



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

“LA VIDA DE ANAQUEL Y LA LECHE”

T E S I N A

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

PRESENTA: **ALEHIDI GARCÍA RIVERA**

ASESOR DE TESINA: DOCTORADO EN CIENCIAS EN ALIMENTOS
JOSÉ OCTAVIO RODILES LÓPEZ



MORELIA, MICHOACÁN; JULIO 2015

AGRADECIMIENTO DE TESINA A MI ASESOR

Primero que nada me quiero expresar en este espacio para agradecerle a mi asesor de tesina al D.C. JOSÉ OCTAVIO RODILES LÓPEZ por su gran paciencia y dedicación que ha tenido conmigo.

Por su manera de irme orientando de cómo realizar este trabajo, por tener esa accesibilidad de otorgarme para poder trabajar a distancia, así como sus conocimientos y su experiencia que fue aplicándola conmigo.

Agradezco también su motivación y amabilidad que me ha brindado para ir logrando y avanzando en este gran paso que voy a dar.

Gracias a usted por creer en mí, y que con mucho dedicación, esfuerzo y empeño se pueden lograr las cosas que uno no cree posible. Lo admiro mucho, y es mi ejemplo a seguir. Enhorabuena hemos logrado realizar juntos este gran trabajo que me ha dejado mucha experiencia.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a nuestro señor Dios por permitirme llegar hasta este momento que es muy especial e importante en mi vida, a la Virgencita de Juquila por ser mi más grande guía y siempre escuchar mis oraciones, y al Divino Niño por su gran compañía y por quien yo creo fielmente.

A mi papá el Sr. Ulises García Ríos por ser mi más grande amor, mi mejor amigo y guía en esta vida, hoy me siento muy dichosa por tenerlo conmigo en este gran paso que estoy dando y que mejor que ir de su mano como siempre lo hemos hecho, sé que no he sido la mejor hija pero hoy me siento muy feliz de entregarle mi título como QFB. como algún día se lo prometí... Papito, gracias por todo lo que me ha dado, me ha enseñado y por nunca dejarme sola... ¡Te amo papa, eres el mejor padre el mundo!

A mi mamá la Sra. Bertha Rivera Gatica, gracias por su inmenso amor y apoyo incondicional el cual me ha ayudado mucho para poder lograr llegar a esta etapa de mi vida; así como también por sus sabios consejos para ser de mí una mejor persona, gracias mamá por nunca dejarme sola a pesar del gran resbalón que di, usted y mi papá nunca soltaron mi mano y me ayudaron a levantarme... ¡Te amo mamá, eres la mejor madre del mundo!

A mi hermano el joven Ulises García Rivera por su gran apoyo, por ser mi compañero y amigo de aventuras, hermano te quiero mucho.

A mi amiga Abilene Cecilia Medrano Alonso por su gran y fiel amistad que me ha brindado en estos años.

A la religiosa Alicia Cortes Gallegos por su compañía, gentileza y confianza que me ha brindado en estos años de mi estancia en el Internado Santa Cecilia que se convirtió mi hogar durante 7 años.

¡PAPÁ Y MAMÁ, LO HEMOS LOGRADO, ME HE TITULADO!

ÍNDICE GENERAL

I. JUSTIFICACIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
1. Objetivo General	2
2. Objetivos Particulares	2
III. MARCO TEÓRICO	3
1. Conservación De Los Alimentos	3
1.1. Actividad De Agua	5
1.2. Tecnologías Tradicionales	7
1.2.1. Bajas Temperaturas	7
1.2.2. Altas Temperaturas	9
1.2.3. Deshidratación	11
1.2.4. Métodos Químicos	15
1.3. Tecnologías Emergentes	22
1.3.1. Altas Presiones	23
1.3.2. Microondas	24
1.3.3. Pulsos De Campos Eléctricos	24
1.3.4. Pulsos De Campos Magnéticos	25
1.3.5. Ultrasonido	26
1.3.6. Pulsos Luminosos	27
1.3.7. Películas Comestibles	28
1.3.8. Encapsulación	28
1.3.9. Conservadores Biológicos	299
1.3.10. Irradiación	31
2. La Leche	32
2.1. Normal Oficial Mexicana	33
2.2. Composición Química	34
2.2.1. Carbohidratos	35
2.2.2. Lípidos	37
2.2.3. Proteínas	43
2.2.4. Vitaminas	47
2.2.5. Minerales	49
2.3. Tipos De Leche	49
2.3.1. Leche Fresca	50
2.3.2. Leche Entera	50
2.3.3. Leche Semidescremada	50
2.3.4. Leche Descremada	50

2.3.5. Leche Sin Lactosa.....	50
2.3.6. Leche Con Omega-3.....	51
2.3.7. Leche Con Fitoesteroles	51
2.3.8. Leche Enriquecida Con Calcio	52
2.3.9. Tipos De Leches Vegetales	52
2.4. Contaminación De La Leche	52
2.5. Métodos De Conservación Tradicionales	56
2.5.1. Pasteurización.....	56
2.5.2. Secado. Leches En Polvo	58
2.5.3. Leches Evaporadas	58
2.5.4. Fermentación	59
2.5.5. Quesos.....	59
3. Altas Presiones (Hp)	60
3.1. Equipos	62
3.2. Aspectos Antimicrobianos	64
4. Altas Presiones Y Productos Lácteos	66
4.1. Efecto Sobre El pH	67
4.2. Efecto En Carbohidratos	67
4.3. Efecto En Proteínas.....	67
4.4. Efecto En Lípidos	68
4.5. Efecto En Minerales Y Vitaminas	68
4.6. Quesos	69
4.7. Productos Fermentados	70
4.8. Crema.....	71
IV. CONCLUSIONES	72
V. BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historia de los Métodos de Conservación	3
Tabla 2. Actividad de Agua y Alimentos.....	6
Tabla 3. Composición Leche Bronca. 100 g. %	35
Tabla 4. Factores en la Producción de la Leche	35
Tabla 5. Clasificación Lípidos por Saponificación	38
Tabla 6. Tipos de Caseínas	44
Tabla 7. Proteínas del Suero Lácteo.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Los Alimentos.	4
Figura 2. Métodos de Conservación de Alimentos.....	5
Figura 3. Actividad de Agua.	7
Figura 4. Refrigeración.....	8
Figura 5. Congelación.	9
Figura 6. Escaldado.	10
Figura 7. Equipos de Pasteurización.....	11
Figura 8. Alimentos Deshidratados.	12
Figura 9. Liofilización.	14
Figura 10. Equipo gastronómico de Baño María.....	15
Figura 11. Salado.....	16
Figura 12. Curado en carnes.	19
Figura 13. Ahumado.....	20
Figura 14. Verduras en escabeche.	21
Figura 15. Ejemplos de Fermentación alcohólica.....	22
Figura 16. Equipos de altas presiones.	23
Figura 17. Microondas.	24
Figura 18. Pulsos De Campos Eléctricos.....	25
Figura 19. Equipo Pulsos Magnéticos.....	25
Figura 20. Ultrasonido en alimentos.....	26
Figura 21. Equipo de pulsos luminosos.	27
Figura 22. Película comestible.	28
Figura 23. Bacteriocinas.	31
Figura 24. Irradiación	32
Figura 25. La Leche.	33
Figura 26. Micela de Caseína rodeada de Calcio.	45
Figura 27. Suero Lácteo en Polvo.....	47
Figura 28. Ganado vacuno.....	53
Figura 29. Mastitis en vaca lechera.....	54
Figura 30. Leche en Polvo.	59
Figura 31. Quesos.....	60
Figura 32. Equipo de Altas Presiones.	61
Figura 33. Equipos Altas Presiones. Sistema Directo y Sistema Indirecto.....	63

RESUMEN

Los alimentos son productos perecederos, por ello para poder tener un acceso continuo debemos someterlos a un proceso de conservación, que esto tiene como objetivo la preservación de la calidad higiénica sanitaria de los productos, sin perder su valor nutricional y propiedades organolépticas. La clasificación de estos métodos se basa en altas y bajas temperaturas, en métodos físicos y químicos y en métodos emergentes, para seleccionar un método va a depender de la naturaleza del alimento y de los recursos financieros de la empresa.

De igual manera pasa con la leche, al momento de ordeñarla queda expuesta a todos los microorganismos existentes, por eso, hoy en día las grandes fábricas lecheras cuentan con técnicas para que la extracción de leche sea más exitosa, con una mayor calidad para su consumo y claro sin perder ninguna propiedad física u organoléptica.

Con el transcurso de los años se han ido empleando técnicas innovadoras para poder ofrecer una mejor calidad en los alimentos, pero es importante resaltar el resultado de someterlos a altas presiones, ya que es muy funcional, a pesar de ser la más costosa es sin duda alguna la mejor opción puesto que garantiza en su totalidad la prevención o retraso de descomposición bacteriana; además de eliminar por completo todo tipo de microorganismos con la ayuda de otros métodos así como prevenir alteraciones.

ABSTRACT

Foods are perishable, so in order to have continued access must undergo a process of conservation, this is aimed at preserving the health hygienic quality products without losing their nutritional value and organoleptic properties. The classification of these methods is based on high and low temperatures, physical and chemical methods and emerging methods for selecting a method will depend on the nature of the food and financial resources of the company.

Similarly happens with the milk, when milking is exposed to all the microorganisms, so today the large dairy factories have techniques for extracting milk more successful, with higher quality for consumption and of course without losing any physical or organoleptic property.

Over the years they have gone it using innovative techniques to offer better quality food, but it is important to note the result of subjecting them to high pressure, because it is very functional, despite being the most expensive is definitely some the best choice since it will fully guarantee the prevention or delay of bacterial decomposition; in addition to completely eliminate all kinds of microorganisms with the aid of other methods and prevent tampering.

PALABRAS CLAVES

Alimento; Métodos de conservación; Vida de anaquel; Propiedades organolepticas; Propiedades nutricionales; Leche; Pasteurización; Altas presiones; Microorganismos; Temperatura; Ser humano; Métodos físicos; Métodos químicos y Métodos emergentes; Bacterias, Productos lácteos, Agua; Tecnología.

I. JUSTIFICACIÓN

Un alimento es aquello que los seres vivos comen y beben para su subsistencia, y es por eso que con el transcurso de los años se han implementado varios métodos de conservación para alargar la vida útil, tratando de no perder sus propiedades organolépticas y nutricionales.

La leche es uno de los alimentos de origen animal más consumido y valorado de nuestra sociedad. Su gran popularidad está dada por su alto valor nutritivo, como así también por sus propiedades culinarias, y se ha convertido en un alimento fundamental para el ser humano.

En la actualidad el proceso de conservación más empleado para la leche es la pasteurización, y éste se basa en la aplicación de elevadas temperaturas durante un periodo corto de tiempo; los microorganismos son eliminados, pero al mismo tiempo se produce un deterioro en el sabor del producto final. Las características químicas de la leche son las responsables del sabor, pero ante un aumento de la temperatura, estas características se modifican dándole a la leche un sabor a cocida. Cuanto más elevada es la temperatura del proceso, se produce una mayor pérdida de vitaminas, así como de sabor.

Con el tratamiento basado en la aplicación de elevadas presiones, se consigue el mismo rendimiento en la eliminación de microorganismos patógenos, pero en este caso sin pérdida de sabor. Esta técnica ha sido de gran importancia y utilidad en la industria alimentaria, ya que al emplear este método los microorganismos son eliminados sin que la leche pierda sus propiedades organolépticas y nutritivas.

II. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los diferentes métodos actuales para lograr la conservación de la leche vacuna, y principalmente la tecnología de las altas presiones, la cual nos permita alargar su vida de anaquel, con el mínimo daño en sus propiedades sensoriales y nutritivas y con la eliminación de los posibles microorganismos patógenos y esporas.

2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Demostrar la importancia que existe en la conservación de los alimentos.
- Analizar las tecnologías tradicionales y emergentes para la conservación de los alimentos.
- Concientizar a la población sobre la composición química de la leche y su alto valor nutritivo.
- Evaluar la tecnología de las altas presiones para la conservación de la leche y derivados lácteos.

III.MARCO TEÓRICO

1. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

El alimento es una de las mayores necesidades de todos los seres vivos y es esencial para realizar las funciones vitales. Por lo tanto, el ser humano buscó como tener los alimentos frescos y en óptima calidad por el mayor tiempo posible, lo cual se llevó a la necesidad de conservar los alimentos para su consumo.

La sociedad a lo largo de la historia fue aprendiendo de manera empírica formas y métodos para conservar los alimentos. Estos métodos eran limitados, pero se fueron perfeccionando debido a las necesidades del trayecto de los alimentos del campo hacia las grandes ciudades.

En la siguiente tabla se muestra la evolución de los métodos para la conservación de los alimentos.

Tabla 1. Historia de los Métodos de Conservación

ÉPOCA	MÉTODO UTILIZADO
Tiempos Primitivos	Utilización de sal común, hielo, y aire.
Egipto	En esta región se utilizaban una serie de líquidos como el aceite, los derivados del vinagre, y en algunos lugares también se usaba la miel.
Persia	Adición de azúcares.
Grecia	Grajeado de frutas y hortalizas.
Roma	Adición de dióxido de azufre (SO ₂) al vino.
Siglo XV	Empleo del adobo.
Siglo XVIII	Empleo del bórax.
Siglo XIX	Aplicación de sulfitos a carnes. Pasteurización. En esta etapa, ocurrieron una serie de descubrimientos como el papel de los ácidos orgánicos: bórico, fórmico, salicílico, benzoico.
Siglo XX	Liofilización. Microondas. Envasado aséptico. Procesos no térmicos: altas presiones, pulsos eléctricos, etc.

Aguilar Morales Jessica, Métodos de conservación de alimentos, pp.14

Dentro de los métodos de conservación de los alimentos más comunes se encuentran el salado, el curado, el ahumado, el escabeche, el refrigerado, el congelado y el uso de altas temperaturas.



Figura 1. Los Alimentos.

El término *conservación*, de manera breve, se define como “el modo de mantener algo sin que sufra merma o alteración”. De otra forma podemos definir *conservación* como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismos patógenos y otros agentes responsables de su deterioro, para permitir su consumo futuro.

En la conservación de alimentos se utilizan mecanismos tradicionales o nuevas tecnologías, el objetivo principal es preservar el sabor, los nutrientes, la textura, entre otros aspectos. Si un producto no logra lo anterior, entonces la conservación no cumple su propósito.

Es fundamental conocer ampliamente las características de los alimentos, para aplicar un proceso de conservación determinado. Así, se puede establecer la siguiente clasificación:

- a) Prevención o retraso de la descomposición bacteriana, con la finalidad de mantener los alimentos sin microorganismos y eliminar los existentes.
- b) Retrasar el proceso de descomposición de productos y alimentos a través de la aniquilación de sus enzimas y evitando las reacciones químicas naturales que tienen los alimentos (hidrólisis, oxidación, etc.)
- c) Prevención de las alteraciones que se deben a insectos (plagas), animales superiores (roedores), microorganismos, etc.

Los métodos de conservación de alimentos se clasifican de acuerdo a la conservación térmica (altas y bajas temperaturas), a la modificación del contenido de agua (deshidratación), a la conservación química (adición de azúcares, sales, aditivos químicos, etc.) y a los métodos emergentes en la conservación alimentaria (irradiación, altas presiones, campos eléctricos, etc.) (Aguilar, 2012).

En la figura siguiente se hace un resumen de las diferentes tecnologías para la conservación de los alimentos.

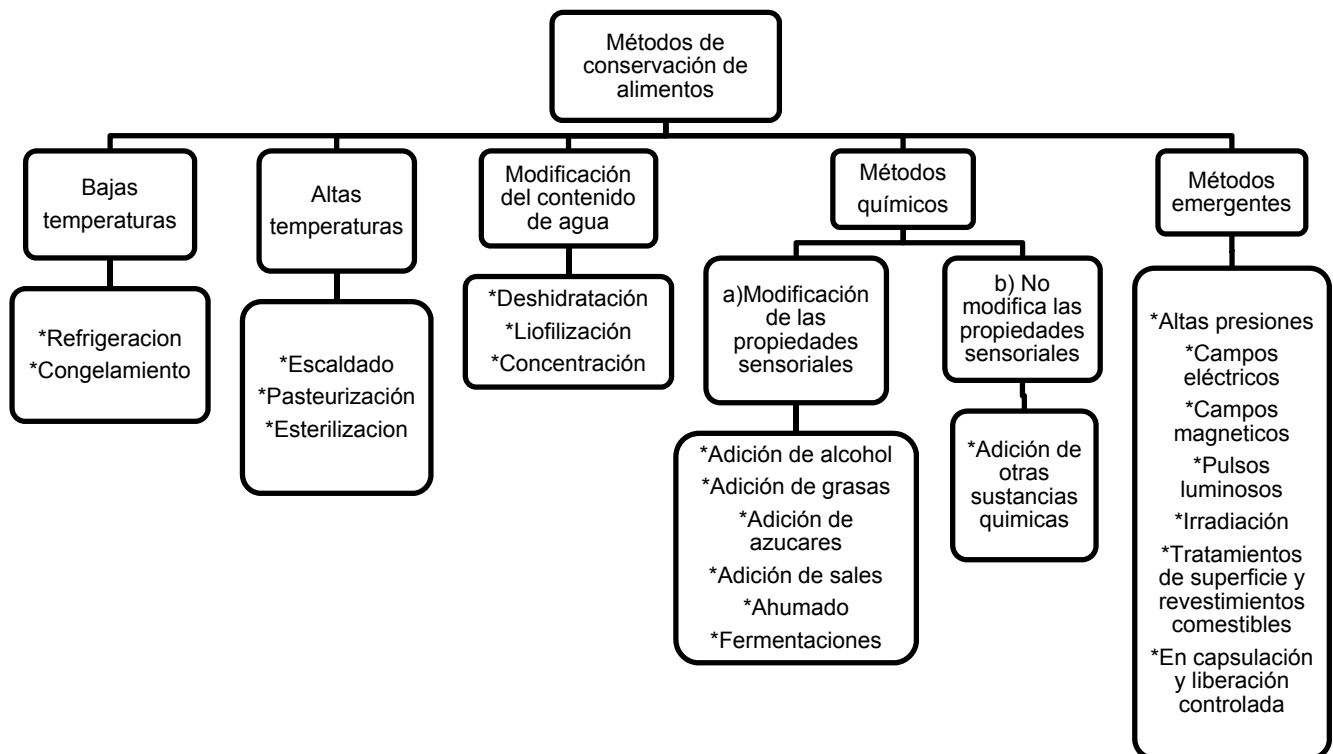


Figura 2. Métodos de Conservación de Alimentos.

1.1. ACTIVIDAD DE AGUA

La definición de la actividad del agua es la relación entre la presión de vapor del aire alrededor de un alimento (p) y la presión de vapor del agua pura (p_0), ambos permaneciendo a una misma temperatura; y se expresa con las siglas A_w .

Una definición más sencilla sería la cantidad de agua libre que hay en un alimento, es decir, la cantidad de agua disponible para la realización de reacciones químicas, enzimáticas y desarrollo de microorganismos. El resto de agua que permanece en el alimento es el agua ligada. Ésta, está combinada con otros elementos y no está disponible para los microorganismos, por tanto no afecta al crecimiento microbiano.

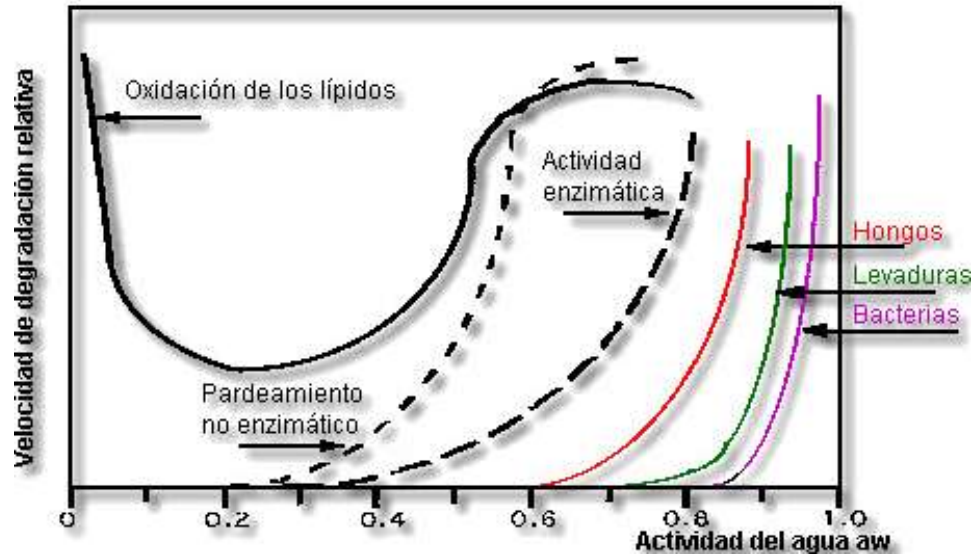
Las unidades de medida del agua libre van de 0 a 1.

Tabla 2. Actividad de Agua y Alimentos

A_w	Tipos de microorganismos			Alimentos
	Bacterias	Mohos	Levaduras	
0.95 a 0.99	Si	No	No	Carne y pescado, fruta, verduras, frutas enlatadas, vegetales enlatados, embutidos.
0.90 a 0.94	Si	Si	Si	Queso fresco, jamón, leche evaporada.
0.87 a 0.89	Si	No	Si	Leche condensada azucarada, quesos curados, carne seca, tocino.
0.80 a 0.86	No	Si	Si	
0.71 a 0.79	No	Si	No	Mermeladas, mazapán, higos secos.
0.60 a 0.70	No	Si	Si	Frutos secos, jarabe de maíz, nueces.
Menor a 0.60	No	No	No	Caramelos, miel, cacao, galletas, dulces, leche en polvo, fideos.

Barreiro Méndez José A. y Sandoval Briceño Aleida J., Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas, pp. 53

La relación entre la actividad del agua y el contenido de agua o humedad a una temperatura dada deben calcularse empíricamente para cada producto, obteniendo las isothermas de adsorción. Para un mismo contenido de agua o humedad, no tendrá necesariamente el mismo valor de actividad del agua una isoterma de adsorción que una isoterma de desorción.



<http://avibert.blogspot.com/2011/04/actividad-del-agua-concepto-e.html>

Figura 3. Actividad de Agua.

La actividad del agua es probablemente el parámetro más importante en el campo de la conservación de alimentos ya que es un indicador del crecimiento microbiano de los alimentos y de la velocidad de deterioro. También es un indicador de propiedades físicas, tales como la textura, color, el sabor, la consistencia y el aroma (Barreiro y Sandoval, 2006).

1.2. TECNOLOGÍAS TRADICIONALES

Estas incluyen el salado, el curado, el ahumado, el escabeche, el secado, y el uso de altas y bajas temperaturas (Aguilar, 2012).

1.2.1. BAJAS TEMPERATURAS

El efecto de las temperaturas bajas consiste en el retardo de las reacciones químicas, que retrasan o inhiben el crecimiento de los microorganismos o las enzimas presentes en los alimentos. Existe proporcionalidad directa entre la disminución de temperatura, la disminución de los microorganismos y su multiplicación.

A. REFRIGERACIÓN

Consiste en someter los alimentos a la acción de bajas temperaturas, sin alcanzar las de congelación. La temperatura y humedad deberán mantenerse uniformes, durante el período de conservación, dentro de los límites de tolerancia admitidos, en su caso, y ser la apropiada para cada tipo de producto.

Temperaturas apropiadas según género:

- Carne y Aves: 0-4°C
- Pescado: 0-3°C
- Frutas y Verduras: 7-10°C
- Lácteos: 0-8°C
- Productos cocinados: 0-4°C

En caso de existir una sola cámara esta deberá estar entre 0° y 4°C.

El resultado es que aumenta la vida útil de los alimentos y detiene o reduce la velocidad de crecimiento de gérmenes.



Figura 4. Refrigeración.

B. CONGELACIÓN

La congelación es una conservación a largo plazo, que se realiza mediante la conversión de agua en cristales de hielo y su almacenamiento a temperaturas de -18°C o menores, y con el fin de limitar que los microorganismos se desarrollen y afecten a los alimentos.

La congelación actúa a dos niveles:

- a) Disminuyendo la temperatura del alimento.
- b) Disminuyendo la A_w (congelando el agua disponible del alimento)

(Aguilar, 2012).



Figura 5. Congelación.

1.2.2. ALTAS TEMPERATURAS

El tratamiento de los alimentos por calor, como puede ser el escaldado, la pasteurización o la esterilización, son técnicas de conservación de larga duración. El objetivo principal del tratamiento térmico es eliminar e inhibir, de forma parcial o total, las enzimas y microorganismos que pueden alterar el alimento. En este tratamiento juega un papel importante el binomio tiempo y temperatura, ya que cuanto más alta es la temperatura y más largo el tiempo, el efecto será mayor (Internet-01).

A. ESCALDADO

El escaldado consiste en someter al alimento (materia prima) a alguno de los siguientes procesos, y que depende del alimento a tratar:

- a) *Escaldado con agua caliente*: Se somete al alimento a una inmersión en agua caliente a una temperatura de 85°C a 98°C. Puede ocurrir la extracción de algunas vitaminas y minerales importantes para la nutrición.
- b) *Escaldado por vapor*: Se expone el alimento al vapor vivo. Con este método los productos retienen su valor nutricional, pero resulta menos eficiente, ya que requiere mayor tiempo para la inactivación de enzimas.

- c) *Escaldado por químicos*: Se realiza mediante la adición de un químico, utilizando compuestos como dióxido de azufre o sulfitos, y que reaccionan con compuestos fenólicos, inactivando enzimas. Se utiliza cuando los dos métodos anteriores provocan daños graves al alimento, como en el caso del higo o la fresa, ya que éstos son muy delicados.

El escaldado es más utilizado en el caso de frutas y hortalizas, aunque también se utiliza de forma similar en los crustáceos y aves para la limpieza y eliminación de partes no comestibles.



Figura 6. Escaldado.

B. PASTEURIZACIÓN

Este es un tratamiento relativamente suave, y donde se pueden utilizarse temperaturas bajas de 60°C-65°C por tiempos prolongados, 30 min a 4 h; o temperaturas más altas, 75°C-90°C y tiempos muy cortos, menores a 5 min. Se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o meses. Normalmente la pasteurización debe ser acompañada de un rápido enfriamiento para eliminar los microorganismos patógenos.

Cabe señalar que la pasteurización no elimina todos los microorganismos, por lo que su vida de anaquel está limitada a la cantidad de microorganismos eliminados.

Este método se utiliza bastante en alimentos como la leche, el huevo líquido, o en alimentos con pH característicamente ácido, como los jugos de frutas, la cerveza, el vino, las hortalizas, los encurtidos, etc.



Figura 7. Equipos de Pasteurización.

C. ESTERILIZACIÓN

La esterilización elimina todos los microorganismos, patógenos o no, que puedan estar vivos en el alimento. Este método se relaciona con los productos que se envasan de manera hermética en latas o frascos de vidrio; y es un proceso muy drástico, en el que se somete al alimento a temperaturas entre 118°C y 121°C por diferentes intervalos de tiempo, y que pueden llegar hasta los 15 minutos.

Este proceso permite que el producto tenga mayor tiempo de caducidad. En muchas ocasiones, este método de conservación origina una disminución de la calidad nutricional y organoléptica del alimento (Aguilar, 2012).

1.2.3. DESHIDRATACIÓN

Consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, de una forma natural (cereales, legumbres) o por la acción de la mano del hombre, en la que se utiliza las propiedades del sol (pescado, carnes, frutas...), o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente (productos de disolución instantánea, como leche, café, té, chocolate, etc.) (Internet-02).



Figura 8. Alimentos Deshidratados.

A. SECADO

En este proceso se elimina el agua en forma de vapor de los alimentos líquidos o sólidos, su finalidad es prolongar la vida útil de los alimentos. El secado se realiza mediante dos mecanismos: por una evaporación del agua que contiene el alimento y por la eliminación del vapor de agua que se forma.

Para obtener un alimento de calidad, es indispensable cuidar la velocidad con que se realiza el secado, esta velocidad depende de los siguientes factores:

- a) La temperatura que depende del alimento, superficie del alimento a desecar, y sequedad del aire, ya que entre menor sea la humedad del aire que rodea al alimento, mayor será la velocidad de secado.
- b) Velocidad del movimiento del aire, entre más rápido fluya el aire en torno al alimento, la velocidad de secado aumentará.
- c) Si la presión atmosférica disminuye, ocasiona que disminuya el punto de ebullición.

Considerando estos factores, el secado de los alimentos se puede realizar aplicando las siguientes tecnologías:

- I. *Secado por aire o por contacto.*- Se realiza a la presión atmosférica normal, aplicando la transferencia de calor por conducción (se emplea una superficie de contacto caliente) o convección (se emplea aire). Los equipos deshidrata-

dores que se utilizan para provocar este secado artificial son: secadores solares (naturales o industriales) y secadores por gas caliente (de horno, de bandeja, de túnel, por arrastre neumático y por atomización).

- II. *Secado al vacío.*- Se realiza a presiones inferiores a la atmosfera, logrando que el vacío facilite la evaporación del agua. Se realiza con equipos de bandeja al vacío, u otros que apliquen vacío durante el proceso.
- III. *Crio-deshidratación o liofilización.*- Consiste en someter al alimento a un proceso de congelación seguido de una sublimación: paso del agua de estado sólido a vapor directamente, sin pasar por líquido.

La principal ventaja que presenta este método, a diferencia de otros, es que produce alimentos con alta concentración de nutrientes, los alimentos se hacen muy estables prolongando su vida de anaquel; además, con este método hay una gran reducción de costos al transportar y almacenar los alimentos.

Sin embargo, una de sus desventajas, es que no ofrece productos de calidad superior a los productos naturales, además de que no son completamente estériles, debido a que se pueden quedar bacterias que son muy resistentes al calor (productoras de esporas), y se pueden presentar algunas reacciones enzimáticas, reacciones de oxidación de las grasas y pérdida de vitaminas (ácido ascórbico).

Algunos de los alimentos que se someten con mayor frecuencia al método de conservación por secado están las ciruelas, los higos, los dátiles, las uvas, entre otros; y entre los productos que se deshidratan están la leche en polvo, el huevo en polvo, la carne en polvo, las papas deshidratadas, etc.

B. LIOFILIZACIÓN

La liofilización o también conocida como crio-deshidratación, es una variante de los métodos de conservación por reducción de contenido de agua y eliminación de calor. Es un método muy utilizado, aunque se limita a productos alimenticios de elevado costo; su principal ventaja es mantener la apariencia y textura de los alimentos, y una excelente reconstitución a diferencia de los otros métodos de secado.

Esta tecnología consiste en someter al alimento a un proceso de bajas temperaturas (congelación) y bajas presiones, seguido de una sublimación. Este proceso se logra

debido al denominado punto triple de las fases del agua, que permite el paso del agua sólida a vapor directamente, sin pasar por líquido.

Por lo tanto, este proceso se desarrolla en dos etapas:

- a) Ultra congelación, siempre por debajo de -20°C .
- b) Dsecación, donde se elimina alrededor del 90% del contenido acuoso.

Actualmente, este método se aplica a productos que requieren una excelente reconstitución, que los métodos convencionales de secado no ofrecen, como: café instantáneo, té instantáneo, extracto de especias, huevo en polvo, champiñones, mariscos para sopas en polvo; materias primas para alimentos procesados como carne en trozos, verduras, productos lácteos, fresas para la fabricación de helados, entre otros. Otra aplicación muy importante es para la preparación de alimentos destinados a hospitales y para astronautas.

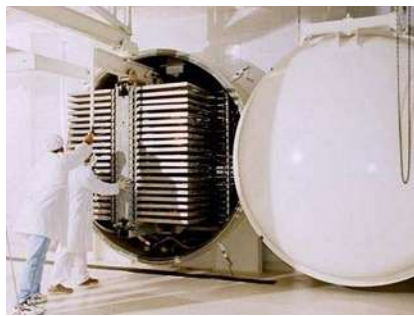


Figura 9. Liofilización.

C. EVAPORACIÓN

En este procedimiento, el agua se elimina por la aplicación de calor, hasta que el producto alcance la concentración de solutos deseados. Se aplica en la elaboración de productos lácteos y zumos de frutas.

La evaporación intensifica el color de los alimentos, por incremento de la concentración de sólidos y por la disminución de la actividad de agua. Pero estos cambios dependen del tiempo y la temperatura del tratamiento para obtener productos más parecidos organolépticamente y nutricional a los naturales. Las vitaminas principalmente son las que sufren más en el proceso de evaporación perdiéndose parcialmente o totalmente dependiendo de las temperaturas y tiempos.

Los productos de evaporados más comunes son la leche evaporada, leche condensada, salsa de tomate, mermelada, cajeta y concentrados de frutas (Aguilar, 2012).

D. BAÑO MARÍA

Es una de las formas caseras más habituales de conservación de alimentos por aplicación de calor. Se someten los productos a temperaturas entre 70°C-90°C, suficientes para destruir posibles gérmenes.

El proceso consiste en sumergir botes con el alimento elegido (suelen ser verduras), y tapado de forma hermética, dentro de una olla grande con agua (el agua debe cubrir bien el bote) hasta que llegue a hervir y mantenerlo durante un mínimo de unos 20 minutos. Pasado el tiempo necesario, que puede llegar a ser de una hora en función de lo tierno o duro que sea el producto que se quiera procesar, y se deja enfriar y se conservan los botes en un lugar fresco y oscuro hasta que se consuman.

El proceso de enfriamiento es importante en estos casos, ya que algunos microorganismos tienen su punto óptimo de desarrollo entre 40°C y 70°C. Es aconsejable etiquetar los botes para saber el día que se almacenaron. El tiempo que transcurre desde que se elaboran hasta que se ingieren pueden llegar a ser de semanas (Internet-01).



Figura 10. Equipo gastronómico de Baño María

1.2.4. MÉTODOS QUÍMICOS

Las funciones conservadoras de las sustancias químicas han tenido como finalidad prolongar la vida útil de muchos alimentos para el consumo, debido a sus propiedades como:

- a) *Anti pardeamiento*: obstaculizar o frenar el desarrollo de reacciones enzimáticas.
- b) *Antioxidante*: obstaculizar o frenar el desarrollo de reacciones oxidativas.
- c) *Antimicrobiana*: destruir la población microbiana contaminante, o al menos inhibir su crecimiento.

De acuerdo con su procedencia se pueden establecer cuatro grupos de sustancias:

1. Sustancias antimicrobianas.
2. Sustancias antimicrobianas adicionadas intencionalmente al alimento.
3. Sustancias bactericidas, contenidas en algunas especias, o elaboradas por algunos microorganismos.
4. Sustancias químicas, contenidas en las especias, o en sus aceites esenciales.

Cuando se aplican estos métodos de conservación, se distinguen los efectos benéficos que causan a los alimentos, de este modo, se pueden dividir en dos grupos, los métodos que sólo conservan, y los métodos que además de conservar, modifican las propiedades sensoriales del alimento (Aguilar, 2012).

A. SALADO

Se trata de un método muy antiguo que consiste en el agregado de sal junto a otros ingredientes y que acompaña a algunos tratamientos como secado, cocción, etc. La sal puede ser agregada antes de la preparación (salazón seca), o inyectada mediante una salmuera (salazón húmeda) (Internet-03).



Figura 11. Salado.

Para conservar carnes y aves, los microorganismos indeseables en las superficies de los mismos, que causan descomposición y enfermedades, se deben inactivar y destruir. Uno de los más efectivos para lograr esto es introducir sal dentro de la carne. El desa-

rollo de varios organismos indeseables que se encuentran normalmente en las carnes y aves curadas se inhibe con bajas concentraciones de sal. Así mismo, la temperatura debe ser lo suficientemente fría, menos de 5°C, para prevenir la descomposición.

La sal aporta sabor y ejerce un efecto conservador e influye en la textura y otras características de los encurtidos. Esta sal debe de ser de buena calidad, y debe presentar un bajo contenido en calcio, magnesio y hierro, un color blanco y debe encontrarse libre de bacterias halófilas y materias extrañas (Internet-04).

B. CURADO

Es un proceso de conservación y sazonado de alimentos, especialmente en carne y pescado, mediante la adición de una combinación de sal, azúcar, nitratos o nitritos. La industria cárnica resalta cuatro factores: sabor, olor, suavidad, rendimiento.

Sabor:

El azúcar es un ingrediente que se añade a los productos curados, sin embargo, da una parte mínima de la composición del sabor. Debido a la gran cantidad de sal utilizada, el azúcar sirve para reducir la dureza de la sal en la carne y aves curadas.

Color:

El desarrollo y conservación de un color rojo es muy importante en las operaciones de curado y ahumado de la carne. La posterior reducción de óxido nítrico o nitrito, el cual reacciona con la mioglobina (pigmento del músculo) para producir el color del curado, puede afectarse por diferentes condiciones ambientales como la temperatura, contenido de humedad, contenido de sal y el pH. Si el nitrito se usa como agente curante, no hay necesidad para que haya la etapa de reducción de nitrato y el desarrollo de color a curado es mucho más rápido.

El tiempo requerido para realizar el color curado se puede acortar con el uso de aceleradores de curado, ejemplos: ácido ascórbico, ácido eritórbito o sus derivados ascorbato de sodio y eritorbato de sodio. La carne curada pierde intensidad en presencia de luz y oxígeno.

Terneza:

La terneza es un problema en ciertos cortes de carnes de res que de puerco. Se ha puesto mayor interés en la terneza de la carne de res. Con el método original del cura-

do, el cual abarca largos periodos de tiempo con la introducción de inyección a las carnes se produce un curado rápido y altas temperaturas de ahumado producen carnes mucho más suaves.

Rendimiento:

Los factores que afectan el curado son:

Fosfatos: El principal propósito del fosfato es reducir la concentración cuando el producto se cocina, los fosfatos también aumentan la capacidad de retención de agua de las proteínas sin aumentar la sal del producto.

Otros factores son el tiempo, humedad y el tipo de cobertura usada ya sea impermeables o no.

Existen 3 métodos generales de curado con una serie de modificaciones.

- Curado por encurtido o solución de curado
- Curado en seco
- Curado seco salado

CURADO POR ENCURTIDO O SOLUCIÓN DE CURADO

Una solución de curado podría incluir:

Agua y sal

Agua, sal nitrato/nitrito.

Agua, sal, nitrato/nitrito, al que se le añadió azúcar, se pueden agregar otros ingredientes para mejorar el sabor.

CURADO EN SECO

El curado en seco incluye:

Solo sal

Sal, nitrato/nitrito

Sal, nitrato/nitrito con azúcar.

Las carnes curadas por este método pueden perder casi entre un 5% y un 20% de su peso, pudiendo además adquirir sabores no deseados.

CURADO SECO SALADO

Es la modificación del método curado en seco, incluye las mismas mezclas que el curado seco, excepto que al producto se le puede inyectar una solución de curado, justo antes de ser cubierto con la mezcla seca, el producto se puede humedecer para facilitar la penetración de la sal (Internet -05).



Figura 12. Curado en carnes.

C. AHUMADO

En la actualidad, el método de ahumado permite otorgar propiedades organolépticas a los alimentos. El ahumado se define como el procedimiento por el que se aplica a los alimentos humo para otorgar sabor a éstos y reforzar su color, olor o ambos, pudiendo prolongar la vida de anaquel de los mismos.

Este método se basa en el uso del humo al que se expone el alimento, el cual se produce por la combustión de materias primas como resinas, provenientes de árboles como el nogal, el encino, los árboles de frutas, el fresno, entre otros.

Al utilizar este proceso, el humo se agrega al alimento y produce el efecto de esterilizar, además agrega un sabor característico, agradable al paladar del consumidor. Los grados de temperatura del ahumado debe moverse entre 43°C-71°C, y los tiempos son muy variados.

Este método se aplica en diversos alimentos como pescados, jamón, carnes, entre otros productos de origen animal. El propósito de este procedimiento, principalmente es otorgar un acabado final al alimento, adicionando sabores agradables y color. Además, funciona como conservador ya que destruye microorganismos.

Generalmente, se usan maderas duras, como castaños; a veces se utilizan las maderas blandas, como álamos y abedul, aunque es muy raro; o también se usan las resinosas, como pinos y abetos. En ocasiones, se mezclan con plantas aromáticas, como tomillo o laurel.

Para que el humo tenga acción sobre el producto debe penetrar en él, y esta penetración se debe efectuar en primer lugar, con los componentes activos que se depositan sobre el producto, mediante el fenómeno de la adsorción; y en segundo lugar, estos compuestos se difunden hacia el interior, produciéndose una absorción del humo.

El método de ahumado se puede realizar en dos formas:

- 1) *Ahumado en frío*: Este método utiliza frecuentemente una temperatura inferior a los 30°C. Este proceso suele tener una duración bastante prolongada, y por consiguiente, puede implicar pérdidas elevadas a menudo.
- 2) *Ahumado en caliente*: “En esta modalidad, el producto recibe un calentamiento, y bajo estas condiciones de calor se expone el alimento a la acción de humos densos y calientes, muy húmedos y fuertemente agitados” (Aguilar, 2012).



Figura 13. Ahumado.

D. ESCABECHE

Este método consiste en la conservación de alimentos en vinagre, y al producto obtenido también se le conoce como marinado. La técnica consiste básicamente en el precocinado mediante un caldo de vinagre, aceite frito, vino, laurel y pimienta en grano. El producto puede conservarse en refrigeración y cubierto por el escabeche durante varios meses (Aguilar, 2012).



Figura 14. Verduras en escabeche.

E. FERMENTACIÓN

La conservación por fermentación depende de la conversión de azúcares a ácidos por la acción de ciertos microorganismos y de la imposibilidad de otros microorganismos de crecer en un medio ácido.

La fermentación se genera por algunas bacterias, levaduras, o ciertos mohos.

La fermentación se usa de manera positiva en la industria, incluso algunos productos necesitan de este proceso para lograr un sabor único; por ejemplo, el vino; una gran variedad de vinagres; la cerveza en todos sus derivados; diversos quesos, algunos de ellos no serían comestibles en ciertas culturas; derivados de la leche, como el yogurt; derivados de la carne como los embutidos; productos de panificación; aceitunas, etc.

En la industria se aplica constantemente en los líquidos y en las bebidas alcohólicas.

Existen cuatro tipos de fermentaciones que se aplican en la industria alimentaria, y dependen del alimento a conservar:

- *Fermentación acética.*- Esta es la fermentación bacteriana por *acetobacter*, que transforma el alcohol etílico en ácido acético (vinagre).
- *Fermentación alcohólica.*- Se origina por la actividad de algunos microorganismos que procesan los azúcares para obtener etanol, se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas como el vino, la cerveza, la sidra, etc.
- *Fermentación butírica.*- Se produce a partir de la lactosa (ácido láctico), con ácido butírico y gas que producen las bacterias butíricas de la putrefacción; se caracteriza por la aparición de ciertos olores.

- *Fermentación láctica*.- Se utiliza glucosa para obtener energía, siendo el producto de desecho el ácido láctico. Con esta fermentación se elaboran los yogures y los quesos (Aguilar, 2012).



Figura 15. Ejemplos de Fermentación alcohólica.

F. CONSERVADORES QUÍMICOS

Estos son agentes químicos capaces de inhibir, retardar o impedir procesos de fermentación, acidificación u otra alteración, además de enmascarar ciertos cambios que ocurren en el alimento.

Existen una gran variedad de productos químicos que pueden ser utilizados para la conservación de los alimentos, los más conocidos son el anhídrido sulfuroso, los ácidos benzoico, sórbico, salicílico, bórico, el formol, y diversos antioxidantes.

Para que un conservante sea autorizado, debe cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ No debe ser nocivo para el consumidor.
- ✓ No alterar la acción de las enzimas digestivas.
- ✓ Debe tener reacciones fáciles de identificación.
- ✓ No debe enmascarar productos averiados ni procesos tecnológicos deficientes.

1.3. TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Los métodos o procesos no térmicos de conservación son procesos alternativos o complementarios a los métodos tradicionales de conservación de alimentos. Brindan alimentos libres de microorganismos patógenos, se caracterizan por preservar colores, sabores, nutrientes, mejora la textura, y aumenta la vida de anaquel.

Principales:

- Altas presiones hidrostáticas (HPP)
- Pulsos eléctricos
- Irradiación
- Pulsos luminosos
- Ultrasonido
- Campos magnéticos
- Uso de productos químicos (O_3 , CO_2 , ClO_2 , agua electrolizada)
- Envases inteligentes (Internet-06).

1.3.1. ALTAS PRESIONES

Este proceso se basa en la exposición de los alimentos a muy altas presiones por diferentes periodos de tiempo. Las presiones de operación van desde los 200 hasta los 800 MPa y con tiempos de procesamiento desde algunos segundos hasta varios minutos. También se ha usado conjuntamente las altas presiones con temperaturas moderadas para incrementar la destrucción de los microorganismos.

Esta tecnología tiene alto potencial para generar nuevos productos debido a la creación de nuevas texturas y propiedades funcionales por su gran variabilidad de operación. Uno puede variar la presión, temperatura y tiempo de procesamiento y crear nuevos productos. Así mismo, ésta es la única tecnología emergente que garantiza la eliminación de esporas bacterianas e inhibición de enzimas (Meyer *et al*, 2000; Rodiles, 2007).



Figura 16. Equipos de altas presiones.

1.3.2. MICROONDAS

El calentamiento por microondas se basa en el uso de ondas electromagnéticas de ciertas frecuencias que generan calor en el alimento, siendo las más usadas de 915 y 2,450 MHz.

A diferencia de otros métodos térmicos donde el flujo de calor actúa de afuera hacia adentro del alimento, con las microondas ocurre lo contrario, el calor actúa desde el interior del alimento mediante vibraciones moleculares de los iones presentes en el agua del alimento. Esto hace que el calentamiento del alimento sea mucho más rápido y homogéneo, y por tanto, las moléculas sensibles al calor, como vitaminas, sabores y aromas, se retienen mucho mejor. La resistencia a la conductividad eléctrica, calor óhmico, es utilizada como principio en este tipo de tecnología. Hay una conversión directa entre energía eléctrica y calor (Curnutte, 1980; Butz y Tauscher, 2002; Rodiles, 2007).

Ejemplos de su uso son las salchichas, cereales pre-cocidos, el escaldado de frutas y vegetales previo al enlatado, evaporado, secado o congelado.



Figura 17. Microondas.

1.3.3. PULSOS DE CAMPOS ELÉCTRICOS

La tecnología de Pulsos de Campos Eléctricos (PEF: Pulsed Electric Fields) se basa en la aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje a un alimento que está situado entre dos electrodos en un tiempo de microsegundos. Las pulsaciones más usadas están en el rango de 20 a 80 kV/cm. El PEF se considera un proceso no térmico ya que el alimento es tratado a temperatura altas por tan sólo unos microsegundos, lo cual minimiza los posibles daños generados por calor a los nutrientes que componen al alimento.

Este método consiste en el rompimiento de la membrana celular de manera irreversible y que ocasiona con ello la lisis celular, dependiendo de la fuerza del campo eléctrico y del tiempo de tratamiento; así como de la temperatura, pH, conductividad eléctrica y fuerza iónica del alimento.

Se ha sugerido el uso de esta tecnología para alimentos tipo ácidos como son los jugos de frutas, así como para leches y otros alimentos líquidos. (Barbosa-Cánovas *et al*, 1999; Rodiles, 2007)

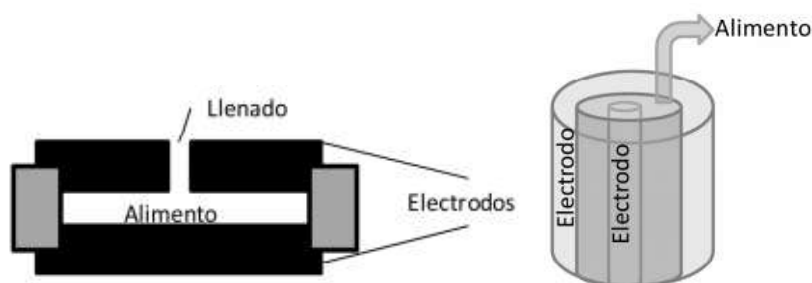


Figura 18. Pulsos De Campos Eléctricos.

1.3.4. PULSOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Se ha sugerido el uso de pulsos magnéticos para la conservación de alimentos, pero hoy en día no hay una certeza sobre su efecto antimicrobiano.



Figura 19. Equipo Pulsos Magnéticos.

El alimento es empacado en bolsas de plástico y sujeto a pulsos magnéticos oscilatorios con una frecuencia de onda entre 5 y 500 MHz y temperaturas menores a 50°C y con tiempos de exposición desde microsegundos hasta milisegundos. El flujo magnético

debe estar entre 5 y 50 Telsas. Frecuencias mayores a 500 MHz tienden a calentar demasiado el alimento a procesar (Butz y Tauscher, 2002; Rodiles, 2007).

1.3.5. ULTRASONIDO

Esta tecnología se basa en la transmisión de ondas mecánicas a través de materiales líquidos con frecuencias arriba de los 20 MHz. Se usan transductores especiales que transforman la energía eléctrica en energía mecánica que se expresa finalmente como ondas sónicas.

Estas ondas sonoras al viajar por sistemas líquidos crean periodos de expansión y contracción que generan burbujas que al romperse provocan temperaturas y presiones muy altas, proceso conocido como 'cavitación'.

El problema con este sistema son los altos costos para producir la energía sónica necesaria, sin embargo, se han podido utilizar equipos más económicos que están acompañados de otros procesos de conservación, tales como calor, pH, presión osmótica o compuestos antimicrobianos.

La magnitud de este proceso está en función de la frecuencia y amplitud de la onda, la viscosidad del medio, así como de la temperatura y presión del sistema. También es dependiente de la cantidad y tipo de microorganismos presentes en el alimento (Betts *et al*, 1999; Rodiles, 2007).



Figura 20. Ultrasonido en alimentos.

1.3.6. PULSOS LUMINOSOS

Esta técnica se aplica a los materiales y envases líquidos o sólidos.

Este método es de los más usados recientemente en las grandes empresas, debido principalmente a la gran demanda de producto, lo cual exige que se ofrezca a los consumidores, productos que puedan estar en los anaqueles mayor cantidad de tiempo. Se utiliza para esterilizar el interior de la capa del envase, de tal forma que se envasa al vacío, debido al grado de confianza en el material esterilizado por este método.

Esta técnica consiste en la aplicación de sucesivos de pulsos de luz blanca entre 0.01 y 50 J/cm² y de 1 a 20 pulsos aproximadamente. La luz que se transmite con los pulsos posee componentes UV que son capaces de dañar el ADN de los microorganismos, proteínas y hasta romper las membranas celulares. Todo ese daño dependerá de la frecuencia y duración de los pulsos de luz, la longitud de onda de la luz utilizada y distancia al producto a tratar.

Esta técnica tiene ventajas y desventajas; algunas de sus ventajas es que asegura un nivel muy alto de sanidad, higiene y esterilización, sin embargo, se limita a las grandes empresas debido a los elevados costos de producción, además, algunos esterilizadores cuentan con patente y se debe pagar por su uso y explotación comercial (Aguilar, 2012).



Figura 21. Equipo de pulsos luminosos.

1.3.7. PELÍCULAS COMESTIBLES

Las películas comestibles se definen como una o varias capas delgadas de un material que puede ser consumido por los seres vivos y que a la vez pueden actuar como barrera a la transferencia de agua, gases y solutos de alimentos y microorganismos.

La aplicación de las películas comestibles para la protección de los alimentos con el fin de prolongar su vida anaquel no es nada nuevo, menciona que desde los siglos XII y XIII en China se utilizaban ceras para recubrir a los cítricos retardando su desecación. En el siglo XVI sucedía que el recubrimiento de las frutas se llevaba a cabo con parafinas previniendo la pérdida de humedad del alimento.

Desde hace más de 50 años se ha estudiado y reportado en la literatura el uso de las películas comestibles, para extender el tiempo de vida de anaquel, incrementar la calidad debido a la frescura, para productos congelados y procesados. Las propiedades que ofrecen las películas comestibles dependen de los componentes de los cuales estén elaborados. Las películas pueden estar compuestas por: 1) proteínas (gelatina, caseína, etc.), 2) Celulosa, almidón o materiales con base en dextrina, 3) Alginatos y gomas, 4) Ceras, lípidos o derivados de los monoglicéridos y 5) La mezcla de cualquiera de estos grupos (Internet-07).



Figura 22. Película comestible.

1.3.8. ENCAPSULACIÓN

El método de encapsulación surgió desde por lo menos la década de 1930 y 1940 por la *National Cash Register* para la aplicación comercial de un tinte a partir de gelatina como agente encapsulante mediante un proceso de coacervación. La expansión de las microcápsulas se diversificó en diferentes ámbitos y productos.

Una de las características principales del encapsulado es que no guarda olores, es decir, el sabor que tiene el producto es el sabor y olor propio del alimento; no hay contaminación por el encapsulado, y esto elimina cualquier contaminación interna.

La encapsulación se presenta en diferentes colores, tamaños y formas, no hay límite para utilizar este método. De acuerdo a las exigencias de la industria y del requerimiento publicitario se elige el tipo de encapsulado. Ahora no sólo se requiere que el producto sea libre de microorganismos, sino que el encapsulado sea atractivo para el consumidor. El uso de este método se extiende a diversos sectores como perfumes, drogas, fertilizantes y precursores en impresiones.

La encapsulación es un procedimiento a través del cual algunas sustancias, como sabores, vitaminas y hasta aceites se colocan en una cápsula de un derivado de los plásticos, que evita la pérdida de sabor y consistencia; y se protege de las reacciones que puedan provocar oxidación por el calor, la luz u oxígeno. Otra de las ventajas del encapsulado es que libera los conservadores gradualmente al alimento, es decir, “no se libera todo de inmediato, sino que se va liberando poco a poco”.

Otros productos que se encapsulan son los almidones de papa, el trigo, el maíz, y el arroz, principalmente (Aguilar, 2012).

1.3.9. CONSERVADORES BIOLÓGICOS

La definición de conservadores biológicos aplica a las células microbianas enteras o sus metabolitos que se usan como conservadores. En la mayoría de los casos los microorganismos que se utilizan son bacterias lácticas en productos como lácteos fermentados, productos cárnicos, y pescado; pseudomonas para verduras frescas; levaduras y mohos en quesos.

Estos son microorganismos o sus metabolitos (antibióticos, ácidos, bacteriocinas), que inhiben a otros microorganismos. Los conservantes pueden ser bacteriostáticos y/o bactericidas, dependiendo de que causen la estabilidad de la población microbiana existente por impedir su crecimiento o que los destruyan y desaparezca la población microbiana (Silla, 2004.)

Los alimentos fermentados se consumen en gran cantidad desde los años 70, principalmente, yogures, embutidos fermentados, kéfir y, en algunas culturas orientales, kumis y tofu. Precisamente, la razón de su gran consumo es porque los consumidores los consideran muy saludables y naturales. No les importa comer millones de microorga-

nismos vivos porque saben que no les perjudican sino, al contrario, les beneficia. Por ese motivo, actualmente, se introducen estos microorganismos beneficiosos en otros alimentos que no son fermentados para conservarlos y aumentar su potencial como saludables.

Las propiedades antibacterianas de algunos microorganismos han centrado el interés de los investigadores en alimentación en las últimas décadas. Han surgido diversos tipos de biocontrol para la conservación de alimentos. Los modos de inhibición del crecimiento bacteriano no deseado (los contaminantes que queremos inhibir) por parte de los microorganismos que empleamos como conservadores varían desde competitividad por los nutrientes a la producción de metabolitos capaces de inhibir el crecimiento de otras bacterias: peróxido de hidrógeno, bacteriocinas, ácidos y antibióticos.

Los microorganismos más empleados como conservadores, actualmente, son las bacterias lácticas. Para un buen desarrollo de las bacterias lácticas utilizadas como conservadoras es necesario que existan azúcares y un potencial de óxido-reducción no elevada, y que se multipliquen rápidamente para que se adueñen del ecosistema.

Los azúcares que se agregan a los alimentos que van a ser fermentados, tienen que ser metabolizados por las bacterias lácticas, en ello se basa el proceso fermentativo, dando lugar a una serie de ácidos débiles que, con su poder acidificante, inhibirán a aquellos microorganismos no capaces de soportar este tipo de ambiente (casi todos los patógenos), además de otorgar el sabor típico de estos productos. Debido a las rutas fermentativas de las bacterias lácticas, se emplean determinados azúcares, los denominados pre biotas, como potenciadores del desarrollo de estas bacterias conservadoras de alimentos. El bajo potencial óxido-reducción permite que las bacterias ácido lácticas crezcan más rápidamente que otras fermentadoras aerobias gracias a que las ácido lácticas son micro aerófilas.

Estos son preparados a base de bacterias lácticas y ocasionalmente sus enzimas, sobre un sustrato inerte o azucarado, Estas bacterias, además de inducir la fermentación láctica, provocando una mayor ingestión por el animal y mejoran la utilización del nitrógeno (Gómez de Barreda, 2005).



Figura 23. Bacteriocinas.

1.3.10. IRRADIACIÓN

La irradiación es una técnica que potencializa la oportunidad de pasteurizar alimentos que se encuentran en estado de congelación. La irradiación ofrece una gran oportunidad de reemplazar ciertos conservadores químicos que se pueden considerar riesgosos. La irradiación utiliza ciertos elementos radiactivos que generan ciertas ondas electromagnéticas, conocidos como rayos gamma, que son extremadamente eficientes para eliminar bacterias y otros microorganismos.

Existen dos elementos utilizados en la irradiación, “el cobalto 60 y el cesio 137, los cuales son dos isotopos radiactivos disponibles como subproductos de la industria energética nuclear”. Cuando se utiliza la irradiación se consigue eliminar por completo las amenazas que descomponen los alimentos.

Existe una norma o regla conocida como dosis de radiación, esta dosis se denomina grados de gray (Gy). Un gray se puede considerar como una dosis por kilogramo. Cuando se usa la radiación, los rayos gamma que son los que actúan en los alimentos, son capaces y eficaces de entrar en los alimentos o en cualquier sustancia. La radiación logra su objetivo al eliminar a los microorganismos.

Existen tres niveles de tratamiento por radiación:

- Radurización.- Bajas dosis, menores de 1 kgy.
- Radicidación.- Dosis moderadas, de 1 a 10 Kgy.
- Radapertización.- Dosis elevadas, mayores de 10 Kgy.



Figura 24. Irradiación

Las radiaciones ionizantes son emanaciones de fotones que desplazan electrones de las bacterias, por lo tanto, cuando existe separación de las bacterias o microorganismos, éstas no pueden sobrevivir porque no hay unión entre ellas. Existen dos subtipos de irradiación ionizante, “las radiaciones beta y los rayos gamma” (Aguilar, 2012).

2. LA LECHE

Se trata de una emulsión de grasas en agua, estabilizada por una dispersión coloidal de proteínas en una solución de sales, vitaminas, péptidos, lactosa, oligosacáridos, caseína y otras proteínas. La leche también contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos (carotenos, xantofilas, riboflavina), células (epiteliales, leucocitos, bacterias y levaduras), dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno. La leche constituye un sistema complejo.

La leche obtenida de la vaca deberá de estar libre de toda enfermedad infecto-contagiosa tal como tuberculosis, brucelosis y mastitis. La leche deberá someterse a un proceso de filtración y enfriada inmediatamente a 4°C.

Desde el punto de vista sensorial, se puede caracterizar como un líquido blanco y opaco, un poco más pesado que el agua y ligeramente pegajosa, más o menos amarillenta según el contenido de carotenos de la materia grasa, de sabor dulce y agradable y ligeramente azucarado y de olor poco marcado pero particular. (Internet- 08)



Figura 25. La Leche.

2.1. NORMAL OFICIAL MEXICANA

Esta norma NOM-184-SSA1-2002 Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias, establece las especificaciones sanitarias que deben cumplir la leche, fórmulas lácteas y productos lácteos combinado.

La leche que se emplee como materia prima debe cumplir con lo siguiente:

- No presentar materias extrañas, conservadores ni sustancias neutralizantes.
- No coagular por ebullición.
- Presentar prueba de alcohol al 68% negativa.
- Presentar prueba de inhibidores bacterianos, negativa; detectados por métodos fisicoquímicos y microbiológicos.

La leche, fórmulas lácteas y productos lácteos combinados, deben someterse a pasteurización, ultra pasteurización, esterilización o deshidratación, conforme a lo siguiente:

- **Pasteurización Lenta.**- Los productos se someterán a una temperatura de 63°C por un periodo mínimo de 30 min, u otra relación de tiempo y temperatura equivalente.
- **Pasteurización Rápida.**- Los productos se someterán a una temperatura de 72°C, por un periodo mínimo de 15 segundos, u otra relación de tiempo y temperatura equivalente.

- **Pasteurización Ultra Rápida.**- Los productos que se someten a una temperatura de 135°-149°C por 2 a 8 segundos, que sean equivalentes a la permanencia de tiempo y temperatura.

Los agentes esterilizantes deben cumplir con las siguientes características: tener actividad esporicida, se debe evaporar fácilmente de la superficie del envase, y no debe reaccionar con el producto.

En caso de utilizar peróxido de hidrógeno, éste debe cumplir con lo siguiente:

- Sólo se permite su empleo para efectos de desinfección de los envases.
- Emplearse en una concentración de 30 al 50%.

El producto debe ser envasado asépticamente en envases que cuenten con barreras para proteger el producto del oxígeno y la luz, y llenarse en ausencia de aire. El cierre de los envases debe ser hermético y llevar a cabo las pruebas para su control y los registros correspondientes.

Los productos sometidos a deshidratación deben cumplir con lo siguiente:

- Los que se utilicen como materia prima deben ser pasteurizados previamente a la deshidratación.
- Todos los productos deben contener de 310 a 760 g/L de Retinol y de 5 a 7.5 g/L de Vitamina D3.

2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La leche es un líquido de composición compleja, pero se acepta en forma general que está formada aproximadamente por un 87.5% de agua y el resto sólidos o materia seca total, que incluye carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales.

El agua es el soporte de los componentes sólidos de la leche y se encuentra presente en dos estados: como agua libre que es la mayor parte y como agua absorbida en la superficie de los componentes.

La composición de la leche vacuna en forma general se presenta en la siguiente tabla 3. Esta composición es leche cruda sin adición de ninguna vitamina. Cabe señalar que 100 g de leche poseen 1.86% de ácidos grasos saturados, 0.81% de ácidos grasos monoinsaturados, y 0.20% de ácidos grasos poliinsaturados, y 10 mg de colesterol.

Tabla 3. Composición Leche Bronca. 100 g. %

Energía	61 kcal
Agua	88.13
Carbohidratos	4.78
Fibra	-
Proteínas	3.15
Lípidos	3.27
Cenizas	0.67

<https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/leche.pdf>

Cabe señalar que no es fácil precisar con certeza los mismos, pues dependen de una serie de factores, aun para una misma vaca. Además, no solo varía la composición, sino también la producción.

Tabla 4. Factores en la Producción de la Leche

FISIOLÓGICOS	AMBIENTALES
Genéticos: especie, raza	Época de parto
Edad	Enfermedades
Número de lactancia	Factores climáticos: temperatura, humedad
Gestación	Ordeño: frecuencia e intervalo
Período seco	Alimentación: Pre y posparto, naturaleza y
Estado corporal al parto	composición de la dieta, balance de dieta
Momento de la lactancia	

<http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/Teoricos/FACTores.pdf>

Esto hace que no todas las leches sean iguales en sus propiedades, y la variación en la composición hace que determinadas leches sean útiles para la elaboración de un cierto derivado lácteo, pero a su vez es inapropiada para otros. De la misma manera, se tendrá algunas leches más nutritivas que otras (Internet-09).

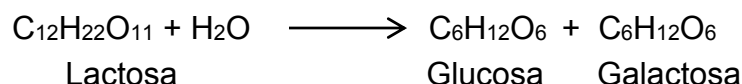
2.2.1. CARBOHIDRATOS

El carbohidrato principal de la leche es la lactosa. Éste es un glúcido neutro, cuya fórmula general es: $(C_{12}H_{22}O_{11})$, y está formado por la unión de glucosa y galactosa. También se pueden encontrar además de la lactosa otros glúcidos como los nitroge-

dos entre los cuales se encuentran la glucosamina N-acetilada, que se encuentra ligada a los glúcidos neutros y los glúcidos ácidos como el ácido siálico.

A. LACTOSA

Representa el 97.5% de los glúcidos de la leche. Es un disacárido formado por glucosa y galactosa, y se encuentra en solución en la fase acuosa de la leche.



Este glucósido no se encuentra en el reino vegetal, y de hecho se limita de manera exclusiva a las glándulas mamarias de animales en lactancia. Este es menos soluble que los otros disacáridos, y sólo una sexta parte de dulce que la glucosa. Por hidrólisis proporciona glucosa y galactosa (Internet-10).

Este azúcar tiene importancia clínica en personas que carecen de la enzima lactasa, y por ello no pueden hidrolizarla con eficiencia y generando problemas gastrointestinales. Para que el intestino pueda absorber este azúcar doble, el intestino delgado segrega la enzima lactasa. La lactasa descompone la lactosa en los dos azúcares sencillos que la componen, y éstos pueden pasar ya por la mucosa intestinal e ir a parar a la sangre.

Si el intestino delgado produce muy poca lactasa, o nada, no puede descomponer la lactosa ingerida con los alimentos y ésta pasa al intestino grueso en forma de disacárido. Allí sirve de alimento para la flora intestinal y se producen detritos que producen molestias. La lactosa tiene la propiedad de combinarse con el agua. Si la lactosa no se descompone y pasa al intestino grueso, lo hace acompañada de agua. Al mismo tiempo, los ácidos procedentes de la descomposición bacteriana provocan movimientos intestinales. Todo esto produce diarrea. Además, los gases que se producen dilatan el intestino produciendo flato. Las mucosas intestinales se deterioran y se produce un desequilibrio de la flora intestinal. Los detritos metabólicos pueden atravesar la pared del intestino y la sangre se encarga de distribuirlos por todo el organismo.

La descomposición bacteriana de la lactosa en el intestino grueso produce ácido láctico, ácido acético, dióxido de carbono, metano e hidrógeno. Estas sustancias son responsables de las molestias tales como gases, flato y diarreas.

Tipos de intolerancia a la lactosa:

- *Carencia congénita de lactosa*: Intolerancia de nacimiento. El bebé no tolera la lactosa.
- *Carencia primaria de lactasa*: La tolerancia a la lactosa disminuye con el paso de los años.
- *Carencia secundaria de lactasa*: Intolerancia parcial o total a la lactosa a consecuencia de una enfermedad.

Si hay alguna sospecha que pueda tener problemas con la tolerancia a la lactosa, es necesario ir con un médico para realizar los análisis necesarios.

La glucosa es conocida como dextrosa. Abunda en frutas, maíz dulce, jarabe de maíz, miel y ciertas raíces. Es el principal producto que se forma por la hidrólisis de carbohidratos más complejos en el proceso de la digestión y la forma de azúcar que se encuentra normalmente en el torrente sanguíneo. Se oxida en las células como fuente de energía y se almacena en el hígado y los músculos en forma de glucógeno. Normalmente, el sistema nervioso central sólo puede utilizar glucosa como principal fuente de combustible.

La galactosa no se encuentra libre en la naturaleza sino que se produce a partir de la lactosa (azúcar de la leche) por hidrólisis en el proceso de la digestión (Internet-11).

La lactosa se encuentra en todos los tipos de leche. La de la leche materna favorece la formación de las neuronas y por lo tanto, el desarrollo del cerebro. La leche de vaca contiene proporcionalmente menos lactosa y más calcio, para permitir un rápido desarrollo de los huesos (Simone y Lanzenberger, 2006).

2.2.2. LÍPIDOS

Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O pudiendo contener además N, P y S. Se pueden clasificar de diferentes maneras, ejemplos: grasas y aceites; o lípidos saponificables y no saponificables. Las sustancias saponificables comprenden principalmente los triglicéridos y fosfolípidos, son aquellos que pueden sufrir hidrólisis en presencia de una base como NaOH o KOH. Las sustancias insaponificables comprenden a las vitaminas y los carotenoides, y no se hidrolizan en presencia de una base.

Tabla 5. Clasificación Lípidos por Saponificación

Lípidos saponificables	Lípidos simples u Hololípidos	Acilglicéridos o glicéridos	
		Céridos	
	Lípidos complejos o Heterolípidos	Fosfolípidos	Glicerofosfolípidos Esfingofosfolípidos
		Glucolípidos	Gliceroglucolípidos Esfingoglucolípidos
Lípidos insaponificables	Esteroides		
	Terpenos		
	Prostaglandinas		

Audesirk et al, Biología: La vida en la tierra, pp.43

Los lípidos sólidos a temperatura ambiente se les llaman grasas y los que son líquidos se les llaman aceites. Las grasas y aceites se forman mediante síntesis por deshidratación a partir de tres subunidades de ácido graso y una molécula de glicerol. El glicerol es una molécula corta de tres carbonos que tiene un grupo hidroxilo (-OH) en cada uno de los carbonos (Audesirk et al, 2003).

A. ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos no se encuentran libres si no que se obtienen por la hidrólisis de otros lípidos. Están formados por una larga cadena hidrocarbonada y un grupo ácido carboxilo. Tienen un número par de átomos de carbono, generalmente entre 12 y 24, y pueden ser saturados o insaturados y suelen adoptar formas de zigzag.

Los ácidos grasos se caracterizan por tener enlaces simples, e incluyen principalmente al ácido palmítico que abunda en la manteca y el cacao y su punto de fusión es de 62.85°C. También se incluye al ácido esteárico. Los ácidos grasos insaturados se caracterizan por tener dobles enlaces y se incluye al ácido oleico, y los ácidos grasos esenciales, llamados omega 3 y omega 6.

PROPIEDADES FÍSICAS:

Estos son bipolares o anfipáticos. La larga cadena hidrocarbonada es hidrófoba y el grupo carboxilo es hidrófilo. Debido a esta propiedad, cuando se encuentran en medios acuosos, los grupos hidrófilos se orientan hacia las moléculas de agua mientras que los

hidrófobos se alejan de esta. Así se explica la formación de películas superficiales de ácidos grasos formando bicapas, mono capas y micelas. Las cadenas se unen mediante fuerzas de Van der Waals.

Punto de fusión. Esta es la cantidad de energía necesaria para romper los enlaces entre las moléculas. El punto de fusión de los ácidos grasos insaturados es menor que el de los saturados y asciende cuando aumenta el número de carbonos que posee la molécula. Por eso los animales homeotermos tienen preferencia por ácidos grasos saturados.

Isomería cis-trans. Ésta solo la poseen los ácidos grasos insaturados debido a la configuración espacial que adoptan respecto al doble enlace. En la configuración cis, los restos R1 y R2 de la cadena alifática se sitúan al mismo lado del doble enlace. En la configuración trans, los restos R1 y R2 se sitúan en lados contrarios. La mayoría presentan configuración cis, lo que obliga a torcer la cadena formando cadenas dobladas o curvadas.

Las grasas trans se forman cuando un aceite es parcialmente hidrogenado. El proceso convierte a los aceites en un líquido más estable o en un elemento semisólido. Estas se encuentran naturalmente en algunos alimentos como los productos horneados, fritos, la margarina, carnes y productos lácteos. Investigaciones recientes han indicado que este tipo de grasas pueden ser nocivas para la salud, fundamentalmente debido a que elevan el colesterol “malo” (LDL) y los triglicéridos.

PROPIEDADES QUÍMICAS:

La esterificación consiste en la unión de un ácido graso con un alcohol para obtener un éster, con liberación de una molécula de agua. Los ácidos grasos se unen al glicerol para formar los llamados acilglicéridos: mono, di y triglicéridos.

La saponificación consiste en la unión de un ácido graso con una base fuerte, normalmente KOH o NaOH, para obtener una sal de ácido graso conocida como jabón y con liberación de una molécula de agua. Los lípidos saponificables son aquellos que por hidrólisis dan ácidos grasos y por tanto pueden realizar la reacción de saponificación en presencia de una base, dando lugar a una sal de ácido graso llamada jabón (Bellido y Roman, 2006).

B. ACILGLICÉRIDOS

Se llaman también glicéridos y son ésteres formados por una glicerina con uno, dos o tres ácidos grasos formados mediante una reacción de condensación llamada esterificación.

Se forma un monoglicérido si se une a un ácido graso, un diglicérido si se unen dos, y un triglicérido si se unen a tres.

Los aceites y las grasas son sustancias de origen vegetal o animal, son mezclas de ésteres de glicerina con tres ácidos grasos, es decir triglicéridos. Los ácidos grasos pueden ser todos idénticos o diferentes. La naturaleza de estos ácidos grasos y la cantidad de cada uno en los triglicéridos dan moléculas de aspecto sólido a temperatura ambiente (grasas), o de aspecto líquido (aceites); los aceites tienen un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados.

Ácidos grasos saturados: butírico (4), amílico (5), caproico (6), láurico (12), mirístico (14), palmítico (16) y esteárico (18).

Ácidos grasos insaturados: palmitoléico (16), oleico (18), erúcido (22), araquidónico (20), linoleico (18) y linolénico (18).

Las grasas y aceites se pueden clasificar según su procedencia en:

- Vegetales: De semillas: girasol, uva, germen de maíz, linaza, etc., o de frutos: coco, palma, oliva, cacao, etc.
- Animales: Grasas de matadero de vacunos, cerdos, ovinos, etc.
- Marinos: Aceite de pescado, ballena, etc.

Estos productos juegan un papel importante en la alimentación, siendo un ingrediente vital en una dieta balanceada, por su aporte energético y por el suministro de ácidos grasos esenciales que nuestro organismo no sintetiza, como el linoleico, importante en el tejido nervioso.

Los seres humanos ingieren diariamente sustancias grasas tales como aceite, manteca, mantequilla, margarina, etc. Algunos de ellos son:

- Aceite: Materia grasa fluida y exenta de turbidez a 15°C.
- Manteca: Triglicéridos obtenidos de tejido adiposo de animales con punto de fusión máximo de 40°C.

- Grasa: Triglicéridos obtenidos de tejido adiposo de animales, pero con punto de fusión máximo 43°C.
- Mantequilla: Constituyente graso de la leche de vaca pasteurizada.
- Margarina: Producto graso formado por emulsión de agua y/o leche, en grasas o aceites comestibles y que no procedan de la leche.

Los aceites y grasas además de ser alimentos indispensables se utilizan industrialmente en la fabricación de jabones, pinturas, barnices, lubricantes, plásticos, etc. (Internet-12).

C. TRIGLICÉRIDOS

Los ácidos grasos de la leche al combinarse con el glicerol forman los triglicéridos y sus mezclas conforman la grasa de la leche. Los triglicéridos constituyen cerca del 98% del contenido de los lípidos de la leche y por lo tanto son los responsables de las características de la grasa láctea.

Estas características varían según la composición de los ácidos grasos. Existen un número grande de triglicéridos en la leche de acuerdo a las diferentes combinaciones de los ácidos grasos que puedan ocurrir. El ácido graso más abundante es el oleico que al combinarse con el linoleico y los ácidos grasos de cadena más corta como el butírico y el caproico, influyen en el bajo punto de fusión de la leche (Internet-13).

D. FOSFOLÍPIDOS

Los fosfolípidos son grasas que contienen fósforo y aminos y son los lípidos compuestos más abundantes en la leche. La mayoría presentan dos grupos, uno ácido y otro básico por lo tanto son bastante polares e hidrófilos, es decir que tienen la capacidad de absorber agua y como consecuencia de ello hincharse, sin embargo no son totalmente solubles. Por ser agentes altamente emulsificante, influyen en la estabilidad de la materia grasa. Estos son bastante tenso-activos y se asocian con las proteínas para formar las lipoproteínas, las cuales algunas se encuentran en la membranas de los glóbulos grasos y otras se encuentran en el plasma de la leche formando “los microsomas de la leche”.

Los fosfolípidos de la leche están constituidos por lecitina en un 30%; cefalina en un 45%; y esfingomielina en un 25%. Los ácidos grasos insaturados de la lecitina y la materia grasa al oxidarse forman la trimetilamina $N(CH_3)_3$ que le imparte un aroma a pescado (Internet-10).

C. COLESTEROL

El colesterol es una sustancia grasa, que forma parte de la estructura de las membranas de cada célula y de la capa que envuelve a los nervios. Nuestro cuerpo lo produce y es necesario en cantidades adecuadas, para el funcionamiento correcto del organismo.

El colesterol sérico o sanguíneo se eleva cuando abusamos de los alimentos cuyo contenido de colesterol es alto y también cuando existen defectos del organismo en la síntesis de colesterol, por alteraciones genéticas.

El funcionamiento de nuestro organismo es afectado cuando aumenta el consumo de colesterol. El hígado, al recibir directamente estas sustancia en mayor cantidad, disminuye la extracción de partículas con alto contenido de colesterol. Además, cuando consumimos más calorías de las requeridas provocamos un aumento en la síntesis o unión de fracciones que contienen cantidades considerables de colesterol. De esta manera, una arteria puede taparse por completo, y cuando esto ocurre en las coronarias, se produce un infarto. Cabe aclarar que, de igual manera puede suceder con una arteria del cerebro o de los miembros pélvicos, ocasionando también graves daños o incluso la muerte.

La arteriosclerosis puede tener sus inicios en la niñez, por tanto, se debe vigilar el consumo de grasa y colesterol en los niños a partir de los dos años. Los hábitos dietéticos adquiridos durante la infancia son los que generalmente se mantienen en la vida del adulto. Así que una dieta adecuada ayudará a conservar niveles de colesterol con tendencia a lo normal, y probablemente será más difícil observar obesidad cuando se sobrepasen los cuarenta años de edad.

Si reducimos la ingesta de colesterol, reducimos parcialmente el riesgo de un infarto. Pero la cantidad adecuada para cada individuo lo indica el propio organismo, según sea el caso (Aude, 2004).

El colesterol está encerrado en un conjunto de proteínas y de grasas que se llama lipoproteínas. Estas lipoproteínas transportan el colesterol hasta las células que lo necesitan. Las lipoproteínas que transportan el colesterol son principalmente de dos clases. Algunas son muy densas, se las denomina HDL o LDL. El transportador empleado es lo que permite diferenciar al colesterol bueno del malo.

El HDL es un transportador modelo. Recupera al colesterol sobrante en el organismo y lo lleva hacia el hígado, donde se elimina. El colesterol HDL limpia las arterias. Cuanto

más elevado, más eficaz es este mecanismo de retorno y de limpieza, y menos riesgo hay de infarto.

El LDL es el que aporta el colesterol fabricado por el hígado a los diferentes órganos. Cuando por la sangre circula demasiado LDL, hay un riesgo alto de que se deposite sobre la pared de las arterias, donde forma entonces placas llamadas ateromas. Por esta razón, el colesterol LDL es llamado colesterol malo . La formación de placas de ateroma; llamada aterosclerosis, puede conducir a una obstrucción total de la arteria, un bloqueo de la circulación sanguínea responsable de accidentes cardiovasculares.

La aterosclerosis es un proceso lento e insidioso. Puede pasar desapercibido durante varios años, y manifestarse después de modo brutal y dramático. Al principio se forman placas pequeñas, que no obstaculizan demasiado la circulación sanguínea. Con el curso de los años, si el exceso de colesterol persiste, la pared arterial se espesa y se endurece, la placa se hace más gruesa, lo cual provoca un estrechamiento del diámetro de la arteria: la sangre circula con más dificultad. Lo más grave sobreviene cuando la pared está en mal estado, inestable. Entonces pueden desprenderse partes de placas, que circulan por la sangre y van a obstruir una arteria más pequeña. Es el infarto o el ataque cerebral, según se trate de una arteria del corazón o del cerebro. Por consiguiente, la prevención es fundamental (Breuleux-Jacquesson, 2009).

2.2.3. PROTEÍNAS

Las sustancias nitrogenadas de la leche se pueden clasificar en tres grupos: caseínas o sustancias que forman el queso propiamente, las llamadas proteínas del suero, y las sustancias nitrogenadas no proteicas. El grupo de las caseínas conforman del 78% al 80% de las proteínas de la leche.

Las proteínas de la leche tienen una estructura definida pero cuando la leche es sometida a diferentes tratamientos esta estructura puede cambiar. La estructura primaria está conformada por el ordenamiento de la cadena peptídica y su estabilidad se debe al enlace peptídico o de covalencia entre los aminoácidos de la cadena. La estructura secundaria o espacial constituye las cadenas de aminoácidos que se unen y formando tres tipos de estructuras: hélices, hojas plegadas, y giros. La estructura terciaria está conformada por varias cadenas replegadas sobre sí mismas mediante uniones de las estructuras secundarias. Su estabilidad se debe a los puentes de disulfuro existentes entre los aminoácidos sulfurados tipo cistina, y las fuerzas hidrofóbicas. La estructura cuaternaria es una unión muy frágil de monómeros o pequeñas unidades moleculares,

con enlaces poco energéticos, es decir, es la suma de estructuras terciarias (Internet-14).

A. CASEÍNAS

Estas están compuestas de proteínas fosfatadas y contiene también calcio con el cual forma un complejo calcio-caseína. La caseína es el componente principal de la proteína de la leche y representa cerca del 80% de la proteína total, además de participar en muchos procesos tecnológicos, por ejemplo la producción de quesos. La caseína es única en su naturaleza y no existe ninguna sustancia parecida en la sangre ni en los tejidos del animal.

La caseína obtenida comercialmente tiene un color blanco amarillento y de forma granular, pero la obtenida en forma natural es blanca, inodora e insípida; el color blanco contribuye al color de la leche. La caseína se encuentra en la leche en forma de pequeñas partículas o micelas de caseína en suspensión y carece de homogeneidad ya que consta de varias fracciones.

Este componente proteico está conformado por diferentes fracciones o tipos de caseína que se denominan con letras griegas, las más importantes son las caseínas α , β y γ , así como la caseína sigma.

Tabla 6. Tipos de Caseínas

Tipo	Número de Aminoácidos	Peso Molecular (Daltones)	Concentración en Leche descremada (g/L)
α_{s1} -CN	199	23,615	12-15
α_{s2} -CN	207	25,226	3-4
β -CN	209	24,023	9-11
κ -CN	169	19,037	2-4

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2834/1/63714H565.pdf>

Las caseínas α , β y γ , reaccionan con el calcio formando compuestos que precipitan produciéndose la coagulación de la leche, pero como la leche en forma natural contiene calcio, ocurriría en cualquier momento la coagulación, sin embargo para que esta precipitación no suceda la caseína K que es insensible al calcio, forma un especie de reves-

timiento protector en torno de las caseínas α , β y γ , e impiden que reaccionen con el calcio, manteniendo de esta manera la estabilidad de la proteína de la leche.

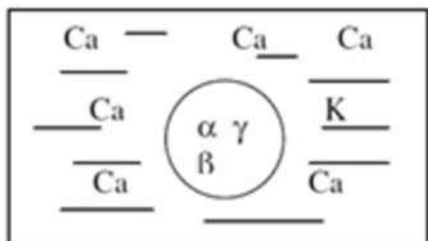


Figura 26. Micela de Caseína rodeada de Calcio.

La caseína puede ser precipitada en la leche por medio de ácidos diluidos que bajen el pH a 4.6, con alcohol o con la enzima renina.

Cuando es precipitada con ácidos se libera del calcio; pero con alcohol se precipita en forma de caseinato de calcio y con renina, normalmente considerada como cuajo, lo hace en forma de para-caseinato de calcio y contiene más calcio que el caseinato de calcio.

La caseína pura no se precipita con la aplicación de calor, pero cuando se encuentra en la leche puede precipitarse a 100°C (212°F) después de 12 horas, o cuando es expuesta a 120°C (248°F) por una hora, aunque si la leche está ligeramente ácida la aplicación de poco calor precipita la caseína.

La caseína es también conocida como la proteína insoluble de la leche y gracias a su coagulación es factible a la obtención de diversos productos. La caseína pura es muy usada en la industria para la manufactura de plásticos inflamables, peines, botones, marcos de anteojos e imitaciones de hueso y marfil, pinturas, ceras, bolas de billar, papel de alta calidad, jabón de tocador, tónicos, gomas para refrigeradoras, textiles y muchos otros más.

B. PROTEÍNAS DEL SUERO

En 2004 la “American Dairy Science Association” dio a conocer la nueva clasificación de las proteínas presentes en la leche. Estas se clasifican en dos grandes grupos. Las caseínas y las proteínas del suero. Las caseínas son aquellas proteínas que precipitan

a un pH de 4.6 a una temperatura de 20°C, mientras que las proteínas del suero son aquellas de la leche que quedan en solución a éste mismo pH y temperatura.

Las caseínas representan el 80% del total de proteínas de la leche y el correspondiente 20% restante a las proteínas del suero lácteo. Anteriormente se consideraba la existencia de las γ caseínas, pero hoy se consideran que éstas son un producto de la degradación de la β -caseína (Farell *et al*, 2004; Rodiles, 2007).

Por otro lado, el suero lácteo está formado por varias proteínas. Las proteínas del suero son los principales componentes alérgicos de la leche, pero su proteólisis tiende a disminuir este efecto (Chobert *et al*, 2006; Eigel *et al*, 1984; Rodiles, 2007).

Hoy en día se conoce la secuencia de aminoácidos de todas las caseínas y de la mayoría de las proteínas del suero (Farell *et al*, 2004; Rodiles, 2007).

Tabla 7. Proteínas del Suero Lácteo

Tipo	Número de Aminoácidos	Peso Molecular (Daltones)	Concentración en Leche descremada (g/L)
α -Lactoalbúmina	123	14,169	0.6-1.7
β -Lactoglobulina	162	18,363	2-4
Componente Secretor		63,750	0.02-0.1
Albúmina sérica	583	66,399	0.4
Lactoferrina	689	76,110	0.02-0.1
Inmunoglobulina G1	-	161,000	0.3-0.6
Inmunoglobulina G2	-	150,000	0.05
Inmunoglobulina A	-	385,000-417,000	0.01
Inmunoglobulina M	-	1,000,000	0.09

Las proteínas de suero de leche son una colección de proteínas globulares que pueden ser aisladas del suero de la leche, un subproducto procedente de la producción de productos lácteos como el queso. Desde el punto de vista químico es una mezcla de proteínas como la beta-lactoglobulina (65%), la alfa-lactalbúmina (25%), y la seroalbúmina (8%). Todas ellas son solubles en agua en sus formas nativas independientemente del pH de la solución.

El suero de leche posee el mayor valor biológico de todas las proteínas conocidas, es decir que un alto porcentaje se transforma en proteína muscular durante las actividades metabólicas.

Algunos estudios preclínicos en roedores han sugerido que la proteína de suero de leche puede poseer propiedades anti-inflamatorias o anti-cancerígenas, sin embargo, los datos en humanos son escasos. Los efectos de la proteína de suero de leche en la salud humana son de gran interés y están siendo investigados como una forma de reducir el riesgo de enfermedades, así como posible tratamiento complementario para varias enfermedades.

La proteína de suero de leche normalmente se comercializa y se consume como suplemento dietético. Aunque la proteína de suero de leche es responsable de algunas alergias a la leche, el principal alérgeno en la leche es la caseína (Internet-10).



Figura 27. Suero Lácteo en Polvo.

2.2.4. VITAMINAS

La leche contiene todas las vitaminas importantes para la vida, cada una en mayor o menor cantidad. Estas vitaminas se clasifican en:

Tabla 8. Clasificación de las Vitaminas.

<i>Liposolubles</i>	<i>mg/L</i>	<i>Hidrosolubles</i>	<i>mg/L</i>
A	100 - 500	B1	400 – 1000
D	1	B2	800 – 300
E	500 – 1000	B12	Trazas
K	Trazas	C	10 - 20

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2834/1/63714H565.pdf>

Las vitaminas de la leche tienen la tendencia a destruirse debido a diferentes factores; y entre los cuales los más importantes son los tratamientos térmicos, la acción de la luz, y las oxidaciones, entre otros. Las vitaminas C, A, y E tienen un gran poder antioxidante, y por lo tanto, son utilizadas en la industria como agentes antioxidantes de la grasa de la leche.

Hoy en día se agregan vitaminas a la leche para fortificarla, ya que es un alimento ideal como medio de transmisión debido a su alto consumo, y principalmente a nivel de menores de edad.

Tabla 9. Vitaminas en Leche. mg/100 mL

Vitamina	Cantidad (mg)	IDR	% IDR
Vitamina A. Retinol. (µg)	46	450	10.2
Vitamina D. Calciferol. (µg)	0.1	50	0.2
Vitamina E. Tocoferol.	0.07	15	0.5
Vitamina K. Menadiona. (µg)	0.3	120	0.3
Vitamina B1. Tiamina.	0.05	1	5.0
Vitamina B2. Riboflavina.	0.17	1	17.0
Vitamina B3. Niacina.	0.09	16	0.6
Vitamina B5. Ácido Pantoténico.	0.37	5	7.4
Vitamina B6. Piridoxina.	0.04	2	2.0
Vitamina B9. Ácido Fólico. (µg)	5	400	1.3
Vitamina B12. Cianocobalamina. (µg)	0.45	3	15.0
Vitamina C. Ácido Ascórbico.	-	45	-

Leche enriquecida con vitaminas A son leches que favorecen la absorción de calcio, y la función visual (Internet - 10).

2.2.5. MINERALES

Entre los minerales que contiene la leche unos están en mayor cantidad y representan los constituyentes mayores entre los cuales están: calcio, fósforo, potasio, cloro y sodio; y que tienen una gran importancia nutricional. Los minerales que se encuentran en menor cantidad o constituyentes menores son: zinc, cobre, hierro, yodo y manganeso, y aunque están en menor cantidad, también son importantes en la dieta alimenticia y algunos como el cobre y el zinc actúan como catalizadores en la reacciones de oxidación de las grasas (Internet-14).

Tabla 10. Minerales en la Leche. mg/100 mL

Mineral	Cantidad (mg)	IDR	% IDR
Azufre	30	400	7.5
Calcio	113	800	14.1
Cloro	103	850	12.1
Cobre	0.03	2	1.5
Fierro	0.03	10	0.3
Fósforo	84	800	10.5
Magnesio	10	350	2.8
Manganeso	-	3	-
Potasio	132	200	66.0
Selenio (µg)	3.7	50	7.4
Sodio	43	500	8.6
Zinc	0.37	15	2.5

Leches enriquecidas con fósforo son adecuadas para mejorar el sistema inmunológico y ayudar beneficiosamente en el desarrollo de los huesos. Las enriquecidas con calcio ayudan a prevenir la osteoporosis, al desarrollo de los huesos y los dientes. Asimismo, intervienen en la transmisión nerviosa.

2.3. TIPOS DE LECHE

La industria alimentaria ha intervenido en la leche, pudiendo ofrecer en este momento distintos tipos de ellas con grandes ventajas.

2.3.1. LECHE FRESCA

Ha sido sometida únicamente a un tratamiento de pasteurización suave. Se consume directamente, sin necesidad de ser hervida y es la mejor opción para conseguir el sabor en determinadas recetas y es apta para personas mayores y para niños en edad de crecimiento, pues conserva 100% de sus propiedades naturales originales.

2.3.2. LECHE ENTERA

Esta leche sólo ha sido sometida a tratamientos de esterilización, y de tal manera que no existe carga microbiana y su vida de anaquel es muy larga.

Este tipo de leche no es muy recomendada por su alto contenido graso (30%), señalando que éste es de tipo principalmente saturado, y pueden alterar la concentración sanguínea de triglicéridos y colesterol LDL. A su vez, por su alto aporte energético, pues 1 gramo de grasa aporta 9 kcal, favorece el sobrepeso, la obesidad y otros problemas en nuestro organismo.

2.3.3. LECHE SEMIDESCREMADA

Esta es una leche reducida en grasa. Este tipo de leche no se recomienda a niños, especialmente si están en etapa de crecimiento, ya que éstos requieren ciertas cantidades de ácidos grasos, vitaminas liposolubles y otros compuestos presentes en la grasa láctea.

2.3.4. LECHE DESCREMADA

Ésta es la leche recomendada por excelencia a personas adultas, ya que aporta principalmente proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. En su composición, las vitaminas liposolubles que se pierden al retirar la grasa, pero vuelven a ser añadidas. Posee en su composición un valor nutricional muy similar a la leche normal, sola que posee muy poca cantidad grasa y por tanto menor valor energético.

2.3.5. LECHE SIN LACTOSA

Este tipo de derivado láctico se obtiene a partir de la leche a la que se le elimina gran parte de la lactosa, o azúcar de la leche, y sus azúcares se dividen en glucosa y galactosa. El resto de nutrientes de la leche permanecen totalmente intactos.

Normalmente, el consumo de leche por personas adultas origina digestiones pesadas, hinchazón abdominal, y otro tipo de molestias que definen la intolerancia a la lactosa. La opción de tomar leche sin lactosa es buena para todos, tengamos o no intolerancia a este componente, ya que al acelerar la digestión conseguiremos un mejor funcionamiento metabólico que se traducirá en un mayor aprovechamiento del alimento.

En el mercado se pueden encontrar dos tipos de productos: las leches bajas en lactosa y las sin lactosa. Las primeras tienen un contenido en lactosa inferior a la leche en su estado natural (entre 0.1 g y 1.8 g por cada 100 mL frente a los 4.7 g de la leche normal), mientras que las leches sin lactosa tienen un contenido en lactosa inferior a 0.1 g por cada 100 mL.

2.3.6. LECHE CON OMEGA-3

Se sustituye la grasa de la leche por ácidos grasos insaturados tipo omega 3 con reconocidos beneficios para la salud cardiovascular. Se destacan por diversas propiedades.

Mantienen el equilibrio de las grasas en la sangre, inhiben los mecanismos de agregación plaquetaria, por lo que inciden de manera positiva como agentes preventivos de riesgo cardiovascular y son lípidos fundamentales para el desarrollo y funcionamiento favorable del sistema nervioso central.

Se ha demostrado experimentalmente que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con omega-3 la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja.

2.3.7. LECHE CON FITOESTEROLES

Este es un tipo de leche pensada para reducir la presencia de colesterol en la sangre. Los fitoesteroles son sustancias químicas parecidas al colesterol que se encuentran principalmente en plantas y vegetales verdes o amarillos y en una variedad de alimentos, incluyendo verduras, frutas, granos integrales, frutos secos, semillas de calabazas, soja y arroz integral.

Se recomienda 2 g/día de fitoesteroles para bajar el colesterol LDL.

2.3.8. LECHE ENRIQUECIDA CON CALCIO

Actualmente se comercializan diferentes marcas de leche enriquecidas con Calcio, fundamentales para prevenir la osteoporosis, y que incluyen además vitaminas liposolubles, ya que durante el desnatado, junto con la grasa se eliminan estas vitaminas de la leche.

Las leches a la que se le añade algún nutriente (calcio, fósforo, vitaminas, proteínas, etc.) se consideran "leches enriquecidas", y sus fabricantes tienen la obligación de informar en la etiqueta del producto sobre sus características nutritivas.

2.3.9. TIPOS DE LECHE VEGETALES

Estas son bebidas elaboradas a partir de alimentos de origen vegetal. Se elaboran a partir de legumbres (soja), cereales (avena, arroz, centeno), frutos secos (avellanas, almendras) u otros (chufas, quínoa, amaranto, etc.). Las bebidas vegetales tienen un sabor más dulce que la leche de vaca, y son más acuosas y más ligeras.

Algunas ventajas de consumir este tipo de leche son:

- No contienen lactosa ni colesterol.
- Bajas en grasas
- Elevado porcentaje de grasas mono y poliinsaturadas, y que resultan beneficiosas para el corazón.
- Alto contenido en vitaminas del complejo B.
- Relación equilibrada entre el sodio y el potasio.
- Son perfectas para personas con digestiones lentas, problemas de estreñimiento, y colon irritable.

2.4. CONTAMINACIÓN DE LA LECHE

La leche es un alimento muy susceptible de estropearse. Su composición resulta especialmente apta para el desarrollo de microorganismos, por lo que es importante tener un conocimiento básico de la microbiología de la leche cuando se planea introducir alguna mejora en su procesamiento.

Por su alto contenido de humedad, su abundante suministro de nutrientes combinados con un grado de acidez neutral (pH de 6,7) y su temperatura, la leche cruda es un medio propicio para la proliferación de microorganismos, incluyendo los que causan

intoxicación alimentaria y los que producen cambios enzimáticos, como aquellos que provocan la rancidez de la grasa de la leche.

Los microorganismos susceptibles de desarrollarse en la leche pueden clasificarse en tres grandes grupos:

1. Los que causan la descomposición de la leche.
2. Los que originan infecciones en las personas, llamados patógenos.
3. Los beneficiosos, como aquellos que causan la fermentación natural de la lactosa en ácido láctico. Éstos son utilizados por quienes procesan la leche para elaborar productos tales como queso o yogurt.

Los microorganismos pueden encontrarse en todo lugar: en los animales, y en la gente, en el aire, en la tierra, en el agua y en la leche. Una leche de buena calidad segura para consumo humano es el resultado de reconocidas prácticas sanitarias observadas a lo largo de todas las etapas del proceso, desde la extracción de la leche hasta su envasado.

El número de bacterias presentes en el producto final refleja las condiciones sanitarias bajo las cuales la leche ha sido procesada y permite determinar el periodo de preservación de ésta o de sus derivados. Las principales fuentes de contaminación en la leche cruda por presencia de microorganismos están constituidas por superficies tales como las ubres del animal y los utensilios. Durante el manipuleo, las manos también aportan bacterias a la leche. Por ello, resulta sumamente importante lavarse cuidadosamente las manos y las superficies con agua limpia. Las mejoras en las prácticas sanitarias durante el manipuleo y el procesamiento tradicional de la leche pueden no ser bien recibidas debido a las creencias culturales, o simplemente, a la falta de tiempo. Se requiere desarrollar talleres de capacitación para demostrar en la práctica el efecto de las buenas técnicas sanitarias en la calidad del producto final.



Figura 28. Ganado vacuno.

LAS UBRES

La leche al interior de una ubre saludable contiene relativamente pocos microorganismos. Sin embargo, la superficie externa puede tener un gran número de éstos. La suciedad como el barro seco o el estiércol en el forraje y en el pelo del animal puede transmitir millones de bacterias a la leche. Resulta de vital importancia observar buenas prácticas en el ordeño, y mantener la limpieza de las ubres es esencial. Si además el animal sufre de infecciones como la mastitis, la leche puede contener microorganismos patógenos realmente dañinos.



Figura 29. Mastitis en vaca lechera.

EL EQUIPO Y LOS UTENSILIOS

Los utensilios empleados en el procesamiento de productos lácteos tales como los baldes para el ordeño y los filtros acumulan organismos de descomposición si no son debidamente lavados y desinfectados después de su uso. Los equipos de madera, o aquellos cuyo diseño no es liso y contiene unión y ángulos, resultan muy difíciles de limpiar, y proporcionan lugares aptos para el desarrollo de microorganismos. Los filtros de tela deben ser lavados cuidadosamente y secados, de preferencia al sol, después de cada uso.

EL ORDEÑADOR

Al pasar de un animal a otro, el ordeñador puede transmitir los microorganismos patógenos a todo el rebaño, lo que contaminaría toda la leche. Una persona que padece de alguna infección también puede infectar la leche, volviéndola no apta para el consumo humano.

El ordeñador desempeña un rol de vital importancia en el control de los niveles sanitarios. Debe asegurar que se mantenga un estado de higienidad en las instalaciones y utensilios, que los animales estén limpios y en buen estado de salud, además de observar su propia higiene personal.

EL AMBIENTE

El ambiente al interior y en los alrededores de las instalaciones donde se lleva a cabo el ordeño afecta los niveles de contaminación que se registren en la leche. Si el ordeño se realiza al interior del establo, como sucede normalmente en las granjas pequeñas, existe un alto riesgo de contaminación a través del aire y de los insectos que abundan en el lugar, particularmente las moscas. Resulta más adecuado realizar el ordeño en un ambiente especial, pero si ello no es factible, es preferible que esta tarea se realice en el pastizal y no en el establo. En la medida de lo posible, los recipientes que contengan la leche deben mantenerse cubiertos.

EL SUMINISTRO DE AGUA

Utilizar agua contaminada para lavar las ubres de los animales y utensilios, entre otros, puede ser causa de contaminación. El suministro de agua limpia resulta esencial para disminuir los niveles de contaminación.

Algunas bacterias presentes en el agua son peligrosas. Las bacterias coliformes que causan desórdenes estomacales en los seres humanos también pueden dar como resultado un producto de inferior calidad, como en el caso de los quesos, por ejemplo. El cólera es otra enfermedad que se origina en el agua, y que puede causar la muerte. Si no existe en la localidad un suministro de agua potable, la calidad del agua puede mejorarse en gran medida añadiéndole una pequeña cantidad de lejía casera (aproximadamente cinco gotas por galón o una gota por litro). También se puede hervir el agua, pero para ello se requiere utilizar una considerable cantidad de combustible.

Una vez que los microorganismos encuentran la forma de introducirse en la leche, se desarrollan con facilidad y se multiplican muy rápidamente. Los microorganismos se reproducen mejor a la temperatura del ambiente de manera que mantener la leche fría disminuye sus posibilidades de crecimiento.

Calentar la leche en un proceso conocido como pasteurización permite destruir un gran número de microorganismos. Del mismo modo, incrementando la acidez de la le-

che, ya sea por fermentación natural o por adición de un ácido, se inhibe el crecimiento de organismos patógenos.

2.5. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN TRADICIONALES

A través de la historia los mecanismos de conservación han marcado el desarrollo del mercado y del consumo de la leche y los subproductos lácteos. Actualmente, el consumo de leche cruda está prohibido en la mayoría de los países, porque esta debe ser sometida a procesos industriales, garantizando así su salubridad, tiempo de conservación y comercialización. Por estas razones, la mayoría de las fábricas que producían leche para el consumo directo, hoy en día, transforman la leche en una gran variedad de productos, tales como leches higienizadas (pasteurizada, ultra pasteurizada, y esterilizada), leches concentradas (evaporadas y condensadas), leches en polvo, leches fermentadas (yogurt, Kumis, etc.), y una gran variedad de quesos, y otros productos.

Para la higienización de la leche se utilizan por lo general tratamientos térmicos, dependiendo de la temperatura y tiempo utilizado, producen cambios físicos, químicos y microbiológicos.

Después de los procesos de filtración (depuración) de la leche se recomienda la pasteurización por las siguientes razones:

- Destruye todos los gérmenes patógenos y no patógenos.
- Facilita el desarrollo de las cepas inoculadas, lo cual permite obtener el queso o yogurt de calidad uniforme.
- Aumenta el rendimiento de la leche en quesos, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, cuya intensidad es proporcional a la temperatura utilizada durante la pasteurización; hay mayor retención de materia grasa e insolubilización de algunas sales minerales (Internet-10).

2.5.1. PASTEURIZACIÓN

Este proceso térmico fue desarrollado por el científico Louis Pasteur en 1864, para prevenir la fermentación anormal de los vinos. En la actualidad la pasteurización se aplica a un sin número de alimentos: leches, cremas, helados, enlatados en general, jugos, cervezas y vinos.

La pasteurización de la leche consiste en calentarla hasta un rango de temperaturas entre 63°C y 72°C, durante 30 minutos o 15 segundos, respectivamente; aunque también se recomienda temperaturas entre 72 y 78°C, tiempo suficiente para destruir los

microorganismos patógenos que puede contener la leche; y de esta manera se hace apta para el consumo humano o los procesos de transformación.

A. PASTEURIZACIÓN LENTA

Fue el primer método de pasteurización, aunque la industria alimenticia lo ha ido renovando por otros sistemas más eficaces que reducen los costos de producción. El proceso consiste en calentar grandes volúmenes de líquido en un recipiente a 63°C por 30 min; pero hoy en día se usa una temperatura de 72-74°C durante 15 segundos. Esta destruye la mayoría de los microorganismos patógenos y se inactivan algunas enzimas, y no se efectúan cambios significativos en las propiedades de la leche.

La utilización más conocida de estos procesos es en los productos lácteos, vinos o cervezas. Pero, no se limita sólo a ellos, pudiendo mencionar entre otros, la pasteurización de zumos, industria en la que el método más utilizado de pasteurización es el UHT y el HTST. En general, puede decirse que el método HTST por lote es utilizado por productores con una baja producción y el UHT por los que tienen una producción mucho mayor.

B. PASTEURIZACIÓN ALTA

Este método consiste en someter el alimento a temperaturas de 90°C durante 15 segundos. Destruye todas las formas vegetativas de los microorganismos, parte de las proteínas del suero se desnaturalizan, y quedando sus grupos SH-disociados.

Se emplea en la pasteurización de líquidos como leche, zumos de fruta, cerveza, etc. Presenta, entre otras ventajas, tiempos cortos de producción, equipo menos complejo que el UHT y permite el procesamiento de lotes pequeños.

C. UPERIZACIÓN

La Uperización (UHT) consiste en una esterilización sometida a una corriente de vapor de agua recalentado, y manteniendo la leche en una corriente turbulenta, a una temperatura de 150°C en menos de un segundo. Y consiguiéndose un periodo mayor de conservación que con la pasteurización. Este breve período de exposición produce una mínima degradación del alimento y de sus propiedades organolépticas. Si bien es un proceso que produce alimentos de calidad y con vida prolongada en anaquel, requiere un equipo complejo y una planta para empaque aséptico (materiales de empaque, tanques, las bombas, etc.), además, operarios más experimentados y esterilidad en el empaque aséptico (Internet-15).

D. ESTERILIZACIÓN

Este es un tratamiento todavía más severo donde se utiliza la temperatura de 118°C durante 20 minutos, y lográndose la destrucción total de los microorganismos, incluyendo sus esporas, se inactivan las enzimas y se logra cambios químicos como las reacciones de pardeamiento y la producción de ácido fórmico (Internet-16).

2.5.2. SECADO. LECHES EN POLVO

Es el producto seco y pulverulento que se obtiene mediante la deshidratación de la leche de vaca natural, entera o parcialmente desnatada, sometida a un tratamiento térmico equivalente, al menos, a la pasteurización. Según el contenido en grasa de la leche inicial se diferencia entre leche en polvo, grasa, entera, semidesnatada y desnatada.

Leche en polvo semidesnatada: La que contenga un mínimo de materia grasa de la leche superior al 1.5 por 100 m/m y menos del 2.6 por 100 m/m, así como un contenido máximo de agua del 5 por 100 m/m.

Leche en polvo desnatada: La que contenga un máximo de materia grasa de la leche superior al 1.5 por 100 m/m, así como un contenido máximo de agua del 5 por 100 m/m (Sánchez, 2003).

2.5.3. LECHES EVAPORADAS

La leche evaporada o leche doblemente concentrada, es un producto esterilizado, de color claro y de apariencia cremosa. Este tipo de leche es utilizado en muchos lugares donde no tienen acceso a la leche fresca o refrigerada, como sustituto de la leche materna (con adición de vitamina D). El contenido es diluido en agua antes del consumo para asemejarse a la leche normal. Sin embargo, en la actualidad, se usan más los productos alternativos, como la leche entera en polvo o la leche recombinada.

Esta es utilizada para cocinar o como crema para café. Es elaborada con leche entera, leche desnatada o una combinación de leche desnatada con leche en polvo, grasa de leche anhidra y agua como principales ingredientes.

Este producto lácteo contiene la misma cantidad de sólidos que la leche pero en un menor volumen de agua, y se caracteriza porque comparado con otros productos lácteos tiene un largo periodo de anaquel a temperatura ambiente (hasta un año), lo cual facilita el manejo y la distribución de esta leche. La preservación de la leche evaporada

se debe a que pasa por una esterilización o por ultra pasteurización y es empacada en un recipiente estéril (Internet-17).



Figura 30. Leche en Polvo.

2.5.4. FERMENTACIÓN

El yogurt es un alimento funcional, un derivado lácteo obtenido por fermentación de bacterias ácido lácticas de la leche. Tiene como beneficio la prevención de cáncer de colon, disminución de colesterol, mejoramiento de la flora intestinal, efectos en el sistema inmune y prevención de *helicobacter pylori*, entre otros.

Las bacterias responsables de estos efectos son las bacterias ácido-lácticas-probióticas como *Bífidobacterias*, *Streptococcus* y principalmente *Lactobacillus*.

2.5.5. QUESOS

El queso es el alimento que se elabora con leche de vaca, oveja, cabra, búfala, burra, yegua, camella, etc., mediante la fermentación de materias nitrogenadas, separadas previamente del suero por coagulación de la leche. Es rico en proteínas y el contenido graso varía según los tipos de queso.

El contenido graso varía según se use leche entera, leche parcialmente descremada o leche con agregado de crema. Los quesos pueden ser doble crema, grasos, que son los de postre o de mesa; semi-grasos, que son los de rallar hechos con leche parcialmente descremada; y los magros hechos con leche totalmente descremada.

La grasa puede provenir de la leche, o puede ser agregada. Éste es el caso de los quesos tipo margarina que contienen aceite de girasol, maní, etc.

Los quesos “blandos” contienen más de 50% de agua. Éstos pueden ser sin maduración o madurados rápidamente. Los quesos “semiduros” contienen más o menos 40% de agua. Pueden ser sin cocción; con cocción débil o con cocción fuerte. Los quesos “duros” contienen menos de 30% de agua, y pueden ser con cocción fuera de la tina de coagulación o con cocción dentro de la tina de coagulación.

Ejemplos de quesos:

- *Sazonados*. El tiempo de maduración es de 15-30 días para los de pasta blanda de leche fresca y dulce, de leche ácida y especias como el Camembert; y mayor de 1 año para los de pasta dura. Éstos pueden ser para rallar, quesos de pasta semidura y los especiales como el Roquefort.
- *Quesos frescos*. Que no pasan por ningún período de maduración.
- *Quesos fundidos*. Que son cremas obtenidas de la fundición de quesos de pasta semidura (Aristizabal, 2004).



Figura 31. Quesos.

3. ALTAS PRESIONES (HP)

Esta tecnología se basa en la exposición de los alimentos a altas presiones por diferentes periodos de tiempo. Las presiones de operación van desde los 200 hasta los 800 MPa y los tiempos de procesamiento varían desde algunos segundos hasta varios minutos.

Se usan las HP en combinadas con bajas temperaturas para favorecer los procesos de conservación.



Figura 32. Equipo de Altas Presiones.

Este es un proceso no térmico que involucra incrementos menores de temperatura por el proceso mismo de presurización. Normalmente estos equipos poseen un sistema para controlar la temperatura.

El principio de Le Chatelier señala que la presión favorece a los procesos acompañados por disminución en el volumen e inhibe procesos acompañados por la expansión en el volumen. En el intervalo de presión de estos equipos, 200-800 MPa, la presión no tiene efecto sobre las uniones tipo covalentes, incluyendo a las uniones S-S de las proteínas, por lo tanto, compuestos naturales como los que generan sabor, aroma y color no son destruidos. Varias provitaminas y vitaminas (β -caroteno, tiamina, riboflavina, ácido fólico, ascorbato, retinol y tocoferol) muestran resistencia a la presión hasta valores de 800 MPa. Los procesos HP también resultan en una mejor retención de los aceites esenciales comparados con el congelamiento y/o los tratamientos térmicos convencionales.

Las interacciones no covalentes son altamente sensibles a la presión.

Las altas presiones son una tecnología emergente con aplicación en las ciencias médicas. La presión puede no dañar ciertas enzimas y modular su actividad y especificidad, lo cual abre un gran campo en la ingeniería de proteínas. También tiene aplicación en la esterilización de fármacos sensibles al calor y en aquellos compuestos estériles que no deben ser congelados. (Masson *et al*, 2001; Rodiles, 2007)

Las principales ventajas de utilizar altas presiones para la conservación de alimentos es evitar la degradación térmica de los componentes de los alimentos; un alto contenido de sabor, color y valor nutricional, reducción de aditivos químicos y el potencial para el diseño de nuevos productos debido a la creación de nuevas texturas, sabores y propiedades funcionales. (Huppertz *et al*, 2002; Rodiles, 2007)

3.1. EQUIPOS

El procesamiento HP se basa en presurizar un alimento que está localizado dentro de un recipiente resistente a la presión. Este receptor es el componente más importante de todo el equipo, el cual consiste de un cilindro construido en una sola pieza de aleación de acero con una alta resistencia a la tensión.

Además del cilindro, se presentan otros tres componentes principales:

- 1) Un sistema para generar la presión
- 2) Un sistema para controlar la temperatura
- 3) Un sistema para el manejo del material

La presión sobre los alimentos puede ser transmitida de dos maneras: directa o indirectamente.

En el método directo, un pistón es empujado por una bomba y de esta manera el sistema es presurizado, este método permite compresiones muy rápidas, pero requiere de un sello de alta resistencia entre el pistón y la superficie interna del recipiente con el fin de evitar fugas.

En el método indirecto el agua entra ya presurizada. En ambos sistemas la presión aplicada sobre el alimento es uniforme en todas las direcciones y ésta retorna a su estado natural cuando la presión es liberada. Los dos sistemas usan intensificadores de alta presión para lograr la presión deseada en el recipiente presurizado (Gutiérrez & Barbosa-Cánovas, 2003; Rodiles, 2007).

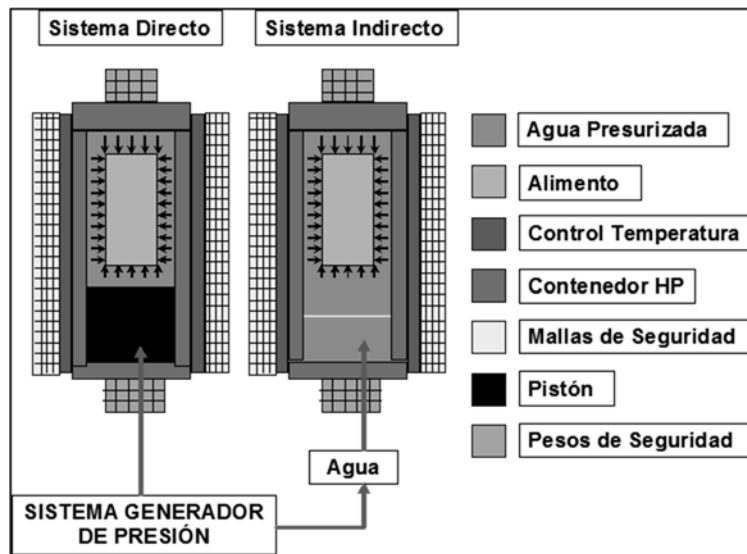


Figura 33. Equipos Altas Presiones. Sistema Directo y Sistema Indirecto.

Esta tecnología es un proceso por lotes para alimentos pre empacados, aunque para ciertos líquidos que se pueden bombear se han desarrollado procesos semi-continuos. En ambos casos, el tratamiento completo se efectúa en tres ciclos. Primero, un tiempo inicial es requerido para que el equipo llegue a la presión de trabajo (Come up Time); segundo, la presión es mantenida por el tiempo específico de procesamiento (Holding Time); y tercero, la presión es liberada en segundos para regresar a las condiciones originales (Release Time).

Esta tecnología no va a depender del tiempo ni de la masa, en cambio si queremos actuar en una eliminación microbiana la presión si va a depender del tiempo.

Las principales variables que afectan la calidad de un alimento tratado por HP son:

- Calidad inicial del alimento.
- Carga microbiana
- Temperatura inicial del alimento antes de la presurización.
- Tiempo en que se somete al alimento a la temperatura inicial.
- Presión de operación.
- Temperatura de operación
- Tiempo de presurización.
- Tiempo de despresurización.
- Tiempo en que se enfría el alimento después de la despresurización.

3.2. ASPECTOS ANTIMICROBIANOS

Las HP combinadas con temperaturas elevadas pueden usarse para esterilizar productos alimenticios. Se pueden inactivar células vegetativas y esporas. Los productos que son esterilizados por HP sus propiedades organolépticas y nutricional son de mejor calidad que los productos que son esterilizados por tratamientos térmicos. Las HP combinadas con temperaturas moderadas de 40 a 60°C tienen buen control sobre la destrucción de las esporas.

Para poder ofrecer un productos donde sus propiedades sensoriales sean parecidas a las del alimento fresco debe de haber una combinación entre la inactivación de microorganismos y enzimas entre la retención de moléculas pequeñas responsables del sabor y color, así como de vitaminas. Los factores como la actividad de agua, el pH, los agentes antimicrobianos y la temperatura pueden tener efectos antagónicos, aditivos o sinérgicos.

El daño a los microorganismos por la acción de la presión se da a nivel de membrana celular, morfología celular y reacciones bioquímicas. El daño a nivel de membrana celular se da por alteración en el transporte de metabolitos y las funciones de respiración, así como por cambios en la permeabilidad de la membrana. Los daños morfológicos incluyen el colapso de vacuolas de gas intracelular, elongaciones celulares anómalas y el cese de movimiento en flagelos y cilios. Presiones arriba de los 150 MPa inducen la desnaturalización de proteínas y alterando con ello las reacciones enzimáticas (Hoover *et al*, 1989; Rodiles, 2007).

La acción antimicrobiana depende del tipo y número de microorganismos, magnitud y duración de la presión, temperatura y tiempo, así como de la composición del alimento. Las levaduras y hongos son más fáciles de eliminar que las bacterias. La eliminación de esporas se incrementa cuando el proceso de HP es acompañado de otros sistemas de conservación, como son el calor o los agentes antimicrobianos. La combinación de temperaturas moderadamente altas con presiones altas garantiza la inactivación de esporas.

Las bacterias Gram-Positivas son más resistentes que las Gram-Negativas y las bacterias en fase estacionaria son más resistentes que las bacterias en fase logarítmica. Así mismo, se ha observado que los virus son más sensibles al daño por presión que por temperatura.

Las bacterias Gram-positivas necesitan la aplicación de 500 a 600 MPa a 25°C durante 10 min para lograr su inactivación, mientras que las bacterias Gram-negativas se inactivan con la aplicación de 200-400 MPa a 25°C por 10 minutos.

Se ha utilizado una variante de esta tecnología, consistente en el uso de pulsos de presión en lugar de presiones continuas. Se han reportado estudios de esterilización de alimentos de baja acidez con el uso de pulsos de alta presión y temperatura. La mayoría de los alimentos podrían ser esterilizados usando una temperatura de 90°C y dos pulsos de 690 MPa, pero se pueden usar temperaturas menores y presiones mayores para alimentos que son susceptibles al daño por temperatura, como por ejemplo 60°C y dos pulsos de 960 MPa (Meyer *et al*, 2000; Rodiles, 2007).

En un experimento se estudiaron 5 muestras de laboratorio las cuales fueron *Escherichia coli* CECT 405 (considerada como un buen índice de contaminación directa o indirecta en las heces fecales), *Pseudomonas fluorescens* CECT 378 (indicador de *Pseudomonas spp*, los componentes principales del deterioro de la leche refrigerada), *Listeria innocua* CECT 910 (indicador de *L. monocytogenes* que es un patógeno humano y posible contaminante de leche y de sus productos lácteos), *Staphylococcus aureus* CECT 534 (microorganismo patógeno de contaminación en los alimentos, leche y productos lácteos), *Lactobacillus helveticus* CECT 414 (microorganismo no patógeno, pero presente en los productos lácteos), y donde se inocularon a una concentración entre 10^7 y 10^8 CFU/ml en una solución de Ringer y donde utilizó leche de oveja, se adaptaron del 0.6% y 50% de contenido, y se realizó una combinación de presiones (100 a 500 MPa) y la temperatura (4, 25 y 50°C) por 15 minutos. Se demostró que la inactivación por altas presiones fue mayor en *P. Fluorescens* > *E. Coli* > *L. Innocua* > *L. Helveticus* > *S. Aureus*. Y que donde el valor aumentaba con el incremento de la temperatura. Los resultados de dichos estudios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Tratamientos HP y Microorganismos

Microorganismos	Tratamientos	Valor D (Minutos)
<i>Escherichia coli</i>	300 MPa y 2°C	5.35
	300 MPa y 25°C	5.19
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	250 MPa y 2°C	3.87
	250 MPa y 25°C	4.58
<i>Listeria innocua</i>	400 MPa y 2°C	3.12
	400 MPa y 25°C	4.00
<i>Staphylococcus aureus</i>	450 MPa y 2°C	20.00

	450 MPa y 25°C	16.70
<i>Lactobacillus helveticus</i>	450 MPa y 2°C	7.10
	450 MPa y 25°C	9.10

Las presiones a bajas temperaturas (4°C) mostraron una mayor activación de *P. fluorescens*, *L. innocua* y *L. helveticus* que a temperatura ambiente (25°C); mientras que para *E. coli* y *S. aureus* los resultados fueron lo contrario.

En el contenido de 0% de grasa en la leche de oveja se mostró una protección en todos los microorganismos, pero en el contenido de 6 y 50% de grasa no mostraron un efecto en todas las condiciones de protección. Además de la inhibición y la destrucción de microorganismos, las altas presiones también influyen en las propiedades físico-químicas y propiedades tecnológicas de la leche (Gervilla et al, 2000).

4. ALTAS PRESIONES Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Hite en 1899 comenzó a realizar investigaciones donde observó que la vida útil de la leche y de otros productos alimenticios podría ser alargado por un tratamiento que trabajara bajo presión. Siendo hasta el año de 1991 donde aparecieron en el mercado los primeros productos tratados bajo las altas presiones como zumos de fruta, mermeladas, salsas, arroz, tortas y postres.

La blancura de la leche se ve afectada por estos tratamientos cuando se usan presiones por debajo de los 250 MPa o arriba de los 450 MPa y es debido principalmente a la desintegración de las micelas de caseínas y disminuyendo la turbidez y provocando un aumento de viscosidad en la leche (Johnston et al, 1992; Rodiles, 2007).

Cuando la leche se somete a HP, las micelas de caseína se desintegran en pequeñas partículas, esta desintegración se acompaña de un aumento de las caseínas y calcio, así como los niveles de fosfato en la fase difusible o suero de leche, y en el nitrógeno y las fracciones de nitrógeno en suero, lo que sugiere que en el suero de leche las proteínas se convierten en sedimento por centrifugación y se precipita a un pH de 4.6. Felipe et al, 1997, reportaron que el tratamiento de la presión hasta 500 MPa a 25°C la β -lactoglobulina es la proteína de suero más fácilmente desnaturalizada, y la desnaturalización de las inmunoglobulinas y α -lactoalbúmina sólo se producen a presiones más altas presiones, y en particular a 50°C.

En cuanto a la coagulación del cuajo de la leche cuando es sometido a presiones de 100-500 MPa por 30 minutos es mejorada, aunque las presiones por encima de 300 MPa aumentan el tiempo de coagulación en el cuajo de la leche.

Se ha estudiado la composición de la leche y de los productos lácteos que esto ha motivados a desarrollar nuevos productos con la ayuda de la combinación de altas presiones, temperatura, y tiempos de procesamiento.

4.1. EFECTO SOBRE EL pH

Los procesos HP tienden a disminuir el punto de congelación. Una presión de 50 MPa lo disminuye en -4°C y una presión de 200 MPa lo disminuye hasta en -22°C . Así mismo, el pH del agua disminuye al aumentar la presión. Éste decrece cerca de una unidad por cada 1000 MPa (Huppertz *et al*, 2002; Rodiles, 2007).

4.2. EFECTO EN CARBOHIDRATOS

A una presión constante de 400 MPa y con un pH debajo de 8 se retardan los procesos de la reacción de Maillard, mientras que a pH arriba de 10 se acelera. Dumay reporta que a altas concentraciones de sacarosa o glicerol se observa un efecto protector sobre la muerte microbiana por efecto de las HP (Dumay *et al*, 1994; Rodiles, 2007).

4.3. EFECTO EN PROTEÍNAS

Las proteínas son estabilizadas por diferentes interacciones moleculares: enlaces covalentes (incluyendo los puentes disulfuro), interacciones electrostáticas (pares de iones y grupos polares), puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. Los enlaces covalentes bajo los tratamientos de HP y bajas temperaturas ($0-40^{\circ}\text{C}$) no se ven afectados, por lo que la estructura primaria de las proteínas permanece intacta. En la estructura secundaria sus cambios se producen a altas presiones, debido a los puentes de hidrogeno. A presiones mayores a los 200 MPa se presentan daños pronunciados en la estructura terciaria, debido principalmente a modificaciones en las interacciones iónicas e hidrofóbicas. La estructura cuaternaria de las proteínas oligoméricas también se ve dañada a presiones mayores a los 150 MPa (Huppertz *et al*, 2004; Rodiles, 2007).

Los cambios en estructura molecular originan cambios en las propiedades funcionales de las proteínas, como son la gelificación, emulsificación y espumado, así como la solubilidad, viscosidad y adsorción de agua. Las proteínas se ven afectadas al tratar

con HP en el nitrógeno del suero de la leche que se muestra a disminuir cuando aumenta la presión, lo que sugiere la desnaturalización y la insolubilización de proteínas de suero.

4.4. EFECTO EN LÍPIDOS

La cristalización de la grasa láctea en cremas se induce a presiones entre 100 y 400 MPa, siendo el punto mayor a los 200 MPa, y tendiendo a disminuir al aumentar la presión. Las cremas tratadas HP poseen mayor contenido de grasa sólida que las tratadas térmicamente.

A presiones mayores a los 200 MPa las temperaturas de cristalización y punto de fusión en la grasa se incrementan, pero a presiones mayores a los 350 MPa tienden a disminuir. Quizá esto último debido a que se reduce el crecimiento del cristal de grasa por una reducción en la movilidad molecular al aumentar la presión. Presiones menores a 400 MPa no afectan el tamaño ni distribución de los glóbulos de grasa, pero presiones mayores incrementan la formación y ensanchamiento de dichos glóbulos, no desestabilizan la crema y tampoco se incrementan los fenómenos de lipólisis.

4.5. EFECTO EN MINERALES Y VITAMINAS

El principal mineral de la leche es el calcio y es en éste donde se dan los principales cambios.

Este elemento se presenta normalmente en la leche bronca en tres formas:

1. Calcio coloidal que está asociado directamente con caseínas y fosfatos
2. Calcio soluble que se presenta en la fase acuosa en forma de fosfatos y citratos
3. Calcio iónico.

La concentración de calcio soluble se incrementa al aumentar la presión de operación, y disminuye por tanto la concentración de calcio coloidal, y se ha observado que esto está altamente influenciado por el pH del sistema. Este mismo fenómeno se observa con los minerales magnesio y fósforo de la leche. A 300 MPa la concentración de estos minerales aumenta en la fase soluble, esto se observa a presiones mayores a los 400 MPa (López-Fandiño *et al*, 1998; Rodiles, 2007).

Los efectos en los minerales al utilizar HP pueden ser divididos en:

1. Efectos sobre la distribución entre el coloide y las fases difusibles

2. Efectos sobre la ionización.

Varios autores han encontrado efectos en la concentración del calcio iónico en la leche. Desobry-Branon, Richard y Hardy (1994) informaron que el nivel del calcio difusible aumenta después de un tratamiento a 200 MPa.

4.6. QUESOS

Esta tecnología se ha usado también en el área de quesos frescos y maduros para el desarrollo de nuevas texturas. Las HP provocan un mayor contacto entre la enzima y el sustrato y produciendo una aceleración en los fenómenos de maduración, en la inactivación o reducción de microorganismos patógenos y prolongando su vida útil.

Cuando la leche pasa por el proceso de pasteurización destruye la mayoría de los microorganismos causantes de deterioro, pero no todos, y es aplicado para garantizar la seguridad y con una calidad aceptable. Sin embargo, la leche pasteurizada se sabe que afecta negativamente el desarrollo de muchas de las características organolépticas del queso, lo que lleva a alteraciones en la textura y con frecuencia se retrasa la maduración. La tecnología de HP se puede utilizar para aumentar la seguridad microbiológica y ofrecer una mejor textura, color y sabor en la leche para así producir quesos de alta calidad ofreciendo también un mejoramiento en la coagulación del cuajo, y teniendo una mayor firmeza.

Existen varios estudios sobre el control de humedad en la producción de quesos frescos y la reducción en el tiempo de maduración. Los procesos de HP también se han usado para mejorar los procesos de proteólisis y una distribución más homogénea de sal, así como un mayor contenido de humedad.

Tratamientos menores a los 150 MPa no tienen efecto alguno sobre el tiempo de formación de la cuajada, pero presiones entre 200-600 MPa tienden fuertemente a reducir este tiempo. Esto quizá debido a una disminución en el tamaño de las micelas de caseínas que permite un incremento en el área de superficie e incrementando con ello la probabilidad de colisiones. El tiempo de coagulación de la cuajada también es dependiente del tiempo que dure el proceso HP, así como de la temperatura y el pH del sistema. Las altas temperatura impiden la coagulación y el pH ácido tiende a disminuir el tiempo de coagulación.

La firmeza del gel no se ve afectada a presiones de 100, 200 y 400 MPa, pero si a tienden a aumentar la firmeza a 300 MPa. Los tratamientos de 200 MPa y 10 min pro-

ducen también un gel muy firme, pero esta firmeza tiende a disminuir al aumentar el tiempo de proceso.

Hay diferencias marcadas entre los geles producidos por HP y los geles producidos por tratamientos térmicos. La desnaturalización de proteínas por presión es resultado de la respuesta a disminuir el volumen de la misma y con la consecuente rotura de las uniones tipo hidrofóbicas e iónicas, mientras que la desnaturalización por calor es ocasionada por el movimiento violento de las moléculas que permite la destrucción de los enlaces covalentes y como se ha mencionado anteriormente los tratamientos a HP no afectan los enlaces covalentes. El tratamiento térmico muy posiblemente este acompañado de la destrucción o formación de enlaces covalentes que producen sabores raros o compuestos tóxicos; fenómeno no observado en los procesos HP. Generalmente, los geles producidos por alta presión mantienen el color y sabor nativo, y son más relucientes y suaves de textura y con menores fenómenos de encogimiento (Okamoto *et al*, 1990; Rodiles, 2007).

En los quesos frescos, los tratamientos entre 300-400 MPa aumentan hasta en un 20% el rendimiento de la cuajada y reducen la pérdida de proteína vía suero

Se han reportado estudios en los que se concluye que no hay variación en el sabor de los quesos frescos tratados HP con respecto a los tratados por métodos tradicionales. La resistencia a la sinéresis en estos quesos también aumenta al aumentar la presión de operación.

Los quesos de cabra tratados por HP presentan un mayor contenido de ácidos grasos con respecto a los quesos hechos con leche pasteurizada y debido probablemente a una menor inactivación de las lipasas endógenas de la leche que son muy sensibles a los tratamientos térmicos (Trujillo *et al*, 1999; Rodiles, 2007).

4.7. PRODUCTOS FERMENTADOS

Los yogures hechos con leches tratadas por HP (350 y 500 MPa) muestran la coagulación por fermentación a un pH mayor y con una firmeza en el producto final mayor que los yogures hechos con leche pasteurizada. Los niveles de sinéresis en yogures hechos de leche HP no cambian al ser almacenados por 20 días a 4°C, mientras que los yogures de leche pasteurizada aumentan su sinéresis al aumentar el tiempo de almacenamiento.

Los tratamientos de HP previenen la posterior acidificación de los yogures durante el almacenamiento en frío, además de presentar una mayor viscosidad y un mayor contenido de aminoácidos. Su desventaja sería que presentan una baja cantidad de células viables de *Lactobacilos*. Así mismo hay reportes de inactivación de microorganismos en kéfir por leches tratadas por HP (Begoña de Ancos *et al.* 2000; Mainville *et al.*, 2001; Rodiles, 2007).

4.8. CREMA

La cristalización de la grasa de la leche en crema, como es estudiado por microscopio electrónico de transmisión, es inducida por el tratamiento de HP entre 100 y 400 MPa, siendo el efecto mayor en 200 MPa. La crema tratada con HP tiene un mayor contenido de sólidos de grasa que la crema que no se trata con HP.

La inducción de la cristalización de la grasa láctea por HP es probablemente debido al hecho de que el cambio sólido/líquido al calentamiento de la grasa de la leche se desplaza a valores más altos bajo presión, hasta 200 MPa, la cristalización y temperaturas de fusión de la grasa de leche se incrementó en 16.3°C y 15.5°C por cada 100 MPa, respectivamente. El grado más bajo de la cristalización de grasa de leche en presiones más elevadas (> 350 MPa) pueden ser debido a la reducción del crecimiento de cristales debido a la movilidad molecular reducida en presiones más altas.

Presiones a 400 MPa no afecta el tamaño de los glóbulos de grasa de la leche, pero a presiones más altas (400-800 MPa) si logra afectar (Huppertz, 2002).

IV. CONCLUSIONES

Todo ser humano requiere de una buena alimentación para sobrevivir, así como para realizar sus actividades diarias sin importar cuales sean; y para lograrlo es necesario ingerir alimentos seguros e inocuos.

Los alimentos son productos perecederos, por ello para poder tener un acceso continuo debemos someterlos a un proceso de conservación, que esto tiene como objetivo la preservación de la calidad higiénica sanitaria de los productos, sin perder su valor nutricional y propiedades organolépticas. La clasificación de estos métodos se basa en altas y bajas temperaturas, en métodos físicos y químicos y en métodos emergentes, para seleccionar un método va a depender de la naturaleza del alimento y de los recursos financieros de la empresa.

De igual manera pasa con la leche, al momento de ordeñarla queda expuesta a todos los microorganismos existentes, por eso, hoy en día las grandes fábricas lecheras cuentan con técnicas para que la extracción de leche sea más exitosa, con una mayor calidad para su consumo y claro sin perder ninguna propiedad física u organoléptica.

Con el transcurso de los años se han ido empleando técnicas innovadoras para poder ofrecer una mejor calidad en los alimentos, pero es importante resaltar el resultado de someterlos a altas presiones, ya que es muy funcional, a pesar de ser la más costosa es sin duda alguna la mejor opción puesto que garantiza en su totalidad la prevención o retraso de descomposición bacteriana; además de eliminar por completo todo tipo de microorganismos con la ayuda de otros métodos así como prevenir alteraciones.

Esta técnica tiene como ventaja ofrecer una larga vida de anaquel y con características sensoriales casi idénticas al alimento fresco. Además permite obtener nuevos productos alimenticios, ya que es muy variable desde el punto de vista operacional. Se pueden variar las presiones, temperaturas y tiempos de proceso. Esto permite que se desarrollen nuevos productos, e incluye a todos los productos lácteos: leches, yogures, quesos, etc.

V. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y REVISTAS:

- Aguilar Morales. 2012. Clasificación de los sistemas y. Métodos de Conservación de Alimentos. Editorial: Red Tercer Milenio. 1° edición. pp. 11,13,14,16, 42, 65,66 67, 68, 69, 70, 86, 87, 88, 89, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 174,175, 176, 177, 181, 182.
- Aristizabal. 2004. Clasificación. Secretos de los quesos caseros. Albatros. 1° edición. pp. 9, 10 y 11.
- Aude Rueda. 2004. ¿Por qué limitar la ingesta de colesterol?. Cocina sin colesterol. Editorial: Selector. 16° edición. pp. 9, 10 y 11.
- Audesirk T., Audesirk G. y Byers B. 2003. Moléculas Biológicas. Biología: La vida en la tierra. Editorial: Pearson Educación. pp.43 (Investigación en internet)
- Barbosa-Cánovas G., G. Góngora-Nieto, M. Pothakamury & B. Swanson. 1999. Preservation of foods with Pulsed Electric Fields. Editorial: Academic Press, NY. USA.
- Barreiro Méndez José A. y Sandoval Briceño Aleida J. 2006. Aspectos Microbiológicos. Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas. Editorial: Equinoccio. 1° edición. pp. 53 y 54.
- Begoña de Ancos M., P. Cano & R. Gómez. 2000. Characteristics of stirred low-fat yoghurt as affected by high pressure. International Dairy Journal. 105-111
- Bellido Guerrero y De Luis Román. 2006. Aspectos nutricionales en la hiper lipemia y riesgo cardiovascular. Manual de Nutrición y Metabolismo. Díaz de Santos. 1° edición. pp. 205, 206, 207 y 208.
- Betts G., A. Williams & R. Oakley. 1999. Ultrasonic standing waves: inactivation of food-borne microorganisms using power ultrasound. Encyclopedia of Food Microbiology. Vol. 3 Edit. Academic Press, New York. pp. 2202-2207.
- Breuleux-Jacquesson. 2009. El colesterol y las enfermedades cardiovasculares. Regula tu colesterol. Hispano europeo. 1° edición. pp.12 y 13.
- Butz P. & B. Tauscher. 2002. Emerging technologies: chemical aspects. Food Research International. 35:279-284.
- Chobert J., M. Sitohy, K. El-Zahar, M. Dalgalarondo, Y. Choiset & T. Haertle. 2006. Study of conformational changes of ewe's holo (native) and apo- α -lactalbumin by spectroscopy and trypsinolysis. Journal of Food Biochemistry. 30:390-404
- Curnutte B. 1980. Principles or microwave radiation. J. Food Protection. 43: 618-624.
- Dumay E., M. Kalichevsky & C. Cheftel. 1994. High-Pressure unfolding and aggregation of b-lactoglobulin and the baroprotective effects of sucrose. J. Agric. Food Chem. 42: 1861-1868

- Eigel W., J. Butler, C. Ernststrom, H. Farrell, V. Harwalkar, R. Jenness & R. Whitney. 1984. Nomenclature of proteins of cow' milk: Fifth revision. J. Dairy Sci. 67:1599-1631.
- Farrell H., R. Jimenez-Flores, G. Bleck, E. Brown, J. Butler, L. Creamer, C. Hicks, C. Hollar, K. Ng-Kwai-Hang, & H. Swaisgood. 2004. Nomenclature of the proteins of cows' milk. Sixth Revision. J. Dairy Sci. 87:1641-1674.
- Gervilla R., V. Ferragut & B. Guamis. 2000. High pressure inactivation of microorganisms inoculated into ovine milk of different fat contents. Journal of Dairy Sciences. 83:674-682
- Gómez de Barreda Ferraz. 2005. Conservación de forrajes II. Ensilado. Praticultura. Universidad Politécnica de Valencia. 1° edición. pp.243 y 244.
- Gutiérrez-López G. & G. Barbosa-Cánovas. 2003. Chapter 14. An update on some key alternative food processing technologies: microwave, pulsed electric field, high hydrostatic pressure, irradiation and ultrasound. Food Science and Food Biotechnology. CRC Press. USA. 279-312.
- Hoover D., C. Metrick, A. Papineau, D. Farkas & D. Knorr. 1989. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. J. Food Technology. 3: 99-107.
- Huppertz T., A. Kelly, & P. Fox. 2002. Effects of high pressure on constituents and properties of milk. International Dairy Journal. 12: 561-572.
- Johnston D., B. Austin & R. Murphy. 1992. Effects of high hydrostatic pressure on milk. Milchwissenschaft. 47: 760-763
- López-Fandiño R., M. De la Fuente, M. Ramos & A. Olano. 1998. Distribution of minerals and proteins between the soluble and colloidal phases of pressurized milks from different species. J. Dairy Research. 65: 69-78
- Mainville I., D. Montpetit, N. Durand & E. Farnworth. 2001. Deactivating the bacteria and yeast in kefir using heat treatment, irradiation and high pressure. International Dairy Journal. 11: 45-49.
- Masson P., C. Tonello & C. Balny. 2001. High-pressure biotechnology in medicine and pharmaceutical science. J. Biomedicine and Biotechnology. 1:2: 85-88.
- Meyer R., K. Cooper, D. Knorr & H. Lelieveld. 2000. High-Pressure Sterilization Of Foods. J. Food Technology. 54(11): 67-72
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-109-SSA1-1994. BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.
- Okamoto M., Y. Kawamura & R. Hayashi. 1990. Application of High Pressure to Food Processing: Textural Comparison of Pressure and Heat induced gels of food proteins. Agric. Biol. Chem. 54(1): 183-189.
- Parra Huertas y Ricardo Adolfo. Julio-Diciembre. 2012. Yogur en la salud humana. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 9, núm. 2. pp. 162-177

- Rodiles L. 2007. Efecto de la tecnología de las altas presiones sobre α -lactoalbúmina bovina y un aislado de suero lácteo. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnica Nacional.
- Sánchez Pineda. 2003. Industria de elaboración de caramelos duros y tofes. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. AMV y Mundi-prensa. 1° edición. pp.150
- Silla Santos. 2004. Conservación de los Alimentos. Dieta mediterránea y alimentos funcionales. Universidad Politécnica de Valencia. 1° edición. pp.77
- Simone Maus y Britta-Marei Lanzenberger. 2006. Intolerancia a la lactosa. Recetas sabrosas sin lactosa. Hispano Europea. 2° edición. pp. 6, 7 y 8.
- Trujillo A., C. Rojo, V. Ferragut & B. Guamis. 1999. Ripening profiles of goat cheese produced from milk treated with high pressure. J. Food Sci. 64: 833-837

INTERNET

Internet-01

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2013/10/16/218321.php>

Internet-02

<http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/AlimentosConserva.htm>

Internet-03

<http://www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/carne/Unidad%206/METODOS%20DE%20CONSERVACION%20DE%20LA%20CARNE.pdf>

Internet-04

http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Conservas_caseras/Metodos_de_conservacion.htm

Internet-05

http://www.alimentariaonline.com/media/MLC023_curado.pdf

Internet-06

<http://es.slideshare.net/FUSADESORG/10-tecnologas-emergentes-para-la-conservacin-de-alimentos>

Internet-07

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/ya_h_pa/capitulo4.pdf

Internet-08

<http://www.youblisher.com/p/583930-Analisis-de-la-leche/>

Internet-09

http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf

Internet-10

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2834/1/63714H565.pdf>

Internet -11

http://www.uco.es/master_nutricion/nb/Krause/carbohidratospdf.pdf

Internet-12

http://www.edu.xunta.es/centros/iespuntacandieira/system/files/03_L%C3%ADpidos.pdf

Internet-13

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Archivos-2013-2/Modulo-linea/leccin_6lpidos.html

Internet-14

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Archivos-2013-2/Modulo-linea/leccin__7_protenas.html

Internet-15

<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3372/Pasteurizacion%20Marzo.pdf>

Internet-16

<https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/leche.pdf>

Internet-17

[http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Marcelin-Rodriguez-et-al-2012.pdf](http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Marcelin-Rodriguez-et-al-2012.pdf)