

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

106

**Operación, Higienización y Control de los  
diferentes procesos a que se somete la  
Leche de consumo.**



106

**TESIS**

*Que para obtener el Título de*

**INGENIERO QUIMICO**

*PRESENTA*

**ROBERTO FLORES NOVELO**

**MEXICO, D. F.**

**1974**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis

ADQ. 1774

FECHA

PROC. M.F. 107 104

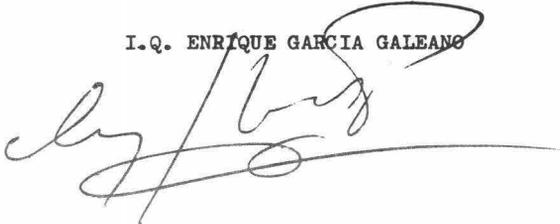
PRESIDENTE: PROF. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS  
JURADO ASIGNADO VOCAL: PROF. ENRIQUE GARCIA GALEANO  
ORIGINALMENTE SECRETARIO: PROF. RUBEN BERRA GARCIA COSS  
SEGUN EL TEMA 1er. SUPLENTE: PROF. GUSTAVO GARDUÑO SANCHEZ  
2o. SUPLENTE: PROF. CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: PASTEURIZADORA "LAGUNA", S.A. DE C.V.

SUSTENTANTE:

  
ROBERTO FLORES NOVELO

ASESOR DEL TEMA:

  
I.Q. ENRIQUE GARCIA GALEANO

A MIS PADRES:

CRESCENCIO FLORES SANCHEZ

CONCEPCION NOVELO DE FLORES

CON RESPETO, CARIÑO Y AGRADECIMIENTO POR SU  
AYUDA PARA LOGRARLA

A MIS HERMANOS:

JUAN MANUEL Y ENRIQUE

A MI ESPOSA:

REBECA

CON TODO CARIÑO

A MIS HIJOS:

PATRICIA DE MONSERRAT

CARLOS ALBERTO

ILIAN ILIANA

AL H. JURADO:

PROF. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS

PROF. ENRIQUE GARCIA GALEANO

PROF. RUBEN BERRA GARCIA COSS

PROF. GUSTAVO GARDUÑO SANCHEZ

PROF. CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO

A MIS PARIENTES Y AMIGOS:

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE CON  
SU AYUDA HICIERON POSIBLE LA REA-  
LIZACION DE ESTA TESIS.

I N D I C E

	PAGINAS
I INTRODUCCION .....	1
II CAPITULO I - LECHE. Definición, Composición, Propiedades Físico-Químicas, Propiedades Organolepticas, Importancia Alimenticia y Microorganismos .....	2 - 48
III CAPITULO II - PROCESOS. Obtención, Recolección de la Leche, Almacenamiento, Filtración, Clarificación, Pasteurización, Deodorización, Homogeneización, Envasado y Refrigeración ...	49 - 152
IV CAPITULO III - LAVADO Y DESINFECCION DEL EQUIPO. Generalidades, Naturaleza del Agua, Química de los Detergentes, Lavado y Desinfección .....	153 - 186
V CAPITULO IV - CONTROL DE CALIDAD. Adulteración .....	187 - 208
VI CONCLUSIONES .....	209
VII BIBLIOGRAFIA .....	210

## I N T R O D U C C I O N

Uno de los principales problemas que se presentan al iniciarse en la operación y dirección de Plantas Procesadoras de Leche - fluida, es la de no encontrar un manual de conocimientos prácticos -- que nos de una idea general de la complejidad del manejo de la leche, procesos a que se somete y detección de fallas existentes en dichos - procesos.

La idea principal al efectuar esta Tesis, es de que las personas que inicien alguna actividad relacionada con este alimento, puedan tomarla como base para después profundizar en el tema que sea más conveniente para el desarrollo de su trabajo.

Esta Tesis esta dividida en cuatro capítulos, en los cuales, se tratan puntos básicos como el de las Propiedades de la Leche, Microbiología y Valor Nutritivo; ya que debemos conocerlos a fondo para poder valorizar los tratamientos a que se somete; puesto que, la finalidad de los procesos es mejorar la calidad higiénica sin detrimento de sus propiedades físicas, químicas, nutritivas, etc.

También se tratan los procesos más comunes en México, con - recomendaciones de instalación y medidas de seguridad.

Otros temas importantes, como el lavado y desinfección del equipo, son dados en una forma sencilla y práctica, ya que la mayor - parte de estos procesos son efectuados en forma manual. Además se -- mencionan formas de control sobre lavado del equipo en establos, plan- tas de recolección, etc.

Por último, el Control de Calidad básico para cumplir con - las normas establecidas por la S.S.A. con formas prácticas de mues--- treo y tipos de análisis que se sugiere aplicar a dichas muestras. - Se mencionan análisis rápidos para detección de Inhibidores y Adulteración con grasas vegetales.

## C A P I T U L O I

### L E C H E

#### DEFINICION.-

La leche es definida como la secreción láctea prácticamente libre de calostros, obtenida del completo ordeño de uno o más hatos de vacas en perfecto estado de salud, la cual contiene no menos que 8.25% de sólidos no grasos y no menos que 3.25% de grasa.

#### COMPOSICION DE LA LECHE.-

Es de gran importancia conocer la composición, ya que es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee. La composición promedio de una leche normal es: Agua 87.6%, grasa -- 3.5%, lactosa 4.7%, proteína 3.5% y cenizas (minerales) 0.7%.

AGUA.- El contenido de agua en la leche varía de 84 a 89%, este valor puede ser afectado por los otros constituyentes. El agua es el medio en el cual todos los otros componentes de la leche (sólidos totales) están disueltos o suspendidos.

La cantidad de agua relativamente alta hace dudar de su valor alimenticio pero, debido a ésta cantidad la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeñas cantidades de leche contengan casi todos los nutrientes proporcionada en ésta

GRASA.- La grasa de la leche es la más variable de todos los constituyentes y varía entre 3.2 a 3.9% dependiendo de la raza del ganado, de la alimentación, estado de lactación y condiciones climatológicas; ésta consiste principalmente de un 98 a 99% de ácidos grasos triglicéridos y el 1 ó 2% está compuesto de fosfolípidos, esteroides, carotenoides, vitamina A. D. E. y K y algunas trazas de ácidos grasos libres. - (ver tabla 1)

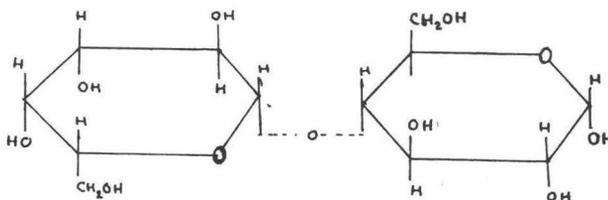
T A B L A 1COMPOSICION DE LOS LIPIDOS DE LA LECHE

<u>Clase de lípidos</u>	<u>%</u>
Acidos grasos triglicéridos	97-98
Diglicéridos	0.25-0.48
Monoglicéridos	0.016-0.038
Acido ceto glicérido	0.85-1.28
Glicéridos aldehídogenicos	0.011-0.015
Eter glicérico	0.011-0.023
Acidos grasos libres	0.10-0.44
Fosfolípidos	0.2-1.0
Cerebrósidos	0.013-0.066
Esteroles	0.22-0.41
Carbonilos neutros libres	0.00001-0.00008
Escualone (triterpeno)	0.007
Carotenoides	0.007-0.0009
Vitamina A	0.0006-0.0009
Vitamina D	0.00000085-0.0000021
Vitamina E	0.0024
Vitamina K	0.0001

Los ácidos grasos y el glicerol que constituyen los triglicéridos de la materia grasa, proceden en parte del torrente sanguíneo, - pero otra cantidad se sintetiza en la glándula mamaria a partir de moléculas pequeñas. En los ruminantes, el acetato es la substancia principal de ésta síntesis, la glucosa lo activa pero no es la substancia principal. La síntesis se efectúa gradualmente por condensación de -- los grupos de dos átomos de carbono, hasta al ácido palmítico inclusive (C<sub>16</sub>) y puede influirse mediante determinadas hormonas como la insulina; sin embargo, en los ruminantes parece que ésta hormona no tiene -- ninguna influencia.

Los ácidos grasos esenciales como el oléico, linoléico, etc., proceden de los concentrados que ingiere el animal.

LACTOSA.- Es el más importante carbohidrato de la leche, formado de una molécula de glucosa y otra de galactosa, las cuales por hidrólisis pueden ser separadas, tiene la misma fórmula empírica que la sacarosa, pero tiene diferentes propiedades (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>).



FORMA CICLICA ( $\alpha$ )

LACTOSA

Su principal origen está en la glucosa de la sangre, el tejido de las glándulas mamarias la isomeriza en galactosa y la liga a un resto de glucosa para formar la molécula de lactosa. La isomerización se hace mediante el paso por dos formas intermedias: Glucosa-fosfato y uridina-difosfato-glucosa.

La glándula mamaria también puede realizar la síntesis de la lactosa a partir de los ácidos grasos volátiles, pero se ha demostrado que el por ciento de éste método es escaso, alrededor de un 10%.

La lactosa es el factor que limita la producción de leche, - es decir que la cantidad de leche producida, depende de las posibilidades de síntesis de la lactosa en la glándula mamaria.

PROTEINAS.- Las proteínas de la leche están formadas por la caseína, lactoalbumina y lactoglobulina.

La principal proteína de la leche es la caseína y forma un - 80% de la cantidad total, mientras que la lactoalbumina y lactoglobulina, también conocidas como las proteínas del suero forman el otro - 20%.

La caseína es una mezcla de cuando menos 3 proteínas:  $\alpha$  caseína (66% de la caseína total)  $\beta$  caseína (29%) y  $\gamma$  caseína (5%); aún ésta subdivisión de caseína no es adecuada ya que la  $\alpha$  caseína por -- ser heterogénea está formada por fracciones numerosas de proteína.

La proteína del suero lactoalbumina está fraccionada en tres distintas proteínas:  $\alpha$  lactoalbumina (22% del total del suero proteico)  $\beta$  lactoglobulina (59%) y suero albúmino, el cual es idéntico con el suero albúmino de la sangre (6%).

El otro suero proteico lactoglobulina es compuesto de dos -- inmune globulinas, eglobulina y pseudoglobulina, el cual forma el 13% remanente del suero proteico. La fracción proteica de la leche tam-- bién incluye las enzimas, algunas proteínas menores no identificadas y algunos compuestos de proteasa-peptona.

Las principales proteínas de la leche se sintetizan en la -- glándula mamaria a partir de un conjunto de aminoácidos libres, una - parte de éstos deriva de los aminoácidos libres del plasma sanguíneo, pero otra parte (aminoácidos no esenciales) se sintetiza en la glándu la a partir de la glucosa del acetato, etc.

La fuente de nitrógeno no se conoce bien y el fosforo de la caseína tiene como fuente el fosforo inorgánico de la sangre.

SALES Y CENIZAS.- Cuando la leche es sometida a alto calor, como residuo deja una ceniza blanquecina la cual representa del 0.7% al 0.9%. Estas cenizas no representan el total de las sales de la leche en su estado natural la proporción de sales es un poco más elevada. Mientras que la leche tiene una reacción ligeramente ácida, las cenizas son netamente alcalinas, debido a que los elementos metálicos están en exceso de los no metálicos, se ha producido por tanto una modificación importante en el equilibrio ácido básico en el curso de la incineración. Estas modificaciones son casi constantes, además se producen pérdidas de los elementos más volátiles, que dependen estrechamente de la temperatura alcanzada en el horno.

Pérdidas: El yodo (indicios) desaparece siempre.

Los cloruros alcalinos permanecen fijos hasta 550°, por encima de esta temperatura, las pérdidas son sensibles.

Fósforo, hay pérdidas en el rojo vivo.

Modificaciones principales: Los citratos se destruyen completamente.

Se forman carbonatos por acción del CO<sub>2</sub> (procedente de la combustión de las materias orgánicas) sobre las bases.

Se forman también fosfatos y sulfatos, con el fósforo y azufre incluidos en las moléculas proteicas.

Las sales de la leche son los cloruros, fosfatos y citratos de potasio, sodio, calcio y magnesio.

Estas influyen en la estabilidad al calor de la leche, en la estabilidad a la acción del alcohol. La coagulación de la leche por la renina impide el aglutinamiento de los glóbulos grasos en la homogenización. Potasio, sodio y cloro están completamente en solución y probablemente ionizados. Fosfatos, calcio, magnesio y ácido cítrico están en solución y en suspensión.

La cantidad de sales y cenizas varía con los siguientes factores: raza, alimentación, estado de lactación del animal, condiciones climatológicas y enfermedades del animal.

La leche contiene normalmente otros ácidos orgánicos en pequeñas cantidades como el ácido neuramínico, ácidos grasos libres y los aminoácidos libres, ácidos alifáticos de bajo peso molecular especialmente ácidos fórmico, acético y láctico en proporciones aproximadas al 0.040, 0.038, 0.055% respectivamente.

TRAZAS DE ELEMENTOS.- Estan formadas por un gran número de elementos los cuales están usualmente medidos en ppm  $\delta$   $\mu$ g/litro. No obstante las pequeñas cantidades que se encuentran en la leche, éstas poseen marcadas cualidades fisiológicas y nutricionales. Entre estos tenemos cobalto, cobre, yodo, fierro, manganeso níquel, zinc, etc., el cobalto forma el centro de la molécula de la vitamina B<sub>12</sub> por lo cual es importante en la nutrición animal.

El cobre posee efectos catalíticos en el desarrollo del sabor oxidado en la leche. Este es un constituyente normal presente en cantidades de 100 a 200  $\mu$ g/litro, pero ésta cantidad puede incrementar se durante el proceso y almacenaje en recipientes de este metal. El cobre es esencial para la formación de hemoglobina. El yodo tiene solamente una función fisiológica conocida como un constituyente de la tiroxina, la hormona secretada por la glándula tiroide.

El contenido de yodo en la leche es de 70  $\mu$ g/litro. El molibdeno es una parte componente de la enzima xantina-oxidasa. El zinc es el que se encuentra en mayor cantidad en la leche, un valor promedio es 3,500  $\mu$ g/litro, estando presente en la enzima anhidrasa-carbónica y es un esencial y necesario nutriente de los animales.

ELEMENTOS RADIOACTIVOS.- La leche se considera como un "integrador" de la contaminación radioactiva. Es más fácil encontrar los radioelementos en la leche de los herbívoros que en las muestras vegetales. Teniendo en cuenta las poluciones generales del suelo, se investigan -

actualmente datos precisos sobre el contenido de la leche en Cesio -- ( $^{137}\text{Cs}$ ) y Estroncio ( $^{90}\text{Sr}$ ) para los "radionucleidos" de larga vida y en Estroncio ( $^{89}\text{Sr}$ ) y yodo ( $^{131}\text{I}$ ) así como para los de vida media y corta.

GASES.-- Tras el ordeño, la leche puede contener hasta un 8% en volumen de gas, del cual el 6.5% es carbónico. Esta cantidad se reduce en contacto con la atmósfera, la proporción de  $\text{CO}_2$  disminuye (hasta el -- 4%), pero la de los gases del aire, nitrógeno y oxígeno, se eleva sensiblemente ( $\text{O}_2$ : 0.5%,  $\text{N}_2$ : 1.3%), éste equilibrio corresponde a la solubilidad de  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$  en el agua.

Una parte del  $\text{CO}_2$  se equilibra en forma de bicarbonato, que puede existir en los complejos no iónicos con el calcio.

El contenido en oxígeno, que es un elemento perjudicial en -- lo que a las grasas y vitaminas se refiere, puede rebajarse a valores despreciables combinando el calor con el vacío.

El ácido sulfhídrico y otros derivados sulfonados volátiles, se encuentran presentes en la leche calentada, como consecuencia de la descomposición de las proteínas solubles; son responsables del "sabor a cocido".

ENZIMAS.-- La leche contiene varias enzimas, las cuales se encuen--- tran concentradas en la membrana superficial de los glóbulos grasos y son arrastrados por la crema (reductasa aldehídica, fosfatasa), otras precipitan con la caseína a pH 4.6 (proteasa, catalasa, etc.).

Es difícil determinar su origen, ya que se encuentran existentes en numerosas células y especialmente en los leucocitos de la -- sangre, que emigran a través del tejido mamario, por lo que, se les -- puede considerar, por lo tanto como productos de excreción y además -- las bacterias que frecuentemente se encuentran en la leche, producen -- enzimas del mismo tipo.

La cantidad de éstas enzimas en la leche es escasa, pero su

actividad como catalizadores bioquímicos es tal que provocan importantes modificaciones a muy baja concentración. Esta actividad depende estrechamente del pH y la temperatura, la elevación de ésta última provoca su destrucción que en general, es rápida por encima de los 70°C.

La importancia de las enzimas de la leche deriva de cinco -- propiedades principales:

- 1.- Algunas son factores de degradación que tienen importancia tecnológica, tales son la lipasa; factor de la rancidez, la proteasa que provoca la hidrólisis de caseína, etc.
- 2.- Su sensibilidad al calor permite el control de la pasteurización.
- 3.- La cantidad de enzimas depende, para algunos, del número de leucocitos ó bacterias que se encuentran en la leche, de ésta manera -- se pueden obtener datos sobre la calidad higiénica de la leche.
- 4.- El contenido de enzimas no es el mismo para todas las leches, esto nos sirve para distinguirlas.
- 5.- Algunas enzimas tienen actividad bactericida y constituyen por -- ello una protección desde luego limitada de la leche; es el caso de la lactoperoxidasa y la lisozima.

Lactoperoxidasa.-- Es una enzima de oxidación indirecta porque libera oxígeno de los peróxidos como el agua oxigenada u otras sustancias. Se trata a la vez de una hemoproteína que contiene un átomo de hierro por molécula, cuyo peso es de 85,000. Resiste relativamente bien el calentamiento, pues es preciso mantener a los 75° durante 30 minutos -- ó los 80° durante 30 segundos para conseguir su destrucción, su pH óptimo es de 6.8.

Reductasa Aldehídica.-- Se trata de la enzima de Schardinger que es idéntica a la xantina-oxidasa, la cual da lugar a varias reacciones de oxido-reducción. La xantina-oxidasa tiene su punto isoeléctrico a pH 6.2, su peso molecular es de 74,000. Se destruye por calentamiento a 80° durante 10 segundos. Se encuentra fuertemente asociada a la membrana protectora de los glóbulos grasos, la leche desnatada presenta

una débil capacidad de reducción.

Catalasa.- Esta enzima descompone el agua oxigenada en oxígeno molecular que se libera cuando aumenta el contenido de la leche en leucocitos ó en bacterias, se sigue invariablemente una elevación del contenido en catalasa, ésta enzima nos puede dar una apreciación directa de la calidad higiénica de la leche, no obstante es preciso tener en cuenta la raza, la alimentación y el momento del ordeño ya que varían normalmente.

El método para hacer ésta prueba es un gasómetro especial, - concebido para medir la cantidad de oxígeno liberado a partir de un pequeño volumen de leche al que se le añade agua oxigenada.

La actividad catalásica precipita junto con la caseína, pero también se encuentra concentrada en la crema.

El máximo de actividad se encuentra en medio neutro hacia pH 6.8 - 7.0, la actividad desaparece por calentamiento a 65° durante 30 minutos.

Lipasas.- Es una enzima que hidroliza los glicéridos en glicerol y ácidos grasos, por lo tanto es un factor de rancidez.

La lipasa de la leche se parece a la lipasa pancreática. Una acidez elevada la inhibe fuertemente lo mismo que los metales pesados, los fluoruros y el agua oxigenada. Es una enzima muy sensible al calor y por encima de los 60°, su destrucción es ya rápida (65°/2 min; - 70°/15 seg; 78°/1 seg.).

En la leche se encuentra acompañada de las lipasas bacterianas, que pueden ser más resistentes al calor. La luz solar destruye rápidamente la lipasa de la leche.

Las lipasas están ligadas fuertemente a la caseína de la leche, por lo tanto, se les puede extraer de la cuajada mediante diversas soluciones reguladoras.

Fosfatasa.- La leche contiene dos enzimas que hidrolizan a los esteres fosfóricos.

Fosfatasa alcalina, con un máximo de actividad hacia pH 8.

Fosfatasa ácida, con un máximo de actividad hacia pH 4.

- a) La fosfatasa alcalina es la más importante en razón de su sensibilidad al calor, que sirve de base a una prueba analítica importante. Se trata de una metalo-proteína que contiene zinc y está ligada a la materia grasa. Constituye una parte importante de la capa absorbida sobre los glóbulos grasos.

La resistencia al calor de ésta enzima es ligeramente superior a la de las bacterias patógenas que pueden existir en la leche, por éste motivo es posible efectuar el control de la pasteurización.

- b) Fosfatasa ácida, ésta se encuentra en bajas concentraciones, es inestable cuando se expone a la luz solar o luz ultravioleta, pero es muy resistente al calor, la cual requiere de 5 minutos a 96° para su completa destrucción.

Proteasa.- Esta se encuentra en la leche y lo más probable que no proceda de las bacterias. Es de la naturaleza de la tripsina y degrada las proteínas más allá del estado de peptonas, el pH óptimo es 9.2. Se le ha llamado "galactosa" de Babcock y Russel ó proteasa de Warner.

Casi toda la actividad proteolítica se haya ligada a la caseína y precipita a pH 4.6. Para eliminar enteramente toda esta enzima es preciso calentar a 80° durante 10 minutos.

Amilasa.- Es la enzima más constante, en proporción, en la leche; - las cuales catalizan la hidrólisis de dextrina o maltosa.

Existen dos tipos, la alfa amilasa y la beta amilasa; la primera dextriniza el almidón y la segunda lo sacarifica.

El pH óptimo es de 6.0 a 30°C. Un calentamiento de una hora

a 60° 6 de 30 minutos a 65° la destruye.

Aldolasa.- Es una enzima del músculo que actúa sobre la fructuosa - 1.6 difosfato, es inestable en la leche, la manera de eliminarla es -- por calentamiento a 45°C por 20 minutos.

Lactasa.- Es una enzima hidrolizante de la lactosa en glucosa + galactosa.

SUBSTANCIAS NITROGENADAS NO PROTEICAS.- El total de nitrógeno no proteico es reportado como 25 a 30 mg. por 100 ml. de leche. Esta cantidad constituye 5-6% del nitrógeno total de la leche.

T A B L A 2

<u>NITROGENO NO PROTEICO DE LECHE DE VACA EN MG. POR 100 ML. DE LECHE</u>	
<u>Componente</u>	<u>mg/100 ml.</u>
Total de nitrógeno no proteico	23.8
Nitrógeno del amoníaco	0.67
Nitrógeno de la urea	8.38
Createnina	0.49
Creatina	3.93
Acido urico	2.28
Nitrógeno del alfa amino	3.74
Nitrógeno de otros*	8.81

\*En estos estan el ácido hipúrico 5.1 mg. por 100 ml. de leche descremada; ácido orótico 5.10 mg. por 100 ml. de leche; indican, - 0.124 mg. por 100 ml. de leche y los compuestos identificados por Schwartz y Pallansch, fosfogliceroetanolamina, orto-fosfoetanolamina y fenil-acetilglutamina.

SUBSTANCIAS SABORIZANTES.- Entre los principales componentes de la leche, la lactosa y los cloruros son los que tienen los sabores más -- característicos, dulce y salado, pero no hay que omitir los componen-- tes menores, de sabor fuerte, como la lecitina, otros soportan compues-- tos carbonilos como el acetaldehido, acetona y formaldehido y sulfuro de metilo. Las proteínas son insipidas, sin embargo su papel es impor-- tante, ya que forman una masa que atenúa y equilibra los sabores.

FOSFOLIPIDOS.- Lecitina, cefalina y esfingomielina, estan presentes en la leche y son conocidas colectivamente como fosfatidos y fosfolipi-- dos, ellos están asociados con sustancias grasas, contienen fósforo y nitrógeno, están asociados con la proteína de la leche y son facilmen-- te oxidadas, trazos de cerebrosidos que se encuentran en la leche es-- tán usualmente incluidos con los fosfatidos.

La lecitina es un excelente agente emulsionante; en la leche contribuye a hacer más estable la suspensión de la materia grasa, es -- uno de los componentes de la película adsorbida en la superficie de -- los glóbulos grasos.

La lecitina posee un grupo ácido OH libre y un grupo nitroge-- nado básico, se puede combinar con sustancias ácidas ó básicas diver-- sas.

ESTEROLES.- El esteroles que predomina en la leche es el colesterol, pequeñas cantidades de lanosterol y vitamina D están presentes, la -- cantidad de colesterol en leche han sido reportadas de ser 120, 127, -- 110 y 140 ppm., se sabe además que la cantidad de colesterol varía pro-- porcionalmente a la grasa pero esto no quiere decir que todo el coles-- terol esté asociado con la grasa, si no que hay un 18% asociado con -- las proteínas.

OTROS CARBOHIDRATOS.- La lactosa no es el único carbohidrato que se encuentra en la leche. La glucosa y galactosa han sido encontrados -- también en leches recién ordeñadas, las pruebas indican su contenido -- de glucosa de cerca de 7 mg. por 100 ml. de leche y aproximadamente 2 mg. por 100 ml. leche en galactosa.

VITAMINAS.- Existen 2 grandes grupos de vitaminas que contiene la -  
leche. (ver tabla 3)

T A B L A 3

<u>LAS VITAMINAS EN LECHE FRESCA</u>	
	<u>mg/100 ml.</u>
Vitamina A	0.034
Carotenoides	0.038
Vitamina D (U.S.P. units/100 ml.)	2.36
Vitamina E	0.06
Vitamina K (Dam-Glavind units/100 ml.)	100.0
Acido Ascórbico	1.6
Biotina total	0.0035
Colina	13.0
Colina libre	4.0
Acido Fólico	0.00023
Inositol total	13.0
Inositol libre	6.0
Acido nicotínico	0.085
Acido pantoténico	0.350
Piridoxina	0.048
Riboflavina total	0.157
Tiamina total	0.042
Tiamina libre	0.023
Vitamina B 12	0.00056

a) Vitaminas Liposolubles.- (A. D. y E.) Van asociadas a la materia grasa por ésta razón se encuentran en la crema y en la mantequilla, su contenido se debe a la influencia de factores exógenos: alimentación y radiaciones solares, por lo tanto es muy variable.

b) Vitaminas Hidrosolubles.- (B, B<sub>2</sub>, C, etc.) Se encuentran en la fase acuosa: leche desnatada ó lactosuero, estas varían poco debido a que no dependen de las influencias exteriores.

La vitamina B se debe su presencia a la biosíntesis de las bacterias del rumen.

#### PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS.-

Algunas propiedades físicas dependen del total de los componentes; densidad, tensión superficial y calor específico, otras dependen de las sustancias disueltas; índice de refracción y punto de congelación; en fin, hay otras que sólo dependen de los iones; pH (reacción iónica) y conductibilidad, o de sustancias reductoras, potencial Redox.

DENSIDAD.- La densidad de la leche no es un valor constante por estar determinada por dos factores opuestos y variables.

- 1.- Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos); la densidad varía proporcionalmente a esta concentración.
- 2.- Proporción de materia grasa, teniendo ésta una densidad inferior a 1, (ver tabla 4) la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido graso, por lo tanto, la leche descremada es más pesada que la leche entera.

T A B L A 4

<u>Componentes</u>	<u>Densidad</u>
Agua	1.000
Grasa	0.930
Lactosa	1.666
Proteínas	1.346
Minerales	5,500
Sólidos no grasos	1.616

La densidad varía entre 1.025 y 1.035, aceptándose como valor promedio 1.030. La densidad de la leche descremada se eleva por encima de 1.035. La adición de agua a la leche (aguado), disminuye evidentemente su densidad. Una leche a la vez descremada y aguada puede tener una densidad normal; por tal motivo, la medida de la densidad no puede revelar el fraude por si sola.

La densidad varía con la temperatura; en general se mide a 15°C. A temperaturas diferentes es necesario usar una corrección.

Debido a la naturaleza compleja de la grasa de la leche y que tarda cierto tiempo en alcanzar un estado de equilibrio en cuanto a su estado físico o de solidificación, es recomendable calentar la leche a 40°C y luego enfriarla a la temperatura que se hará la lectura a fin de mantener la grasa siempre en las mismas condiciones; pero además existe otra causa ya que se comprueba el mismo fenómeno en la leche descremada, esta se encuentra en las variaciones de la cantidad de agua ligada a las proteínas, este fenómeno se conoce con el nombre de "efecto Recknagel".

VISCOSIDAD.- La viscosidad de la leche se refiere a la resistencia que opone al fluir. La viscosidad tiene una relación inversa con la temperatura y depende de la composición del líquido, del estado físico de las sustancias coloidales dispersas incluyendo la grasa. La viscosidad de la leche y de sus productos interesa desde el punto de vista de la ingeniería para los cálculos de bombas, pero también interesa a la industria para la comercialización. Generalmente se asocia la viscosidad de la crema con su riqueza en materia grasa, la cual esta dada fundamentalmente por el grado de agregación de los glóbulos grasos y estos a su vez dependen del estado físico de la grasa y de la presencia de un factor proteico llamado aglutinina. Toda modificación o alteración que actúe sobre la grasa o las proteínas tendrá un efecto sobre la viscosidad:

1.- La homogenización aumenta la viscosidad de la leche; el factor de multiplicación está comprendido entre 1.2 y 1.4.

- 2.- Leches calentadas a temperaturas superiores a las usadas en pasteurización, por ejemplo, 75-80°C durante 30 minutos producen un aumento de la viscosidad debido a que se aumenta el agua de hidratación de la caseína.
- 3.- La contaminación de ciertas bacterias aumenta la viscosidad de la leche, especialmente los Streptococcus Lactis.

La viscosidad media a 20°C en Centipoises es:

Agua:	1.006
Leche entera:	2.2
Leche descremada:	1.9

CALOR ESPECIFICO.- Es un valor de gran importancia para la industria láctea. Es un poco mas bajo que el del agua; los valores encontrados corresponden a los que se pueden calcular de acuerdo con la composición de la leche y tomando como cifras las siguientes:

Agua:	1.0
Grasa:	0.5
Lactosa:	0.3
Cenizas:	0.7
Proteínas:	0.5

Es preciso tener en cuenta que la grasa funde hacia los 20-25°C y a este valor es necesario añadir el calor latente de fusión al recalentar la leche.

El calor específico de la leche entera a diferentes temperaturas es:

0°C	0.92
15°C	0.94
40°C	0.93
60°C	0.92

TENSION SUPERFICIAL.-- La presencia de sustancias orgánicas en la leche explica el descenso de su tensión superficial en relación con la del agua pura. La leche es, por lo tanto, un sistema moderadamente activo (valor relativo respecto del agua: 2/3). Una propiedad interesante es que la dilución de la leche, hasta unas 10 veces, no modifica sensiblemente la tensión superficial. Como se sabe las sustancias tensoactivas forman una película en la superficie de los líquidos; en la leche estas sustancias se encuentran en una concentración muy superior a la que se necesita para formar la capa "saturada" de superficie. Estos productos son por una parte la caseína, y un componente de la fracción proteosapeptona, llamado Sigma-proteosa. Las proteínas del lactosuero coagulables por el calor (albumina y globulina) son inactivas.

La materia grasa tiene escaso papel ya que la leche descremada con un 0.2% de materia grasa alcanza una tensión superficial máxima.

Cuando se calienta la leche se produce una evaporación en la superficie; la caseína y la proteasa se concentran, aprisionando la grasa y las materias minerales bajo la forma de una "capa" o "piel". Esta no está compuesta por las proteínas del lactosuero coaguladas, como se creía antes (¡tampoco es, ni mucho menos, crema!).

La tensión superficial de la leche entera a 15°C es: 47-57 - dinas/cm.

PUNTO DE CONGELACION.-- El punto de congelación de la leche es extraordinariamente constante, ya que la sangre y la leche se encuentran en equilibrio osmótico en las células secretoras de la leche de la ubre. Dicho equilibrio es mantenido fundamentalmente por la lactosa y sales de la leche, que son las sustancias que afectarán el punto de congelación. Las proteínas, grasas y sales coloidales no contribuyen apreciablemente a la presión osmótica y en consecuencia tampoco afectan el punto de congelación, ya que estos componentes no están en estado de solución verdadera. El punto de congelación de la leche es inferior al del agua, debido a las sustancias presentes en solución y se acepta como valor promedio -0.540°C.

Se han indicado valores extremos de -0.530 a -0.560. Un --- aumento en el punto de congelación, es decir, aproximación a los 0°C - es relacionado directamente con agregado de agua, ya que significa una dilución de la concentración de las sustancias que se encuentran en - solución verdadera en la leche.

PUNTO DE EBULLICION.- La leche hierve a una temperatura de 100.17°C, ligeramente superior a la del agua a la presión atmosférica a nivel -- del mar. El hecho de que el punto de ebullición disminuye de acuerdo a las disminuciones de la presión a que está sometido el líquido, es - aprovechado en la industria láctea, para realizar la evaporación del agua presente en la leche a temperaturas del orden de los 50-70°C, lo cual permite concentrar la leche sin dañar sus características, así -- como tampoco perjudicar sus componentes.

CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA.- La leche posee una conductibilidad eléc trica de 0.005 Ohms, o expresado en términos de resistencia:

$$\text{Conductibilidad} = \frac{1}{\text{resistencia}}$$

La conductibilidad eléctrica aumenta a medida que aumenta la concentración de iones presentes, y se ha encontrado que entre el 49 y 78% de la conductibilidad eléctrica de la leche se debe a la presencia de ion Cloro. Este hecho relacionado con el aumento de cloruros que - ocurre en los casos de mastitis es la base en las pruebas de conducti- bilidad para hacer determinaciones de mastitis. Por otra parte, el -- efecto térmico que desarrolla la resistencia de un líquido al paso de una corriente eléctrica se ha tratado de aprovechar en los sistemas de pasteurización mediante electricidad, pero no han tenido mucho éxito - debido al excesivo costo y la carbonización de la leche en los electro dos.

pH Y ACIDEZ.- La leche tiene un pH normal de 6.61, ligeramente en - el lado ácido, y que puede variar entre 6.6 y 6.8. Valores de pH más

bajo indican la acción de bacterias acidificantes, que han fermentado la lactosa a ácido láctico y otros compuestos.

Valores de pH más altos que los normales son índice de leches anormales, procedente de vacas con mastitis.

Lo que habitualmente se conoce como acidez de la leche es el resultado de una valoración, expresa la cantidad de álcali que es necesario agregar a la leche para cambiar su pH de 6.6 al pH de 8.4-8.6 en que cambia de color la fenolftaleína. Esta capacidad de combinación con álcalis (NaOH) de la leche fresca está dada por:

Caseína	0.05 - 0.08
Citratos	0.01 - 0.01
CO <sub>2</sub>	0.01 - 0.02
Albúminas	0.01 - 0.01
Fosfato remanente	<u>0.06</u> - <u>0.12</u>
Total de acidez titulable expresada como ácido láctico	
co .....	0.14% 0.24%

Estos valores de acidez constituyen la acidez natural o aparente de la leche, que no se debe a la presencia de ácido láctico, a diferencia de la acidez desarrollada que se debe únicamente a ácido láctico.

La acidez aparente de la leche varía en forma directa con el contenido de los sólidos, y la acidez, desarrolla, varía directamente con el grado de acidificación producido.

Las determinaciones de pH pueden ser mucho más importantes que las determinaciones de acidez titulable para la industria, ya que la acción de enzimas, precipitación de la caseína, gusto ácido, cambio de color de indicadores, están relacionados directamente con valores de pH.

POTENCIAL DE OXIDO-REDUCCION.- La leche fresca normal tiene un po--

tencial "redox" (Eh) positivo entre +0.20 y +0.30 volt. Su determinación se realiza de una manera parecida a la del pH; la diferencia de potencial creado por un electrodo de platino colocado en una solución se mide con referencia a un electrodo de calomelanos tomado como patrón. Un valor positivo (pérdida de electrones por el platino) indica las propiedades oxidantes de la solución; un valor negativo (ganancia de electrones) indica las propiedades reductoras.

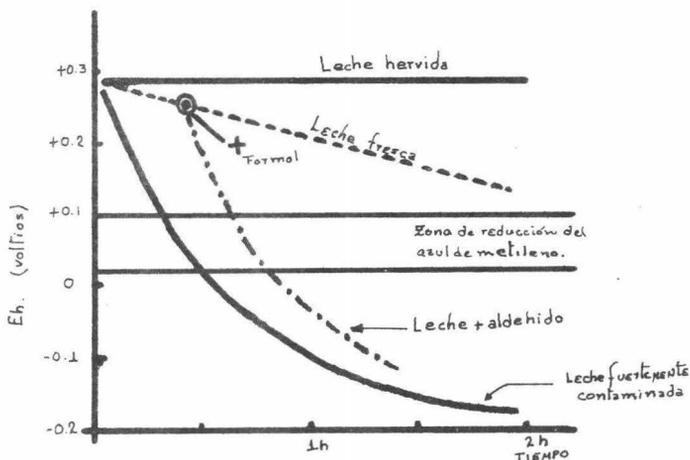
En las propiedades óxido-reductoras de la leche intervienen los factores siguientes:

- 1.- El oxígeno disuelto es responsable, en gran parte, del Eh positivo de la leche fresca cruda; desaireándola mediante burbujeo de nitrógeno, el valor de Eh baja rápidamente a + 0.05 volt.
- 2.- La leche contiene un sistema reductor natural (reductasa aldehídica de Schardinger). No se manifiesta en las condiciones de aerobiosis (presencia de aire); se la pone de manifiesto en atmósfera inerte, mediante la determinación del Eh, o en presencia de un aldehído por reducción de azul de metileno. Se destruye durante el calentamiento hacia 80°C. En la leche hervida el Eh no varía prácticamente en función del tiempo. (figura 1).
- 3.- A temperatura más elevada (zona de esterilización), aparece un nuevo sistema reductor. El descenso de Eh, es paralelo al aumento del sabor a cocido.
- 4.- Varios componentes de la leche influyen sobre los cambios del potencial "redox". Algunos tienen un papel comparable a las soluciones reguladoras de pH; por ejemplo, el ácido ascórbico, con su estructura de reductona, cuyo potencial normal es + 0.06 volt ( a pH 7.0 ).

Las variaciones estacionales en el valor Eh de la leche deben atribuirse, en parte, al contenido en ácido ascórbico. En invierno éste contenido es bajo y el Eh elevado. La riboflavina, la cistina y probablemente la lactosa, forman otros sistemas. La oxidación implica la destrucción de estos sistemas y la formación

de productos con más altos potenciales; como consecuencia el Eh - se eleva.

F I G U R A 1



VARIACION DEL POTENCIAL REDOX EN LA LECHE

- 5.- El cobre es un activo aceptor de electrones; cuando contamina la leche, tiende a elevar el Eh. Es un agente de oxidación de las grasas. La fase inicial es la destrucción del ácido ascórbico.
- 6.- Las bacterias que proliferan en la leche tienen una actividad reductora, como consecuencia de dos fenómenos:
  - a) Desaparición del oxígeno disuelto a causa de la respiración, que provoca un descenso del Eh favorable al sistema reductor natural de la leche.
  - b) Producción de un sistema reductor propio de las bacterias. - La actividad reductora depende del número de bacterias y también de las especies presentes. Algunas son muy activas, como los coliformes (*Escherichia Aereobacter*). Otras influyen poco sobre el potencial Redox, como las bacterias termorresistentes y las esporuladas (flora de las leches calentadas).

- 7.- El pH influye sobre el Eh; frecuentemente las sustancias reductoras existen en estado de aniones que pueden aceptar  $H^+$  y de esta manera no contribuir mucho al valor de Eh. Cuando el pH cambia, se debe corregir el valor de Eh.
- 8.- Los leucocitos tienen una débil acción reductora en la leche normal.

INDICE DE REFRACCION.- El índice de refracción de la leche varía entre 1.3440 y 1.3485, que es ligeramente superior al del agua 1.33299. El índice de refracción mide el cambio de dirección de un rayo de luz al pasar de un medio a otro. La refracción de la luz en una solución depende de las especies moleculares presentes y de sus concentraciones, siendo la refracción total la suma de las refracciones individuales -- producidas por los constituyentes de la solución.

T A B L A 5

<u>ABSORCION DE LAS RADIACIONES</u>		
<u>Longitud de onda</u>	<u>Causa de la absorción</u>	<u>Componentes de la Leche. (1)</u>
Hacia 200 $m\mu$	Enlace peptídico (CONH)	Proteínas
Hacia 280 $m\mu$	Estructura cíclica (amino-ácidos aromáticos)	Proteínas
Hacia 5,800 $m\mu$	Grupo carbonilo de los glicéridos (-CO)	Materia Grasa
Hacia 6,300 $m\mu$	Agua	
Hacia 6,500 $m\mu$	Enlace peptídico	Proteínas
Hacia 9,600 $m\mu$	Grupo hidroxilo (-OH-)	Lactosa

(1) Con Influencia Dominante.

TRANSMISION DE LA LUZ.- La leche no representa una absorción característica en la parte del espectro que corresponde a la luz visible -- (ver tabla 5), es decir para longitudes de onda entre 400 y 700 m $\mu$ ; - es un líquido no coloreado, cuyos pigmentos se encuentran en muy baja concentración para que puedan intervenir. Por el contrario, la leche contiene sustancias orgánicas que son la causa de bandas de absorción características por debajo de 300 m $\mu$  (zona de los ultravioleta) y por encima de los 750 m $\mu$  (zona de los infrarrojos).

PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS.-

COLOR.- La leche es un líquido opalescente que parece blanco si el espesor es suficiente. Este aspecto característico resulta principalmente de la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de calcio. Los glóbulos grasos dispersan igualmente la luz, pero intervienen poco en la opalescencia blanca, ya que su dimensión es muy superior a la longitud de onda media de la luz solar.

La leche contiene dos pigmentos como ya se mencione cuando - se hablo de los componentes de la leche:

- a) El caroteno, colorante amarillo, que existe en dos formas  $\alpha$  y  $\beta$ . Colorea la fase grasa. La leche entera rica en crema presenta una ligera coloración cuando los forrajes contienen una cantidad considerable de caroteno, como ocurre con la hierba verde, sobre todo en primavera. Y esto se debe a que, por su alto grado de insaturación es un cuerpo facilmente oxidable. La ausencia de este pigmento en la leche desnatada la hace aparecer de un tono blanco azulado.
- b) La riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) es un pigmento amarillo verdoso ---- fluorescente, que no se pone de manifiesto más que en el lactosuero.

Cuando una leche no es perfecta, o sea que no casi toda la - totalidad de la casina se encuentra en forma micelar, el líquido -

toma un aspecto grisáceo, más o menos translúcido; en el caso especial del calostro del primer día, así como el de la leche de fuerte retención y de algunas leches patológicas.

En la leche pueden observarse coloraciones accidentales tales como la coloración rosa debida a la presencia de sangre, y otras -diversas debidas a causa de los microorganismos.

En los productos coloreados se han identificado tres microorganismos: el Pseudomonas cyanogenes en las leches en vías de acidificación, que colorea de azul la superficie; el Pseudomonas synxantha que colorea de amarillo la capa de crema y, por último, el Serratia marcescens, que colorea de rojo la leche o la crema.

En las cremas conservadas se ven a veces manchas de color rosado debidas a la levadura Tórula glutinis.

OLOR Y SABOR.- En los últimos años se han realizado progresos notables en la química de los olores y sabores, especialmente gracias a la cromatografía en fase gaseosa. Así se han identificado sustancias rápidas presentes en muy pequeñas cantidades, por ejemplo aldehídos y cetonas insaturados, sin embargo, es preciso considerar que las sensaciones ejercidas por la leche normal ó por las leches de sabor defectuoso no se traducen simplemente y claramente por picos en los diagramas cromatográficos. El sabor es una "respuesta integrada" encontrándose los integradores en la nariz y en la boca.

Entre los principales componentes de la leche, la lactosa y los cloruros son los que tienen los sabores más característicos: dulce y salado, pero no hay que omitir los componentes menores de sabor fuerte como la lecitina. Las proteínas son insípidas; sin embargo, su papel es importante ya que forman una masa que atenúa y equilibra los sabores.

#### Defectos del Sabor:

- 1.- Sabores procedentes de la alimentación.- Aparecen en el ordeño, y tanto más fuertemente, cuanto más reciente haya sido la

distribución de los alimentos; esta influencia de la alimentación se reduce o elimina cuando se distribuye varias horas antes del ordeño.

La velocidad de transmisión varía con el alimento y con su forma. Tras una distribución de alfalfa verde, aparece el sabor al cabo de una hora o dos; tras la ingestión de jugos de alfalfa como bebida, el plazo es de treinta minutos.

Existe también el factor cantidad, como por ejemplo la remolacha, es posible que no aparezca ningún sabor en baja proporción, --- mientras que en una proporción aumentada del mismo alimento en la ración dará un sabor desagradable a la leche.

La estabulación y la alimentación de invierno favorecen la cetosis, con paso de cuerpos cetónicos de la sangre a la leche.

- 2.- Sabores procedentes del ambiente y de los utensilios.- La leche entera tiene una gran capacidad para la absorción de emanaciones diversas.
- 3.- Sabores desarrollados durante la conservación.- Son los más temibles en general; pueden aparecer en las condiciones que permiten una buena conservación de la leche desde el punto de vista bacteriológico, a temperaturas relativamente bajas. Son consecuencias de las reacciones químicas y enzimáticas.
  - a) Sabor rancio.- Está provocado por la hidrólisis de la grasa - bajo la influencia de las lipasas que liberan ácidos grasos de fuerte olor y sabor amargo; el sabor de jabón tiene el mismo origen.
  - b) Sabor oxidado.- Se debe a la oxidación de las grasas (catálisis de los metales) y a ciertas transformaciones en la parte nitrogenada, pero éstas últimas parecen corresponder más al sabor a cartón.

En lo que se refiere a los tratamientos aplicados a la leche, se comprueba una incompatibilidad entre la lipólisis y

La oxidación. Mientras que la homogenización, la agitación a baja temperatura y la refrigeración seguida de un calentamiento, favorecen la aparición del sabor rancio, estos mismos tratamientos protegen, por el contrario, contra la aparición al sabor oxidado.

- c) Sabor "solar".- Se parece a los sabores oxidados, con los cuales se confunde frecuentemente.

4.- Sabores originados por diversos microorganismos.-

- a) Rancidez.- Son diversos los microorganismos que producen lipasas y que pueden ser responsables de la rancidez que aparece en la leche.

Las bacterias lipolíticas comunes (Gram -) se encuentran en los géneros *Pseudomonas* ( *P. Fluorescens*, *P. fragi* ) y *Achromobacter* ( *A. lipolyticum* ); son al mismo tiempo proteolíticas y se las encuentra siempre en las aguas impuras. En la leche y la crema, la rancidez debida a las bacterias se produce a temperaturas bastante bajas ( de 5 a 10°C ) y corriente-mente va precedida por un olor etéreo. Muchos mohos producen lipasas.

Los ácidos grasos liberados son tóxicos para las bacterias e inhiben rápidamente su desarrollo; sin embargo, ciertos microorganismos parecen asimilar estos ácidos, por lo que su acumulación se retrasa.

- b) Sabores diversos.- Son difíciles de diferenciar los sabores procedentes de acciones microbianas.

1.- El sabor a Malta, que puede confundirse con el "sabor a cocido" se encuentra en ocasiones en la leche cruda, y se debe a una variedad de bacteria láctica común, el *S. lactis*, var. *maltigenes*.

2.- Sabores amargos, son debidos a bacterias proteolíticas, especialmente al *S. liquefaciens*, y a veces a levaduras -

como la Tórrula amara. Se han encontrado Actinomyces en las leches de sabor amargo y mohoso.

- 3.- El sabor a patata, se debe al Pseudomonas graveolens, germen que se desarrolla bien a temperaturas bajas. Este sabor persiste tras la pasteurización.
- 4.- El sabor y olor "butíricos", se observan en las cremas -- mantenidas en recipientes bien cerrados, y mas corrientemente en el suero; este efecto se debe a los clostridios.
- 5.- Las bacterias coliformes, se manifiestan en ocasiones por sabores desagradables, difíciles de definir; por ejemplo, el Aerobacter aerogenes se ha considerado como responsables de un sabor a medicamento: los germenos, que en este caso procedían del agua de lavado, son destruidos por la pasteurización.

#### VALOR NUTRITIVO.-

Para abordar el estudio de la leche como alimento, es necesario conocer las nociones esenciales para este fin:

- 1.- Necesidades alimenticias.- Los alimentos deben cubrir necesidades de diferentes tipos:
  - a) La energía necesaria para las necesidades fisiológicas y físicas.
  - b) Mantenimiento del estado de salud, reparación de los tejidos.
  - c) Crecimiento del joven.
  - d) Reproducción.
  - e) Necesidades físicas (satisfacción de los sentidos).

Las necesidades varían con los individuos según su estado. - En los adultos enfermos, las necesidades de los puntos c y d son nulas. En la hembra en gestación o en lactación, los alimentos deben -- permitir el desarrollo del feto o la síntesis de la leche, respectivamente, además de las otras necesidades del adulto. Las necesidades de

energía dependen de la actividad física.

Las necesidades diarias para un tipo dado de individuo sólo pueden valorarse de una manera aproximada. Para el hombre, la mujer y el niño, se han establecido valores en diferentes países, que no siempre son concordantes. En la tabla 6 se reseñan los valores medios.

Las necesidades físicas no pueden valorarse en cifras; pero no deben despreciarse, sobre todo en el hombre. En los países donde los alimentos son muy variados, los hombres comen primero lo que les satisface y no se interesan más que en un segundo término por lo que es conveniente para su salud, por lo tanto, la calidad nutritiva de los alimentos no es lo único a considerar; debe tenerse en cuenta también la "aceptación" o "apetencia".

T A B L A 6

NECESIDADES ALIMENTICIAS DEL HOMBRE Y SU SATISFACCION POR LA LECHE Y -				
<u>LOS PRODUCTOS LACTEOS</u>				
	N I Ñ O		A D U L T O	
	NECESIDADES (+)	1 LITRO DE LECHE APORTA (++)	NECESIDADES (+++)	1 LITRO DE LECHE APORTA (++)
ENERGIA	1,500 cal.	40 %	2,800 cal.	22 %
PROTEINAS	50 g.	70 %	70 g.	45 %
CALCIO	0.8 g.	más de 100	0.8 g.	más de 100
POSFORO	0.8 g.	más de 100	1.0 g.	100 %
HIERRO	10 mg.	10 %	15 mg.	6 %
VITAMINA A	5,000 U.I.	40 %	5,000 U.I.	40 %
VITAMINA D	450 U.I.	5 %		
VITAMINA B <sub>1</sub>	0.7 mg.	60 %	1.5 mg.	30 %
VITAMINA B <sub>2</sub>	1.3 mg.	más de 100	2.5 mg.	60 %
VITAMINA P.P.	9 g.	12 %	15 mg.	8 %
VITAMINA C	50 mg.	40 %	75 mg.	25 %

(+) Necesidades de un niño de 5 años en buen estado de salud.  
 (++) Leche de verano de buena calidad.  
 (+++) Necesidades del adulto en buen estado de salud .

2.- Composición de los alimentos.- Los alimentos usuales del hombre tienen una composición química compleja. En el plano de la nutrición pueden distinguirse seis tipos de componentes:

- a) El agua; como medio de disolución y ligada a ciertas sustancias orgánicas.
- b) Los glúcidos; que contienen C,H, O: azúcares, almidón, celulosa, existen azúcares aminados que contienen N.
- c) Los lípidos o grasas; que contienen C,H,O y a veces P. y N. -- (fosfoaminolípidos).
- d) Los prótidos; que contienen C,H,O,N frecuentemente S y a veces P: aminoácidos, polipéptidos, peptonas, proteínas (materias albuminoideas).
- e) Los alimentos minerales bajo forma de sales libres o ligadas a las sustancias orgánicas.
- f) Las sustancias con actividad biológica: vitaminas, enzimas y a veces hormonas. Se encuentran en pequeñas cantidades.

3.- Utilización de los alimentos.-

- a) Los alimentos energéticos.- Suministran las calorías necesarias. Son sustancias orgánicas de los grupos 2, 3 y 4 citados. El valor energético es igual al poder calórico, y como valores medios se admiten los de 4 calorías por gramo para los glúcidos y prótidos, y de 9 calorías para los lípidos.
- b) Alimentos plásticos.- Son necesarios para la construcción y la reparación de los tejidos. Los prótidos y las sales tienen esta misión; los primeros aportan los aminoácidos, y los segundos los elementos minerales.
- c) Sustancias orgánicas indispensables.- Estas sustancias se encuentran en pequeñas proporciones en los alimentos completos; el organismo no las puede sintetizar a partir de otros componentes. Las necesidades varían con la especie. El hombre precisa de 8 "aminoácidos esenciales" (triptófano, fenilalanina, lisina, treonina, valina, leucina, isoleucina y metionina) y de sustancias de estructuras químicas diversas reuni-

das bajo la denominación de vitaminas; muchas de las cuáles -- son componentes de las enzimas.

VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE.-- Corrientemente se dice, y escribe, -- que "La leche es un alimento perfecto", lo que no deja de ser un calificativo excesivo. Los datos siguientes presentan el problema con más exactitud:

- a) La leche de la madre es un alimento completo para el niño al principio de su existencia.
- b) La leche de una animal lechero es un excelente alimento para el adulto de su misma especie o de otra, pero no puede cubrir todas las necesidades con las cantidades que normalmente se ingieren.
- c) La leche de vaca es un alimento de gran valor para el hombre, al que suministra más substancias alimenticias esenciales que cualquier otro alimento natural, sin embargo, existen factores limitantes. Se sabe, por ejemplo, que la prolongación de un régimen exclusivamente lácteo, tras la primera edad, tiene efectos anémicos (carencia de hierro).

La cobertura de las necesidades energéticas en el adolescente o en el adulto exigiría la ingestión de cantidades excesivas de leche, intolerables para la mayor parte de los individuos, sin embargo, es importante indicar que un litro de leche de vaca aporta 650 calorías y cubre más de la mitad de las necesidades energéticas del niño de 5 años, y más de un cuarto en el caso del adulto, además, es uno de los alimentos más económicos para el hombre, por ejemplo, la leche suministra proteínas de alto valor biológico que son más económicas que las de los huevos y pescados.

La importancia alimenticia de la leche reside principalmente en las proteínas, el calcio y las vitaminas A, B y B<sub>2</sub>.

Aceptación.-- El valor alimenticio no puede equipararse al valor nutritivo, es necesario también tener en cuenta el valor psicosensorial de los alimentos.

Es muy de desear que el consumo de leche aumente en muchos países; pero para que ello pueda producirse es necesario, por una parte, que la leche sea bien considerada por el consumidor, lo que es tarea de educación, y por otra que la desee, es decir que sea apetecible. Aquí es donde interviene la idea de aceptación, o apetencia.

La educación directa y la propaganda pueden dar buenos resultados, provocando el deseo intelectual de consumir leche, pero no pueden crear una apetencia especial. En general la apetencia demostrada por otras bebidas y alimentos no existe para la leche, que hace segregarse una saliva espesa pero refrescante; la forma más apetecible es probablemente la leche pasteurizada y homogenizada, sin hervir, tomada fría.

El poder excitomotor de la leche sobre las secreciones gástricas y pancreáticas es relativamente escaso, por ejemplo, la secreción de pepsina es más fuerte para la carne y el pan que para la leche; también se conoce que la cantidad de enzima específica de la lactosa decrece rápidamente en el intestino cuando se deja de beber leche; por este hecho, un intento para reemprender el consumo de cantidades considerables de leche puede provocar una indigestión.

Intolerancias.- Las intolerancias para las proteínas de la leche existen realmente, ya que el hombre puede formar anticuerpos; son poco conocidas y se ignora la naturaleza de los "alérgenos". En todo caso, estas intolerancias no deben contribuir a desprestigiar la leche, pues muchas de las pretendidas intolerancias se refieren a efectos vesiculares o intestinales.

VALOR NUTRITIVO DE LAS PROTEÍNAS.- Hemos visto que la leche de vaca contiene tres componentes principales en proporciones próximas al 4%, entre ellos las proteínas presentan la mayor importancia desde el punto de vista de la nutrición. El valor alimenticio de una proteína depende de su composición en aminoácidos y de su digestibilidad.

Composición.- La leche contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre adulto; contiene igualmente histina, que parece ser esen-

cial para el crecimiento del niño. Su composición en aminoácidos no está perfectamente equilibrada, ya que el contenido de aminoácidos sulfurados es relativamente escaso. Por el contrario, el contenido de lisina es elevada, lo que explica la eficacia de la leche para suplementar los regímenes ricos en productos de cereales, cuya principal deficiencia es precisamente la lisina. El valor relativo de las proteínas lácteas, expresado en forma de "coeficiente químico" es de 69 (el valor de 100 se atribuye a los prótidos totales del huevo de gallina), - valor cercano al que ha calculado para la carne, como puede verse en la tabla 7. Según los valores dados por la F.A.O., este coeficiente sería de 79 para leche.

Pero es preciso hacer constar que el estudio de la composición química no es suficiente para determinar el valor nutritivo.

T A B L A 7

<u>VALOR ALIMENTICIO DE LOS PROTIDOS</u>					
	<u>Coeficiente Químico.</u>	<u>Factor Limitador</u>	<u>Valor Biológico(+)</u>		<u>C.U.D.</u>
			A	B	
Leche de vaca	69	aminoácidos sulfurados	93	99	95
Carne de vacuno	71	igual	69	100	85
Huevo de Gallina	100	( ninguno )	93		
Cereales	30-50	lisina	67	30 a 50	
Cacahuete		aminoácidos sulfurados			
Pescado		igual		88	98

(+) Estimación comparativa; A, en la rata; B en el hombre.

Digestibilidad.- El estudio de la digestibilidad permite precisar el valor nutritivo de las proteínas de la leche, mediante experimenta-

ción sobre el hombre o sobre los animales. El "coeficiente de utilización digestiva" (C.U.D.) representa la proporción de substancia alimenticia que se ha digerido (absorbida por el intestino), y el "valor biológico (V.B.) la proporción de nitrógeno absorbido que retiene el organismo.

Generalmente se considera que la caseína tiene un valor nutritivo inferior al de las otras proteínas de la leche. La leche humana contiene más de estas últimas que la leche de vaca, motivo que se ha argumentado para explicar la superioridad de la leche humana. En realidad, la inferioridad de la caseína se ha observado sobre el animal, para el que una adición de cistina a la caseína mejora el valor biológico, pero no se ha observado en el hombre.

Efecto como suplemento.- El valor nutritivo de las proteínas de la leche, como el de cualquier otro componente, no puede apreciarse plenamente si se las considera aisladamente. Estas proteínas tienen un efecto suplementario y de ennoblecimiento de las proteínas vegetales, sobre todo la de los cereales, que son pobres en lisina. En la lucha contra la desnutrición emprendida en los países en vías de desarrollo, la leche desnatada en polvo es una arma eficaz, especialmente para combatir el "Kwashiorkor", enfermedad carencial de los niños. Pero las proteínas vegetales y las lácteas deben estar estrechamente asociadas en la ración para lograr su plena eficacia; ingeridas por separado, no se suplementan una a otra.

Las proteínas de la leche, sobre todo bajo forma de producto seco, son la causa esencial del gran valor alimenticio de la leche en el mundo actual. Las vitaminas pueden obtenerse por síntesis, el calcio puede añadirse bajo forma de mineral; pero las proteínas no pueden prepararse en la fábrica.

VALOR NUTRITIVO DE LA LACTOSA.- Como otros hidratos de carbono, la lactosa es una fuente de energía, pero es muy posible que sea algo más.

De hecho no existe ninguna prueba científica de que la lacto

sa sea un azúcar insustituible, pero existen numerosos argumentos en favor del valor nutritivo particular de este azúcar, comparado con los glúcidos comunes. Estos argumentos se deducen de las propiedades de la lactosa.

- 1.- La lactosa atraviesa el estómago sin modificaciones notables, y en el trayecto intestinal permanece durante más tiempo. Por otra parte, las enzimas específicas son relativamente poco abundantes: La lactasa, que la hidroliza en glucosa y galactasa; las galactocinasas, que intervienen en la desmolisis de la galactasa.
- 2.- A causa de su estabilidad, la galactosa es probablemente el glúcido que más fácilmente atraviesa la barrera intestinal. En el animal se ha demostrado su influencia favorable en la asimilación y retención del calcio; por otra parte, se sabe que la galactosa es un componente de los cerebrósidos que forman los tejidos nerviosos y se le ha llamado "glúcido de estructura", suponiéndose que la lactosa tiene una importancia especial en el suministro de este elemento.
- 3.- La lactosa favorece una fermentación de tipo ácido, que según hemos dicho es una de las causas de mejor utilización del calcio; pero esta fermentación tiene también por consecuencia producir condiciones desfavorables para los microorganismos de la putrefacción. Estas propiedades tienen gran importancia en la nutrición de los jóvenes.

#### VALOR NUTRITIVO DE LA MATERIA GRASA. RELACION CON LA ATEROESCLEROSIS.-

Desde el punto de vista energético, la materia grasa de la leche de vaca es su componente más importante, ella sola constituye la mitad del poder calorífico de la leche.

Aunque en pequeñas cantidades, contiene ácidos grasos poliinsaturados no conjugados que son esenciales para el hombre, lo mismo que las vitaminas. Entre los ácidos de este tipo contenidos en la leche, tan sólo el linoleico tendría realmente esta propiedad, según ciertos autores.

La materia grasa de la leche tiene un punto de fusión relati

vamente bajo, hacia los 30°C, que es una característica muy favorable desde el punto de vista de la digestibilidad.

En el aspecto químico, y por comparación con las materias -- grasas de origen vegetal, la materia grasa de la leche contiene colesterol (ausente en los productos vegetales) y es más rico en ácidos grasos saturados (60 a 70%), que en ácidos grasos insaturados.

Estos datos han servido de base a numerosos ataques contra -- la mantequilla y las grasas de origen animal, acusadas de favorecer la aterosclerosis.

De toda la confusión de trabajos sobre los efectos ateróge-- nos de las grasas, no queda más que un punto claro, comer menos grasas, es decir, que más del 35% de calorías de origen lipídico (para el adul to medio, más de 100 gramos de grasa total en las 24 horas), es proba-- blemente perjudicial. El efecto aterógeno de los regímenes demasiados ricos en grasas está probablemente en relación con el hecho de que las grasas aumentan mucho más de lo que se creía, las necesidades de vita-- minas del grupo B (riboflavina, piridoxina, niacina, ácido pantoténi-- co), siendo en sí mismas, "calorías vacías".

VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS MINERALES. -- Como se ha visto que -- las leches de diferentes especies animales contienen numerosos aniones y cationes, además de elementos ligados a la caseína. El fósforo y el calcio se encuentran entre los más abundantes; son también los más úti-- les para la alimentación, ya que pertenecen al grupo de los elementos plásticos, interviniendo principalmente en la osificación. La leche -- de vaca y los productos lácteos son las principales fuentes de calcio y de fósforo de los hombres; especialmente es un buen corrector de las raciones pobres en calcio. El contenido en CaO por cien de alimento -- seco es de 0.03 en la carne de vacuno, de 0.01 en la patata y de 0.065 en el trigo (leche de vaca 1.81). Además, los elementos minerales de la leche se absorben y se retienen mejor que los de los otros alimen-- tos; tal vez como consecuencia de la presencia de cantidades bastante importantes de ácido cítrico.

En el niño alimentado con leche de vaca, hay un exceso de -- aporte de calcio y fósforo, la parte sobrante se excreta.

La relación Ca/P es de 1/3 en la leche de vaca, mientras que estos dos elementos son retenidos por el joven en crecimiento en una -- relación de 1,6 a 1,8. Por otro lado, la leche contiene muy poco mag-- nesio, hierro y yodo, para asegurar una cobertura perfecta de todas -- las necesidades minerales.

SUBSTANCIAS CON ACTIVIDAD BIOLÓGICA.-- A las enzimas contenidas en -- la leche no se concede una especial importancia desde el punto de vis-- ta de la nutrición; sin embargo, el caso de la lisozima puede dejarse -- aparte; esta enzima se encuentra constantemente en la leche humana, pe-- ro no en la de vaca. Es una de las causas de la superioridad de la le-- che humana en la alimentación de los lactantes.

La lisozima facilita la digestión de la caseína y el desarro-- llo en el intestino de un germen beneficioso, el *Lactobacillus bifidus*.

La leche es una fuente importante de varias vitaminas. Te-- niendo en cuenta la composición de las raciones alimenticias, son so-- bre todo las vitaminas A, B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> las que se consideran dentro del va-- lor nutritivo de la leche. Sin embargo, no debe despreciarse el apor-- te de ácido pantoténico, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina D, ya que estos facto-- res no son abundantes en la alimentación habitual del hombre, además -- la proporción de vitamina D, puede aumentarse por irradiación de la le-- che.

Respecto a las vitaminas se plantea el problema de las varia-- ciones naturales de su proporción en la leche de vaca, en relación con la alimentación a base de forrajes. La leche de invierno suele ser po-- bre en vitaminas liposolubles A, D y E.

#### MICROORGANISMOS.--

La microbiología como ciencia ha tenido un crecimiento prodigioso en los últimos cien años, las investigaciones se han dirigido a

estudiar la naturaleza de las bacterias, su composición química y sus variaciones morfológicas y fisiológicas. Con este conocimiento complementario conoceremos mejor el por qué las bacterias realizan las actividades por las cuales han sido reconocidas desde hace años.

Se define a la bacteriología como la rama de la biología que estudia cuatro tipos de microorganismos: bacterias, virus, levaduras y mohos u hongos inferiores.

La bacteriología como ciencia, tiene numerosas divisiones -- con fundamentos biológicos comunes y técnicos también comunes, pero cada rama es característica ya que existen diversos tipos de bacterias. Todas las clasificaciones pueden ser arbitrarias debido a que algunas ramas de la bacteriología son muy netas, en tanto que otras son muy -- confusas, es por eso que para nuestros fines consideraremos las siguientes: bacteriología general, sistemática, lechera, sanitaria y médica.

La bacteriología general, estudia las características generales de las bacterias, es de carácter académico y permite familiarizarse con todo el campo de la microbiología básica, investiga la naturaleza de las bacterias sin tener en cuenta su origen.

La bacteriología sistemática, comprende la clasificación y nomenclatura de las bacterias; es también de valor académico y permite la organización y ordenamiento en el campo bacteriológico.

La bacteriología lechera, comprende el estudio de todas las bacterias, hongos y levaduras hallados en los derivados lácteos, tanto perjudiciales como útiles. Coincide con la bacteriología médica y sanitaria en cuanto al control sanitario de la leche y sus derivados.

La bacteriología sanitaria, aborda los problemas de la contaminación bacteriana presente en el medio ambiente de hombres y animales que influyen sobre la salud, actuando en especial sobre el agua, alimentos y detritas.

Por último, la bacteriología médica, arbitrariamente separada de la bacteriología sanitaria, estudia aquellas bacterias, levaduras y mohos que perjudican la salud del hombre y de los animales.

La bacteriología de la leche tuvo su fundamental desarrollo con los trabajos de Pasteur, Koch, Orla-Jensen, Von Freundereich, --- Storch. En Dinamarca fué Storch el primero en recomendar el uso de --- fermentos lácticos seleccionados en la maduración de cremas, en 1890. Von Freundereich en Suiza, descubrió el papel de las bacterias en la - acidificación láctica; en la maduración del queso en 1896 junto con --- Orla-Jensen en Dinamarca, demostraron que las bacterias de fermenta--- ción propiónica ocasionaban los típicos ojos del queso llamado Emmen--- tal.

**BACTERIAS.-** Aunque no existe ninguna razón especial que impida considerar a las bacterias como representantes de una posición intermedia entre el reino vegetal y animal, en conjunto parece ser más aconseja--- ble clasificarlas en el reino vegetal. Se basa esta apreciación en el hecho de contar las bacterias con membrana celular, que funcionalmente está relacionada con las plantas que permite diferenciarlas de formas animales muy inferiores, como en el caso de los protozoos, que carecen de esta membrana.

**Forma:** Las bacterias presentan una morfología bien característica - que puede ser de cuatro tipos:

- a) Las formas esféricas se denominan cocos.
- b) Los bastones reciben la denominación: bacilos.
- c) Espirales, que se les da el nombre de espirilas o espiroquetas.
- d) Filamentosas, presentan forma alargada, filiforme y algunas ve--- ces ramificadas, se les conoce con el nombre de bacterias fila--- mentosas o trichobacterias.

De estas formas, las más comúnmente encontradas en la leche son los cocos y los bacilos.

Los cocos se pueden presentar reunidos en pares, y entonces reciben el nombre de Diplococos; en pequeñas cadenas o rosarios que se llaman Estreptococos; en racimos como de uvas se les llama Estafi--- lococos; y por último, en agrupaciones en forma de cubos que se les de--- nomina Sarcinas.

Los bacilos a su vez, pueden crecer aislados o en cadenas, o

unidos unos con otros; cuando esto último sucede, se denominan Estreptobacilos, al igual que los espirilos, aunque es más frecuente encontrarlos aislados.

Tamaño: El tamaño de las bacterias, depende fundamentalmente de su forma, en el caso de las esféricas o cocos, oscila en 0.8 y 1.2 micras con casos en que llegan a medir sólo 0.5 micras.

Los bacilos de 0.5 micras hasta 5 micras de largo, por 0.2 - hasta 0.5 micras de ancho.

Las espirilas varían en tamaño, entre 3 a 50 micras, perteneciendo a este grupo algunas de las bacterias de mayor tamaño.

Reproducción.- En condiciones normales la reproducción de las bacterias es un proceso simple, realizándose por bipartición o división binaria. El germen se alarga y ensancha, formándose al centro una nueva pared celular y se producen dos nuevas células que se separan o se mantienen aproximadas según el caso. Puede realizarse con rapidez considerable y en condiciones favorables, algunas bacterias emplean 30 minutos en alcanzar su máximo tamaño y dividirse en dos nuevas individuos; pero como se multiplican en progresión geométrica, esto significa que al cabo de 24 horas un solo microorganismo puede dar origen a 17900000 de descendientes.

#### Fisiología de las bacterias y factores que afectan su desarrollo.-

Para crecer y multiplicarse todas las células vivas requieren alguna forma de energía. Los elementos alimenticios son, por lo tanto, tan esenciales para las bacterias como lo son para cualquier miembro del reino animal o vegetal. Siendo la leche uno de los alimentos más ricos y completos, tanto para humanos como para otros animales, lo es también para las bacterias; sin embargo no es el único factor que determina un buen crecimiento bacteriano, ya que, hay muchos otros factores tales como:

Humedad: Teniendo en cuenta el alto porcentaje de agua que contiene el protoplasma bacteriano es evidente que la humedad es uno de los factores más importantes para el crecimiento óptimo de los microbios; sin embargo, las diversas especies de bacterias responden en distinta forma a la humedad. Los Estreptococos crecen sólo en medios húmedos, en cambio los bacilos tuberculosos prosperan sólo en medios sólidos y --- bastantes secos.

Temperatura: La temperatura es uno de los factores mas importantes en el crecimiento de las bacterias de la leche. Las bacterias crecen de preferencia a una determinada temperatura, la cual se llama óptima, esta exigencia de las bacterias depende también de las enzimas importantes para su vida y de su activación o inactivación por las temperaturas.

El frío no mata las bacterias, pero a bajas temperaturas van disminuyendo sus procesos vitales, mientras mas cerca de cero grados - se encuentra la temperatura, menor es la división celular y la acción microbiana. El calor las destruye, siendo más rápido el calor húmedo que el seco.

Luz: En general las bacterias crecen mejor en ausencia de luz, considerandose que la luz solar especialmente tiene un efecto nocivo sobre el desarrollo bacteriano.

Oxígeno: Las bacterias pueden dividirse entre tres grupos teniendo en cuenta sus relaciones con el oxígeno; el primero de estos se compone de todas aquellas que crecen en presencia de oxígeno libre o dicho de otro modo, emplean el oxígeno como aceptor de hidrógeno tomado de los alimentos en oxidación directa. Este grupo recibe la denominación de aerobio.

El segundo grupo está constituido por aquellas bacterias que crecen en total ausencia de oxígeno, conociendoseles como anaerobias y utilizan otra substancia distinta al oxígeno como aceptora de hidrógeno. Esta substancia tiene que ser reducible, algunas bacterias son capaces de elaborar carbohidratos por este mecanismo, otras proteínas, -

otras nitratos y otras sulfatos. La explicación exacta de ésto no se conoce.

El tercer grupo está formado por aquellas especies de bacterias capaces de crecer en condiciones aerobias y anaerobias, las cuales se denominan anaerobias facultativas o aerobias facultativas.

La posibilidad de crecer o no en presencia de oxígeno se cree derivada de la capacidad de producir catalasa de parte de las bacterias, ya que cuando el oxígeno sirve como aceptor de hidrógeno se forma agua oxigenada que es tóxica para las bacterias. La catalasa desdobra el agua oxigenada en oxígeno y agua, razón por la cual, las bacterias formadoras de catalasa estarán aseguradas en su supervivencia; las no productoras de catalasa solamente podrían crecer en ausencia de oxígeno por esta razón.

Varias especies bacterianas por su parte requieren la presencia de atmósferas enrarecidas con anhídrido carbónico para crecer, como es el caso del género *Brucella*, que crece sólo en presencia de un 10% de este elemento.

La reacción del medio.- Algunas bacterias crecen mejor en medios ligeramente alcalinos, perteneciendo a este grupo la mayor parte de las patógenas. Otras crecen mejor en medios ligeramente ácidos, mostrando en general, poca tolerancia en cuanto a las variaciones del medio.

En los medios en que se produce ácido por fermentación el crecimiento de las bacterias se inhibe y a veces cesa totalmente al aumentar la acidez. También sucede lo mismo en caso del aumento de la alcalinidad que frena el crecimiento a medida que las sustancias nutritivas son modificadas por las bacterias, y transformadas en productos alcalinos.

VIRUS.- Microorganismos infra-microscópicos, demasiado pequeños para que puedan ser visibles al microscopio óptico (menos de 0.2 micras). Son parásitos intracelulares obligados. Están formados por una membra

na proteica que contiene ácido nucleico, su forma de reproducción es - poco conocida. Unos de los virus mas conocidos relacionados con la industria lechera, es el que produce la fiebre aftosa, cuyo diámetro difícilmente llega a medir 0.012 micras.

Bacteriófagos.- Un grupo muy importante en lactología es el de los bacteriófagos, que son virus que atacan a las bacterias especialmente a las empleadas en los cultivos ácido-lácticos como *S. lactis* y *S. thermophilus* y las aromáticas como *S. cremoris*. Los bacteriófagos son muy específicos y casi siempre atacan a un sólo huésped. La infección, dependiendo de su severidad, produce desde "cultivos muertos" hasta -- "cultivos lentos", lo que causa grandes pérdidas a la industria de derivados de leche. Se les encuentra principalmente en los residuos de suero o leche que quedan en los equipos mal lavados, en el piso o en el medio ambiente. Se combaten exclusivamente con medidas higiénicas de limpieza y desinfección.

Rickettsias.- En este grupo no encontramos microorganismos que dañen en sí a la leche o sus derivados, pero su importancia relativa reside en las enfermedades que son transmitidas al hombre a través de la leche. La pasteurización correcta destruye las bacterias.

LEVADURAS.- Las levaduras son generalmente unicelulares, su tamaño varía entre 5 y 10 micras, no tienen mas que una forma de multiplicación asexual: La gemación. Son aerobias y abundantes en la naturaleza, por ejemplo las levaduras de cerveza, las del vino, etc.

En las industrias lácteas tienen importancia *Saccharomyces fragilis*, que se encuentran en bebidas de leches fermentadas como el -- "Kéfir" y el "Kumis". *Torula cremoris* causa serias pérdidas en cremas y mantequillas, a los que les imparten fuerte olor a levadura y las hacen muy espumosas. *Candida mycoderma* es uno de los principales microorganismos que descomponen al "yogurt".

No todas son perjudiciales, algunas como *Candida lipolytica* se utilizan para la producción de quesos azules, como el Roquefort, ya

que producen enzimas que desintegran las grasas.

HONGOS.- Estos microorganismos son mas complejos ya que son multicelulares, sin embargo sus actividades y métodos de cultivo se semejan a los demás grupos, son verdaderos vegetales y se pueden comparar con -- una planta, ya poseen hifas, que hacen veces de raíces; micelio, que -- puede compararse con el follaje y esporas que pueden compararse a los frutos; la reproducción se lleva a cabo mediante las esporas.

La mayor parte de los hongos no crecen rápidamente en la leche, pero sí en sus derivados. Muchos de ellos se usan especialmente para la elaboración de quesos finos, así por ejemplo, el *Penicillium camemberti* es tan indispensable para producir el queso Camembert, como el *P. roqueforti* lo es para el queso Roquefort.

Otros causan malos olores en las cremas y quesos, por ejemplo, *Geotrichium candidum*.

Los hongos del género *Aspergillus* causan manchas negras tanto en cremas como mantequillas.

TIPOS DE BACTERIAS MAS COMUNMENTE ENCONTRADAS EN LA LECHE.- Se pueden distinguir dos grandes categorías de bacterias gracias al método especial de coloración de Gram, las bacterias "Gram +" se caracterizan por mayores exigencias nutritivas y una sensibilidad más elevada a los agentes bactericidas, que las bacterias "Gram -". Estas últimas son, sin embargo, más sensibles que las bacterias "Gram +" a ciertas substancias inhibitoras.

a) Bacterias "Gram +".

- 1.- Bacterias lácticas.- Las bacterias más importantes, en los productos lácteos, tanto por sus actividades bioquímicas como por su número, son aquellas que fermentan la lactosa dando una proporción elevada de ácido láctico en los productos de degradación y que sólo son debilmente proteolíticas.

Pertencen a la familia de las Lactobacteriaceae que se caracterizan porque producen ácido láctico como subproducto de la fermentación de carbohidratos. Se dividen en 2 grupos:

- I Homofermentadoras, las que convierten los carbohidratos en ácido láctico, principalmente, y sólo trazas de otros productos.
- II Heterofermentadoras, las que además de ácido láctico, producen cantidades apreciables de otros ácidos volátiles: etanol, glicerol y bióxido de carbono. Las clasificaciones -- fundadas derivan de los trabajos fundamentales de Orla-Jensen. El Bergey's Manual se ha inspirado en ellos y ha aumentado el cuadro para hacer entrar las especies parasitas que Orla-Jensen no había estudiado; el conjunto constituye la familia de las Lactobacteriaceae.

## 2.- Micrococos y estafilococos.

- I Micrococos. Estas bacterias son en general aerobias (hay algunas variedades anaerobias), no fermentan la glucosa, si no que la degradan de forma oxidante sin provocar más que un débil descenso del pH (mínimo entre 5.0 y 5.5). Los micrococos no son patógenos; están desprovistos de las dos armas habituales de la infección: la coagulasa y la hemolisina.

Los micrococos forman parte de la flora innocua que --contamina la leche y se encuentran frecuentemente después --del ordeño. Por presentar una temperatura óptima bastante elevada (hacia 37°C) y por sus actividades enzimáticas reducidas, tienen poca importancia en lo que se refiere a la --conservación y tratamiento de la leche. Se han aislado micrococos que no atacan a la lactosa. Otras especies tienen una actividad proteolítica limitada y pueden alcalinizar el medio.

Los micrococos influyen sobre el resultado de las pruebas de apreciación de la calidad bacteriológica de la leche

que habitualmente se efectúan a 37°C.

II Estafilococos. Son anaerobios facultativos, que provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso acusado del pH (hacia 4.3 y 4.5), producen acetoina (reacción de Voges-Proskauer positiva), contrariamente a los micrococcos. Este género comprende dos grupos: el más importante es el *Staph. pyogenes*, que comprende bacterias parásitas que poseen una coagulasa y una o varias hemolisinas; se designan también con el término *Staph. aureus* (estafilococo dorado) y *Staph. albus*. Estas bacterias son importantes -- desde el punto de vista de la higiene.

El otro grupo está representado por el *Staph. epiderm*is, que carece de importancia para nosotros.

3.- Bacterias esporuladas (Bacillaceae). -- Son las únicas que -- forman una endoespora, que tiene la importante propiedad de resistir temperaturas elevadas; mientras que las otras bacterias se destruyen generalmente por debajo de 8°C, las esporuladas -- sólo mueren por encima de 100°C.

A pesar de su termorresistencia, debida a las esporas, muchas de estas bacterias son mesófilas, es decir, que se desarrollan a unos 30°C y se inhiben a temperaturas superiores a 45°C. Sin embargo existen especies termófilas, que se desarrollan bien por encima de los 60°C.

Las bacterias esporuladas no se presentan en las leches crudas, por el contrario, son responsables de la alteración de las leches hervidas o insuficientemente esterilizadas. El calentamiento tiene como resultado una selección de estos gérmenes cuando se encuentran inicialmente en cantidades considerables. Las bacterias lácticas las inhiben rápidamente.

4.- Bacterias "Gram +" diversas. -- La leche fresca puede contener muchas bacterias del género *Corynebacterium*: son bastonci-

tos finos, que se presentan en agrupaciones características -- (el típico es el C. Diphtheriae o bacilo diftérico, pero no se encuentran en la leche). Estas bacterias tienen poca importancia práctica por sus actividades poco acusadas y por su temperatura óptima bastante elevada (37°C).

T A B L A 8

<u>CARACTERISTICAS DE LAS ENTEROBACTERIACEAE</u>	
<u>Géneros</u>	<u>Poder Patógeno</u>
<u>1.- Fermentan activamente la lactosa.</u>	
Escherichia	+/- (M)
Cloaca	
Klebsiella	+/- (M-F)
<u>2.- Fermentan lentamente la lactosa.</u>	
Citrobacter	
Arizona	+ (M)
<u>3.- No utilizan la lactosa.</u>	
Salmonella	+ (F)
Shigella	+ (F)
Serratia	
Hafnia	+ (M)
Proteus	?
Providencia	+ (M)
<p>a) Todas las especies producen gas a partir de la glucosa, a excepción de la Shigella y algunas especies de Serratia y Providencia.</p> <p>b) (M) Bacterias moderadamente patógenas. (F) Bacterias fuertemente patógenas. (+/-) Característica variable según la capa.</p> <p>c) Todas las especies son móviles (periféricas), con excepción de la Shigella y Klebsiella.</p>	

b) Bacterias "Gram -".

- 1.- Enterobacterias.- La familia de las Enterobacteriaceae es una de las más grandes y de las más difíciles de subdividir. Para darse una idea de los caracteres principales de los géneros actualmente reconocidos se describen en la tabla 8.

La mayor parte de las enterobacterias son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o la leche puede atribuirse a una contaminación de origen fecal. Muchas de estas tienen una vida libre en el suelo y en las aguas. La Cloaca y Serratia se encuentran en los productos vegetales; estos dos géneros no tienen especies patógenas.

Las enterobacterias suelen ser menos abundantes en la leche que otras bacterias Gram -; sin embargo, tienen una gran importancia desde dos puntos de vista:

Higiénico.- Varias especies de estas familias son responsables de graves enfermedades infecciosas, que pueden adquirir carácter epidémico.

Tecnológico.- La propiedad bioquímica dominante de las enterobacterias es la fermentación de los azúcares con formación de gas (gas carbónico e hidrógeno) y ácido. Algunas especies producen sustancias viscosas o de sabor desagradable.

Esta importancia aumenta por la facultad de desarrollarse a muy diferentes temperaturas (algunas especies se desarrollan de 10°C a 40°C y el Escherichia coli puede crecer hasta a 44°C), y por su resistencia a los antibióticos que se encuentran ocasionalmente en la leche. En estas condiciones las enterobacterias pueden suplantar a las bacterias lácticas e invadir el medio.

El término "bacterias coliformes" se utiliza para designar a las enterobacterias, pertenecientes a los cuatro primeros géneros del cuadro anterior. El recuento de estas bacte---

rias, es uno de los medios más significativos para la apreciación de la calidad higiénica de la leche y de la eficacia del saneamiento a que se le somete.

- 2.- Achromobacteriaceae.- Esta familia comprende bacterias saprófitas, más bien aerobias que no fermentan los azúcares. No coagulan la leche que puede volverse alcalina. Ninguna especie es sospechosa desde el punto de vista higiénico. Aunque no tienen más que actividades enzimáticas limitadas, estas bacterias presentan interés porque forman la parte esencial de la microflora sicrofílica que prolifera en la leche a baja temperatura. Algunas especies producen sustancias viscosas o coloradas (a pesar del nombre de la familia).

Se han definido tres géneros: Alcaligenes, Achromobacter y Flavobacterium.

3.- Bacterias "Gram -" diversas.-

- a) Pseudomonas.- La leche contiene frecuentemente gérmenes pertenecientes a este género, transportados principalmente por las aguas impuras. Forman parte igualmente de la microflora sicrofílica; son nocivos a causa de sus actividades proteolíticas y lipolíticas.
- b) Brucellas.- Bacterias patógenas para el hombre y los animales, agentes causales de la "Brucelosis".

En ocasiones se encuentran en la leche bacterias pertenecientes a familias muy diferentes de las que anteceden. A las Micobacteriaceae pertenece la que tiene mayor importancia higiénica, el "bacilo tuberculoso"; se trata de bacterias que presentan corrientemente un aspecto filamentososo y afinidades con los hongos.

C A P I T U L O   I IP R O C E S O SOBTENCION.-

La leche se forma en las células del epitelio que recubre -- los alveolos de la mama, que los contiene en gran número y agrupados.

En la vaca, existen en realidad cuatro glándulas independientes habitualmente llamadas "cuartos" que no tienen en común más que la envoltura cutánea. La mama se encuentra sostenida de la región pubiana del abdomen mediante ligamentos carentes de elasticidad.

En la mama de la vaca, los alveolos se reúnen en racimos formando los lóbulos; éstos se comunican, por un conducto colector ramificado, con la cisterna (seno galactóforo) situada en la base de la mama. Esta cisterna desemboca en el seno del pezón por un repliegue de la mucosa. El pezón se abre al exterior mediante un canal único delgado, - ocluido por un pequeño esfínter liso. El conjunto forma un reservorio de importante capacidad estimado en unos 8 litros para la totalidad de los cuatro cuartos de una vaca lechera de tipo medio.

La mama se encuentra fuertemente irrigada por dos vastas redes capilares, alimentadas por las arterias púnicas externas. El volumen de sangre que pasa por las ubres es grande, del orden de unos 400 litros de plasma sanguíneo por cada litro de leche. Los sistemas venoso y linfático son muy complejos. Es de notar que algunos tipos de células mononucleares móviles (leucocitos o glóbulos blancos de un sólo núcleo) se infiltran normalmente a través de las paredes de los alveolos y pasan de esta manera a la leche.

De estos sucintos datos se deducen algunas conclusiones importantes:

- 1.- La independencia de cada cuarto hace, que frecuentemente, se comprueben diferencias en la capacidad de producción y en la composi

ción de la leche de unos a otros. Estas diferencias son debidas a infecciones de la mama, que pueden estar localizadas en un sólo cuarto.

- 2.- La existencia de un sistema colector convergente hacia una salida única hace inevitable la difusión de las infecciones a la totalidad del cuarto.
- 3.- El estado del orificio del pezón (meato) reviste también importancia, la "barrera" contra la penetración de los gérmenes puede ser más o menos eficaz. A este respecto, es preciso señalar la diferencia que se aprecia entre la facilidad para el ordeño (el orificio se abre ampliamente) y la protección contra la infección.
- 4.- El enorme aporte sanguíneo que la mama recibe hace que este órgano actúe como emuntorio, de modo que por esta vía pueden eliminarse sustancias diversas, así como bacterias. La infección de la mama puede tener un origen "endógeno" (por los gérmenes aportados por la sangre).
- 5.- La migración leucocitaria de la mama a la leche es un hecho fisiológico; no obstante, el número de células que pasan es reducido. La presencia de numerosos leucocitos, sobre todo polinucleares, tiene un significado patológico.

SECRECIÓN.- La actividad secretora de la mama se encuentra bajo la dependencia de un complejo hormonal lactógeno elaborado por el lóbulo anterior de la hipófisis; la prolactina forma parte de este complejo. Este complejo interviene al final de la desaparición de la foliculina y de la progesterona como consecuencia del parto.

La secreción de la leche tiene lugar en el intervalo entre dos ordeñas, y se detiene cuando la presión en la mama alcanza un determinado valor, que en la vaca es del orden de los 40 mm. de mercurio. La secreción puede producirse a velocidad constante durante unas 16 horas.

EYECCION.- Una hormona del lóbulo posterior de la hipófisis, la --  
 oxitocina, provoca la contracción de las células mioepiteliales que --  
 rodean a los alveolos, y ello da como resultado la expulsión de la le--  
 che hacia los conductos y cisterna, y a la elevación de la presión in--  
 tramamaria.

El ordeño no puede ser completo en ausencia de la oxitocina  
 en la sangre; el vaciado puramente mecánico no extrae más que la le--  
 che de la cisterna y de los canales gruesos. En el caso de la leche  
 de vaca, ésta no representa más que el 30 o 40% del total.

Los estímulos favorables más importantes son proporcionados  
 por el masaje de la mama y provocan una descarga de oxitocina que lle--  
 ga por el flujo sanguíneo a la mama en unos 40 segundos. Su acción --  
 es fugaz; dura como término medio de 5 a 6 minutos.

Los estímulos inhibidores se originan en las situaciones de  
 miedo o susto, y en todas las modificaciones de las manipulaciones --  
 habituales. Puede tratarse de una inhibición de la descarga de oxito--  
 cina (acción de la corteza cerebral) o de la formación de adrenalina;  
 esta substancia provoca una contracción intensa de los vasos mamaros  
 e impide la llegada de la oxitocina a las células mioepiteliales.

SALUD DEL GANADO.- La vaca debe disfrutar de buena salud y sobre --  
 todo tener una mama sana. La mama sana no aporta más que un pequeño  
 número de gérmenes que además tienen poca actividad en la leche. Cum--  
 plir con esto origina una alta producción y garantiza la salud del --  
 consumidor.

Cuando las vacas presentan signo de mala salud o ya estan en  
 tratamiento deben separarse del resto, para evitar contaminaciones. --  
 Las vacas deben limpiarse diariamente, mantener sin pelo sus cuartos  
 traseros, amarrar la cola y desinfectar la ubre con sumo cuidado en --  
 el momento de la ordeña.

Higiene de las ubres.- Esto tiene dos ventajas; primero limpiar --  
 la ubre y segundo con el masaje que se hace en la glándula se promue-

ve la "bajada" de la leche facilitando así una mejor ordeña.

Despunte.- Esto se hace con el fin de eliminar la primera leche -- que se encuentra en la salida del canal, o sea en el esfínter de la ma ma, la cual se encuentra expuesta a las contaminaciones directas del medio ambiente tales como: estiercol, lodo, pastos, agua, etc. El -- despunte consiste en eliminar los 3 o 4 primeros chorros de leche de cada cuarto, es conveniente que éstos se reciban en un tazón especial el cual tiene una superficie negra, a fin de observar si la leche es normal o si por el contrario tiene grumos mamitosos.

HIGIENE DE LOS ORDEÑADORES.- Tanto la limpieza de la vaca, ubre y el despunte deberá llevarlas a cabo una persona en especial y no el - ordeñador; éste debe ser un individuo sano y limpio y poseer una tarjeta de salud expedida por la S.S.A., la cual lo acredita como individuo libre de enfermedades transmisibles.

Antes de proceder la ordeña, si está es manual, los opera--- rios deberán lavarse las manos y desinfectarse con una solución germicida, para evitar una contaminación directa a la leche. Además en este tipo de ordeña no sólo es conveniente lo anterior, sino que deben desinfectarse las manos entre vaca y vaca a fin de evitar la transmisión de infecciones en el ganado, y el producto deberá ser recibido - en una cubeta sanitaria adecuada de A.I., la cual tiene sólo la mitad de la parte superior al descubierto para evitar que caigan a la leche materias extrañas a ésta.

ORDEÑA MECÁNICA.- Desde el punto de vista de la calidad de la le--- che y de la salud del animal, los dos métodos de ordeño a mano o a máquina, dan buenos resultados a condición de que por una parte el ordeñador sea competente y eficaz y por otra que la máquina este bien regulada y perfectamente limpia. La máquina suple la escasez de personal y permite la mejora de la calidad higiénica de la leche, ya que, tiene poco contacto con el medio ambiente.

Pueden distinguirse cuatro tipos de ordeñadoras mecánicas: -

1.- Máquina de simple efecto o de succión cortada, con una

bomba de pistón.

2.- Máquina de doble efecto:

- a) De válvulas con una bomba de pistón.
- b) De pulsador con una bomba de paletas.
- c) De pulsador electrónico, con una bomba de paletas.

La mayor parte de las ordeñadoras son de doble efecto, en principio, tienden a imitar la acción del ternero, haciendo sobre el pezón los efectos de la succión y del masaje.

Cada pezón se introduce en una pezonera de goma que se conecta al cubo del ordeño mediante un tubo, por el que pasa la leche. El cubo del ordeño está en conexión con la canalización de vacío. La pezonera está encerrada en una copa rígida (de A.I.); entre las dos piezas se encuentra un espacio anular sometido alternativamente a la presión atmosférica y al vacío producido por una bomba. En el primer caso, la pared de la pezonera se aplica sobre el pezón, lo que tiene por efecto la interrupción de la succión y de provocar una especie de masaje; en el segundo caso, cuando la depresión es igual en los dos lados de la pared de goma, el pezón está sometido a una succión y mana la leche.

La alternancia de la presión y la depresión en la pezonera se obtiene ya sea por el pulsador, especie de pequeño motor accionado por la depresión, ya sea por la unión directa de la pezonera a una bomba de pistón. La frecuencia de las pulsaciones es regulable, lo mismo que el vacío de la ordeñadora, la bomba esta provista de una válvula de control que mantiene el vacío a un valor fijo, variable según los aparatos (alrededor de 35 cm. de mercurio). Una depresión muy fuerte (40 cm. o más) provoca un flujo de leche demasiado rápido y el vacío se ejerce entonces en el interior del mismo pezón, lo que puede traer consecuencias graves.

Las máquinas con pulsador permiten modificar la cadencia a voluntad. Se ha llamado "pulsador electrónico" a un sistema que permite modificar fácilmente la relación del tiempo de succión con el tiempo de masaje. En el ordeño manual, esta relación es de 50/50; no

obstante, puede resultar ventajoso reducir el tiempo de masaje, así -- en la mayoría de vacas pueden realizarse 60 pulsaciones por minuto -- con la relación 75/25. De este modo se obtiene una evacuación de leche más rápida.

Hay instalaciones fijas o movibles que se adaptan a todas -- las formas de explotación. El cubo de ordeño puede colocarse en el -- suelo o colgado en el cuerpo del animal mediante un cinturón. El cubo suspendido tiene la ventaja de reducir la longitud de los tubos de goma y de suprimir la "araña" (pieza de unión de los ocho tubos), así como de impedir la subida de las pezaneras a lo largo de los pezones, como consecuencia de la creciente tracción ejercida por el cubo; pero es más incómodo para manipular que el cubo colocado en el suelo.

Las instalaciones fijas son especialmente interesantes; se -- suprime el cubo de ordeño y la leche fluye directamente al local que sirve de lechería, por medio de una tubería rígida; un dispositivo -- llamado "releaser" permite recoger la leche en los recipientes, la le -- che no tiene contacto con la atmósfera y su calidad bacteriológica es excelente si la limpieza del material se hace con los debidos cuida-- dos.

#### RECOLECCION DE LA LECHE.-

CONSIDERACIONES GENERALES.- La recolección empieza inmediatamente después de la ordeña y es el conjunto de operaciones efectuadas para recolectar la leche desde los establos hasta la entrega en la planta lechera.

Por las características de su propia composición, la leche -- es un producto perecedero, fácilmente contaminable y muy susceptible a la elevación de temperaturas; por ésto, la recolección constituye -- en todas sus fases una verdadera carrera contra el tiempo y la temperatura, para tratar de evitar su alteración. En realidad, desde el -- momento en que se recibe la leche hasta que se entrega al consumidor, la industria tiene que trabajar con un horario muy bien planeado y -- muy riguroso para conseguir leche de buena calidad sanitaria para el a -- borar productos de primera calidad.

CUIDADOS PARA MANTENER LA CALIDAD DE LA LECHE.— La temperatura de 37°C en que la leche es producida, está cerca del punto óptimo para el desarrollo de microorganismos. Por esto y por lo que se vió en el capítulo I correspondiente a microorganismos, es evidente que el mejor método técnico para lograr mantener por más tiempo la calidad higiénica de la leche, es el de enfriarla durante la fase negativa del desarrollo microbiano. La temperatura crítica es de 10°C, pues sobre ésta, las bacterias se desarrollan a velocidades crecientes según su especie. Por esto se aconseja enfriar la leche a temperaturas inferiores a 10°C en las primeras dos horas después de la ordeña y mantenerla a estas temperaturas de preferencia 4°C hasta el momento de la pasteurización.

Como la duración del poder bacteriostático de la leche es inversamente proporcional a la temperatura, al grado contaminación y al grado de suciedad, cuanto más elevados son estos; más rápido y a más baja temperatura se debe enfriar la leche.

T A B L A 9

<u>DESARROLLO DE LAS BACTERIAS EN LA LECHE A VARIAS TEMPERATURAS</u> <u>(LECHE LIMPIA, RECOGIDA CON CUIDADOS HIGIENICOS)</u>					
<u>Temperatura de Conservación</u>	<u>Recien Ordeñada</u>	<u>24 Horas</u>	<u>48 Horas</u>	<u>72 Horas</u>	<u>96 Horas</u>
4.4°C	4,200	4,100	4,600	8,500	20,000
10.0°C	4,200	14 X 10 <sup>3</sup>	128 X 10 <sup>3</sup>	6 X 10 <sup>6</sup>	39 X 10 <sup>6</sup>
15.6°C	4,200	16 X 10 <sup>5</sup>	33 X 10 <sup>6</sup>	326 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>

De éste cuadro se ve que aún a 4.4°C se verifica desarrollo de bacterias y que el crecimiento se ve favorecido por las altas temperaturas, también se comprueba la importancia de enfriar la leche lo más pronto posible luego de la ordeña. Cuando hay necesidad de conservar la leche por un período superior a 16-18 horas, debe enfriarse lo más cerca posible de 0°C.

RECOLECCION.- En varias zonas del país se encuentran instalados algunos sistemas de recolección que se pueden considerar basados en las técnicas más modernas, pero a la vez todavía se usan en otras áreas - métodos rudimentarios.

Recolección por medio de Botes.- El método de recolección más común y más difundido en nuestro país, es la utilización de botes de 40 a 50 litros. En general, el productor es quien transporta la leche al centro industrial más cercano, pero con frecuencia es la planta -- quien envía el camión en un circuito de establo a establo, a recoger todos los días mañana y tarde los botes llenos, al mismo tiempo que -- va dejando en cada uno los botes vacíos y limpios de la recolección -- anterior. Estos camiones de recolección son generalmente de 3, 4 o 5 toneladas de capacidad y están dotados de una plataforma fuerte y fácilmente lavable; en regiones con temperatura superior a 23°C, estos camiones deben ser recubiertos con techo de lámina con aislante y la suficiente circulación de aire a través del camión, para evitar la -- elevación de la temperatura por exposición al calor exterior. Como -- estos vehículos son sometidos a condiciones arduas de trabajo y obligados a pasar por caminos vecinales, el desgaste es grande y por esto, deben ser muy bien mantenidos constantemente. A pesar de sus incon-- venientes, en muchas zonas por circunstancias económicas, geográficas y por condiciones de producción, este sistema es el único que puede -- adaptarse por el momento.

Este sistema tiene la ventaja de una gran flexibilidad en la capacidad, pero presenta al mismo tiempo algunos inconvenientes:

- 1.- Es generalmente bastante lento.
- 2.- Expone la leche a la acción del calor y del polvo.
- 3.- Determina un alto desgaste de los vehículos.
- 4.- Es poco económico.
- 5.- Utiliza con poca eficiencia el espacio de carga del vehículo, -- porque los botes ocupan mucho espacio y representan una enorme -- carga muerta.
- 6.- El radio de acción del vehículo es limitado por las bajas canti-

dades de la leche recogida por Km., por el tiempo y por la temperatura ambiente en las zonas cálidas.

Recolección en camiones tanques (pipas).- Para transportar cantidades superiores a 4,000 lts. es más económico utilizar camiones tanques. Hay una economía muy grande en transportar la leche en tanques, además, de que el costo es menor en las operaciones de carga y descarga, porque éstas se hacen por medio de bombas de aire comprimido y de vacío.

El tanque dura mucho más que los botes. En climas con temperaturas superiores a 25-26°C, la temperatura en el tanque solamente se incrementa 1°C cada 18 horas, mientras que en los botes la temperatura se eleva 1°C cada hora. En nuestro país, el camión es utilizado para llevar leche de los centros de recolección a la planta y recoger leche de los establos de gran producción.

Para que la recolección por camión tanque en los establos, sea eficaz y económica, es necesario que las producciones justifiquen la instalación de tanques de almacenamiento y enfriamiento.

Por otro lado, como hay que mezclar la leche de varios establos, el sistema sólo se puede aplicar en regiones con métodos de producción muy desarrollados de alto nivel técnico, para no correr el riesgo de mezclar leches contaminadas con leches de buena calidad.

Esto hace necesario una clasificación previa de los establos, según su grado y calidad de producción y el camión al recoger la leche actúa como un centro ambulante en que el conductor procede a un examen sumario, mide la leche y recoge muestras (las cuales se analizan en el laboratorio para fines de pago, % grasa, % sólidos, calidad bacteriológica, etc.). El tanque de enfriamiento y almacenamiento en el establo, deben enfriar la leche a 4°C en menos de 3 a 4 horas.

Estos tanques fijos de enfriamiento, cuando son convenientemente dimensionados, permiten almacenar las dos ordeñas, y esto hace posible la recolección una vez al día, lo cual hace este medio mucho más económico, pues cada camión tanque puede efectuar el trabajo de -

dos viajes de camiones de plataforma.

Las capacidades de las pipas varían de 4,000 a 28,000 litros y es recomendable que sean del tipo tractor-remolque, ya que, al haber falla mecánica sólo se cambiaría el tractor.

Otro punto importante es el llenado de las pipas que debe -- ser absoluto o en su defecto tener rompeolas para evitar la agitación y así la formación de mantequilla.

RECEPCION DE LA LECHE.— La recepción de la leche es el conjunto de operaciones por las cuales se recibe, verifica y registra el peso o volumen de la leche en las plantas y estaciones de recepción, se examina y se vacian los recipientes de transporte en el tanque de recibo donde es impulsada por medio de una bomba hacia los tanques de almacenaje, pasando previamente a través de un enfriador y de un filtro o de una clarificadora.

Métodos de recepción.— La recepción por botes puede ser:

- a) Manual: En el sistema manual, los botes con leche se descargan y se colocan sobre la plataforma de recibo (de la planta o estación de recolección) desde donde generalmente siguen el circuito de recibo, para lo cual se les traslada haciendolos rodar en posición inclinada hasta el local de inspección donde luego se vacian en el tanque de recepción, el que puede servir para medir o pesar la leche. A continuación, se deja escurrir y se colocan boca abajo en una lavadora circular, terminado este proceso se tapan de nuevo, a mano, y se suben al vehículo de recolección. Este sistema se usa en pequeñas plantas por su economía.
- b) Mecanizada: En la recepción mecanizada (automática) los botes -- son llevados desde el vehículo al tanque de recepción por una cadena transportadora, ahí son volcados por un mecanismo automático, pasando en seguida a la lavadora de botes donde son lavados y desinfectados perfectamente siguiendo después hasta el andén junto al vehículo.

Ventajas e Inconvenientes de los dos Sistemas.-

- I. El sistema manual presenta el inconveniente de ser:
- a) De baja calidad.
  - b) De provocar pérdidas de leche.
  - c) De determinar un desgaste apreciable de los botes y del piso, originado por el constante rodar de los botes llenos; esto --- puede ser atenuado por medio de pisos de goma especiales.
  - d) De utilizar mucha mano de obra.
  - e) Por otro lado presenta la facilidad de poder utilizar botes de diversos tamaños y modelos.
- II. El sistema mecánico obliga a una tipificación bastante rigurosa - del modelo y del peso de los botes y de las tapas pero es más rápido y más eficiente.

T A B L A 10

<u>CUADRO COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DE RECEPCION</u>	
<u>HORA/HOMBRE EN LOS DISTINTOS SISTEMAS DE RECEPCION CON BOTES</u>	
<u>Recepción:</u>	<u>Capacidad:</u>
Rodando y vaciando los botes a mano	2,000 litros por hora/hombre
Transportador mecánico, vaciando -- los botes a mano.	4,500 litros por hora/hombre
Instalación completa mecanizada.	12,000 litros por hora/hombre

En cualquiera de los dos sistemas es necesario tener un tanque-balanza para pesar la leche, el cual debe:

- 1.- Permitir al operador trabajar al máximo de la capacidad con mínimo de pérdida.
- 2.- Tener la capacidad suficiente para permitir pasar de una sola vez 85-90% la leche enviada por los productores.
- 3.- Estar dotado de una válvula de salida de cierre automático de día

metro suficientemente grande para que el tanque se vacie rápidamente y no se corra el riesgo de pasar y pagar dos veces parte de la misma.

Los tanques de balanza más comunes son de un sólo compartimiento y generalmente tienen una capacidad de 500 litros. Estos tanques son ideales para plantas en que la mayoría de los productores entregan menos de 500 litros y en donde se procesa menos de 50,000 litros.

Para plantas con más de 50,000 litros diarios y en donde los productores entregan más de 500 litros, es más conveniente usar tanques de balanza doble, para permitir vaciar un tanque mientras se llena el otro.

Este tipo doble es también preferible para permitir una selección conveniente en regiones en que parte apreciable de la leche es de inferior calidad bacteriológica.

Recepción de leche directamente de un camión tanque (pipa).— El camión cisterna al llegar es rápidamente vaciado directamente al tanque de almacenamiento por medio de bombas, por aire comprimido o por vacío, después se toman las muestras y se efectúan las pruebas en el laboratorio.

En este tipo de recepción es necesario tener una báscula para determinar la cantidad de leche que entra en la planta, también tiene la ventaja de disminuir en la planta todo el trabajo de vaciar bote por bote, lavar los botes y eliminar gran parte del equipo.

#### ALMACENAMIENTO.—

Es un factor importante para poder lograr un buen manejo de la leche, tiene como función compensar problemas inesperados a nivel de obtención, producción, distribución, etc. En la granja se pueden presentar fallas en la recolección por descompostura mecánica del transporte, encontrándose que es conveniente tener capacidad para al-

macerar la leche por lo menos de dos ordfias; también cualquier retraso de la materia prima ocasionaría procesos intermitentes, los cuales aumentan el costo de producción, esta capacidad de almacenamiento está en función directa de la producción para poder amortiguar los problemas que se presenten en la distribución.

Se encuentran en el mercado diferentes tipos de tanques de almacenamiento que pueden ser cuadrados o rectangulares, los cuales se emplean mucho en tamaños pequeños o bien pueden ser del tipo cilíndrico vertical o cilíndrico horizontal, de diferentes capacidades.

Los tanques verticales necesitan menos espacio de piso y se drenan más limpiamente que los tanques de tipo horizontal; sin embargo, son más difíciles de lavar debido a su altura, aunque en la actualidad esto ya no es problema debido a el lavado a presión por recirculación.

El tanque cilíndrico horizontal, ocupa más espacio y se emplea en plantas pequeñas y de bajo nivel económico, además que existe un ahorro al lavarlo manualmente.

Entre los accesorios que se necesitan para los tanques normalmente, es necesario tener:

- a) Un agitador lateral de tipo mecánico colocado en la parte baja -- del tanque, el cual deberá ajustarse con un sello rotativo de --- construcción sanitaria. En caso de que el tanque sea cilíndrico vertical y de gran capacidad es necesario además de este agitador adaptarle un flujo de aire estéril y seco para provocol una agitación vertical, todo esto es con el fin de obtener primeramente -- que la grasa este distribuida homogeneamente en la leche y aumentar la velocidad de transmisión de calor cuando estos sean de paredes frias. Respecto a la velocidad de la agitación, hay que tener cuidado ya que si ésta es muy rápida se produce mantequilla.
- b) Aislamiento para tener la característica de isotérmico.
- c) Un termómetro para registro de la temperatura en cualquier momento.

- d) Una compuerta del tamaño necesario para que pueda pasar una persona, esta puerta debe abrir hacia adentro, de manera de aminorar - las posibilidades de escape. Las herramientas de la puerta deberán quitarse fácilmente para su debida limpieza.
- e) Una mirilla de observación, la cual está generalmente colocada en la parte superior del tanque y el vidrio, de cerca de seis pulgadas de diámetro, debe tener a un lado una luz eléctrica. Este -- aditamento debe poderse desmontar rápidamente para poder limpiarse debidamente. En caso de que el tanque sea cilíndrico vertical y de gran capacidad deberá tenerse un nivel indicador de volumen.
- f) Dos válvulas, una de descarga y otra de carga que pueden ser manuales o automáticas.
- g) Un control de seguridad que evite una presión excesiva o un vacío excesivo en el tanque.
- h) Una válvula muestreadora para tener constancia de la calidad del producto.

El tiempo de almacenamiento de la leche podría ser prolongado cumpliendo con los requisitos antes mencionados y una refrigeración menor de 10°C, pero debido a la existencia en la leche de las -- bacterias psicrófilas, este tiempo de almacenamiento disminuye en -- función de la cuenta inicial.

Problema de los gérmenes psicrófilos. -- A una temperatura situada -- entre 0 y 5°C, la leche no se encuentra realmente "estabilizada". -- Los gérmenes de la microflora psicrófila, se desarrollan todavía a 2°C, y sus actividades enzimáticas no se detienen. Temperaturas relativamente bajas, entre 5° y 10°C, les son muy favorables; ahora bien, la leche pasa por esta zona de temperaturas en el curso de los enfria-- mientos y manipulaciones a que se la somete.

Desde el punto de vista bioquímico, estos gérmenes no degra-

dan sensiblemente los glúcidos y no producen ácido; por el contrario, suelen ser poco activos en lo que se refiere a la degradación de los lípidos. Algunos gérmenes siccófilos producen una lipasa que tiene la sorprendente propiedad de ser termorresistente, mientras que el germen no lo es en absoluto; esta enzima resiste la pasteurización fuerte. Por otra parte, numerosos gérmenes siccófilos son también proteolíticos. El estudio de la evolución de las substancias nitrogenadas no proteicas en el curso de la conservación de la leche por el frío, revela cambios característicos; en especial, la cantidad de amoníaco aumenta rápidamente.

La consecuencia más perjudicial de la actividad de estos gérmenes es la aparición del sabor rancio (lipolisis), amargo (proteolisis y lipolisis) u otros "impropios" difíciles de definir. En general los defectos aparecen claramente a los tres días.

Tomando en cuenta todos estos factores es recomendable almacenar la leche cruda como máximo tres días, y después de pasteurizada el mismo tiempo para prevenir recontaminaciones por malos lavados de equipo o pasteurización deficiente.

Aún después de haber obtenido higiénicamente la leche es indispensable reducir la velocidad de crecimiento de las bacterias para evitar su descomposición natural. En caso de no efectuar tratamiento alguno, siendo la leche un excelente medio de cultivo para las bacterias, ésta puede transformarse en un vehículo de enfermedades o de intoxicaciones.

Por medio de la refrigeración se evita la proliferación de las bacterias existentes en la leche, y para destruir ó inactivar las bacterias principalmente patógenas, se consigue por ejemplo, con la pasteurización.

Los principales tratamientos a que se somete la leche son: - Filtración, clarificación, pasteurización, deodorización, homogeneización, envasado y refrigeración.

FILTRACION.-

Es una operación complementaria de limpieza que se convierte en innecesaria cuando el ordeño se hace en las debidas condiciones. - Esta operación puede limitar las contaminaciones pero en ningún caso corrige los defectos de un ordeño mal realizado. Tiene como finalidad eliminar las impurezas visibles: pelos, partículas de excrementos, partículas vegetales y polvo, que caen en los recipientes durante el ordeño o que se encuentren ya en ellos, pero desde luego no se pueden remover bacterias ni leucocitos.

El único procedimiento recomendable en la granja es el de hacer pasar la leche por un filtro que lleva un disco de algodón, entre dos discos metálicos perforados; las partes metálicas son preferentemente de Acero Inoxidable o Aluminio. El disco de algodón debe cambiarse frecuentemente, una vez usado se tira; el uso de filtros de tela o gasa tienden a desaparecer; los tamices simples son ineficaces.

CLARIFICACION.-

Este como el anterior es un procedimiento mecánico de depuración de la leche, para lo cual se utiliza la fuerza centrífuga, por medio de un aparato que se llama clarificadora. Dado que la mayor parte de materiales ajenos que caen en la leche, tienen mayor gravedad específica que los constituyentes de ésta, éstos son eliminados por el clarificador. La eficiencia del clarificador es muy alta y el sedimento como "lodo" es una substancia mucilaginosa, viscosa y está formada principalmente de:

- a) Substancias proteicas y partículas de caseína precipitadas.
- b) Suciedad insoluble.
- c) Materiales extraños, tales como: fibrinas, leucocitos, glóbulos rojos de la sangre, fragmentos de células y microorganismos, etc.

El principio de este proceso es que si se obliga a una masa a desviarse de la trayectoria rectilínea que tiende a seguir mediante

una fuerza en dirección al centro de curvatura de su trayectoria, se origina una reacción igual y contraria a la anterior que opone la masa a ella y que viene determinada por la fórmula:

$$F = Mrw^2$$

donde,

F = Fuerza centrífuga.

M = Masa

r = radio de giro.

w = velocidad angular en r.p.m.

La fuerza centrífuga resulta muy útil cuando se precisa aplicar una fuerza superior a la gravedad para lograr la separación de -- dos fases líquidas o una fase sólida de una líquida de diferentes densidades. La acción de ésta equivale a aumentar considerablemente el peso de las partículas, o en términos generales, de las diferentes fases sólidas o líquidas y por tanto a obtener velocidades muy elevadas de separación.

Centrándonos en el caso particular de la leche es interesante recordar la Ley de Stokes, que nos mide la velocidad de desplazamiento de las partículas en un medio de densidad diferente a la leche bajo la influencia de la gravedad.

$$V = \frac{2r^2 (dp - dl) a}{9 \gamma}$$

donde,

$\gamma$  = coeficiente de viscosidad de la leche.

dp = densidad de las partículas.

dl = densidad de la leche.

a = aceleración de la gravedad.

r = diámetro de las partículas.

Estas mismas ecuaciones pueden utilizarse para determinar la velocidad V, de las partículas cuando están sometidas a la acción de un campo centrífugo de una clarificadora, por ejemplo, expresando "a" en función de la aceleración producida por la clarificadora.

$$a = \frac{(2 \pi n)^2 R}{3,600}$$

siendo,

n = número de revoluciones por minuto.

R = distancia de la partícula al eje de rotación, por lo que la Ley de Stokes adquiere la siguiente forma:

$$v = \frac{K (dp - dl) r^2 n^2 R}{\gamma}$$

Para un caso particular de una clarificadora con una velocidad determinada, podremos agrupar las variables n y R con la constante K, con lo que nos quedará:

$$v = \frac{K (dp - dl) r^2}{\gamma}$$

siendo,

K = característica de la centrifuga.

Esta fórmula nos dice que para un mismo aparato la centrifugación depende de tres factores:

- 1.- Del cuadrado del radio de las partículas.
- 2.- De la diferencia de pesos específicos de las partículas y los -- constituyentes de la leche.
- 3.- De la viscosidad de la leche.

En la actualidad existen varios modelos y marcas de clarificadoras desde las más manuales hasta las automáticas, las cuales, cumplen eficientemente los fines para los cuales fueron diseñadas, y su funcionamiento en general es el siguiente:

La leche entra por el tubo alimentador hasta el fondo del tazón en donde es estratificada en la pila de platos, que tienen una separación de 0.63 mm. Esta estratificación en conjunto con la fuerza centrífuga del tazón, resulta un incremento en la eficiencia y una reducción del tiempo de clarificado.

En el tazón, los lodos son proyectados y acumulados en la periferia, y la leche es drenada hacia el exterior. Uno de los inconvenientes que se tenían en la clarificadora manual, era que a determinado tiempo se tenía que desarmar, para eliminar los lodos, ya que de crecía su eficiencia al ser arrastrados por la leche.

Actualmente se cuenta con clarificadoras totalmente automáticas (figura 2), no sólo en su funcionamiento sino en su limpieza -- sin desarmar, ya que, cuenta con un anillo sellador que prensa hacia arriba el trompo deslizante, este sello es accionado por la presión -- hidráulica que hay en el compartimiento inferior, cuando desaparece -- esta fuerza el trompo cae descubriendo los orificios de descarga localizados en la pared externa del mismo, por donde los lodos son arrojados por la acción de la fuerza centrífuga hacia una cubierta colectora anular, construida en el marco de la máquina. Dependiendo del período que estos drenes permanezcan abiertos se efectúa una descarga -- parcial o total del trompo. La descarga parcial puede ser hecha tan rápidamente que sólo se expulsará el contenido de suciedad del espacio recolector. Con esto se mantiene un flujo continuo por la máquina sin que se afecte la operación de otros aparatos, ni se tenga que parar el flujo hacia la clarificadora.

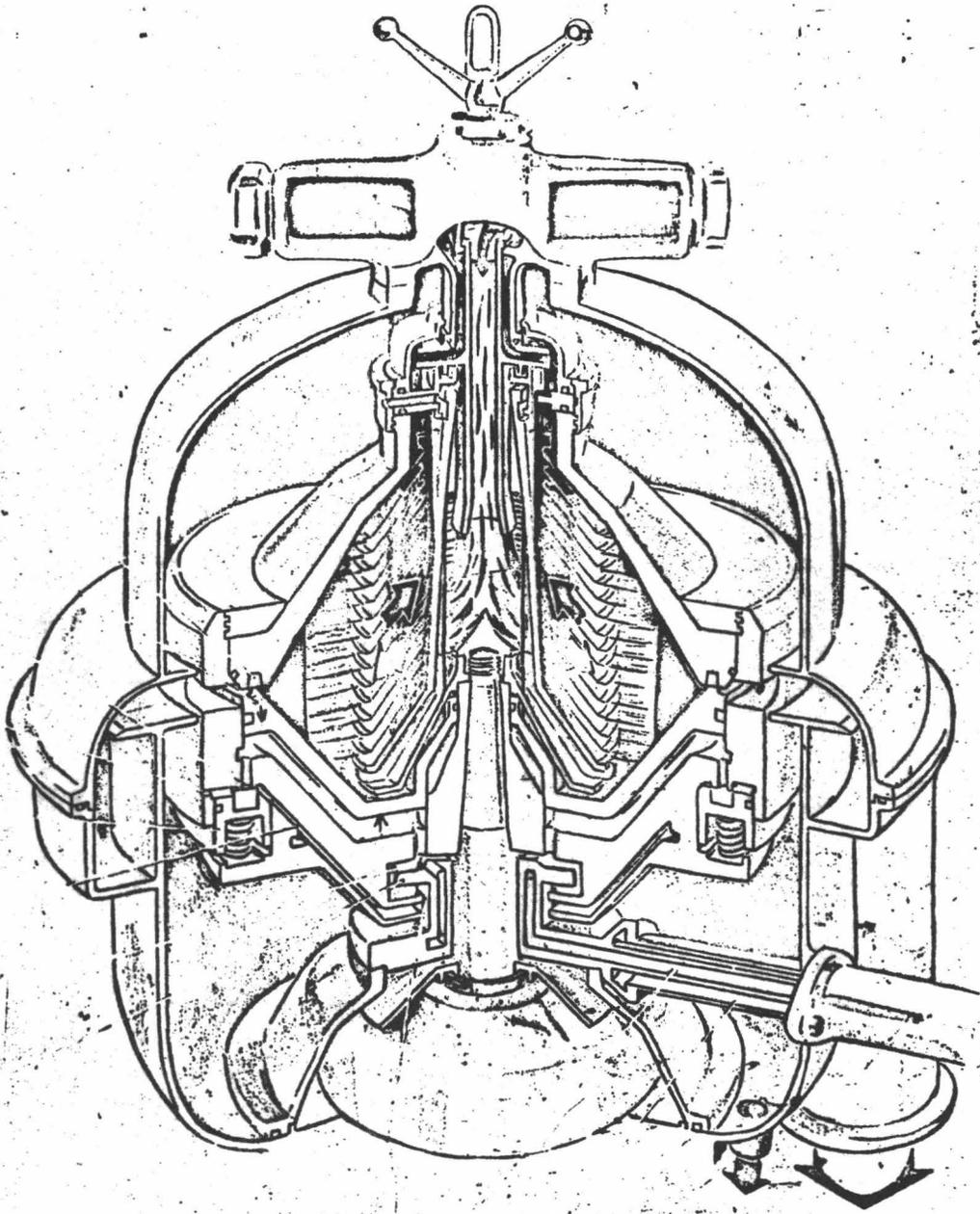
Para hacer la descarga total, los drenes tienen que estar -- abiertos el tiempo necesario para vaciar el contenido del compartimiento del trompo, antes de cerrarlos nuevamente. Para esta operación sí es necesario suspender el flujo de leche a la máquina.

Para efectuar esta operación están equipadas de un programador de tiempo, válvulas solenoides, etc., las cuales se ajustan en -- función de la calidad higiénica de la leche obteniendo un programa de funcionamiento mínimo de la máquina.

La clarificación tiene sus adeptos y sus enemigos; estos últimos claman que destruye en forma considerable la línea de crema y -- que la leche clarificada dá cuentas bacterianas más elevadas, además de que hay que cuidar continuamente que el funcionamiento de la clarificadora sea siempre perfecto, a fin de que el trabajo se realice de modo satisfactorio. En realidad la línea de crema sí se afecta, aunque ligeramente y el grado de destrucción de ésta propiedad depende --

F. I. G. U. R. A 2

VISTA PARCIAL DE UNA CLARIFICADORA



de la temperatura a que se someta la leche al clarificarla. La temperatura más adecuada para clarificar es de 34 a 36°C, en donde el descenso del volumen de crema es casi imperceptible.

Respecto a que la leche clarificada en algunos casos da cuentas bacterianas más altas, si es posible, aunque ésto no quiere decir que el proceso aumente el número total de gérmenes pudiendo ocurrir - que al desintegrarse una partícula grande en otras más pequeñas, al hacerse una siembra en placa, cada subpartícula da origen a una colonia; entonces si puede dar una cuenta de colonias mayor, aunque el número real de gérmenes en la leche sea menor.

#### PASTEURIZACION.-

El calentamiento es lo más importante de los tratamientos a que se somete la leche y los productos lácteos, en las técnicas modernas tiene varias finalidades:

- 1.- Mejora de la calidad higiénica y de la calidad de conservación - por destrucción de bacterias y enzimas.
- 2.- Eliminación del agua: Concentración o desecación de leche, lacto suero, etc.
- 3.- Fines Tecnológicos diversos:
  - a) Cocción de la cuajada, a temperaturas moderadas, en la fabricación de quesos.
  - b) Fusión del queso con sales emulsionantes.
  - c) Preparación del aceite de mantequilla (Butteroil).
  - d) Modificaciones de las propiedades físicas de las leches concentradas, etc.

Conocemos la gran complejidad química y física de la leche y podemos prever que el calentamiento podrá romper en diversos puntos - este equilibrio relativamente frágil. En el cuadro siguiente se resumen los principales efectos del calentamiento sobre los componentes - de la leche.

T A B L A 11

<u>EFFECTOS DEL CALENTAMIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE LA LECHE</u>		
Substancias modificadas	Modificaciones	Principales consecuencias
Lactosa	Descomposición con formación de ácidos orgánicos.	Influencia sobre el crecimiento de las bacterias lácticas. Descenso del pH Substancias extraíbles con éter. Caramelización.
Lactosa + Proteínas	Reacción entre los grupos aldehídicos y amino; productos de condensación coloreados (reacción de Maillard).	Disminución del valor nutritivo de las proteínas (principalmente pérdida de la lisina). Formación de compuestos reductores, descenso del potencial Redox, dificultad para la oxidación de las grasas. Oscurecimiento.
Proteínas solubles (principalmente, $\beta$ -lactoglobulina)	Aparición de grupos SH activos y de compuestos sulfurados libres. Desnaturalización. Inactivación de aglutininas.	"Sabor a cocido". Sistema reductor. Floculación. Dificultades para la formación de la crema.
Proteínas solubles y caseína	Formación de amoníaco. Concentración e insolubilidad en la interfase líquido/aire. Formación de complejos caseína $\alpha + \beta$ -lactoglobulina	Influencia sobre el sabor. Formación de la llamada "capa de la leche". Una de las causas de estabilización por precalentamiento.
Caseína	Degradación de la molécula (defosforilización y ruptura de enlaces peptídicos) acompañada de modificación del estado micelar de la leche.	Floculación de las suspensiones de caseína a alta temperatura. Floculación y gelificación de la leche.

Substancias modificadas	Modificaciones	Principales consecuencias
Materiales minerales	Desplazamiento del --- equilibrio Ca/P soluble $\longrightarrow$ Ca/P insoluble.  Modificación de la capa superficial de las micelas.	Pre calentamiento estabilizador. Insolubilización de las sales de calcio y descenso del pH. Retraso en la coagulación por el cuajo. Influencia sobre la estabilización de las micelas.
Materia grasa	Formación de lactonas (a partir de los ácidos monoenoicos de cadena corta).	Sabor desagradable (en las leches concentradas y en polvo).
Vitaminas	Destrucción: principalmente B <sub>1</sub> y C.	Disminución del valor nutritivo.
Enzimas	Inactivación a temperaturas bastante bajas (60-100°C).	Detención de las actividades enzimáticas, especialmente la lipásica y proteásica. Control de la pasteurización.
Gases	Pérdida de CO <sub>2</sub>	Elevación ligera del pH.

**PRINCIPIOS DE LA PASTEURIZACION.-** Las históricas experiencias de Pasteur, que en 1863 demostraron que el calentamiento del vino, alrededor de 60°C., permitía destruir los gérmenes responsables de sus alteraciones, sin modificar mucho el producto, constituyen el fundamento del método de saneamiento por tratamiento térmico moderado, de este sabio: la pasteurización. Más tarde, se aplicó a diversos productos alimenticios.

Las condiciones de pasteurización deben definirse para cada producto según la composición de la microflora y las propiedades del medio. La definición incluye necesariamente dos valores:

- 1.- La temperatura que debe alcanzarse.

2.- La duración de la exposición a esta temperatura. Dado que se -- busca limitar, al máximo, los riesgos de modificación del producto tratado, se tenderá a la aplicación de temperaturas lo más bajas posibles durante un tiempo también lo más corto posible, te-- niendo en cuenta las condiciones de destrucción de los gérmenes peligrosos más resistentes y de un margen de seguridad.

En el caso de la leche, la pasteurización persigue una doble finalidad:

- a) Destrucción de todos los gérmenes patógenos para el hombre, este es el punto de vista higiénico.
- b) Reducción de la flora banal al nivel más bajo posible, con el -- fin de mejorar la "calidad de conservación"; este es el punto de vista económico y comercial que tiene casi tanta importancia como el primero.

Los principales datos referentes a los efectos del calenta-- miento de la leche, en la zona de temperaturas preconizadas, para la pasteurización, se detallan en la siguiente tabla:

T A B L A 12

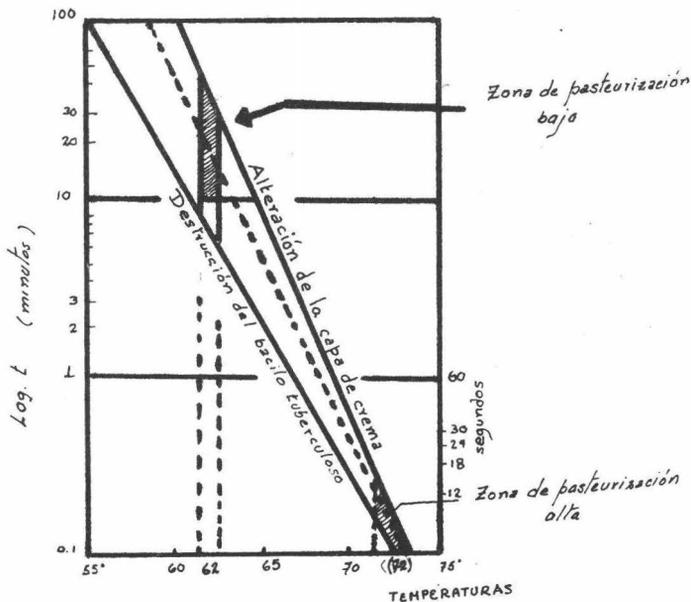
<u>CALENTAMIENTO DE LA LECHE</u>									
<u>(DATOS REFERENTES A LA PASTEURIZACION)</u>									
Destrucción o Inactivación	Temperatura que se debe alcanzar y tiempo de duración								
	Una hora	30 min.	10 min.	5 min.	2 min.	1 min.	30 seg.	15 seg.	5 seg.
M. Tuberculosis.	55,6	57,8	60,6	62,5	65	66,6	68,3	70	72,8
Escherichia coli	59,5	62,2	64,5	65,8	67,6	68,9	70,5	71,7	74,5
Brucella .....		51,7	60		63				
Capa de crema ..	60,6	62,2	64,5	65,8	67,8	69,5	70,5	72,2	74,5
Fosfatasa .....	60,8	62,2	64,5	65,8	67,6	68,9	70,7	71,7	74,2
Peroxidasa .....		72	74	75	77	78	79	80	81

La figura 3, dá una representación gráfica de los efectos --  
térnicos, según los principios:

- 1.- Destrucción de la totalidad de microorganismos.
- 2.- Inactivación de todas las enzimas.
- 3.- Conservación integral de todas las propiedades y cualidades ori-  
ginales de la leche.

FIGURA 3

DIAGRAMA DE LA PASTEURIZACION



La recta de enmedio (en trazos), define las normas recomenda-  
bles para conseguir una pasteurización eficaz. Se ve que en estas --  
condiciones, el aspecto físico no se modifica en lo que se refiere a  
la capa de crema y que existe un margen de seguridad suficiente para  
la destrucción del bacilo de Koch.

El bacilo tuberculoso es el germen patógeno más resistente

de los que se pueden encontrar en la leche; las brucelas y salmonelas se destruyen más fácilmente. Se han realizado numerosos trabajos sobre este asunto, después de los antiguos North y Park en 1927 ( en -- E.U.A.) hasta los de Nevat y Lafont en 1958 (en Francia): todos die-- ron resultados concordantes. Lo mismo ocurre con los numerosos estu-- dios sobre Coxiella burneti que es el virus más resistente de los que pueden encontrarse en la leche. Por lo tanto, puede afirmarse hoy -- día, con certeza, que la pasteurización, según normas fijas, destruye completamente los gérmenes peligrosos para el hombre. Estas normas -- corresponden a dos puntos del diagrama.

En la práctica, también puede interesar la determinación de la relación entre el número de gérmenes y el tiempo de calentamiento, lo que equivale a estudiar la velocidad de la acción bactericida. Se ha observado que esta acción puede asimilarse con frecuencia a una -- reacción monomolecular, lo mismo en lo que se refiere a la destruc--- ción por el calor que en lo referente a la destrucción mediante otras formas de energía (radiaciones) o mediante sustancias tóxicas (anti-- sépticas).

La acción bactericida en función del tiempo puede, por tanto, representarse por una recta en coordenadas semilogarítmicas, tal como lo muestra la figura 4, para una cantidad dada de energía (temperatu-- ra, intensidad de la radiación) o para una dosis de sustancia tóxica.

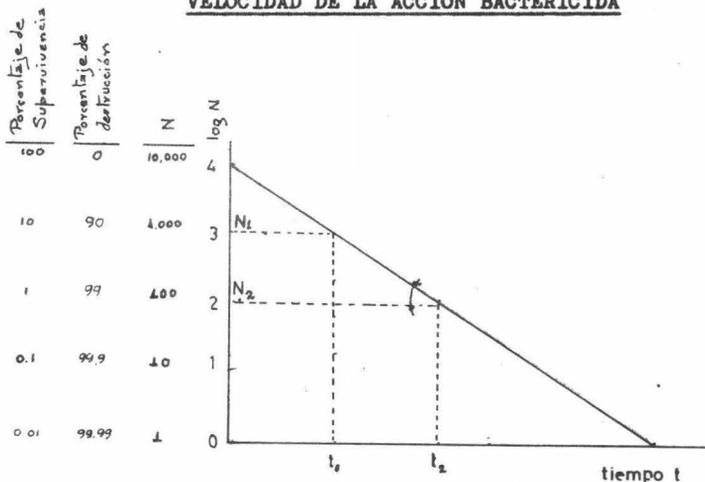
El coeficiente de la velocidad de destrucción es la tangente del ángulo  $\alpha$  :

$$c = \frac{\log N_0 - \log N}{t}$$

En esta relación  $N_0$  es el número inicial de gérmenes/c.c. y  $N$  el número final en el tiempo  $t$ . En el caso de una esterilización total,  $N = 0$ .

Para una temperatura dada, la velocidad de la acción bacteri-- cida depende de la naturaleza de los gérmenes y de la composición del medio. En la práctica, se utiliza la inversa del coeficiente de velo-- cidad y se le denomina tiempo de reducción decimal  $D$ :

FIGURA 4

VELOCIDAD DE LA ACCION BACTERICIDA

$$D = \frac{t}{\log N_0 - \log N}$$

Este valor D es el tiempo necesario para que el número de gérmenes se reduzca 10 veces. Cuanto mayor es D, más elevada es la termorresistencia, es decir, más débil es la reducción del número de gérmenes para un tiempo dado.

Reducción del número de gérmenes.- Si se hace intervenir el tiempo, puede expresarse simplemente el resultado de la acción bactericida por un porcentaje, ya sea de los gérmenes supervivientes (porcentaje de supervivencia) o de los gérmenes destruidos (porcentaje de destrucción).

$$\% \text{ de supervivencia es } = \frac{N}{N_0} \times 100$$

$$\% \text{ de destrucción es } = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

Para los cálculos de esterilización no se considera el número

ro de células vegetativas, sino el de esporas; como forma de expresión más cómoda se utiliza la reducción logarítmica o eficacia de esterilización.

$$ee = \log N_0 - \log N.$$

#### RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LA PASTEURIZACION.-

##### I Bacteriano.-

- a) Destrucción total de los organismos patógenos.
- b) 85 - 99% de todas las bacterias destruidas, lo que varía de acuerdo al recuento y la flora.
- c) No se destruyen las esporas. Algunos tipos de bacterias -- termodúricas sobreviven y las termófilas pueden hasta multiplicarse.
- d) Las bacterias psicrófilas son aparentemente destruidas.
- e) Hay una tendencia a dejar una mayor proporción de protéicas a lácticas, especialmente en leches de bajo contaje --- ( 20,000 col/ml.).

##### II Químicos.-

- a) Los iones de calcio disminuyen ligeramente.
- b) La acidez titulable es ligeramente menor (disminuye CO<sub>2</sub>).
- c) La tensión de la cuajada disminuye ligeramente.
- d) La coagulación de la renina es más lenta.
- e) Se nota la precipitación de una pequeña cantidad de albúmina.
- f) Se destruye la fosfatasa.

##### III Físicos.-

- a) Se reduce ligeramente la habilidad de cremar.
- b) Sabor ligeramente "cocido" o "calentado".
- c) Mayor tendencia a sabor oxidado con el método de pasteurización lenta, no con el método rápido.

##### IV Nutritivos.-

- a) disminuye la vitamina D en un 20 - 30%

- b) Disminuye la vitamina C en un 35%

PASTEURIZACION DISCONTINUA EN TANQUES.- Es el método preferido --- cuando la producción es pequeña. Generalmente estos pasteurizadores son cilíndricos o rectangulares y todos funcionan más o menos en la misma forma.

El pasteurizador (tanque) se llena de leche (puede precalentarse) y se calienta a la temperatura de pasteurización, por medio de circulación de agua caliente que circula entre la doble pared exterior e interior. El agua circula por medio de una bomba y se vuelve a calentar cuando sale por el extremo de descarga de la doble pared - y solamente una pequeña cantidad de agua es recalentada y recirculada durante el proceso.

Durante el calentamiento, la leche se agita suavemente por medio de agitadores en forma de paletas. Cuando se alcanza la temperatura de pasteurización, se cesa la corriente de agua y se corta la corriente de vapor que la calienta. La leche se mantiene por el período de sostenimiento establecido y a la vez se le inyecta una pequeña cantidad de vapor de agua en el espacio comprendido entre la superficie de la leche y la tapa, a fin de evitar que se enfríe durante el período de sostenimiento.

Al final del período de sostenimiento, se circula agua fría a fin de disminuir rápidamente la temperatura, por debajo de la temperatura de pasteurización. Si se retiene más tiempo del necesario, se aumenta el sabor a cocido y disminuye la habilidad del cremado.

La leche puede bombearse inmediatamente a una enfriadora, -- pero por lo general, se continúa el enfriamiento a medida que se vacía la leche de la pasteurizadora, la que finalmente sale a una temperatura entre 54° a 55°C.

Este tipo de pasteurizadores necesitan:

- 1.- Termómetros indicadores.
- 2.- Termómetros de registro.
- 3.- Termómetros indicadores del espacio de aire entre la superficie de la leche y la tapa.

- 4.- Registrador de gráficas.
- 5.- Válvulas protectoras de goteo.
- 6.- Válvulas de entrada (deben estar provistas de ranuras para la liberación de aire).
- 7.- Las cubiertas del tanque deben estar diseñadas en tal forma que nada pueda caer dentro del tanque cuando está abierto o cerrado.
- 8.- Los bordes deben estar recubiertos.
- 9.- Toda tubería, termómetros, etc., deben estar provistos de sellos para desviar la condensación, o juntas a prueba de agua.
- 10.- Toda cubierta debe mantenerse cerrada durante el proceso.
- 11.- El espacio de aire entre la superficie de la leche y la tapa -- del tanque debe estar provisto de un termómetro de registro y -- la temperatura debe ser  $3^{\circ}\text{C}$  más que la que registra el termómetro indicador de la leche.
- 12.- La leche nunca debe hacer contacto con este termómetro. Estos termómetros, en el espacio de aire, no son necesarios al procesar productos lácteos.
- 13.- Cuando la leche es precalentada, antes de entrar al tanque pasteurizador, la gráfica del termógrafo debe indicar 30 minutos -- de pasteurización, más el tiempo que toma en llenarse el tanque, desde el momento que la leche precalentada toca la punta del -- termómetro indicador, hasta una pulgada en el espacio de aire.
- 14.- Al comienzo del proceso de enfriamiento en el tanque de retención, o cuando el enfriamiento se hace fuera del tanque de retención la gráfica del termógrafo debe demostrar el período de 30 minutos de retención a temperatura de pasteurización, más el tiempo que toma vaciar el tanque.
- 15.- La diferencia de temperatura entre la leche, en el centro del -- tanque y la leche más fría en cualquier área del tanque, no debe exceder  $0.5^{\circ}\text{C}$  durante cualquier momento; en el período de re -- tención.
  - a) El agitador debe mover la leche en forma efectiva en toda área.
  - b) El agitador debe estar cubierto de leche antes de comenzar el proceso de pasteurización.
- 16.- Cada tanque de retención debe estar equipado con:

- a) Termómetro indicador.
- b) Termómetro de registro.
- c) Termómetro del espacio de aire.

Todo termómetro debe estar colocado en su sitio durante el tiempo de llenar el tanque retenedor, precalentamiento, calentamiento, y tiempo de descarga de la leche.

La exactitud de todo termómetro indicador, al probarse mensualmente, no debe ser más de  $0.3^{\circ}\text{C}$ .

La exactitud entre el termómetro indicador y el termómetro de registro, debe medirse diariamente por el operador de la planta. En adición del registro mecánico de tiempo temperatura de la leche, cada gráfica debe contener la siguiente información:

- a) Fecha.
- b) Identificación del aparato registrador.
- c) Lectura del termómetro indicador, en algún momento durante el período de retención.
- d) Cantidad.
- e) Registro de cualquier anomalía durante el proceso.
- f) Iniciales del operador.

17.- La temperatura de pasteurización debe ser de  $62.7^{\circ}\text{C}$ .

PASTEURIZADORES DE ALTA TEMPERATURA Y CORTO TIEMPO (A.T.C.T.).- El pasteurizador de alta temperatura y corto tiempo, calentaba la leche por electricidad, a medida que pasaba por un dispositivo semejante a una caja, entre dos electrodos. Sin embargo, en cuanto comenzó a aceptarse este sistema, se desarrollaron equipos que empleaban agua y vapor. Al principio estos eran del tipo tubular interno, pero con el desarrollo de intercambiadores de calor a placa, reemplazaron el sistema original, debido a mayor eficiencia económica y facilidad de limpieza.

Tipo de Pasteurizadores (regeneradores) A.T.C.T.

- 1.- De leche a leche, con ambos lados (leche cruda y pasteurizada) cerrados a la atmósfera.
- 2.- De leche a leche, con el lado de leche pasteurizada abierto a la atmósfera.
- 3.- De leche a leche, con el lado de leche cruda abierto a la atmósfera.
- 4.- De leche a leche, con ambos lados abiertos a la atmósfera.
- 5.- Leche agua leche, con ambos lados cerrados a la atmósfera.
- 6.- Leche agua leche, con el lado de agua cerrado a la atmósfera pero abierto a la atmósfera en el lado de leche cruda.

Equipo de Pasteurizar - A.T.C.T. : Diseño, Función, Operación.

Flujo de leche en un sistema básico A.T.C.T.:

- I. La leche cruda, que proviene de los tanques enfriadores, pasa al tanque de balanceo del sistema A.T.C.T. Este tanque es de nivel constante.
- II. Desde el tanque de nivel constante, la leche es inyectada o succionada hacia la sección regeneradora del pasteurizador.
- III. En la sección regeneradora del pasteurizador.
- IV. Durante este intercambio de calor la temperatura de leche pasteurizada a  $71.7^{\circ}\text{C}$  o más, es enfriada hasta aproximadamente  $27^{\circ}\text{C}$ .
- V. La leche cruda calentada, pasa a través de una bomba positiva.
- VI. La bomba positiva, habiendo succionado la leche cruda del tanque de nivel constante, inyecta la leche a presión al resto del sistema de pasteurización.
- VII. La leche calentada es bombeada a través de la sección calentadora, y por la acción de agua caliente que pasa por el otro lado del plato, la leche es calentada hasta  $71.7^{\circ}\text{C}$  o más.
- VIII. La leche, a temperatura de pasteurización y a presión, pasa al tubo de sostenimiento. El largo del tubo es suficiente para mantener toda partícula de leche por 15-16 segundos a  $71.7^{\circ}\text{C}$  o más.

IX. Localizados al final del tubo de sostenimiento, se encuentran dos termómetros. Uno es un termómetro indicador, y el otro es un termómetro de registro. La leche hace contacto con los bulbos de cada termómetro.

X. La leche hacia la válvula diversificadora, que automáticamente asume la posición de flujo hacia adelante, si la leche está a la temperatura adecuada  $71.7^{\circ}\text{C}$  o más. Si la leche no está a la temperatura adecuada, automáticamente la válvula desvía el flujo hacia el tanque de nivel constante.

XI. Leche debidamente pasteurizada, que a pasado la válvula diversificadora de flujo, pasa hacia el regenerador para que, mediante el intercambio de calor entre la leche fría y la pasteurizada se abata la temperatura de esta última ( $32^{\circ}\text{C}$ ), en caso de haber otros procesos pasa primero por estos y luego al regenerador.

XII. Después de este proceso, la leche pasteurizada pasa a la sección enfriadora por agua refrigerada, en la cual la temperatura de la leche es bajada a  $4.5^{\circ}\text{C}$  o menos.

XIII. La leche fría pasa a los tanques de almacenaje o a la máquina envasadora.

#### Diseño, Función y Operación de los Componentes básicos del A.C.T.C. :

##### A. Tanque alimentador de leche - Nivel Constante.

1. Provee un constante flujo de leche durante el proceso de pasteurización.
2. Provee almacenamiento a leche indebidamente pasteurizada, -- que ha sido desviada por la válvula automática de desvío.
3. Provee presión uniforme a la bomba positiva.
  - a) El punto de desborde se requiere más bajo que el nivel más bajo del cambiador de calor.
4. Construido de acero inoxidable, fácil de limpiar e inspeccionar.

##### B. Platos del Intercambiador de Calor.

1. Construidos de acero inoxidable, sin soldaduras, una pieza completa.
- Las empacaduras hechas de goma sintética pegadas al plato.

2. Las empaaduras impermeables a absorción.
3. El número de platos en cantidad adecuada, para proveer un -- flujo turbulento.
4. No debe haber interferencia o llave de paso alrededor de los platos que alteren el flujo normal de la leche, por todo el cambiador.  
Solamente puede aceptarse válvulas automáticas que funcionan durante el comienzo de la operación.
5. Los platos o placas por donde pasa el producto crudo, deben tener un pequeño orificio de drenaje para drenar, en casos - de emergencia.

C. Bomba de Control de Flujo.

1. Esta bomba controla la velocidad y el tiempo en que la leche debe pasar por el tubo de sostenimiento, de manera que cada partícula del producto pase por el período mínimo de tiempo requerido.
2. El método puede ser del tipo de velocidad constante, por inducción o por cualquier otro tipo de motor que, cuando conec tado con gobierno, limite la velocidad máxima.
3. El ajuste del sistema de gobierno debe sellarse para que no se varíe el tiempo de sostenimiento.
4. Poleas de velocidad variable usadas en conexiones con la bom ba positiva, deben estar construidas en forma tal que, al es tirarse la correa, la velocidad disminuya en vez de au mentar se.
5. La bomba positiva debe estar conectada en forma tal, que la bomba no trabaje a temperaturas ilegales, a menos que la vál vula de desvío del flujo esté operando en la posición de des vío del flujo.

D. Reguladores de Flujo.

En los equipos de pasteurización que tienen una bomba centrí fuga para impulsar la leche a través del sistema, debe incor porarse algún tipo de regulador de flujo, el cual debe dar - una velocidad constante de salida del flujo, prescindiendo -

de cualquier alteración en la presión antes o después del -- punto en que se halla situado.

E. Tubo de Sostenimiento.

1. Construido de acero inoxidable, de diámetro uniforme en toda su extensión.
2. Declive hacia arriba, 2.1 cm X m, hasta la válvula de desvío, para impedir la retención del aire.
3. Interferencias del flujo no son aceptables.
4. Los soportes del tubo deben estar fijos al piso y el tubo fijo al soporte.

En el sistema de pasteurización A.T.C.T., cada partícula de leche debe mantenerse durante un tiempo mínimo de 15 segun-- dos a la temperatura de pasteurización. Una placa de sostenimiento compuesta de una armadura en forma de caja provista de láminas, se utilizó en los tipos antiguos de equipos A.T. C.T. La leche entraba por el fondo de la placa y fluía ha-- cia arriba alrededor de las láminas que trataban de distri-- buir la leche uniformemente y en el momento en que la partí-- cula más rápida había alcanzado la parte superior de la pla-- ca y se descargaba por el orificio de salida se había soste-- nido por lo menos 15 segundos. Las cajas de sostenimiento - de este tipo son menos eficaces que las cámaras de sosteni-- miento tubular de las que se hallan provistas las plantas mo dernas. Las cámaras de sostenimiento tubular pueden ser ex-- ternos al cambiador de calor y de sección circular o situa-- dos en el armazón del cambiador como una serie de "placas" - que son, en efecto, tubos estrechos de sección rectangular.

Al proyectar los tubos de sostenimiento se tienen en cuenta la viscosidad, la densidad y la velocidad de flujo de la le-- che. Todos estos datos permiten al proyectista calcular la longitud y diámetro del tubo y decidir si la leche debe pa-- sar en corriente aerodinámica o turbulenta. En el flujo - aerodinámico la leche más próxima a las paredés del tubo per

manece casi estacionaria, mientras que la parte central fluye a una velocidad mucho mayor. En estas condiciones las -- partículas más rápidas de la leche pasan a través del tubo a una velocidad mucho mayor que la masa principal de leche y, por tanto, para tener seguridad de que las partículas más rápidas se retienen durante el tiempo mínimo señalado, la ma-- yor parte de la leche debe sostenerse durante un tiempo con-- siderablemente mayor. Sin embargo, si la leche pasa en flu-- jo turbulento, la diferencia de velocidad entre las particu-- las más rápidas y el promedio no es tan grande, el sistema - de sostenimiento puede diseñarse con medidas adecuadas para un menor grado de sobresostenimiento. La relación entre la velocidad de la partícula más rápida y la velocidad media -- teórica de la leche que atraviesa el sistema de sostenimien-- to se denomina "eficacia de sostenimiento" y se expresa gene-- ralmente como "porcentaje", es decir:

$$\text{Eficacia de sostenimiento} = \frac{T_1}{T_2} \times 100$$

donde,

$T_1$  = tiempo real para la primera partícula de -  
leche que atraviesa el tubo de sostenimien--  
to.

$T_2$  = tiempo medio teórico para la leche que pa--  
sa a través del tubo de sostenimiento, cal--  
culado partiendo de la capacidad del tubo  
y de la velocidad de flujo de la leche.

La eficacia de sostenimiento para un tubo en el que el flujo es laminar (aerodinámico) es de alrededor de 50%, pero si el flujo es turbulento la eficacia puede ser hasta de 80%.

El tiempo real de sostenimiento puede comprobarse por distin-- tos métodos, pero los más corrientes son los de la reacción de Dummett y Mongar (del cloruro de níquel) y la prueba del nitrato de sodio.

Antes de realizar cualquiera de estas pruebas debe comprobar

se la velocidad de flujo. La reacción debe hacerse cuando la planta se halle trabajando con agua fría, que tiene aproximadamente la misma viscosidad que la leche a la temperatura de pasteurización, de manera que se simulen las condiciones de turbulencia en el sistema de sostenimiento y la eficacia del mismo en marcha.

En el primer método se inyecta una solución de cloruro de níquel en la entrada del tubo de sostenimiento y se descubre a la salida mediante un reactivo orgánico (dimetil-glioxima) - que produce un color rojo brillante en presencia de níquel. El equipo que se precisa para esta prueba se compone de una pistola para la inyección de la solución de cloruro de níquel, un extremo de tubería adecuado para la inyección, que va atornillada al tubo de sostenimiento, una pipeta para llevar la pistola, una válvula de muestreo, tubos de ensayo especiales y una gradilla.

La reacción se realiza de la siguiente manera: Se comprueba con seguridad la velocidad del flujo del agua a través de la planta y se ajusta la válvula de muestreo para que produzca un flujo de 7.5 ml/seg. Se carga la pistola con la solución de cloruro de níquel, que se inyecta en el principio del tubo de sostenimiento. Se colocan en la gradilla los tubos, - conteniendo cada uno aproximadamente 1 ml. dimetil-glioxima y se sitúa después debajo de la válvula de muestreo, 10 segundos más tarde de la inyección del cloruro de níquel. Cada segundo se sitúa un nuevo tubo bajo el chorro que sale de la válvula de muestreo. Cuando se han llenado todos los tubos se quita la gradilla.

Se observa el número de tubos coloreados y este número, sumado a 10, da el tiempo de sostenimiento en segundos.

Se indica que este método tiene una sensibilidad de 1 parte en 100,000. En el segundo método, el equipo y la técnica -- son los mismos, pero se emplea nitrito sódico en lugar de -- cloruro de níquel, siendo el indicador para los tubos el ---

reactivo de Griess-Ilosvay. Se señala que este método es to  
avía más sensible que el primero.

F. Termómetros Indicadores.

1. Termómetros indicadores actuados por mercurio son los únicos aceptables, lectura directa, dentro de una caja resistente a la corrosión. Magnitud de la columna no menor de 1.6 mm. de ancho.
2. Escala de 50°C - 100°C o de 65°C - 115°C, en divisiones de 1°C.
3. Exactitud de 0.5°C más o menos a través de la escala.
4. Respuesta termométrica, en 4 segundos debe recorrer el 63% - de la escala de un rango de 19 grados (12 grados).

G. Termógrafo.

1. Objetivo: apunte automático de la temperatura de pasteurización y control automático de la válvula de desvío.
2. Localización: el bulbo del termómetro del termógrafo debe estar localizado a no más de 46 cm. de la válvula de desvío.

H. Control de Temperatura de Agua Caliente.

Este instrumento controla la temperatura del agua en la sección calentadora de la unidad de alta temperatura corto tiempo. En la sección calentadora, la temperatura de la leche es elevada a temperatura de pasteurización. La unidad circuladora de agua caliente y su sistema de control, no están operando ni controlados por el sistema de leche. Este equipo solamente mantiene el agua a una temperatura fija, la cual como resultado produce la temperatura de pasteurización de leche.

El control de temperatura tiene dos funciones:

1. Medir la temperatura.
2. Operar el mecanismo mediante una válvula de vapor que corrige cualquier tendencia a desviar la temperatura deseada.

Para un control exacto, es necesario emplear una fuente ex--

terna de fuerza para que opere las válvulas, la cual es aire comprimido a una presión de 20 lbs. por pulgada cuadrada. La temperatura es medida por un sistema similar al usado en el registro control, excepto que se instale una pequeña válvula de aire que requiera poca fuerza para ser operada.

Hay que recordar que todos los controladores operan sin error, por lo tanto, no comienzan a corregir la temperatura hasta tanto haya una desviación de lo normal. La velocidad con que debe corregirse un error y la cantidad de desviación de la temperatura determinada, depende del tipo de controlador y las características del sistema A.T.C.T. Cada controlador debe ajustarse a cada unidad, por lo tanto, se hacen cambios a la unidad de pasteurización, también habría que considerar cambios al controlador de temperatura.

El tipo proporcional de control que se usa, operará en la siguiente forma:

Aire comprimido a 20 lbs. de presión por pulgada cuadrada es usado para operar una válvula de diafragma flexible de la válvula, ésta se abre y cuando el aire es liberado, la válvula cierra. La presión del aire que se aplica al diafragma de la válvula es controlado en el instrumento mediante una válvula relevadora de aire. Este dispositivo es controlado por un espiral de Bourdon de acuerdo a los cambios de temperatura. Cuando es aplicado a un proceso de calentamiento, una baja en la temperatura del agua será detectada por el bulbo del controlador el cual causará el cierre de la válvula de aire. Este cierre de válvula permitirá que el aire llegue a la válvula de vapor operada por el diafragma, la cual abrirá y admitirá más vapor. Como resultado de esta adición de vapor la temperatura del agua subirá, la válvula relevadora de aire se abrirá y la presión de aire es liberada en el diafragma de la válvula de vapor y se cerrará. Este ciclo se repite continuamente, pero en la práctica el instrumento es ajustado al sistema A.T.C.T. en forma tal que la válvula del diafragma permite el paso de suficiente vapor que permita una temperatura estable. En esta posición general-

mente operará 30% abierta.

En todos los sistemas de control es deseable eliminar casi todas las variables y en este caso de pasteurización, se necesita un continuo flujo de leche y agua caliente, constante presión de vapor y evitar cambios de la leche cruda entrante al sistema.

#### I. Válvula de desviación del flujo.

Las leyes exigen que todas las plantas de pasteurización A.T. C.T., se hallen provistas de un mecanismo que pueda rechazar o devolver, para nuevo procesado, toda la leche que no haya sido calentada suficientemente. Este mecanismo es generalmente una válvula doble, situada en la salida de la sección de calentamiento que, simultáneamente, cierra la circulación hacia adelante del flujo y abre la conducción de la leche desviada cuando indica el termorregulador-registrador.

Las dos válvulas, fijadas a un eje común, se ordenan de forma que, cuando el aire es empujado hacia arriba por un resorte, se abre la salida de la válvula inferior en la conducción de la desviación de la leche y la superior impide el paso normal de la leche en la conducción hacia adelante del flujo, a la sección de enfriamiento del pasteurizador; ésta es la posición, cuando la temperatura de la leche caliente se halla por debajo del nivel de pasteurización fijado.

La otra posición es cuando el mecanismo que hace funcionar la válvula, ha comprimido el resorte y forzado el eje hacia abajo, cerrando así la salida de la desviación de la leche y abriendo la conducción hacia adelante de la leche; ésta es la posición cuando la planta se halla trabajando normalmente con la temperatura de la leche caliente en el punto o por encima del nivel fijado para la pasteurización. Existen varios tipos diferentes de válvulas de desviación del flujo y aunque la mayoría de las plantas poseen válvulas dobles que funcionan neumáticamente del tipo mencionado, existen todavía muchas válvulas sencillas que funcionan mediante un solenoide que deben reajustarse manualmente para la posición de flujo hacia adelante, cuando las condiciones idóneas de trabajo han sido restableci-

das, después de una desviación. Estas plantas más antiguas tienen incorporado un mecanismo de retardo en el termorregulador--registrador, que impide se vuelva a situar la válvula de desviación para el flujo hacia adelante, hasta 30 segundos después de que se haya restaurado la temperatura de pasteurización requerida.

#### J. Bombas.

Las bombas alimentadoras de leche, para las plantas de pasteurización, pueden ser centrífugas o del tipo de desplazamiento positivo. Están construidas, generalmente, de acero inoxidable, con bordes sanitarios engomados o cierres de ejes rotatorios, y se desmontan fácilmente para su limpieza. Las bombas se mueven, generalmente, mediante motores eléctricos impermeabilizados, ya por empuje directo, ya mediante engranajes, correas o cadenas.

##### Bombas centrífugas.-

Este tipo de bomba, como su nombre implica, impele la leche mediante fuerza centrífuga. Un impulsor adecuado gira dentro de una cubierta en cuyo centro la leche cae por gravedad. La acción giratorio determina que la leche sea lanzada al exterior y de esta forma, mediante la conexión de descarga, sale a la tubería de la planta. La capacidad de la bomba centrífuga depende del diámetro y velocidad del impelente y de la cabeza -- contra la que trabaja la bomba. La variación del flujo, con la presión de salida, constituye la principal desventaja de la bomba centrífuga, cuando se utiliza en una planta de fabricación, ya que el flujo varía según las condiciones de la planta. Por tanto, cuando este tipo de bomba se utiliza en una planta pasteurizadora debe usarse algún tipo de mecanismo de control de flujo. La bomba centrífuga se adapta bien al montaje y desmontaje permanentes que tiene lugar en la lechería, ya que la eficacia del funcionamiento no depende de un ajuste fino. Si la línea de descarga se obtura, deliberada o accidentalmente, mientras se halla trabajando la bomba, no puede producirse ninguna avería mecánica, ya que el impulsor puede girar simplemente den

tro del líquido.

#### Bombas de desplazamiento positivo.-

Las bombas de desplazamiento positivo, utilizadas en la industria lechera, son generalmente de tipo rotatorio, con una pa-  
reja de lóbulos o rotores dentados enfrentados. Se construyen preferentemente de acero inoxidable, aunque el rotor puede ser de aleación de níquel, de goma o plásticos. Son de diseño higiénico, con cierres del eje similares a los que se emplean en las bombas centrífugas higiénicas. Estas bombas transmiten una cantidad determinada de líquido en cada revolución y así, la cantidad de líquido impulsado, no se afecta por las variaciones normales de elevación, aunque debe evitarse cualquier disminución importante posterior a la instalación, ya que existiría la posibilidad de que aumente la velocidad de flujo y se reduciría con ello, el tiempo de sostenimiento. Cuando lleva cierto tiempo usándose, puede producirse una ligera reducción de la cantidad impulsada y aumentará, en correspondencia, el tiempo de sostenimiento. Para compensar esto, puede ajustarse generalmente la velocidad de la bomba.

Es esencial una válvula aliviadora de la presión en la parte de salida de una bomba desplazamiento positivo.

SISTEMAS DE ULTRAPASTEURIZACION (U.H.T.).- Para el calentamiento de leche y productos lácteos de consumo a altas temperaturas, con vistas a su posterior envasado aséptico, se emplean los dos sistemas que a continuación se exponen:

#### 1.- Sistema de calentamiento directo.

Este sistema implica un contacto directo entre el medio de calentamiento (vapor) y el producto. Dentro de este sistema se pueden diferenciar los siguientes procedimientos:

- a) Inyección del vapor al producto.
- b) Aplicación del producto al vapor, mediante rociado.

El más conocido de estos procedimientos es, sin duda, el de inyección de vapor al producto. Este ha sido un descubrimiento de -- una empresa suiza, habiendo logrado popularidad bajo el nombre - de uperización. Desde su aparición han habido diversos fabricantes que se han dedicado especialmente a la construcción de maquinaría con destino a este proceso.

## 2.- Sistema de calentamiento indirecto.

En este caso no se produce ningún contacto entre el medio de calentamiento y el producto, realizándose el calentamiento por --- transmisión, mediante un panel metálico. Este sistema de calentamiento indirecto se sirve, en la práctica, de los siguientes - aparatos:

- a) Intercambiadores térmicos tubulares.
- b) Intercambiadores de placas.

A la vista de esquemas sencillos vamos a estudiar ahora, en breve estos sistemas de calentamiento directo e indirecto, tras lo --- cual procederemos a realizar algunas comparaciones entre ambos.

### Sistema de Calentamiento Directo con Inyección de Vapor al Producto.-

Descripción de la uperización de leche.- La leche cruda entra en - los aparatos bajo presión atmosférica normal, y es impelida por la bomba de alimentación 1 (véase figura 5) a través del precalentador 2 y 3, en los cuales sube su temperatura aproximadamente 75°C. La bom--ba 4 aumenta la presión hasta el valor apropiado para la uperización. Acto seguido la leche entra, después de pasar por la válvula reguladora 5, en el uperizador 6, a lo largo del cual el vapor saturado se -- mezcla con la leche y se condensa, aumentando la temperatura a 150°C. A esta temperatura se mantiene la leche 2,4 segundos, con lo cual se destruyen todas las bacterias y las esporas. Acto seguido se efectúa la expansión bajo vacío en el recipiente de expansión 9, donde la cantidad de agua que corresponde al condensado del vapor vivo recalentado, inyectado, se evapora (véase la regulación del peso específico) - enfriando súbitamente la leche. Con el desprendimiento de estos ---

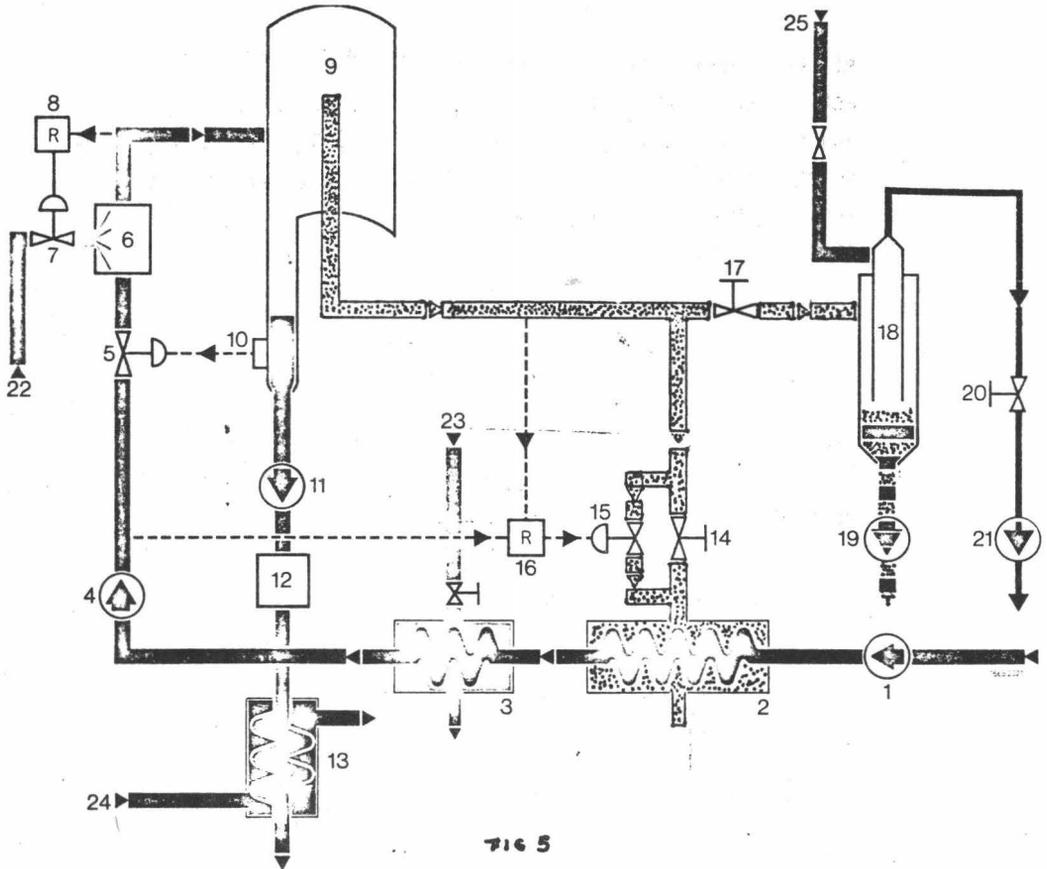


FIG 5

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1 Bomba alimentadora                         | 10 Recipiente de amortiguamiento con célula de medición        | 18 Condensador de inyección                      |
| 2 Precalentador                              | 11 Bomba de leche esterilizada                                 | 19 Bomba del condensado                          |
| 3 Precalentador suplementario                | 12 Homogeneizador  | 20 Válvula reguladora del vacío                  |
| 4 Bomba de leche                             | 13 Enfriador de productos estériles                            | 21 Bomba de vacío                                |
| 5 Válvula neumática reguladora del caudal    | 14, 17 Válvula compuerta del vaho                              | 22 Vapor vivo para la uperización (alta presión) |
| 6 Uperizador                                 | 15 Válvula compuerta neumática para la regulación de los vahos | 23 Vapor adicional (baja presión)                |
| 7 Válvula neumática reguladora del vapor     | 16 Regulador del peso específico                               | 24, 25 Agua de refrigeración                     |
| 8 Regulador de la temperatura de uperización |  |  |
| 9 Recipiente de expansión                    |  |  |

vahos desaparece al mismo tiempo el mal olor a establo y pasto.

A continuación, la bomba 11 bombea la leche acumulada en el recipiente de amortiguamiento al homogeneizador 12. En este se trituran los glóbulos de grasa mediante un sistema de bombas de émbolo de alta presión (300 a 350 Kg/cm<sup>2</sup>) y válvulas homogeneizadoras, de suerte que, incluso después de un almacenamiento de varios meses, es prácticamente imposible que se forme nata en la leche. Aunque la homogeneización, después del calentamiento a alta temperatura, implica un encarecimiento (regulación del nivel y homogeneizador trabajando asepticamente) y complicaciones, se eligió este proceso debido a que los análisis electrónicos microscópicos efectuados en la Universidad de Berna han demostrado que, de esta manera, se puede mejorar la estructura albuminoidea (se evitan aglomeraciones).

La leche se enfría luego en el enfriador 13 y, acto seguido se bombea directamente al sistema de embotellamiento en envases a fondo perdido o en botes o, en caso necesario, a un sistema de tanques estériles para un almacenamiento intermedio.

El vapor vivo para la uperización, llega a la parte superior del uperizador 6, a través de la válvula principal, un filtro, un separador de gotas especial, tipo ciclón, y la válvula reguladora neumática 7. Una parte de los vahos que se desprenden en el recipiente de expansión 6 sirven para la calefacción del precalentador 2; el vaho -excedente va al condensador 18 y, una vez licuado, sale de la instalación por medio de la bomba de condensado 19. Los gases inertes son aspirados por la bomba de vacío 21.

Regulación de la temperatura de Uperización.- Para asegurar la esterilidad absoluta del producto, la exactitud y acción inmediata de la regulación de la temperatura de uperización, son de suma importancia.

En la instalación de uperización se ha puesto especial atención a este requisito, para cuyo fin se emplea un circuito de regulación electrónico-neumático, de reacción instantánea, con un palpador

de temperatura sensible. La temperatura de uperización, es decir, la temperatura en el tubo temporizador, directamente detrás de la cabeza del uperizador, es regulada de manera completamente automática, influenciado apropiadamente la cantidad de vapor vivo inyectada con la válvula reguladora neumática 7.

Comprobación de la esterilidad.- La temperatura mínima necesaria para obtener una esterilidad completa, tiene que ser determinada por inoculación de la leche con el bacilo *stearothermophilus* 1518, que se distingue por su gran resistencia al calor (20% de estos sobreviven 9 horas a 107°C).

Exactitud de la regulación.- La regulación y el registro completamente automáticos de la temperatura de uperización, funcionan a 150°C con exactitud de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Seguridad.- La temperatura de uperización se registra de forma continua por un disco registrador. Si esta temperatura, por ejemplo, a un valor prescrito de 150°C, desciende a 146°C o más aún (fallo del suministro de vapor, etc.) un sistema de alarma óptico y acústico se dispara automáticamente. Si la temperatura de uperización cae a 142°C o por debajo, la afluencia de la leche se interrumpe automáticamente por medio de válvulas neumáticas, entrando simultáneamente agua blanda en el sistema. Tras un intervalo, fijado por un cronómetro, que corresponde aproximadamente al tiempo que dura el paso del producto a través de la instalación, la válvula neumática, a la entrada de la máquina envasadora, se cierra automáticamente, excluyendo el envase de leche no estéril. Estas tres válvulas neumáticas están construidas de manera que, si el suministro de aire comprimido falla, la válvula de entrada en la instalación se cierra automáticamente, mientras que la de entrada de agua blanda se abre y la de entrada a la envasadora se cierra. Un sistema de bloqueo automático impide un nuevo arranque con leche, antes de que toda la instalación haya sido esterilizada de nuevo. La cantidad de vapor vivo que llega al uperizador, tiene que corresponder exactamente a la cantidad de vahos que se desprenden durante la expansión bajo vacío, para que la leche no se espe

se o se diluya. Esto ocurre cuando se hace corresponder a la temperatura de expansión  $T_2$  una temperatura dada  $T_1$  antes del uperizador. En la instalación de uperización, esta temperatura  $T_1$ , se regula de manera completamente automática en función de la temperatura  $T_2$ , por un circuito de regulación electrónico dinámico, influenciando correspondientemente el caudal de vahos que afluye al precalentador, por la válvula reguladora neumática 15.

Proceso de calibración.- El valor 0 de este equilibrio del peso específico tiene que ser determinado para cada nueva instalación de uperización mediante un proceso de calibración. Con este fin, la instalación se pone en servicio en un circuito de agua cerrado, así como con un cilindro de medida abierto. Este método permite ajustar la -- instalación con una precisión prácticamente absoluta.

Exactitud de regulación.- La regulación del peso específico trabaja con una precisión en la diferencia de temperatura ( $T_1 - T_2$ ) de --  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ . Una desviación en  $1^\circ\text{C}$  del valor 0 determinado, correspondería, por ejemplo, a una concentración de la leche de 0,2%, aproximadamente, y una diferencia de  $+ 0,2^\circ\text{C}$ , por consiguiente, una concentración de 0,4%. Los métodos de análisis conocidos hoy día, tal como la reducción del punto de congelación indican los cambios del peso específico con una precisión de  $\pm 1\%$ .

Seguridad.- Como la temperatura de uperización, el peso específico es también registrado, de manera continua, por un disco registrador combinado con el regulador. Notables desviaciones del valor 0 determinado son acusadas por una alarma óptica y acústica.

#### Sistema de Calentamiento Indirecto con Intercambiadores Térmicos Tubulares.-

Para ilustrar el principio de funcionamiento de este sistema de calentamiento indirecto tomaremos como ejemplo la instalación Sterideal de Stork. La figura 6 presenta esta instalación en forma esquemática.

Las diversas secciones de la instalación están constituidas

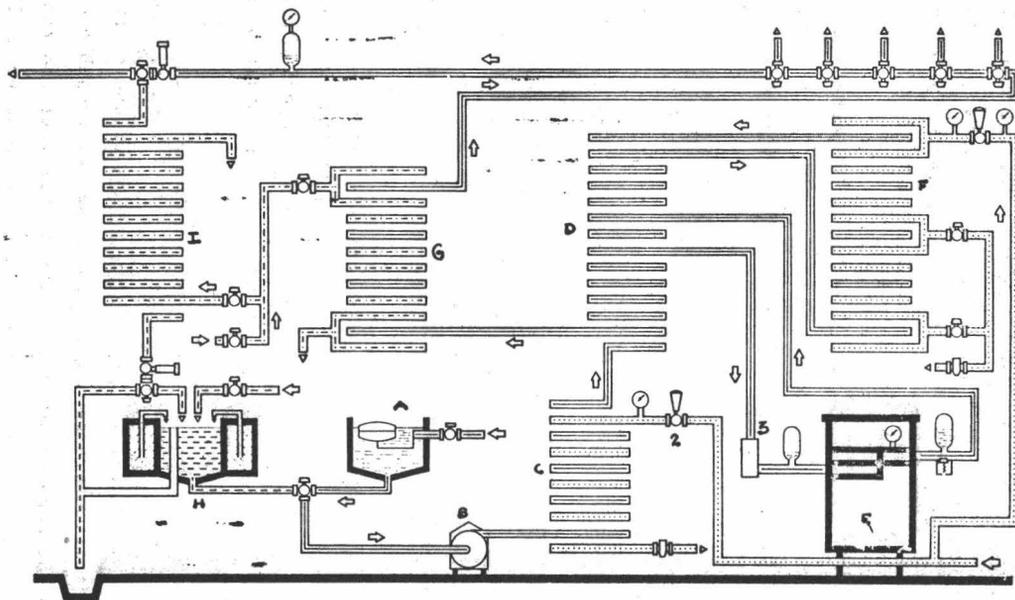


Fig. 6. Esquema de principio de trabajo correspondiente a la Sterideal Stork.

por conductos tubulares, conectados entre sí en serie, por lo que forman un circuito ininterrumpido y sin derivaciones. El material empleado para estos tubos es acero inoxidable de primera calidad, habiendose prescindido por completo del uso de juntas. A continuación se ofrece una descripción del trayecto y tratamiento de la leche en la instalación (véase figura 6).

La bomba centrífuga (B) hace pasar la leche desde el tanque flotador (A) al precalentador de circuito (C) y a la primera sección del regenerador (D). El precalentador de circuito (C) re funciona durante el tratamiento de la leche.

En la primera sección del regenerador (D) tiene lugar un intercambio térmico entre la leche entrante y la que ya está esterilizada, que circula en contracorriente. La entrante se calienta aquí hasta una temperatura de  $\pm 65^{\circ}\text{C}$ , con vistas a una homogeneización eficaz. En la tubería (3) a la homogeneizadora se puede montar eventualmente un dispositivo de desaireación.

La homogeneizadora (E) está dotada, según la capacidad de la instalación, de tres a cinco pistones, que garantizan un flujo uniforme del producto a lo largo del órgano homogeneizador. Este órgano homogeneizador es de construcción especial y realiza un movimiento continuo de rotación, lo que provoca turbulencias especiales en la corriente de producto, creando de esta forma unas condiciones ideales para una buena homogeneización.

La presión de homogeneización, por sistema hidráulico, importa 250 atm. (3,500 p.s.i.) como máximo. Para productos ricos en grasas (por ejemplo, crema para café) puede ser aconsejable el uso de una segunda homogeneizadora con el fin de eliminar los racimos que se hayan formado durante la homogeneización. Esto se puede llevar a cabo montando un segundo órgano homogeneizador en la instalación.

La homogeneizadora (E) hace, al mismo tiempo, las veces de bomba de alta presión para transportar la leche por el aparato. La leche homogeneizada pasa desde la homogeneizadora (E) a la segunda sección del regenerador (D) circulando, en contracorriente, con la leche

caliente esterilizada.

De esta forma se calienta hasta unos 100°C desplazándose seguidamente a la sección de calentamiento (F).

Esta sección de calentamiento está constituida por tres tubos concéntricos de acero inoxidable. La leche circula, en una capa muy fina y con una turbulencia natural, por el espacio libre, entre la parte exterior del tubo interior y la cara interior del segundo tubo. Este tipo de construcción hace posible que la leche alcance, en muy poco tiempo, la temperatura de esterilización de 140°C.

Sección del calentador de triple tubería, instalación Sterideal.- La instalación Sterideal presenta una particularidad extraordinaria, y es que la capacidad horaria puede ser regulada, mientras que, al mismo tiempo, la combinación de tiempo-temperatura para el calentamiento de la leche se adapta a la nueva capacidad horaria que se haya fijado. La leche, por tanto, es sometida a un mismo tratamiento térmico, independientemente de la capacidad a que se trabaje.

La modificación de la capacidad se lleva a cabo por medio del motor eléctrico de la homogeneizadora. Como ya se ha explicado anteriormente, la homogeneizadora hace también servicio de bomba de alta presión para el transporte de la leche, por las diversas secciones del aparato. En consecuencia, es el rendimiento de esta bomba de alta presión el que, de hecho, determina la capacidad de trabajo.

En principio, el motor eléctrico es de dos velocidades, por lo que se puede trabajar a dos capacidades diferentes. Si se desea disponer de una mayor variedad en la capacidad, se puede hacer uso de un motor de corriente continua, de forma que el campo de regulación de las velocidades y, por tanto, de la capacidad horaria, pasa a ser mucho más extenso.

La adaptación de la combinación de tiempo-temperatura de calentamiento a una nueva capacidad, se efectúa al cerrarse la sección de calentamiento (figura 6 punto 2). A consecuencia de esto, se llena de agua condensada el sistema de tuberías de vapor, no produciendo

se calentamiento de la leche en un determinado trayecto de esta sección.

En vista de esto, la instalación Sterideal puede ser utilizada para la alimentación simultánea de dos llenadoras asépticas, sin que sea, de por sí, necesario el uso de un tanque estéril. En caso de que se origine alguna avería en una de las llenadoras asépticas, la capacidad horaria de la instalación retrocederá automáticamente, mientras que el proceso de calentamiento se amoldará también a las nuevas circunstancias.

Estas provisiones técnicas hacen de la Sterideal una instalación de primera línea en cuanto a flexibilidad, lo que, sin duda, supone una gran ventaja para el usuario. Por otra parte, esta instalación no requiere el empleo de un tanque aséptico, cuya adquisición y mantenimiento originarían considerables gastos para la empresa.

Volvamos ahora, nuevamente, al trayecto posterior de la leche en la instalación Sterideal.

Desde la sección de calentamiento (F) pasa la leche por las dos secciones de recuperación (D), en las que se desprende de calor, en beneficio de la leche que aún ha de ser esterilizada.

La leche esterilizada abandona la sección de recuperación, a una temperatura de  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ , siendo enfriada seguidamente en el refrigerador (G) con agua de pozo hasta  $15$  o  $20^{\circ}\text{C}$ . Desde el refrigerador (G) es conducida la leche a la llenadora aséptica.

Una vez esterilizada la leche, deberán enjuagarse los diversos conductos de la instalación, procediendo seguidamente a su limpieza. El tanque flotador (A) está dotado de contactos para nivel máximo y mínimo. Tan pronto como la leche haya alcanzado el nivel máximo en el tanque flotador (A), se abre automáticamente el paso del agua al tanque (H).

Al mismo tiempo, se abre la válvula debajo del tanque (H), siendo absorbida agua por la bomba centrífuga (B). La función del agua es desplazar la leche del interior de la instalación Sterideal.

Gracias al uso de los conductos tubulares en la instalación, sólo -- existe una reducida zona de mezcla agua/leche. De esta forma se puede calcular, con exactitud, el tiempo necesario para la evacuación de la leche del sistema. Una vez pasado este tiempo, se cierra el paso de la leche a la llenadora aséptica. A continuación se enjuaga la -- instalaciór.

El enjuague y la limpieza se realizan de manera programada. Para cada parte de estas operaciones se ha fijado ya, previamente, -- la duración y se ha efectuado seguidamente su programación.

La limpieza de la instalación se lleva a cabo mediante el -- uso de productos químicos. El tanque (H), para la carga de agua, va equipado de doble pared. El espacio libre entre las dos paredes está dividido en dos compartimentos independientes por medio de un tabi-- que vertical. En estos dos compartimentos se encuentran los produc-- tos químicos (alcalino y ácido) para la limpieza.

En los momentos previamente fijados pasan los detergentes, -- por medio de presión de aire, de los compartimentos mencionados al -- tanque (H). Entre la circulación del alcalino y del ácido tiene lu-- gar, naturalmente, una fase de enjuague con agua.

Antes de comenzar a utilizar la instalación, es necesario que la misma haya sido esterilizada convenientemente. Para ésto se hace circular agua caliente de 140°C por el sistema. Para que toda la ma-- quinaria entre en contacto con el agua caliente, se recurre al esteri-- lizador de circuito (C). Como es de suponer, resulta imposible hacer circular agua a 140°C por un tanque flotador abierto (H). De ahí que, durante la esterilización de la instalación, se ponga también en funci-- onamiento el refrigerador auxiliar (I). La temperatura del agua ca-- liente desciende, en este refrigerador, hasta por debajo de los 100°C antes de pasar al tanque flotador (A).

El concepto "estéril" no admite concesiones. Para tener la plena seguridad de que la instalación entrega un producto estéril, es necesario excluir, de todo punto, la manipulación directa del hombre. La instalación Sterideal se ajusta enteramente a esta norma. Todas -

las operaciones, desde el principio hasta el fin del proceso, tienen lugar automáticamente y son controladas también de forma automática. Trabajar con la instalación Sterideal equivale, pues, a trabajar con seguridad.

#### Consecuencias del Calentamiento según los Sistemas Directo e Indirecto

Ya hemos visto aquí que el calentamiento ultra-alto (UHT) de leche y productos lácteos de consumo, se puede realizar siguiendo los sistemas directo o indirecto. Antes de elegir uno de estos sistemas, será necesario estudiar las consecuencias que cada uno de ellos puede tener.

Un detenido examen de los esquemas que muestran el principio de trabajo de ambos sistemas, nos hace ver diferencias en la disposición de determinadas piezas de la instalación. Dichas diferencias no son puramente casuales; a continuación trataremos de profundizar en estas diferencias y algunas otras.

#### 1.- Calidad del vapor.-

Al trabajar con el sistema de calentamiento directo, el vapor entra también en contacto directo con el producto, lo que implica que la calidad del vapor utilizado deberá responder a unas normas especiales. Dichas normas se pueden resumir de la siguiente forma.

- a) El vapor deberá proceder, preferiblemente, de agua apta para consumo (agua potable).
- b) Se ha de evitar, de todo punto, la presencia de olor o materias con sabores.
- c) Únicamente se utilizará vapor seco saturado.
- d) Las materias químicas que se hayan suministrado al agua de alimentación de las calderas, para su ablandamiento o para otros fines, no habrán de pasar al vapor.
- e) Dado que el vapor debe ser puro, es aconsejable limpiar la caldera de vapor con más frecuencia de lo normal.
- f) Para evitar las partículas de suciedad en el vapor, como óxido,

etc. es preferible que la tubería de vapor de la caldera hasta la instalación, sea de acero inoxidable.

Para satisfacer a estas normas, es conveniente que la caldera sea de gran capacidad. Por otra parte, se ha de evitar que la caldera esté sometida a una carga superior a la que admite, ya que esto podría originar que fueran arrastradas partículas de aire, junto con el vapor, al depósito, al que se conectan las tuberías de alimentación de la maquinaria.

Finalmente, se ha de ejercer una severa vigilancia para que no vayan a parar a la caldera de vapor residuos de aceite, pues por -- muy pequeños que sean éstos, influirán perniciosamente el sabor y el olor del vapor formado en la caldera.

En la práctica, ha podido comprobarse que es absolutamente necesario someter el vapor a un tratamiento aparte, antes de que éste -- entre en contacto con el producto. Para este fin existen diver-- sos aparatos:

a) Filtro centrífugo.

Con este filtro se pueden separar del vapor partículas sólidas, gotas de agua y productos químicos disueltos en el agua. La -- eliminación de estos productos químicos, únicamente se lleva-- rán a cabo de una forma efectiva si, durante la filtración, -- éstos no se hallan en forma gaseosa.

b) Filtro centrífugo con filtro de carbono activado.

Haciendo uso de un filtro de carbono activado, con un filtro -- centrífugo conectado en serie, también se pueden eliminar del vapor los productos químicos gaseiformes, al ser absorbidos -- por el filtro de carbono activado.

c) Generador de vapor con filtro centrífugo.

En caso de que los elementos anteriormente mencionados, no den unos resultados satisfactorios, no habrá más remedio que recurrir a un generador de vapor. De hecho es ésta también una caldera de vapor y es calentada por vapor de la caldera propiamente dicha. La caldera y el serpentín de calentamiento están --

construidos de acero inoxidable, de modo que todo el conjunto puede someterse a limpieza química (con ácido). De esta forma pasa a ser superfluo el uso de productos químicos para el ablandamiento del agua de alimentación. Se ha de tener en cuenta que el generador de vapor ha de poseer una presión de vapor más elevada que la caldera propiamente dicha. La presión del primero será aproximadamente 4 atm. mayor que la requerida para la caldera de vapor.

De lo que precede se deduce que la aplicación del sistema directo de calentamiento tiene determinadas consecuencias en lo que respecta a la calidad del vapor a utilizar. En consecuencia, habrá que disponer de instrumentos para una limpieza eficaz del vapor.

Estos instrumentos o aparatos, se pueden conseguir fácilmente en el mercado y, en la práctica, resultan eficientes. Pero, a pesar de todo, la dotación de estos aparatos es una necesidad imperiosa, en contra de lo que ocurre con el sistema de calentamiento indirecto, en el que no existe ningún contacto directo entre el medio de calentamiento (vapor) y el producto mismo.

Una de las ventajas del sistema indirecto es, por ejemplo, que la instalación Sterideal trabaja con vapor normal de la línea general de abastecimiento de la empresa.

## 2.- Sistemas de calentamiento directo y prescripciones legales.-

El hecho de que los sistemas de calentamiento directo, al producirse el contacto directo entre el vapor y el producto, pase al producto agua de condensación, ha sido motivo para que la Ley impida en algunos países la aplicación de estos sistemas de calentamiento.

Las disposiciones de la Ley en dichos países, no admiten la adición de determinadas materias (como agua) al producto. Para hacer uso del sistema de calentamiento directo es necesario solicitar un permiso especial de las autoridades. No cabe duda que, un permiso así, sólo se concederá cuando las autoridades tengan la -

seguridad de que el agua de condensación absorbida por el producto, es evacuada nuevamente de éste en su totalidad. El tratamiento del producto en la instalación no ha de ejercer ninguna influencia en la composición original del producto.

En la actualidad se pueden ofrecer suficientes garantías en cuanto al mantenimiento de la composición inicial de los productos, - después de haber sido sometidos a un proceso determinado. Es inverosímil que las autoridades prohíban permanentemente unas técnicas de conservación de productos que ya se admiten en muchos países, por lo que es de esperar que las disposiciones legales se vayan adaptando en todas partes en el futuro.

### 3.- Agua de condensación en el producto.

Al aplicar el sistema de calentamiento directo, pasa una determinada cantidad de agua de condensación al producto, a consecuencia de la inyección de vapor.

En pruebas realizadas con el "Uperisador" de la empresa Alpura -- (Suiza) se comprobó que el consumo de vapor era de 145 kg por cada 1,000 kg de leche procesada. Esta cantidad de vapor va a parar a la leche en forma de 145 kg de condensado. Para una instalación con una capacidad de por ejemplo 8,000 lts. de leche por hora, supone esto una cantidad de condensado de:

$$8 \times 145 = 1,160 \text{ kg o } \frac{1,160}{80} = 14.5\%$$

Para que la composición original del producto no sufra ninguna alteración, es necesario que la cantidad total de agua de condensación absorbida sea extraída nuevamente del producto. Esto tiene lugar en el depósito de expansión (figura 5, punto 9).

Las condiciones importantes para una evaporación total del agua - de condensación en el depósito de expansión, son:

- a) Mantenimiento constante del vacío en el depósito de expansión el cual se habrá fijado previamente con la máxima precisión.

- b) Conservación de una diferencia determinada entre la temperatura de salida del producto del depósito de expansión y la temperatura de salida del mismo producto del segundo precalentador (figura 5, punto 3).

La temperatura del producto, a la salida del depósito de expansión suele ser 2 o 3°C mayor que la de salida del segundo precalentador. No obstante, esta diferencia debe ser calculada con exactitud para cada instalación.

Es obvio observar que se requiere, para este fin, un regulador de temperatura que trabaje con la máxima precisión. Se ha calculado que una desviación de 1°C en esta diferencia de temperatura, durante el proceso de la leche, modifica la densidad del producto resultante en 0,2% aproximadamente.

La aplicación de una tolerancia de 0,2%, a las temperaturas previamente fijadas equivale a una modificación del 0,04% de la densidad de la leche. Una diferencia así, no es perceptible con los métodos usuales para análisis del contenido de sólidos en la leche.

En los sistemas de calentamiento indirecto no se produce contacto entre el medio de calentamiento (vapor) y el producto, por lo que tampoco es necesario adoptar medidas especiales para extraer el agua de condensación. Esto contribuye en parte a que estas instalaciones por sistema indirecto sean menos complicadas que las ya descritas aquí.

#### 4.- Pérdida de aroma en la aplicación del sistema de calentamiento directo.-

Durante la evaporación del agua de condensación que se halla en el producto, tiene lugar, en los sistemas directos de calentamiento, un cierto grado de desaireación. Esto puede ofrecer la ventaja de eliminar ciertos olores volátiles, menos gratos, procedentes por ejemplo del pienso y que han pasado a la leche a través del cuerpo de la vaca.

Aún no existe unanimidad de opiniones en cuanto al momento más -- eficaz para la aplicación de la desaireación. Hay quien se inclin más por la desaireación antes de la esterilización, exponiendo como argumento que los resultados son en este caso mucho mejores que cuanb esta operación se realiza después de la esterilización.

Por lo demás, tampoco se debe sobreestimar el valor del desaireado. En primer lugar sólo desaparecerán, parcial o totalmente, -- aquellas materias olorosas volátiles que hayan sido absorbidas durante la fase acuosa. Pero esto no ocurrirá con las materias odorantes que van ligadas a la grasa láctea. Por otra parte, cabe - preguntarse también si, al tiempo que se desprenden esas materias indeseables, no desaparecerán asimismo otras, aromáticas, cuya -- presencia en la leche es justamente beneficiosa.

En los últimos tiempos se está observando, cada vez con mayor --- frecuencia, una pronunciada tendencia a envasar diversos produc-- tos aromáticos en forma aséptica, tal como ocurre con la leche. - Por ejemplo existen ya muchos de estos productos en envase aséptico, tales como flan de vainilla, de chocolate, leche chocolatada, leche con sabores de fruta, natillas con diversos sabores, cremas con sabores, etc.

El tratamiento de estos productos aromatizados no deja de crear - problemas cuando se utiliza el sistema de calentamiento directo, pues este sistema impone como condición indispensable, la evacua-- ción del agua de condensación que haya absorbido el producto.

Si la desaireación simultánea que tiene lugar al realizar esta -- operación se puede considerar como una ventaja cuando se trata de procesar leche, no se puede decir lo mismo cuando se trabajan productos aromáticos, pues el tratamiento a que estos son sometidos en el depósito de expansión resulta claramente en perjuicio - de los mismos. En el curso de esta operación se eliminan también las materias aromáticas que son las que precisamente dan al pro-- ducto ese olor y sabor característicos.

Para trabajar productos aromatizados con instalaciones de sistema

directo, se suelen adoptar las siguientes medidas:

- a) Dosificación aséptica de una cantidad extraordinaria de materias aromáticas al producto después del tratamiento en el depósito de expansión.
- b) Empleo de materias primas con la menor cantidad posible de productos aromáticos volátiles.

En ambos casos tiene esto como consecuencia casi inevitable un incremento del precio de costo del producto. La dosificación aséptica de las materias aromáticas exige mucha atención y cuidado, - pues estas deben ser totalmente estériles. Esta operación de dosificación aumenta, ya de por sí, las posibilidades de contaminación. En la mayoría de los casos, por tanto, se trata de buscar una compensación recurriendo a materias primas con un porcentaje mínimo de aromas volátiles.

En cambio, el sistema de calentamiento indirecto no ofrece ningún problema con respecto a la pérdida de aroma. La instalación Sterideal está construida de tal forma que, en caso de que se crea - necesario, se puede realizar la desaireación del producto antes - de que éste pase a la homogeneizadora. Quiere decirse que la desaireación se lleva a cabo antes de la esterilización.

El dispositivo de desaireación no forma una parte integrante de la instalación, por lo que puede ponerse en servicio o desconectarse según la conveniencia del caso. Para los productos aromáticos es superflua la desaireación, en vista del color y sabor pronunciados de éstos.

##### 5.- Disposición de la maquinaria en el sistema de calentamiento directo e indirecto.

La disposición de la maquinaria en los sistemas de calentamiento directo e indirecto, puede deducirse de las figuras 5 y 6. Al -- examinar estas figuras, llama la atención el hecho de que determinadas piezas de la instalación difieren en su emplazamiento.

En el sistema directo, por ejemplo, va una bomba en la zona estéril del circuito, mientras que también está emplazada aquí la homogeneizadora (véase figura 5, punto 12). Esto parece ir en contra de toda lógica, puesto que la bomba y la homogeneizadora podrían contaminarla leche esterilizada. No cabe duda de que también en el sistema directo sería preferible homogeneizar la leche antes del calentamiento a alta temperatura, tal como suele hacerse en los sistemas indirectos (véase figura 6, E).

Sin embargo, se ha podido comprobar que la homogeneización del producto, antes de la zona de alto calentamiento, puede tener consecuencias funestas para el sabor y demás características del producto final. En tal caso ocurren los siguientes fenómenos:

- a) La leche adquiere sabor de tiza.
- b) Se originan sedimentos en el envase.

La aparición de estos fenómenos se atribuye a la formación de conglomerados de partículas de caseína. Con el microscopio electrónico pudieron observarse conglomerados de caseína con un diámetro de 1 micron y mayores.

Algunos investigadores suecos han comprobado que la homogeneización de la leche antes del calentamiento a alta temperatura puede acarrear, en el sistema directo, la formación de sedimentos en el envase. La homogeneización a una temperatura de 60°C, resultó dar una menor sedimentación que en el caso de homogeneizar a 80°C. La adición de bicarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$ ) a la leche, antes de la homogeneización, resultó en una reducción de sedimentación.

La aplicación de un sistema de calentamiento directo tiene, como consecuencia inevitable, la necesidad de homogeneizar la leche después de haber sido esterilizada ésta.

La leche habrá de pasar desde el depósito de expansión con ayuda de una bomba, a la homogeneizadora. La colocación de la bomba y la homogeneizadora en la zona estéril del circuito merece especial atención, sobre todo en lo que concierne a los siguientes puntos:

- a) La bomba y la homogeneizadora no han de motivar contaminación.
- b) La bomba y la homogeneizadora deberán ser esterilizadas también al tiempo que se esteriliza la instalación con agua caliente.
- c) La esterilización de la bomba y de la homogeneizadora requiere también unos cuidados especiales en cuanto a la junta del eje de la bomba y a los pistones de la homogeneizadora.

Para los problemas que ofrecía la junta del eje de la bomba se -- ha logrado encontrar una solución, lo que no excluye que la bomba aséptica y la homogeneizadora aséptica exijan una atención cons-- tante.

Como se puede ver en la figura 6, la homogeneizadora está ubicada en este sistema indirecto en la zona no estéril del circuito, de forma que no es necesario que ésta trabaje en forma aséptica ni - que sea esterilizada con el resto de la instalación.

#### 6.- Flexibilidad de las instalaciones de sistema directo e indirecto durante el funcionamiento.

Las llenadoras asépticas disponibles en la actualidad, trabajan - principalmente con una capacidad fija. Las capacidades alcanza-- bles con estas llenadoras son relativamente bajas. Cada vez es - mayor el número de empresas que utiliza dos de estas llenadoras - asépticas, que son alimentadas por una sola instalación de calen-- tamiento ultra-alto.

Tomemos como ejemplo una instalación para calentamiento a altas - temperaturas (UHT) con una capacidad de 8,000 litros de leche por hora, con la que se abastezcan dos llenadoras asépticas, cada una de las cuales posea una capacidad de 4,000 envases de 1/1 litro - por hora. Mientras ambas llenadoras estén en funcionamiento, las capacidades estarán ajustadas entre sí , pero en el momento en - que se origine cualquier avería en una de estas llenadoras, no se podrá evitar que surjan problemas en el proceso. La instalación suministra 8,000 litros de leche por hora, mientras que, debido - a que una de las llenadoras no funciona, solo se pueden embote---

llar 4,000 litros por hora.

El ajuste de la capacidad a las nuevas circunstancias, resulta -- muy difícil en los sistemas de calentamiento directo. Todos los demás elementos de la instalación habrían de ser adaptados al mismo tiempo, y con precisión, a estas circunstancias (véase fig. 5):

- a) La bomba de alta presión (4) que se encarga de trasladar la leche a la sección de calentamiento (6) con inyección de vapor.
- b) La bomba aséptica (11) que hace pasar la leche esterilizada del depósito de expansión (9) a la homogeneizadora.
- c) La homogeneizadora aséptica (12).

No existe más remedio, pues, que adoptar medidas especiales cuando se trabaja con dos o más llenadoras asépticas, alimentadas por una sola instalación de calentamiento por el sistema directo. Estas medidas pueden consistir en el emplazamiento y enfriamiento y al que se conectarán las llenadoras asépticas.

La introducción de un tanque aséptico hace la instalación todavía más complicada, ya que el tanque es una unidad independiente en el sistema, con regulación propia, automatizada y programada para el enjuague, limpieza y esterilización. Asimismo, el aire que entra en el tanque al bajar el nivel del líquido ha de ser debidamente filtrado y desinfectado.

La introducción del tanque aséptico supone, de hecho, un posible foco de contaminación. Por otra parte, la adquisición de dicho tanque lleva consigo una inversión económica de considerables proporciones. En determinadas circunstancias, sin embargo, como en el caso que anteriormente se ha expuesto, no puede uno evadirse a la necesidad de utilizar un tanque de este tipo. Naturalmente, prestando una atención constante a este punto, se puede evitar la contaminación del producto ya esterilizado.

La homogeneizadora presta servicios en la mayoría de los casos, - en los sistemas indirectos, de bomba positiva para el transporte del producto dentro de la instalación. Modificando las velocidades del motor eléctrico de la homogeneizadora se puede alterar --

también la capacidad de la instalación.

Este sistema no sería muy ventajoso si sólo se pudiera reducir la capacidad de la instalación, cuando ésto fuera necesario por hallarse fuera de servicio una de las llenadoras asépticas. La reducción de la capacidad significaría que el producto sería calentado en la instalación durante un tiempo superior al estrictamente necesario.

Para un tratamiento acertado del producto es necesario también -- que la duración del proceso térmico se adapte a esa nueva capacidad inferior.

Al tratar sobre el principio de trabajo de la instalación Sterideal, basándonos en la figura 5, ya se profundizó en las muchas posibilidades que se han incorporado a dicha instalación. El aspecto más ingenioso es, sin duda, la posibilidad de adaptación de la duración del calentamiento, gracias a la abertura y al cierre automático de las válvulas en el sistema de descarga del agua de condensación en la sección de calentamiento.

Volvamos al ejemplo ya expuesto: una instalación que trabaja con una capacidad de 8,000 litros por hora, alimentando dos llenadoras asépticas con una capacidad unitaria de 4,000 envases de 1/1 litro por hora. En este caso se puede dotar el motor eléctrico de la homogeneizadora de la instalación Sterideal con dos velocidades. A la velocidad máxima del motor se obtiene la capacidad máxima de 8,000 litros/hora.

Al producirse una avería durante el trabajo en una de las llenadoras asépticas, tiene lugar, automáticamente, las siguientes operaciones:

- a) La velocidad del motor eléctrico de la homogeneizadora queda reducida de tal forma que sólo se desplaza por la instalación, una cantidad de 4,000 litros de leche por hora.
- b) La válvula de la descarga de condensado en la sección de calentamiento se cierra, de modo que una parte del circuito de vapor se llena de agua de condensación, con lo que la superficie

de calentamiento queda limitada a la mitad.

- c) La carga de vapor a la sección de calentamiento se adapta a -- las nuevas circunstancias.

En caso de que la instalación Sterideal haya de alimentar a más - de dos llenadoras asépticas, el motor eléctrico de la homogeneiza - dora se construye en el tipo de corriente continua. Así es posi - ble trabajar con cualquier capacidad horaria, a la vez que la du - ración del calentamiento se adapta también a cada una de las capa - cidades con que se trabaje.

Estas provisiones técnicas hacen de la instalación Sterideal una máquina de flexibilidad incomparable, que se ajusta a todas las - circunstancias de trabajo, sin que sea necesaria la introducción de un tanque aséptico.

ACTINIZACION.- La industria lechera se ha beneficiado, durante el último siglo, con la creación de numerosos sistemas para el mejor tra - tamiento de productos lácteos. Una de las novedades más recientes es el proceso de pasteurización, basado en la observación de las normas de equilibrio biológico y de la destrucción bacteriana regida por las irradiaciones solares. La evolución de la ciencia electrónica y el - vasto alcance de sus aplicaciones, inspiraron al ingeniero suizo --- William P. de Stoutz a estudiar las posibilidades de la reconstitu--- ción del espectro solar en sus diversas longitudes de onda. Fruto de sus estudios es el nuevo proceso pasteurizador eléctrico, al cual dió Stoutz el nombre de "Actinización".

La actinización, designación derivada del griego Atkis = ra - yo, emplea la energía eléctrica en un aparato de concepción muy simple y en el cual las irradiaciones infrarrojas, luminosas y ultravioletas son reconstituidas en ondas de longitudes perfectamente seleccionadas, entre 2,500 y 30,000 angstroms. Se cumple en él la misión bacterioló - gica cabalmente y, además, beneficiosa en el caso de la leche, por la transformación de las provitaminas en vitaminas D<sub>3</sub>, tan importantes y necesarias para el desarrollo del cuerpo humano.

Para ubicarse en la evolución técnica, es preciso notar la diferencia que hay entre la pasteurización tradicional a vapor y la actinización. En el primer caso, estamos frente al fenómeno de macrofísica (Louis de Brooglie), estrictamente limitados primeramente al intercambio de temperaturas por conducción y, posteriormente, por convección en el líquido, hasta llegar a la destrucción de bacterias y organismos patógenos, y en ese proceso, de algunos elementos vitales también. En la actinización, en base a las nociones de mecánica ondulatoria, se trabaja en el ámbito de la microfísica y en una acción -- completamente diferente a la anterior.

La leche es impulsada en forma tumultosa por tubos de cuarzo, exponiendo cada molécula millares de veces a un verdadero "bombardeo" de corpúsculos llamados fotones, en longitudes de onda bien determinadas; todo esto ocurre a la velocidad de la luz o sea de unos 300,000 kilómetros/segundo. Lo que también diferencia a los fotones está en la frecuencia de su emisión: Cuanto mayor sea la frecuencia, más corta es la longitud de onda y, en consecuencia, su acción es más enérgica. Llegamos así a las irradiaciones ultravioletas (las más cortas del espectro solar) cuya acción se desarrolla virtualmente en frío, aunque muy enérgicamente, a causa de sus altas frecuencias.

En el caso de las irradiaciones infrarrojas, éstas actúan a través de las paredes de los tubos de cuarzo, sin elevar la temperatura de éstos, como ocurre con las irradiaciones solares, atravesando el espacio interplanetario sin elevar su temperatura. Mediante esta doble acción, la leche tratada con paredes frías conserva su sabor -- natural (no adquiere el tradicional sabor a "cocida") y, por el efecto bacteriostático, se duplica el tiempo que se mantiene fresca en -- comparación con los procesos comunes; agregándose a ésto el aumento -- en el factor vital por el contenido mayor de vitamina D<sub>3</sub>.

Ventajas de la Actinización:

- 1.- Tratamiento de pasteurización de alta eficiencia.
- 2.- La leche actinizada se conserva fresca por más tiempo.
- 3.- Aumenta el factor vital de la leche por vitaminización natural, con vitamina D<sub>3</sub>.

- 4.- Posibilidad de tratar leche de alta acidez en su límite máximo.
- 5.- Costos operativos ínfimos en el tratamiento, al consumir 14 Kw. de energía eléctrica por cada 1,000 litros procesados.
- 6.- Selección de equipos, en capacidades desde 150 hasta 15,000 litros y más por hora.
- 7.- La leche conserva su sabor natural al eliminarse el sabor a "coco".
- 8.- Mayor rendimiento y mejor calidad del producto en quesería.
- 9.- No requiere calderas ni depósitos de combustible, eliminándose así los riesgos de incendio y explosión.
- 10.- Elimina el problema de polución del ambiente.
- 11.- Permite la elaboración de yoghurt en forma continua, con automatización total, y se ahorra un 75% en la mano de obra.
- 12.- Menor inversión de capitales en edificios e instalaciones varias.

#### DEODORIZACION.-

El proceso de deodorización está diseñado para remover los sabores volátiles de la leche, crema y otros productos lácteos. Esos sabores y olores los adquiere la leche de la irrigación sanguínea del animal y de la atmósfera donde la leche es manejada. Al deodorizar se obtiene una estandarización del sabor, obteniéndose una calidad constante que aumenta la preferencia del producto entre los consumidores; son también removidos muchos de los olores y sabores producto de la alimentación por concentrados, pasturas, silages, cebollas, ajos, coles, etc.

Hay dos tipos básicos de Deodorización:

- 1.- Tratamiento con vacío (sin calentamiento con vapor).
- 2.- Tratamiento con vacío-vapor (inyección directa de vapor al producto).

TRATAMIENTO CON VACIO.- Cuando los sabores y olores en el producto son relativamente suaves, muchos de éstos pueden ser removidos a un nivel satisfactorio, sujetando la leche caliente a un tratamiento de

vacío solamente. Muchos de esos olores y sabores pueden ser removidos por vaporización de algo de la humedad del producto, la cual lleva afuera mucho de estos sabores. La vaporización ocurre cuando el vacío es reducido a la presión de ebullición por la temperatura del producto. Cuando ocurre la vaporización hay algo de merma a causa de la humedad removida. Esta es menor de 0.3% a 1% por cada 5.5°C que baja la temperatura con la vaporización, dependiendo esto también de la disposición del condensado.

El cilindro vaporizador es normalmente instalado después de la válvula de diversión de flujo, y suficiente vacío es mantenido para bajar la temperatura del producto 1.5°C o más.

TRATAMIENTO CON VACIO-VAPOR.- Cuando la leche y productos lácteos son calentados por contacto directo con vapor y subsecuentemente vaporizados (evaporación instantánea) en una cámara de vacío, casi todos los sabores volátiles más comunes y olores de alimentos, forrajes, silages, y otros como olores a vaca y establo, son casi completamente removidos siempre que éstos estén presentes en altas intensidades. - El tratamiento vapor-vacío, es el único tipo de proceso que puede remover olores a cebollas o ajos a un nivel satisfactorio, para algunos sabores químicos fuertes de algunos concentrados y otros productos, - se requiere de destilación con vapor para poderse remover. Además, - cuando el vapor es usado en contacto directo con la leche, no hay merma porque solamente el vapor adicionado y los sabores y olores son -- llevados fuera del producto.

Instalación del Equipo adecuado de Control.-

- A.- El equipo de deodorización, que incluye sistemas de tratamiento al vacío y/o vacío vapor; pueden ser instalados y operados conjuntamente a un sistema de alta temperatura corto tiempo, si se prevee que dicho equipo:
- 1.- No interfiera con la desviación o retención del flujo del producto no pasteurizado.
  - 2.- No influya en la relación de presiones dentro del regenerador.

- 3.- No reduzca el tiempo de sostenimiento abajo del mínimo requerido.
- 4.- No contamine el producto con sustancias tóxicas o materias extrañas por el uso de un vapor no purificado.
- 5.- No adultere el producto con adición de agua.

B.- El equipo de deodorización puede consistir de:

- 1.- Sistema con una cámara de vacío, sin adición directa de vapor, instalado antes de la sección de calentamiento.
- 2.- Sistema con una cámara de vacío, sin adición directa de vapor, instalado después de la válvula de diversión de flujo.
- 3.- Sistema con una o dos cámaras de vacío, con adición directa de vapor, instalados después de la válvula de diversión de flujo.
- 4.- Sistema con doble cámara de vacío, instalado con una combinación de B(1) y B(2). Hay otras combinaciones o modificaciones, las cuales son instaladas de acuerdo con lo especificado en el punto A, y con las siguientes provisiones pueden ser utilizados (figuras 7, 8 y 9).

I.- Cuando el equipo de vacío esta localizado después de la válvula de desviación del flujo (VDF), principalmente debe de estar provisto para evitar la presión negativa entre el flujo adelante de la válvula VDF y la entrada a la cámara de vacío, cuando está el flujo desviado o cuando cesan las operaciones. Un efectivo interruptor de vacío y una válvula check automática (instalada antes del interruptor de vacío), deben de ser instaladas en dicha línea. La efectividad de la instalación se puede evaluar desconectando la línea adelante de la VDF durante la posición de flujo desviado, y con el equipo de vacío en operación, checar que no haya presión negativa.

II.- Cuando el equipo de vacío está localizado después de la VDF, principalmente debe de estar provisto para prevenir la disminución de nivel de leche pasteurizada en el regenerador durante flujo desviado. Una válvula check automática y un interruptor de vacío, -

SISTEMA DE CAMARA DE VACIO SENCILLA, SIN ADICION DIRECTA  
DE VAPOR INSTALADA ANTES DE LA SECCION DE CALENTAMIENTO.

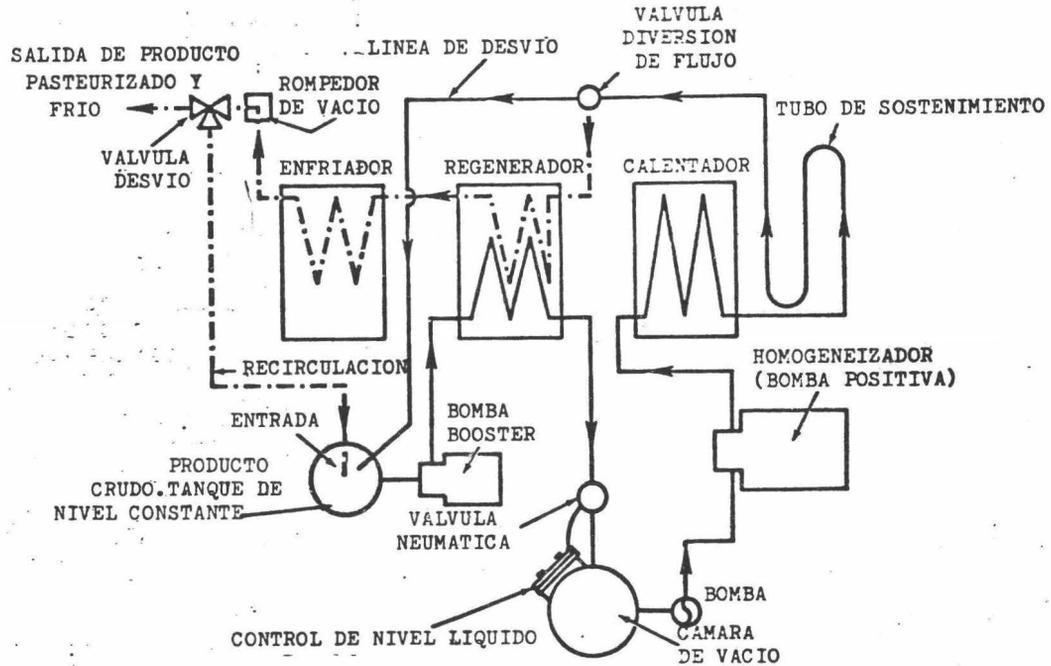


Figura 7

SISTEMA CON DOBLE CAMARA DE VACIO UNA ANTES DE LA SECCION DE CALENTAMIENTO Y OTRA  
DESPUES DE LA VALVULA DE DIVERSION DE FLUJO, SIN ADICION DE VAPOR.

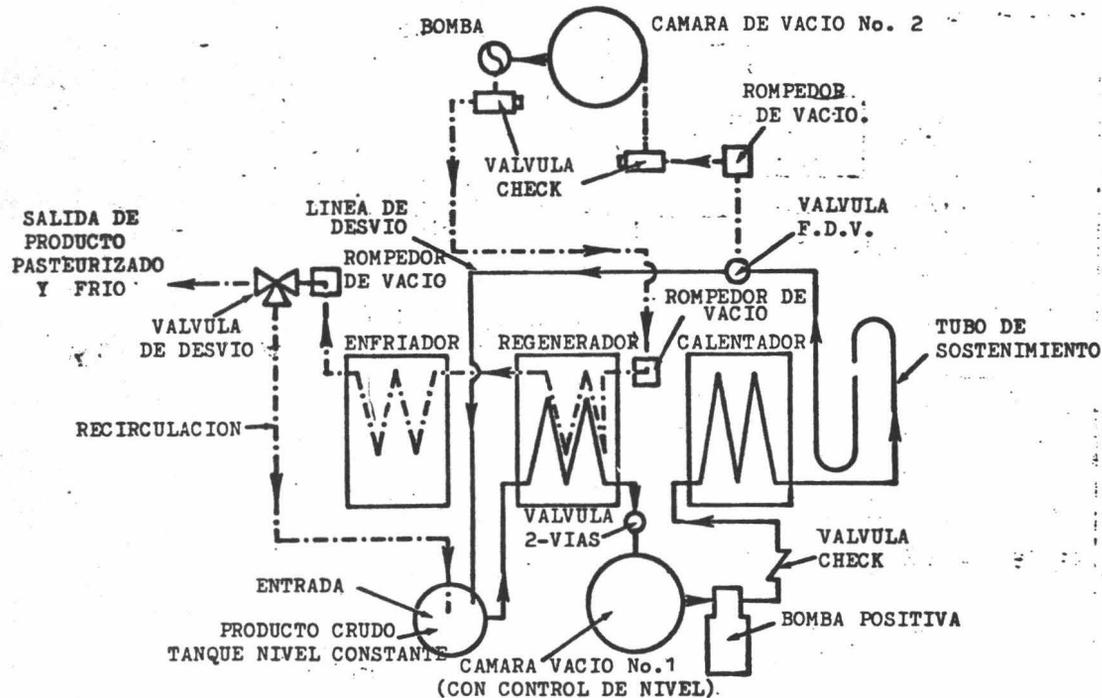


Figura 8

SISTEMA DE CAMARA DE VACIO SENCILLA, SIN ADICION DIRECTA DE VAPOR, INSTALADO ADELANTE DE LA VALVULA DE DIVERSION DE FLUJO

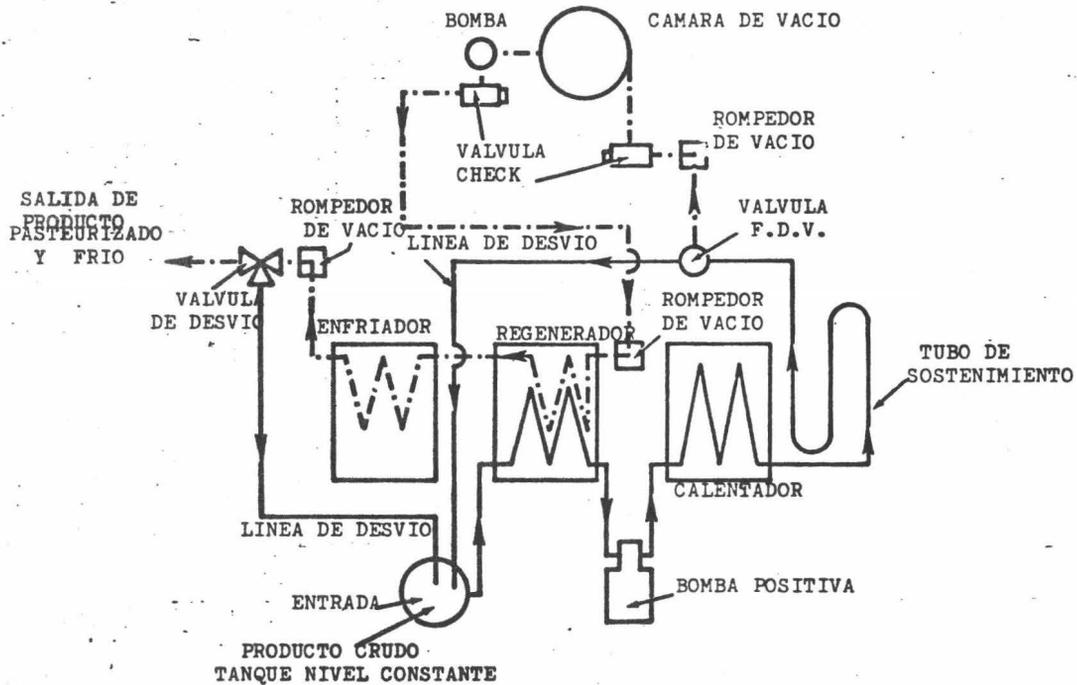
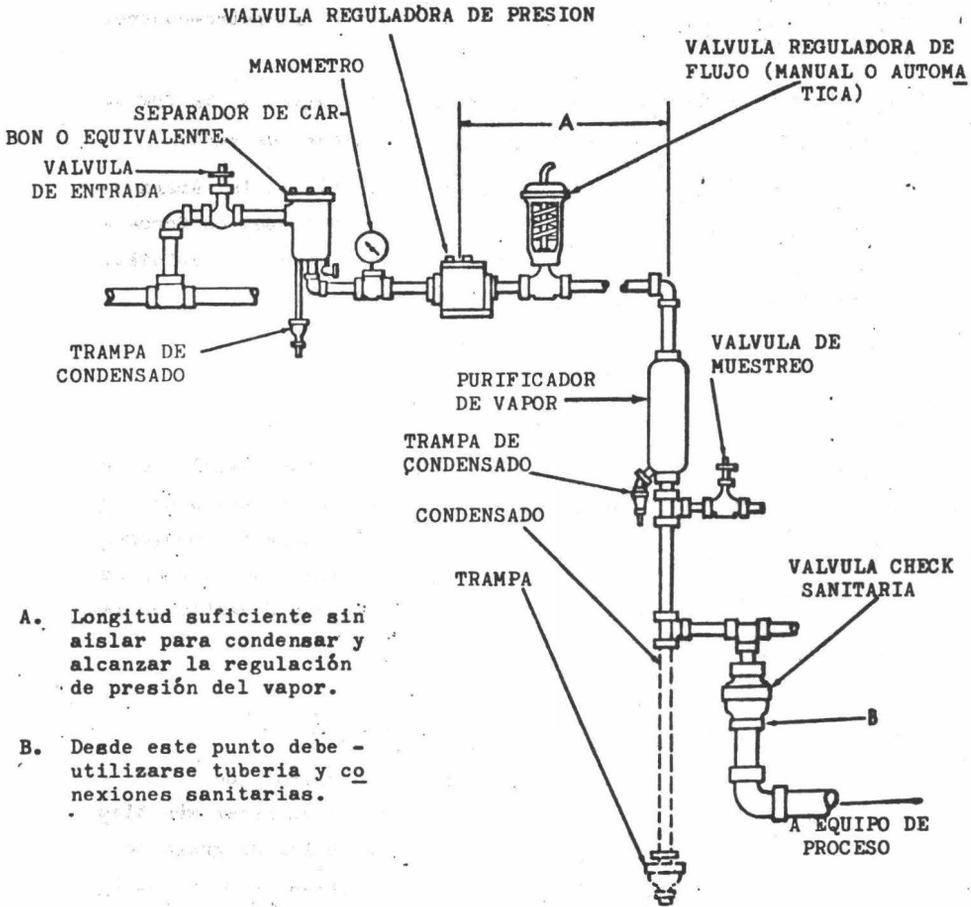


Figura 9

deben ser instalados en la línea entre la salida de la cámara de vacío y la entrada de leche pasteurizada al regenerador.

- III.- Cuando el equipo de vacío está instalado después de la VDF, el tiempo de sostenimiento debe de ser probado, operando la bomba positiva a su máxima capacidad, y el equipo de vacío operado a máximo vacío.
- IV.- El vapor usado en contacto con el producto debe ser de buena calidad. Compuestos combustibles conteniendo ciclohexilamina, morfina, octadeciclamina, cromo hidracina, o algún otro compuesto tóxico no debe ser utilizado. Figura 10.
- V.- Cuando el vapor es introducido a la línea del producto después de la VDF, se proveerán los medios necesarios para evitar la adición de vapor al producto, a menos que la VDF esté en posición de flujo hacia adelante. El equipo debe de estar provisto de una válvula de control automático de vapor con un sensor de temperatura localizado antes de la entrada del vapor o utilizando una válvula solenoide instalada en la línea de vapor, interconectada con la válvula de diversión de flujo, para que cuando esté en flujo desviado cierre la válvula solenoide.
- VI.- Cuando la línea alimentadora de agua esté conectada directamente al condensador de la cámara de vacío, debe de prevenirse el regreso y sobreflujo de agua y/o condensado del condensador a la cámara de vacío en caso de que falle la bomba de condensado, falla la válvula check, o falla de energía. El equipo debe de estar provisto de una válvula de seguridad automática instalada en la línea de agua y un control de nivel instalado en el condensador, el cual pueda, efectivamente, cerrar el flujo de agua y/o si el condensado sube arriba de un nivel predeterminado en el condensador.
- VII.- Cuando el vapor es introducido directamente al producto, medios automáticos deben de ser provistos para mantener una temperatura diferencial propia entre la entrada y la salida del producto para prevenir producto diluido y asegurar la composición original del



ENSAMBLE DE TUBERIA PARA VAPOR SATURADO  
PARA INFUSION O INYECCION AL PRODUCTO

Figura 10

producto (figura 11 y 12). Esto se logra con un registro-control automático el cual:

- a) Registra la temperatura del producto a la salida de la VDF -- (antes de la adición del vapor) y en la cámara de vacío.
- b) Ajusta automáticamente la operación del vacío en la cámara para asegurar que se remueva toda el agua adicionada en forma de vapor. Puede utilizarse otro sistema siempre que automáticamente prevenga cualquier cambio al producto.

#### HOMOGENEIZACION.-

Es el proceso por el cual se hace una emulsión estable de la grasa de la leche con el suero de la misma por acción mecánica del homogeneizador, el cual consiste en una bomba de alta presión complementada con una apertura muy pequeña y ajustable, a través de la cual salen los fluidos con alta presión, ocasionando un marcado cambio en las propiedades físicas del producto.

#### EFECTOS DE LA HOMOGENEIZACION:

- a) El principal es la subdivisión de los glóbulos grasos (de 8 a 2 -- micras como término medio), que de esta manera permanecen más tiempo dispersos en la leche, esto hace que los glóbulos de grasa no suban a la superficie para formar una capa de grasa, como en la leche normal, ya que son tan pequeños que pocos de ellos tienen la fuerza suficiente para contrarrestar la fuerza de la gravedad.
- b) El coágulo que se produce al actuar los jugos digestivos sobre la leche es más blando, más fácilmente digerible (la tensión se reduce en un 50%) ello se debe a que, cuando las proteínas del estomago (pepsina, tripsina y renina) atacan las proteínas de la leche sin homogeneizar, forman un coágulo duro que dificulta la acción de los jugos gástricos para realizar una digestión completa, con la consiguiente sensación de pesadez que sienten los adultos, y dificultades digestivas en los niños. Tras de la homogeneización, las diminutas partículas de grasa resultantes presentan mayor su--

SISTEMA CAMARA DE VACIO SENCILLA, CON ADICION DIRECTA DE VAPOR, ADELANTE DE LA VALVULA DE DIVERSION DE FLUJO

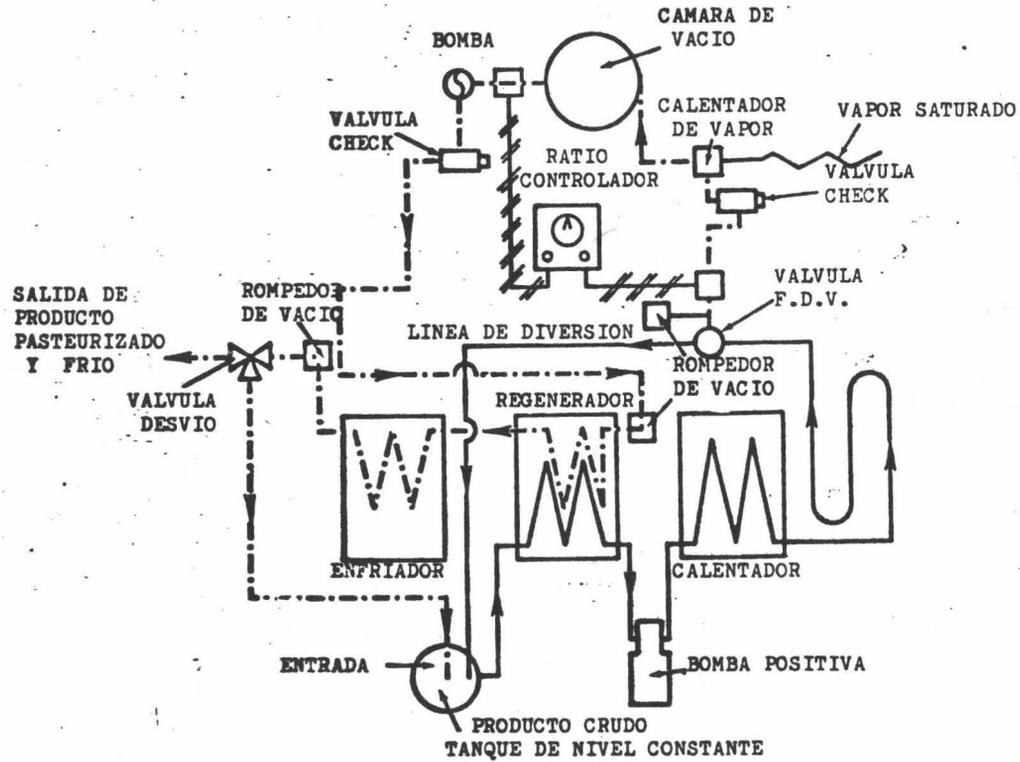


Figura 11

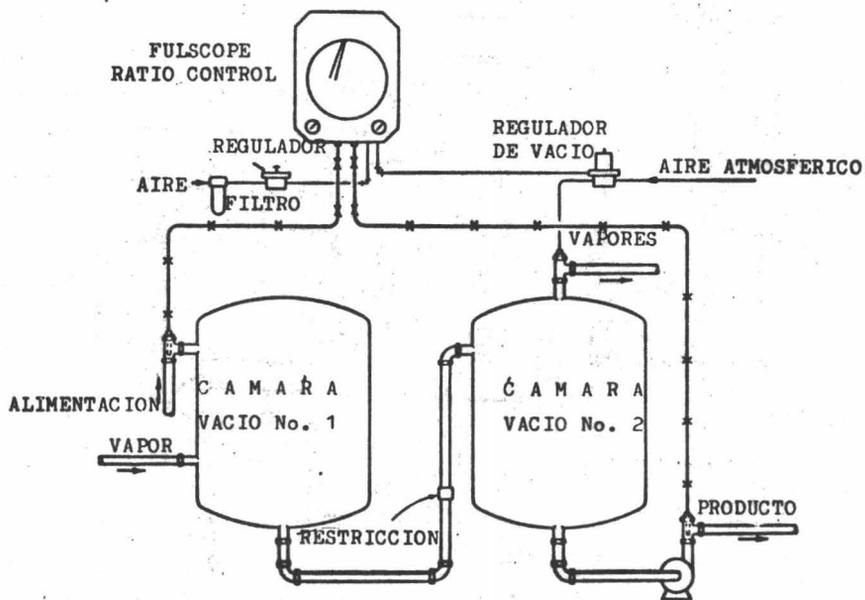


Figura 12.

- perficie de acción al ataque de los jugos gástricos; este hecho, -  
sumado a que los agentes emulsificantes aumentan sus capacidades -  
higroscópicas, hacen que el coágulo resultante sea más blanco y --  
suave, permitiendo su digestión rápida, fácil y completa.
- c) Aumento de la viscosidad. Considerando el paladar y sabor, la le-  
che homogeneizada tiene una consistencia muy regular, con más ---  
"cuerpo" que la leche no homogeneizada.
- d) Mayor opacidad; la leche parece más blanca. La razón es que cuan-  
do se homogeneiza la leche, los glóbulos se rompen y se dispersan.  
Si la operación es eficaz, 85% o más de estos glóbulos, deberán te-  
ner dos micras o menos de diámetro. Es la grasa de la leche la  
que porta el color amarillo, el caroteno; inmediatamente después -  
de la grasa butírica, la proteína de la leche, que es blanca, se -  
adsorbe; de hecho, es readSORBIDA sobre los globulos grasos. En -  
vista de que la grasa butírica queda ahora completa o casi comple-  
tamente dispersada, igual sucede con el color y la proteína. La -  
grasa butírica ya no se acumulará o si se acumula lo hara en forma  
muy lenta, de tal modo que el color más blanco persiste por toda -  
la leche debido a la más completa dispersión de proteína adsorbida  
a los glóbulos grasos.
- e) Activación de las enzimas que atacan a la materia grasa. La leche  
cruda homogeneizada se enrancia más rápidamente, pero la pasteurizi-  
ción impide la aparición de este defecto.
- f) Al someter una leche cruda al proceso de homogeneización se abate  
el índice de refracción (aproximadamente 3 décimas). Se considera  
que este abatimiento, de esta constante, se debe a la dispersión -  
de sólidos por la presión aplicada y la ligera caramelización que  
sufré la lactosa durante la homogeneización. Esto se observa en -  
los valores inferiores, en el porciento de lactosa que presentan -  
las leches homogeneizadas (tabla 13), así como el sabor ligeramen-  
te dulce que adquieren estas leches.

T A B L A 13

LECHE	EFECTOS DE LA HOMOGENEIZACION					
	T <sup>o</sup> C	D 15 <sup>o</sup> C	I.R.	L(g)	∅ G:g.	Grasa g/l.
Cruda	4	1.0294	37.6	4.64	5.2	34
Precalentada	52	1.0294	37.6	4.64	5.2	34
Homogeneizada	56	1.0274	37.3	4.47	1.8	34
Past.-Homo.	56	1.0274	37.3	4.47	1.8	34

TEORIA DE LA HOMOGENEIZACION.- Las principales teorías ya aceptadas, explican la acción fragmentaria que acontece, como el resultado de una acción cortante entre los glóbulos a medida que corren por algún conducto a alta velocidad, además que se complementa con el impacto que ocurre cuando la corriente de líquido a alta velocidad choca contra una superficie sólida, como el anillo de interrupción, por --- ejemplo, en algunos modelos de válvulas. Además, hay con toda seguridad un efecto de fragmentación que se debe a la reducción repentina de presión o al efecto explosivo cuando el fluido sale de la válvula.

En la práctica, la mayor parte de las válvulas emplean una combinación de los tres principios. El tamaño y la forma de los orificios, se determina por el volumen que debe manejarse en un tiempo definido y por la viscosidad del producto.

Se ha demostrado, por medio de ensayos cuidadosos, que los mejores resultados se obtienen con una válvula homogeneizadora cuando el fluido pasa por ella con una presión constante. Esto se debe a -- que el efecto cortante de la válvula cambia con la velocidad del fluido que le atraviesa y que para determinada válvula el óptimo resultado se consigue con determinada velocidad.

De lo anterior se deduce que las partes más importantes de un homogeneizador es la bomba que debe dar una velocidad constante y la válvula que son de muchos tamaños y formas diferentes, el tamaño -

de la válvula debe ser proporcional a la capacidad de la máquina para obtener mejores resultados, ya que una válvula demasiado grande tiene la tendencia a ocasionar una aglutinación excesiva mientras que una de menor tamaño puede no proporcionar la fragmentación adecuada y producir también excesivo aglutinamiento.

Las partes de la válvula son sometidas a una abrasión extrema por la alta velocidad y la presión del fluido cuando atraviesa la válvula; es por esta razón que son construidas de Stellite, una aleación especial conocida por su dureza.

Una de las válvulas más interesantes acaba de ser producida por la Cía. Creamery Package; consiste en un sólo cono de servicio pequeño hecho de alambre de acero inoxidable comprimido en forma cónica, de manera a que entre en un asiento cónico llamado receptor. El resultado de este aparato receptor, es de dividir la corriente en miríadas de pequeños chorros y de dar al producto tratamientos cortantes múltiples. El cono de alambre se cambia diario por razones de sanidad. Entre las ventajas que sí ponderan para este tipo de válvula es que proporciona resultados de homogeneización a un tercio menos de la presión exigida por las válvulas convencionales y que además, conserva su eficiencia sin la necesidad de un afinamiento constante de la válvula puesto que la unidad de más trabajo (la válvula de alambre) puede reemplazarse cada día.

INSTALACION Y OPERACION DE LOS HOMOGENEIZADORES.- Cuando este tipo es instalado y operado en unión con un pasteurizador A.T.C.T., debe estar conectado al sistema en forma tal que:

- 1.- No se reduzca el tiempo de sostenimiento.
- 2.- Que no interfiera el paro del flujo hacia adelante, que esté a temperatura más bajas que el establecido.
- 3.- Que no interfiera con la relación de presión en la sección regeneradora de calor.

Diferentes tipos:

A.- Homogeneizadores de menor capacidad que el pasteurizador y alimentados por una bomba positiva.

- 1.- Se necesita una línea de alivio elevada sobre la entrada del homogeneizador en un punto entre la descarga de la bomba positiva y la succión de leche cruda del tanque de nivel constante para "eliminar" el exceso de leche que regresa al tanque de nivel constante. Una válvula de alivio de presión podrá usarse en vez de la elevación, si la válvula se localiza antes de la línea de alivio para asegurar presión positiva en el lado de succión del homogeneizador.
- 2.- Ya que el homogeneizador está localizado antes del tubo de sostenimiento puede producir flujo a través de éste cuando la bomba positiva es detenida, es necesario que exista una interconexión eléctrica entre el homogeneizador y la bomba positiva que cause la detención del homogeneizador cuando se tiene la bomba positiva. En el circuito eléctrico podrá instalarse un controlador de tiempo de manera que durante el tiempo que toma a la válvula el asumir la posición de "flujo correcto" a la posición de "flujo divergente" (en este caso 1 segundo ó menos), el motor del homogeneizador podrá continuar funcionando. Un período de 1 segundo será adecuado.

B.- Homogeneizadores de mayor capacidad que el pasteurizador y alimentado por una bomba positiva.

- 1.- Cuando la capacidad del homogeneizador excede la capacidad máxima de la bomba positiva, es necesario establecer un "by pass", conectado a la línea de succión del homogeneizador y a la línea de presión del mismo.

Para que el homogeneizador no deje de alimentarse, es necesario que la línea de leche sea del mismo tamaño o mayor que la línea de entrada al homogeneizador y debe estar libre de restricciones, válvulas, válvulas check, etc. Podrá usarse una válvula check automática cuya abertura mínima será igual o mayor que la abertura de entrada del homogeneizador. Cuando es

te sistema de recirculación es utilizado, no es necesario la interconexión eléctrica, ya que el homogeneizador no altera el flujo a través del tubo de sostenimiento.

C.- Cuando el homogeneizador es utilizado como bomba positiva.

En este caso el homogeneizador debe estar interconectado ---- eléctricamente con la válvula de desvío de manera que la bomba del homogeneizador no trabaje cuando el producto pasa a -- temperaturas abajo de la temperatura de pasteurización, a menos que la válvula de desvío esté en la posición de flujo desviado.

Bajo estas condiciones un controlador de tiempo puede ser instalado en este circuito para que permita al homogeneizador -- trabajar durante el tiempo normal que toma a la válvula de -- desvío moverse a la posición de "flujo desviado". Este intervalo de tiempo deber ser 1 segundo.

D.- Homogeneizadores de la misma o más pequeña cantidad que el pas--  
teurizador, con clarificador de leche caliente, ambos alimenta--  
dos por la bomba positiva.

- 1.- Se necesita una línea de alivio al tanque de nivel constante.
- 2.- Ya que el clarificador no bombea leche, a menos que sea alimentado por una bomba, no hay peligro al permitir que el clarificador trabaje cuando la bomba positiva está parada, pero se - aconseja que el clarificador y la bomba positiva esteninter--conectadas de manera que sí el clarificador deja de trabajar, la bomba positiva pare también.
- 3.- El clarificador no debe funcionar cuando se está probando la bomba positiva. Un clarificador funcionando a 12,000 rpm. -- causará una contra-presión de aproximadamente 50 lbs/pulgada cuadrada.

E.- Cuando el homogeneizador está localizado inmediatamente después de la salida del cambiador de calor.

- 1.- Se requiere una línea sanitaria de alivio e interconexión entre el homogeneizador y la bomba positiva de flujo, si el homogeneizador es de menor capacidad que la bomba positiva.
  - 2.- Se requiere un "by pass" cuando el homogeneizador es de mayor capacidad que la bomba positiva.
- F.- Homogeneizador localizado después de la válvula de desvío y de mayor capacidad que el pasteurizador y alimentado por la bomba positiva.
- 1.- Se requiere una abertura hacia la atmósfera entre la válvula de desvío y la entrada a cualquier bomba.

#### ENVASADO DE LA LECHE DE CONSUMO.-

RECIPIENTES.- La elección de los recipientes no depende solamente de consideraciones científicas y técnicas, sino también económicas, y de las preferencias en los consumidores. La botella de vidrio blanco goza todavía de la máxima aceptación, aunque en algunos países se encuentra en regresión (en varias de las grandes ciudades americanas, - el 70% de la leche se vende en envases de cartón).

La botella tiene ventajas: inercia química, impermeabilidad a los gases e insensibilidad a la humedad. Tiene también inconvenientes graves, de los cuales el más importante, desde el punto de vista de la calidad de la leche, es la transparencia a los rayos solares. - Incluso con luz difusa se observa una pérdida rápida de vitaminas C y B<sub>2</sub> y la aparición de sabores anormales. Otro inconveniente es la gran dificultad de obtener botellas con pocos gérmenes después del lavado.

El envase de cartón tiene indudables ventajas, las más importantes de las cuales son su poco peso y opacidad.

La tabla 14 presenta una comparación de tres tipos de envase de leche pasteurizada. A ella podría añadirse el incremento del cos-

to de la botella de vidrio por fragilidad (notables gastos por roturas), inmovilización de un gran capital (almacén de botellas, cestos, lavadoras "monumentales", gastos de transporte ida y vuelta, -- problema de depósito), además de las dificultades del llenado aséptico.

En envase perdido se considera como un progreso en todas las industrias alimenticias. Pero, con la excepción de la bolsa de plástico, todavía el envase de vidrio de un litro, es más barato, que de otros materiales.

ENVASADO ASEPTICO.-- Desde el punto de vista tecnológico, la producción de leche estéril plantea el doble problema de la esterilización de la leche y de la esterilización del recipiente que la contiene, o más exactamente de la pared interna del recipiente que se encuentra en contacto con ella. Para resolver este problema puede elegirse una de las soluciones siguientes:

- 1.- Esterilización simultánea de la leche y del recipiente.-- Tras el llenado y cerrado del recipiente, éste se calienta en un autoclave continuo o discontinuo. El procedimiento que utiliza como recipiente la botella de vidrio da el producto denominado "leche esterilizada", que presenta características de color, sabor y olor muy diferentes de los de la leche pasteurizada.
- 2.- Esterilización de la leche y del recipiente por separado.-- El llenado y el cierre del recipiente se efectúa asépticamente. La preferencia de esta solución, en el momento actual de la tecnología, se debe a la facilidad con que se puede esterilizar la leche en masa, mediante calentamiento en un aparato de tratamiento por ultra alta temperatura, que casi no modifica el aspecto y cualidad organolépticas de la leche. Pero es preciso resolver las considerables dificultades que se presentan en la esterilización del envase en las condiciones industriales y el llenado aséptico. Por razones de precio de venta o de comodidad de empleo, las investigaciones se orientan hacia la botella de vidrio o al envase de cartón, en detrimento del bote metálico, para el que existe el

T A B L A 14

DIFERENTES TIPOS DE ENVASADO DE LA LECHE			
	Botellas de vidrio claro	Cartón	
		Parafinado	Plastificado
a) Cualidades del envase.			
Pérdidas de vitamina C a la luz del día difusa, en % del contenido inicial:			
- en 1 hora .....	75	35	15
- en 2:30 hrs. ....	100	70	26
Comportamiento en atmósfera húmeda .....	sin cambio	ablandamiento	
Impermeabilidad a los gases .....	+	-	-
Alteración por encima de 60°C.....	-	+ (fusión)	-
Rotura por congelación	+	-	-
Volumen de aire en el recipiente de 1 litro normalmente lleno, en c.c. ....	15	100	0
b) Peso y espacio.			
Peso en g del envase - de 1 litro .....	650	34	19
Peso en g del envase - de 1/2 litro .....	420	18	11
Peso del embalaje (envases y cestillos) para distribuir 1,000 litros de leche, en kg..	1,000		200
Litros de leche almacenados en 1 m <sup>2</sup> y 1,70 metros de altura .....	250		850

procedimiento Martin. El llenado aséptico de la botella de vidrio no ha pasado aún de la fase experimental, mientras que el envase de cartón (tipo Tetra-Pack y Pure-Pack) se emplea con éxito a escala industrial.

El procedimiento más recomendable, en el momento actual, consiste en hacer pasar el cartón, soldado en forma de cilindro, por un baño de peróxido de hidrógeno, que se descompone por calentamiento a 200 - 250°C esterilizando las superficies. Esta operación se realiza inmediatamente antes del llenado y corte de los "tetraedros".

Hace algunos años se consideraba el bote metálico como el recipiente más recomendable para la leche esterilizada.

Hoy día puede decirse que el envase de cartón plastificado es el que más interesa para esta utilización. En un estudio de envasado aséptico sobre 308 muestras examinadas, 1 sólo acusó falta de esterilidad a causa de un defecto de la capa plástica.

#### REFRIGERACION.-

La refrigeración es una parte importante y costosa de la operación de una planta lechera, por esta razón es necesario hacer una planeación inteligente y con los mayores avances de la ingeniería, cuando se vaya a construir una planta o reconstruirla. Cada planta necesita diferentes requerimientos de refrigeración en relación a las necesidades de temperatura, grado de enfriamiento, carga total de refrigeración, y a la carga de distribución durante el día y la noche. Es importante que los ingenieros de la planta y el personal operador conjuntamente cooperen usando la capacidad de refrigeración disponible adecuadamente, para producir mejores productos sin un costo excesivo.

#### TERMINOS USADOS MAS COMUNMENTE EN REFRIGERACION:

UNIDAD TERMAL BRITANICA.- Comunmente referido como Btu., es una medida de calor. Un Btu. es la cantidad de calor requerida para incre--

mentar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit (de 62 a 63°F).

CALOR ESPECIFICO.- Es la relación entre la cantidad de calor requerida para incrementar la temperatura de un peso de una substancia dada un grado Fahrenheit, comparada con la cantidad de calor requerida para incrementar un peso igual de agua un grado fahrenheit. Por ejemplo: - el calor específico de la leche a 59°F es 0.94 lo cual significa que - 0.94 Btu. son requeridos para incrementar la temperatura de un libra - de leche un grado Fahrenheit; mientras que un Btu. es requerido para - incrementar una libra de agua un grado Fahrenheit.

CALOR SENSIBLE.- Referido al calor tomado o cedido de la temperatura de una substancia disminuyendose o incrementandose sin que ocurra - ningún cambio físico.

CALOR LATENTE.- Referido al calor tomado o cedido cuando una substancia cambia su estado físico. Cuando el hielo se funde dentro del - agua, el calor latente es llamado calor latente de fusión. Cuando el amoníaco líquido pasa a vapor de amoníaco, es llamado calor latente de evaporación o vaporización.

El grado de capacidad de una máquina refrigeradora, esta en - función de la cantidad de calor que pueda extraer. Una tonelada de -- hielo fundiendose absorbe 288,000 Btu. Se dice que una máquina tiene una capacidad de una tonelada de refrigeración si ésta puede extraer - 288,000 Btu. en 24 horas o 12,000 Btu. por hora.

Quando el hielo es utilizado como refrigerante, es el calor latente de fusión el principal responsable del enfriamiento mucho más que el calor sensible del hielo o del agua fría. El calor del medio que se requiere enfriar es transferido al hielo, causando la fusión.-- En refrigeración mecánica el calor del medio es transferido a un líquido (usualmente amoníaco o freon) causandole la vaporización (calor latente de vaporización).

REFRIGERACION CON AGUA DE POZO O CIUDAD, AGUA DULCE Y SALMUERA.-

Agua de Pozo o Ciudad.- El más viejo, simple y económico método --- de enfriamiento, es con el agua de pozo o de ciudad en un sistema ---- abierto con descarga libre a la alcantarilla. Si nuestra fuente de -- agua disponible es suficientemente fresca, abundante y barata, naturalmente es el sistema de refrigeración más económico, sin requerir refrigeración mecánica. En muchas localidades el agua es cara y escasa. - Un método para economizar agua en un sistema abierto es colocar una -- válvula reguladora a la salida de la línea de descarga del enfriador. Esta válvula puede entonces cerrarse parcialmente, ahorrándose agua -- sin que necesariamente el enfriamiento disminuya. Otro método de aho-- rro de agua de enfriamiento es recircular el agua a través de una to-- rre de enfriamiento o de una fuente de aspersión. Aquí el agua es en-- friada por la evaporación de una parte de ésta y solamente tiene que - ser reemplazada una pequeña cantidad de agua que se perdió por evaporación. Esta práctica es ampliamente usada en las plantas lecheras para el enfriamiento de los condensados extraídos de los evaporadores de leche, en el enfriamiento de los condensados de amoníaco, y en las camisas de enfriamiento de los compresores de amoníaco.

Agua Dulce.- El agua dulce es usada en los sistemas de refrigera---- ción en combinación con la refrigeración mecánica. El sistema cerrado a presión con agua dulce, enfría el agua por circulación de ésta sobre una capa de hielo formada por el congelamiento del agua sobre un ser-- pentin enfriado generalmente por amoníaco. Esto es generalmente usado cuando no son requeridas temperaturas menores de 0°C. Las ventajas -- del enfriamiento con agua dulce con un formador de hielo o banco de hielo son:

- 1.- Se reduce la capacidad requerida del compresor, ya que forman las capas de hielo mientras se utiliza la refrigeración a su mínima - capacidad.
- 2.- Provee una seguridad en la operación, cuando se presente una fa-- lla temporal del sistema refrigerante, ya que no afectará inmediatamente el enfriamiento.
- 3.- En ciertos casos es menor el costo de operación.

- 4.- Es menor la inversión de capital ya que los tanques de paredes -- frías y enfriadores diseñados para enfriamiento con agua dulce, - necesitan solamente presión suficiente para obtener una circula-- ción forzada sobre la superficie de enfriamiento, eliminando tam-- bién la necesidad de controles de expansión directa en cada pieza del equipo de enfriamiento.

Las ventajas del agua dulce como refrigerante son:

- 1.- No puede ser enfriada a temperaturas menores de 0°C, solamente si es adicionado un anticongelante químico.
- 2.- Es menos eficiente que la expansión directa de amoníaco o freon.
- 3.- Cuando es adicionado un anticongelante, hay una tendencia a for-- mar una película en la superficie de enfriamiento reduciendo la - transferencia de calor.

Salmuera.- Es una solución concentrada de cloruro de calcio o de so-- dio, la cual puede ser usada como un refrigerante de muchos propósitos. Esta no es muy usada en el presente porque es corrosiva, por lo que, - deben aplicarse cuidadosos controles en la adición de cromato y ajuste del pH.

Usado directamente o para el enfriamiento de agua dulce en un sistema separado, la salmuera ofrece estas ventajas:

- 1.- Si un gran volumen de salmuera es disponible, este factor repre-- senta una ventaja sobre la refrigeración por expansión directa.
- 2.- Como en el agua dulce, ésta puede ser enfriada en un punto cen--- tral usando solamente un equipo de refrigeración y entonces ser - bombeada a diferentes puntos de la planta.

La salmuera tiene estas desventajas:

- 1.- El almacenamiento de una cantidad apreciable de refrigeración en salmuera, toma grandes espacios, por lo que los tanques de sal--- muera son costosos.
- 2.- La salmuera es corrosiva a menos que sea tratada con cromato y -- neutralizada tantas veces como sea necesario.
- 3.- En el almacenamiento de refrigeración, la salmuera debe de ser en

friada por expansión directa a temperaturas considerablemente ---  
abajo de la temperatura mínima requerida en la salmuera, y esto -  
incrementa el costo de refrigeración.

Los sistemas de enfriamiento de agua dulce con o sin banco de  
hielo son ampliamente usados en la industria láctea. Muchos sistemas  
de salmuera están en uso obteniéndose servicios buenos y económicos si  
la salmuera es tratada adecuadamente; otros han sido reemplazados por  
sistemas de expansión directa o de agua dulce.

Cuando es salmuera de cloruro de calcio, aproximadamente 50 -  
kgs. de dicromato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) deben ser adicionados -  
por cada 1,000 pies cúbicos de salmuera (1.6 g/l.). Suficiente sosa  
caústica debe también ser adicionada para convertir el dicromato a cro-  
mato neutro.

En salmuera de sodio es recomendable adicionar 100 kgs. de di-  
cromato de sodio por cada 1,000 pies cúbicos de salmuera.

OPERACION DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION MECANICA.- Algunos tipos -  
de refrigeración mecánica son una necesidad absoluta en todas las ---  
plantas lecheras. Agua de pozo o de ciudad pueden algunas veces ser -  
usadas provechosamente para preenfriamiento, pero, especialmente en --  
plantas grandes. El uso de esta agua es limitado ya que frecuentemen-  
te para el preenfriamiento de sus productos utilizan la leche cruda --  
fría como un medio enfriador en la sección regenerativa del cambiador  
de calor.

Para el enfriamiento final, la refrigeración mecánica debe --  
ser usada, ya sea por expansión directa del mismo refrigerante o con -  
el uso de un medio intermedio de enfriamiento como agua dulce ( con o  
sin banco de hielo) o salmuera.

Un sistema de refrigeración mecánica debe:

- 1.- Evaporar un refrigerante.
- 2.- Remover el vapor producido por la evaporación.

3.- Comprimir y enfriar el vapor para convertirlo en líquido para que pueda usarse nuevamente.

Las partes principales de un sistema de refrigeración completo son el refrigerante, receptor o acumulador, válvula de expansión -- (o cualquier servicio de control de flujo), evaporador, compresor, separador de aceite y condensador. El refrigerante líquido, la succión y las líneas de vapor son los eslabones de conexión.

Un sistema de refrigeración tiene dos partes: la "baja" o lado de baja presión, y la "alta" o lado de alta presión. El lado baja es aquella parte del sistema de refrigeración desde la válvula de expansión al compresor, incluyendo el evaporador y líneas. Aquí el refrigerante es evaporado (usualmente dentro de un serpentín o una "pared fría") por medio del calor absorbido a través de las paredes del evaporador por medio de aire, líquido o cualquier substancia circundante, las cuales están para ser enfriadas.

La disminución de presión dentro del evaporador, disminuye el punto de ebullición del refrigerante, y en consecuencia, disminuye la temperatura que puede ser obtenida. Entre más rápida es la evaporación más rápidamente la temperatura del aire, líquido u otra substancia circundante es disminuida. Por la evaporación del refrigerante, los vapores resultantes deben de ser removidos por medio del compresor, el cual sobre el lado de baja presión actúa como una bomba de succión.

El lado de alta presión es aquella parte del sistema, desde el compresor a la válvula de expansión, incluyendo el condensador, receptor o acumulador, y líneas. Aquí el vapor es transformado otra vez a líquido por medio de la compresión y enfriamiento. Cuando el vapor -- caliente sale del compresor a alta presión pasa a través del separador de aceite y entonces entra al condensador donde es transportado a través de un sistema tubular, y enfriado, ya sea por circulación o aspersión de agua o por aire. El refrigerante está ahora listo otra vez para entrar al evaporador a través de la válvula de expansión y repetir el proceso.

PARTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION MECANICA.-

REFRIGERANTE.- El gas amoníaco es el más comunmente usado en las -- plantas de leche, aunque, el freon es usado en pequeñas unidades casi siempre (cloruro de Métilo, Dióxido de sulfuro y Dióxido de carbono, - ya no estan siendo usados en esta industria).

El amoníaco es un gas incoloro y tiene olor fuerte y astringente con un sabor alcalino. Tiene una gravedad específica de 0.6382 a 0°C hierve a -33°C, a la presión atmosférica, y se solidifica en -- una masa blanca cristalina a -77.7°C.

El amoníaco es explosivo en las proporciones de 13.1 a 26.77% en aire. A temperaturas y presiones normales, el amoníaco es estable; sin embargo, cuando se expone a temperaturas de 200 a 260°C, tales como pueden producirse por falta de agua enfriadora en el condensador y en las cabeceras de la compresora, puede ocasionar complicaciones.

El equipo necesita ser de fierro, acero o plomo, otra de las propiedades es de ser soluble en agua, lo que, se emplea en caso de al guna fuga de amoníaco de importancia; es posible, absorber el gas y -- prevenir daños considerables al echar chorros de agua sobre la apertura de escape.

El amoníaco no es venenoso; sin embargo, es un poderoso irritante de las membranas mucosas y sobre cualquier parte de la piel que esté húmeda. El amoníaco actúa como un poderoso estimulante del corazón.

Las fugas de amoníaco se localizan por el olor y, también, im pregnando un papel filtro con solución de fenolftaleína que en contacto con vapores de amoníaco produce coloración.

Especificaciones para el amoníaco:

- a) Gas no condensable. El gas que se extrae de la parte superior del cilindro en la primera ocasión deberá contener menos de 40 centímetros cúbicos de gas no condensable por 100 gramos de amoníaco.
- b) Residuos. Los residuos después de la libre evaporación de 100 centímetros cúbicos de amoníaco líquido, operación que se debe hacer -

con precaución para evitar la humedad y prevenir la contaminación de la muestra, serán de menos de 0.04%.

El amoniaco anhídrico no podrá contener impurezas objeccionables, tales como: piridina, acetonitrilo, naftalina, sulfato de hidrógeno, ácido orgánico u otros componentes orgánicos; en cantidades que pueden determinarse por cualquier método de laboratorio de precisión. Las aminas aromáticas, que se consideran piridinas, no deberán, exceder de un 0.001%, y el ácido orgánico, estimado como ácido acético, no deberá exceder de un 0.005%.

RECEPTOR O ACUMULADOR.- El recipiente es un tanque de almacenamiento vertical o horizontal, en el cual, el líquido refrigerante es mantenido a baja presión listo para ser usado en el evaporador.

El recipiente está equipado con una válvula conectora para cargar el sistema con la cantidad de refrigerante apropiado. Una línea de líquido, con una válvula general que va desde el recipiente al evaporador, el cual, puede ser la expansión directa en serpentines en un cuarto frío, un banco de hielo, un enfriador de salmuera, un enfriador de agua dulce, un enfriador de leche, una unidad enfriadora o un tanque refrigerador de paredes frías.

#### CONTROLES DE REFRIGERACION:

1.- Válvulas operadas manualmente. Los controles de refrigeración son de varios tipos. La llamada válvula de expansión son operadas manualmente con válvulas de aguja reductoras, las cuales, son ajustadas para alimentar la cantidad necesaria del líquido refrigerante desde el receptor a cada evaporador individual. Este procedimiento no puede ser hecho exactamente y, en todo el proceso, esto no puede adaptarse por sí mismo a cambios de las condiciones de operación y es necesario que el operador altere frecuentemente los ajustes de la válvula. Las válvulas manuales son ahora raramente usadas en la industria láctea, excepto cuando las válvulas automáticas fallan en operación.

2.- Orificios Fijos. Existen diferentes tipos de aparatos automáticos usados para este propósito. Sobre sistemas pequeños de freon como son: refrigeradores domésticos, aire acondicionado y unidades congeladoras, generalmente usan un orificio de tamaño fijo en forma de tubo capilar. El fabricante instala cuidadosamente determinada longitud de este tubo entre el receptor y la entrada al evaporador, normalmente estas unidades son selladas en fabrica, este tipo de control da una ventaja adicional que permite remover lo caliente hacia arriba sin bombear hacia abajo el líquido frío (convección natural), y sin peligro de producir excesiva presión en el evaporador. Una objeción es que el tubo capilar no es ajustable y no puede, de este modo, dar una alimentación correcta y exacta para todas las condiciones de operación, pero se ha encontrado que para un amplio rango de operaciones encontradas en una granja enfriadora de leche, el promedio resultante al término del ciclo completo es tal que normalmente los resultados son tan buenos o mejores que los que pueden ser obtenidos con un control ajustable. Estos sistemas, de cualquier modo, son bastante sensibles a variaciones amplias de temperaturas de condensación, y por ejemplo, con las unidades selladas en fábrica pueden llegar a ser adecuadas para tener un ajuste automático del flujo de aire sobre el condensador, por algún cambio en la temperatura ambiente. La gran ventaja del control capilar es que no tiene partes movibles, las cuales pueden descomponerse, y no tiene partes que ajustarse lo cual resulta barato.

Otro tipo de control de flujo de orificio es aquel que no solo controla el flujo sino también provee una recirculación rápida del refrigerante sin utilizar partes movibles. El inyector usa la cinética o la velocidad de la energía (que es la que empuja) del fluido refrigerante fluyendo dentro del evaporador, desde el condensador para ayudar a mantener fluyendo el refrigerante a través de los tubos del evaporador.

La boquilla del inyector es de un sólo tamaño para balancear la máxima capacidad del compresor del sistema. Como un resultado de esto, sobre cargas parciales la tendencia de la boquilla a sobreali-

mentar, es para compensar alguna pérdida de líquido o la presencia de gases incondensables en las líneas, lo cual retarda el flujo. Cualquier gas incondensable encontrado dentro del evaporador deja sin carga al compresor.

Es una típica instalación de un tanque grande puede haber un 50% de incremento en la transferencia de calor con este sistema; también este tipo de inyector es usado en difusores, enfriadores de plato del tipo expansión directa, bancos de hielo, etc.

- 3.- Sistema de amoníaco inundado. Con el llamado sistema de amoníaco inundado tan comunmente usado en la industria láctea, el refrigerante fluye desde el receptor a través de un filtro a una válvula de tres vías, la cual es usada primariamente como una válvula de cierre, pero esto también hace posible enviar el refrigerante ya sea a una válvula flotador, para una operación normal, manteniendo automáticamente el nivel adecuado del líquido en el tambor de seguridad, o a una válvula manual para el control en caso de necesitar reparar la válvula flotador u otras emergencias.

Ordinariamente, el peso del flotador es contrabalanceado ya sea con un contrapeso o un resorte. Las válvulas de contrapeso van desde fuertemente cerradas a ampliamente abiertas y de este modo obtenemos un ciclo de acción, donde también las válvulas contrabalanceadas con resorte pueden ser diseñadas para dar una acción reguladora. Para grandes evaporadores, la válvula flotador es generalmente del tipo controlado a distancia la cual es conectada al tambor de seguridad, con una línea alimentadora. En servicios pequeños una conexión directa es utilizada y el refrigerante fluye a través de la válvula directamente dentro del tambor.

El tambor de seguridad sirve para separar el gas del líquido, tal como vienen del evaporador. El gas va a través de la línea de retorno de succión y de la válvula de presión negativa al compresor. El líquido cae dentro del tanque de seguridad y una vez más fluye a través de la columna del líquido, la trampa de aceite, y líneas alimentadoras del evaporador hasta el evaporador. Como el aceite debe ser drenado periódicamente, la trampa de aceite tiene una vál

vula de purga y puede tener otra válvula de purga de aceite en el fondo del evaporador.

Un flotador con switch magnético e instalación solenoide, con o -- sin alarma por alto nivel, es opcional pero preferido por muchos -- operadores, porque esto permite que se abra o se cierre completa-- mente la línea alimentadora de líquido, mientras una válvula de -- flotador estandar (de aguja) es algunas veces parcialmente abierta o cerrada. La velocidad del líquido de alta presión, a través de esta válvula parcialmente abierta produce una acción corrosiva so-- bre la aguja y el asiento. Estos deberán ser reemplazados cada 6 meses. El switch de flotador magnético puede también ser conecta-- do a un indicador para ver el nivel de amoníaco.

Válvulas de tamaño pequeño pueden ser actuadas directamente por un solenoide conectado al vástago de la válvula. En tamaño grande, -- la porción de acción directa de la válvula sirve como un piloto, -- el cual por medio de la presión del gas o líquido, abre y cierra -- una válvula grande. Las válvulas solenoides son usadas para va--- rios propósitos: colocadas en la línea del líquido y conectadas al circuito del motor del compresor, abren cuando la máquina es pue-- ta en operación y viceversa; y para prevenir el exceso de líquido formado en la línea de baja presión. Para control individual de -- cuartos fríos, las válvulas solenoides pueden ser colocadas a la -- entrada del líquido y a la salida de succión del evaporador y co-- nectadas a un termostato que esta en el cuarto frío, para que am-- bas válvulas puedan ser automáticamente cerradas cuando la tempera-- tura adecuada del cuarto ha sido alcanzada.

- 4.- Sistema Flash. Este sistema de enfriamiento de expansión directa o sistema de termo válvula, trabaja sobre el mismo principio del -- sistema inundado excepto que este es controlado por una válvula -- de expansión termostática localizada en el fondo del evaporador. -- Parte del amoníaco líquido es cambiado a gas apenas sale de la vál-- vula termostática y solamente  $1/3$  del área fría contiene líquido, en cambio en el sistema inundado  $3/4$  de superficie son cubiertas.

Las ventajas en el sistema flash son:

- 1.- Es mas económico para el sistema inundado.
- 2.- Se necesita el mínimo de cantidad refrigerante.

Las desventajas, cuando se compara con el sistema inundado son:

- 1.- Menor eficiencia de enfriamiento porque el gas tiene un grado de transferencia de calor menor que en amoníaco líquido.
- 2.- Un gran número de controles son requeridos para operación automática.
- 3.- El efecto del refrigerante es menos seguro a causa de los grados de variación de la humedad del refrigerante.
- 4.- Hay más peligro de retorno de amoníaco líquido a el compresor a menos que sea propiamente protegido por un switch termostático, tambor de seguridad o cambiador de calor.

Para un moderado enfriamiento o sostenimiento, el sistema flash es generalmente adecuado. El sistema inundado es adecuado donde se requiere mayor refrigeración o eficiencia máxima de enfriamiento.

La válvula de expansión termostática es una válvula automática usada para controlar la alimentación de refrigerante a una superficie de enfriamiento por el sistema flash. Esta es actuada por un bulbo transmisor de temperatura, colocado ya sea sobre o dentro de la línea de succión desde el evaporador donde esta colocada la válvula en la línea alimentadora de amoníaco líquido. Como la temperatura en la línea de succión se baja, el bulbo es enfriado, la presión sobre el diafragma de la válvula es disminuida y la válvula gradualmente se cierra. La válvula cerrada reduce el flujo de amoníaco líquido al evaporador. Como la línea de succión incrementa la temperatura, el bulbo llega a calentarse, lo cual hace que se incremente la presión en el diafragma de la válvula, abriéndola, permitiendo que grandes cantidades de amoníaco líquido pase al evaporador.

Una válvula de cierre magnético actuada por un switch termostático es frecuentemente colocada antes de la termo válvula y permanece abierta bajo condiciones normales de operación. Como la termo válvula no esta fuertemente cerrada, la válvula de cierre magnético deberá ser usada para prevenir sobrealimentación de refrigerante -

al evaporador. El switch termostático es actuado por un bulbo --- transmisor de temperatura en la línea de succión, respondiendo a cambios de temperatura del gas que abandona el evaporador. Esto sirve como una posible protección para el compresor para prevenir el retorno de cualquier cantidad de líquido.

5.- Reguladores de presión negativa. Son muy deseables e importantes en la industria láctea, para que los enfriadores de leche sean mantenidos a una temperatura constante. La principal presión de succión del sistema sera mantenida más baja que la que se necesita en los diversos enfriadores. La línea de succión de cada evaporador esta equipada con una válvula reguladora la cual mantiene la presión constante en el enfriador. Esta válvula opera por balanceo del controlador de presión contra la atmosférica y una presión de resorte a través de un diafragma flexible. Cambios en la presión mueven el diafragma y este movimiento es transmitido al vástago de la válvula. Este vástago usualmente es una válvula principal. Ordinariamente esos controles utilizan el gas amoníaco como medio actuante, mientras algunos de ellos son operados por presión de aire. Ellas pueden ser abiertas manualmente para llenar la línea hacia la bomba sin perturbar la presión regularmente alcanzada, la cual controla la temperatura a la cual el enfriamiento tiene lugar --- (usualmente de  $-4^{\circ}\text{C}$  a  $-1^{\circ}\text{C}$  para leche). Un vacuometro indica la presión del evaporador y facilita el trabajo de la válvula de presión negativa. Una pequeña válvula esta instalada para proteger el vacuometro por seguridad y también para hacer más fácil el reemplazo del vacuometro.

Una válvula de seguridad esta instalada para proteger el evaporador, el tambor de seguridad y las líneas. Esta usualmente abre a 75 psi. (una segunda válvula de seguridad cubre por completo todo el sistema y abre a 150 psi., está conectada para descargar a la atmósfera).

EVAPORADOR.- El evaporador o serpentín de expansión, que es la parte del sistema donde hierve el refrigerante y absorbe el calor, se construye generalmente de tubería o de tubos. Los materiales dependen de

la clase de refrigerante que se usa. Para el amoniaco, el acero es el metal más práctico. Con freon 12 o dióxido de sulfuro, se emplea frecuentemente tubería de cobre, especialmente para su facilidad de instalación y mejor transferencia de calor.

Los serpentines son de tipo sencillo o con aletas. Los sencillos son adecuados para enfriamiento de salmuera y para múltiples serpentines es un cuarto; de todos modos, el tipo de aletas es muy usual para enfriar aire ya que se obtiene generalmente una mejor transferencia de calor, resultando en una unidad más compacta.

La transferencia de calor de los serpentines de tubería en -- Btu. por hora por grado de diferencia de temperatura por pie cuadrado de superficie se considera generalmente como de un 2.5 cuando las tuberías se encuentran en contacto con aire quieto, y de 10 cuando entran en contacto con salmuera en reposo. Una rápida agitación duplica estos valores. Modelos especiales de serpentines sumergidos en salmuera que se mueve rápidamente sobrepasan en mucho esos límites.

El método para alimentar el evaporador con el líquido y quitar los vapores, tiene mucha importancia en cuanto a la eficiencia misma del evaporador. Los resultados más convincentes se obtienen cuando la superficie se encuentra totalmente inundada en líquido todo el tiempo y que los vapores se encuentran en libertad de salirse. En un evaporador del tipo de serpentines alimentado por un control de flotación, cuando la tubería de vapor que sale de la parte superior del coil es demasiado chiea, se generará una presión especial en la tubería, que mantendrá al líquido fuera de contacto con el coil e impedirá que esté completamente inundado, puesto que la única presión que alimenta de líquido el citado serpentín es la fuerza de cabecera hidrostática del líquido.

Muchas plantas han aumentado considerablemente su rendimiento ensanchando los ductos de gas en sus sistemas inundados. Conviene, a veces, subir el acumulador a un nivel más alto, cuando los serpentines no se encuentran enteramente inundados.

Los tres métodos principales de alimentación de los serpentines son:

- 1.- El sistema por inundación con flotador para control.
- 2.- El sistema de expansión directa.
- 3.- El sistema de circulación de amoníaco en el cual se emplea una -- bomba para inyectar el amoníaco en los retortes.

El evaporador puede ser de diferentes tipos, además, del tipo de serpentín; por ejemplo, el tipo tambor como en un congelador de helado de expansión directa o el tipo de concha y tubo que se usa frecuentemente para enfriar la salmuera o el agua.

Ejemplos de evaporadores son los siguientes:

- 1.- Banco de hielo.- En donde los serpentines están inundados en un baño de agua, y el amoníaco u otro refrigerante es evaporado dentro del serpentín y fuera se forma hielo sobre la superficie del mismo; el hielo acumulado sirve para almacenar refrigeración, la cual, nos permite mantener una temperatura constante de enfriamiento del agua.
- 2.- Cuartos Fríos de Almacenamiento.- Son algunas veces equipados con serpentines de refrigeración en el techo o paredes; estos serpentines pueden tener o no tener aletas, así como, bancos de serpentines pueden ser colocados en frente de un ventilador, el cual, circula el aire frío por encima de los serpentines, los cuales, están llenos de amoníaco u otro refrigerante. Uno de los cuidados que debe tenerse con este tipo de evaporadores es mantenerlos libres de escarcha, puesto que, de lo contrario se obtendría un enfriamiento muy débil.
- 3.- Evaporadores de expansión directa.- En tanques de paredes frías, los cuales consisten de una sección de acero inoxidable fuertemente corrugado o de superficie con canales por donde pasa el amoníaco, el cual, se evapora y cede su calor latente de vaporización.

COMPRESOR.- El compresor es el corazón del sistema de refrigeración. Su función es drenar el amoníaco expandido en el evaporador y comprimirlo a una presión suficientemente alta para que este pueda ser licuado a una temperatura adecuada en el condensador. Un compresor tiene

succión, descarga, by-pass inicial, by-pass de succión y válvulas de seguridad.

Los compresores pueden ser del tipo centrífuga o de desplazamiento positivo. El tipo centrífuga es similar al de la bomba centrífuga con rotación de impelentes dentro de una coraza. Los compresores centrífugos son usados para refrigeraciones de alta capacidad a presiones negativas altas, y son raramente encontrados en la industria láctea. Compresores de desplazamiento positivo pueden ser del tipo rotatorio como lóbulos, tipo engranes, o bombas tipo paleta, donde un rotor con una paleta radial rota dentro de una coraza excéntrica. Por acción de las paletas, lóbulos o engranes, el gas es comprimido dentro de un espacio cada vez más pequeño hasta que el gas alcanza una presión suficientemente alta para ser descargado de la bomba. Los compresores rotativos son ampliamente usados en sistemas pequeños de freon tales como los tanques enfriadores en la granja y refrigeradores domésticos. Los compresores rotativos de mayor tamaño son usados como relevadores en sistemas que operan a dos diferentes presiones simultáneamente, como es frecuente el caso en donde se combina plantas de leche y helados.

El tipo más popular de compresor es el reciproco, el cual, -- consiste de cilindros en los que los pistones son movidos hacia atrás y hacia adelante por la acción de un cigüeñal y una viela. Al final de los cilindros estan cerrados por una cabeza. La succión o línea de alimentación comunica con el espacio del cilindro a través de una válvula de succión. Como el pistón es succionado en dirección opuesta a la cabeza del cilindro, la presión en el cilindro es reducida hasta que sea menor que la presión en la línea de succión y la válvula de succión entonces abre y admite gas. Cuando el pistón regresa la válvula de -- succión cierra y el gas en el espacio del cilindro es comprimido hasta que la presión excede a la de la línea de descarga. La válvula de de carga entonces abre permitiendo que el gas comprimido sea empujado fue ra del cilindro por el avance del pistón. Cuando el pistón otra vez -- regresa la válvula de descarga cierra y esta lista para el siguiente -- ciclo. Usualmente lo más bajo del cilindro se comunica con el cárter.

El cigüeñal sale fuera del cárter en uno de sus extremos a -- través de una caja empaquetada o un sello de flecha y es movida por -- una polea de banda o por una conexión directa a un motor.

TRAMPA DE ACEITE.-- Una trampa de aceite o separador, equipado con -- una válvula de purga es colocada en la línea de descarga del compresor. Esta trampa debe ser de fácil acceso y localizada tan lejos como sea -- posible del compresor, para que el aceite vaporizado pueda condensar-- se suficientemente para separarse fácilmente del vapor de amoníaco. Mu-- chas instalaciones modernas tienen trampas que automáticamente retor-- nan el aceite al cárter. En pequeñas instalaciones, el aceite es dre-- nado fuera del receptor y en los puntos bajos del evaporador.

CONDENSADOR.-- El condensador es con el fin de convertir el refrige-- rante comprimido al estado líquido, para que esté en disposición de -- ser usado otra vez para operaciones continuas. Los condensadores pue-- den ser enfriados con aire o con agua. Los condensadores enfriados -- con aire generalmente, no son usados con amoníaco pero si con máquinas de Freon mayores de 5 H.P. El condensador enfriado con aire es un ser-- pentín con aletas estrechamente colocadas. Este tiene un ventilador, movido ya sea por una polea del compresor o del motor, o con un motor separadamente. Este tipo de condensadores normalmente no dan una tem-- peratura de condensación baja como las enfriadas con agua, y toman una cantidad apreciable de fuerza para mover el ventilador. Ordinariamen-- te los enfriados con aire pueden, por esto, ser considerados menos efi-- cientes que los enfriados con agua desde el punto de vista de obten-- ción de bajas presiones de condensación. De cualquier modo, los con-- densadores enfriados con aire son extremadamente simples para mantener se libres de polvo, mugre, etc., si periódicamente son limpiados.

Los condensadores enfriados con agua pueden ser del tipo de -- doble línea en la cual el agua fluye a través de la línea interior y -- el gas condensable esta en el espacio anular o chaqueta y tipo tubular, en el cual los tubos son instalados en múltiples a lo largo de las pa-- redes, teniendo un tapón al final de cada uno para poder efectuar la -- limpieza de los tubos. En algunos casos el tipo chaqueta y serpentín

son usados donde el agua fluye a través de un serpentín espiral, el -- cual no puede ser cepillado o raspado, solamente puede ser limpiado -- con un ácido inhibido. El agua de enfriamiento puede ser de ciudad o bombeada de un pozo o río. Un condensador esta listo para ser usado - cuando se tiene una fuente adecuada de agua fría y un sistema para enfriar y recircular esta agua.

El llamado condensador evaporativo es actualmente una torre - de enfriamiento de tiro forzado con el serpentín condensador, colocado directamente en la torre y en la línea de corriente de aire, para que el agua pulverizada caiga sobre el serpentín. Este es un tipo de condensador muy popular en la industria láctea.

La ventaja principal de este tipo de condensador, es que, --- ahorra frecuentemente hasta el 90% de agua de enfriamiento. Proporciona, además un ahorro considerable de espacio y es muy efectivo para mantener la presión de cabecera en el sistema de refrigeración a un punto - bajo.

Los resultados obtenidos con este tipo de condensador se ven afectados hasta cierto punto por la humedad relativa y por la temperatura del aire. Debería siempre comprarse alguna unidad que tenga la e suficiente capacidad para aguantar la carga bajo las más altas temperaturas y las peores condiciones de humedad.

Este aparato tiene también algunas desventajas, por ejemplo: viene acoplado a un motor y un ventilador que requieren atención; debe de limpiarse más frecuentemente que la mayor parte de los demás condensadores, bien que eso no sea una dificultad grande, excepto en lugares donde hay mucho polvo y materias sueltas que circulan en la atmósfera.

En el invierno, se puede cortar completamente el suministro - de agua y el condensador trabajará como cualquier tipo de condensador seco con enfriamiento por aire.

El principio de su operación es sumamente sencillo, ya que la unidad consiste esencialmente en un coil de amoníaco compacto, que se humidifica todo el tiempo en su parte exterior por aspersion de peque-

Las cantidades de agua sobre las superficies exteriores de las tuberías; al mismo tiempo se mantiene un movimiento rápido de aire encima de estas superficies por medio de algún ventilador para activar el proceso de evaporación.

Cada libra de agua que se evapora se lleva 1,000 Btu. y, por lo tanto, reduce considerablemente la cantidad de agua que se necesita, cuando se compara con el enfriamiento de agua por otros métodos. El aire también se lleva mucho calor y contribuye a la capacidad de la unidad.

Los condensadores por evaporación pueden conseguirse normalmente en tamaños que varían entre 3 y 100 toneladas de capacidad de refrigeración y para usarse con todos los refrigerantes usuales. Algunos fabricantes proporcionan 12 pies cuadrados de superficie de primera calidad por tonelada de capacidad de refrigeración. Es sumamente importante que el equipo de este tipo sea hecho de manera a aguantar la corrosión en ambos lados, sea en el interior o el exterior.

PURGADORES.- Los purgadores son usados para conservar el sistema refrigerante libre de "fallas" o gases no condensables (esencialmente aire) el cual pudo haber sido introducido al sistema cuando se carga con refrigerante la primera vez o pudo haber sido liberado dentro del sistema en uso. Donde hay operación con vacío, el aire también puede ser introducido a través de alguna caja empaquetada y otros puntos de fuga. En sistemas pequeños, los no-condensables son ordinariamente expulsados en los puntos altos sobre el lado de alta presión durante los períodos que se para el sistema. Los sistemas grandes deben ser equipados con purgadores de operación, ya sea manual o automática. Básicamente, el purgador consiste de una armazón teniendo una pared refrigerada o un serpentín refrigerado en su interior. Esta armazón es colocada en la parte alta del receptor, o en cualquier punto alto del lado de alta presión del sistema, donde los gases no-condensables están comunmente presentes cuando el sistema esta en operación.

C A P I T U L O   I I ILAVADO Y DESINFECCION DEL EQUIPOGENERALIDADES.-

El buen éxito de la industria lechera puede ser logrado solamente a través de la producción y procesamiento de leche de alta calidad. Para producirlos, es necesario no sólo tener un equipo construido para su fácil limpieza sino, además, tenerlo escrupulosamente limpio. No hay un factor tan importante en la producción de productos de alta calidad como una absoluta y completa limpieza.

La propia higienización y mantenimiento de una planta lechera y su equipo, requieren un amplio conocimiento y aplicación de la ciencia y tecnología. Esto implica un entendimiento de diversos campos como:

- a) Diseño de la planta e ingeniería.
- b) Diseño y construcción del equipo.
- c) La composición de la leche.
- d) Microbiología de la leche.
- e) Química del agua.
- f) Composición de las manchas.
- g) Herramientas de limpieza.
- h) Química de los detergentes e higienizantes.
- i) Entendimiento de métodos de control, químicos y bacteriológicos.
- j) Y un entendimiento de la psicología humana.

Siendo arriba del 50% la mano de obra requerida en la planta lechera para la limpieza, se deben emplear procedimientos efectivos y de corto tiempo, así como materiales eficientes para la misma.

Actualmente los costos de los detergentes son de menor importancia; los ahorros que se obtienen a través de una eficiente limpieza son: economías de tiempo, mano de obra y la conservación del equipo. - Aún más importante es la seguridad de que la calidad de los productos

no debe ser disminuída a través del contacto con equipo impropriadamente lavado e higienizado. Las pérdidas pueden así ser reducidas a un mínimo.

#### NATURALEZA DEL AGUA.-

El abastecimiento de agua en abundancia, es un factor determinante para el buen funcionamiento de la planta lechera, que diariamente necesita grandes cantidades de agua para el enfriamiento de la le-che (equipos de refrigeración, producción de vapor, limpieza, etc.). - Esta agua deberá cumplir con ciertas exigencias en cuanto a su calidad físico-química y bacteriológica, para evitar deterioro de las máquinas y equipo, defectos en los productos elaborados y finalmente, con fines de carácter sanitario.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO.- Como muchas plantas están localizadas - dentro de los límites de una ciudad o pueblo, se puede asumir que la - mejor fuente de abastecimiento para éstas plantas es generalmente la - suministrada por el Departamento de Agua Municipal. Esta agua usual-- mente reúne los requisitos de Salud Pública y puede ser la adecuada pa-- ra el procesamiento, limpieza, enfriamiento o producción de vapor. Pa-- ra plantas lecheras localizadas lejos de los límites de ciudades, una fuente de suministro privada es lo mejor como fuente de agua. En cada caso, algunas aguas pueden ser adecuadas a diferentes departamentos. - La fuente de suministro privada, no necesariamente se encuentra libre de contaminación bacterial y probablemente debe ser tratada para tener la adecuada al uso de la planta. Para aquellas plantas que no tienen agua de ciudad o una fuente de suministro privada lo suficientemente - grande, es usualmente necesario usar agua proveniente de un estanque, lago o río. Esas fuentes de suministro no són deseables por la mate-- ria orgánica suspendida, contaminación bacterial, mal olor y sabor.

CALIDAD DEL AGUA.- Como norma general, la calidad bacteriológica -- del agua para el uso en plantas industrializadoras o pasteurizadoras - de leche, debe ser semejante a la del agua potable. En lo que se re--

fiere a la calidad físico-química, deben considerarse ciertas exigencias con el fin de evitar corrosión de calderas, cañerías, incrustaciones, defectos en los productos, etc. A continuación damos un resumen de las exigencias sobre calidad del agua que se usa en una Planta Lechera:

a) Calidad Físico-Química:

- Color: Ninguno. Si el agua tiene un color amarillo, generalmente es porque ha estado en contacto con material orgánico, mientras que si aparece un color café (marrón), después de haber estado en contacto con el aire algún tiempo, es indicio de un elevado contenido de fierro; en tanto que un color verde proviene de un -- contenido de algas.
- Claridad: Cristalina. Cuando el agua contiene pequeñas cantidades de arcilla, se enturbia.
- Olor: Ninguno. Fierro y humos dan un olor terroso, y contenido insignificante de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), comunica un olor desagradable parecido al de algas marinas en estado de putrefacción.
- Sabor: Agradable. Mientras que las sales en pequeñas cantidades dan un sabor agradable, un contenido demasiado alto ocasiona mal sabor; y con más de 600 mg/l. de cloro, adquiere un sabor muy desagradable. Lo mismo ocurre cuando el agua contiene más de 5 mg/l. de fierro o restos de  $H_2S$ .
- Temperatura: La más baja posible y no superior a 22°C.
- Extracto seco: Cuando se deshidrata el agua, queda un remanente que es el extracto seco. Este debe ser inferior a 500 mg/l. y si es superior a ----

1,000 mg/l., el agua recibe la denominación de agua mineral. Al incinerar el extracto seco, queda el contenido de materias inorgánicas y la diferencia entre éste y el extracto seco total, es el contenido de materias orgánicas. Normalmente se mide este último contenido mediante el índice de permanganato de potásio que corresponde a los mg/l. de permanganato de potásio,  $KMnO_4$ , que el agua puede de colorar o sea determina la oxidación de las materias orgánicas. Este índice no debe ser superior a 12.

Acido Sulfhídrico:  
( $H_2S$ )

Nada. Solamente indicios de  $H_2S$  que deben ser eliminados antes de usar el agua.

Amoniaco:

Hasta 0.5 mg/l. Mayor cantidad indica que el agua ha estado en contacto con materias orgánicas en putrefacción, no debe ser usada.

Acido Nitroso ( $HNO_2$ ) y  
Acido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ):

Nada, La presencia de estos ácidos se debe a la misma causa que determina un elevado contenido de amoniaco.

Acido Nítrico:  
( $HNO_3$ )

Hasta 25 mg/l. Las aguas superficiales contienen generalmente pequeñas cantidades de  $HNO_3$ , mientras que las aguas freáticas lo contienen rara vez. La proporción de este ácido en la cantidad mencionada no hace daño en sí, pero indica que el agua es de superficie y por lo tanto debe someterse a una purificación previa a sus usos.

Acido Sulfúrico:  
( $H_2SO_4$ )

Hasta 50 mg/l. Un contenido superior ocasiona agua con un alto grado de dureza y dificulta el ablandamiento de fierro y manganeso.

Acido Silícico:  
( $SiO_2$ )

Hasta 20 mg/l. Mayor cantidad dificulta el ablandamiento y causa incrustaciones en las calderas.

Acido Clorhídrico:

(HCl)

Hasta 400 mg/l. Un contenido constante de -- HCl tiene su origen en sales del terreno. Si se emplean filtros de zeolitas para el ablandamiento del agua, el contenido de HCl no debe ser superior a 250 mg/l. Si el contenido de HCl tiene variaciones, es un índice de contacto con cloacas o acequias, y el agua no debe usarse sino se ha examinado el sistema de abastecimiento de agua y solucionado el defecto.

Hasta 400 mg/l. Un contenido constante de -- HCl tiene su origen en sales del terreno. Si se emplean filtros de zeolitas para el ablandamiento del agua, el contenido de HCl no debe ser superior a 250 mg/l. Si el contenido de HCl tiene variaciones, es un índice de contacto con cloacas o acequias, y el agua no debe usarse sino se ha examinado el sistema de abastecimiento de agua y solucionado el defecto.

Acidez:

El agua debe tener un pH un poco mayor de 7.0. Si el agua es ácida (pH menor de 7.0), ocasiona corrosiones.

El agua debe tener un pH un poco mayor de 7.0. Si el agua es ácida (pH menor de 7.0), ocasiona corrosiones.

Calcio y Magnesio:

(Ca y Mg)

El contenido de Ca y Mg en el agua, determina su dureza, que se mide en grados según sistemas que pueden cambiar de un país a otro, pero siempre basado en el contenido de estos -- dos metales. Como un ejemplo de grados de dureza, tenemos los grados alemanes (D°), que corresponden a un contenido de 10 mg de CaO o 7.14 mg de MgO por litro de agua. Conocidos a través de un análisis, el contenido de estos óxidos, se calcula los grados de dureza -- alemanes en la siguiente forma:

El contenido de Ca y Mg en el agua, determina su dureza, que se mide en grados según sistemas que pueden cambiar de un país a otro, pero siempre basado en el contenido de estos -- dos metales. Como un ejemplo de grados de dureza, tenemos los grados alemanes (D°), que corresponden a un contenido de 10 mg de CaO o 7.14 mg de MgO por litro de agua. Conocidos a través de un análisis, el contenido de estos óxidos, se calcula los grados de dureza -- alemanes en la siguiente forma:

$$D^{\circ} = \frac{\text{mg CaO} + 1.4 \times \text{mg MgO}}{10}$$

Se distingue entre agua blanda y agua dura, y para la clasificación de la dureza del agua -- sirven las siguientes normas expresadas en D°.

Dureza total:

menor de	4°	agua muy blanda.
entre	4° y 8°	agua blanda.
entre	8° y 12°	agua normal.
entre	12° y 18°	agua poco dura.
entre	18° y 30°	agua dura.
mayor de	30°	agua muy dura.

**Dureza temporal:**

La dureza se calcula mediante la fórmula mencionada anteriormente, es la dureza total del agua o sea la suma de la dureza temporal y la permanente. La dureza transitoria corresponde a la cantidad de Ca ++ y Mg ++ en combinación de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ). Este se elimina hirviendo el agua con desprendimiento de anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y los carbonatos normales se precipitan de acuerdo con la siguiente reacción.



La dureza permanente corresponde a la cantidad de Ca y Mg unidos a ácidos que no se desdoblán con la coacción, generalmente  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Acido Sulfúrico). Para el uso industrial de be emplearse agua blanda, especialmente cuando es preciso calentar el agua o cuando se usa para la limpieza; por lo tanto, el agua que se utilice en la Industria Lechera, debe ser ablandada previamente.

**Anhídrido Carbónico:**  
( $\text{CO}_2$ )

El anhídrido carbónico que el agua absorbe en la capa superficial de la tierra, disuelve -- ciertos metales especialmente calcio y magnesio, a su paso por las capas terrestres más profundas hasta llegar a las capas freáticas; parte del contenido de  $\text{CO}_2$  del agua forma bicarbonato con estos metales hasta que se produce un equilibrio entre estos bicarbonatos y el anhídrido carbónico, libre necesario para mantenerlos en solución, o sea entre Ca H, -- Mg H,  $\text{HCO}_3$  y  $\text{CO}_2$ .

A veces el contenido de los iones de Ca y Mg es insuficiente en relación al contenido de  $\text{CO}_2$  para llegar a este equilibrio y queda en

el agua un exceso de  $\text{CO}_2$ , que se denomina  $\text{CO}_2$  agresivo, y el agua que lo contiene, agua --- agresiva, ya que, debido al exceso de  $\text{CO}_2$  disuelve el cemento, el fierro y otros materiales. Por lo tanto no debe usarse nunca para calderas, ni deben emplearse estanques de cemento para el almacenamiento de agua agresiva. Para evitar todos estos inconvenientes, es -- obvio que para uso industrial, debe eliminarse en el agua el exceso de  $\text{CO}_2$  mediante tratamiento adecuado.

Por otra parte, el contenido de  $\text{CO}_2$  en el agua puede ser inferior a lo necesario para mantener en solución el Ca y Mg disponible (dureza temporal) y el agua contiene un remanente de Ca y Mg libre. Se dice que esta agua pierde dureza.

En conformidad con lo antedicho, no es tanto el total de  $\text{CO}_2$  contenido el que interesa, si no mayormente el contenido de  $\text{CO}_2$  agresivo. - Esto se puede medir cuantitativamente, examinando la cantidad de cal que el agua puede disolver.

Fierro (FeO) :

Hasta 0.5 mg/l FeO. El agua freática casi -- siempre contiene fierro en forma de bicarbonato de fierro. Esta agua es cristalina cuando sale del suelo, pero al tener contacto con el oxígeno del aire, se oxida el bicarbonato de fierro según la siguiente reacción:



El hidróxido de fierro es insoluble y precipita, dando al agua un aspecto turbio y al mismo tiempo se forma una capa de color café en el fondo del estanque de agua. Si el agua que

contiene fierro pasa directamente a las cañerías, el proceso se produce en éstas, que poco a poco se tapan con el óxido de fierro. -- Además, un elevado contenido de fierro en el agua, es perjudicial para los productos que se elaboran en una planta lechera. El fierro actúa como catalizador favoreciendo la oxidación de la grasa, lo que tiene importancia especialmente para la mantequilla, que pronto toma un sabor a sebo. Asimismo puede causar manchas en el queso. Por lo tanto, si el agua con fierro mayor que 0.5 mg/l, no debe usarse sin tratamiento previo. Hay que tener especial precaución cuando el agua, al mismo tiempo, es agresiva, ya que, posteriormente a una eliminación de fierro, puede disolver fierro nuevamente a su paso por las cañerías, para evitar esto, es preciso eliminar el exceso de CO<sub>2</sub> en el agua agresiva y luego el fierro.

Manganeso (MNO) :

Hasta 0,02 mg/l. Actúa como el fierro.

Plomo (Pb) :

Nada. Si el agua contiene plomo es peligroso beberla y puede causar manchas oscuras en los productos lácteos.

Cobre (Cu) :

Nada. Aún pequeñas cantidades de cobre pueden causar manchas en los quesos y activar la oxidación de la grasa en la mantequilla y leche pasteurizada, especialmente cuando los productos se exponen al mismo tiempo a la luz del sol y el aire.

Zinc (Zn) :

Nada.

Otros Componentes:

Aunque poco frecuentes, hay otros componentes que pueden aparecer en el agua en pequeña escala, y a continuación damos a conocer las --

cantidades máximas permitidas por la Organización Mundial de Salud para agua potable o --- agua que se emplea en las industrias alimenticias:

Fluoruros	:	1,50 mg/l.
Arsénico	:	0,2 mg/l.
Selenio	:	0,05 mg/l.
Fenol	:	0,001 mg/l.
Bencina	:	0,0001 mg/l.

b) Calidad Bacteriológica:

Prácticamente es imposible evitar que el agua natural contenga microorganismos, pero la cantidad y las especies tienen enormes variaciones de un tipo de agua a otro. Los factores que determinan el contenido de bacterias en el agua son: la presencia de alimentos (materias orgánicas y oxígeno), la temperatura, y las fuentes de contaminación.

Por lo expuesto, el agua superficial siempre contiene gran cantidad de bacterias. Pero en su paso por las profundidades de la tierra, va eliminando las materias orgánicas. El oxígeno que contiene el agua superficial, se gasta en procesos microbiológicos en la tierra y finalmente, las bacterias las va eliminando a medida que pasa las capas terrestres, de tal modo, que el agua freática normalmente está libre de bacterias o contiene muy pocas, y no posee las condiciones necesarias para el desarrollo de éstas. Por lo tanto, si el agua captada de fuentes freáticas contiene bacterias, se debe a contaminación posterior a su captación.

Aunque normalmente no debe permitirse un número mayor de 100 gérmenes por ml. de agua, de mayor importancia son las especies que contiene; sin entrar en detalles sobre las variedades de microorganismos que son frecuentes en el agua, es preciso indicar los grupos o especies que no deben permitirse en agua potable o de uso en industrias alimenticias.

En primer término tenemos las bacterias patógenas, que pueden causar diversas enfermedades como por ejemplo: cólera y tífus. -- Además, el agua no debe contener bacterias incorporadas por contaminación fecal o que causen defectos en los productos lácteos, especialmente putrefacciones, como tampoco aquellas que originan reacciones químicas en las materias orgánicas, desdoblamiento de la grasa, etc. La presencia de estas últimas especies puede ocasionar graves defectos en los productos lácteos. Como un índice de fácil control de una contaminación indeseada del agua, se emplea generalmente, la llamada prueba de Coli, que comprueba la presencia de "Escherichia coli"; aunque este grupo de bacterias no es el más peligroso, su presencia indica contaminación con fuentes fecales.

Para comprobar si bacteriológicamente el agua sirve para el uso en una planta lechera existe una prueba simple y fácil de efectuar: Se llenan dos botellas con leche y se tapan con algodón, luego se pasteuriza la leche sumergiendo las botellas en un baño maría, teniendo cuidado que el agua cubra hasta la altura de la leche dentro de las botellas. Se calientan hasta 90°C, temperatura que se mantiene durante 10 minutos. Después de un enfriamiento hasta aproximadamente 20°C, -- agrega a una de las botellas, en forma aséptica, 1% del agua que se de sea examinar, y las dos botellas se exponen tapadas con el tapón de algodón a la temperatura constante de 20°C.

Después de 24 hrs. se examina el olor y se observa la leche en las dos botellas. Si la muestra con agua ya se presenta diferente a la otra, el agua está muy contaminada. En caso de no encontrar diferencia entre las dos muestras, se les deja 24 hrs. más y se examinan nuevamente. Si todavía no hay diferencias entre las dos muestras, se puede estar seguro que el agua, bacteriológicamente es apta para uso en la planta lechera. En caso de haber diferencia, debe hacerse un examen bacteriológico general con el fin de solucionar los defectos que haya causado la presencia de microorganismos indeseados.

Hay que tomar en cuenta que la calidad bacteriológica del agua de una misma fuente de abastecimiento, no siempre es constante y, por lo tanto, deben efectuarse con frecuencia exámenes bacteriológicos del agua.

TRATAMIENTO DEL AGUA.- En el párrafo anterior, se han mencionado - las características físico-químicas y microbiológicas que debe tener el agua que se emplee en una industria lechera. En la mayoría de los casos, el agua con que se cuenta, procedente de fuentes naturales, no cumple con todas las exigencias mencionadas, y hay necesidad de someterla a uno u otro tratamiento previo a su uso.

a) Oxidación del Agua:

La oxidación del agua es necesaria para proporcionarle un sa bor agradable. El agua freática normalmente no contiene oxígeno y pa ra fines potables se agrega una cantidad de oxígeno correspondiente - aproximadamente a 4 mg/l. Pero la oxidación del agua tiene, además, otro papel importante, que es la eliminación del exceso de fierro y - manganeso. Como se mencionó anteriormente, las composiciones de fierro y manganeso (normalmente carbonatos o bicarbonatos) se oxidan al tomar el agua contacto con el aire, precipitando hidróxido de fierro o manganeso. Este fenómeno se aplica en la práctica para reducir el contenido de estos metales y las exigencias máximas, mediante siste- mas especiales de aireación y consiguiente filtraje para retener las sales precipitadas.

Se distinguen dos sistemas principales denominados abierto y cerrado, respectivamente. En los sistemas abiertos el principio es - hacer caer el agua en forma de lluvia, mediante la cual, toma contac- to íntimo con el aire, y puede llegar a contener hasta 11-12 mg/l de O<sub>2</sub>; luego el agua pasa por un filtro con diversas capas de arena y ri pie, cuyas características dependen de la cantidad de fierro o manga- neso que contiene el agua. En este filtro se retiene el hidróxido de fierro o manganeso, que precipitan con la oxidación, debiendo conte- ner, el agua que sale del filtro, cantidades no mayores de Fe y Mg -- que las mencionadas anteriormente. Hay distintas maneras de efectuar la aireación y el filtraje, dependiendo de la cantidad de agua y su - contenido de los mencionados metales. También hay otros factores que influyen en el proceso.

Cuando el agua contiene mayores cantidades de reductores, como Metano ( $\text{CH}_4$ ), Acido Sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) o Amoníaco ( $\text{NH}_4$ ). Un contenido de  $\text{CH}_4$  de solamente 3 mg/l es suficiente para gastar toda la cantidad de oxígeno que pueda absorber el agua (12 mg/l a  $80^\circ\text{C}$ ) y además puede originar procesos microbiológicos en la red de agua. Por lo tanto es esencial eliminar el metano completamente y si el contenido es mayor que 1 mg/l es imposible eliminarlo sin una oxidación especial del agua en un recipiente, que en el fondo tiene una tubería perforada.

A través del tubo se agrega aire a presión que se mezcla con el agua, y se elimina el metano en las partículas de aire. Luego el agua pasa por el filtro para retener el fierro y el manganeso. Cuando el agua es ácida, pH menor que 7, es difícil conseguir una precipitación del manganeso. En este caso es necesario neutralizar agregando cal, por ejemplo: al material filtrante.

Ahora se usan en mayor escala filtros cerrados, también llamados a presión. Estos filtros tienen la ventaja que ocupan menos lugar y pueden conectarse directamente con la red de agua. Como lo dice el nombre, en estos filtros todo el proceso de oxidación y filtraje del agua se efectúa en un sistema cerrado, donde se agrega el agua y el aire a presión. Todo el filtro consiste en un tanque cilíndrico cerrado, y el aire y el agua normalmente entran por la parte superior y pasan presión por las diversas capas de material filtrante. Por el fondo sale el agua directamente a la red de cañerías. Estos filtros deben limpiarse periódicamente eliminando las precipitaciones de fierro y manganeso retenido en el material filtrante; esto se hace simplemente haciendo pasar agua en sentido contrario, la cual enjuaga el material quitando todas las precipitaciones acumuladas, las que salen junto con el agua al sistema de desagüe. El detalle en las construcciones de estos filtros puede variar de un fábrica a otra y al adquirir un filtro siempre deben pedirse los siguientes datos al fabricante: velocidad del agua, características del filtro, frecuencia de enjuague, cantidad de agua necesaria para el enjuague y el grado de pureza del agua filtrada.

b) Eliminación del Anhídrido Carbónico agresivo. CO<sub>2</sub>.

Con una aireación es posible eliminar parcialmente el CO<sub>2</sub> libre del agua hasta llegar a un contenido de 5-7 mg/l, lo que corresponde a la cantidad necesaria para una dureza transitoria de 7-8 D°. Para conseguir un efecto satisfactorio con este tratamiento es indispensable obtener un contacto muy íntimo entre el aire y el agua mediante una dispersación o atomización del agua. Esto puede producirse mediante una fuerte lluvia o bien con boquillas construidas especialmente para tal propósito.

Cuando la dureza transitoria del agua es superior a 8 D°, el anhídrido carbónico agresivo puede eliminarse mediante productos químicos alcalinos. Puede agregarse directamente al agua, pero este método requiere bastante atención debido a que los productos que se agregan, por ejemplo: Cal, Ca (OH)<sub>2</sub>, etc., deben ser dosificados en las cantidades justas; más fácil resulta hacer pasar el agua por un filtro de piedra de cal, ó bien después de la aireación, hacer pasar el agua por una bandeja con este mismo material, donde el agua disuelve el calcio necesario para eliminar el CO<sub>2</sub> agresivo.

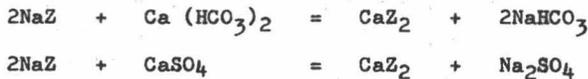
ABLANDAMIENTO DEL AGUA.- Como se mencionó anteriormente, la dureza transitoria del agua puede eliminarse hirviéndola. Por razones obvias este método no puede usarse cuando se trata de grandes cantidades.

Antiguamente se ablandaba el agua, especialmente para las calderas, agregando cal y soda (la cal para la dureza transitoria y la soda para la dureza estable). El ablandamiento se basa en las siguientes reacciones, tomando como ejemplo el calcio:



En ambos casos se forman de carbonato de sodio de Ca o Mg, - que son insolubles y pueden eliminarse mediante un filtraje.

Este método de ablandamiento ha sido reemplazado paulatina-- mente por filtros especiales de Zeolita. Zeolitas son silicatos de - Sodio y Aluminio, que en el comercio se venden bajo diversos nombres. Cuando las zeolitas se ponen en contacto con agua que contiene Ca o - Mg, estos se cambian con el sodio y se forman en el agua sales de so- dio que son solubles y de este modo se consigue su ablandamiento. -- Las reacciones son las siguientes:



Un filtro de Zeolita es un tanque cerrado, que contiene cierta cantidad del material y el agua pasa por presión. La cantidad de Zeolita que contiene un filtro, alcanza para ablandar una determinada cantidad de agua o mejor dicho una determinada cantidad de grados de dureza y termina de ser activo cuando todo el sodio ha sido reempla-- do por Ca o Mg. Cuando llega a este punto, se procede a una regenera-- ción del material, haciendo pasar una solución de NaCl a través del - tanque, consiguiendo la siguiente reacción.



Luego el material puede usarse nuevamente para el propósito de ablandamiento.

Con el método antiguo, se eliminaba del agua una cantidad de  $\text{CO}_2$  correspondiente a la cantidad de Ca y Mg, pero cuando se emplean filtros de Zeolita, queda la misma cantidad de  $\text{CO}_2$  en el agua que antes del tratamiento y parte de ésta todavía ha sido convertida en  $\text{CO}$  agresivo (eliminando los metales). Se puede resolver este inconve--- niente eliminando primero la dureza transitoria con cal y luego la es-- table con filtros de zeolita.

TRATAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES.-- Esta agua como ya se ha men-- cionado siempre, contiene gran cantidad de materias extrañas, tanto - orgánicas como inorgánicas. Si es necesario emplearla para la indus- tria alimenticia o como agua potable, es necesaria una purificación - completa. Esta purificación consiste en una serie de tratamientos, -

que pueden resumirse en los siguientes:

- 1.- Eliminación de impurezas visibles. Esto se hace con filtros de molla, de ripio, etc.
- 2.- Adición de productos químicos. Para conseguir una precipitación de las partículas o impurezas pequeñas, se agrega sulfato de aluminio, en una cantidad de 20-60 mg/l de agua de modo que se mezcle bien con ello.
- 3.- Precipitación. El sulfato de aluminio reacciona con los carbonatos de calcio en solución en el agua y se forma hidróxido de aluminio, que precipita en forma gelatinosa formando luego de 24 -- hrs., pelusas que atrapan las impurezas que contiene el agua, y que, luego se precipitan en el fondo del depósito de tratamiento.
- 4.- Filtraje. El agua se saca por decantación y se hace pasar por -- un filtro para eliminar las impurezas que todavía quedan.
- 5.- Esterilización. Aunque la mayor parte de los microorganismos -- han sido eliminados con el tratamiento, debe efectuarse una esterilización con un medio desinfectante para eliminar las bacte---rias que todavía puedan quedar en el agua.
- 6.- Adición de productos químicos contra la corrosión. Durante los procesos anteriores el pH del agua ha disminuido de tal modo, -- que el agua ahora es ácida y agresiva y para evitar corrosión, - se aumenta el pH a lo normal (7,0 - 7,5), agregando polifosfatos, cal, u otro producto alcalino inofensivo.

El agua superficial tratada de esta manera puede usarse sin peligro, pero es un tratamiento complicado que en lo posible debe evitarse mediante el uso de agua freática.

#### QUIMICA DE LOS DETERGENTES.-

La suciedad en el equipo resulta de:

- A.- a) La leche.
- b) Aire.
- c) Equipo.

- d) Trabajadores.
  - e) Materiales insolubles de agentes de limpieza y sanitizantes.
- B.- De leche.-
- a) Residuos.
  - b) Metales Oxidados.
  - c) Microorganismos.
- C.- Los constituyentes de la leche varían en solubilidad.
- D.- Depósitos de piedra de leche son indicativos de limpieza defectuosa.

Principios Fundamentales de la Limpieza:

A.- Elementos Esenciales:

- a) Acción solvente del agua.
- b) Restriego mecánico.
- c) Acción química del detergente.
- d) Enjuague.

B.- Funciones de agentes limpiadores:

- a) Emulsificación: Habilidad de romper las partículas más pequeñas para hacer una mixtura uniforme al mezclarse con el agua.
- b) Saponificación: Formación de jabón por agentes alcalinos y -- grasos.
- c) Acción Humectante: Acción del agua en las superficies de contacto.
- d) Penetración: Acción del líquido al hacer contacto con material poroso.
- e) Defloculación o Dispersión - rompimiento de los agregados.
- f) Suspensión: Mantener partículas insolubles en una solución.
- g) Peptinización: Formación física de soluciones coloidales de - materiales parcialmente en solución.
- h) Enjuague: Propiedad de fácil remoción.
- i) Ablandamiento del agua - remoción o inactivación del agua dura.
- j) Disolución - reacción química que produce materiales insolubles.

Ingredientes de agentes de limpieza:

## A.- Alcalinos.

## a) Compuestos.

- 1) Hidróxido de sodio.
- 2) Carbonato de sodio.
- 3) Metasilicato de sodio.
- 4) Bicarbonato de sodio.
- 5) Ortofosfatos.

## b) Propiedades.

- 1) Agentes saponificantes.
- 2) Ablandan agua por precipitación.
- 3) Corrosivos de metales.
- 4) Irritantes a la piel.

## B.- Polifosfatos.

## a) Compuestos.

- 1) Tetrafosfato de sodio.
- 2) Tripolifosfato de sodio.
- 3) Hexametafosfato de sodio.
- 4) Pirofosfato tetrasódico.

## b) Propiedades.

- 1) Emulsificantes.
- 2) Dispersión.
- 3) Suspensión.
- 4) De fácil remoción.
- 5) Peptinizantes.
- 6) Ablandan agua mediante separación.
- 7) No corrosivos.

## C.- Agentes Humectantes.

## a) Clasificación.

- 1) Aniónicos - negativos o el anión es el agente activo.
  - a) Alcoholes sulfonados.
  - b) Alkil aril sulfonatos.

- 2) No-iónicos - agentes orgánicos, complejos que no ionizan -- apreciablemente.
- 3) Catiónicos - positivos.  
Compuestos de amonio cuaternario.

b) Propiedades.

- 1) Emulsificantes.
- 2) De fácil remoción.
- 3) Formación de lavaza.
- 4) Dispersión.
- 5) No corrosivos.

D.- Agentes Secuestrantes.

a) Compuestos.

- 1) Sales de sodio del ácido etilen diamino tetra acético.
- 2) Nitrilo tri-acético.

b) Propiedades.

- 1) Ablandadores de agua.
- 2) Controlan depósitos minerales.
- 3) No corrosivos.
- 4) No irritantes.
- 5) Estables al calor.

E.- Ácidos orgánicos.

- 1) Acético.
- 2) Ácido hidroacético.
- 3) Ácido láctico.
- 4) Ácido glucónico.
- 5) Ácido cítrico.
- 6) Ácido tartárico.
- 7) Ácido levulínico.

b) Propiedades.

- 1) Ablandamiento del agua.
- 2) Control de depósitos minerales.
- 3) No corrosivos.
- 4) No irritantes.

F.- Ácidos inorgánicos o minerales.

- a) Compuestos.
  - 1) Ácido clorhídrico.
  - 2) Ácido sulfúrico.
  - 3) Ácido sódico sulfatado.
  - 4) Ácido sulfámico.
  - 5) Ácido nítrico.
  - 6) Ácido fosfórico.
- b) Características.
  - 1) Corrosivos al equipo.
  - 2) Irritantes a la piel.

Programa de Limpieza:

A.- Selección del agente.

- a) Análisis del agua.
- b) Determinar materia sucia.
- c) Determinar que funciones va a hacer el agente de limpieza.
- d) Conocer a fondo características de agente limpiador.

B.- Planeo de pasos de limpieza.

C.- Entrenamiento de personal responsable.

D.- Supervisión estricta.

Ejemplo de productos balanceados para limpieza general de la Planta:

A.- Limpiador Alcalino.

- a) Hidróxido de sodio.
  - 1) Saponifica grasas.
- b) Tripolifosfato de sodio.
  - 1) Emulsificación de grasas.
  - 2) Peptinización de materias parcialmente solubles.
  - 3) Dispersión de agregados.
  - 4) Suspensión de partículas insolubles.
  - 5) Ablandan el agua.

## c) Agente humectante.

- 1) Ayuda a la emulsificación.
- 2) Humectante y penetración.
- 3) Dispersión de agregados.

## B.- Limpiadores Acidos.

## a) Acido Orgánico.

- 1) Control de depósitos minerales.
- 2) Ablandan agua.

## b) Agentes Humectantes.

- 1) Mojado y penetración.
- 2) Emulsificación.
- 3) Dispersión.

Desinfección.-

A.- El proceso de tratar el equipo con agentes químicos y físicos es para destruir el número máximo de microorganismos.

## B.- Factores que hacen necesario el tratamiento bactericida.

- 1) La limpieza normalmente no reduce la población bacteriana en cantidades suficientes.
- 2) El lavado del equipo de leche cruda y pasteurizada efectivamente distribuye los microorganismos.
- 3) Organismos residuales se multiplican tremendamente durante las horas que el equipo no está en uso.
- 4) Frecuentemente hay la oportunidad de roedores e insectos que tengan contacto con el equipo durante las horas que no se usa.
- 5) Microorganismos en abasto de agua.

## C.- Agentes.

## 1) Calor.

- a) Es caro.
- b) Es difícil aplicar a equipo abierto.

## 2) Agentes químicos.

- a) Compuesto de cloro.
  - 1) Hipocloritos.

- 2) Cloramina -T-
  - 3) Dióxido de cloro.
- b) Productos de yodo.
- 1) Yodoforos.
  - 2) Cloramina T y yoduro de potasio en solución alcohólica.
- c) Compuestos de amonio cuaternario.
- 1) Alkil dimetil benzil cloruro.
  - 2) Alkil dimetil benzil cloruro de amonio.
  - 3) Metil dodecyl trimetil cloruro de amonio.

D.- Efectos específicos de los Bactericidas sobre Microorganismos.

Una célula bacterial consiste de protoplasma envuelto por una pared celular. El protoplasma está compuesto de proteínas, agua, una variedad de otros componentes y, los más importantes, enzimas o catalizadores orgánicos. Cualquier cosa que coagule o desnaturalize las proteínas o esencialmente las enzimas en una célula bacterial destruirá ésta. El calor es conocido para destruir bacterias por coagulación de sus proteínas y desnaturalización de sus enzimas.

Agentes químicos como los hipocloritos forman ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ), el cual es inestable y se transforma en ácido clorhídrico y oxígeno naciente. El resultado de esto literalmente "explota" la célula o las enzimas; también se cree que gas cloro ( $\text{Cl}_2$ ) es formado y reacciona con el protoplasma de la célula. Algunos compuestos químicos que reaccionan con y esencialmente desnaturalizan a las enzimas destruirán la vida de la célula, también es conocido que pequeñas cantidades inactivarán algunas de las enzimas de las cuales las bacterias obtienen su energía.

Los efectos específicos de los compuestos cuaternarios de amonio no están claramente entendidos. Está visto que ellos reaccionan con e inactivan las enzimas lo necesario para la destrucción de los organismos.

E.- Factores que afectan acción de agentes bactericidas.

- 1) Concentración del agente.
- 2) Tiempo de contacto.
- 3) Población microbiana.
- 4) Características del organismo.
  - a) Especies.
  - b) Edad.
  - c) Composición química.
  - d) Estructuras especiales (esporas, etc.)
- 5) Temperatura.
  - a) La actividad del agente bactericida aumenta con altas temperaturas.
  - b) Soluciones de cloro son altamente corrosivas al equipo con altas temperaturas.
- 6) pH.
  - a) La actividad del cloro disminuye al aumentar el pH.
  - b) Cloro es muy corrosivo en un pH bajo.
  - c) Productos de yodo son más efectivos a pH de 6 o menos.
  - d) Compuestos de amonio cuaternario.
    1. Efectivos a pH 7.0
    2. pH puede variarse para aumentar efectividad contra organismos específicos.
- 7) Materiales incompatibles.
  - a) La efectividad de compuestos de amonio cuaternario es reducido por:
    1. iones de calcio.
    2. iones de magnesio.
    3. iones de hierro.
    4. agentes humectantes aniónicos.
    5. algunos polifosfatos.
  - b) Compuestos de cloro y yodo no son afectados por los de arriba mencionados.
- 8) Materiales orgánicos y piedra de leche.
  - a) Las soluciones de cloro son rápidamente disipadas por materia orgánica.

- b) Compuestos de yodo y amonio cuaternario son mas estables.
- 9) Tensión superficial.

CARACTERISTICAS DE CORROSION DE DETERGENTES E INGREDIENTES SANITIZANTES.-

El término "corrosión" denota destrucción del metal por acción química o electroquímica. Las formas de corrosión metálica puede ser clasificada bajo las siguientes formas:

- 1.- General - tal como el causado por un ácido inorgánico usado en un proceso de limpieza.
- 2.- Corrosión Galvánica - la cual puede ser producida por contacto de otros metales en una solución o electrolito.
- 3.- Electrolítica o Ataque de Corriente Desviada - tales como corrientes eléctricas desviadas, produciendo picaduras indeseables sobre instalaciones donde equipo eléctrico esta siendo empleado.
- 4.- Intergranular - donde condiciones particulares causan un ataque preferencial a bordes de textura metálica.
- 5.- Contacto - que son producidas por adherencia de depósitos orgánicos o condiciones de recubrimientos metálicos más lodos corrosivos.
- 6.- Corrosión por Esfuerzo y Fatiga - causado por una variedad de deformaciones metálicas, condiciones acompañadas por picaduras y rompimiento de acuerdo al medio ambiente corrosivo.
- 7.- Picaduras Químicas - usualmente producidas por miembros de la familia de los halógenos y sus componentes.
- 8.- Bacteriológica produciendo picaduras - tiene desarrollo en algunos casos, tales como donde compuestos sulfurosos han sido manejados.
- 9.- Descincado - ha ocurrido en partes de bronce expuestas a algunos tipos de agua dura y en varias soluciones.
- 10.- Erosión - algunas veces ocurre de acuerdo a la rapidez de movimiento de materiales causando una condición activa a curvaturas - aguadas y a zonas restringidas como en las espreas.

- 11.- Desgaste - causado por rozamientos, presión y resultando un esfuerzo a lo largo de la parte metal con un ataque por un medio corrosivo el cual causa que pequeñas partes del metal se disgreguen y rayen la superficie.

CONSIDERACIONES GENERALES.- La acción corrosiva de ingredientes de detergentes y sanitizantes sobre metales de la industria láctea es de mucho interés para los operadores de las plantas. La variedad de metales encontrados en plantas alimenticias, hacen del problema de corrosión estar presente. La mayor parte de los equipos procesadores de alimentos son manufacturados de acero inoxidable, el cual, es resistente a la acción corrosiva; de cualquier modo, muchos de los equipos son de acero estañado, cobre estañado, y ligas de metales blancos y pueden ser sujetos a corrosión por algunos limpiadores químicos. - La estructura metálica de muchas máquinas usadas para la limpieza del equipo son de fierro o acero, aluminio o acero cubierto de zinc; ejemplos de ese tipo de equipo son tanques lavadores en la granja, lavadores de pipas sanitarias, lavadoras de cajas, de botellas, etc., es por lo tanto importante que los detergentes deben tener esencialmente un grado bajo de corrosión a la estructura metálica de las máquinas, también, como de las superficies metálicas que están siendo lavadas.

Muchos otros problemas originan corrosión del equipo lácteo, algunas fuentes de agua tienen características corrosivas. Líneas alimentadoras de vapor dentro del equipo lácteo eran problemas adicionales. El acoplamiento de metales diferentes proveen un medio de corrosión electrolítica. Bajo ciertas condiciones, el grado de flujo de productos alimenticios y soluciones limpiadoras también influyen en la corrosión, también como el movimiento mecánico del equipo. Las áreas las cuales están soldadas o presionadas y formadas, pueden tener diferentes características corrosivas debido a la fatiga en los metales.

CORROSION DEL ACERO INOXIDABLE.- Como se mencionó anteriormente, es el metal más usado en la industria láctea para procesamientos alimenticios; y el tipo más ampliamente usado es la liga generalmente re

ferida como 18-8, significando una liga de hierro conteniendo aproximadamente el 13% de cromo y 8% de níquel. Los otros tipos comunes de acero inoxidable son 25-12 y 25-20, cada número representando el porcentaje cromo-níquel.

El contenido de carbón del acero inoxidable tiene considerable influencia sobre la resistencia a la corrosión, particularmente en artículos fabricados. El A.I. 18-8 es manufacturado en dos tipos: uno que contiene como máximo 0.08% de carbón (tipo 304) y el otro con un máximo de 0.20% de carbón (tipo 302), en general a menor contenido de carbón, mayor la resistencia a la corrosión en la fabricación de equipo.

Los aceros inoxidables en general son resistentes a la oxidación y soluciones aeradas. El A.I., de cualquier modo, es susceptible a la corrosión en presencia de cloro o de otros halógenos en solución; y exhibe baja resistencia a la corrosión a agentes reductores.

La naturaleza química de las soluciones en contacto con el acero inoxidable es el factor más importante en las características de corrosión de la liga. Ingredientes básicos o alcalinos atacan el A.I. solamente cuando se dosifican negligentemente, pero limpiadores ácidos de naturaleza reductora (liberan hidrógeno) destruyen la resistencia a la corrosión de la liga, por ejemplo: el ácido clorhídrico ataca el A.I. rápidamente mientras que ácidos de naturaleza oxidante no lo atacarían a éste apreciablemente. Los ácidos orgánicos incorporados en detergentes ácidos no atacan las ligas de A.I. a un grado -- apreciable y pueden utilizarse con seguridad sobre el equipo lácteo.

El acero inoxidable muestra efectos corrosivos cuando se somete a altas temperaturas y concentraciones de detergentes con ácidos orgánicos sobre períodos de 4 hrs. de exposición.

DETERGENTES Y DESINFECTANTES MAS COMUNMENTE UTILIZADOS EN EL LAVADO -  
DE EQUIPO INSTALADO EN LOS ESTABLOS.-

Detergentes Alcalinos:

<u>N O M B R E</u>	<u>CONCENTRACION POR/100</u> <u>LITROS DE AGUA:</u>	<u>TEMPERATURA:</u>
KELVAR .....	120 g.....	F o C.
MC-3 .....	500 g.....	55 - 70°C.
HI-ALKC .....	1,000 g .....	40 - 50°C.
LIMPIAKLIN .....	500 a 100 g.....	F o C.
TRANSIT-KLEEN .....	600 g.....	70°C.
AIM .....	500 g.....	70°C.
HIDROXIDO DE SODIO ...	500 g.....	70°C.
SUPER-KLOR .....	800 g.....	50 - 60°C.
TURCO .....	1,500 g.....	F o C.
TURCO BRITE CLOR .....	1,000 g.....	60 - 75°C.
KLEER MOR LC-9 .....	100 g.....	70°C.
HD-CHLOR .....	350 g.....	80°C.
GMK .....	170 g.....	70°C.
ALFA KLIN .....	1,000 g.....	F o C.
ALFA CIP HD .....	750 g.....	75°C.
ALFA-BOT 10% de la concentración de sosa. ....		-
SPREX A.C.....	1,500 g.....	60°C.
SUDS .....	500 g.....	70°C.

Detergentes Acidos:

SENTOL .....	600 g.....	48 - 60°C.
TART .....	500 g.....	F o C.
KLENZADE-PL3 .....	200 ml.....	70°C.
TURCO-FLASH .....	700 g.....	70°C.
KPMR.....	200 ml.....	50°C.
PENNCLEAN .....	1,000 ml.....	70°C.
ALFA ACIDO HD .....	1,000 ml.....	65°C.
ALFA ACIDO .....	750 ml.....	75°C.
ORBIT .....	500 .....	70°C.

Detergentes Clorados o Yodados:

CLE-CHLOR .....	600 g.....	60°C.
-----------------	------------	-------

ACCORD .....	80 ml.....	48°C.
KLENZADE HC-8 .....	400 g.....	50°C.
MC-7 .....	750 g.....	50°C.
ALFA SAL .....	1,000 g.....	65°C.

Desinfectantes:

IODOSOL .....	75 ml.....	FRIO
MIKROCLEANE .....	75 ml.....	"
ANTIBAC-B .....	31.25 g.....	"
IODET .....	100 ml.....	"
PERCLORON SOLIDO .....	7.15 g.....	"
PERCLORON LIQUIDO .....	50 ml.....	"
BACT-O-CLEAN .....	500 g.....	"
HIDROSAN .....	90 ml.....	"
TURCO-SAN .....	50 g.....	"
BIO-K .....	75 ml.....	"
ALFA-iodo .....	100 ml.....	"
ALFA-CLORO .....	100 ml.....	"
ALFA-BAC .....	100 ml.....	"

LAVADO MANUAL DE:

Ollas de piso, botes, tolva de vaciado, coladores, tramos de tubería y tanques de almacenamiento.

- 1.- Enjuagar con agua a la temperatura ambiente o caliente hasta eliminar los restos de leche.
- 2.- Preparar una solución formada por Xg o ml de X detergente alcalino más X litros de agua caliente a X°C. y cepillar perfectamente interiores y exteriores, tirar solución.
- 3.- Enjuagar totalmente con agua a temperatura ambiente.
- 4.- Desinfectar con una solución formada por X g o ml de desinfectante mas X litros de agua a temperatura ambiente. Media hora antes de usarse repetir la desinfección y dejar escurrir perfectamente.

LAVADO POR RECIRCULACION DE:

Los accesorios de la ordeña mecánica y tanques de almacenamiento.

- 1.- Enjuagar con agua a temperatura ambiente hasta eliminar restos de leche.
- 2.- Circular durante 15 minutos X g o ml detergente alcalino más X litros de agua caliente a X°C y tirar.
- 3.- Enjuagar con agua a la temperatura ambiente durante 5 minutos y -tirar.

Los pasos 4 y 5 se efectuarán según sea el caso diariamente o cada tercer día.

- 4.- Circular durante 15 minutos X g o ml detergente ácido más X g o ml de agua caliente a X°C y tirar.
- 5.- Enjuagar con agua a la temperatura ambiente durante 5 minutos y -tirar.
- 6.- Desinfectar: Circulando durante 5 minutos una solución formada -por X g o ml de desinfectante mas X litros de agua a temperatura ambiente y tirar.

Media hora antes de la ordeña repetir este paso y dejar escurrir el equipo perfectamente en sus partes bajas.

SISTEMAS DE RECIRCULACION PARA LIMPIAR EQUIPO DE PASTEURIZAR A.T.C.T.

INTRODUCCION: Probablemente los primeros equipos de pasteurización de Alta Temperatura Corto Tiempo, fueron los que utilizaron los primeros sistemas de limpieza en sitio. Durante los primeros sistemas los esfuerzos eran encaminados hacia el ablandamiento de capas de grasas, en vez de removerlas.

Aunque se ha realizado un progreso substancial en la aplicación de sistemas mecánicos-químicos en los procesos de limpieza y desinfección en todo tipo de equipo para leche y otros alimentos, los sistemas de pasteurización mediante el uso de placas de intercambio de calor e incluyendo homogeneizadores, separadores, tanques de leche,

tinias, válvulas y bomba, son menos susceptibles a obtenerse 100% de resultados favorables. Estos resultados pueden ser altamente satisfactorios si:

- 1.- El diseño, construcción y montajes son adecuados.
- 2.- Los procesos son seguidos y ejecutados minuciosamente.

Un sistema de limpieza en sitio consiste:

- a) De un circuito.
- b) Tanque de solución.
- c) Una bomba adecuada.
- d) Equipo controlador de calor y temperatura.
- e) Termómetro registro en la línea de retorno.

Todos estos sistemas, a excepción de una bomba adecuada, están presentes en un sistema de Alta Temperatura Corto Tiempo.

El tanque de nivel constante sirve de tanque para la solución.

El circuito son las líneas sanitarias interconectadas desde el tanque de nivel constante hasta la salida de la sección enfriadora e incluyendo líneas hacia o desde aquellos artefactos como la bomba reforzadora de flujo, la bomba positiva, el homogeneizador, tubo de sostenimiento, válvula de divergencia y cualquier otro equipo relacionado. Los controles de temperatura existentes, pueden servir para calentar la solución, y el termómetro registro que generalmente se aplica a la línea de descarga en el enfriamiento final, lleva los requisitos para un registro control de temperatura.

Es evidente que solamente es necesario, el proveer el sistema con suficiente y adecuadas bombas y proveer aquellas modificaciones que sean necesarias antes de proceder a la limpieza incluyendo lo siguiente:

- a) Remoción de los impelentes de la bomba positiva.
- b) Instalación de un by-pass en el homogeneizador.
- c) Remoción de la tapa de la válvula de divergencia (si esta no es del tipo de limpieza en sitio).

- d) Proveer un sistema de líneas con válvulas o líneas giratorias que permitan la descarga de la solución al piso cuando se descarga, - se enjuaga o se recircula hacia el tanque de nivel constante cuando se está lavando el sistema.

Además, es necesario y debe haber un adecuado abasto de agua; y por esto se sugiere que sea un abasto permanente para que mantenga el tanque de nivel constante lleno cuando opera la bomba recirculadora a toda su capacidad máxima.

SELECCION Y APLICACION DE LA BOMBA RECIRCULADORA: Generalmente una bomba recirculadora se instala entre la salida del tanque de nivel -- constante y la entrada del producto crudo al regenerador en la posición normalmente ocupada por la bomba reforzadora de flujo, si el sistema de pasteurización así está equipado. Esta bomba muy bien puede ser de naturaleza portátil o también permanentemente instalada, de manera que con pequeñas alteraciones en la línea puede reemplazarse fácilmente a la bomba reforzadora de flujo.

En algunas ocasiones está permanentemente instalada en forma paralela, de manera que la limpieza pueda ser iniciada sin hacer cambios físicos en esta área.

Los manuales viejos de operación de un sistema de Alta Temperatura Corto Tiempo y sus recomendaciones para la limpieza sugerían - que la solución de limpieza fuera de 1.5 veces mayor que el flujo de leche. Esto puede ser deseable, pero no es de fácil obtención, especialmente en los nuevos equipos de alta eficiencia que están diseñados para operar a un flujo rápido y pérdida de alta presión. La pérdida de presión a través de cualquier sistema es aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad.

Si la velocidad o flujo es aumentada en 1.5 veces, la caída de presión a través del sistema aumentará en un factor de 2.25 veces y si el flujo es duplicado, la caída de presión sería cuatro veces -- mayor, según comparada a pérdida diseñada para el producto en cuestión. Por eso tenemos que considerar el diseñar limitaciones de presión.

siones del sistema, además, de la caída de presión según cada aplicación en particular. Por ejemplo: si las placas de intercambio pueden soportar una presión operante de 60 libras por pulgada cuadrada y si la suma de la caída de presión a través del sistema crudo y pasteurizado del regenerador, el sistema enfriador y el sistema calentador es de 45-50 libras por pulgada cuadrada, entonces sería posible aumentar la velocidad de flujo solamente en un poco y según comparado a la velocidad del producto durante la operación normal del sistema.

Conexiones de flujo interconectadas o entrelazadas, pueden utilizarse con gran ventaja para aumentar la cantidad de flujo a través de secciones individuales del sistema de pasteurización, sin exceder las presiones para las cuales fueron diseñadas las empacaduras y sus placas. Por ejemplo: la unidad puede estar conectada de manera que el agua entra simultáneamente en los orificios de entrada de leche cruda y pasteurizada del regenerador y sale de la válvula de divergencia y la sección de enfriamiento con conexiones de retorno desde estos dos puntos hacia el tanque de nivel constante. Otra forma sencilla, sería el instalar la bomba recirculadora de manera que abastezca el sistema a través de la línea sanitaria de flujo en divergencia, hacia la válvula de divergencia, y mediante la remoción del tapón de la válvula de divergencia, el cuerpo de la válvula servirá de una T y parte de la solución pasará atrás y a través de la sección de calentamiento y de la sección regeneradora (lado de leche cruda), mientras el resto de la solución pasa al lado de leche pasteurizada y la sección de enfriamiento en su flujo normal. Estos tipos de arreglos generalmente permiten aumentar la velocidad del flujo a través de cada sección en aproximadamente 1.5 veces más que el producto, mientras mantiene la misma presión de operación.

Debe notarse aquí que estos tipos de sistemas requieren bombas de alto volumen, ya que la cantidad total de agua en recirculación es de 3 veces mayor que la del producto. Como resultado, estos sistemas no son o se consideran adecuados para sistemas de más de 15,000 litros por hora debido a la dificultad de proveer abasto de agua y drenajes adecuados y suficientes.

PROGRAMA DE LIMPIEZA QUIMICA: Limpieza en sitio al igual que limpieza manual, consiste de cuatro pasos principales:

- a) Pre-enjuague.
- b) Lavado con soluciones.
- c) Enjuague de las soluciones.
- d) Tratamiento Sanitizante.

En sistemas de Alta Temperatura Corto Tiempo, se requieren - pasos adicionales ya que el lavado o tratamiento normal, requiere lavado con soluciones ácidas y un detergente alcalino para que adecuadamente se remueva la suciedad causada por la proteína, la grasa y depósitos de minerales durante el proceso de pasteurización. La selección del tipo de producto y su secuencia de aplicación dependerá de:

- a) Tipo de leche o producto de leche que se procese a través -- del sistema de pasteurización.
- b) Las características específicas de los agentes químicos que se utilizan que pueden considerarse como:
  - A. Para sistemas usados en leche desnatada y productos fluidos de -- leche:
    1. Pre-enjuague.
    2. Lavado alcalino - 30-40 minutos a temperatura.
    3. Enjuague intermedio.
    4. Lavado con ácido - 15-20 minutos a temperatura requerida.
    5. Enjuague.
    6. Higienización.
  - B. Para productos similares con el procedimiento de "Over Ride". --- (O.R.)
    1. Pre-enjuague.
    2. Lavado ácido - 15-20 minutos a temperatura requerida.
    3. Adición de alcalí directamente a la solución ácida y lavado continuo por 30-40 minutos a temperatura requerida.
    4. Enjuague.
    5. Higienización.

NOTA: El proceso O.R. elimina el enjuague intermedio economizándose agua, calor y tiempo. Solamente se necesita una pequeña cantidad adicional del alcalí para neutralizar y "Sobre llevar" el ácido en el lavado ácido. Los productos -- son seleccionados para permitir el desarrollo de "quelatos" en el lavado alcalino y ayudar a controlar la dureza del agua. Además, los agentes humectantes están disponibles durante el ciclo alcalino. En algunos casos, se recircula una solución insignificante acidificada después del enjuague.

#### C. Tiempo, Temperatura y Concentración.

No es posible citar tiempos específicos de tiempo, temperatura y concentración para soluciones de limpieza o para unidades específicas operando bajo condiciones particulares de operación. Algunas recomendaciones generales sí pueden hacerse:

1. Los productos ácidos se usarán en concentraciones variando de 0.75 a 1.0% dentro del sistema.
2. Los productos alcalinos se usarán en concentraciones variando de 0.5% a 1.5% y quizás concentraciones más altas bajo rigurosas condiciones específicas.
3. Las temperaturas de limpieza normalmente se controlarán a -- niveles de 5°C más altos que la temperatura más alta de pasteurización. Por ejemplo: si la leche es tratada a 75°C el sistema se limpiará a 80°C.

#### D. Higienización.

El proceso de higienización generalmente se lleva a cabo mediante la circulación de una solución leve de cloro (entre 55-60 ppm.) a través de todo el sistema. Esta operación debe llevarse a cabo momentos antes de comenzar la circulación de leche a través del sistema. Generalmente la solución de cloro es bombeada a través del sistema hasta el tanque de almacenamiento y desde el tanque hasta la máquina envasadora, higienizándose todo el sistema de proceso.

MODIFICACIONES ESPECIALES: Durante los últimos 5 años los sistemas Alta Temperatura Corto Tiempo, son parte de un sistema automatizado. Algunos de estos desarrollos son:

A. Bombas centrífugas de 2 velocidades.

Para eliminar la necesidad de cambiar líneas sanitarias o la remoción y reinstalación de bombas, para procesos de limpieza, muchas instalaciones están dotadas de bombas reforzadoras de flujo de 2 velocidades, los cuales operan a 1,750 rpm. para el proceso de pasteurización y a 3,450 rpm. para el proceso de limpieza. - La bomba estará eléctricamente conectada con otros controles para asegurar la operación legal es mantenida durante la producción.

B. Válvulas de Divergencia para Limpieza en Sitio.

Las más recientes instalaciones, incluyen válvulas de divergencia, que puedan utilizarse para limpieza en sitio.

Estas válvulas consisten de 2 válvulas de 3 aberturas conectadas en serie. Dos líneas de divergencia retornan hacia el tanque de nivel constante; o estas dos líneas están interconectadas con un "cristal a la vista" en la línea de detección de goteo. Se proveen controles para permitir una adecuada inspección, prueba y limpieza de esta válvula. La válvula es "pulsada" o "arreglada" durante la operación de limpieza para proveer flujo de solución a través de ambas aberturas de divergencia, así como también la abertura de flujo hacia adelante.

C. Sistemas de limpieza automáticos para equipos Alta Temperatura -- Corto Tiempo.

Muchos sistemas de Alta Temperatura Corto Tiempo, están siendo equipados con sofisticados sistemas para proveer sistemas o ciclos automáticos de control. Generalmente, estos sistemas incorporan una válvula divergente en la línea de descarga, que puede usarse como una válvula de drenaje para limpieza en sitio. Equipo programados serán añadidos para operar la bomba suplidora de solución, equipo de calor, válvula de divergencia, válvula de agua y sistemas de alimentadores químicos automáticos.

C A P I T U L O   I VCONTROL DE CALIDAD

El control de calidad es uno de los aspectos más importantes en cualquier industria, ya que nos detecta las anomalías en el equipo, materia prima, producto semielaborado y producto terminado. Para esto la Secretaría de Salubridad y Asistencia ha establecido un Reglamento, del cual, resumimos los puntos más importantes:

I PRUEBAS DE CONTROL SOBRE EL PRODUCTO.-A.- Pruebas Físicas:

	Valores Reglamentarios	Wizard
1.- Sedimento.	Leche 1a. Categoría .....	1
	Leche 2a. Categoría .....	2
	Leche 3a. Categoría .....	3
2.- Densidad.	Densidad a 15°C, no menor de 1.0290, para todas las categorías sanitarias.	
3.- Índice de Refracción.	Grados de Refracción a la temperatura de 20°C, no menor de 37 ni mayor de 39 para todas las categorías sanitarias.	
4.- Punto Crioscópico.	No estan especificados.	

B.- Pruebas Químicas:

1.- Acidez Real o Titulable.	Acidez en ácido láctico, no menor de 1.4 ni mayor de 1.7 g/l, para todas las categorías sanitarias.
2.- Cloruros.	Cloruros (en cloro) no menor de 1.1 ni mayor de 1.5 g/l, para todas las categorías sanitarias.

- 3.- Lactosa. Lactosa (método Polarimétrico o de Fehling), no menos de 43 g/l, para todas las categorías sanitarias.
- 4.- Grasa propia de la Leche. 1a. categoría 34 g/l. mínimo  
2a. categoría 32 g/l. mínimo  
3a. categoría 32 g/l. mínimo  
(método de Gerber)
- 5.- Sólidos Totales y Sólidos no grasos. 1a. categoría. Deberá contener no menos de 85 ni más de 89 g/l. de sólidos no grasos.  
2a. y 3a. categoría. Deberán contener no menos de 83 ni más de 89 g/l. de sólidos no grasos.
- 6.- Fosfatasa. La leche debe dar resultado negativo a la prueba de fosfatasa, después de pasteurizada, para todas las categorías sanitarias.
- C.- Pruebas Bacteriológicas.
- |                                       | <u>CRUDA</u>  | <u>PASTEURIZADA</u> |
|---------------------------------------|---|---------------------|
| 1.- Cuenta Estandar en Placa de Agar. | 1a. Cat. 100,000 col/ml.  | 30,000 col/ml.      |
|                                       | 2a. Cat. 500,000 "  | 100,000 "           |
|                                       | 3a. Cat. 1000,000 "   | 200,000 "           |
| 2.- Cuenta Directa de Leucocitos.     | 1a. Cat. 100,000 leucocitos/ml.   |                     |
|                                       | 2a. Cat. 500,000 leucocitos/ml.   |                     |
|                                       | 3a. Cat. 1,000,000 leucocitos/ml.   |                     |
| 3.- Cuenta de Organismos Coliformes.  | No lo establece el Reglamento correspondiente, pero en leches pasteurizadas no deben existir organismos coliformes. |                     |
| 4.- Inhibidores.                      | Deben ser negativos, tanto en leche cruda como en pasteurizada, para todas las categorías sanitarias.               |                     |

## II. EN LA SALUD DEL GANADO.-

Es uno de los factores más importantes desde el punto de vista de Salud Pública, puesto que la leche de animales enfermos puede ser un vector de enfermedades, y sin importar para que uso sea, ninguna leche de ubres enfermas, se puede considerar satisfactoria para el consumo humano, por lo cual, existen rígidos reglamentos sanitarios para garantizar la salud del consumidor, especialmente si se considera la enorme importancia de la leche, como alimento básico de los pueblos.

Hay varios medios por los cuales, la leche puede ser contaminada por bacterias patógenas siendo los más comunes:

- 1.- A partir de vacas enfermas.
- 2.- Por portadores sanos humanos, que manejan el producto.
- 3.- Por contaminaciones del medio ambiente.

Es importante hacer notar aquí, que la pasteurización actual, destruye todas las bacterias patógenas que puedan tener acceso a la leche. Entre las enfermedades más comunes adquiridas al ingerir leche cruda o mal pasteurizada encontramos: Tifoidea, Paratifoidea, Disenteria, Gastroenteritis, Laringitis, epidémica, Brucelosis, Difteria, Tuberculosis, etc. Esta última es la que mayor importancia tiene con sus dos variedades: Humana y Bovina. La tuberculosis bovina la contrae el hombre al beber leche cruda de animales infectados; las bacterias pueden entrar en la leche al contaminarse ésta con el estiércol del animal o directamente a través de la ubre.

La Brucelosis es también distribuida ampliamente por la leche, si ésta se consume cruda. La *Brucella abortus*, también tiene acceso a la leche a través de la ubre de la vaca, en los casos más avanzados o también por contaminaciones de ésta con la excreta del animal. El único método de prevención posible, consiste en, eliminar a los animales enfermos, vacunar a las becerras y pasteurizar la leche.

De las otras enfermedades transmitidas directa o indirectamente a los humanos por la leche, las más comunes como ya antes se dijo, son la Tifoidea, Paratifoidea, Difteria y Gastroenteritis; las tres --

primeras pueden llegar a la leche a través de los portadores sanos, -- los cuales, las pueden llevar en sus manos sucias e introducirlas en la leche.

Las bacterias como *Staphylococcus aureus* y otras productoras de enterotoxinas pueden entrar directamente a la leche, por humanos -- que las transportan y cuando las condiciones de crecimiento son favorables, si los estafilococos no son inhibidos por el crecimiento de las bacterias lácticas, entonces, se multiplican considerablemente produciendo toxinas, las que, al ser consumidas con la leche causan náuseas, vomitos, dolor de cabeza y diarrea. Estas toxinas son termoestables -- por lo cual, en estos casos, la pasteurización no salvaguarda al consumidor.

Ahora bien, las vacas con alguna infección en la ubre (mastitis o mamitis), producen casi siempre leche de baja calidad química y con cuentas bacterianas muy elevadas, además de sufrir una baja en la producción de leche.

Como un medio de control y/o erradicación de mastitis en un establo, se debe aplicar la prueba C.M.T. (Control Mastitis Test) mensualmente. Por ejemplo, al aplicar la primera prueba general a todo el ganado del establo, se obtiene normalmente un alto porcentaje de resultados positivos, los cuales, se analizan por medio de selección de muestreo bacteriológico, siembras, cultivos, antibiogramas; con estos análisis determinamos que porcentaje es debido a infecciones y -- cual a traumas, catarros mamarios, alimentación, etc., los cuales no son infecciosos. Por lo general estos porcentajes son del orden de -- 70% infecciosos y 30% traumáticos. Como primer paso hay que eliminar del hato de producción y separar del resto de los animales a los reactores positivos infecciosos para evitar el contagio directo, iniciando su tratamiento adecuado. Las causas que originarán esta mastitis son: fallas de vacío, de pulsadores, mamilas en mal estado, malas desinfecciones entre el ordeño de cada animal, etc., si se trata de ordeña mecánica. En la ordeña manual es provocada por ordeñas incompletas, debido a ordeñadores inexpertos y a la falta de "secadores" (después del ordeño de la vaca, una persona debe dejar totalmente sin leche la ubre).

Al aplicar nuestra segunda prueba general, debemos obtener -- un 15 - 20% de resultados positivos de los cuales un 90% son infecciosos.

Un nivel aceptable a nuestros medios se obtendrá cuando el porcentaje de vacas con mamitis infecciosa sea del orden de 5%.

Cuando se alcanza este porcentaje se trabaja a nivel de hileras o de tanque de almacenamiento con una prueba más sensible Q.M.T. -- (Quality Mastitis Test). Al analizar los resultados positivos obtenidos por lo general son debidos a animales mal conformados de las glándulas mamarias o atrofiadas.

El costo de las pruebas mensuales, análisis, etc., es cubierto por el aumento de producción y calidad de la leche en dicho estable.

Por lo que respecta a la tuberculosis los medios de control y/o erradicación estan en función de las posibilidades económicas del estable, localidad y país; ya que, el mejor medio de control es la eliminación del ganado que resulte positivo a la prueba de la tuberculina, sin efectuar ningún análisis del tipo de tuberculosis.

A un nivel nacional es recomendable aplicar la prueba de la tuberculina P.P.D. (Derivado Proteico Purificado) doble comparativa, con la cual se eliminan las reacciones no específicas o cruzadas que no sean del tipo tuberculoso bovino.

Al aplicar la prueba en un estable se obtendrá en términos generales un alto porcentaje de reactoras positivas a la prueba, por lo que debemos aplicar una operación de tratamiento en la que el ganado que fué reactor negativo se le aplica la mitad de la dosis de tratamiento como medida profiláctica. Al aplicarles la dosis a las reactoras positivas, dejan de ser fuentes de contagio a dejar de eliminar el bacilo Mycobacterium. Además a todo el ganado nuevo (becerras) se debe inmunizar.

Después vendría el análisis individual de las reactoras posi-

tivas para tomar la decisión de acuerdo a la producción, grado de la enfermedad, etc., de eliminar al animal o de continuar su tratamiento de curación.

### III EN LA ORDEÑA.-

Es necesario supervizar minutos antes de efectuar la ordeña:

- a) Funcionamiento correcto de bombas de vacío, pulsadores, electro---dos, mamilas, refrigeración del tanque de almacenamiento, etc.
- b) Que se haya efectuado una limpieza y desinfección correcta en todos los conductos, accesorios y tanques que van ha estar en contacto con la leche.

Durante la ordeña lo más importante que se debe verificar es:

- a) Lavado y desinfección de la ubre.
- b) Que se efectue el despunte.
- c) Que se desinfecte la garra con las mamilas entre cada ordeño de vaca.
- d) Que la ordeña sea total en cada animal.

Al finalizar la ordeña:

- a) Verificar concentración de los detergentes y temperatura del lavado.
- b) Buena desinfección del equipo.
- c) Toma de muestra, cuando la leche este perfectamente agitada y efectuarle análisis, físico-químico, cta. estandar e inhibidores.

Semanalmente se debe efectuar toma de muestras en los diferentes puntos del flujo de la leche durante la ordeña, para poder descu--brir focos de infección, además, desarmar y lavar manualmente la línea y accesorios de conducción de la leche.

### IV EN LA RECOLECCION.-

Se debe verificar:

- a) El lavado y desinfección de la pipa recolectora.

- b) La desinfección de las válvulas de salida del tanque y de la pipa, así como de la manguera de descarga en cada uno de los establos -- donde se vaya a recolectar.
- c) El operador de la pipa, antes de cargar la leche de un establo debe verificar la temperatura de almacenamiento y el buen funcionamiento del agitador. Además tomar una muestra para el control diario de la planta recolectora.

#### V EN LA PLANTA PROCESADORA.-

##### Almacenamiento de Leche.

- a) Se debe supervizar el lavado y desinfección de los tanques, tomando muestra del agua residual para ver las p.p.m. de desinfectante.
- b) Verificar que exista una correcta agitación y refrigeración.
- c) Checar que los empaques de la línea y sellos de la bomba de descarga de pipas estén correctos, para evitar pérdida de leche y contaminación.
- d) Se debe tomar muestra diariamente de los tanque de almacenamiento de leche cruda para efectuarles análisis físico-químico, cuenta -- estandar e inhibidores.

##### En la Pasteurización A.T.C.T.- Antes de Iniciar:

- a) Verificar el correcto funcionamiento de las bombas centrífuga y positiva, controles de temperatura, válvula de desvío, temperatura -- del banco de hielo, presión de la caldera, etc.
- b) Verificar las p.p.m. de desinfectante de la solución con que se higieniza el equipo de pasteurización, antes de iniciar la operación con el producto.
- c) Checar que el tanque de almacenamiento de producto procesado haya sido lavado e higienizado correctamente, tomando muestra del agua residual, así como, el funcionamiento correcto de la válvula de -- muestreo y válvulas de entrada y salida, y quedar perfectamente cerrado.

##### Al estar pasteurizando:

- a) Checar que la temperatura de pasteurización sea correcta y que no exista diferencia entre la lectura del termómetro de mercurio y el termógrafo registrador.

- b) La temperatura de salida del producto procesado sea menor de  $4^{\circ}\text{C}$ .

Al finalizar:

- a) Que la concentración y temperatura ( $5^{\circ}\text{C}$  más que la temperatura de pasteurización) de los detergentes sean correctos.
- b) Una vez lavado el equipo debe disminuirse la presión ejercida sobre las placas del intercambiador de calor del pasteurizador para evitar el desgaste rápido de los empaques.
- c) Por lo menos una vez al mes debe abrirse el intercambiador de calor del pasteurizador y lavarse manualmente cada placa de este.

En la Deodorización:

- a) Se debe checar continuamente que la temperatura del producto en el atomizador sea  $3^{\circ}\text{C}$  más alta que la temperatura a la cual se está pasteurizando.
- b) Se debe verificar el vacío en la cámara de vaporización, para que se obtenga en el producto una temperatura igual a la temperatura de pasteurización.
- c) Que funcione correctamente el sistema de condensación para evitar fluctuaciones en el vacío de la cámara.
- d) Al terminar el proceso, se deben revisar todos los empaques y sellos de bombas de vacío, centrífuga y condensado, para evitar que haya entradas de aire en el proceso de Deodorización.
- e) Es importante tomar muestras a la entrada del deodorizador y a la salida para hacer Índice de Refracción y verificar que el producto no sufrió cambio en sus constantes.

En la Homogeneización:

- a) Verificar que los empaques de los pistones no tengan fugas de leche, para evitar caídas de presión y pérdida del producto.
- b) Que la presión de homogeneización sea la correcta para el producto.
- c) Que las válvulas de succión y descarga, así como la válvula de presión estén en perfecto estado.

Toma de muestras.

Se deben tomar diariamente muestras en el tanque de balanceo, des-

pués de las válvulas de desvío, salida del deodorizador, salida -- del homogeneizador, salida del intercambiador de calor y en el tanque de almacenamiento de leche procesada. Se les efectuará los -- análisis de acidez, grasa, fosfatasa, Índice de Refracción, cta. - estandar, cta. de organismos coliformes e inhibidores. Con los resultados podremos evaluar el funcionamiento correcto del pasteurizador (fosfatasa), deodorizador (Índice de Refracción), del grado de limpieza, de la salida del pasteurizador hasta el tanque de almacenamiento con la cta. de organismos coliformes.

En el envasado.- En botella de vidrio:

- a) Correcta temperatura y dosificación de detergente, dosificación -- adecuada de desinfectante, colocación de las boquillas de enjuague, etc., en la lavadora de botellas.
- b) Lavado y desinfección de la llenadora de producto.
- c) Funcionamiento correcto de la taponadora y engargoladora.
- d) Verificación continua del volumen dosificado.
- e) Tomar diariamente muestra de una botella, después de lavada y de-- sinfectada, haciendole una siembra de cta. estandar y cta. de orga-- nismos coliformes. De la leche envasada se debe tomar por lo me-- nos una muestra al iniciar y otra al finalizar, efectuandole análi-- sis físico-químico y bacteriológico.

En envase desechable (plasticartón):

- a) Lavado y desinfección correcta de la máquina envasadora en las partes que tienen contacto con el producto.
- b) Al iniciar, verificar el sellado en el envase para evitar pérdida del producto.
- c) Verificación continua del volumen dosificado. Para esto se puede utilizar el siguiente método, ya que en producciones masivas seria costoso estar abriendo envases para determinar la medición del volumen:
  - 1.- Obtener el peso promedio de los envases.
  - 2.- Determinar la densidad de la leche, ya procesada y calcular en gramos el volumen por envasar.
  - 3.- Al sumar el peso del envase y el peso del producto obtenemos -

la cantidad a la cual se aplicará un porcentaje de tolerancia de acuerdo al Reglamento de Normas de Pesos y Medidas en vigor.

4.- Debemos llevar un reporte diario en la forma siguiente:

Hora	Máquina envasadora No.			
	1	2	3	4
0:00	E.	E.	E.	E.
	E.	E.	E.	E.
	E.	E.	E.	E.
	E.	E.	E.	E.
	E.	E.	E.	E.

Es conveniente por lo menos una vez en cada producción checar si la relación de peso a volumen sigue correcto, ya que, pueden existir descalibración de la báscula.

- d) Se debe tomar muestra de cada máquina envasadora al iniciar y al terminar cada turno de operación ( 8 hrs. ); a estas muestras se les efectuará análisis de cta. estándar, cta. de organismos coliformes e inhibidores.

La primera muestra nos indicará el grado de lavado y desinfección efectuado a la máquina envasadora; y la segunda muestra nos indicará la contaminación que ha sufrido el producto debido a fallas de la máquina envasadora o a la contaminación del medio ambiente.

En el almacenamiento del producto terminado.

- Checkar que la temperatura en la cámara sea menor de 3°C.
- Revisar que las rejjas o cajas tengan completa la capacidad de litros envasados.
- Separar de los lotes por entregar todos los envases que presenten fugas o picaduras, mal sellados, etc.
- Se debe tomar una muestra al azar cada 2 hrs. para efectuarse análisis bacteriológicos.

En la Distribución:

- Supervizar que los vehículos de distribución mantengan el buen ---

- aislamiento de su caja.
- b) Checar la temperatura del producto en cada vehículo distribuidor -- al finalizar su entrega para tener la seguridad que esta temperatura es menor de 10°C. Se deben tener mensualmente, por lo menos, -- dos registros por cada vehículo distribuidor.
- c) Como lo más difícil es controlar el manejo del producto en los expendios de leche, es necesario tomar con frecuencia muestras en estos centros de consumo para detectar estas fallas. Se les efectuará a las muestras análisis físico-químico y bacteriológico.

#### ADULTERACION DE LA LECHE.-

El reglamento de la Secretaría de Salubridad y Asistencia sobre Producción, Introducción, Transporte, Pasteurización y Venta al Público de la Leche, en el Distrito, Territorios y Zonas Federales, en su Capítulo III artículo 20 nos dice:

La leche de cualquier especie animal, para que pueda ser destinada al consumo público como alimento, deberá satisfacer los requisitos generales siguientes:

- I Proceder de animales sanos.
- II Ser pura y limpia, de olor y color normales y exenta de materias antisépticas, conservadoras o tóxicas.
- III No contener pus, sangre, ni bacterias patógenas.

(SIC)

En base a esto, la adulteración se puede definir como la adición o extracción de cualquier materia extraña o propia de la leche, que modifique sus constantes físico-químicas y/o su equilibrio biológico. Cuando se modifican sus constantes sin adición o extracción de materia, se le llama leche "alterada", y es ocasionada por descuidos en su higiene y manejo.

Las principales adulteraciones que se encuentran son:

ADICION DE AGUA.- Esta es una adulteración común y es con el fin de aumentar el volumen disponible de leche y se puede detectar fácilmente

por la determinación de la densidad, Índice de Refracción y punto ---crioscópico.

NEUTRALIZACION.— La adición de cualquier solución alcalina tiene --por finalidad ir neutralizando el ácido láctico a medida que se forma, cambiando así profundamente la composición natural de la leche: solubi-lización de una pequeña cantidad de proteínas, saponificando los áci--dos grasos, pasando los fosfatos de calcio y magnesio a carbonatos in-solubles y fosfato sódico, elevando la densidad y favoreciendo enorme-mente el desarrollo microbiano, ya que si bien la solución alcalina hace que una leche ácida y sucia tome aspecto vendible a la vez la transforma en un magnífico medio de cultivo.

Algunas formas para descubrir la neutralización son:

- a) Por el sabor que lo evidencia si sobrepasa el 1%.
- b) Sobre las cenizas de la leche se agrega una gota de ácido sulfú-rico (10%), esta cantidad bastará para acidificar las cenizas de 10 c.c. de leche que no haya sido neutralizada.
- c) Al hervir la leche si fué neutralizada da un olor jabonoso.
- d) La determinación de la acidez de la leche expresada por el número de c.c. de sosa gastados en la titulación, es una de las pruebas más comunes para detectar neutralización.

SUBSTITUCION DE LA GRASA DE LECHE POR OTRA GRASA CUALQUIERA (VEGETAL).

Esta es una adulteración por razones económicas o cuando se manejan leches de mala calidad físico-química con un contenido de grasa menor al reglamentario. Además de los métodos convensionales para detectar esta adulteración (cromatografía e índices de grasas), la Secretaría de Salubridad ha desarrollado un método rápido que a continuación se des-cribe:

Determinación del origen de la grasa en la leche.— Este estudio ---tiene por objeto detectar la substitución de la grasa propia de la le-che (crema) por otras grasas ajenas a esta, con el objeto de que la --cantidad total no se vea alterada en su cuanteo. Obteniendose así por un lado, un subproducto de mayor valor en el comercio, y por otro lado

una mezcla láctea carente en vitaminas liposolubles como la A y D de valor dietético inferior a el producto normal, por lo que se le debe considerar a esto como una adulteración a dicho producto.

La grasa o crema de la leche puede ser substituida por grasa de origen vegetal principalmente como es el aceite de coco u otros --- aceites cuyas características, económicas y propiedades físicas sean aceptables, para hacer tal substitución las cuales no deben impartir sabor ni calor extraño y ser de consistencia semejante a la fracción - substituida, así como la propiedad similar del producto natural de formar una emulsión estable, en el tiempo de vigencia para dicho alimento.

Las condiciones antes enunciadas, limitan el número de las variedades en aceites usados para tal propósito por lo que puede tomarse para fines prácticos el aceite de coco en sus diversas presentaciones como son: la pulpa de la nuez de coco o sus variedades de cochin neve o coco primera blanco o ceilan, copra. El aceite de algodón con sus - diversos grados de hidrogenación, también es usado, así como algunos - otros en menor escala por limitaciones de costo.

La base para realizar la identificación de la grasa propia de la leche, se encuentra en los insaponificables de esta donde se pueden encontrar varios grupos, como el colesterol vitaminas, colorantes, e - hidrocarburos de peso molecular alto.

En los insaponificables de las grasas vegetales se encuentra, fitoesteroles, vitaminas, colorantes hidrocarburos de peso molecular alto correspondiendo a cada familia, respectivamente a<sub>1</sub> Sitoesterol -- a<sub>2</sub> Sitoesterol a<sub>3</sub> Sitoesterol, B Sitoesterol, C Sitoestero, Vitaminas E, F, K, y Clorofila. Mientras que en los de origen animal se encuentra el colesterol, Vitaminas A y D y compuestos carotenoides. La diferencia que se obtienen al comparar las listas anteriores arrojan las - posibilidades de hacer la diferenciación de las grasas en cuestión.

En el presente trabajo se tomo como base de identificación al Sitoesterol por el lado de las grasas vegetales y el Colesterol de los animales; por lo que la determinación de uno u otro compuesto o mezcla

de ambos, proporciona la idea precisa del proceso al cual se ha sometido el producto alimenticio en cuestión.

Para realizar la identificación de los componentes antes citados se cuenta con 3 métodos principalmente, teniendo cada uno sus ventajas y desventajas propias y son: por cromatografía gaseosa, en base a sus tiempos de retención, por microscopía en base a sus diferentes sistemas de cristalización y la determinación cualitativa con base en la producción de una coloración con un reactivo determinado para cada compuesto.

La primera forma o sea la cromatografía de gases no se ha recurrido a ella por no contar con las facilidades necesarias.

La segunda forma o sea la microscopía, podría pensarse que para las necesidades del departamento podría prestar los mayores rendimientos, tomando en cuenta el tiempo requerido el equipo y costo indispensable para esto, por lo que se procedió al desarrollo de este método, quedando en la siguiente forma: Se toma un volumen determinado de la leche problema, la cual en un recipiente adecuado es saponificada con sosa, produciéndose así dos fases, después de enfriarse convenientemente, una líquida y otra sólida esta en la parte superior, que representa los jabones producidos con la grasa presente y mas abajo en esta misma se adhieren sólidos de proteínas que se precipitan al exceder el punto iso-eléctrico propio de estas, de consistencia gelatinosa, que en algunas ocasiones no es posible separar completamente por simple decantación, aun cuando este fenómeno no interfiere en los siguientes pasos.

En la solución restante o sea la capa inferior, se encuentra constituida por componentes en disolución y en suspensión siendo estos últimos en cantidad menor en cuanto más tiempo pase de la saponificación verificada inicialmente y la temperatura se acerque entre 5 y 10°C. Como solutos de la disolución se pueden enunciar: azúcares, glicerol, insaponificables y sales. De esta es tomada un volumen, el ---

cual es pasado a un recipiente propio para realizar una extracción de 5:1, con el objeto de hacer más eficiente la operación que esta en función del coeficiente de partición y del volumen usado, así como el de evitar emulsiones que posteriormente impidan separación de las fases - líquidas-líquido. En esta operación se extrae de la fase acuosa gran parte de los insaponificables en relación con su coeficiente que para el colesterol es 1g: 4.5 ml y para el sitoesterol 1g: 4.- ml.

De la fase cloroformica que se encuentra en el fondo del recipiente se toma una parte y se pone sobre un portaobjeto y deja que se evapore el disolvente y sobre la huella que deja se agrega una gota de metanol-orcina y se cubre para que la evaporación sea más lenta y se - le de tiempo para que cristalice en forma visible, debiendose seguir - siempre el mismo patrón para que las formas no se alteren y sean de fá - cil reconocimiento. El colorante que se agrega tiene por objeto teñir los cristales, los cuales resultan amarillo claro para el sitoesterol y café oscuro para el colesterol al hacer la observación al microscopio, así como su cristalización en el sistema ortorrómbico para el segundo y en el sistema a monoclinico para el primero, sin embargo como lo que se observa es un agregado cristalino, su forma en conjunto es - la que se ilustra en la hoja siguiente.

En el caso de encontrarse presente el colesterol y el sitoesterol en la misma preparación como resultado de las dos grasas; la ima gen que resulta es híbrida y de coloración también intermedia separada por zonas de cristalización de forma y color puro para cada compuesto. La observación deberá hacerse con el objetivo de menor aumento (seco - fuerte).

Para la determinación colorimétrica de los esteroides se proce de exactamente igual hasta antes del uso del microscopio, es decir don - de se toma una parte del extracto cloroformico y se pasa a un tubo de ensaye agregandole una lenteja de NaOH y 2 gotas del colorante y agita por 30 segundos y se observa inmediatamente la coloración, ya que esta es fugaz, produciendo para el sitoesterol color amarillo y para el co - lesterol un color violeta que puede quedar este pegado en las paredes del tubo predominado uno u otro fenómeno en las mezclas de estos com--

puestos

Reactivos:

HIDROXIDO DE SODIO.  
LENTEJAS Q.P.  
CLOROFORMO.  
ESPECIFICACIONES A.C.S.  
METANOL ANHIDRO.  
ESPECIFICACIONES A.C.S.  
ORCINA COLORANTE DIAZOICO GRADO REACTIVO.

Material Usado:

MATRAZ ERLLENMEYER DE 250 ml.  
BALANZA GRANATARIA.  
PIPETAS GRADUADAS DE 1 ml 5 y 10 ml.  
TUBOS DE ENSAYE DE 1/2 cm. 1 X 10 cm.  
PORTAOBJETOS.  
MICROSCOPIO.

Metodología:

- 1.- Tomar 100 ml. de leche y ponerla en un matraz de 200 ml.
- 2.- Agregarle 10g de sosa en lenteja y agitar hasta que estas se disuelvan.
- 3.- Dejar reposar 30 minutos y enfriar a 5-10°C.
- 4.- Tomar 1 ml. con pipeta de la solución del fondo y pasarla a un tubo de ensaye.
- 5.- En el tubo agregar 5 ml. de cloroformo y agitar 2 minutos y dejar separar las capas.
- 6.- Tomar con pipeta de 1 ml. de la solución cloroformica y limpiar - por fuera la pipeta y poner una gota sobre un portaobjeto.
- 7.- La gota sobre el portaobjeto se deja secar y agregar 1 gota de metanol-orcina y este se cubre de las corrientes de aire y se deja hasta que seque totalmente.
- 8.- Observar la muestra al microscopio con el menor aumento (10X) y -

hacer la identificación de los cristales obtenidos.

ADICION DE CONSERVADORES O INHIBIDORES.- Son adicionados para disminuir la deficiente higiene que ha tenido la leche en su obtención y manejo en sus procesos. Existen técnicas adecuadas para cada tipo de conservador, pero es conveniente utilizar una prueba general para la detección de esta adulteración y posteriormente la identificación. Como una prueba general se puede utilizar la T.T.C. que a continuación se describe.

Reactivos:

Leche en polvo Matrix (libre de sustancias inhibidoras).

Cloruro de 2, 3, 5 trifenil tetrazolio (pesar 1.0 g. y disolver en 25 ml. de agua).

Cultivo liofilizado de *Streptococcus thermophilus*.

Método:

- 1.- Poner 10 ml. de leche problema en un tubo de ensaye con tapón de rosca o tapón de hule esterilizado de 20 lb. por 20 minutos.
- 2.- Calentar a 80°C durante 5 minutos.
- 3.- Enfriar a 37°C e inocular con 1 ml de *Streptococcus thermophilus* (que haya sido activado por 12-14 hrs. a 37°C) en leche Matrix -- y diluido 1:2 con la misma leche.
- 4.- Tapar e invertir varias veces el tubo, después de lo cual se pone a incubar en baño maría a 37°C. durante 2 hrs.
- 5.- Después de esta incubación se sacan los tubos y se les agrega 0.3 ml. de cloruro 2, 3, 5 trifenil tetrazolio; tapar e invertir nuevamente 2 o 3 veces.
- 6.- Incubar nuevamente por 30 minutos.
- 7.- Después de la segunda incubación se sacan y se leen los resultados de la siguiente manera:
  - a) Los tubos que hayan desarrollado un color de igual intensidad que el testigo (rosa fuerte), se les considera como negativos. La leche que desarrolle un color diferente al testigo (blanco ligeramente rosa), se le considera como positiva; siendo ob-

jeto de estudios analíticos posteriores para investigar el -- tipo de sustancia inhibidora presente.

Nota:

- 1.- Hay que evitar trabajar bajo la luz directa del sol o bajo luz -- brillante.
- 2.- La solución de cloruro 2, 3, 5 trifenil tetrazolio, debe prepararse con agua destilada y guardarse en el refrigerador para prevenir desarrollo bacteriano, durante 20 días máximo.
- 3.- En cada lote que se analice, deberá haber un testigo de leche Matrix.

Una prueba rápida para identificación de penicilina en leche, ha sido desarrollada por la S.S.A. y a continuación se describe:

El capítulo de inhibidores es de una extensión considerable -- ya que abarca compuestos de origen orgánico e inorgánico y éstos a su vez pueden ser de moléculas simples o complejas; sin embargo en el presente trabajo sólo quedará apuntado lo antes dicho y se dedicará la -- atención exclusivamente a la identificación de las variedades de penicilinas presentes en el comercio, como son las penicilinas simples com puestas y las semisintéticas que pueden éstas estar presentes en el -- producto en cuestión.

Antes de entrar de lleno en el desarrollo del presente trabajo, deberá apuntarse que éste fue dirigido de tal manera que sus técni cas desarrolladas tuvieran la posibilidad de ser integradas a los controles normales que son realizados por esta Secretaría por conducto de su Departamento de Leches en función de sus oficiales sanitarios, por lo que dicha condición exige la presencia de equipo ligero y el tiempo de realización sea prudente para las necesidades sanitarias del momento.

La importancia que reviste la presencia de dicho antibiótico en la leche desde el punto de vista de Salud Pública del consumidor -- está dada por tres causas principales las cuales son:

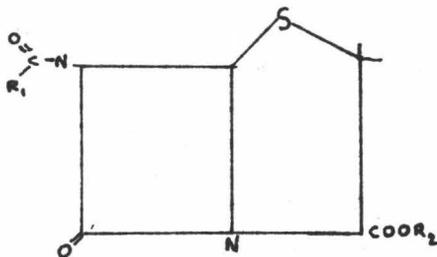
- 1.- Productos mal tratados bacteriológico y físicamente pueden ser enmascarados pretendiéndose con ésto presentarlo como de una óptima categoría y que en casos extremos pudiera tratarse de productos de desecho y por lo tanto, no aptos para el consumo humano.
  
- 2.- El ingerir constantemente leches que contengan concentraciones del antibiótico inferiores a la aconsejada para la terapéutica específica para gérmenes susceptibles, tiene por consecuencia que éstos produzcan cepas mutantes que resulten con resistencia al antibiótico, lo que ocasiona por un lado el aumento creciente de la concentración de éste en los tratamientos que pueden ser instituidos en un paciente que tome este tipo de leche. Por otro lado la resistencia puede llegar a ser tan elevada que este compuesto no funcione como bactericida ni bacteriostático por lo que termina siendo inútil su uso y deja de paso sin la protección necesaria que se requiere.
  
- 3.- El ingerir el antibiótico en forma continuada y de concentraciones superiores a las estipuladas como en el presente caso, induce el organismo consumidor a la producción de intolerancia o sensibilización a dicho componente, lo que ocasiona reacciones anafilácticas las cuales pueden ir desde la simple presencia de prurito hasta la integración de síndromes que representen verdadero peligro para la vida del que consume dicho producto.

Apuntando como se hizo anteriormente la importancia que tiene el no usar este antibiótico en productos de consumo humano, se procederá a la descripción de las técnicas desarrolladas en el Laboratorio del Departamento de Leches de la S.S.A. para el objetivo antes anotado.

La necesidad de poder identificar el antibiótico en cuestión, en las condiciones antes anotadas fue comprendida por los funcionarios (1) de este Departamento, por lo que, a instancia de ellos se ha procedido a llenar tan importante renglón.

Generalidades.-

Las penicilinas responden a una constitución más o menos común a todas ellas, la cual es su núcleo penicilínico de donde derivan todas sus variedades, lo cual se ha tenido de base para su identificación en general.

Núcleo Penicilínico

Del núcleo antes presentado se desprenden propiedades químicas y físicas, las cuales pueden ser utilizadas para su individualización, como en su poder reductor derivado de los grupos cetónicos que posee, la producción de penicilatos insolubles o coloridos que son dados por su grupo carboxílico. Su característico espectro de absorción el cual está en función de su arreglo intermolecular así como su índice de refracción constantes que son de hecho usadas para la identificación y determinación cuantitativa. Sus características tónicas derivan la propiedad de su solubilidad en disolventes polares.

La propiedad química que representa mayor comodidad para su identificación en las condiciones antes anotadas, en su poder reductor engendrado en sus grupos cetónicos los cuales producen un índice Redox que permite su caracterización ya que su valor absoluto es mayor que el dado por los azúcares que también tienen esta propiedad. Por lo que la penicilina en presencia de Sulfato de cobre en un medio acuoso ligeramente alcalino por Hidróxido de amonio es capaz de producir un vire característico de color que va de el azul al verde dado por la --

reducción del cobre de valencia 2 a cobre en forma de óxido con valencia 1 y éste de color rojizo que sumado al color blanco de la leche y el azul del Sulfato de cobre en exceso producen un color verde característico para este antibiótico y cuyo tono está en función de la concentración presente.

Material usado:

Tubos de ensaye (mínimo de 5)  
Gradilla metálica para tubos.  
Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml.  
Frascos de tapón esmerilado de color ambar y blancos.  
Baño maría, con su termómetro adecuado.

Reactivos:

Sulfato de cobre Q.P.  
Metavanadato de amonio.  
Hidróxido de amonio.  
Penicilina de concentración conocida.  
Leche testigo.

Método:

En los tubos de ensaye son puestos 5 ml. de las leches a identificar. Así como en otros 4 tubos se ponen 5 ml. de la leche testigo (tipo) agregándole a estos cuatro últimos concentraciones conocidas de penicilina sódica o potásica en volumen de .3 .2 y .1 ml. y que corresponden a 600, 400 y 200 unidades cada uno. En esta forma se procede a agregar a las dos series realizadas al mismo tiempo 4 gotas del reactivo Sulfato cúprico ión vanadato. Este reactivo es preparado de la siguiente forma: a 100 ml. de Sulfato cúprico al 10% se le agregan 20 ml. de vanadato al 5% y 10 ml. de amoníaco todo lo cual es mezclado y pasado a un frasco para ser usado. El último tubo de la serie de la penicilina el cual no contiene ninguna cantidad de este antibiótico -- sirve de blanco o sea como negativo a la presencia del compuesto buscado. Así las dos series son puestas en la gradilla e introducidas al baño maría a una temperatura de 40°C durante media hora al cabo de di-

cho tiempo se realiza la lectura o sea se compara una serie con la serie testigo pudiendo resultar positivos o negativos de acuerdo a su coloración obtenida que deberá ser verde o azul.

La sensibilidad que se ha encontrado de dicha reacción en las condiciones antes anotadas, se encuentra entre los límites de las 200 unidades de penicilina g lo que equivale a 1.24 mg. de ésta.

Se ha encontrado practicamente que en la leche el antibiótico puede permanecer sin descomposición para los fines de su identificación un promedio de 5 a 6 días.

El incremento de temperatura como es la sufrida en la pasteurización tiende a la descomposición parcial de ésta, por lo cual después de este tratamiento será menor su concentración la cual se ha determinado practicamente encontrándose que su destrucción es de un 50% aproximadamente.

Debe hacerse notar la posible existencia de falsas positivas, de las cuales no es posible hablar debido a que éstas no han sido encontradas.

C O N C L U S I O N E S

En la actualidad la producción diaria de las Cuencas Lecheras que abastecen el Distrito Federal es del orden de 2,295,371 lts., el doble de lo producido hace cuatro años. Aunado a los programas existentes del Plan Nacional para incrementar el ganado lechero en la República Mexicana aumentará considerablemente la Industria Lechera.

También existe el Plan Nacional de Salud con la finalidad de eliminar las leches que se expenden sin pasteurizar y las de 3a. Categoría Sanitaria, creando nuevos centros de consumo de leche pasteurizada de 1a. Categoría Sanitaria.

Por lo que esperamos que este trabajo ayude a este tipo de -- Programas para la obtención de un producto de buena calidad, a la vez de la preparación de personal capacitado para el manejo de la leche en la Industria.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Arthur W. Farrall.  
Ingeniería para la Industria Lechera  
2a. Edición. Ed. Herrero, S.A. 1966.
- 2.- Byron H. Webb and Arnold H. Johnson.  
Fundamentals of Dairy Chemistry  
Ed. The Avi Publishing Company, inc. 1965.
- 3.- J. G. Davis.  
A Dictionary of Dairying  
2a. Edición. Ed. Leonard Hill Books. 1966.
- 4.- Association of Official Agricultural Chemists.  
A.O.A.C. Official Methods of Analysis  
Tenth Edition. Ed. Boarr - William Horwitz Chairman and  
Editor - 1965.
- 5.- Asociación Americana de Salud Pública.  
Normas para el examen de los Productos Lácteos  
Métodos microbiológicos y químicos.  
Undécima Edición. Ed. Organización Panamericana de la -  
Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regio-  
nal de la Organización Mundial de la Salud. 1960
- 6.- Pascual López Lorenzo, Bernabé Sanz Pérez y Justino Burgos  
González.  
Bioquímica General.  
Traducción de la 2a. Edición Norteamericana. Ed. Omega,  
S.A. - Barcelona - 1961.
- 7.- Dr. José Ma. Tarragona Vilas.  
Manual de Plantas de Pasteurización.  
Traducción de Pasteurising Plant Manual publicado por -  
The Society of Dairy Technology, London.  
2a. Edición. Ed. Acribia - España - 1971.
- 8.- Plant Operations Committee of The Milk Industry Foundation.  
Manual for Milk Planta Operators.  
Second Edition. Ed. Milk Industry Foundation. 1957.
- 9.- Kay H. D., Cuttell J. R. and Hall H. S.  
Pasteurización de la Leche.  
F.A.O., Roma, Italia (Sept., 1954).

- 10.- Ramos Córdova M.  
La Leche, su Producción Higiénica y su Control Sanitario.  
México, D.F. 1969.
- 11.- Malcolm Trout G., Ph. D.  
Homogenized Milk  
Michigan State College Press, U.S.A. 1950.
- 12.- Fieser y Fieser.  
Química Orgánica  
4a. Edición en Español. Ed. Grijalbo, S.A. 1968.
- 13.- Klenszade Dairy Sanitation.  
Handbook Klenszade  
Wisconsin, E.U.A. 1954.
- 14.- Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance.  
U.S. Department of Health, Education, And Welfare  
Washington, E.U.A. 1965.
- 15.- Milk Pasteurization Controls and Tests.  
Course Manual  
U.S. Department of Health, Education, and Welfare  
Cincinnati, Ohio, E.U.A. 1973
- 16.- Charles ALAIS  
Ciencia de la Leche  
Principios de Técnica Lechera  
Primera Edición en Español, de la 2a. Edición Francesa.  
Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. 1970.
- 17.- 1er. Seminario sobre los Ultimos Avances en el Control Sa-  
nitario de la Leche.  
Técnicos de la Oficina Sanitaria Panamericana.  
México, D.F. 1974.
- 18.- Información Directa, Alfa Laval, S.A.  
México, D.F. Mayo 1974.
- 19.- Información Directa, Creamery Package Ltd.  
México, D.F. Abril 1974.

I N D I C E

	<u>PAGINAS</u>
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I - LECHE	
<u>Definición, Composición de la Leche, Agua, Grasa ..</u>	2
Lactosa .....	4
Proteínas .....	5
Sales y Cenizas .....	6
Trazas de Elementos, Elementos Radioactivos .....	7
Gases, Enzimas .....	8
Substancias Nitrogenadas no Proteicas .....	12
Substancias Saborizantes, Fosfolipidos, Esteroles, Otros Carbohidratos .....	13
Vitaminas .....	14
<u>Propiedades Fisico-Químicas: Densidad .....</u>	15
Viscosidad .....	16
Calor Específico .....	17
Tensión Superficial. Punto de Congelación .....	18
Punto de Ebullición, Conductividad Eléctrica, pH y Acidez .....	19
Potencial de Oxido Reducción .....	20
Indice de Refracción .....	23
Transmisión de la Luz. <u>Propiedades Organolépticas:</u>	
Color.....	24
Olor y Sabor .....	25
<u>Valor Nutritivo .....</u>	27
Valor Nutritivo de la Leche .....	31
Valor Nutritivo de las Proteínas .....	32
Valor Nutritivo de la Lactosa .....	33

Valor Nutritivo de la Materia Grasa. Relación con la Aterosclerosis .....	35
Valor Nutritivo de las Materias Minerales .....	36
<u>Microorganismos</u> .....	37
Bacterias .....	39
Virus .....	42
Levaduras .....	43
Hongos, Tipos de Bacterias más comunmente encontradas en la Leche .....	44
CAPITULO II - PROCESOS	
Obtención .....	50
Secreción .....	51
Eyección. Salud del Ganado .....	52
Higiéne de los Ordeñadores, Ordeña Mecánica .....	53
<u>Recolección de la Leche.</u> Consideraciones Generales. Cuidados para Mantener la Calidad de la Leche .....	55
Recolección .....	56
Recepción de la Leche .....	57
<u>Almacenamiento</u> .....	59
<u>Filtración.</u> <u>Clarificación</u> .....	61
<u>Pasteurización</u> .....	65
Principios de la Pasteurización .....	70
Resumen de los Efectos de la Pasteurización .....	72
Pasteurización discontinua en Tanques .....	77
Pasteurizadores de Alta Temperatura y Corto Tiempo (A.T.C.T.) .....	78
Sistemas de Ultrapasteurización (U.A.T.) .....	80
Pasteurización Eléctrica .....	91
<u>Deodorización.</u> Tratamiento con vacío .....	113
Tratamiento con vacío vapor .....	115
	116

<u>Homogeneización.</u> Efectos de la Homogeneización.....	123
Teoría de la Homogeneización .....	127
Instalación y Operación de los Homogeneizadores ....	128
<u>Envasado de la Leche de Consumo.</u> Recipientes .....	131
Envasado Aséptico .....	132
<u>Refrigeración.</u> Términos usados más comunmente en -	
Refrigeración. Unidad Termal Británica .....	134
Calor Específico, Calor Sensible, Calor Latente ....	135
Refrigeración con agua de Pozo o Ciudad, Agua Dulce y Salmuera.....	136
Operación de un Sistema de Refrigeración Mecánica ..	138
Partes del Sistema de Refrigeración Mecánica .....	139
Refrigerante .....	140
Receptor o Acumulador, Controles de Refrigeración ..	141
Evaporador .....	146
Compresor .....	148
Purgadores .....	152
 CAPITULO III - LAVADO Y DESINFECCION DEL EQUIPO	
<u>Generalidades</u> .....	153
<u>Naturaleza del Agua.</u> Fuentes de Abastecimiento, Ca lidad del Agua .....	154
Tratamiento del Agua .....	163
Ablandamiento del Agua .....	165
Tratamiento de Aguas Superficiales .....	166
<u>Química de los Detergentes</u> .....	167
Características de Corrosión de Detergentes e Ingre dientes Sanitizantes .....	175
Consideraciones Generales, Corrosion del Acero Ino xidable .....	176
Detergentes y Desinfectantes más comunmente utiliza dos en el Lavado de Equipo Instalado en los Esta-- blos .....	177

Lavado Manual .....	179
<u>Lavado por Recirculación, Sistemas de Recirculación - para limpiar Equipos de Pasteurizar A.T.C.T. Intro-- ducción</u> .....	180
Selección y Aplicación de la Bomba Recirculadora .....	182
Programa de Limpieza Química .....	184
Modificaciones Especiales .....	186
 CAPITULO IV - CONTROL DE CALIDAD	
Pruebas de Control sobre el Producto .....	187
Pruebas de Control en la Salud del Ganado .....	189
Pruebas de Control en la Ordeña, en la Recolección ...	192
Pruebas de Control en la Planta Procesadora .....	193
<u>Adulteración de la Leche; Adición de Agua</u> .....	197
Neutralización, Substitución de la Grasa de Leche por otra Grasa Cualquiera (vegetal) .....	198
Adición de Conservadores o Inhibidores .....	203
 CONCLUSIONES .....	 209
 BIBLIOGRAFIA .....	 210