

720556



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DE LA LECHE
SOBRE SU GRASA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
AREA DE ALIMENTOS "28"

P R E S E N T A :
ELEONORA ALVAREZ FORTOUL



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

II

PRESIDENTE Prof. Ninfa Guerrero de Callejas

VOCAL Prof. Enrique García Galeano

SECRETARIO Prof. Rafael Zendejas Guizar

1er SUPLENTE Prof. Rubén Berra García-Coss

2º SUPLENTE Prof. Ma. Isabel Torreblanca S.

Jurado asignado
originalmente
según el tema.

Sitio donde se desarrolló
el tema

Facultad de Química

Nombre completo y firma
del sustentante

Eleonora Estefanía Álvarez Fortoul

Eleonora E. Álvarez

Nombre completo y firma
del asesor del tema

Prof. Rafael Zendejas Guizar

CON CARINO Y AGRADECIMIENTO A MIS PROFESORES:

NINFA GUERRERO DE C.

ENRIQUE GARCIA GALEANO

RAFAEL ZENDEJAS

RUBEN BERRA

. IV .

A MI MADRE, CUYO EJEMPLO SIEMPRE
ME HA ILUMINADO.

A MI FAMILIA, POR EL CARIÑO
QUE ME HA PROPORCIONADO.

A MI ESPOSO, QUIEN CON SU CARIÑO
SUPO PONER EN MI LA ENERCI A Y
TENACIDAD NECESARIAS.

A TODOS AQUELLOS EN CUYAS
PALABRAS HE HALLADO UNA
GUIA PARA MI FUTURO.

A MI HIJA CON AMOR.

I N D I C E

	Páginas
1.- OBJETIVOS	1
2.- GENERALIDADES:	
2.1.- Definición de Leche de Vaca	2
2.2.- Composición	3
2.3.- Estado Físico de los Constituyentes	4-5
3.- INTRODUCCION:	
3.1.- La Grasa de la Leche	5-6
3.1.1.- Triglicéridos	7-8
3.1.2.- Fosfolípidos	8-9
3.1.3.- Componentes Menores de la Grasa de la Leche:	
3.1.3.1.- Esteroles	9-10
3.1.3.2.- Carotenoides	11-12
3.1.3.3.- Tocoferoles	12-13
3.1.- Propiedades Físicas de la Materia Grasa	13-15
3.3.- Variables que influyen en su Composición	15-18
3.4.- Membrana Globular Grasa	18-20
4.- EFECTO DEL PROCESAMIENTO DE LA LECHE SOBRE SU GRASA.	20
4.1.- Homogenización	20-24
4.1.1.- Efecto de la Homogenización sobre la Leche	24-25

4.1.2.- Lipólisis y Enranciamiento	25-26
4.2.- Clarificación	26-27
4.3.- Tratamientos Térmicos	27-28
4.3.1.- Pasteurización	28
4.3.1.1.- Valor Nutritivo de la Leche Pasteurizada	29-30
4.3.2.- Esterilización	30-31
4.3.3.- Efecto del Tratamiento del Calor Sobre la Leche	31-33
4.3.3.1.- Efectos del Calor Sobre la Fase Dispersa	34-36
4.4.- Efecto de la Agitación Durante el Procesamiento de la Leche.	36-37
4.5.- Enfriamiento	37-38
4.6.- Envasado	38-39
5.- CONCLUSIONES	40-42
6.- BIBLIOGRAFIA	43-46

1.- OBJETIVOS.

La presente tesis se realizó con la finalidad de recopilar información actualizada acerca de los cambios fisico químicos ocurridos en la grasa de la leche al ser procesada, para tener un mejor conocimiento de los mismos, y así poder mantener tan significativas características.

2.- GENERALIDADES:

2.1.- DEFINICION DE LECHE DE VACA:

Se define la leche como la secreción láctea, prácticamente libre de calostro, producto íntegro del ordeño total e ininterrumpido de una vaca en buen estado de salud, -- bien nutrida y no fatigada. Debe tener no menos de 8.25% de sólidos no grasos y 3.05% de contenido de grasas. (1).

Es opaca, dos veces más viscosa que el agua, de sa bor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Su co-- lor varía pudiendo encontrarse desde un blanco azulado hasta un amarillo intenso o bien anaranjado ligero, dependiendo del contenido de grasas y sólidos no grasos presentes. La apariencia blanca o lechosa está asociada a la dispersión coloidal de los glóbulos grasos, caseinato de calcio y fosfato en la leche; asimismo, también tiene influencia el tamaño de los glóbulos de grasa, la alimentación y la raza de la vaca. (2).

Las sustancias principales que imparten el color amarillento a la leche son los denominados pigmentos carotenoides y la riboflavina; los primeros se ven incrementados con el aumento de alimento verde proporcionado a la va ca (por ejemplo con ensilado de hierba mezclada o con hier ba secada artificialmente) y la riboflavina está asociada -

a la presencia del color verde amarillento del suero. (3).

2.2.- COMPOSICION:

La leche forma un sistema en el cual un 85% a -- 88% es de agua, estando disueltos en ella lactosa, sales y vitaminas. (4)

Los constituyentes que se encuentran en más altas proporciones son llamados elementos mayores por algunos autores, siendo éstos: agua, lactosa, grasa, materias protéicas y sales. El resto está representado por los oligoelementos o elementos en minúsculas cantidades, entre los cuales podemos nombrar: minerales, lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, gases disueltos, etc. (5).

Así tenemos:

	<u>%</u>	<u>Variación Normal</u>
Agua	87.20	82.0 - 89.0
Lactosa	4.9	3.5 - 6.0
Grasa	3.7	2.5 - 6.0
Caseína	2.8	2.3 - 4.0
Lactoalbúminas y		
Lactoglobulinas	0.7	0.4 - 0.8
Minerales	0.7	0.6 - 0.75 (6)

2.3.- ESTADO FISICO DE LOS CONSTITUYENTES:

La leche es una emulsión de materia grasa, en forma globular, en un líquido que presenta analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido es asimismo, una suspensión de materias protéicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene principalmente, lactosa y sales minerales. (7).

En ella se distinguen dos fases; la continúa y la dispersa. La primera puede ser considerada como una solución acuosa de lactosa, proteínas solubles y sales inorgánicas, así como de otras sustancias orgánicas en pequeñas cantidades como urea, aminoácidos, lípidos y vitaminas. La segunda fase está compuesta por la grasa, el complejo de fosfocaseinato, fosfato, calcio y material celular. En ella un 3% es del complejo de fosfocaseinato de calcio, en forma de partículas llamadas micelas, cuyo diámetro varía de 40 a 300 milimicras y 3.5% es de grasa como glóbulos con un diámetro de 0.1 a 22 micras. A medida que el diámetro de éstos es más grande, su solubilidad y densidad baja, facilitando su separación del líquido y de los otros componentes de la fase dispersa. (8).

De la concepción de la leche al formar una mezcla (separarse en crema, cuajada y suero), se derivan importantes consecuencias:

1.- Las proporciones de los componentes de esta mezcla pueden variar ampliamente.

2.- Cada uno de ellos puede aislarse sin tener modificaciones.

3.- A pesar de esto, estos componentes no disponen de la independencia que se podría suponer cuando se les estudia aisladamente con un fin didáctico; existiendo por el contrario interdependencias más o menos estrechas.

4.- Las modificaciones experimentales en uno de ellos puede influir en el estado del otro.

Existe, por lo tanto, un estado de equilibrio en la leche, el cual puede romperse por acciones diversas, circunstancias en extremo importantes para la industria lechera. (9).

3.- INTRODUCCION:

3.1.- LA GRASA EN LA LECHE:

Los lípidos se encuentran dispersos en la leche en forma globular, es decir, en millares de pequeños glóbulos individuales (aproximadamente 1,500 billones o más pueden ser hallados en un litro de leche). El tamaño de éstos varía de un décimo a 20 micrones de diámetro, dependiendo del contenido en grasa y del proceso. (10).

En la grasa de la leche se encuentran tres tipos de sustancias asociadas:

- Grasa neutra.
- Fosfolípidos.
- Componentes menores.

La materia grasa propiamente dicha, está constituida por triglicéridos, la cual supone alrededor del 98% del conjunto.

Los fosfolípidos o grasas fosforadas, con un contenido de 0.5 a 1%.

Otras sustancias insaponificables diferentes de las precedentes desde el punto de vista químico, pero insolubles en el agua y solubles en grasa, que son alrededor del 1%. (11).

Se han encontrado 0.25 a 0.48% de diglicéridos, 0.016 a 0.038% de monoglicéridos, 0.10 a 0.44% de ácidos grasos libres. Proporciones más elevadas de diglicéridos y ácidos grasos libres se han reportado, pero esto es indicativo de liólisis, sin que se haya comprobado todavía. (12).

Las sustancias de los dos últimos grupos mencionados anteriormente, a pesar de encontrarse en pequeñas cantidades, tienen gran importancia en lo que concierne a las --

La materia grasa de la leche presenta gran variedad de ácidos grasos, se han identificado unos sesenta. Estos pueden hacerse presentes en forma de ácidos grasos insaturados o bien saturados. Los primeros son generalmente líquidos a temperatura ambiente, como por ejemplo, el oléico que representa las 3/4 del total de este tipo de ácidos, el linoléico y el linolénico. Entre los segundos se encuentra el butírico, el cual es característico de la grasa de la leche. (14).

3.1.2.- FOSFOLIPIDOS:

Son compuestos denominados "lípidos complejos", - formados por la esterificación de ácidos grasos y glicerina, donde un radical de los ácidos grasos se encuentra sustituido por el ácido fosfórico unido a una base nitrogenada.

Su interés deriva de su participación en la conformación de las membranas biológicas y de su presencia en las células del sistema nervioso.

Uno de los más importantes fosfolípidos de la leche son las lecitinas, constituidas por ácidos grasos con - más de 12 carbonos, glicerina, ácido fosfórico, y colina como base nitrogenada. Además de lecitinas, también se encuentran la cefalina y la esfingomieline. Las proporciones por centuales de estos tres compuestos son las siguientes:

Lecitinas .. 30% Cefalinas .. 45% Esfingomielinas.. 25%

Presentan la propiedad física de ser hidrofílicos, a pesar de ser esencialmente grasos; esta característica les permite formar puentes entre la fase grasa, y la acuosa en la membrana que cubre los glóbulos grasos.

La lecitina es un magnífico emulsificante, lo cual contribuye a dar más estabilidad a la suspensión de la grasa en la leche. Esta se encuentra en mayor proporción en la leche desnatada y la crema en comparación con la mantequilla.

(15).

3.1.3.- COMPONENTES MENORES DE LA GRASA DE LA LECHE:

3.1.3.1.- ESTEROLES:

Conocidos como alcoholes sólidos, se caracterizan, por un núcleo policíclico (ciclo pentano fenantreno con función alcohol.)

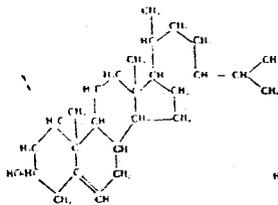
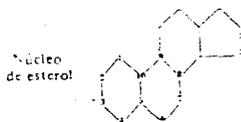
Estos parecen estar estrechamente asociados a la lecitina, regulando su poder hidrofílico y proporcionando estabilidad al estado de emulsión de la materia --grasa.

El principal esteroles que se encuentra en la leche es el colesterol, haciéndose presente con un porcentaje del 3% aproximadamente (unos 0.1 g. por litro de le

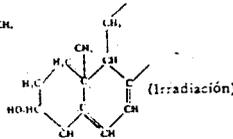
che). Este componente (ya sea libre o esterificado), se hace presente en todos los tejidos del cuerpo, especialmente en el cerebro y el sistema nervioso.

Algunos esteroides son, precursores de la vitamina D; la transformación se efectúa por irradiación (rayos ultravioletas). La leche irradiada adquiere acusadas propiedades antirraquíticas. Como sea que el colesterol puro no se --- transforma en vitaminas, es evidente que la leche contiene otros esteroides, probablemente dihidrocolesterol y tal vez ergosterol.

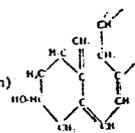
A continuación las fórmulas de los núcleos nombrados:



COLESTEROL (C₂₇H₄₆OH)



DEHIDROCOLESTEROL
(C₂₇H₄₄OH)



VITAMINA D₃
(C₂₇H₄₄OH)

3.1.3.2.- CAROTENOIDES:

Son colorantes amarillos o rojos, solubles en las grasas, su fórmula se caracteriza por una cadena que tiene por unidad el isopreno.

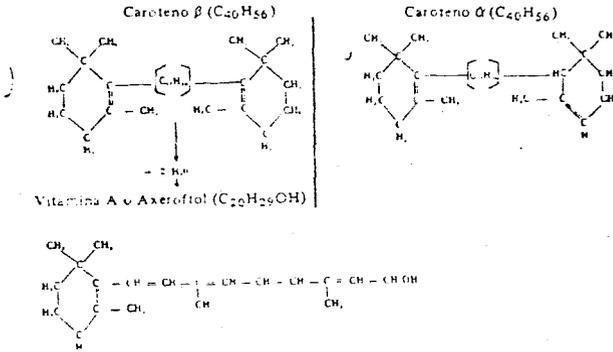
En la leche se encuentran principalmente los carotenos isómeros α y β , la vitamina A que deriva de ellos, y pequeñas cantidades de xantofila, escualeno y licopeno.

Por su alto grado de insaturación el caroteno es un cuerpo fácilmente oxidable, desaparece al principio del proceso de oxidación de la grasa. Este componente que es el colorante de la grasa de la leche constituye el precursor de la vitamina A, en la que se convierte por hidrólisis en el organismo, con escisión en dos moléculas y fijación de agua. Debe notarse que el caroteno β da estas dos moléculas de vitamina, en tanto que el isómero α no da más que una, a causa de una ligera variante en la fórmula (posición del doble enlace). La insuficiencia de vitamina A en el organismo se traduce en ceguera nocturna, crecimiento lento, reseque- dad del tejido epitelial, etc.

En general el contenido de caroteno en la leche es dos veces más elevado en verano que en invierno, teniendo como término medio de 0.5 mg. a 1 mg. por 100 g. de gra-

sa de la leche.

A continuación se detallan las fórmulas de estos compuestos:



3.1.3.3.- TOCOFEROLES:

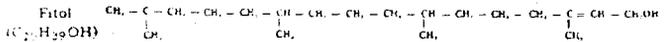
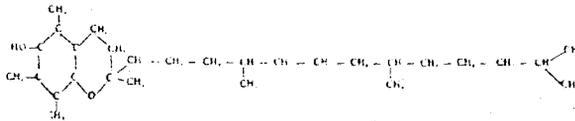
Estos cuerpos tienen algunas analogías de estructura con los carotenos; su parentesco es más próximo con el fitol, componentes de la clorofila, a partir del cual se ha realizado su síntesis, es la vitamina E.

Los tocoferoles son componentes antioxidantes. Protegen a las grasas y también a los carotenos de la oxidación hasta su propia desaparición.

Su presencia es requerida para la reproducción de ciertas especies. Son sensibles a la acción destructora -- de los rayos ultravioleta. Su contenido en la leche parece ser muy variables de 0,2 a 1,2 miligramos por litro.

La fórmula del fitol y del tocoferol son presentadas a continuación: (16)

Vitamina E o Tocoferol (C₂₉H₅₀O₂)



3.2.- PROPIEDADES FISICAS DE LA MATERIA GRASA:

Su variabilidad demuestra perfectamente que se trata de una mezcla de varios cuerpos (triglicéridos):

Densidad (15°)	0.936 a 0.950
Punto de Fusión	29 a 34°
Punto de Solidificación	24 a 19°
Indice de Refracción	1.453 a 1.492

No hay un punto de fusión y solidificación bien determinados. El cambio de estado se produce con un margen de temperatura de unos 5°. (17)

En los ácidos grasos los puntos de fusión varían con la insaturación, ramificación y longitud, de la cadena. La mayoría de estos ácidos se enlazan mediante puentes de -

hidrógeno, por sus grupos carboxilo para formar dímeros. A medida que aumenta la magnitud molecular, el proceso de cristalización viene dominado por la cadena hidrocarbonada. Esto conduce a la existencia de formas polifórmicas. Los ácidos grasos de mayor número par de átomos de carbono, pueden cristalizar y existir en formas cristalinas, las cuales pueden obtenerse bien sea por medio de cristalización, en disolventes no polares (a) o en disolventes polares (b). Al ser calentadas las formas (a) unos 10 o 15° por debajo de su punto de fusión estas cambian a (b) por lo que el punto de fusión que suele medirse es el de la forma (b). (18)

En la grasa de la leche hay glicéridos en estado líquido a 0° y otros que no funden más que por encima de 60°; el conjunto es una disolución de grasas de alto punto de fusión en las grasas líquidas. La temperatura a la cual la licuación es total, no puede considerarse como punto de fu---sión, ya que el punto en el cual las grasas menos solubles se disolverán en el líquido formado, tienen una temperatura -- más baja.

El índice de refracción de la leche, aún tomando en cuenta sus variaciones, es muy diferente de los de las - demás grasas. Estas propiedades se emplean para detectar falsificaciones.

Como todas las grasas ordinarias, la de la leche es insoluble en agua, poco soluble en alcohol y muy soluble en los disolventes orgánicos; como el éter ordinario, éter de petróleo, benceno, acetona, etc. (19).

3.3.- VARIABLES QUE INFLUYEN EN SU COMPOSICION

La materia grasa es el componente de la leche que varía en mayor proporción. Diversos factores influyen sobre el porcentaje graso, entre ellos:

Raza: Existe una diferencia en el contenido de grasa de la leche, dependiendo de la raza de la vaca de la que se -- extrae. En general, las razas que producen las mayores cantidades de leche, como la Holstein, secretan leche de un bajo contenido de grasa.

Individualidad: Las leches de diferentes vacas dentro de una determinada raza pueden mostrar una diferencia considerable en el contenido graso, aún cuando las condiciones de manejo, el medio ambiente circundante y la alimentación, - sean idénticas.

Edad: Esta tiene una ligera influencia en el contenido de grasa, ya que disminuye a medida que la edad aumenta.

Estación del año: En los países en los cuales las estaciones están bien diferenciadas el promedio de contenido de grasa de la leche es bajo en primavera hasta terminar el verano, y aumenta al llegar el invierno. Este efecto ha sido -

investigado por Ragsdale y Brody, los cuales encontraron que el porcentaje de grasa aumenta aproximadamente 0.2% por cada 10° que disminuye la temperatura desde 72° a 27°C, tal y como se observa en el cuadro siguiente. (página 17).

Alimento: En la opinión de los investigadores, el alimento consumido por las vacas, no tiene efecto permanente en el contenido de grasa de la leche.

Se ha logrado aumentar el porcentaje de grasa de la leche experimentando con períodos cortos de tiempo por medio de alimentación con alto contenido de grasa, encontrándose luego que éste aumento no persistía por la continua alimentación con tales raciones.

Condición de la vaca en el momento del parto: La condición de la vaca en estos momentos, influye el porcentaje de grasa de la leche durante la parte temprana de la lactancia; si la vaca es un ejemplar bien formado, la leche producida por unos cuantos días o semanas, dependiendo de su individualidad resultará superior en grasa.

Leche de la mañana y de la tarde: El porcentaje de grasa en la leche producida en vacas ordeñadas en intervalos iguales o desiguales, fué menor en el ordeño de la mañana (20)

Temperatura Ambiental: Experimentos realizados en vacas sometidas a los efectos de temperaturas de 15° y 30°C siendo igualmente controlada, las tomas de pastura seca, han demostrado un decremento significativo del contenido de gra-

INFLUENCIA DE LA ESTACION SOBRE LA COMPOSICION DE LA LECHE
(PORCIENTO)

Mes	No. Vacas	No. Muestras	En la Leche						En sólidos Totales.				
			Grasa	Proteínas	Lactosa.	Cenizas	Sólidos sin grasa	Total sólidos	Grasa	Proteínas.	Lactosa.	Cenizas	Sólidos sin grasa
Enero	130	227	4.31	3.67	4.87	0.72	9.26	13.57	31.80	27.04	35.87	5.33	68.24
Febrero.	127	199	4.22	3.62	4.89	0.72	9.23	13.45	31.89	26.90	36.37	5.35	68.62
Marzo	134	228	4.16	3.56	4.98	0.71	9.25	13.41	31.02	26.56	37.12	5.30	68.91
Abril	128	210	4.10	3.54	5.01	0.71	9.27	13.47	30.69	26.49	37.43	5.33	69.28
Mayo	132	208	4.10	3.53	5.04	0.71	9.27	13.37	30.69	26.41	37.71	5.32	69.28
Junio	124	201	3.96	3.45	5.02	0.70	9.17	13.13	30.16	26.26	38.22	5.32	69.80
Julio	123	195	3.95	3.46	5.02	0.70	9.16	13.12	30.12	26.39	38.23	5.30	69.62
Agosto	116	173	3.95	3.54	5.00	0.69	9.24	13.18	29.95	26.86	37.92	5.25	70.03
Septiembre.	109	176	4.10	3.62	4.96	0.70	9.28	13.38	30.64	27.02	37.06	5.22	69.30
Octubre.	112	182	4.24	3.66	4.92	0.71	9.29	13.53	31.33	27.07	36.35	5.25	68.67
Noviembre.	119	207	4.27	3.69	4.88	0.72	9.28	13.55	31.48	27.21	36.02	5.28	68.51
Diciembre.	128	220	<u>4.30</u>	<u>3.65</u>	<u>4.92</u>	<u>0.72</u>	<u>9.29</u>	<u>13.59</u>	<u>31.64</u>	<u>26.87</u>	<u>36.22</u>	<u>5.20</u>	<u>68.39</u>
Promedio.			4.14	3.58	4.96	0.71	9.25	13.91	30.91	26.76	37.04	5.30	69.09
Alcance de valores de el Promedio.			+0.17	+0.11	+0.08	+0.01	+0.04	+ 0.20	+ 0.89	+ 0.45	+ 1.19	+0.05	+ 0.94
			-0.19	-0.13	-0.09	-0.02	-0.09	- 0.27	- 0.96	- 0.50	- 1.17	-0.10	- 0.85
Alcance de valores como por ciento del promedio.			+4.11	+3.07	+1.61	+1.41	+0.43	+ 1.49	+ 2.88	+ 1.68	+ 3.21	+0.94	+ 1.30
			-4.59	-3.63	-1.82	-2.82	-0.97	- 2.02	- 3.11	- 1.87	- 3.16	-1.89	- 1.23

sa a 30°C, mientras que se ve el efecto contrario en las vacas expuestas a la primera temperatura. En este experimento se observó que la proporción de los ácidos acético, propiónico y butírico en la grasa disminuyó en la leche de todas las vacas sometidas a 30°C más notoriamente que las expuestas a 15°C. (21)

3.4.- MEMBRANA GLOBULAR GRASA:

La estabilidad de los glóbulos de grasa de la leche depende en parte de la capa interfacial presente en la superficie del glóbulo, la cual separa los lípidos presentes en el medio acuoso del suero. (22)

Esta capa que recibe el nombre de membrana globular grasa, tiene una composición compleja y está formada --- principalmente por lípidos y proteínas. Los lípidos de la membrana son relativamente pequeñas moléculas que tienen una mitad hidrofílica y otra hidrofóbica y que forman capas bimoleculares en medios acuosos.

Existen tres tipos de lípidos, los fosfolípidos, derivados del glicerol o de la esfingocina; los glicolípidos o lípidos que contienen azúcar y el colesterol.

Los dos primeros son los constituyentes más importantes en la membrana porque rápidamente forman extensas capas moleculares, las cuales sirven como barreras permeables

bastante fluidas. (23). Con respecto al colesterol se ha sugerido que a medida que los niveles de éste en la membrana aumentan, ésta se vuelve menos permeable y más estable. (24) Mientras que los lípidos crean un medio apropiado para la acción de las proteínas éstas median las funciones de la membrana, como lo son: el transporte, la comunicación y la energía de transducción. (25)

Estructura de la membrana:

Poco se conoce de ésta, ni de la organización de sus componentes individuales, así como tampoco de los enlaces intermoleculares formados entre las proteínas, lípidos y carbohidratos, ninguno de estos aspectos se ha podido entender en su totalidad. El modelo más explícito en cuanto a la organización y estructura de la membrana es el llamado Modelo Fluido de Mosaico; según el cual las proteínas de la membrana están orientadas con sus grupos iónicos y altamente polares sobresaliendo desde ésta hacia la fase acuosa, mientras que los grupos no polares están incluidos en la parte hidrofóbica de la membrana. Estas proteínas están parcialmente incluidas en una matriz de fosfolípidos, la cual forma una bicapa fluida discontinua. (26)

La membrana globular no es físicamente homogénea, sino que contiene pequeñas partículas cuyo diámetro medio -

se acerca a las 10 milimicras. Estas partículas son microsommas que proceden del acinis de la mama, tienen color obscuro y están compuestas principalmente por fosfolípidos.

A causa del equilibrio existente entre la película protectora y el plasma, la composición del primero puede modificarse especialmente en el curso de los cambios de temperatura que modifican el estado físico de la materia grasa. La película normal es aquella que se forma sobre los glóbulos grasos semisólidos a las temperaturas medias. El calentamiento que licúa la materia grasa reduce la absorción de -- las sustancias nitrogenadas. (27)

4.- EFEECTO DEL PROCESAMIENTO DE LA LECHE SOBRE SU GRASA.

Introducción:

El procesamiento de la leche consta de las siguientes -- etapas:

Almacenaje, filtración, homogenización, clarificación, -- pasteurización y enfriamiento. De estos los que ejercen una mayor influencia sobre la grasa de la leche son los cuatro -- últimos: (28)

4.1.- HOMOGENIZACION:

Este se ha convertido en un proceso industrial uni -- versalmente practicado con la finalidad de estabilizar la --

emulsión de grasa frente a la separación por gravedad, (29) asegurándose el rompimiento de los glóbulos, de tal manera -- que después de 48 horas de reposo, no ocurre ninguna separación visible de la leche y del porcentaje de grasa de la misma en una botella de un litro, tomando como base los 100 milímetros superiores de la botella. Esa proporción no puede exceder de un 10% tomado del porcentaje de la leche remanente como se determina después de una mezcla perfecta. (30)

En comparación con la leche no homogenizada este tipo de leche resulta blanquecina en apariencia, de sabor -- dulce, menos estable al calor, y posee una gran capacidad -- de formación de espuma. (31)

Esencialmente toda la leche homogenizada, es producida por métodos mecánicos; en ellos la leche es forzada -- a pasar a través de pequeños orificios bajo efecto de la presión (2,000 - 2,500 psi), a velocidades de aproximadamente 600 a 800 pies por segundo. La desintegración de los glóbulos de grasa originales, es lograda por medio de la combinación de varios factores que en ello contribuyen, llamados; deslizamiento cortante, por choques, distensión y cavita---ción. (32)

Para asegurar un producto más aceptable, el proce-

so de homogenización requiere equipo especial para calentar la leche por medio de método Rápido; acompañado de un clarificador, un homogenizador y un equipo regular pasteurizado y enfriado. Tracy recomendó que el proceso se realizará como sigue:

- a) Calentar la leche 60°C por medio del Método Rápido.
- b) Homogenizarla inmediatamente a 2,000 psi.
- c) Pasarla por un clarificador al momento de abandonar el homogenizador.
- d) Inmediatamente pasteurizarla a 62.7°C por 30 -- minutos.
- e) Enfriarla a 4.44°C o menos.

El calentamiento por el método Rápido, se recomienda para disolver la grasa, aumentando así la eficacia de la homogenización. De no ser la leche pasteurizada de inmediato, la enzima lipasa, siempre presente, actúa sobre la grasa homogenizada y produce un sabor a rancio. El resultado neto del proceso de homogenización es la reducción de los glóbulos de grasa a una micra de diámetro aproximadamente. La falta de la dispersión necesaria en estos glóbulos ocasiona agrupamiento, aglutinamiento y cuajado en forma excesiva, lo cual tiende a nulificar los efectos ventajosos de la homogenización. (33)

Un segundo fenómeno está representado por la disminución de la tensión de cuajada de la leche.

El tercero es un aumento en su viscosidad, al igual -- que un aspecto cremoso y sustancioso que no se nota en una - leche sin homogenizar. (34)

Con respecto al aglutinamiento y a la formación de crema de los glóbulos de grasa, se encontró que estos fenómenos pueden ser inducidos por medio de la adición de aglutininas, las cuales están formadas por dos componentes, uno labil a - la agitación y el otro al calor. Sin embargo no todo este fe nómeno es atribuido al factor de aglutinamiento, puesto que es razonable relacionar una parte de estas características - a la naturaleza de la nueva superficie de los glóbulos de -- grasa, ya que las fuerzas que operan para mantener la disper sión de las micelas de caseína pueden funcionar dispersando los mencionados glóbulos. (35)

En la homogenización de dos etapas, cuando el contenido de grasa es de 6% o mayor, ocurre primero el agrupamiento de la grasa. El segundo paso de este proceso dispersa el --- agrupamiento y previene la formación de crema. El primer fenómeno es debido a la confusión que sufren los glóbulos de grasa entre las películas de proteína desnaturalizada, las cuales

son desligadas en la segunda etapa.

4.1.1.- EFECTO DE LA HOMOGENIZACION SOBRE LA LECHE:

El más importante es el cambio fisicoquímico resultante de la subdivisión de los glóbulos de grasa; el diámetro -- promedio de éstos es reducido de 4 a 8 μ a menos de 2 μ , mientras que su número se ve incrementado a cien veces y su superficie se incrementa más de seis. Este último incremento está acompañado de la formación de interfases de grasa líquida, -- que estabilizan los glóbulos suspendidos y previenen asimismo su coalescencia. Una leche homogenizada a una presión suficiente es homogénea en toda la extensión y no forma crema.

(37)

No se han aclarado aún los motivos que causan estos efectos, pero indudablemente están muy relacionados con el fenómeno de aglutinación de la grasa, sin la presencia del cual ocurre sólo una pequeña formación de crema. Los efectos del calor sobre la formación de crema podrán atribuirse a; a) Se neutralizan las cargas eléctricas de los glóbulos de grasa. b) Las proteínas asociadas con la superficie del glóbulo de grasa se deshidratan, perdiendo así su glutinocidad. c) La aglutina (englobulina) sufre una desnaturalización. Concluyendo podemos decir que cuando las propiedades de la leche para

formar crema han sido alteradas por medio de tratamientos por calor, el volumen de crema será menor, el porcentaje de grasa dispersa en la leche aumenta y la línea de crema es menos precisa. (38)

4.1.2.- LIPOLISIS Y ENRANCIAMIENTO:

Un proceso indeseable que pueden presentar los lácteos en general es la rancidez hidrolítica de la grasa o rom-pimiento de la molécula de los triglicéridos dando como resultado la liberación de los ácidos grasos, provocada por la ---acción enzimática en que interviene la lipasa. La liberación --de éstos ácidos grasos provoca una reducción de la tensión --superficial y por lo tanto la aptitud para la producción de -espuma aumenta.

En condiciones habituales, la lipólisis es muy --parcial, ya que la acumulación de ácidos solubles inhibe la acción enzimática, no obstante, son suficientes cantidades --pequeñas de ácido butírico para que el olor a rancio se acu-se.

Normalmente entran en juego dos clases de lipasas; las que existen en la leche y las producidas por determina--dos microorganismos. Es difícil diferenciar su acción; las -lipasas microbianas son probablemente más activas.

La actividad de la lipasa normal de la leche es --

aún notable a la temperatura de 0°C; por el contrario ésta - enzima se destruye en el curso de la pasteurización. (39)

En la leche, la acción de las lipasas se halla -- limitada por la protección que ofrece lamembrana globular, - los tratamientos que la alteran, favorecen el enranciamien-- to: homogenización, agitación, cambios bruscos y repetidos - en la temperatura. (40)

4.2.- CLARIFICACION:

Con la práctica de la homogenización se hizo nece-- sario eliminar el sedimento que presenta la leche procesada de esta manera. Este sedimento es una sustancia mucilaginoso y viscosa, formada principalmente por sustancias protéicas y partículas de caseína precipitadas; suciedad insoluble y ma-- teriales extraños, tales como fibrinas, leucocitos, glóbulos rojos de la sangre, fragmentos de células y microorganismos. La clarificación tiene como finalidad remover todo este sedi-- mento al igual que cualquier material indeseable presente en la leche. Para esto se cuenta con un equipo similar a un se-- parador (en construcción y operación) con la excepción de que no hay un conducto para la crema. El sedimento se colecta - en un recipiente, el cual debe ser limpiado periódicamente -- para mantener la eficiencia del clasificador. El proceso men--

cionado se facilita cuando se realiza a temperaturas calientes. Generalmente se opera de 2 a 8 horas a 4.4°C o bien -- de 1 a 4 horas a 48.9°C.

La clarificación no ejerce un efecto notorio sobre las características fisicoquímicas de la leche, solamente cuando las temperaturas son superiores a 35°C se destruyen grupos de glóbulos de grasa, produciendo el consecuente agrupamiento más reducido de la línea de crema, con lo cual se puede explicar la disminución del volumen de dicha línea en la leche, de esta manera procesada. La disminución mencionada se ha reportado acompañada de un aumento en el contenido de grasa de la línea de crema. (41)

4.3.- TRATAMIENTOS TERMICOS:

El tratamiento a base de calor de los alimentos - antecede la historia, desde el descubrimiento del fuego, el - hombre lo utilizó para preparar ciertas comidas tanto para -- preservarlas como incrementar su aroma.

Este tipo de procesamiento es el más importante de los tratamientos a los que es sometida la leche en las técnicas modernas.

La leche de consumo, se presenta como:

- Leche Pasteurizada.
- Leche Esterilizada.

Estos productos, son logrados mediante los siguientes procesos:

4.3.1.- PASTEURIZACION:

Se distinguen tres tipos de pasteurización:

Pasteurización baja: Se define por un calentamiento a 63°C durante 30 minutos como mínimo. El sostenimiento no debe de ser mayor de 1.5 horas. Es un método lento y discontinuo, pero presenta la ventaja de no modificar mucho las propiedades de la leche; en particular el color y el sabor permanecen iguales y la separación de crema no se retrasa.

Pasteurización alta y rápida: Consiste en un calentamiento a 72°C por 15 segundos. Esta es la más difundida y se le designa corrientemente bajo las iniciales H T S T (alta temperatura y corto tiempo). Es un método rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche.

Pasteurización alta en capa muy fina: En la cual - la leche se extiende en una capa de menos de 1 mm de espesor y se calienta hasta 75 - 78°C durante un segundo.

En todos los procedimientos de pasteurización, se calienta primero la leche a la temperatura deseada y se mantiene a esta temperatura durante el tiempo preciso; inmediatamente se la refrigera enérgicamente (5 a 10°C) y se la conduce al local de envasado. (42)

4.3.1.1.- VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE PASTEURIZADA:

A pesar de los muchos estudios realizados sobre los efectos de tratamiento térmico sobre la leche se ha notado que el mayor daño recae sobre la vitamina C, por jugar ésta un papel importante sobre la nutrición humana. Sommer atribuyó a la pasteurización, la pérdida del 20% de vitamina C, -- por lo que concluyó que un litro de leche satisfacía apenas la cuarta parte de las necesidades de un adulto.

Watt y Leung emitieron algunas opiniones de los efectos de la pasteurización sobre el valor nutritivo de la leche:

a) La consideraron necesaria para preservar la salud, ya que si no liberaba completamente a la leche de todas sus bacterias, al menos destruía las causantes de difteria, tuberculosis, etc.

b) Las pérdidas en ácido ascórbico y tiamina, por la pasteurización, son fácilmente suplidas por otras dietas.

c) La riboflavina es reducida por la exposición directa a la luz del sol o luz artificial dependiendo de la intensidad de la luz, del tiempo de exposición y de la temperatura de la leche, aunque la pérdida total no es considerable si la leche desde el tiempo de su producción hasta que es servida es manejada adecuadamente, guardándola en lugares frescos, --

limpios y fuera de la luz. La pérdida de riboflavina a los - 30 minutos de tener contacto con la luz (en envase de vidrio) es del 10% y alcanza hasta un 40% después de dos horas aún - cuando la temperatura no pase de los 70°C; ésta pérdida está relacionada con el tamaño del recipiente. (44)

4.3.2.- ESTERILIZACION:

La esterilización debe destruir todas las bacterias y esporas, y asegurar una conservación prolongada de la leche en recipientes herméticamente cerrados y estancos.

La esterilización clásica, tal como suele practicarse actualmente, lleva consigo, las siguientes operaciones:

- Calentamiento a 60°C
- Depuración Física (eliminación de las impurezas macroscópicas, los grumos y una parte de los microorganismos, se hace por filtración).
- Homogenización (puede hacerse también tras la operación que sigue). Tiene la finalidad de impedir la formación de la capa de crema.
- Primera esterilización en continuo o preesterilización (de 3 a 14 segundos a 130 - 140°C,) llamado tratamiento de ultra alta temperatura). Este tratamiento, es suficiente - para provocar la esterilización de la leche; pero el problema

del envasado aséptico no se ha resuelto debidamente todavía en lo que a las botellas se refiere; por consiguiente se hace necesaria una segunda esterilización.

- Envasado a unos 70°C (temperatura lo más alta posible) y cerrado de botellas.

- Esterilización en aparatos de trabajo en continuo - con presión de agua (torres de esterilización) durante 15 - 20 minutos a 115°C. Esta última esterilización tiene como finalidad la destrucción de los gérmenes que han podido penetrar en la leche en el curso de la operación precedente.

En algunos países se utilizan métodos de un sólo calentamiento , en éstos la aplicación del proceso comienza ya en el ordeño, la leche experimenta entonces una desgacificación, se transporta mediante vacío a la fábrica, y una vez homogenizada y calentada a 140°C durante 8 minutos, se envasa en botes metálicos previamente esterilizados a 215°C. El llenado, cerrado y refrigeración se hacen en aparatos enteramente cerrados y de funcionamiento automático. Esta instalación es compleja y costosa. (45)

4.3.3.- EFFECTOS DEL TRATAMIENTO DEL CALOR SOBRE LA LECHE:

El hecho de que las propiedades de la leche puedan o no ser efectuadas por el calor de la intensidad y duración

de la exposición. Por ejemplo la pasteurización a 61.7°C por 30 minutos o a 71.7°C por 15 segundos no tiene efectos notables en su color, mientras que una exposición a 107.2°C por 30 minutos causa el pardeamiento de la leche.

En la práctica hay cuatro zonas generales de calentamiento identificadas por una relación de tiempo-temperatura y son:

- a.- 61.7°C por 30 minutos o 71.7°C por 15 segundos.
- b.- 79.4°C a 90.6°C por 15 segundos o menos.
- c.- 93.3°C a 100°C momentáneamente.
- d.- Sobre 107.2°C momentáneamente hasta 30 minutos.

La exposición en la zona (a) inactiva casi las enzimas pero preserva el sabor y la capacidad de cremosidad de la leche. En la (b) se destruye la capacidad de la cremosidad, produciendo un sabor a cocido y facilita la formación de la cuajada. En la (c) se facilita el sabor a cocido. En la (d) facilita la esterilización y el pardeamiento. En las siguientes gráficas se muestran estas zonas. (46)

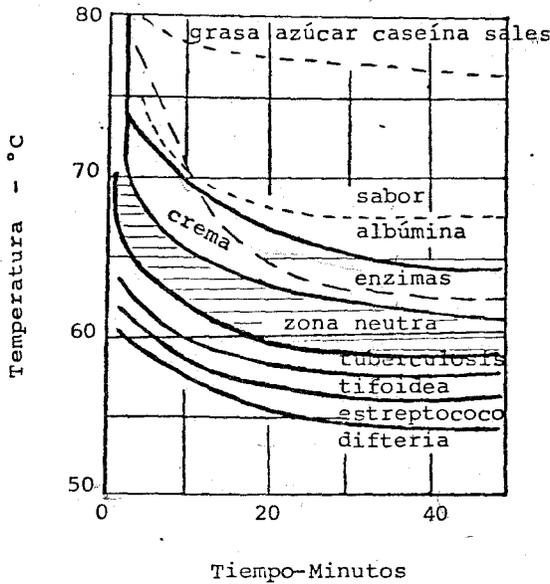


Fig. 1. Efectos del calor en los constituyentes de la leche y en ciertas bacterias patógenas.

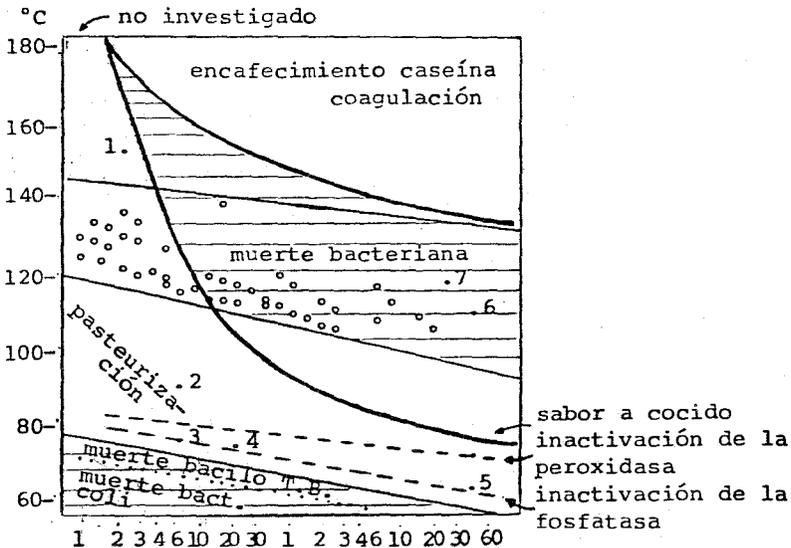


Fig. 2. Influencia del tratamiento por calor en las características de la leche. Tipos 1) Uperización. 2) Pasteurización. 3) HTST. 4) Past. a corto tiempo 5) Holder. 6) Pasteur 1860. 7) Esterilización en botellas.

4.3.3.1.- EFFECTOS DEL CALOR SOBRE LA FASE DISPERSA:

Los efectos de los tratamientos realizados sobre la leche para convertirla en un producto estable y consumible, se hacen visibles, mostrando cambios en las características fisicoquímicas de la grasa en la fase dispersa. Estos son:

- 1.- Alteraciones en la naturaleza de la membrana globular de la grasa.
- 2.- Cambios en el estado de dispersión.
- 3.- Variaciones en el estado físico de la grasa.

El proceso mínimo de pasteurización no altera materialmente el comportamiento físico de la fase grasa. La formación de la línea de crema en la leche no homogenizada, continúa igual y sólo pequeñas porciones de proteínas del suero son desnaturalizadas.

El calentamiento a 60°C restaura parte de su original capacidad de formación de crema. Sin embargo un tratamiento a una temperatura muy por encima de 60°C por 30 minutos perjudicaría ésta propiedad de la leche. A una temperatura de pasteurización de 61.7°C por 30 minutos o a 71.7°C por 15 segundos, se nota una leve reducción en el volumen de crema. Este efecto no se hace notorio sino hasta llegar a 63°C, lo cual reducirá el volumen de crema en un 8%.

A temperaturas superiores de éste, ocurre una marcada disminución en el volumen de crema.

Modernas teorías que tratan de explicar los efectos -- adversos del calor los atribuyen a:

a) Las proteínas asociadas a la superficie del glóbulo de grasa se deshidratan, con la cual se pierde su glutinosidad.

b) La aglutina se desnaturaliza.

Resumiendo, cuando la capacidad de formación de crema - de la leche es alterada por medio del tratamiento con calor, - el volumen de crema será menor, es decir el porcentaje de grasa dispersa en la leche es mayor después de un tratamiento -- por calor.

La emulsión de grasa raramente podrá ser destruída solamente por el efecto del calor; y aunque así sucediera, ésta sería rota solamente en parte, y ocurre con agitación acompañada frecuentemente con un manejo tosco de la leche.

La hidrólisis y la oxidación de la grasa de la leche - atribuída ahora a la actividad enzimática y a la catálisis -- auto-oxidativa pueden ser en parte resultado de la acción del tratamiento con calor.

Aparentemente estos procesos contribuyen a alteraciones en la naturaleza de la membrana globular de la grasa, ya que -

los glóbulos de grasa en la leche calentada a 82°C por 15 minutos, perdían el material de la membrana y que la pérdida de proteínas excedía a la de lípidos. (47)

4.4.- EFECTO DE LA AGITACION DURANTE EL PROCESAMIENTO DE LA LECHE:

La agitación de productos lecheros que contienen grasa o crema debe ser lenta y suave, pero completa y uniforme. Una agitación fuerte ocasiona solidificación y produce grumos de grasa; mientras que una de tipo insuficiente en calentadores y tanques puede producir un sobrecalentamiento local y quemar parte del producto.

El efecto de la agitación sobre las propiedades de cremación de la leche es variable, dependiendo principalmente del grado de agrupamiento de los glóbulos de grasa en el momento que esta ocurre, de la temperatura y del grado de violencia con que se lleve a cabo.

Cuando la leche está caliente y los glóbulos, se encuentran dispersos, la agitación tiene un efecto pequeño sobre la habilidad de cremación, no siendo lo suficientemente violento para destrozar los glóbulos. El bombear leche entre 49 y 61°C generalmente tampoco ejerce ninguna influencia.

En la leche fría (10°C menos) el efecto de la agitación depende del grado que ésta afecte a la grasa. Cuando

la agitación se vuelve más violenta los glóbulos pueden romperse y obtendríamos un volumen de crema menor. Resulta satisfactorio bombear la leche a una temperatura entre 2.2°C y 10°C, si la leche va a ser pasteurizada posteriormente, ya que este proceso restaurará la habilidad de cremación, la cual había sido dañada por la agitación.

Debe evitarse una agitación bien sea prolongada o excesiva después de la pasteurización, especialmente entre 15.5°C y 49°C. Durante el período de sostenimiento una agitación moderada no afecta la habilidad de cremación.

No hay una información específica de la cantidad de agitación que la leche puede recibir sin influir en su volumen de crema, por lo que se recomienda evitar en lo posible el agitar la leche, así como también el bombearla fría, a menos que vaya a ser pasteurizada después. (48)

4.5.- ENFRIAMIENTO:

Cuando la leche es mantenida en un depósito de bajas temperaturas por algún tiempo la emulsión de grasa se rompe en parte.

Es necesario enfriar la leche entre 1.6°C y 4.4°C antes de que suceda la cremación para que así se obtenga un volumen normal de crema.

El agrupamiento de los glóbulos de grasa se favorece a estas temperaturas.

La leche pasteurizada debe ser enfriada entre 2°C y -- 5°C inmediatamente después del proceso de sostenimiento y -- ser mantenida a temperaturas lo más cercanas a éstas hasta el momento de su entrega para evitar que se vea afectada la línea de crema.

La temperatura de almacenamiento de la leche también -- tiene una influencia sobre el volumen de crema, esto sucede -- cuando el producto es almacenado a 10°C o más, viéndose notoriamente disminuído el volumen de la línea de crema. (49)

4.6.- ENVASADO:

La elección de los recipientes no depende solamente -- de consideraciones científicas y técnicas, sino también eco-- nómicas y de las preferencias de los consumidores. La bote-- lla de vidrio todavía goza de cierta aceptación, éste tipo -- de recipientes tiene ventajas; inercia química, impermeabili-- dad 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 transparen-- cia a los rayos solares. Incluso con luz difusa se observa -- una pérdida rápida de vitaminas C y B₂ y la aparición de sabo-- res anormales.

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

A continuación se presenta una comparación de tres tipos de envases de leche pasteurizada. En ella puede apreciar tanto ventajas como desventajas en las cualidades del envase, el peso y el espacio. (50)

DIFERENTES TIPOS DE ENVASADO DE LA LECHE

	Botellas de - vidrio claro.	Cartón Parafinado	Plasticado (1)
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 1/2.....	100	70	26
Comportamiento en atmósfe- ra húmeda.....	sin cambio	ablandamiento	
Impermeabilidad a los ga- ses.....	+	-	-
Alteración por encima de 60°C.....	-	+ (fusión)	-
Rotura por congelación	+	-	-
Volumen de aire en el reci- piente de 1 litro normal- mente 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 distri- buir 1.000 l de leche, en kg.....	1.000		200
Litros de leche almacena- dos en 1m y 1,70 metros de altura.....	250		850

5.- CONCLUSIONES:

Dado que la leche representa, un alimento de principal - importancia, también lo será su estabilización y el manteni-- miento de la misma. Aunque el final esencial de su procesa--- miento sea el hacer que cumpla con las normas requeridas, no debe perderse de vista el siguiente principio fundamental: La leche es un edificio, "labil", cuya protección está en -- parte representada por la presencia de la membrana globular - grasa, la cual cuando la leche es sometida con exageración a tratamientos fuertes, se ve bastante afectada.

Durante la homogenización, con la reducción de los glóbu los de grasa de 6 μ a 1 μ de diámetro aproximadamente, se ob serva que éstos glóbulos permanecen más tiempo dispersos en la leche, evitándose así la formación del tapón de crema, -- así como un aumento en su viscosidad, y la aparición de un -- aspecto cremoso no presente en la leche no homogenizada.

La siguiente etapa representada por la clarificación, no ejerce una influencia significativa sobre la leche, solamente cuando se realiza a temperaturas superiores de 35°C, con las cuales se destruyen los agrupamientos de los glóbulos de gra- sa, produciéndose así una disminución de la línea de crema de la leche de esta manera procesada.

Las modificaciones producidas por el calor aplicado a la leche son importantes, según las condiciones de aplicación y la clase del tratamiento. Así por ejemplo la pasteurización a 71.7°C por 15 segundos no tiene efectos notables en sus propiedades, mientras que una exposición a 107.2°C por 30 minutos causa el pardeamiento de la leche. Estudiando éstos efectos, se debe señalar un punto importante; las propiedades de la leche se ven mucho menos afectadas cuando ésta es sometida a tratamientos de temperaturas elevadas durante un tiempo muy corto (ultra-alta-temperatura), $130-140^{\circ}\text{C}$ desde 3 hasta 14 segundos).

Además de la temperatura máxima alcanzada en el proceso y la duración de su mantenimiento, también es importante tomar en cuenta el tiempo necesitado para alcanzar éstas temperaturas, es por ésto que se recomienda reducir la permanencia a temperaturas intermedias (se recomienda la ultra-alta-temperatura).

El efecto de la agitación de la leche sobre sus propiedades es variable, depende principalmente del grado de agrupamiento de los glóbulos de grasa en el momento de su aplicación, de la temperatura y del grado de violencia con que ocurra la misma. Cuando ésta es realizada sobre la leche calien

te y los glóbulos de grasa se encuentran bien dispersos la habilidad de cremación se ve ligeramente afectada. Cuando se -- agita suavemente una leche fría aumenta su línea de crema, -- sin embargo sucede lo contrario (ésta línea disminuye) si el proceso se hace más violento.

No hay una información específica al respecto de la cantidad de agitación que la leche puede aceptar sin modificar sus propiedades, por lo cual se recomienda, evitar en lo posible la agitación violenta de la misma.

El enfriamiento también tiene influencia sobre la línea - de crema de la leche, la cual se ve disminuída, durante un al- macenamiento a 10°C o más, sin embargo entre 2°C y 5°C la le-- che no experimenta estos cambios.

El envasado apropiado de la leche es importante para la - conservación del producto terminado; el más utilizado es el - de tetra-pak, ya que elimina la pérdida de las vitaminas C y B₂ , inconveniente que presenta la botella de vidrio.

6.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Webb B.H. and Johnson A.H., Fundamentals of Fairy Chemistry, AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn, pág. 2, 1972.
- 2.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 17, 1971.
- 3.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 82, 1971.
- 4.- Webb B.H. and Johnson, A.H., Fundamentals of Dairy Chemistry, AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn, pág. 2, 1972.
- 5.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 17, 1971.
- 6.- Webb B.H. and Johnson A.H., Fundamentals of Dairy Chemistry, AVI Publishing Co., Inc. Westport Conn, pág. 2, 1972.
- 7.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 17, 1971.
- 8.- Webb B.H. and Johnson A.H., Fundamentals of Dairy Chemistry, AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn, pág. 339, 1972.
- 9.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 31, 1971.
- 10.- Lampert L.M. Modern Dairy Products, Chemicals Publishing Co., New York, pág. 25, 1965.
- 11.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im-prime M. Pareja, pág. 53 - 54, 1971.
- 12.- Rook, J.A.F. Advances in the Chemistry of Milk and - Dairy Products, Journal of the Society of Dairy Technology, vol. (31) 1, pág. 36, 1978.
- 13.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Im prime M. Pareja, pág. 54 - 55, 1971.

- 14.- Lampert L.M., Modern Dairy Products, Chemical Publishing Co., Inc. New York, pág. 26, 1965.
- 15.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Imprime M. Pareja, pág. 65, 1971.
- 16.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición Imprime M. Pareja, pág. 81 - 84 1971.
- 17.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Imprime M. Pareja, pág. 64, 1971.
- 18.- Chapman D. Lípidos, 1a. Edición, pág. 40 - 41, 1973.
- 19.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, 2da. Edición, Imprime M. Pareja, pág. 64, 1971.
- 20.- Lampert L.M. Modern Dairy Products, Chemical Publishing Co. Inc. New York, pág. 15 - 17, 1965.
- 21.- Bandara Nayaka D.O. and Holmes C.W., Changes in the composition of Milk and Rumer, Contents in Cows Exposed to a high ambient temperature with controlled -- Feeding, trop, Anim. Hith. Prod. 8, 41 - 42.
- 22.- Anderson M. and Cawston T.E. Reviews of the Progress of Dairy Science. The Milk-Fat globule Membrane. Journal of Dairy Research, 42, 460, (1975).
- 23.- Lubert Stryer Biochemistry. Yale University, 227-229, 1975.
- 24.- Anderson M. and Cawston T.E., Reviews of the Progress of Dairy Science. The Milk-Fat Globule Membrane. Journal of Dairy Research, 42, 460 (1975).
- 25.- Lubert Stryer Biochemistry. Yale University, 238, 1975.
- 26.- Anderson M. and Cawston T.E. Reviews of the Progress of Dairy Science. The Milk-Fat Globule Membrane. Journal of Dairy Research, 42, 462, (1975)
- 27.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 74 - 75, 1971.

- 28.- Wilson, G.S. The Pasteurization of Milk. Longmans Green London, 93, 1942.
- 29.- Webb B.H. and Johnson A.H., Fundamentals of Dairy Chemistry, AVI Publishing Co., Inc., Westport, Conn, pág. 378, 1972.
- 30.- Farral A.W. Ingeniería para la Industria Lechera 270, 1963.
- 31.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 441, 1971.
- 32.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 442, 1971.
- 33.- Farral, A.W., Ingeniería para la Industria Lechera, 268, 1963.
- 34.- Farral A.W. Ingeniería para la Industria de la Leche 267, 1963.
- 35.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 76, 77, 1971.
- 36.- Farral A.W. Ingeniería para la Industria de la Leche, 269, 1973.
- 37.- Farral, A.W., Ingeniería para la Industria Lechera, 267, 1963.
- 38.- Wilson, G.S. the Pasteurization of Milk. Longmans Green London, 25, 1942.
- 39.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 66 - 67, 1971.
- 40.- Rook, J.A.F. Advances in the Chemistry of Milk and - Dairy Technology, vol. (31) 1, 40, (1978).

- 41.- Wilson, G.S. The Pasteurization of Milk. Longmans Green London, 102 - 104, 1942.
- 42.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 427, 428, 1971.
- 43.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de la Técnica Lechera, 570 - 571, 1971.
- 44.- H.P. Kay, J.R. Custel, H.S. Hall, A.T.R., Mattick y A. Rowland, Pasteurización de la leche: Proyecto Instalaciones y Determinaciones Analíticas, 25, 1954.
- 45.- Alais Charles, Ciencia de la Leche, Principios de - la Técnica Lechera, 431 - 434, 1971.
- 46.- H.P. Kay, J.R. Custel, H.S. Hall, A.T.R. Mattick - y A. Rowland, Pasteurización de la Leche: Proyecto Instalaciones y Determinaciones Analíticas, 25, 1954.
- 47.- H.P. Kay J.R. Custel, H.S. Hall, A.T.R. Mattick y A. Rowland, Pasteurización de la Leche: Proyecto, Instalaciones y Determinaciones Analíticas, 1954.
- 48.- Farrall A.W. Ingeniería para la Industria Lechera, 6, 289, 290, 1963.
- 49.- Farrall, A.W., Ingeniería para la Industria Lechera, 300, 1963.
- 50.- Charles Alais, Ciencia de la Leche, Principios de - la Técnica Lechera, 442 - 443 - 444, 1971.