de agua caliente, en donde llega a la temperatura final, al menos de 71,7° C.

La leche entra después en la sección de retención de la temperatura, donde se mantiene a la temperatura de pasteurización durante al menos 15 segundos.

La válvula de la corriente de entretenimiento o de desviación del flujo funciona según la temperatura de la leche que deje esta sección. Si está por debajo de la recomendada, el regulador abre la válvula de entretenimiento o de desviación del flujo y la leche se devuelve al tanque regulador o de alimentación, en cambio si la temperatura es la correcta o por encima de ella sigue el camino normal hacia la zona de regeneración.

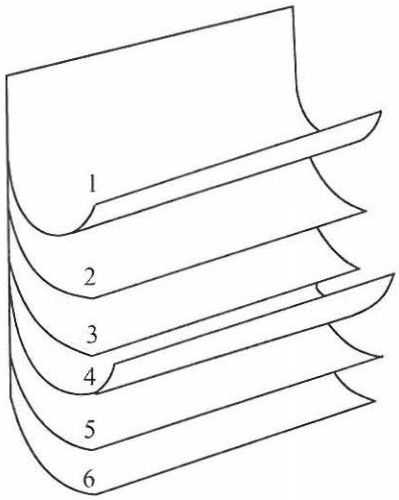
Refrigeración y Envasado

La leche una vez pasteurizada debe ser inmediatamente refrigerada a 4° C o menos, seguida de envasado definitivo en recipientes limpios e higienizados, que deberán ser estériles antes de recibir leche, cerrados en forma que proteja la leche de contaminaciones y adulteraciones. El material de envasado podrá ser de vidrio (recuperable), cartón, polietileno, material macromolecular, tetra-pak, tetra-brick, o de cualquier otro material autorizado, pudiendo ser de un tamaño de un quinto, un cuarto, un medio, un litro, litro y medio y dos litros.

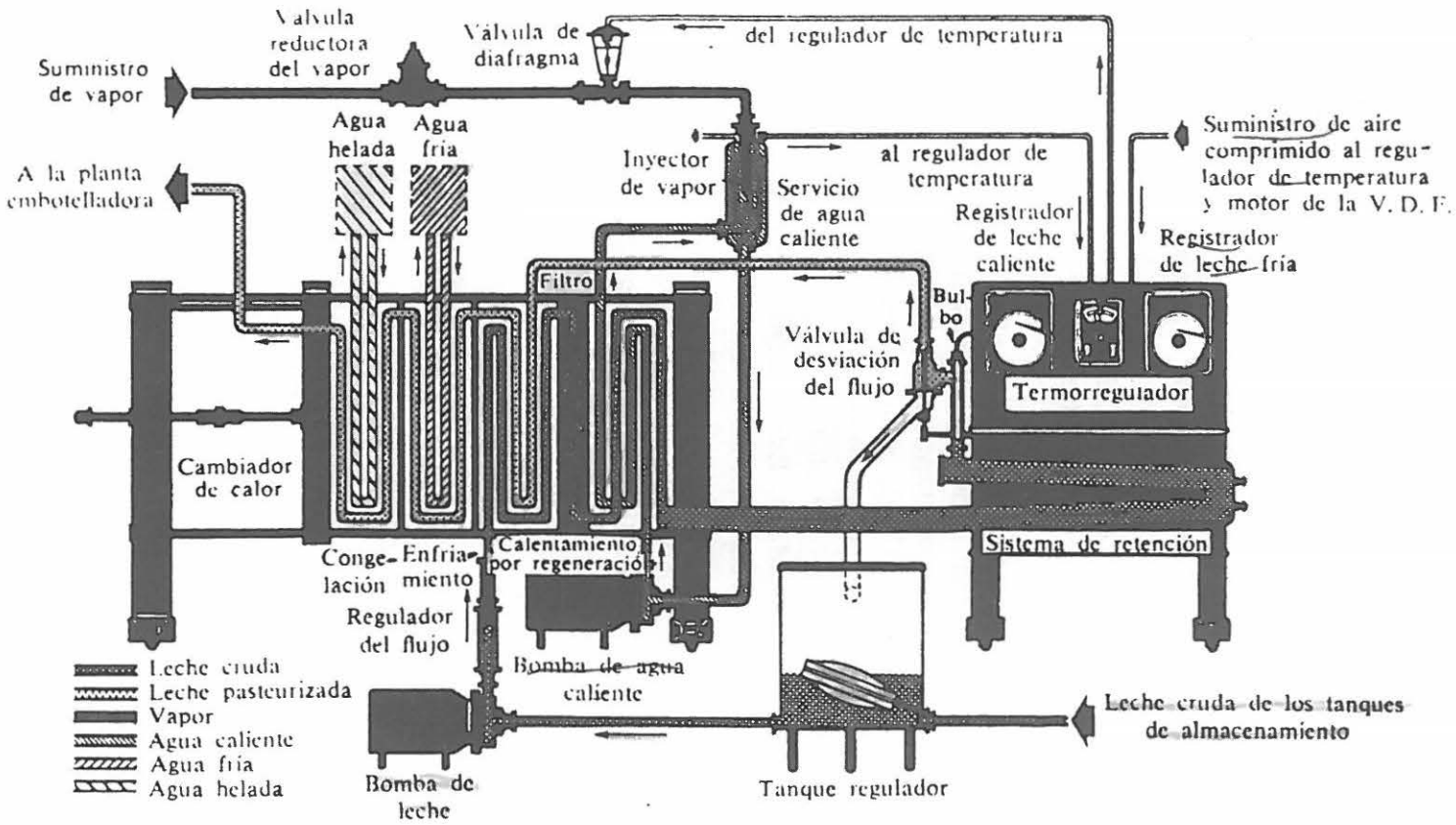
La venta de leche pasteurizada para el consumo en centros y establecimientos colectivos podrá efectuarse en cántaras con cierre de ajuste adecuado y precintadas.

El etiquetado y rotulación de los envases deberá cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 2058/82 de 12 de agosto por el que se aprueba la Norma General de Etiquetado, debiendo llevar en el cuerpo del envase o en su cierre la denominación del producto "leche pasteurizada" o bien "leche higienizada" con la indicación de "homogeneizada", caso de serlo, expresándose también el volumen neto y la fecha de caducidad, que se indicará mediante la mención "fecha de caducidad", seguida del día con la cifra o cifras correspondientes y el mes con su nombre o con las tres primeras letras del mismo.

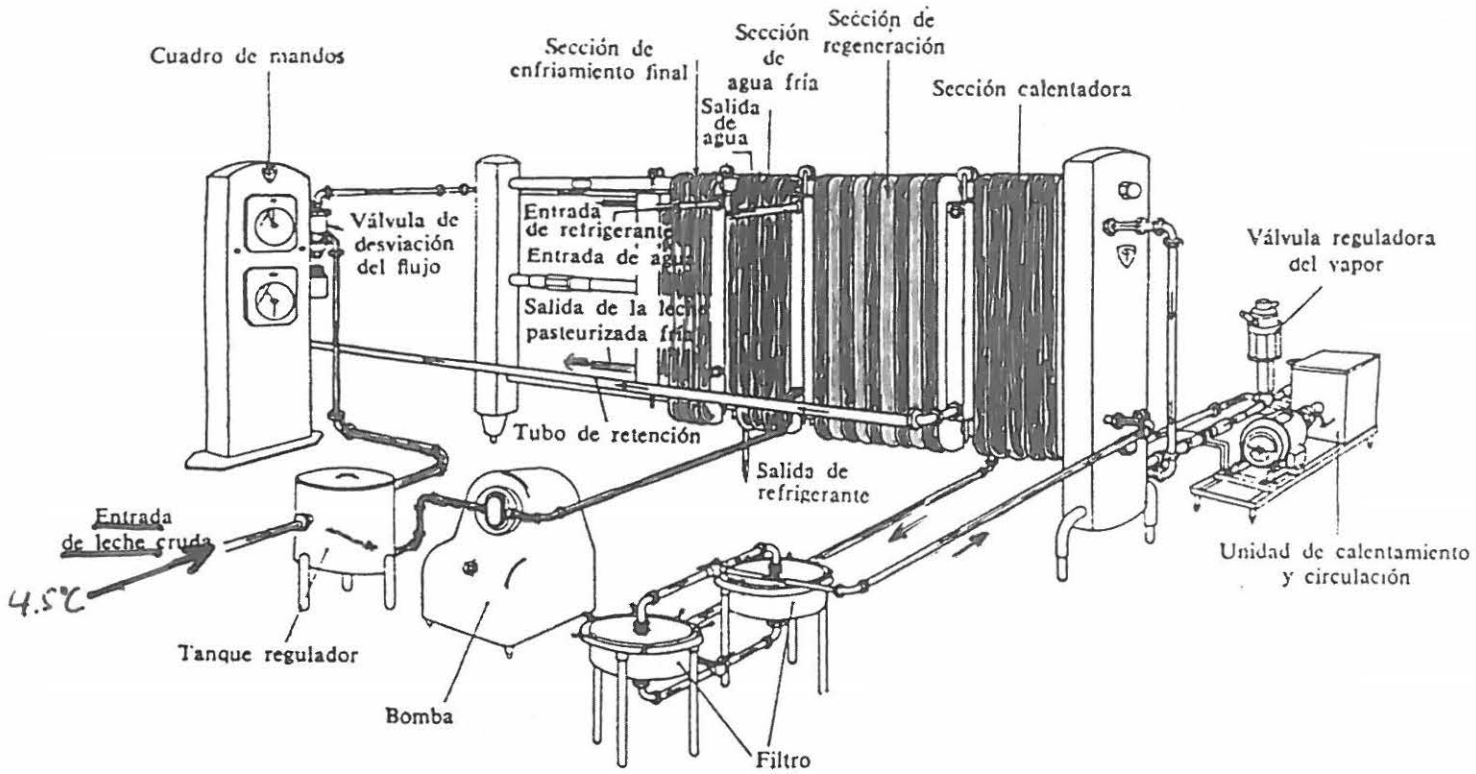
Deberá igualmente figurar la expresión "consérvese en frío", (durante todo el ciclo, de las 96 horas (4 días) la temperatura máxima será de 10° C), identificación de la Empresa productora, número de Registro Sanitario y lote de fabricación.



Capas que componen el material del que están hechos los envases para llenado aséptico (Tetra Pak): 1. Polietileno. 2. Papel y decoración. 3. Polietileno. 4. Aluminio. 5. Polietileno. 6. Polietileno.



Esquema del flujo de una central HTST



Esquema del flujo de una central HTST

DISTRIBUCIÓN

La leche pasteurizada necesita dos condiciones:
1.- Rapidez en el transporte
2.- Que la cadena del frío no se interrumpa

La fecha de consumo no podrá sobrepasar la del 4º día (96 horas) siguientes al día de envasado. Deberá ser vendida al consumidor dentro de las 72 horas siguientes al envasado.

EFECTOS DE LA PASTEURIZACIÓN SOBRE LA LECHE

1.- Pérdida de la línea de crema
2.- Precipita aproximadamente el 5% de albuninas y algo de globulinas
3.- Existe una pérdida de solubilidad del calcio (Ca) y del fósforo (P) 5%
4.- Desciende el contenido de B1 un 20%
5.- La vitamina C se pierde en cifras comprendidas entre el 10 y el 20%, fundamentalmente por oxidación y acción catalítica del cobre (Cu)
6.- Ejerce alguna acción sobre las diastasas, aunque conserva muy bien su digestibilidad.
7.- No se alteran las vitaminas A y B_2.

Por todo lo anteriormente expuesto es claro que la leche pasteurizada pierde algo del valor nutritivo de la leche natural.

La misma Orden Ministerial de 3.10.83 donde se aprueba la Norma General de Calidad de la Leche Pasteurizada, expresa la **Norma microbiológica** aplicable a la leche pasteurizada española como sigue:

- Gérmenes patógenos: ausencia
- Recuento de colonias aerobias mesófilas (31 ± 1° C): Máximo 100.000 col./ml.
- Enterobacteriaceas totales: 10.000 col./ml.
- Prueba de la fosfatasa: Negativa

La leche pasteurizada en Francia, habrá de tener menos de 30.000 gérmenes por ml. cuando se envasa en botellas, y menos de 100.000 si se pasteuriza en bidones a la salida de la industria, y menos de 200.000 gérmenes en el momento de la venta. Debe mantenerse por debajo de los 10° C. La riqueza en gérmenes productores de indol debe ser negativa.

ESTASSANIZACIÓN

Se debe a Stassano, de quién toma el nombre. La leche se calienta durante 15 minutos a 20° C, enfriándola rápidamente por debajo de 6° C, debiendo ser el calentamiento muy homogéneo.

Consiste en hacer pasar la leche entre dos paredes transmisoras de calor, que sólo distan entre sí 4-5 décimas de mm., mediante tubos concéntricos, durante un recorrido que no debe ser inferior a 20.000 veces este espesor, es decir unos 10 m. de longitud.

Al circular la leche en una capa tan fina, las paredes del material ejercen sobre los microorganismos cierta atracción, consiguiéndose con ello su destrucción completa. Al estar la leche al abrigo del aire las enzimas y la vitamina C están protegidas y no se destruyen.

Hoy en día no se utiliza este método.

FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE PASTEURIZADA

1.- Ingrediente único: leche de vaca

Características fisicoquímicas:

A.- *Organolépticas:* La leche pasteurizada dispuesta para su venta deberá presentar las siguientes características:

— Color uniforme blanco o ligeramente amarillento
— Olor y sabor característicos

B.- *Intrínsecas:*

— Materia grasa de la leche:
  * Leche pasteurizada entera: Mínimo 3,20 por 100 ml.
  * Leche pasteurizada desnatada: Máximo 0,30 por 100 ml.
— Extracto seco magro:
  * Leche pasteurizada entera: Mínimo 8,20 por 100 ml.
  * Leche pasteurizada desnatada: Mínimo 8,45 por 100 ml.
— Proteínas
  * Leche pasteurizada entera: Mínimo 2,90 por 100 ml.
  * Leche pasteurizada desnatada: Mínimo 3,00 por 100 ml.

— Lactosa:
  * Leche pasteurizada entera: Mínimo 4,20 por 100 ml.
  * Leche pasteurizada desnatada: Mínimo 4,30 por 100 ml.
— Cenizas:
  * Leche pasterizada entera: Mínimo 0,65 por 100 ml.
  * Leche pasterizada desnatada: Mínimo 0,67 por 100 ml.
— Impurezas (prueba de filtración por disco de algodón):
  Grado 0 para ambos tipos.
— Acidez: expresada en peso de ácido láctico por 100 ml.: Máximo 0,19 por 100 ml. para ambos tipos.

CONTAMINANTES:

Las tolerancias de productos contaminantes, sustancias tóxicas, antibióticos y sus metabolitos no deberán sobrepasar las contenidas en la legislación vigente y, en su defecto, en las normas internacionales aceptadas por el Estado español, que velará por su cumplimiento como garante de las mismas, con la determinación y exigencia de responsabilidades en ese punto, por el órgano del Estado correspondiente.

Prohibiciones:

Se prohíbe expresamente:

- El llenado y cerrado de los envases en forma manual, excepto cuando está autorizado al por mayor
- El envasado y cierre fuera del centro donde tiene lugar la pasteurización
- La tenencia y venta de la leche pasterizada a granel y en envases abiertos en los locales de venta al público, exceptuándose la de uso propio o de cocina en establecimiento de la industria alimentaria y en la rama de la hostelería.
- La adición de cualquier ingrediente distinto de la propia leche.