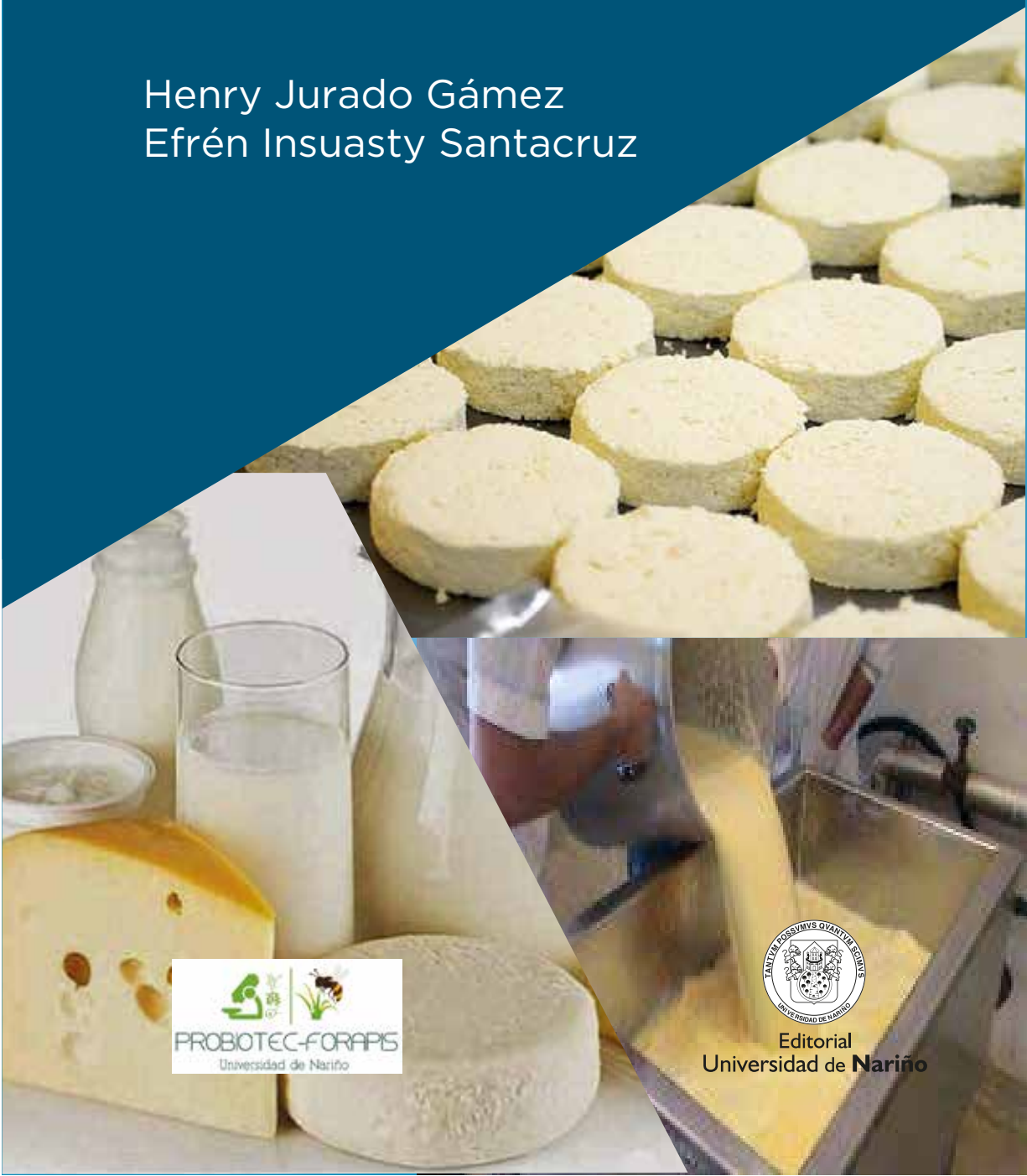


PROCEDIMIENTOS DE TECNOLOGÍA DE LECHE

Henry Jurado Gámez
Efrén Insuasty Santacruz



Editorial
Universidad de Nariño

PROCEDIMIENTOS
DE TECNOLOGÍA DE LECHE

Henry Jurado Gámez
Efrén Insuasty Santacruz

PROCEDIMIENTOS
DE TECNOLOGÍA DE LECHE



Editorial
Universidad de **Nariño**

Jurado Gámez, Henry

Procedimientos de tecnología de leche/ Henry Jurado Gámez, Efrén Insuasty Santacruz. 1ª.ed. San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2021.

168p.: fig,tab.

Incluye Referencias

ISBN 978-958-5123-59-5 (impreso)

ISBN 978-958-5123-60-A (digital)

1. Ciencias de la leche – análisis 2.Procesamiento – manufactura - lechera 3. Procesamiento de leche- control de calidad 4.Elaboración productos lácteos.

637.1 J957 – SCDD-Ed.22

Biblioteca Alberto Quijano Guerrero

Procedimientos de tecnología de leche

© Henry Jurado Gámez

Efrén Insuasty Santacruz

© Editorial Universidad de Nariño

ISBN: 978-958-5123-59-5 impreso

ISBN: 978-958-5123-60-1 digital

Primera edición

Diseño:

Graficolor Pasto SAS

Calle 18 No. 29-67 Tel. 7310652

graficolorpasto@hotmail.com

Abril de 2021

San Juan de Pasto, Nariño, Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio o con cualquier propósito, sin autorización escrita de los autores o de la Editorial Universidad de Nariño.

CONTENIDO

	Pág.
Prólogo	8
Introducción.....	9
SECCIÓN I Prácticas de laboratorio	13
Capítulo 1. <i>Recolección, transporte, recepción y toma de muestras</i>	13
1.1 Recolección y transporte.....	13
1.2 Recepción y toma de muestras.....	13
1.2.1 Recepción	13
1.2.2 Toma de muestras	15
1.2.3 Examen organoléptico.....	15
Capítulo 2. <i>Análisis de la leche cruda</i>	31
2.1 Análisis composicional de la leche cruda.....	17
2.1.1 pH de la leche.....	17
2.1.2 Densidad de la leche.....	17
2.1.3 Acidez de la leche.....	18
2.1.4 Grasa de la leche.....	21
2.1.5 Proteína de la leche.....	25
2.1.6 Sólidos no grasos (SNG).....	28
2.1.7 Sólidos totales.....	28
2.1.8 Determinación del contenido composicional de la leche mediante equipo de ultrasonido.....	28
2.2 Adición de conservantes.....	29
2.2.1 Formol o solución de formaldehído: prueba de Hehner.....	30
2.2.2 Agua oxigenada o solución de peróxido de hidrógeno.....	30
2.3 Identificación de adulterantes.....	31
2.3.1 Harinas y almidones.....	31
2.3.2 Sacarosa.....	32
2.3.3 Suero.....	33

2.3.4	Identificación de cloruros	34
2.3.5	Determinación de orina en la leche, prueba de pupo.....	35
2.3.6	Agua adicionada	35
2.3.7	Hipocloritos y dióxido de cloro (bacoxin)	36
2.3.8	Prueba para inhibidores	37
2.3.9	Prueba fermentativa	37
2.4	Neutralizantes	38
2.4.1	Neutralizantes alcalinos	38
2.4.2	Método de yoduro de potasio.....	39
2.5	Análisis microbiológico de la leche	39
2.5.1	Coliformes totales y fecales.....	39
2.5.2	Recuento de mesófilos (agar cuenta gérmenes).....	44
2.5.3	Recuento de hongos y levaduras	45
2.5.4	Prueba de la reducción de colorantes (azul de metileno).....	45
2.5.5	Prueba de la resazurina.....	46
2.5.6	<i>Staphylococcus aureus</i>	47
2.5.7	Identificación de <i>Escherichia coli</i>	47
2.5.8	Identificación de <i>Listeria</i>	48
2.5.9	<i>Salmonella</i> sp.....	49
2.5.10	Esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor.....	50
2.6	Análisis sanitario de la leche	51
2.6.1	Antibióticos.....	51
2.6.2	Recuento de células somáticas (RCS/mL).....	53
SECCIÓN II Productos y derivados lácteos		13
Capítulo 3. Equipos y utensilios para procesamiento de productos y derivados lácteos.....		13
Capítulo 4. Elaboración de productos lácteos fermentados		13
4.1	Yogur.....	13
4.2	Yogur Griego.....	15
4.3	Kumis.....	16
4.4	Kéfir.....	18
4.5	Bebidas Lácteas Fermentadas.....	19
Capítulo 5. Elaboración de dulces de leche y combinados		13
5.1	Leches Condensadas.....	13

5.2	Arequipe.....	16
5.3	Manjar Blanco.....	24
5.4	Cortado de Leche.....	25
5.5	Dulces Combinados.....	26
5.5.1	Postre de las Tres Leches.....	26
5.5.2	Dulce de Calabaza.....	27
5.5.3	Bocadillo y Jalea de Guayaba.....	27
Capítulo 6. Derivados lácteos a base de crema de leche.....		87
6.1	Crema Dulce.....	90
6.2	Crema Ácida.....	87
6.3	Mantequilla.....	89
6.4	Crema de leche con almíbar de fresa.....	92
6.5	Crema Chantilly.....	91
Capítulo 7 Elaboración de quesos.....		87
7.1	Quesos Frescos.....	87
7.1.1	Queso campesino.....	87
7.1.2	Queso Ricotta.....	90
7.1.3	Quesito Antioqueño.....	91
7.2	Quesos hilados.....	95
7.2.1	Queso Doble Crema.....	95
7.2.2	Queso Mozzarella.....	97
7.3	Quesos madurados.....	98
7.3.1	Queso Gouda.....	98
7.3.2	Queso Edans.....	100
Capítulo 8 Leches Pasteurizadas.....		102
8.1	Pasteurización.....	102
8.2	Esterilización.....	103
8.3	Homogenización.....	103
Capítulo 9 Helados.....		105
Normas Técnicas Colombianas (NTC).....		106
Referencias bibliográficas.....		103

Prólogo

El presente texto es fruto de las actividades realizadas por los autores como docentes de la Universidad de Nariño con el fin de incentivar el conocimiento sobre las ciencias de la leche. Para ello, este texto se apoya en los últimos avances del sector, por lo que se necesita actualizar los conceptos y determinar las nuevas formas de producción, al igual que los nuevos productos.

La industria láctea es un componente esencial en la nutrición de los hogares colombianos, que muestra un aumento en el consumo de este tipo de productos, lo que incentiva la generación de emprendimiento en esta área. Por ello, el presente texto busca ser una guía y camino a seguir en el conocimiento y elaboración de diferentes productos lácteos, así como la evaluación de las características de la materia prima (leche), que facilite el proceso de manejo y elaboración de los derivados lácteos.

El texto se divide en dos secciones, dos capítulos para la primera y cuatro para la segunda, que buscan entregar un documento completo sobre las características de calidad y manejo de la materia prima que se recibe para producir diferentes tipos de leche y sus derivados. Al igual que la aplicación de técnicas y procedimientos en la elaboración de diferentes productos de la industria láctea.

Los autores esperan que este texto sea de gran ayuda para estudiantes, profesores, productores y comunidad en general que estén interesados en la producción de leche y sus derivados.

Introducción

La leche es la base para la elaboración de productos lácteos como la crema de leche, mantequilla, queso, yogur, dulce, helados, entre otros. Además, es frecuente el empleo de los derivados en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas (Rivera, 2008). La leche, y especialmente los coproductos de la producción láctea, se utilizan en la alimentación animal, dado que muchos de estos residuos poseen características nutricionales importantes para suplir los requerimientos de los animales (Amiot et al., 1991).

Actualmente, la leche más utilizada en la producción de lácteos en Colombia es la de vacuno (debido a las propiedades que posee, a la cantidad que se obtiene y, su agradable sabor). También se debe tener en cuenta que no es única, porque en el mercado se encuentra leche de búfala, cabra, entre otras. Por otra parte, el consumo depende de la zona y las especies productoras de leche disponibles. En el mundo, la leche de cabra, por ejemplo, es más apetecida por los asiáticos, especialmente en la India, mientras que en las regiones árticas se emplea la leche de ballena. Por otra parte, su contenido composicional cambia con la especie, para el caso de la asna y de la yegua se tiene menor materia grasa, mientras que la foca posee un mayor valor para este parámetro (50%) (Milera et al., 2001).

Como se mencionó anteriormente, la leche de los mamíferos difiere en sus propiedades de acuerdo con la especie animal, lo que puede mostrar diferentes características para la realización de derivados lácteos. Este líquido se caracteriza por presentar un color blanco mate y algo viscoso con diferencias entre el contenido de sustancias pre-

sentos, como la proteína, grasa, minerales, etc. (Bedoya et al., 2012). Estos cambios, incluso, se pueden observar en las etapas de lactancia.

Por otra parte, se resalta la importancia del precio de la leche, ya que existen diferencias con productos similares; esto es una consecuencia del nivel cultural de consumo y la calidad composicional de la leche producida por otras especies (Patiño, 2011). Así, se observa que para el caso de Colombia, la leche de vacuno tiene menor precio, en comparación con la leche de búfalo, cabra u ovino, debido a la mejor calidad nutricional de estas últimas. Esto ha incrementado la producción de la primera a nivel nacional, como resultado de una mayor asequibilidad para el consumidor (Oliveiro et al., 2011).

Sección I

Prácticas de laboratorio



Capítulo 1

Recolección, transporte, recepción y toma de muestras



El ordeño, almacenamiento, transporte y recepción de la leche cruda son factores importantes para determinar la calidad final de los productos o derivados lácteos. La forma como se realiza el manejo de la leche desde la obtención en el ordeño hasta su presentación al consumidor final afectará las condiciones higiénicas y microbiológicas del producto. Durante el proceso de almacenamiento y transporte, la refrigeración puede fallar, lo que trae una disminución de la calidad microbiológica y posterior daño de la leche. En otros

casos, se puede contaminar con olores o productos químicos mal manejados, ya sea en el lavado de cantinas o instrumentos utilizados para su manejo, que también afectan de manera significativa su calidad.

Junto a lo anterior, el pago por calidad de la leche cruda, que en el caso de Colombia se encuentra regulada por la resolución 000012 del 12 de enero de 2007 emitida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) ha incentivado la mejora de la calidad composicional y sanitaria de este producto del hato lechero. Esto hizo necesario la toma de muestras en finca para su evaluación, lo que llevó a desarrollar protocolos especiales para realizar esta actividad con el fin de evitar alterar de manera indirecta el producto.

1.1 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La recolección de la leche se realiza de diferentes formas, como en carros cisternas cuando el volumen de leche es considerable, o cantinas cuando el volumen es menor. Para el caso de Colombia, el transporte se realiza de diversas maneras y en pequeñas cantidades, lo que muestra una baja tecnificación en la producción de leche bovina (Calderón et al., 2006, Delgado et al., 2014).

La leche debe ser recolectada en recipientes de acero inoxidable, especialmente cuando el transporte se efectúa de las fincas productoras de leche o centros de acopio a las plantas de industrialización de productos lácteos. Al respecto el Decreto 616 de 2006 del Ministerio de la Protección Social indica que la leche debe ser transportada en cantinas o tanques para tal fin y no se permite el uso de recipientes plásticos.

Los recipientes más usados para el transporte de leche en Colombia son las cantinas, esto como consecuencia de la alta proliferación de minifundios. Generalmente están elaboradas en aluminio y el volumen más conocido es de 40 litros. También se encuentran cantinas en acero inoxidable, y hierro pero su costo dificulta su uso en el sector. Por el alto costo de las cantinas de aluminio en el comercio y para un mejor manejo en los inventarios de estos elementos, se recomienda

marcar las cantinas con números o letras de acuerdo a la iniciativa de cada propietario.

El cierre de las cantinas debe ser hermético, independientemente de su material, y preferiblemente con tapas de caucho o tapas metálicas.

1.2 RECEPCIÓN Y TOMA DE MUESTRAS

1.2.1 Recepción. La Recepción de la leche implica conocer ciertos aspectos importantes para una mejor conservación y calidad. Uso de angeos y mallas para limpieza de macroimpurezas de la leche cruda e igualmente el empleo de filtros más específicos para separar microimpurezas. Algunos equipos, juegan un papel fundamental en la industria láctea, que cumplen la limpieza mediante el proceso denominado clarificación, el cual consiste en aplicar sobre la leche una fuerza centrífuga para eliminar las partículas más densas: restos celulares y leucocitos.

Desde el punto de vista técnico, existen algunas consideraciones importantes a tener en cuenta, referentes al proceso de enfriamiento de la leche para que la durabilidad y calidad higiénica no se altere.

Para los sistemas de producción, el almacenamiento y conservación de la leche requiere enfriarla a una temperatura de 4°C y por un tiempo limitado. Su eficacia, de acuerdo con Callejo-Ramos (2008) depende de los siguientes factores:

- Temperatura de conservación
- Período de almacenamiento
- Contaminación inicial
- Velocidad de enfriamiento

✓ **Temperatura de conservación.**

La norma exige que la leche sea enfriada entre 3 y 4°C, ya que este factor retarda el crecimiento de los microorganismos presentes en la leche (ver tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la temperatura de conservación sobre el crecimiento bacteriano en leche cruda almacenada.

Temperatura (°C)	Conteo (Bacterias/mL)
0	2.240
4	2.500
5	2.600
6	3.100
10	11.600
13	18.800
16	180.000
20	450.000
30	1.400.000
35	25.000.000

Fuente: Callejo-Ramos, 2008

✓ **Período de almacenamiento**

Este factor es importante, debido a que a un mayor tiempo de almacenamiento de la leche incrementa la cantidad de bacterias presentes. Al respecto, los sistemas de producción que deben entregar la leche con un mayor periodo de almacenamiento deben garantizar que esta permanezca por debajo de los 5°C, para no tener problemas bacteriológicos en la leche que ofrece.

✓ **Contaminación inicial**

La cantidad de microorganismos presentes al inicio de la refrigeración determina la efectividad en la conservación de la leche. Por lo cual es importante extraer la leche con la mayor asepsia posible y colocarla lo más rápido posible a refrigeración.

✓ **Velocidad de enfriamiento**

La velocidad de enfriamiento inicial es un factor que interviene sobre el conteo microbiano de la leche. Se ha observado diferencia entre un enfriamiento rápido y uno de mayor duración. Al respecto Pedraza et al., (1987) han observado que el crecimiento bacteriano en la leche es lento durante las dos primeras horas, lo que da un tiempo prudencial para realizar la refrigeración (Pedraza et al., 1987). Sin embargo, entre mayor sea el tiempo transcurrido para disminuir la temperatura de la leche, habrá mayores posibilidades de un aumento de los microorganismos, disminuyendo la vida útil del producto.

1.2.2 Toma de muestras. Para Colombia, la NTC 666 especifica los métodos de muestreo de leche y productos lácteos para análisis microbiológico, químico, físico y sensorial. Se realizará una síntesis de los puntos más relevantes en el muestreo e invitamos al lector a acercarse a la norma para obtener más detalles.

- La persona encargada del muestreo debe estar entrenada, y para el caso de los laboratorios de referencia debe ser autorizada, y debe estar libre de cualquier enfermedad o condición que pueda alterar los resultados.
- La muestra debe ser sellada y rotulada de manera correcta, esto último de acuerdo a la nomenclatura que sea escogida.
- El muestreo debe realizarse por duplicado.
- Los recipientes para la muestra deben ser de materiales y estructura que no alteren la muestra, de preferencia estos deben ser opacos.
- Las muestras para microbiología, química y física deben ser independientes.
- El almacenamiento y transporte deben garantizar que el estado de la muestra al momento de tomarla no se vea alterado de manera apreciable. La temperatura debe estar en el rango legalmente exigido (0-4°C).

- Para las técnicas de muestreo, primero se tomará la microbiológica y luego la física y química. Se debe tener en cuenta que la cantidad de leche para la muestra depende de los análisis a realizar y la cantidad de réplicas por muestra.
- Finalmente se debe tener equipos y utensilios correctamente limpios y secos antes de iniciar los análisis.

1.2.3 Examen organoléptico. Este examen es importante para tener una primera aproximación cuando el producto es recibido por las centrales de acopio. Dentro de este proceso se incluye la medición de la temperatura, para verificar el correcto almacenamiento de la cadena de frío, factor importante cuando se paga una bonificación por leche enfriada (Delgado et al., 2014).

Las características olor y color son evaluadas al momento de la recepción (no se recomienda evaluar el sabor, debido al riesgo de transmisión de enfermedades). Al respecto, la Asociación Americana de Ciencias Lecheras ADSA por sus siglas en inglés, muestra los siguientes procedimientos para la caracterización de estos parámetros:

- ✓ **Olor.** La prueba es subjetiva y por consiguiente debe ser evaluada por personal entrenado, que garantice resultados confiables. La muestra se clasifica de acuerdo con la tabla adjunta (tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las características organolépticas de la leche.

Grado	Clasificación	Descripción del olor
1	Excelente	Sin crítica
2	Buena	Simple y ligero a hierba
3	Regular	Ligero a hierba y ligeramente oxidado
4	Mala (se aconseja rechazar)	Fuerte a hierba y/o ligero a rancio, oxidado
5	Muy mala (inaceptable)	Muy ácido, pútrido

- ✓ **Color.** Al igual que la anterior, es subjetiva y depende del grado de entrenamiento de la persona que realiza la evaluación. En este parámetro simplemente se busca que no existan colores extraños

que muestren adulteración, contaminación o degradación de la muestra. Para ello, se debe tener en cuenta que el color normal es un blanco opaco.

Figura 1. Transporte y recepción



Capítulo 2

Análisis de la leche cruda



De acuerdo con Martínez y Gómez (2013), la calidad de la leche se divide en dos grandes áreas: composicional e higiénico-sanitaria. Dentro de la primera se encuentra la composición físico-química y en la segunda, su microbiología. El presente texto diferencia la parte higiénico-sanitaria en los componentes sanitario y microbiológico.

La calidad de la leche es de importancia en Colombia, por ser un alimento básico de la canasta familiar (FAO, 2019). Por ello, las entidades nacionales territoriales establecen los parámetros de calidad composicional y microbiológica, ya que este producto representa un potencial problema de salud pública dado su fácil adulteración

y contaminación, que puede transmitir enfermedades de carácter zoonóticas (Barbano y Santos, 2006). Para ello, la norma técnica colombiana NTC 399 establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda como materia prima para su industrialización.

Con el fin de determinar los parámetros composicionales, sanitarios y microbiológicos de la leche, se coloca a disposición los procedimientos para su determinación y evaluación, esperando mejorar los procesos de producción, transformación e industrialización, almacenamiento y conservación de los productos de la leche y sus derivados.

Objetivo

- ✓ Determinar las características composicionales, sanitarias y microbiológicas de la leche.
- ✓ Conocer e identificar las diferentes sustancias que son agregadas a la leche por los productores, transportadores o intermediarios inescrupulosos, en forma no permitida y con el propósito de adulterar el producto ofrecido. Conocer el protocolo adecuado para el procesamiento de muestras para análisis microbiológico.
- ✓ Determinar el grado de contaminación de la leche a partir de un análisis microbiológico.
- ✓ Establecer el número y tipo de microorganismos que se encuentran presentes en la leche.

2.1 ANÁLISIS COMPOSICIONAL DE LA LECHE CRUDA

Este análisis se determina a través de su composición fisicoquímica y puede evaluarse mediante los componentes nutricionales grasa, proteína (verdaderas y séricas), caseína, lactosa, sólidos (SNG y ST), urea, ácido cítrico, perfil de ácidos grasos, ácidos grasos libres, depresión del punto de congelación, pH, detección de cetosis (BHB y acetona), leche cruda no tratada cribado (adulteración). Algunas de las anteriores características tienen influencia sobre los productos lácteos procesados (Martínez y Gómez, 2013).

2.1.1 pH de la leche. Está directamente relacionado con la acidez de la leche. En condiciones normales presenta valores que oscilan entre 6.4 y 6.6, siendo un indicativo indirecto de su calidad microbiológica y sanitaria (Duque et al., 2018).

Materiales

- Potenciómetro
- Beaker de 20 mL

Reactivos y sustancias

- Agua destilada

Procedimiento

1. Calibre el electrodo de acuerdo con la orientación de la casa fabricante.
2. Enjuague el electrodo con agua destilada.
3. Tome 7 mL de leche en un beaker e introduzca el electrodo y realice la medición del pH.

Haga la lectura directamente en la escala del aparato.

2.1.2 Densidad de la leche. Se define como la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo (RAE, 2019). Para el caso de la leche se expresa en gramos por mililitro, su determinación se realiza por termolactodensímetro (lactodensímetro y termómetro también sirven), y picnómetro (Velazques et al., 2019). Los primeros son aparatos denominados densímetros para leches y permiten determinar su densidad (Jiang et al., 2020). De acuerdo con la NTC 399, la leche debe oscilar entre 1.030 y 1.033 g/mL para cumplir con los requisitos exigidos en Colombia.

Materiales

- Lactodensímetro
- Probeta de 250 mL

Procedimiento

1. Se transfiere una muestra de leche a la probeta hasta completar los 250 mL o hasta que se puede sumergir el termolactodensímetro.

2. Se introduce el termolactodensímetro, evitando que toque o se apoye en las paredes de la probeta, y flote libremente.
3. Se espera que la columna de mercurio se estabilice y se efectúa la lectura del termómetro y de los grados lactométricos teniendo en cuenta la parte superior del menisco que se forma.
4. La lectura debe efectuarse a 15°C, aceptándose una variación de más o menos 5°C en la muestra.

La densidad de la leche se expresa en grados Quebene (°Q) o grados lactodensímetros (°L) a 15°C.

Figura 2. Determinación de la densidad de la leche.



Con los resultados se calcula la densidad mediante la siguiente fórmula:

$$D \text{ (g/mL)} = \frac{(X \pm 0.2 + \text{°Lactométrico})}{1000} + 1$$

Dónde:

X Temperatura

± 0.2 Se suman o restan dependiendo de la temperatura de la leche. Si es igual a 15°C, en la fórmula se suma cero (0) y no 0.2.

Se suma 0.2 en la fórmula si la temperatura es igual a 16°C.

Se suma 0.4 (+0.4) en la fórmula si la temperatura es de 17°C. Es decir, por cada grado por encima de 15°C se va aumentando 0.2.

Para el caso contrario, se resta 0.2 por cada grado que esté por debajo de los 15°C.

2.1.3 Acidez de la leche. Se determina mediante dos métodos principalmente, el cualitativo y el cuantitativo. Para el primero se tiene las pruebas de alcohol, alizarol y ebullición; mientras que para el segundo, el método volumétrico (titulación con hidróxido de sodio), siendo este la técnica oficial para Colombia (Calderón et al., 2006).

- **Métodos cualitativos**

Prueba de alcohol. Se utiliza como orientación con respecto al grado de acidez de la leche. No se debe aceptar o rechazar una muestra basada únicamente en esta prueba, por lo tanto, cualquier resultado positivo debe confirmarse mediante cuantificación por el método volumétrico (Donnelly y Horne, 1986).

Materiales

- Tubos de ensayo con capacidad de 20 mL.
- Pipetas graduadas de 5 mL.
- Gradillas.

Reactivos.

- Alcohol al 70%.

Procedimiento.

1. Mezclar volúmenes iguales de leche (2 mL) y de alcohol al 70% (2 mL); sin agitar, luego invierta una ó dos veces.
2. La formación de pequeños o grandes grumos indican que la leche ha sufrido cierta acidificación o es anormal (mastitis, calostro, período avanzado de lactación).
3. La leche de buena calidad, fresca y reciente (acidez normal), no sufre ninguna alteración.

Prueba de alizarina o de alizarol. Sirve como indicador de acidez y neutralización de la leche, esta última cuando el producto es alcalino. La leche reacciona cuando la acidez tiene un valor mayor de 0.21% de ácido láctico (AL).

Materiales

- Tubos de ensayo con capacidad de 20 mL
- Pipetas graduadas de 5 mL
- Gradillas.

Reactivos

- Solución alcohólica de alizarina al 0.2% (en alcohol al 70%).

Procedimiento.

1. Primero se mezcla la leche y la alizarina a igual volumen (2 mL), se agita, invierte y se observa su aspecto y color.
2. La formación de grumos y coloración amarilla indican alta acidez.
3. La no formación de grumos y una coloración lila, indican neutralización.

Prueba de ebullición. Esta prueba permite determinar la termoes-
tabilidad de la leche, lo que evidencia cambios en su acidez como
consecuencia de un mal manejo sanitario. Cuando reacciona en forma
de grumos es un indicativo de que la acidez se encuentra alrededor
de 0.24% (Mejía et al., 2017). Se debe recalcar que esta prueba puede
ser positiva en el caso del calostro, por lo que debe evitarse este tipo
de muestras.

Materiales

- Tubos de ensayo con capacidad de 20 mL.
- Pipetas graduadas de 5 mL.
- Gradillas.
- Estufa.

Procedimiento

1. Se vierten 5 mL de una muestra de leche en un tubo de ensayo;
se calienta hasta ebullición.

2. La leche fresca no coagula por la aplicación del calor; si lo hace la leche está ácida o es calostros.

- **Método cuantitativo**

Método volumétrico (titulación con NaOH 0.1 N). La acidez es el poder de combinación de un ácido con una base, se expresa en porcentaje de ácido en 100 mL o en 100 g de muestra. Antes de realizar la prueba se debe homogenizar la leche, es decir, se debe agitarla o mezclarla bien, el procedimiento descrito se basa en la NTC 4978.

Materiales

- Cápsula de porcelana.
- Bureta de 10 a 50 mL.
- Pipeta volumétrica de 10 mL.
- Agitador.

Reactivos

- Solución de NaOH 0.1 N
- Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%.

Procedimiento

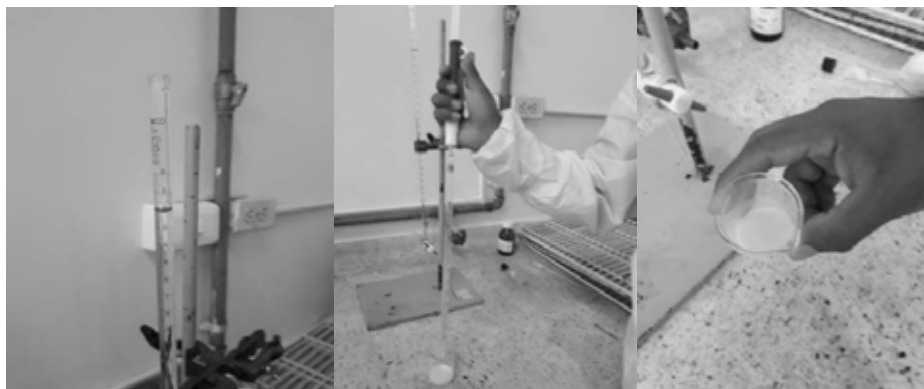
1. Se mezcla cuidadosamente la muestra de leche y se transfiere, con una pipeta volumétrica, 9 mL a una cápsula de porcelana.
2. Se vierten 3 a 5 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína a la leche como indicador.
3. Finalmente se titula la muestra con NaOH 0.1 N (N/10) hasta obtener una coloración rosa fácilmente perceptible por comparación con un testigo tomado de la misma leche. La coloración desaparece de manera gradual por lo que es necesario que está persista por un periodo mínimo de 30 segundos.

Los resultados de acidez se expresan en peso de ácido láctico por 100 mL de leche, siempre que se tomen 9 mL de muestra. Para obtener dicho resultado se divide entre 10 el número de mL de NaOH gastados en la titulación, o se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{\text{mL NaOH gastado} * \text{Normalidad NaOH} * \text{eq.G ác.láctico}}{\text{mL o g de muestra de leche}}$$

eq. G = 0.09 (P.M. ácido láctico = 90/1000 g = 0.09 g)

Figura 3. Determinación de acidez en la leche.



2.1.4 Grasa de la leche. La grasa es uno de los componentes más importantes de la leche, dado que permite la elaboración de productos como la mantequilla, que posee un alto contenido de ácidos grasos esenciales y que son nutricionalmente importantes para la salud de los consumidores. Esto último es relevante dado que la población busca una alimentación balanceada y con alto valor nutricional (Prieto et al., 2017).

Métodos Volumétricos. Este método mide el volumen de la fase grasa, cuando la leche se somete a ácidos, álcalis, detergentes fuertes y se aplica calor y centrifugación, en aparatos graduados especialmente diseñados para ello (butirómetro) (NTC 4722). Se destacan en este grupo, el método **GERBER** en Europa (oficialmente en Colombia) y el método **BABCOCK**, en Estados Unidos. Aunque existen algunas diferencias dependiendo del tipo de leche analizada.

Análisis del porcentaje de grasa en la leche según el método Gerber.

Materiales

- Butirómetro de GERBER.
- Pipeta automática (con reservorio de 10 mL).

- Termómetro graduado de GERBER: baño maría.
- Pipeta automática (con reservorio de 1 mL).

Reactivos

- Ácido sulfúrico 89.5-91% (470 mL H₂SO₄ en 30 mL de agua), D = 1.815 ± 0.002 g/mL (20°C).
- Alcohol amílico, D = 0.811 ± 0.003 g/mL (20°C).

Procedimiento

1. Transfiera con una pipeta automática 10 mL de ácido sulfúrico a un butirómetro Gerber previamente marcado (evitar mojar el cuello del butirómetro con ácido).
2. Añada lentamente 11 mL de la muestra de leche con mucho cuidado para evitar mezclar (evitar mojar el cuello del butirómetro con la leche).
3. Añada 1 mL de alcohol amílico. Tape el butirómetro firmemente, agite enérgicamente protegiendo con un paño, hasta completar la disolución total de la fase proteica.
4. La mezcla final se centrifuga a 1200 rpm durante 3 a 5 minutos.
5. Lleve el butirómetro con la tapa invertida y ajustada a baño maría, a una temperatura de 65 ± 2°C por un tiempo de 3 y 10 minutos.
6. Se ajusta la posición de la columna de grasa con el tapón de caucho.
7. Lea directamente en la escala el porcentaje (%) de grasa.

Lectura. Manejado del tapón: coloque la copa clara transparente (grasa) dentro del bulbo graduado del butirómetro. El número de mL ocupados por la capa oleosa da directamente el porcentaje de grasa en g por cien. La lectura debe hacerse incluyendo los meniscos superior e inferior.

Figura 4. Determinación de la grasa de la leche



Análisis del porcentaje de grasa en leche homogeneizada y leche pasteurizada según el método Gerber. Se utiliza los mismos materiales, reactivos y procedimientos usados y descrito en el análisis anterior, solo que se adiciona los siguientes pasos:

- Segunda centrifugación:** atornillar las tapas si es necesario e inmediatamente repetir la centrifugación. Ajuste la temperatura y lectura del butirómetro.
- Tercera centrifugación:** Se efectúa como se ha descrito en el punto a, si la lectura obtenida después de la segunda centrifugación es mayor que la obtenida después de la centrifugación.
- Finalmente se realiza la lectura tal como se determinó en el procedimiento anterior.

Análisis del porcentaje de grasa en leches enteras por el método Babcock.

Principio. La mezcla de ácido sulfúrico con la leche, en una proporción correcta, hidroliza la proteína y la descompone en sustancias más simples, las cuales no son capaces de mantener los glóbulos de grasa en estado de emulsión y permite que estos suban libremente a la superficie del líquido, uniéndose y formando una sola capa de grasa. Se debe establecer que este método es el de referencia para países como EEUU (Quevedo, 2019).

Materiales

- Centrífuga especial según BABCOCK, con la velocidad de 800 - 1200 revoluciones por minuto (R.P.M.).

- Butirómetro para 18 g calibrados de 8% y graduados en divisiones 1/10.
- Pipetas volumétricas con capacidad para 17.6 mL (llamadas pipetas Babcock).
- Medidor o dispensador de ácido sulfúrico, o pipeta semi-automática con reservorio y capacidad para 17.5 mL.
- Baño maría a 60°C.
- Termómetro.
- Beaker.
- Compás y lápiz blanco.

Reactivos

- Ácido sulfúrico de densidad 1.82 a 20°C.
- Agua desmineralizada o destilada de 55 a 60°C.
- Muestra de leche a una temperatura de 20°C.

Procedimiento

1. Marcar los butirómetros, en lo posible, con lápiz blanco.
2. Mezclar bien la muestra de leche, que debe estar a una temperatura de 20°C.
3. Medir 17.6 mL de leche con la pipeta especial de Babcock y pasarlos completamente al butirómetro o botella.
4. Añadir 17.5 mL de ácido sulfúrico de g.e. = 1.82; agregarlo en tres porciones agitando cada vez con movimientos rotatorios.
5. Colocar los butirómetros en posición opuesta en la centrífuga de Babcock y centrifugar durante 5 minutos.
6. Agregar agua caliente a 60°C. Hasta empezar el cuello del butirómetro.
7. Centrifugar por espacio de dos minutos.
8. Añadir agua a 60°C hasta la parte superior del cuello del butirómetro sin excederse de la última graduación.
9. Centrifugar por un (1) minuto.

Sacar las botellas de la centrifuga. Si ésta tiene calefacción se puede leer inmediatamente; de lo contrario, es necesario sumergir los butirómetros en un baño maría a 60°C durante 3 a 5 minutos.

Leer la columna de grasa que debe ser cristalina y clara, de color amarillo dorado y libre de partículas en suspensión, utilizando un compás especial y teniendo cuidado de efectuar la lectura con base en la parte superior del menisco superior y la parte inferior del menisco inferior, obteniendo así el porcentaje (%) de grasa. El resultado se calcula en relación al peso, no al volumen (Guevara et al., 2019).

Precauciones y observaciones. El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es muy corrosivo, por ello, su manejo debe ser muy cuidadoso. La botella debe permanecer en posición inclinada y el cuello dirigido hacia la pared, el ácido se debe agregar con suavidad y la agitación del butirómetro con movimientos circulares. El H_2SO_4 debe ser agregado a la leche en tres etapas, con el fin de evitar temperaturas superiores a los 70°C, ya que temperaturas más altas traen por resultado partículas negras en la columna de grasa, debido a que se carboniza la materia orgánica (Gonzales y Mediana, 2005).

No se debe usar butirómetros sucios, deben estar libres de grasa, se deben nivelar y equilibrar dentro de la centrífuga. Al efectuar la lectura, el butirómetro se coloca a la altura de los ojos, con el fin de evitar, el error de paralelaje, para la medición utilice el compás. Cuando se observe una grasa de color amarillo muy claro, el ácido utilizado es débil o la leche estaba muy fría al momento de agregarla.

Si, por el contrario, se observa un color oscuro en la grasa o partículas negras, se determina que el ácido es muy fuerte o se agregó demasiado rápido. Muestras que contienen formaldehído (formol o formalina) se detectan por la formación de un anillo color violeta; para ello, se requiere adicionar aproximadamente 0.5 g de cloruro férrico/1 litro de H_2SO_4 . No confundir el anillo violeta con parte de la leche quemada al contacto con el ácido (Gonzales y Medina, 2005).

- **Determinación de la grasa en quesos.**

Materiales

- Butirómetro de GERBER.

- Pipeta automática (con reservorio de 10 mL).
- Termómetro graduado de GERBER
- Baño maría.
- Pipeta automática (con reservorio de 1 mL).

Reactivos

- Ácido sulfúrico 89.5-91% (470 mL H_2SO_4 en 30 mL de agua),
D = 1.815 ± 0.002 g/mL (20°C).
- Alcohol amílico, D = 0.811 ± 0.003 g/mL (20°C).

Procedimiento

1. Se ralla el queso, de manera que quede bien fino.
2. Se pesa máximo 9 g del queso en el butirómetro de escala 0-50.
3. Se adiciona 9 mL de agua destilada a 60°C (esto hace que cuando se adicione el ácido, su acción no sea tan fuerte).
4. Se adiciona H_2SO_4 al 98%.
5. Se centrifuga por 5 minutos.
6. Luego colocar agua a 50°C y se centrifuga por dos (2) minutos. Después, colocamos un poco más de agua a 50°C y se centrifuga por un (1) minuto.
7. Finalmente, se hace lectura directa.

2.1.5 Proteína de la leche. El contenido de proteína en la leche es muy importante, porque de él depende el rendimiento del queso, uno de los productos más apetecidos por el consumidor. Además, su valor biológico es alto para el ser humano, por lo que los productos derivados de este nutriente tienen un valor nutricional bueno para la población. La determinación de este parámetro se basa en la NTC 5025.

Materiales

- Baño de agua
- Matraces Kjeldhal
- Balanza analítica

- Reguladores de ebullición
- Bureta
- Probetas graduadas
- Aparato de digestión
- Aparato de destilación
- Erlenmeyer
- Bloque de digestión
- Tubos de digestión
- Recolector de vapores
- Unidad de destilación
- Papel de filtro
- Vaso de precipitado
- Pipetas

Reactivos

- Sulfato de potasio
- Solución de sulfato de cobre
- Ácido sulfúrico 96%
- Hidróxido de sodio 50%
- Solución de ácido bórico
- Sulfato de amonio

Procedimiento

- 1. Muestra para ensayo y tratamiento previo.** En un matraz Kjeldahl limpio y seco, se adicionan 5 a 10 reguladores de ebullición, 15 g de sulfato de potasio, 1.0 mL de la solución de sulfato de cobre, aproximadamente 5 ± 0.1 mL de la muestra pesada y 25 mL del ácido sulfúrico. Se mezcla con suavidad el contenido del matraz Kjeldahl.
- 2. Determinación (digestión).** Se enciende el sistema de extracción de vapor del aparato de digestión antes de comenzar. Se calienta el matraz Kjeldahl y su contenido en el aparato de digestión regulando el ajuste del calentador lo más bajo posible, de manera

que la muestra para ensayo digerida no suba hasta alcanzar el cuello del matraz Kjeldahl. Se realiza la digestión con este ajuste del calentador durante al menos 20 min o hasta que aparezca vapor blanco en el matraz. Se incrementa la temperatura del calentador hasta la mitad del ajuste máximo y se continúa el período de calentamiento durante 15 min. Después que la muestra para ensayo ha sido digerida (presenta color azul verdoso claro) se continúa la ebullición durante 1 a 1.5 h en el ajuste máximo. El tiempo de digestión total estará entre 1.8 y 2.25 h.

- 3. Destilación.** Se abre la llave de suministro de agua al condensador, en el aparato de destilación. Se adicionan 75 ml de solución de hidróxido de sodio a la muestra para ensayo digerida diluida vertiendo cuidadosamente la solución en el cuello inclinado del matraz Kjeldahl, de manera que forme una capa en el fondo del bulbo del matraz. Debería existir una interfase limpia entre las dos soluciones. Inmediatamente después de la adición de la solución de hidróxido de sodio al matraz Kjeldahl, se conecta al aparato de destilación, el cual cuenta con un tubo de salida del condensador, cuya punta se encuentra inmersa en 50 mL de la solución de ácido bórico contenido en un matraz cónico. Se revuelve vigorosamente el matraz Kjeldahl para mezclar su contenido por completo hasta que ya no sean visibles capas separadas de solución en el matraz. Se coloca el matraz en el calentador. Se enciende éste para lograr una temperatura lo suficientemente alta para hervir la mezcla. Se continúa la destilación hasta que comience la ebullición irregular (ebullición intermitente) e inmediatamente se desconecta el matraz Kjeldahl y se apaga el calentador. Se cierra el suministro del agua del condensador. La velocidad de destilación debe ser tal, que se reúnan cerca de 150 mL de destilado cuando la ebullición irregular (ebullición intermitente) inicie y el volumen del contenido del matraz cónico sea aproximadamente de 200 mL. Si el volumen del destilado recogido es menor a 150 mL, es probable que haya menos de 300 mL de agua adicionada para diluir la muestra para ensayo digerida. La eficiencia del condensador debe ser tal que la temperatura del contenido del matraz cónico no exceda los 25°C durante la destilación.

4. **Titulación.** Se titula la solución receptora de ácido bórico con la solución de ácido clorhídrico volumétrico estándar hasta la primera traza de color rosa. Se registra la lectura de la bureta por lo menos con aproximación a 0.05 mL. Una placa de agitación iluminada puede contribuir a la visualización del punto final.
5. **Ensayo de los blancos.** Se mantiene un registro de los valores obtenidos para los blancos. Si éstos cambian, se debe identificar la causa. Siempre se titulan los blancos con el mismo titulante que se emplea para las muestras de ensayo. Se realiza un ensayo blanco siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. Se reemplaza la muestra para ensayo con 5 mL de agua con aproximadamente 0.85 g de sacarosa. Se mantiene un registro de los valores obtenidos para los blancos. Si éstos cambian, se identifica la causa.
6. **Ensayos de recuperación.** Se verifica que no ocurra pérdida de nitrógeno mediante una muestra para ensayo de 0.12 g de sulfato de amonio junto con 0.85 g de sacarosa.
7. **Cálculo y expresión de resultados.** Se calcula el contenido de nitrógeno, expresado como porcentaje en masa, mediante la siguiente ecuación:

$$W_n = \frac{1,4007 \cdot (V_s - V_b) \cdot M}{W_1}$$

Dónde:

W_n = es el contenido de nitrógeno de la muestra, expresado como porcentaje en masa.

V_s = es el valor numérico del volumen de la solución volumétrica estándar de ácido clorhídrico empleado en la determinación, en mililitros, expresados por lo menos con aproximación a 0.05 mL.

V_b = es el valor numérico del volumen de la solución volumétrica estándar de ácido clorhídrico (véase el numeral 3.7) empleado en el ensayo blanco, en mililitros, expresado por lo menos con aproximación a 0.05 ml.

M = es el valor numérico de la molaridad exacta de la solución volumétrica estándar de ácido, expresado con cuatro decimales.

Wt = es la masa de la muestra para ensayo en gramos, expresada con aproximación a 0.1 mg.

8. Expresión de resultados. Se expresa el contenido de nitrógeno con cuatro decimales.

Cálculo del contenido de proteína cruda. El contenido de proteína cruda, expresado como porcentaje en masa, se obtiene mediante la multiplicación del contenido de nitrógeno por 6.38.

2.1.6 Sólidos no grasos (SNG). Este parámetro se calcula teniendo en cuenta los valores de grasa y densidad de la leche. Se caracteriza por estar compuesto por proteína, lactosa y sales minerales, y reviste una alta importancia en la elaboración de productos como los helados (Consejo Nacional Lácteo, 2010).

Los Sólidos No Grasos (SNG) se calculan de la siguiente manera:

$$S.N.G = 250 (densidad - 1) + (0.2 * \% grasa) + 0.14$$

2.1.7 Sólidos totales. Al igual que los SNG, este parámetro se calcula mediante fórmula. El parámetro representa todas las fracciones sólidas presentes en la leche, por lo que excluye únicamente el contenido de agua.

Los Sólidos Totales (ST) se calculan de la siguiente manera:

$$ST = SNG + \% grasa$$

2.1.8 Determinación del contenido composicional de la leche mediante equipos especializados. La industria láctea necesita mejorar y acelerar la evaluación de la materia prima que llega a los centros de acopio, dado el volumen de leche que necesita evaluar. Por ello, las empresas de tecnología en el sector lácteo han incrementado la producción de equipos rápidos y confiables en la medición directa de los parámetros físico-químicos más importantes para la industria. Dentro de este grupo se encuentran el lactoscan y ekomilk, que son dispositivos que, de manera fácil y rápida, muestran información

sobre proteína, grasa y sólidos no grasos de muestras de leche en un tiempo muy inferior a los métodos tradicionales.

Dentro de los equipos para determinación de la calidad composicional y sanitaria de la leche utilizada en la industria láctea, los países y la industria manejan como tecnología base la Citometría de flujo, la cual se ha considerado como la mejor para determinar la composición de la leche. Por ello, la normatividad a nivel de Colombia exige la utilización de equipos con esta tecnología en la determinación del pago por calidad de la leche, permitiendo de esta manera estandarizar los resultados entre diversos laboratorios, lo que les permite la certificación como laboratorios de referencia (Remón et al., 2019).

Lactoscan. Este tipo de equipo permite analizar los parámetros grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad y punto crioscópico en una sola muestra, facilitando el control de numerosas muestras de leche, realizando una sistematización y organización del trabajo en la industria láctea. El lactoscan utiliza tecnología de ultrasonido para la determinación de los parámetros en leche y se caracteriza por su fácil mantenimiento y calibración, muestras pequeñas de leche para la medición y no requiere el manejo de productos químicos peligrosos (Lactoscan, 2009).

Procedimiento

Primero se realizará una limpieza del equipo con detergente ácido (suministrado por la casa comercial), con el fin de eliminar sustancias extrañas y leche de otros muestreos. Enseguida se toma un recipiente con aproximadamente 25 mL de leche, al cual se introduce la manguera de absorción del equipo. Luego se dará la orden al equipo para que analice la leche; este absorberá la muestra y luego del procesamiento, los resultados se pueden visualizar en el display. Se realiza una limpieza antes de colocar una nueva muestra. Como tarea final, se realizará una nueva limpieza (rutina de lavado), con el fin de eliminar residuos de leche en el equipo.

Ekomilk. El analizador succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido. Un microprocesador traduce los resultados midiendo los siguientes parámetros: materia grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, punto de congelamiento

y agua agregada. Es uno de los equipos más utilizados en la industria láctea. Su manejo es similar al lactoscan. Tiene la capacidad de analizar leche cruda y procesada de bovino, caprino y ovino. Los resultados se editan en un tiquet.

Figura 5. Equipo Ekomilk para determinación de parámetros físico-químicos en leche.



2.2 ADICIÓN DE CONSERVANTES

En muchos casos, los productores o comercializadores de leche cruda adicionan a la leche conservantes, con el fin de evitar el crecimiento microbiano y de esta manera impedir su deterioro. Para la industria láctea, esto es malo, dado que afecta algunos productos que se laboran con microorganismos como las bebidas fermentadas y la maduración de quesos, ya que estos aditivos inhiben el crecimiento de bacterias benéficas, y representan una amenaza para la salud humana.

2.2.1 Formol o solución de formaldehído: prueba de Hehner. Este tipo de productos pueden ser usados en la leche como agentes antimicrobianos, pero con consecuencias desastrosas en la salud intestinal del consumidor (Jurado et al., 2018). Algunos productores ante la falta de correctos procedimientos de higiene y limpieza durante el ordeño, presentan dificultades en la obtención de un producto (leche) libre de microorganismos patógenos, adicionan este tipo de productos con el fin de engañar a las empresas acopiadoras.

Materiales

- Tubos de ensayo
- Mechero o calentador

Reactivos

- Solución acuosa de cloruro férrico al 1% (recién preparada).
- Ácido sulfúrico diluido (1 + 1) en volumen.

Procedimiento

1. Colocar 5 mL de muestra en un tubo de ensayo.
2. Agregar 1 mL de ácido sulfúrico diluido y una gota de cloruro férrico. Mezclar y calentar hasta ebullición.
 - ❖ Interpretación: En presencia de formaldehído aparecerá una coloración violeta.
 - ❖ Observación: en muestras donde la concentración de formaldehído es alta, la prueba pierde sensibilidad, para lo cual se recomienda diluir la muestra.

2.2.2 Agua oxigenada o solución de peróxido de hidrógeno. Al igual que en el caso anterior, la adición de estos compuestos tiene como fin la conservación de la leche por mayores periodos de tiempo. Sin embargo, su uso está prohibido por las autoridades sanitarias, debido a los efectos negativos sobre la salud del consumidor final. Para ello, la industria ha determinado el procedimiento de Arnold y Mentzer para su identificación, el cual se describe a continuación.

Materiales

- Tubos de ensayo

Reactivos

- Solución de pentóxido de vanadio al 1% m/v (V_2O_5) en ácido sulfúrico diluido. El ácido sulfúrico diluido se prepara agregando cuidadosamente 6 ml de H_2SO_4 con 95 a 98% de pureza a 94 ml de agua.

Procedimiento

1. En un tubo de ensayo colocar 10 mL de muestra, agregar 5 gotas de reactivo.
2. Preparar testigos con leche adicionada fresca y con leche adicionada de agua oxigenada.
3. Observar el color.

Interpretación

La aparición de un color rosado (salmón) indica la presencia de agua oxigenada (H_2O_2).

Figura 6. Muestra positiva a presencia de agua oxigenada en la leche.



2.3 IDENTIFICACIÓN DE ADULTERANTES

La leche durante mucho tiempo se ha adulterado de diferentes maneras. Esto llevó a la industria a desarrollar métodos eficientes en la detección de este tipo de adulterantes (Quevedo, 2019). Un adulterante físico común es la adición de agua con el fin de incrementar su volumen. Sin embargo, esto altera las proporciones en que se encuentran los componentes de la leche y por consiguiente su calidad (Ocampo et al., 2016).

En otros casos, cuando la leche tiene mucha acidez, se le agrega sal de sodio para disminuirla y así evitar valores fuera de lo dispuesto por el código alimentario. Esta actividad está prohibida por lo que se evalúa al momento de la recepción de la leche en el centro de acopio (Bordin et al., 2001).

2.3.1 Harinas y almidones

- Prueba del lugol

Materiales

- Tubo de ensayo

Reactivos

- Solución de yoduro de potasio
- Yodo 1 g
- Yoduro de potasio 2 g
- Agua destilada 300 ml

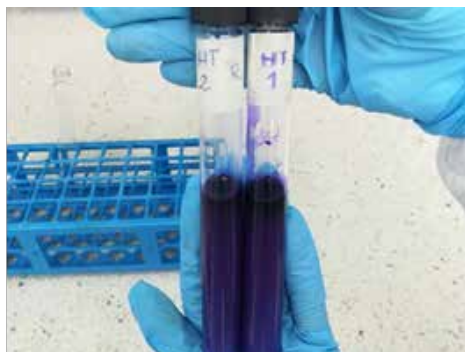
Procedimiento

Se coloca 5 mL de muestra en un tubo de ensayo se lleva a hervir, se enfría y finalmente se agrega 5 gotas de reactivo.

Interpretación

La aparición de un color azul indica la presencia de almidón o harina. Una coloración amarillenta indica la ausencia de estos adulterantes. El color azul debe desaparecer por calentamiento.

Figura 7. Determinación de presencia de almidón en la leche.



2.3.2 Sacarosa. La sacarosa se adiciona a la leche con el fin de ocultar la adición de agua, ya que la sacarosa no permite que los resultados del refractómetro tenga datos confiables y precisos (Mojica et al., 2019).

Materiales

- Tubos de ensayo
- Reactivos
- Solución acuosa al 2% de bilis de buey.
- Ácido clorhídrico puro del 37% y Densidad = 1.19.

Procedimiento

1. En un tubo de ensayo se adiciona 4 gotas de leche, 4 de solución de bilis de Buey y 3 ml de HCl. Mezclar, colocar en baño maría a 50°C exactamente durante 5 minutos.

Interpretación

La aparición de color rojo violeta se considera positiva para la sacarosa. La aparición de color rojizo tenue se considera negativa.

Figura 8. Pruebas para la sacarosa.



2.3.3 Suero. La concentración de la proteína del suero, por el uso de la ultrafiltración, ha abierto una nuevo tipo de adulteración: la adición

de suero de leche, por lo que la industria ha tenido que desarrollar metodologías que permitan su detección en la materia prima que receptionan (Bordin et al., 2001).

Materiales

- Tubos de ensayo
- Reactivos
- Peróxido de hidrógeno al 35%.

Procedimiento

1. Tomar 20 mL de leche cruda en un tubo de ensayo.
2. Incubarlos a 37°C por 30 minutos.
3. Tomar de la muestra incubada 5 mL.
4. Adicionar una gota de peróxido.
5. Colocar la muestra en ebullición,

Interpretación

Si hay coagulación es positiva. Si no hay coagulación es negativa.

Nota: cuando el valor inicial de acidez de la leche es superior a 0.18%, la prueba no puede realizarse, dado que el resultado puede ser un falso-positivo.

2.3.4 Identificación de cloruros. La adición de cloruros permite restablecer propiedades fisicoquímicas de la leche con el fin de enmascarar el agüado de la leche (Calderón et al., 2006).

Materiales

- Tubos de ensayo

Reactivos

- Solución acuosa de nitrato de plata de concentración 1,415 g/L.
- Solución acuosa de cromato de potasio al 10% m/v.

Procedimiento

1. Primero coloca 5 mL de solución de nitrato de plata en un tubo de ensayo. Se agrega 2 gotas de la solución de cromato de potasio, se agita y se adiciona 1 mL de leche, para finalmente mezclar.

Interpretación

Si se produce una coloración roja ladrillo, la cantidad de cloruro en la leche expresada como cloruro de sodio es inferior a 2.3 g/L; si la cantidad de cloruros en la leche es mayor, se produce inmediatamente una coloración amarilla canario. En este caso, la muestra es sospechosa de presentar cloruros. Por lo tanto, debe efectuarse la determinación cuantitativa.

Figura 9. Prueba de cloruros.



2.3.5 Determinación de orina en la leche: prueba de pupo

Materiales

- Tubos de ensayo

Reactivos

- Ácido clorhídrico (Densidad = 1.1-9).
- Etanol absoluto.
- Ácido nítrico (Densidad = 1.42).

Método: se toma 5 mL de leche en un tubo de ensayo, se añade 5 mL de HCl, 5 mL de etanol absoluto y 5 mL de ácido nítrico. Cuando la

reacción presenta un color rosa - violáceo o fluorescencia azulada se determina la presencia de orina.

2.3.6 Agua adicionada. Para ello se utiliza el punto crioscópico, este determina el punto de congelamiento de la leche. Dado que este producto es una emulsión con una serie de sustancias sólidas disueltas en el agua, el punto crioscópico se ve alterado, lo que disminuye el punto de congelamiento de la misma.

Para ello, la industria ha desarrollado equipos especializados en su determinación, como se mencionó anteriormente, el Lactoscan permite su identificación. Aunque no es el único.

Método refractométrico (lactómetro de bertuzzi). El refractómetro es un instrumento utilizado para medir la densidad de líquidos a través de la refracción de la luz, que permite identificar la adición de agua a la leche (NetInterlab, 2010).

Materiales

- Refractómetro

Procedimiento

1. Levantar el prisma superior del lactómetro y limpiar los dos prismas. Se deposita de 3 a 4 gotas de agua destilada que cubran la superficie.
2. Efectuar la primera lectura (1) que servirá como calibración del cero (0) del lactómetro.
3. Luego de secar los prismas con un papel suave, se colocan varias gotas de una leche normal patrón de la región y se efectúa la lectura (2) en la escala graduada del instrumento (NetInterlab, 2010).
4. Finalmente, se limpian y secan nuevamente los prismas, se colocan varias gotas de la muestra que se quiere analizar y se efectúa la lectura (3) correspondiente a la escala de 0 a 14% refractómetro.

Teniendo los valores de lectura se realizan los cálculos respectivos que determinan el porcentaje de agua adicionada a la leche.

Cálculos

Ejemplo: Lectura con el agua destilada = + 0.8

Lectura con la leche patrón = 9.0

Lectura con la leche problema = 4.5

$9.0 - 0.8 = 8.2$ y $4.5 - 0.8 = 3.7$

$8.2 - 3.7 = 4.5 \times 11 = 49.5\%$ de agua adición

2.3.7 Hipocloritos y dióxido de cloro (bacoxin)

Materiales

- Tubos de ensayo

Reactivos

- Ácido clorhídrico diluido, preparado de la siguiente manera: HCl concentrado para análisis de 36.5-38% de pureza, se necesita 114 mL.
- Agua destilada 100 mL.
- Solución acuosa de yoduro de potasio al 4.2% m/v.
- Esta solución debe emplearse recién preparada.
- La solución indicadora de almidón se prepara de la siguiente manera: se hierve 0.8 g de almidón soluble por un minuto en 100 mL de agua destilada, se deja enfriar. Esta solución debe emplearse recién preparada.

Procedimiento

1. Se coloca 2 mL de leche en un tubo de ensayo, se adiciona 1 ml de ácido clorhídrico diluido, 1 ml de solución de yoduro de potasio y 0.5 ml de la solución de almidón.
2. Agitar para obtener una mezcla homogénea.
3. Observar los resultados.

Interpretación: si la muestra presenta una coloración azul revela cloro disponible, ya sea estos de hipocloritos, cloraminas, dióxido de cloro o agua oxigenada. Efectuar la prueba de identificación de agua

oxigenada por el método de pentóxido de vanadio, para descartar su presencia.

Figura 10. Prueba de cloro en leche.



2.3.8 Prueba para inhibidores

Reactivo

- Cultivos activos (yogur).

Procedimiento

1. Inocular la leche estéril con cultivo activo (generalmente yogur) al 10% en un frasco pequeño o tubo de ensayo, colocarlo en estufa a temperatura óptima de crecimiento (42°C). Después de 2 horas se observa si hay acidez y coagulación. Si no hay suficiente acidez, la presencia de inhibidores es positiva.

2.3.9 Prueba fermentativa

Materiales

- Tubos de ensayo
- Baño agua fría

Reactivos

- 1.2 mL de una solución acuosa al 0.5% de azul de metileno.
- 200 mL de una solución estéril de glucosa al 1% (además, 0.025% de Cl_2Ca).

Procedimiento

1. Los reactivos son mezclados y se reservan.
2. Se calienta en un tubo de ensayo 10 mL de leche a 85°C durante 5 minutos.
3. Luego se coloca los tubos en agua fría y se añade 2 mL de los reactivos y se mezclan.
4. Finalmente los tubos son llevados a incubación en baño maría a 43°C, las muestras que después de 100 minutos, todavía no se han decolorado, contienen más de 0.02 UI de penicilina equivalente a un mL de leche.

2.4 Neutralizantes

2.4.1 Neutralizantes alcalinos. Sustancias como el hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH), bicarbonato de sodio (NaHCO₃), carbonato de sodio (Na₂CO₃), cal (CaO), jabones alcalinos y orina, neutralizan el ácido láctico a medida que se forma (Mohamed et al., 2017).

Materiales

- Tubos de ensayo
- Estufa

Reactivos

- Solución acuosa de oxalato de potasio al 30% m/v.
- Solución de fenolftaleína al 2% en alcohol etílico de 95 G.L. (m/v).

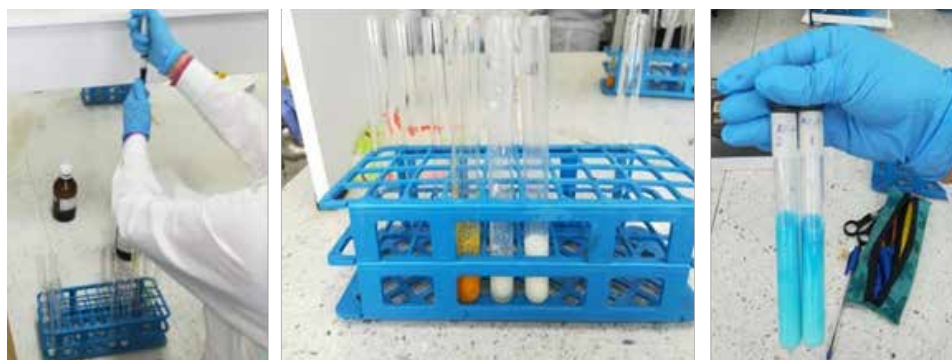
Procedimiento

1. En un tubo de ensayo colocar 5 mL de leche.
2. Calentar la muestra hasta ebullición durante tres minutos con agitación.
3. Dejar enfriar y agregar 3-5 gotas de solución de oxalato de potasio, agitar bien.
4. Agregar 3 gotas de la solución de fenolftaleína.

Interpretación

Una coloración rosada indica la presencia de alcalinizantes en la leche. Efectuar la prueba con un testigo negativo consistente en leche pura fresca y un testigo positivo consistente en leche pura fresca neutralizada.

Figura 11. Determinación de adulterantes.



2.4.2 Método de yoduro de potasio. Para detectar si todo el H_2O_2 ha sido destruido por la catalasa hacer la siguiente prueba: Añadir unas gotas de KI (solución al 35%) recién preparada a 5 mL de leche.

Interpretación: La ausencia o presencia de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en la leche se interpreta así:

- ✓ **Color amarillo canario:** Presencia de H_2O_2 .
- ✓ **Color natural de la leche:** Ausencia de H_2O_2 .

Si el color amarillo persiste, repetir el análisis después de esperar un tiempo prudencial o añadir otra porción de catalasa y reposar la leche nuevamente. Repetir el análisis.

2.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE

La leche es un medio adecuado para el crecimiento de bacterias, debido a su alto contenido nutricional: carbohidratos, grasas, proteínas, diversos minerales, vitaminas, todos ellos dispersos en un medio

acuoso, por lo que mejora las condiciones para la proliferación de todo tipo de bacterias. Por ello, es necesario tener sistemas de aseguramiento de la calidad con el fin de obtener un producto inocuo y nutritivo para el consumidor (Salcedo, 2010).

Por lo anterior, la industria ha determinado un grupo de microorganismos como indicadores de la calidad de la leche. Entre estos encontramos: *Escherichia coli* y otros coliformes (especies de varios géneros de la familia Enterobacteriaceae), *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* y *Clostridium perfringens*. Estos microorganismos son causantes del deterioro de la leche y, sobre todo, algunos son causantes de enfermedades toxialimentarias, por lo que son preocupación en salud pública y deben ser valuados en la leche (Tamine et al., 1991).

2.5.1 Coliformes totales y fecales. Este tipo de microorganismos presentan serias dificultades para la salud del consumidor, especialmente cuando se realiza por consumo directo, de igual manera es importante para los derivados, que pueden contaminar los productos obtenidos y en algunos casos evitar su correcta fabricación.

Dilución de la muestra de leche. Para realizar recuentos microbiológicos debemos realizar diluciones en la muestra, por razones del crecimiento poblacional. Dado que existe la posibilidad de que el recuento en placa muestre mucho crecimiento que imposibilite el conteo de colonias.

Como primera medida se realizará la preparación del diluyente de uso general (NTC 4491-1), de la siguiente manera:

Materiales

- Erlenmeyer de 1000 mL
- Mezclador

Reactivos

- Peptona 1.0g
- Cloruro de sodio 8.5g
- Agua destilada desionizada 1000 mL

Procedimiento. Los componentes deben ser mezclados y diluidos en un matraz Erlenmeyer, y si fuese necesario se debe calentar para obtener una dilución completa.

- Dilución. Este procedimiento se realiza de la siguiente manera:

Materiales

- Micropipetas de 1 mL de volumen esterilizada.
- Puntas de micropipeta estériles.
- Tubos de ensayo estériles.

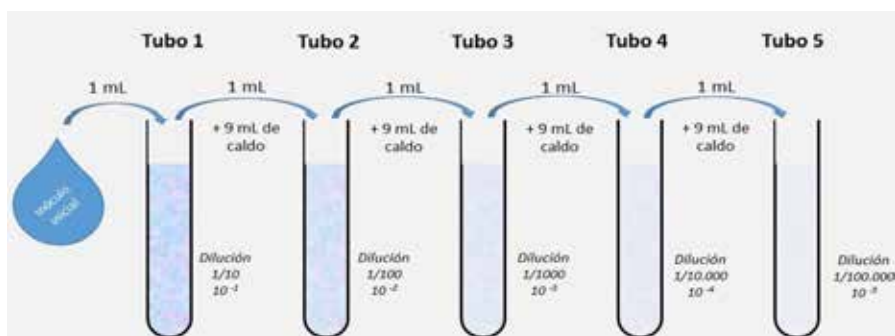
Reactivos

- Agua peptonada al 0.1%.

Procedimiento.

1. La muestra de leche debe llegar refrigerada y mantenerse así hasta el inicio de la evaluación.
2. Se preparan 5 tubos de ensayo con 9 mL de medio (agua peptonada), los cuales se deben rotular como 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 y 10^5 .
3. Antes de abrir los envases que contienen la leche, se deben desinfectar con alcohol al 70% y agitarse para homogenizar.
4. El tiempo para el análisis de muestra no debe ser superior a 20 minutos.
5. Para realizar la primera dilución, se toma 1 mL de la muestra (leche), que se deposita en el primer tubo de ensayo (10^1), preparado en el paso b.
6. Para las demás diluciones debemos transferir 1 mL de la dilución anterior al siguiente y así sucesivamente hasta el último tubo (figura 12). Cada dilución sucesiva disminuye 10 veces la concentración.

Figura 12. Diluciones para determinar contenido microbiológico.



Coliformes totales y fecales. El método más utilizado es el número más probable, el cual se describe a continuación (prueba presuntiva):

Materiales

- Tubos de ensayo
- Tubos Durham
- Incubadora

Reactivos

- Caldo verde bilis brillante

Procedimiento.

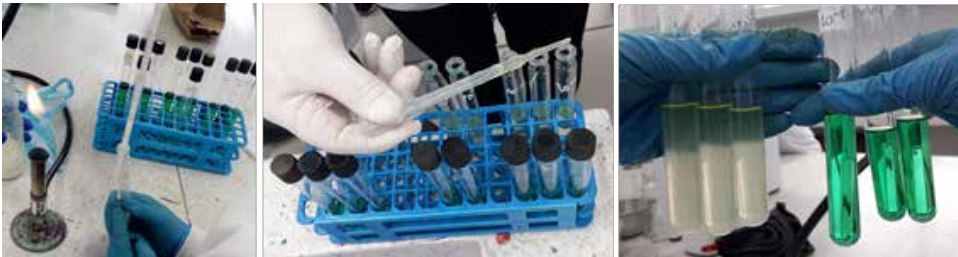
1. Se toman 9 tubos de ensayo con 9 mL de caldo verde bilis brillante, dentro de cada uno se introduce boca abajo un tubo Durham.
2. Se pipetea 1 mL de cada dilución (preparado anteriormente n° 5.2.11), para nuestro caso del 1 al 3 (10¹, 10² y 10³). El proceso se realiza por triplicado, lo que indica 3 muestras por dilución.
3. Los tubos se deben llevar a incubación por 24 o 48 horas a 37°C.
4. Pasado el tiempo de incubación se observa si hay producción de gas dentro de los tubos Durham, lo que es un indicativo de coliformes totales.

Se debe recalcar, que si luego de 24 horas de incubación no se observa tubos positivos, las muestras son llevadas a 48 horas para garantizar un adecuado resultado.

Figura 13. Determinación de coliformes totales (técnica del número más probable)



Figura 14. Proceso de identificación de coliformes.



Prueba confirmativa para coliformes totales y fecales.

Materiales

- Tubos de ensayo
- Tubos Durham
- Incubadora

Reactivos

- Caldo brilla
- Caldo triptona
- Reactivo de Kovacs

Procedimiento

1. Confirmar que los tubos con producción de gas en la prueba presuntiva son positivos inoculando 3 a 5 gotas en otros tubos con caldo brilla y triptona.
2. Inocular los tubos a 44.5°C por 24 horas en baño de María y a 37°C los tubos inoculados con caldo triptona.
3. Pasadas las 24 horas anotar los tubos que muestren producción de gas.
4. Anotar los tubos que muestren producción de gas y revelar el caldo triptona con el reactivo de Kovacs, agitar suavemente y observar la presencia de un anillo rojo en la superficie para un tubo positivo, de lo contrario será negativo.

Interpretación

Para ello, leemos la tabla del NMP (Numero Más probable) para saber el resultado de acuerdo con el número de tubos positivos, tanto para los coliformes totales, según el resultado de la prueba confirmativa y para los coliformes fecales, según el caldo brilla y el caldo triptona incubados a 44.5°C (ver Tabla 3).

Nota

- Se consideran como positivos todos los tubos que presenten producción de gas no importa el espacio que ocupe en el tubo Durham. Se debe diferenciar del espacio que se pueda presentar por espacios invadidos por gas cuando se prepara el medio (falsos positivos).
- Son positivos para coliformes totales si dan positivos en caldo verde bilis brillante.
- Son positivos para coliformes fecales, si dan positivos tanto en caldo verde bilis brillante y en el caldo triptona.
- Si en la lectura da positivo en la dilución 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} se toma la dilución 10^{-2} , es decir la dilución intermedia. Si da positivo en las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} se toma la dilución 10^{-2} . Si da positivo en una sola dilución 10^{-1} se toma este valor para leerlo directamente en la tabla de NMP y no hay necesidad de utilizar la fórmula del NMP para calcular el número de microorganismos por g o mL.

- La lectura se da con respecto al NMP en la tabla. Para determinar el NMP de microorganismos por g o mL se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{NMP/g ó mL} = \frac{\text{NMP de la tabla} * \text{factor de dilución intermedio}}{100}$$

- Los tubos positivos de la prueba confirmativa, se deben sembrar por estría, tomando una asada de cada uno de los tubos en la superficie de la placa de agar EMB (Eosina azul de metileno).
- Incubar las cajas invertidas a 37°C por 24-48 horas.
- Pasado este tiempo se hacen las lecturas de las colonias típicas de coliformes, aquellas que presentan un brillo verde metálico.

Tabla 3. Tablas del número más probable.

A			NMP	A			NMP
0	1	0	0,18	5	0	0	2,3
1	0	0	0,2	5	0	1	3,1
1	1	0	0.40	5	1	0	3,3
2	0	0	0,45	5	1	1	4,6
2	0	1	0.68	5	2	0	4,9
2	1	0	0.68	5	2	1	7.0
2	2	0	0.93	5	2	2	9,5
3	0	0	0,78	5	3	0	7,9
3	0	1	1,1	5	3	.1	11
3	1	0	1.1	5	3	2	14.0
3	2	0	1.4	5	4	0	13
4	0	0	1.3	5	4	1	17.0
4	0	1	1,7	5	4	2	22
4	1	0	1.7	5	4	3	28
4	1	1	2.1	5	5	0	24
4	2	0	2.2	5	5	1	35
4	2	1	2.6	5	5	2	54.0
4	3	0	2.7	5	5	3	92.0
				5	5	4	160 0

2.5.2 Recuento de mesófilos (agar cuenta gérmenes). Su presencia puede reflejar deficiencias en el proceso de elaboración y contaminación durante la manipulación. El procedimiento se basa en la NTC 5034.

Materiales

- Tubos de ensayo
- Tubos Durham
- Incubadora

Procedimiento

1. Se realiza las diluciones de la leche de acuerdo con las indicaciones realizadas para coliformes totales.
2. Transferir por duplicado alícuotas de 1 mL de cada una de las diluciones 10^1 a 10^{-3} en cajas de petri vacías estériles y previamente marcadas.
3. Inmediatamente verter en las cajas agar cuenta gérmenes fundidos manteniendo a una temperatura de 45°C .
4. Inmediatamente mezclar el inóculo con el medio fundido; la manera más indicada para hacer esta operación es moviendo suavemente la caja en forma circular.
5. Dejar solidificar el agar.
6. Invertir e incubar las cajas de petri a 37°C durante 24 horas. Leer los resultados.

Los resultados deben ser expresados con dos dígitos y el resto en potencia de 10 Ej.: Si el recuento se realiza en una dilución de 10^{-2} y fue de 148 colonias, el tercer dígito por ser mayor a 5 permite adicionar una unidad al segundo, o sea el recuento será de $15000 = 1.5 \times 10^3$.

Si el valor fue de 341, se excluye el tercer dígito por ser menor que 5 y se expresa como $34000 = 3.4 \times 10^3$.

2.5.3 Recuento de hongos y levaduras. La presencia de estos organismos se debe principalmente a contaminación ambiental, muchas

veces durante el empaque, la manipulación o un mal almacenamiento del producto.

Materiales

- Cajas de Petri

Reactivos

- Agar Saboraud

Procedimiento

1. Se realiza las diluciones como se describe en el apartado de coliformes totales.
2. Transferir por duplicado alícuotas de 1 mL de cada una de las diluciones (10^{-1} a 10^{-3}) en cajas de Petri estériles previamente marcadas.
3. Inmediatamente verter el agar Saboraud fundido y mantenido a 45°C , mezclar suavemente.
4. Dejar solidificar
5. Invertir e incubar a temperatura ambiente durante 5 a 8 días
6. Se procede de aquí en adelante igual que en el recuento de mesófilas.

2.5.4 Prueba de la reducción de colorantes (azul de metileno). Los test de reducción de colorantes se han utilizado durante muchos años como indicadores de la calidad microbiológica de la leche y otros productos alimenticios. Está basado en la medición de la actividad metabólica de las bacterias, ya que muchas de ellas poseen las enzimas deshidrogenasas, las cuales transfieren hidrógeno de un sustrato a un aceptor biológico reduciéndolo (Andrade et al., 2017). Se debe aclarar que se ha dejado de usar por problemas en la exactitud del método.

Materiales

- Tubos de ensayo
- Baño agua fría
- Estufa
- Gradillas metálicas (resistente al calor).

Reactivos

- Azul de metileno

Procedimientos

1. Añadir 1 mL de la solución de azul de metileno en un tubo estéril.
2. Se vierte 10 mL de la leche en el tubo que contiene el azul de metileno sin mezclar. Rotular.
3. Durante la preparación de las diferentes muestras, los tubos pueden permanecer en un baño de agua fría (0-5°C), pero nunca por más de dos horas.
4. Los tubos ya preparados se llevan a baño maría (36°C) junto con un tubo testigo (leche sin indicador). Cuando la temperatura de la muestra alcance los $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, mezclar los tubos invirtiéndolos lentamente, dos a tres veces para mezclar el contenido.
5. El nivel del agua debe ser más alto que el de la leche, se cubren los tubos con la tapa para evitar luz. Revise los tubos cada 30 minutos con el fin de observar el cambio de color (si se presentara).
6. En el tubo testigo se vierte 10 mL de leche y 1 mL de agua corriente, se lleva a un recipiente con agua hirviendo durante 3 minutos, posteriormente se coloca en el baño con los otros tubos a 37°C. El tubo testigo ayudará a precisar cuando la decoloración es completa.
7. Los tubos se examinan después de media hora. La leche se considera decolorada cuando toda la columna de leche se visualice completamente decolorada o lo está hasta 5 mm por debajo de la superficie. En este caso se debe registrar el resultado “tiempo de reducción 30 minutos”.
8. Si la prueba se prolonga, los tubos deben ser examinados con intervalos de 30 minutos. Los tubos que se van decolorando se retiran del baño. Estos resultados se pueden interpretar de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 4. Interpretación de los resultados de la prueba de azul de metileno.

Tiempo en decolorarse	Microorganismos/mL (aproximadamente)	Calidad
Cinco horas o más	menor a 500.000	Excelente
Dos horas o más	Entre 500.000 y 4'000.000	Buena
Veinte minutos o más	Entre 4 y 20 millones	Mala
Menor a veinte minutos	Mayor a 20 millones	Muy mala

2.5.5 Prueba de la resazurina. En 1929 el indicador de resazurina fue introducido en Alemania como un sustituto del azul de metileno para pruebas de reducción en leche, desde entonces esta prueba se ha venido utilizando cada vez por requerir menos tiempo (Andrade et al., 2017).

Materiales

- Tubos de ensayo
- Baño agua fría
- Estufa
- Gradillas metálicas (resistente al calor)

Reactivos

- Resazurina

Procedimiento.

1. El procedimiento es igual al descrito en azul de metileno, las únicas diferencias radican en que se cambia la cantidad de azul de metileno por la resazurina, el tiempo en baño maría es de 1 hora y la interpretación es de la siguiente manera.

Tabla 5. Interpretación de los resultados de la prueba de azul de metileno.

Color	Calidad
Azul celeste	Excelente
Violeta azulado	Buena
Violeta rojizo	Aceptable
Rojo-Rosa	Mala
Incoloro	Muy mala

2.5.6 *Staphylococcus aureus*. Este microorganismo es uno de los principales agentes causante de mastitis contagiosa o asociada a la vaca, donde la leche de la ubre es el reservorio de la enfermedad. Su presencia se debe a un mal manejo del ordeño e inadecuada limpieza de los equipos y utensilios usados. El procedimiento se basa en la metodología propuesta por Agrolechero S.A (2018).

Materiales

- Prueba Peel Plate S.A.

Procedimiento

1. Se toma 1 mL de leche, la cual se deposita en la prueba de platos (Peel Plate).
2. La prueba se lleva a incubar por 24 h a 38°C.
3. La evaluación se realiza determinando la presencia de colonias en el medio de cultivo (color violeta), lo que indica un resultado positivo.

Se desarrolla mediante la prueba de Peel Plate S.A., la cual se basa en el agar selectivo de Baird Parker y sustratos de enzimas colorimétricas múltiples para apoyar el crecimiento e identificar coloriméricamente el crecimiento de *Staphylococcus aureus*.

2.5.7 Identificación de *Escherichia coli*. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), establece que *E. coli* es una bacteria presente en el intestino de los humanos y otras especies; algunas de sus cepas producen toxinas que generan problemas alimentarios, por lo que su identificación es importante en la leche. Esta bacteria es un patógeno asociados a la mastitis ambiental. Para su identificación se utiliza cultivos diferenciadores como se muestra en el siguiente procedimiento (Agrolechero, 2018).

Materiales y equipos

- Prueba Microbiana Charm Peel Plate EC

Procedimiento

1. Se toma la prueba y se abre la etiqueta superior.

2. Pipetee 1 mL de leche.
3. Se sella con la etiqueta.
4. Se lleva a incubación por 35°C por 40 horas.
5. Se realice el conteo de colonias de la siguiente manera: Puntos rojos muestran Coloformes, y azul, púrpura o negro muestra *E. coli*.

***Escherichia coli* H7:O157.** La cepa *Escherichia coli* H7:O157 es considerada un agente muy patógeno y es la cepa que mayores problemas ha presentado para la seguridad pública, su alta capacidad de transferencia en alimentos, la hace importante para la industria (Franco-Anaya et al., 2013).

Materiales y equipos

- Placas Peel Charm EC
- Incubadora

Procedimiento

1. Se toma la muestra de carne en contacto con la zona de conjugado.
2. Dejar por 8 horas
3. Determinar la positividad de la muestra con una línea roja.

2.5.8 *Listeria*. La *Listeria monocytogenes* es una de las bacterias más temidas por la industria alimentaria, dado que tiene una facilidad de transmisión en los alimentos y presenta característica zoonótica. Su alta resistencia, su capacidad para crecer en distintas superficies y su alta tasa de mortalidad, la convierten en un peligro constante para la industria láctea (Agrolechero, 2018).

Materiales

- Tiras de *Listeria*
- Cultivo de *Listeria*
- Medio enriquecedor

Procedimiento

A) Preparación del medio

1. Se prepara 53 g de medio para *Listeria* y 1 g de suplemento para *Listeria* y se disuelven en 1 L de agua esterilizada a 30°C (este medio se puede utilizar hasta 5 horas después de su preparación y en refrigeración hasta 24 horas).
2. Se toman 25 g de muestra en bolsa Stomacher, se adiciona 225 mL del medio preparado a 30°C, se agita por 30 segundos y se incuba 40h a 30°C.
3. Los medios pueden autoclavarse para que tengan una duración de 2 semanas bajo refrigeración.

B) Enriquecimiento de la muestra.

1. Se toma 25 mL de muestra en una bolsa stomacher
2. Se adicionan 225 mL de medio previamente calentado a 30°C.
3. Se agita el stomacher por 30 s.
4. Se realiza una incubación por 40 horas a 30°C.
5. Se realiza el montaje en la tirilla.

2.5.9 *Salmonella* sp. Este microorganismo es causante de muchos problemas en la industria de alimentos, por lo que su evaluación en leche cruda es importante, con especial énfasis en los productos que necesitan leche sin pasteurizar. Esta bacteria es zoonótica por lo que incrementa la importancia de su identificación en los productos lácteos.

Materiales y Equipos

- Agua peptona bufferada (BPW)
- Caldo Rappaport – Vassiliadis con soja (caldo RVS)
- Caldo Müller – Kauffmann tetratoato + novobiocina (MKTTn)
- Agar xilosa lisina desoxicolato (XLD)
- Segundo medio sólido selectivo. Se deben seguir las instrucciones del laboratorio para su preparación.

- Agar nutritivo (AN)
- Agar triple sugar iron (TSI)
- Agar urea (según Christensen)
- Caldo lisina decarboxilasa
- Reactivo para la detección de β -galactosidasa (o discos siguiendo las instrucciones del fabricante)
- Reactivos para la reacción de Voges-Proskauer (VP)
- Reactivos para la reacción de Indol
- Agar nutritivo semisólido
- Solución salina fisiológica 6
- Kit de pruebas bioquímicas capaz de identificar Salmonella spp. (ej. Galería API 20 E, bioMerieux)
- Sueros: existen distintos tipos de sueros disponibles que contienen anticuerpos para uno o varios antígenos O.
- Estufa de esterilización
- Autoclave
- Horno o cabina de secado, ventilada por convección, capaz de operar entre 37°C y 55°C
- Estufa de incubación a 37°C \pm 1°C
- Baño de agua o estufa de incubación a 41.5°C \pm 1°C
- Baño de agua capaz de operar entre 44 a 47°C
- Baño de agua a 37°C \pm 1°C
- Ansa de platino o níquel de aprox. 3 mm de diámetro o 10 μ l.
- Peachímetro calibrado con exactitud de 0.1 unidad de pH a 20°C a 25°C.
- Pipetas graduadas o automáticas de 10 mL y 1 mL de capacidad nominal, graduadas en 0.5 mL y 0.1 mL respectivamente.
- Tubos o frascos de capacidad apropiada.
- Placa de Petri de vidrio o plástico de 90 a 100 mm de diámetro y de 140mm de diámetro.

Procedimiento

1. **Preenriquecimiento.** Se usa agua peptona bufferda (BPW) como suspensión inicial. Si la cantidad a analizar es mayor de 25 mL se realiza el ajuste con regla de tres.

Enriquecimiento selectivo. Transferir 0.1 mL del cultivo a un tubo con 10 mL de caldo RVS e incubar a $41.5\text{ C}^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 h. Transferir 1 mL del cultivo a un tubo con 10 mL de caldo MKTTn e incubar a 37°C durante 24 h.

2. **Aislamiento e identificación.** Tomar una asada de los cultivos anteriores (RVS) y MKTTn, y estriar en placa de agar XLD. Utilizar placas de Petri grandes o 2 del menor tamaño usando la misma asada. Incubar las placas de XLD a 37°C durante 24 h y el segundo agar selectivo de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Examinar las placas después de la incubación para determinar la presencia de colonias típicas de *Salmonella* y colonias atípicas que podrían ser *Salmonella*.

Nota: las colonias típicas de *Salmonella* en el agar XLD son transparentes, del mismo color del medio con centro negro. Las colonias de *Salmonella* H₂S negativo (ej. *S. Paratyphi* A) en el XLD son rosadas con un centro rosa oscuro y las de *Salmonella lactosa* positivas son de color amarillo con o sin centro negro.

2.5.10 Esporas de *Clostridium sulfito reductor*. Este microorganismo se encuentra principalmente en el suelo y los intestinos de humanos y de animales. Esta especie puede causar diversos tipos de enfermedades con diversos grados de severidad. El procedimiento se encuentra basado en las guías de la secretaría de salud del departamento del Meta para identificación del microorganismo.

Materiales y equipos

- Incubadora a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Tubos tapa rosca de 150 x 15mm estériles
- Jarra de anaerobiosis.
- Baño María 80°C
- Medios de cultivo y reactivos

- Agar SPS (Agar Sulfito- Polimixina - Sulfadiazina).
- Kit de generación de condiciones de anaerobiosis Anaerogen™ (Oxoid).
- Cepa de Referencia (*Clostridium perfringens* ATCC 13124, *E. coli* ATCC 25922).

Procedimiento

1. Controles y o curvas de calibración

Control Positivo. Se siembra *Clostridium perfringens* ATCC 13124 en Agar Pate Count, luego se toma una alícuota del medio por punción y se inocula tubos con Agar SPS (Agar Sulfito - Polimixina - Sulfadiazina), que se incuban a 35°C por 24, 48 y 72 horas en condiciones anaerobias.

Control Negativo. El procedimiento es similar al anteriormente, solo que se siembra *E. coli* ATCC 25922 (control negativo).

2. Preparación de la muestra.

- Realizar diluciones seriadas hasta 10^{-2} .
- Se toma 1mL de cada dilución y se colocan en tubos estériles. Los tubos se colocan en baño María a 80°C por 10 min. Se sacan y se dejan enfriar rápidamente en agua corriente.
- Se vierte 9 mL del Agar SPS en cada tubo mediante la técnica de siembra en profundidad. Se agita y se deja solidificar.
- Se adiciona una segunda capa de medio.
- Se incuban a 35°C en cámara de anaerobiosis por 72 horas.

3. Lectura

- Se recomienda observar los tubos a las 24, 48 y 72 horas debido a que los microorganismos pueden producir a las 24 horas H_2S tornando el medio de cultivo de color negro, impidiendo su lectura.

2.6 ANÁLISIS SANITARIO DE LA LECHE

En la seguridad alimentaria, la inocuidad de los alimentos es clave, por lo que conocer los factores que afectan esta característica es importante para obtener buenos resultados en los distintos procesos industriales (Wanjala et al., 2017).

Por lo anterior, los procesos como recogida, almacenamiento y transporte de la leche cruda se deben realizar con la máxima higiene, que permita garantizar bajas cantidades de microorganismos. Sin embargo, mantener esta higiene se puede cumplir a cabalidad si la refrigeración es lo más baja posible (máximo a 4°C).

2.6.1 Antibióticos. Los antibióticos son un tema preocupante para la industria láctea, debido a un mal uso de este tipo de productos. La ciencia ha demostrado que la presencia de antibióticos en la leche se encuentra asociada de forma positiva con la presencia de mastitis en los sistemas de producción, dado que estos medicamentos son utilizados para su control.

Figura 15. Determinación de antibióticos en leche.



Técnica beta s.t.a.r. Es un test basado en un receptor para la determinación rápida de antibióticos β -lactámicos (penicilina, ampicilina, etc.) en leche, utilizados de manera extensiva en la prevención y tratamiento de enfermedades del ganado de industrias lácteas, especialmente la mastitis (Sanchez et al., 2015). El test consiste en un receptor de β -lactámicos ligado a partículas de oro.

La incubación principal del receptor con leche que contiene antibióticos dará como resultado la interacción de los antibióticos con el receptor. En una segunda fase, la solución es transferida a un medio

inmunocromatográfico. La primera banda de este medio capturará todos los receptores, que no han interactuado con ningún antibiótico durante la primera incubación (Merck, 2000).

La segunda banda del medio inmunocromatográfico sirve con una tira de referencia (tira control).

Materiales

- Equipo Rosa incubators

Procedimiento

1. Saca el kit del frigorífico.
2. Sacar un vial individual con el receptor y golpear suavemente el fondo del vial contra una superficie dura, para que caiga el material del interior hacia la parte inferior.
3. Quitar el sello y el tapón de goma del vial del receptor.
4. Poner una punta limpia en la jeringuilla.
5. Bajar completamente el embolo de la jeringuilla e introducir la punta de ésta 1 cm en la muestra de leche, para tomar 0.2 mL de leche.
6. Transferir la leche de la jeringuilla al vial bajando lentamente el émbolo. Asegurarse de la total transferencia. Se coloca el tapón y se agita de forma suave hasta disolver el material sólido.
7. Poner el vial en el incubador pre-calentado. Incubar durante 3 minutos a 47.5°C.
8. Después de 3 minutos de incubación, se abre el envase blanco, se toma una tira de lectura y se la coloca en el interior del vial. Las flechas de la tira deben dirigirse hacia la parte inferior del vial en incubación. Continuar la incubación a 47.5°C. Cerrar el envase blanco.
9. Después de una incubación adicional durante 2 minutos, sacar la tira del vial y realizar la lectura inmediatamente. La tira puede ser guardada.

10. Si la primera banda tiene una intensidad cercana o menor que la banda de referencia, la muestra es interpretada como **positiva**. Si no aparece la primera banda, la muestra es interpretada como altamente **positiva**.

2.6.2 Recuento de Células Somáticas (RCS/mL). La leche, tanto por animal como por hato, puede analizarse determinando el RCS. La literatura indica que recuentos mayores a 200.000/mL sugiere una prevalencia de mastitis en el hato (Charms 2019). Los valores de RCS son un indicador de la inflamación de la ubre, por lo que el valor de recuento citado anteriormente puede ser modificado por otras características como la edad del animal y el estatus sanitario del hato. Por ello, la industria ha creado un kit de fácil manejo y rápida obtención de resultados. En el presente texto colocamos a su consideración su metodología. Aunque se debe recalcar que el Gold Standar de la determinación es el citómetro de flujo, y el método que proponemos es rutinario para facilitar el manejo, dado que el anterior tiene mayores costos que el productor no puede asumir.

Figura 16. Prueba para recuento de células somáticas.



Materiales

- Kit Porta PortaSCC®
- Lector digital marca PortaSCC®

Procedimiento

1. Con ayuda de una pipeta se toma una muestra de leche y se agrega una gota en el recipiente de la tirilla hasta que la absorba totalmente. La tirilla se lleva a un lugar con restricción de luz.

2. Finamente se espera 45 minutos y se procederá a realizar la lectura con el lector digital.

Interpretación

Luego de transcurridos los 45 minutos se estima el número de células somáticas contrastando con la carta de color o se observa el lector digital.

Sección II

Productos y derivados lácteos



Capítulo 3

Equipos y utensilios en la industria lácteos

3.1 EQUIPOS

Intercambiadores de calor. Estos equipos son utilizados para transmitir el calor de un fluido caliente a uno frío. Estos sistemas enfrían la leche mediante un adecuado balance de materia y energía. Tienen como fin reducir la presencia de microorganismos en la leche y permitir una mayor conservación de la leche.

En la industria láctea se emplean muchos tipos:

Los intercambiadores de calor de placas, utilizados sobre todo para pasteurizar y refrigerar la leche. El fluido calefactor es el vapor y el refrigerante puede ser la leche fría o el agua. El modelo puede ser observado en el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=vC2OersPEFo> (figura 17).

Estos tipos de intercambiadores sirven también para calentar la leche en un evaporador.

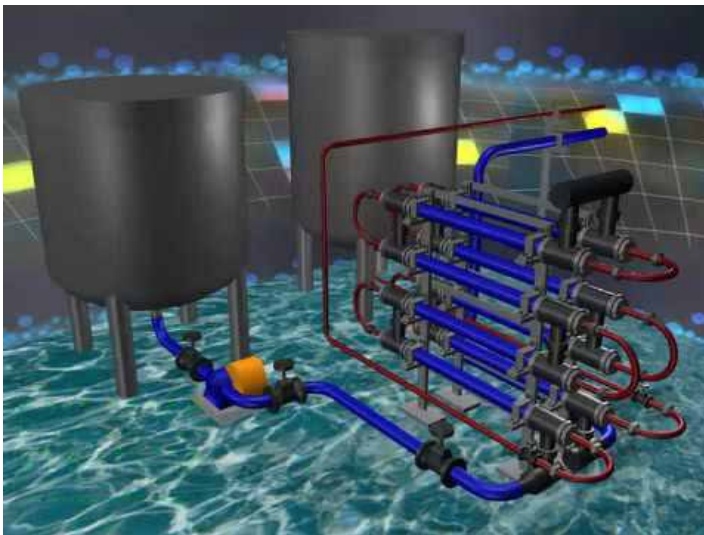
Los intercambiadores de calor tubulares pueden utilizarse para pasteurizar o esterilizar la leche y en los que el vapor es el medio calefactor. Son importantes para eliminar gérmenes patógenos mediante altas temperaturas que son reguladas y contraladas mediante válvulas y termómetros muy bien calibrados. Se puede observar en la figura 18 (link de video incluido).

Figura 17. Intercambiador de calor de placas.



Fuente: Orbingeneria (2015)

Figura 18. Intercambiador tubular.



Fuente: Suicalsa (2019). <https://www.youtube.com/watch?v=hE4iaMQ8OBU>.

- ❖ *Los intercambiadores de calor de superficie rugosa*, que se usan en la industria lechera para la fabricación de helados, de esta manera efectuar una disminución o eliminación de gérmenes patógenos que pueden estar presentes en la crema de leche o leche líquida.

Descremadora. Permite la separación de la crema presente en la leche y obtener de igual manera leche descremada o desnatada con fines de procesamiento en cremas ácidas, dulces, mantequillas, entre otros derivados. (figura 19).

Figura 19. Descremadora.



Tina quesera. Como su nombre indica, se usa para el cuajado y cortado de la leche en la elaboración de quesos. Se construye en acero inoxidable, posee tapa y vienen de distintas capacidades de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Figura 20. Tina quesera industrial.



Fuente: Delta Industrias: <http://www.equiposparaprosesamiento.com/2016/10/operacion-de-tina-quesera-automatica.html>

Mantequillera. Permite realizar el batido, rompimiento del glóbulo de grasa y lavado de la crema de leche con fines de la obtención de la mantequilla (figura 20).

Figura 21. Moldeo de la mantequilla.



Tanques de enfriamiento. Este equipo permite mantener fría (4°C) la leche, hasta su uso final, se construye en acero inoxidable, se presentan de varios tamaños de acuerdo con las necesidades de conservación de la leche.

Figura 22. Tanque de enfriamiento de la leche.



Fuente: Equipos de ordeño. <https://xn--equiposdeordeo-2nb.com/equipos-de-ordeno/accesorios/enfriamiento-de-leche/tanques-de-enfriamiento-de-leche>

Incubadoras. Equipos que permiten la incubación de los diversos productos lácteos fermentados como el yogur, kumis, etc., que presentan temperaturas entre los 25 a 34°C.

Figura 23. Incubadora.

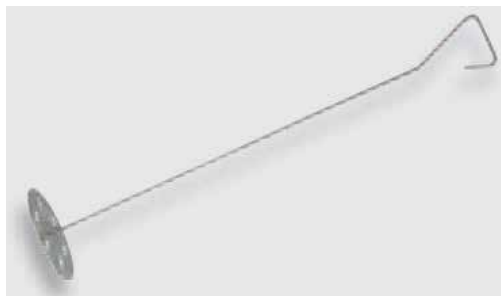


Marmita. Con este equipo se realizan varias operaciones como la maduración del yogur, pasteurización de la leche, elaboración de arequipe, cuajado de queso, etc. Generalmente se construye en acero inoxidable, posee tapa y viene de varias capacidades. El sistema de calentamiento puede ser a gas o vapor.

3.2 UTENSILIOS

Agitadores. Se usan para mantener el movimiento de la leche o producto durante su procesamiento.

Figura 24. Agitadores de leche.



Cantinas. Recipientes utilizados para la recolección, transporte y almacenamiento de la leche.

Figura 25. Cantinas para recepción de leche.



Filtros. Se usan para filtrar las impurezas presentes en la leche.

Moldes para queso. Se construyen en acero inoxidable y permiten dar la forma al queso. Vienen en diferentes medidas, dependiendo del tamaño o peso que se requiera obtener.

Capítulo 4

Elaboración de productos lácteos fermentados

La leche es muy versátil en su manejo, y a lo largo de la historia se han desarrollado numerosos productos o derivados, tal es el caso de los fermentados, que tienen una gran acogida en el mercado mundial (Lucey, 2015). Este tipo de productos se caracterizan por aportar macro y micronutrientes, los cuales tienen una alta biodisponibilidad para quien los consume. Junto a lo anterior, este tipo de productos contienen bacterias que favorecen una microbiota adecuada para la salud (Adhikari et al., 2018). Al respecto, muchos de los microorganismos utilizados en los procesos fermentativos tienen características probióticas, por lo que tienen una mayor acogida dentro de la población. En consecuencia, la incorporación en la alimentación de las personas de estos productos lácteos es fundamental para una mejor calidad de vida (Jurado et al., 2018).

OBJETIVOS

- ✓ **Conocer el proceso de elaboración de los productos lácteos fermentados.**

4.1 Yogur. El yogur es un producto lácteo fermentado a base de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermoph-*

ilus viables, activos y abundantes en el producto (NTC 805). En el proceso de fermentación se puede usar leche pasteurizada entera, parcialmente descremada o descremada. Algunos tipos de yogur agregan frutas, azúcar y miel, así como saborizantes, colorantes y estabilizadores permitidos. Los productos con fruta agregada deben contener al menos 75% de yogur (Delgado et al., 2014).

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. El incremento de la acidez produce la modificación de las proteínas (cuajado), que afecta la textura del yogur. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes (Quevedo, 2019).

Proceso de elaboración del yogur.

1. La leche líquida debe ser de buena calidad, libre de sustancias contaminantes
2. Es recomendable realizar pruebas de plataforma a la leche a trabajar.
3. En algunos casos dependiendo de las condiciones de recepción de la leche se recomienda realizar un proceso de filtración de la misma. Para ello, se utiliza un tamiz plástico de diámetro fino.
4. La cantidad de leche destinada para la elaboración del yogur debe someterse a un proceso de homogenización y posterior pasteurización a 85°C/15 minutos con agitación constante. En este proceso, cuando la temperatura inicial alcance los 40°C se puede adicionar el azúcar (10% p/v o 6 p/v de almíbar). Se puede incorporar directamente en la totalidad del volumen de leche ó se separa un volumen de esta leche de la marmita y se diluye el azúcar (dependiendo del caso, la leche edulcorada se filtra y se mezcla con el resto de la leche que se encuentra en la marmita).

Nota: En algunos casos se puede incorporar leche en polvo (1-1.5% p/v), para incrementar los sólidos no grasos, pero se debe hacer en

este momento y no al final del proceso (es decir, después de las 3 horas de fermentación y acidez desarrollada) porque se separa.

5. Después de pasteurizar la leche, bajamos la temperatura a 42°C en el pasteurizador o marmita.
6. A esta temperatura adicionamos el cultivo de microorganismos (yogur probiótico) que está compuesto por una combinación simbiótica de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Se agita bien por cinco (5) minutos. Para este caso, se utilizará un cultivo comercial liofilizado y se dejará en reposo durante 3-4 horas a 42°C.

Nota: Cuando se aplica el cultivo de microorganismos en el pasteurizador o marmita es conveniente con un colador o un tamiz de diámetro fino revisar si el cultivo liofilizado se ha disuelto bien.

7. Este cultivo comercial liofilizado MY-800 2U se utilizará para una cantidad de 40 litros de leche líquida.
8. Al cabo de este tiempo (dependiendo de las condiciones controladas de temperatura y humedad relativa) que pueden ser de 3 horas y cuando la acidez desarrollada de un valor entre 0.50 y 0.55 y pH = 4.0 (El *Streptococcus* es el responsable de la caída inicial del pH, entre tanto el *Lactobacillus* es el responsable de la reducción final) una vez obtenida la base de yogur, se suspende el proceso de fermentación para obtener una textura apropiada.
9. Posteriormente se lleva a la cava o nevera por espacio de 15 horas aproximadamente para que se enfríe a 4°C y detener la fermentación. Además, se les adiciona los colorantes y saborizantes (Aprox. 1-2 mL / 40 litros de yogur). En caso de adicionar pulpa edulcorada, esta debe ser del 7% p/v aproximadamente.
10. En caso de adicionar pulpa de fruta o fruta natural, se recomienda utilizar sorbato de potasio (según lo indique la norma técnica NTC 805).
11. Si al yogur se le va a adicionar fruta natural, primero pelar la fruta y sacar la pulpa (50g), luego escaldarlo, es decir, someter

los trozos de pulpa a 80°C / 10 minutos (esto se hace para tener el color natural de la fruta).

Posteriormente, se enfría por debajo de 10°C. En este momento se coloca el sorbato de potasio (en algunos casos diluido en un vaso con agua –preferiblemente destilada o hervida–) y se lo incorpora al yogur según el **PASO 9** anteriormente descrito.

12. Finalmente se envasa en recipientes plásticos y con tapa.
13. Se almacena a temperatura de refrigeración (4°C).

Figura 26. Preparación del Yogur.



Proceso de elaboración del yogur aflanado

1. El procedimiento es igual hasta el punto número 8 de la preparación anterior.
2. Al finalizar la fermentación, se adiciona gelatina sin sabor (2-2.5% p/v). Para adicionar esta gelatina (Coloide) se recomienda tomar un poco de yogur y licuarlo juntamente con la gelatina hasta que se disuelva completamente y adicionarlo rápidamente al resto de yogur. No hay necesidad de disolver la gelatina en agua caliente.

Luego se continúa con el punto 9 de la preparación anterior.

4.2 Yogur Griego. De acuerdo con Meyer, Medina y Dahl (2019) el yogur griego se crea cuando el yogur tradicional se coloca bajo presión varias veces para eliminar el contenido de humedad, lo que trae

como resultado un producto concentrado, espeso y ácido con mayor contenido de proteína al yogur tradicional, pero con menos calcio.

Materiales

- Leche
- Base de yogur
- Azúcar

Procedimiento

1. Evaluación de la calidad de la leche.
2. Pasteurización de la leche a 85°C por 15 minutos.
3. Disminución de la temperatura a 30°C y adición de almidón de maíz.
4. Incubación por 3 a 4 horas a 42°C.
5. Adición de cultivo.
6. Enfriamiento.
7. Medición de acidez, el valor debe estar aproximado a 0.5% de ácido láctico.
8. Envasado y etiquetado.

4.3 Kumis. El kumis se considera un probiótico, y proporciona vitaminas, proteínas y minerales en cantidades considerables, contiene microorganismos capaces de multiplicarse y mantenerse en el interior del intestino, donde contribuyen con la flora local a eliminar toxinas y a digerir los alimentos, además, de que mejoran la absorción de nutrientes y reducen en forma importante el riesgo de generar enfermedades en el colon, incluso cáncer (Castillo, 2016; NTC 805).

Procedimiento

1. La leche líquida debe ser de buena calidad, libre de sustancias contaminantes. Es recomendable realizar la prueba de plataforma a la leche a trabajar.

En algunos casos dependiendo de las condiciones de recepción de la leche se recomienda realizar un proceso de filtración de la mis-

ma. Para ello, se utiliza un tamiz de diámetro fino. Se puede utilizar para la elaboración del kumis leche entera líquida o totalmente descremada (Si es descremada, la cantidad de leche destinada para la elaboración del kumis primero se la debe someter a un proceso de homogenización a 1500 libras/pulgada² a una temperatura de 42°C).

2. Posteriormente se somete la leche a un proceso de pasteurización a 65°C/30 minutos con agitación constante. En este proceso, cuando la temperatura inicial alcance los 40°C se puede adicionar el azúcar (8-9% p/v). Se puede incorporar directamente en la totalidad del volumen de leche o se separa un volumen de esta leche de la marmita y se diluye el azúcar (dependiendo del caso, la leche edulcorada se filtra y se mezcla con el resto de la leche que se encuentra en la marmita).
3. Después de pasteurizar la leche, se baja la temperatura a 32°C en el pasteurizador o marmita. En este momento se adiciona el cultivo de microorganismos para kumis que está compuesto por una combinación simbiótica de *Lactobacillus acidophilus* (homofermentativo) y *Lactobacillus delbrueckii sbsp. bulgaricus* (homofermentativo). Se agita bien por cinco (5) minutos y se deja en reposo durante 18 horas / 32°C.

Nota: Cuando se aplica el cultivo de microorganismos en el pasteurizador o marmita es conveniente con un colador o un tamiz de diámetro fino revisar si el cultivo liofilizado se ha disuelto bien. Este cultivo comercial liofilizado se utilizará para una cantidad de 40 litros de leche líquida.

4. Al cabo de este tiempo (dependiendo de las condiciones controladas de temperatura y humedad relativa), que puede ser de 18 horas y cuando la acidez desarrollada de un valor entre 0.6-0.7 y pH = 4.4-4.5 (El *Lactobacillus* es el responsable del descenso del pH hasta 4.0) una vez obtenida la base de kumis, se suspende el proceso de fermentación para obtener una apropiada textura.
5. Posteriormente, se lleva a la cava o nevera por espacio de 4-15 horas aproximadamente para que se enfríe a 4°C y detener la fermentación.

6. En este momento, se procede a romper el gel formado mediante una homogenización manual. Además, se le adiciona saborizantes (Aprox. 2-3 mL / 40 litros de kumis).
7. Finalmente, se envasa en recipientes plásticos y con tapa.
8. Se almacena a temperatura de refrigeración (4°C).

Figura 27. Kumis elaborado de manera artesanal.



4.4 Kéfir. Sinova et al., (2002) mencionan que el kéfir es una bebida láctea fermentada que se originó en Europa del Este y se ha elaborado durante siglos. “La palabra kéfir se deriva de la palabra turca “keyif” que significa “buena sensación”. Sus granos se pueden caracterizar como pequeñas flores de coliflor, que tienen una longitud de 10–30 mm, de forma irregular, de color blanco a amarillento, lóbulos, de textura firme y aspecto viscoso”.

El kéfir tradicional tiene efectos beneficiosos sobre la inmunidad y el sistema digestivo/gastrointestinal, además de su reducción de colesterol, alergia, curación de heridas, prevención de intolerancia a la lactosa, anticancerígeno y antimicrobiano (Otles y Cagingi, 2003).

Proceso de elaboración del Kefir.

1. Se inicia con la selección de la leche cruda, siendo esta leche totalmente fresca (del día), se realizan pruebas de plataforma.

2. Se Pasteuriza la leche entre 82°C y 85°C durante 30 minutos.
3. Luego se enfría a 32°C.
4. Se adiciona el cultivo de Kefir (un sobre para 6 y/o 8 litros de leche).
5. Luego se incuba a 33°C durante 14 a 16 horas sin agitar.
6. Se enfría a 10°C.
7. Se puede mezclar con fruta (kiwi, mangostino, pitaya, otros).

Figura 28. Kefír.



4.5 Bebidas Lácteas Fermentadas. En las nuevas líneas de productos lácteos existentes en el mercado, se encuentra el yogur líquido. Este producto se caracteriza por mostrar agradable sabor y cremosidad, siendo una alternativa sana para los consumidores (Almeida et al., 2001). A nivel de Colombia se desarrolla el concepto en la NTC 805.

- **Características químicas de la leche, suero y bebida láctea.**

En esta sección se busca conocer algunas características químicas de la leche y suero: grasa, acidez y pH; así como las características fisicoquímicas de la bebida láctea: consistencia, textura, color, grasa, acidez y pH.

Procedimiento

1. La leche entera y el suero líquido deben ser de buena calidad, libres de sustancias contaminantes.

2. Es recomendable realizar la prueba de plataforma a la leche y al suero a trabajar.
3. En algunos casos dependiendo de las condiciones de recepción de la leche y el suero se recomienda realizar un proceso de filtración de éstos. Para ello, se utiliza un tamiz plástico de diámetro fino.
4. Se deposita la leche y suero en las cantidades a trabajar en la marmita con agitación constante (Para este caso, se trabajará con un 70% de leche y 30% de suero. Sin embargo, se podría reemplazar hasta máximo por un 40% de suero y 60% de leche entera líquida con el fin de abaratar los costos de producción de la bebida láctea).
5. En este proceso, cuando la temperatura inicial alcance los 35°C se adiciona el azúcar (10% p/v), junto con el emulsificante-estabilizante (E/E) (0.2% p/v). Se usará como E/E el Citrato de sodio (Se mezcla el azúcar junto con el E/E, porque si se adiciona por separado el E/E formará grumos en la solución).
6. Como se anotó anteriormente, se adiciona el azúcar junto con el E/E, a razón de 500 g de azúcar junto con el 0.2% del E/E, es decir, no con la totalidad del azúcar a utilizar para la elaboración de la bebida láctea. Una vez, adicionado el azúcar junto con el E/E, se puede incorporar el resto del azúcar para el proceso total.
7. La cantidad de leche y suero destinados para la elaboración de la bebida láctea primero se las debe someter a un proceso de homogenización a una presión de 2000/libras 5 minutos.
8. Posteriormente, se realiza un proceso de pasteurización a 85°C/15 minutos con agitación constante.
9. Después de pasteurizar la leche y el suero, se baja la temperatura a 42°C en el pasteurizador o marmita.
10. A esta temperatura adicionamos el cultivo de microorganismos (yogur probiótico) que está compuesto por una combinación simbiótica de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Se agita bien por cinco (5) minutos. Para este caso, se utilizará un cultivo comercial liofilizado MY-800 2U y se dejará en reposo durante 3-4 horas/42°C. En este caso, se estaría elaborando un

yogur líquido. Si cambiamos de microorganismos, sería otra bebida láctea fermentada diferente.

Nota: Cuando se aplica el cultivo de microorganismos en el pasteurizador o marmita es conveniente con un colador o un tamiz de diámetro fino revisar si el cultivo liofilizado se ha disuelto bien.

Capítulo 5

Elaboración de dulces de leche y combinados



Los dulces presentan un incremento de la participación en el mercado nacional, por lo que se convierten en una alternativa en la producción. Sin embargo, las tendencias de vida saludable, que exigen un balance en la cantidad de calorías en la alimentación del ser humano provoca una disminución de este tipo de productos a nivel mundial, por lo que deben adecuarse a este tipo de condiciones (Ortiz et al., 2017).

5.1 Leches condensadas. La extracción del agua se realiza mediante una presión reducida (aproximadamente 0.5 atmósferas) hasta obtener un líquido espeso, de una densidad aproximada de 1.3 g/mL. Esta

sustracción de agua es conocida con los nombres de espesamiento, concentración y condensación. Después se le añade azúcar, en una proporción que va desde el 30% (si la materia prima es leche entera) hasta el 50% (si es leche descremada (NTC 879)). La alta concentración de azúcar debe impedir por sí sola el desarrollo de los gérmenes que queden en la leche después del precalentamiento (Verhelst, 2017).

La leche condensada es una fuente rica en carbohidratos, proteínas, calcio y vitaminas que puede ser usada en la alimentación humana. Entre sus beneficios encontramos que es un energizante, revitalizante, disminuye la ansiedad. Sin embargo, al ser un producto con una alta concentración de carbohidratos, su uso desmedido puede ocasionar grave alteración en el control de la glicemia en el cuerpo (Santillán et al., 2014).

Elaboración de leche condensada.

Características

- La leche condensada está lista cuando la lectura en °Bx debe estar entre 55 y 62°Bx.
- El Ca debe estar en 2.2 g/ litro leche.
- El Mg debe estar en 0.7- 1.8 g/ litro leche.
- Sin embargo, la caseína y las proteínas séricas se desestabilizan en la leche condensada, por eso se las estabiliza con citrato de sodio.

Elaboración

Dulzura: $1.9 \times \%S.T.$ (No necesitamos elevados sólidos solubles)

Dulzura: $11.5 \times 1.9 = \underline{21.85}$ -----> Debe ser totalmente SACAROSA

Por ejemplo, si se quisiera hacer una leche condensada reemplazando los 21.85 kg de sacarosa por fructosa (poder de dulzura del 175%) se procede de la siguiente manera:

1 kg -----> 175%

$$x \text{ -----} \rightarrow 21.85\%$$

$X = 0.1248 \text{ kg} / \text{kg de producto} \rightarrow$ Para 100kg de producto:

$$X = 0.1248 \text{ kg} \times 100 = 12.48 \text{ kg de fructosa}$$

Si se usa aspartame que tiene un poder de dulzura del 200%, sería:

$$1 \text{ kg -----} \rightarrow 200\%$$

$$x \text{ -----} \rightarrow 21.85\%$$

$X = 0.109 \text{ kg} / \text{kg de producto} \rightarrow$ Para 100kg de producto:

$$X = 0.109 \text{ kg} \times 100 = 10.93 \text{ kg de aspartame}$$

La leche líquida tiene 8.5% de S.N.G., en la leche condensada se debe incrementar estos S.N.G en 1% a 2%. Entonces, la leche condensada quedaría con % de S.N.G de 9.5% ó 10.5%.

Leche entera en polvo contiene: 4% humedad, S.T. = 96% (De estos 96%, el 66% son S.N.G. y el 30% Grasa).

Este 66% $\Rightarrow 66/100 = 0.66$ (0.66 ~ 0.7), son S.N.G. de la leche en polvo entera.

$$1\text{kg leche entera en polvo -----} \rightarrow 0.7 \text{ S.N.G.}$$

$$X \leftarrow \text{-----} 0.015 \text{ (1.5\%) S.N.G.}$$

$X = 0.02143 \text{ kg} / \text{kg producto} \rightarrow$ Para 100kg de producto:

$$X = 0.2143 \text{ kg} \times 100 = 2.14 \text{ kg leche entera en polvo}$$

Entonces para 100 kg de leche condensada sería:

- 1) 2.14 kg (2140 g) kg leche entera en polvo.
- 2) 0.2% de Citrato de sodio (o 0.2 kg -200 g- de Citrato de sodio).
- 3) 21.85% de Azúcar (o 21.85 kg -21850 g- de Azúcar –sacarosa-).
- 4) 76.52 % leche entera líquida (o 76.56 kg -76560 g- de leche).

Para 10 kg de leche condensada los cálculos serían los siguientes:

- 1) 214 g de leche en polvo entera.
- 2) 20 g de Citrato de sodio.
- 3) 2185 g de Azúcar –sacarosa–.
- 4) 7652 g de leche entera líquida.

La leche que se utiliza para fabricar la leche condensada debe tener un máximo de acidez inicial de 0.2% A.L. (Ácido láctico).

La elaboración de las leches condensadas se realiza de la siguiente manera:

1. Agregamos la leche líquida en la marmita, por ejemplo para 100 kg de leche condensada, se utilizarían 76.52 kg de leche.
2. Enseguida, adicionamos la leche en polvo y agitamos suavemente. Es necesario adicionar esta leche en polvo cuando la leche esté fría, es decir, inmediatamente se coloca en la marmita y sin aplicar calor, ya que así evitamos que se formen grumos cuando se mezcle la leche líquida con la leche en polvo (para 100 kg de leche condensada, se utilizarían 1.43 kg de leche en polvo entera).
3. Calentamos hasta 35°C esta mezcla de la leche líquida con la leche en polvo, y agitando suavemente.
4. Por aparte, mezclamos bien el azúcar con el citrato de sodio y así, esta mezcla la agregamos suavemente en la marmita que contiene la mezcla de la leche líquida con la leche en polvo a 60°C. Continuamos agitando suavemente esta mezcla (para 100 kg de leche condensada, se utilizarían 0.2 kg de Citrato de sodio y 21.85 kg de Azúcar –sacarosa–). Si se quiere en este momento se adiciona la silicona (0.2 – 0.3 mL/ kg de leche condensada y máximo 0.5 mL/ kg de leche condensada), para bajar la tensión superficial.
5. Es muy importante que la leche condensada se debe preparar antes de una hora para evitar la reacción de Maillard, es decir, el pardeamiento. Para ello, se debe elevar la temperatura evitando

que se forme espuma (controlar la tensión superficial), para que no se riegue la leche.

6. Para evitar que no se riegue la leche por efecto de incrementar la temperatura, es importante mantener el nivel de espuma que cuando esté por la mitad de la altura de la marmita se cierra la llave del vapor que es el que incrementa la temperatura. También y es muy importante, usar silicona líquida (silicona líquida para alimentos) y así controlamos la tensión superficial.
7. La leche condensada está lista cuando la lectura en °Bx debe estar entre 55°Bx y 62°Bx, lectura hecha en un refractómetro. Esta lectura en refractómetro (°Bx), siempre se debe hacer (esto es válido para cualquier producto que se elabore), por debajo de 40°C del producto que se elabora, en este caso la leche condensada. Cuando esta lectura en refractómetro (°Bx) se hace por encima de 40°C del producto que se elabora, se debe restar 2°Bx a la lectura que se haga.
8. Si deseamos adicionar alguna esencia como por ej. de vainilla, fresa, etc., se hace esta adición cuando la temperatura baje a 35°C. Se adiciona en este momento para evitar que por las altas T° se evaporen. Se debe agitar bien estas esencias en la leche condensada.
9. Se distribuye en envases plásticos.

5.2 Arequipe. El Arequipe es un dulce tradicional de varios países latinoamericanos, principalmente en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Es un alimento de textura blanda y pegajosa, elaborado a partir del proceso de concentración térmica de los sólidos propios de la leche, junto con los aportados por el azúcar, principalmente la sacarosa. En cada uno de los países tiene una denominación diferente, en Chile se le conoce como manjar, manjar de leche o manjar blanco; en Argentina y Brasil se denomina dulce de leche, en Centroamérica es conocido como cajeta y en Colombia y Venezuela como arequipe (Vargas et al., 2019).

Características

- En un buen dulce de leche se debe tener en cuenta la acidez natural, es decir, el contenido aparente en ácidos expresado en gramos de ácido láctico por 100 ml o por g de leche. Se determina por titulación con una solución alcalina valorada y un volumen determinado de leche, empleando solución alcohólica de fenolftaleína como indicador (NTC 3757).
- **Acidez desarrollada:** Es la acidez que se incrementa desde el momento en que la leche sale de la vaca y va aumentando a medida que pasa el tiempo y la temperatura a la que esté, que generalmente es la ambiental. Así, se conoce como leche dulce, a la leche que sale de las vacas recién ordeñadas. A partir de las 2 horas de ordeño y si sobretodo está expuesta a temperatura ambiente, comienza a presentarse la acidez desarrollada.
- El 50% del ácido láctico está expresado en la caseína.

Materias primas

- Leche (acidez máxima de 0.18% y contenido de materia grasa entre 0% y 3%).
- Invertasa y lactasa.
- Sacarosa y azúcares reductores.
- No usar leche mastítica en dulces de leche por la elevada presencia de albumina, que hace que la leche se coagule.

Procedimiento

$\%ST = 1.6$ (Por $c / \%$ de S.T. la dulzura tiene que estar entre 1.6 y 1.9).

$\%ST = 11.5 \implies 11.5 \times 1.6 = 18.4$ debe ser dulce por $c / 100$

$11.5 \times 1.9 = 21.85$ debe ser dulce por $c / 100$

Nota: Si se quiere elaborar un arequipe con leche descremada, ésta deberá quedar con 8.5% de ST (Sólidos Totales), entonces con base en esta cantidad se debe calcular el azúcar:

$$\underline{8.5\% ST \times 1.6 = 13.6 \text{ Dulzura.}}$$

Si es suero, este tiene $5.8\% \text{ ST} \times 1.9 = 11.02$ Dulzura. De igual manera, si es leche de búfala los $\text{ST} = 18.8\%$ y la cabra los $\text{ST} = 11.5\%$.

Es importante pesar la leche para preparar el arequipe y no usarla en litros, porque la densidad de la leche es 1.03.

La variable 18.4 la podemos reemplazar por otros azúcares, por ejemplo, hasta un 40%:

$$18.4 \times 40\% = 7.36 \text{ kg} \sim 7.4 \text{ kg de azúcar invertido o de dulzura}$$

$$1 \text{ kg azúcar invertido} \text{ -----} \rightarrow 125\% \text{ dulzura}$$

$$7.4 \text{ kg azúcar invertido} \text{ -----} \rightarrow X$$

$$\underline{X = 925/100 = 9.25 \text{ kg}}$$

O también podría calcularse así:

$$1 \text{ kg azúcar invertido} \text{ -----} \rightarrow 1.25 \text{ dulzura}$$

$$7.4 \text{ kg azúcar invertido} \text{ -----} \rightarrow X$$

$$\underline{X = 9.25 \text{ kg}}$$

En general todo azúcar invertido tiene un poder de dulzura del 125%. Esto quiere decir, que con respecto a la sacarosa (que tiene un poder de dulzura del 100%), el azúcar invertido endulza un 25% más que la sacarosa, de ahí el valor de 125% de dulzura del azúcar invertido.

Entonces como hemos reemplazado hasta un 40% por azúcar invertido (7.4kg), restamos ese valor del total de dulzura que es de 18.4:

$$(18.4 - 7.4) \text{ kg} = \mathbf{11 \text{ kg sacarosa}}$$
 (Valor absoluto)

$$(18.4 - 9.25) \text{ kg} = \mathbf{9.15 \text{ kg sacarosa}}$$
 (Valor relativo)

Si quisiéramos preparar 100 kg de arequipe:

$$\text{Tenemos: } 9.15 \text{ kg de sacarosa} + 7.4 \text{ kg de azúcar invertido} = \mathbf{16.55 \text{ kg}}$$

$\rightarrow 100 - 16.55 = 83.45 \text{ kg}$ de leche que se deben neutralizar (Cuando se pesa esta cantidad de kg de leche, se hace en un balde y antes se pesa este balde y luego se tara y se pesa la leche, para pesar la can-

tividad exacta que se necesita, por ejemplo para 100 kg de arequipe se pesarán 83.45 kg de leche).

Neutralización

La leche debe ser neutralizada debido a que el ácido láctico (AL) se va concentrando a medida que se evapora el agua de la leche.

Acidez inicial = 0.18% AL **Acidez deseada** = 0.13% AL

(0.18% - 0.13%) AL = 0.05% AL

100 mL -----> 0.05 g AL

83450 mL -----> X



(Cantidad de leche que se debe neutralizar)

X = 41.7 g AL

Peso molecular (PM) Bicarbonato = 84g (Es decir, 84g/mol)

PM Ácido Láctico = 90g (90g/mol)

Si 90g Ácido láctico neutralizan-----> 84g de Bicarbonato

41.7 g Ácido láctico -----> X

X = 38.92 g (Poder neutralizante)

Pureza del bicarbonato: 75% (La pureza del bicarbonato puede estar entre el 75% y 85%. Este 75% se usa generalmente en la planta de leche):

38.92g -----> 75%

X -----> 100%

X = 51.89 ~ 52 g bicarbonato

Así, si se quiere elaborar 20 kg de arequipe los cálculos serían:

83.4 kg de leche x 0.2 = 16.68 kg leche

Bicarbonato: $52 \times 0.2 = 10.4 \text{ g}$

Azúcar invertido: $7.4 \text{ kg} \times 0.2 = 1.48 \text{ kg}$

Sacarosa: $9.15 \text{ kg} \times 0.2 = 1.83 \text{ kg}$

O también los cálculos se obtendrían así:

100 kg arequipe -----→ 83.4 kg leche

20 kg arequipe-----→ X

X = 16.68 kg leche

100 kg arequipe -----→ 52 g bicarbonato

20 kg arequipe-----→ X

X = 10.4 g bicarbonato

100 kg arequipe -----→ 7.4 kg azúcar invertido

20 kg arequipe-----→ X

X = 1.48 kg azúcar invertido

100 kg arequipe -----→ 9.15 kg sacarosa

20 kg arequipe-----→ X

X = 1.83 kg sacarosa

NOTA: si solo se utilizará sacarosa la cantidad sería la siguiente:

18.4 kg sacarosa → $100 - 18.4 = 81.6 \text{ kg leche que se deben neutralizar.}$

A los dulces de leche se les puede adicionar: Frutas (10%); Cárnicos (5%); Especies (2%); Saborizantes (0.1%).

Saborizantes: Chocolate en polvo, café en polvo: 600g/ 100 kg de mezcla o producto.

***NOTA:** El azúcar invertido solo se fabrica con sacarosa así:

Por ejemplo, para 50 kg de azúcar invertido (A.I.):

50 kg. A.I.-----> 37 kg Sacarosa

13 kg Agua

37 gramos de bicarbonato

37 gramos de HCl

Siempre la cantidad de bicarbonato y HCl que se adiciona, será la misma cantidad que de sacarosa.

Otro procedimiento para elaborar dulce de leche:

Elaboración

- a) Neutralización
- b) Calcular y adicionar el Citrato de Sodio
- c) Iniciar el calentamiento
- d) Concentrar la leche hasta obtener pardeamiento
- e) Adicionar el 50% del azúcar
- f) Una hora después adicionar el otro 50% del azúcar
- g) Adicionar la glucosa 10 minutos antes de finalizar el proceso
- h) Si usa otros aditivos, adicionarlos 5 minutos antes del punto final (pasas, brevas, nueces, coco, etc).
- i) Es conveniente enfriar a 60°C con el mismo ritmo de agitación constante para prevenir la formación de cristales.
- j) El rendimiento depende de la concentración final de sólidos, del porcentaje de grasa y del porcentaje de SNG de la leche.

La fabricación puede realizarse a través de tres procesos de producción diferentes:

1. Sistema simple en paila

1.1 Se coloca toda la leche en una paila más el neutralizante; se calienta hasta 60-70°C; se adiciona el azúcar, y se concentra el producto

hasta 55-60% de sólidos, momento en el cual, si lleva glucosa se la debe agregar. Se continúa la concentración hasta llegar al punto de consistencia, viscosidad y color deseados.

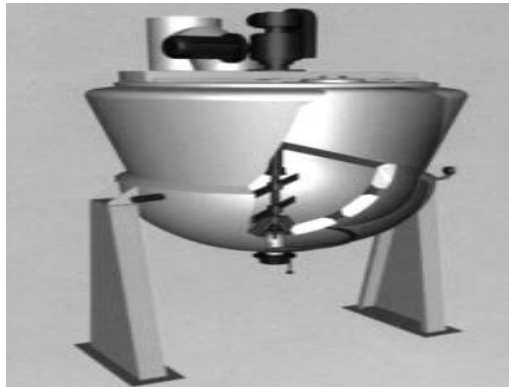
Figura 29. Concentración de la leche.



1.2 Se agrega toda leche y el bicarbonato en un tanque auxiliar. Se calienta a 60-70°C, se agrega el azúcar, y se deja hervir hasta que se disuelva.

Posteriormente, se envía a otras pailas de menor capacidad, en forma de fino chorro, hasta que llegue a la línea de calefacción o vapor; en ese momento se detiene el chorro, pero a medida que se va concentrando, la mezcla que está en la paila, se abre la llave nuevamente de modo de no dejar bajar la superficie por debajo de la línea de vapor.

Figura 30. Mezclado concentración posterior del arequipe.



1.3 Se coloca en la paila la quinta parte de la leche, todo el bicarbonato más todo al azúcar y se comienza la concentración.

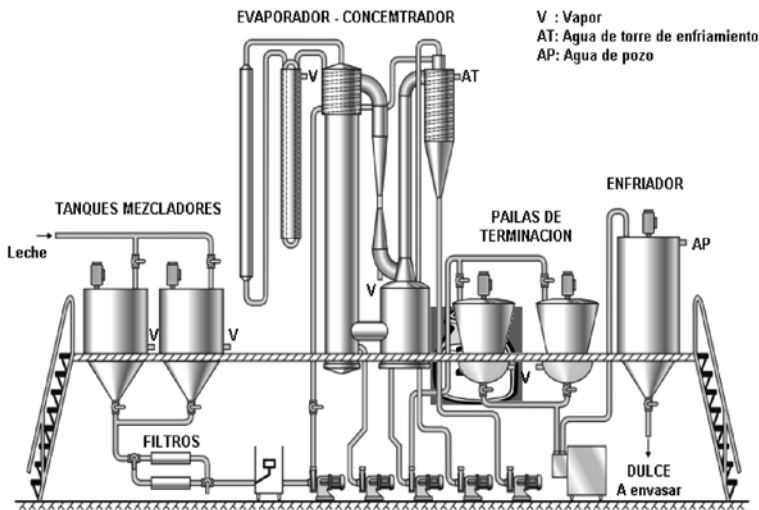
Cuando se llega a 55% de sólidos, se agrega más leche en cantidades reducidas, a medida que se va evaporando previamente calentada entre 60-70°C. Se concentra en sucesivas etapas hasta llegar al punto deseado.

2. Sistema combinado o mixto

Se realiza por medio de evaporadores al vacío, para lograr el concentrado, pero la terminación del dulce se hace en pailas. El evaporador de doble o triple efecto recibe desde los tanques de disolución de mezclas la leche, el bicarbonato con el total de azúcar.

Las pailas reciben de inmediato el concentrado y el proceso continúa como las anteriores. La diferencia es que en las pailas se coloca mayor volumen de leche.

Figura 31. Diagrama de una sistema combinado o mixto.



Fuente: Fernando et al., (2018)

Este método ahorra tiempo de trabajo en la paila, ya que el condensado de 26 a 28°B, llega a su fin en 1 hora 15 minutos, mientras que el sistema simple lleva más de dos y media horas. Se reduce el consumo

de vapor en forma considerable. Es óptimo para escalas de 2000 a 7000 litros/día.

3. Sistema continuo

Es un proceso rápido, continuo, con un bajo consumo de vapor y un número muy reducido de operarios. Su aplicación se justifica desde el punto de vista económico para una escala de producción superior a los 8000 litros de leche diarios.

Se disuelven el Bicarbonato y los azúcares en la leche en una proporción de 20% de sacarosa, 5% de dextrosa. Se regula el pH a 6.4; se calienta a 85°C en pasteurizador de placas, y luego se somete a un intenso calentamiento a 135-140°C en calentador tubular; el tiempo de retención es de 50 a 60 segundos, o más según el color que se desee lograr.

Luego, en otro intercambiador de placas, se enfría hasta más o menos 50-55°C. En esas condiciones se alimenta el evaporador de triple efecto, con leche coloreada que tiene hasta el 37% de sólidos y que sale con 70% de sólidos sin dejar enfriar, se homogeniza a 150 kg/cm² y se envasa en caliente.

Producción del color caramelo

- La reacción de *Maillard* es la responsable del color característico de los dulces de leche. La función aldehído de los azúcares reacciona con diversas sustancias nitrogenadas (amoníaco, aminas, aminoácidos) de las proteínas. Esta reacción se da entre la lactosa y las proteínas de la leche.
- Cuando se calienta la leche, manteniendo la temperatura durante cierto tiempo, y como consecuencia de un conjunto de reacciones no muy bien conocidas, (Rx Maillard), se forman algunos compuestos pigmentados que oscurecen el medio.

Las siete reacciones que se dan en el proceso de oscurecimiento entre azúcares y grupos amino se pueden clasificar en tres estados de desarrollo que van surgiendo en la concentración a medida que se avanza en la elaboración:

1. Estado inicial (Poco tiempo)
 - a. Incoloro, baja temperatura < 100°C.
 - b. Condensación del azúcar- grupo amino.
 - c. Transformaciones de amadori.
2. **Estado intermedio (varía de incoloro a amarillento)**
 - d. Deshidratación de los azúcares
 - e. Fragmentación de los azúcares
3. **Estado final (altamente coloreado)**
 - f. Condensación de aldehídos
 - g. Polimerización de aldehídos-aminas formación de compuestos nitrogenados heterocíclicos.

En la Reacción de Maillard existen (3) tres fases sucesivas que enumeramos a continuación:

1. No existe producción de color. En esta fase se produce la unión entre los azúcares y los aminoácidos. Posteriormente se da la reacción denominada de reestructuración de Amadori (Azúcares + proteínas sin agua producen esta reestructuración).
2. Existe la formación inicial de colores amarillos muy ligeros, así como la producción de olores algo desagradables. En esta fase se produce la deshidratación de azúcares formándose las reductonas o dehidrorreductonas y tras esto sobreviene la fragmentación.
3. La tercera fase, conocida como degradación de Strecker, se generan compuestos reductores que facilitan la formación de los pigmentos. En esta última fase se produce la formación de los conocidos pigmentos oscuros que se denominan melanoidinas; el mecanismo no es completamente conocido, pero es seguro que implica la polimerización de muchos de los compuestos formados en la anterior segunda fase.

Diferentes azúcares reaccionan dando lugar a compuestos coloreados de distinta forma. El orden de reactividad es el siguiente:

1. Los pentosanos son los que más fácilmente reaccionan con los aminoácidos. El pH favorece esta reacción. Siguen los azúcares simples en el siguiente orden: galactosa, levulosa, dextrosa.
2. Se producen una serie de reacomodamientos químicos que dan lugar a las denominadas Rx de reagrupación de Amadori. Algunos aminoácidos esenciales como lisina, histidina y metionina pierden sus propiedades nutritivas al formar parte en estas reacciones.
3. Al calentar la leche, el oscurecimiento sobreviene después de que aparece el sabor a cocido como consecuencia de una degradación de los aminoácidos sulfurados de la cadena proteica, liberando grupos SH.

Figura 32. Arequipe.



5.3 Manjar Blanco. Es un producto, que se caracteriza por adicionar a la leche almidón de arroz. Sin embargo, se ha evaluado otro tipo de almidones como el de frijón y almendras. El procedimiento se basa en la NTC 3757.

Materiales

- Leche 3%
- Azúcar blanca
- Bicarbonato de sodio

- Glucosa
- Almidón (arroz)
- Esencias
- Termómetro
- Paila de acero inoxidable.
- Refractómetro (medición de °Brix)

Procedimiento

1. La leche debe ser analizada para comprobar su calidad.
2. Se agrega bicarbonato de sodio para neutralizar el exceso de acidez de la leche y así proporcionar un medio neutro que favorece la formación del color típico del manjar.
3. La leche se coloca al calor y se lleva a los 50°C, punto en el cual se agrega el almidón (Harina de arroz), que se mezcla hasta que se disuelva. Posteriormente se agrega la glucosa y de último el azúcar.
4. La mezcla se continúa calentando hasta alcanzar 74 °Brix medidos con el refractómetro. Esta etapa toma cierto tiempo porque se requiere evaporar una gran cantidad de agua de la leche. Cuando la mezcla comienza a espesar se hacen mediciones continuas hasta alcanzar el ° Brix deseado. En caso que no se cuente con el refractómetro se puede hacer la prueba empírica del punteo, que consiste en enfriar una pequeña cantidad del manjar sobre una superficie hasta comprobar que ya tiene la consistencia deseada, o en un vaso con agua depositar una gota de dulce, si llega hasta el fondo sin deshacerse está listo.
5. Se apaga la fuente de calor y con una paleta se bate vigorosamente el producto para acelerar el enfriamiento y también incorporar aire que determina el color final.
6. El manjar se envasa a una temperatura no inferior a los 70°C. Se pueden usar envases de boca ancha y materiales variados (hojalata, madera, polietileno, vidrio, totumos, entre otros).

5.4 Cortado de Leche. El cortado de leche es un producto obtenido por la concentración de una mezcla de leche, azúcar, harina de arroz previo cuajado de la leche. Se caracteriza por ser de consistencia semi-blanda, con sabor muy característico, de alto contenido energético principalmente dado por carbohidratos de rápida absorción, rico en proteínas y calcio.

Nota: el dulce cortado tiene su elaboración de distintas maneras según la región, esto hace que los procesos para elaborarlo no sean los mismos, el secreto de un buen cortado de leche es utilizar leche fresca que no haya sido pasteurizada ya que no quedaría igual al hacerlo con leche procesada.

Procedimiento de elaboración de cortado de leche.

Materiales

- Estufa (gas)
- Marmita
- Cuchara de madera
- Colador
- Termómetro
- Mates
- Leche
- Azúcar
- Cuajo
- Harina de arroz
- Panela rallada
- Bicarbonato
- Glucosa

Procedimiento

1. Se inicia con la selección de leche cruda.
2. Se realizan las pruebas de calidad de la leche.
3. Se filtra la leche.

Figura 33. Cortado de leche.



4. Se calienta la leche a 36 grados centígrados y se adiciona el cuajo previamente diluido en una pequeña porción de agua y se procede a mezclar de manera suave, para dejar reposar por 20 minutos.
5. Cuando se ha cuajado la leche se corta lentamente en pequeñas tiras. Para ello primero se corta la cuajada con el cuchillo en tiras de forma horizontal y luego de forma vertical. Posteriormente se mezcla por un espacio de 5 minutos.
6. Luego de este proceso, se calienta a temperatura baja durante 10 minutos, se mezcla suave y constantemente. Se adiciona el bicarbonato (0.5 g).
7. Posteriormente se adiciona el azúcar y la panela rallada, se mezcla lentamente, luego se somete a cocción, al inicio con calor medio y luego alto hasta que comience a hervir (hay que tener precaución de qué el dulce no se riegue) y coja punto.
8. Se agrega 250 g de harina de arroz en medio litro de agua y se adiciona la mezcla muy lenta y uniformemente.
9. Se debe someter a cocción hasta que al colocar una bolita de dulce en una cuchara, esta debe estar totalmente sólida.
10. Para finalizar, se determina los grados Brix, y si está en el punto exacto, se retira del fuego y se deja reposar durante 10 minutos como mínimo y se empaca en totumo (*Crescentia cujete*)* y vasos plásticos.

Nota: preferiblemente al día siguiente se deben tapar los vasos y recipientes esto evitará la formación de hongos causados por el vapor de agua acumulado en las tapas.

5.5 Dulces Combinados. Estos productos lácteos, como su nombre lo indica, se caracterizan por usar más de un producto en su elaboración y en el caso particular de este texto, por lo menos uno es derivado de la leche como el queso.

5.5.1 Postre de las Tres Leches. Este postre se caracteriza por la utilización de tres tipos lácteos, como son leche condensada, crema de leche y leche entera. Es un producto versátil que permite acompañarlo con otros aditivos como salsas o mermeladas.

Materiales

- Leche
- Leche condensada
- Gelatina sin sabor (2 sobres de 35 g)
- Crema de leche
- Frutas (opcional)

Procedimiento

1. Realizar pruebas de calidad.
2. Realizar el filtrado de la leche y luego la pasteurización.
3. Adicionar la gelatina (2 sobres) en agua caliente hasta disolver, para luego adicionar un vaso de agua fría y se mezcla.
4. Por otra parte, se toma la crema, la leche condensada y la leche de vaca y se mezclan con licuadora, enseguida se adiciona la gelatina y se deja licuar por un corto tiempo
5. Finalmente se vacía en un recipiente plástico y se enfría en nevera durante 2 a 3 horas.

5.5.2 Dulce de Calabaza. Este dulce se consume acompañado de Queso Campesino, se caracteriza por la combinación de Dulce de Calabaza (*Cucurbita máxima duch*) y Queso Campesino, la calabaza es

una planta originaria de Suramérica, donde crece de forma silvestre. Las calabazas son plantas anuales, herbáceas y más o menos trepadoras, de la familia de las cucurbitáceas, se aprovecha su pulpa y sus semillas, procesándolas mediante el calor en un dulce muy agradable y más aún cuando se combina con queso campesino.

Materiales

- Calabaza
- Queso campesino
- Azúcar
- Panela
- Canela, clavo, olor
- Agua

Figura 34. Elaboración de dulce de calabaza.



Procedimiento

1. Se debe seleccionar la calabaza y el queso campesino.
2. Retirar la cáscara a la calabaza, posteriormente se pica en partes uniformes y se depositan en un recipiente con una adición de 1L de agua.
3. Se escurre en un colador, se seca y se deposita en una paila, agregando azúcar, panela, canela y clavo de olor.
5. Se somete a cocción mezclando constantemente hasta reducir el dulce por aproximadamente 2 horas. Finalmente se puede servir o empaquetar de acuerdo con las necesidades.

5.5.3 Jalea y bocadillo. El Bocadillo es un dulce que se prepara con Guayaba muy madura, azúcar y panela. Esta fruta es rica en vitami-

nas A, B y C. Tiene también beneficios nutritivos ya que su pulpa es considerada ácida, reduciendo los niveles de colesterol.

Materiales

- Guayaba
- Azúcar
- Panela
- Mantequilla

Procedimiento

1. Lavado y selección de la frutas (guayaba).
2. Escaldado de la guayaba en agua a 95°C.
3. Se extrae la pulpa de la fruta.
4. Por cada kg de pulpa se adiciona 5 mL de jugo de limón.
5. El anterior preparado se lleva a cocción durante 25 min aproximadamente con agitación constante.
6. Durante la cocción controlar los grados brix y mantenerlo entre 70 a 75°.
7. Cerca de finalizar la cocción agregar el jugo de limón.
8. Dejar enfriar y realizar el moldeado en bandejas.

Capítulo 6

Derivados lácteos a base de crema de leche



6.1 Crema dulce. La crema es un producto lácteo que se conoce desde hace cientos de años, asociándose principalmente con la alimentación fundamental del hombre en diferentes productos. Durante aproximadamente los últimos 40 años, los cambios en el estilo de vida, los avances en la tecnología de los alimentos y en los conocimientos sobre la nutrición, el mercado de las cremas y su gama se han ampliado notablemente (Rodríguez et al., 2018).

Procedimiento

1. Mezclar la leche entera y la crema de leche.
2. Se adiciona el citrato de sodio, el emulsificante y el azúcar a una temperatura de 40°C. Se agita bien toda esta mezcla.
3. Se calienta a 54.4°C y homogenizar la crema a 1500 psi (2 veces), luego devolver al pasteurizador.

4. Se pasteuriza a 85°C por 15 minutos.
5. Se retira de la marmita a una temperatura de 35°C y se recoge en un balde.
6. Se enfría a 4°C.
7. Se recoge en bolsas plásticas y se sella.

En una crema de leche para consumo familiar, la materia grasa debe estar por debajo del 35%. Para ello a continuación colocamos un ejemplo.

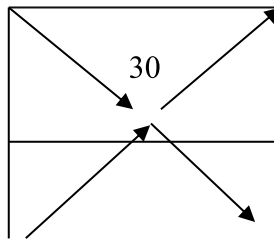
Ejemplo: Estandarizar a 30% de materia grasa

Crema de leche: 65% de materia grasa en una cantidad de 8 kg.

Leche entera líquida: 3% de materia grasa.

Materias primas

Crema de leche 65% M.G. 27 Partes de crema de leche



Leche entera líquida 3% M.G. 35 Partes de leche entera líquida

$$V1C1 = V2C2$$

Para estandarizar un producto al 30% de materia grasa, se necesita mezclar 27 partes de crema de leche con 35 partes de leche entera líquida.

27 partes de crema de leche -----> 35 partes de leche entera líquida

8 kg de crema de leche -----> X

X = 48 kg leche fresca

Figura 35. Extracción de grasa de la leche.



6.2 Crema ácida. A pesar de sus múltiples usos, la crema suele considerarse un producto de lujo y, en consecuencia, su sabor tiene una importancia fundamental. La crema ácida es el producto que se obtiene por la concentración de la grasa contenida en la leche y de un proceso de fermentación controlada mediante la inoculación de cultivos lácticos.

Materiales

- Leche
- Citrato de sodio
- Espesante (almidón modificado o mezcla de goma)
- Cultivo láctico (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*)

Procedimiento

1. La leche se cuantifica y somete a análisis organolépticos (olor, sabor, color), acidez, grasa y antibióticos para determinar su idoneidad para el procesamiento.
2. Se realiza el descremado de la leche, ya sea este procedimiento descremado natural o descremado artificial.
3. Se estandariza el contenido de grasa entre un 18 a 25%, para ello se realiza una mezcla de leche entera y crema de leche. Luego se adiciona citrato de sodio a una temperatura de 40°C y se agita toda la mezcla.

4. Se calienta la crema a 60°C y se agrega espesante, este puede ser almidón modificado o alguna mezcla de goma.
5. Con el fin de obtener una crema más cremosa y sin grumos, se debe homogenizar a presión (1500 psi). Si no se cuenta con el equipo adecuado, se procede a agitar vigorosamente hasta deshacer los grumos.
6. La crema se debe pasteurizar a 80°C por 10 minutos. Luego se coloca en agua a 22°C para enfriar el producto.
7. Se adiciona el cultivo láctico en una dosis de 2% liofilizado y se incuba a una temperatura de 22 a 30°C hasta obtener una acidez de 0.6% de ácido láctico.
8. Una vez alcanzada la acidez deseada, la crema se enfría hasta 5°C y se empaca en bolsas o cajitas plásticas para su venta.

6.3 Mantequilla. Es un producto con un contenido de grasa de 80 % o más y Sólidos no grasos cerca del 2%.

Este producto se obtiene a partir de las cremas concentradas que se baten. El procedimiento se encuentra basado en las disposiciones del NTC 734 “Productos lácteos: Mantequilla”.

Requisitos

La crema para la elaboración debe contener entre el 30 y 40 % de grasa. Un contenido menor dificulta la separación de los glóbulos de grasa durante el batido y su acidez entre 30 a 40 % de ácido láctico.

Procedimiento

1. **Batido.** El objeto es transformar la crema (Emulsión de grasa en agua) en Mantequilla. Durante este proceso sale suero como consecuencia de la centrifugación realizada. Se puede realizar el batido en dos formas:

Forma manual. Con la ayuda de las manos se procede a amasar la crema con el fin de romper los glóbulos de grasa sacando el suero. La parte sólida es la mantequilla.

Forma mecánica. Se utiliza un equipo llamado **batidora**. La más utilizada es la forma de barril cilíndrico que gira en torno a un eje, en su interior van los batidores, placas fijas que favorecen la agitación. Se fabrican en madera, pero debido a su dificultad de limpieza se están produciendo hoy en día en acero inoxidable con superficie interna corrugada.

2. **Desuero.** Consiste en extraer el suero de mantequilla una vez que los granos tengan unos 5 mm de diámetro.
3. **Lavado.** Se procede a lavar después del desuero y antes del amasado con el objeto de extraer restos de suero que quedan entre los granos de mantequilla. Se puede lavar 2 o 3 veces adicionando agua mezclando cada 5 minutos y extrayendo el agua. El agua debe estar entre 3 a 10°C. Debe ser potable y muy limpia. Si no es potable se debe pasteurizar y luego enfriarla.
4. **Amasado.** Se amasa para estandarizar la composición y dar consistencia, al igual que continuar con la eliminación de restos de suero.
5. **Salado.** Es opcional, y sirve para mejorar el sabor, ayudar a prevenir el desarrollo de hongos y bacterias. El máximo de sal debe ser de 1%.
6. **Colorantes.** El más utilizado es el achiote o annato (bixa orellana) para acentuar el color.
7. **Empaque.** Principales materiales utilizados: Papel pergamino, papel revestido de polietileno, papel de aluminio laminado y plástico. Se debe tener en cuenta que no debe transmitir olores desagradables; debe ser resistente a la manipulación; impermeable a la oxígeno, para evitar la oxidación de la grasa y el crecimiento de microorganismos; impermeable a la humedad y vapor de agua para evitar pérdidas por evaporación; y debe proteger el producto de la luz.

Figura 36. Mantequillera, formación y empackado de la mantequilla.



6.4 Crema de leche con almíbar de frutas.

6.4.1 Con el uso de mantequilla.

Materiales

- Un litro de leche o una bolsa de leche pasteurizada
- Una o dos yemas de huevo
- Mantequilla
- Crema de cacao (opcional)

Procedimiento

1. Se toma una bolsa de leche pasteurizada o un litro de leche.
2. Se calienta la leche hasta una temperatura de 90°C aproximadamente
3. Se le agrega 250 g de mantequilla o si se tiene grasa de cacao adicionar una pequeña porción, en cubitos para que se diluya rápidamente.
4. A la temperatura anterior se la lleva a la licuadora y se procede a licuar por dos minutos.
5. Se le agrega la yema de huevo y se licua por cinco minutos más.
6. Se deja enfriar y se coloca en un recipiente de plástico o de vidrio, y se refrigera por 24 horas.
7. Cuando cumpla el proceso de maduración, la sacamos del refrigerador, se bate nuevamente con batidora o cubiertos en un recipiente de plástico hasta punto de nieve.

Según lo que se emplee se agrega azúcar pulverizada al gusto si se desea, y se bate hasta que de punto de Nieve.

6.4.2 Sin mantequilla

Materiales

- Crema de leche
- Azúcar

Procedimiento

1. Se toma la crema de leche y se pasteuriza. Someter a calentamiento la crema hasta llegar a los 70 a 80 grados por 15 a 20 segundos.
2. Homogenizar el azúcar y la crema de leche al estar fría.

6.5 Crema Chantilly. Es un producto derivado de la crema de leche, que es utilizado por la repostería para la elaboración de cubiertas de pasteles, aunque no es su única función, ya que puede complementar otros platos, como las famosas fresas con crema. De esta manera, se comprende la importancia de su uso en la alimentación del ser humano (Sanz, 2007).

Materiales

- Crema de leche (38%)
- Azúcar Glass
- Esencia de vainilla

Procedimiento

1. La crema de leche debe estar refrigerada con el fin de conseguir un mejor resultado
2. Se inicia con un batido suave de la crema para luego ir adicionando lentamente la azúcar Glass y la vainilla.
3. El batido continúa hasta observar que el crecimiento de la crema ha doblado el tamaño inicial, evitando separar el suero de la crema por exceso de batido.

Capítulo 7

Elaboración de quesos

Es un alimento resultante de la coagulación de la leche natural entera, semidescremada o descremada, por acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, seguida del desuerado del coágulo obtenido. Este coágulo, llamado cuajada, está constituido de una parte de la proteína de la leche, la caseína, que retiene la materia grasa y una parte más o menos grande de la fase acuosa de la leche, llamada lactosuero (Fox et al., 2017). Esta masa que se obtiene puede ser consumida como tal bajo la categoría de queso fresco o sufrir una serie de transformaciones que le hacen adquirir características organolépticas específicas, constituyendo el queso maduro.

OBJETIVO

- ✓ Conocer la elaboración de diferentes tipos de queso.

7.1 Quesos frescos

7.1.1 Queso campesino. Es un producto de fácil tecnología que consiste en cuajar, drenar, salar, prensar la leche fresca. El principal objetivo al elaborar este producto es poder conservar la leche, que de otra manera se perdería por no tener los medios para conservarla (Ramírez y Vélez, 2012).

El queso campesino es una variedad de queso fresco no ácido, sin maduración que puede ser prensado o simplemente moldeado, blan-

do, de alta humedad y sabor ligeramente salado. La producción de este producto está difundida por todo el territorio nacional y según la zona donde se produce recibe el nombre. Se le conoce como queso blanco, queso de ojo, queso paisa, queso de prensa, queso fresco, queso sabanero (Hilera et al., 2019).

Existe una gran variedad de formas según la zona donde se fabrique. Las principales formas son las cilíndricas y las rectangulares; su peso es variable, siendo desde 450 g y 1 kg los más comunes. Su apariencia es de color blanco cenizo y la superficie es brillante y algo rugosa.

Características del proceso.

Debido a que existen muchas variedades del queso campesino no existe una técnica que pueda ser aplicable a todos.

- a) Debes ser elaborado con leches muy frescas, las leches refrigeradas o leches almacenadas por más de 24 horas no permiten un buen producto.
- b) El ajuste de la temperatura para coagular es muy importante pues debe ser de 32°C.

El proceso de elaboración se basa en la NTC 750.

Materiales

- Leche
- Cloruro de calcio
- Cuajo

Proceso

1. Se selecciona la leche fresca y de buena calidad, con una baja acidez (0.16%), y contenidos de grasa del 2% al 3.5%.
2. Es recomendable realizar las pruebas de plataforma y de calidad de la leche.
3. Se pesa la cantidad de leche a procesar.
4. Se elabora con leche cruda generalmente, pero se recomienda pasteurizar esta leche a 62°C/30 minutos (pasteurización lenta).

Se puede realizar este proceso de higienización en una olla y con agitación constante.

5. Se debe ir disolviendo el cloruro de calcio en agua con el fin de hidratarlo y por lo menos una media hora antes de adicionarla.
6. De igual manera, si se utiliza cuajo sólido se lo debe disolver previamente antes de su uso en agua hervida y que esté a temperatura ambiente.
7. El cloruro de calcio se adiciona después de pasteurizar la leche y cuando la temperatura esté por debajo de 50°C (entre un 20% y máximo 30%, es decir, 20-30 gramos/100 kg de leche entera líquida).
8. Una vez pasteurizada la leche, la llevamos a la tina de cuajado, ajustando la temperatura de coagulación entre 33°C - 35°C, siendo la óptima 35°C. Posteriormente, se adiciona el cuajo, el cual se mezcla suavemente por unos cinco minutos y se lo deja por 30-40 minutos a esta temperatura.
9. La cantidad de cuajo se la determina así:

En algunos productos comerciales se especifica la cantidad de cuajo a utilizar así: **1:20, significa que 1 mL de cuajo, podría cuajar 20 litros de leche.**

Es importante entonces determinar la FUERZA DEL CUAJO:

$$Fuerza\ del\ cuajo\ (Fc) = \frac{CL * TMC}{Cc * T(segundos)}$$

CL = Cantidad de leche a cuajar (Se puede utilizar 500 mL).

TMC = Tiempo mínimo de cuajado (Generalmente, es de 40 minutos, es decir, 2400 segundos).

Cc = Cantidad de cuajo (Si es sólido 0.1 g / 10 mL; si es líquido 1 mL / 10 mL).

T = Tiempo que demora en cuajar después de adicionar el cuajo sólido o líquido.

$$F_c = \frac{500 \text{ MmL} * 2400 \text{ s}}{0,1 * 139 \text{ s}} = 86330$$

$F_c = 1 : 86$ (1 gramo de cuajo sólido cuaja 86 kg de leche entera líquida).

El tiempo que demora en cuajar después de adicionar el cuajo sólido o líquido, se lo determina colocando una pajilla en la leche coagulada hasta que esta adopte una posición vertical en la superficie coagulada y de esta manera, se determina el tiempo que toma desde que se adicionó el cuajo líquido o sólido hasta que la pajilla asuma esta posición vertical.

Esta fuerza del cuajo (F_c) hay que determinarla después de 1 mes de haber sido abierto el recipiente que contenga el cuajo sólido o líquido. Este tiempo de evaluación, puede ser menor si se sospecha fallas en la acción del cuajo.

Una vez determinada la fuerza del cuajo (F_c) en caso de que sea necesaria, se procede a calcular la cantidad de cuajo a la temperatura que se va aplicar:

$$\text{Cantidad de cuajo} = \frac{CLC * T^{\circ}CQ * TCC}{F_c * T^{\circ}CQ * TCQ}$$

CLC = Cantidad de litros de leche a cuajar.

$T^{\circ}CQ$ = Temperatura del cuajo comercial

TCC = Tiempo de cuajado comercial

F_c = Fuerza del cuajo

$T^{\circ}CQ$ = Temperatura de cuajado para el queso

TCQ = Tiempo de cuajado para el queso

Un ejemplo sería:

$$\text{Cantidad de cuajo} = \frac{50 \text{ l} * 35^{\circ}C * 40 \text{ min}}{86 * 32^{\circ}C * 35 \text{ min}}$$

$$\text{Cantidad de cuajo} = 0,72 \text{ g/50l de leche}$$

Nota: Una vez determinada la cantidad de cuajo, se recomienda proceder a disolverlo en igual cantidad de agua destilada y le adicionamos un poco de sal.

10. La prueba de que está listo el cuajado, es colocando una paleta o cuchillo o introduciendo una cuchara en la superficie o encima del cuajado y si está consistente (un poco compacto), ya está listo para cortar. O también una vez se ha cumplido el tiempo señalado, se procede a realizar la prueba de la mano que consiste en tocar la superficie de la cuajada, la cual está lista cuando la palma de la mano queda limpia. Cuando a la palma de la mano quedan adheridas partículas de cuajada aún no está lista, y se debe esperar un tiempo más.
11. El corte de la cuajada se hace en pequeños cuadros de 1 a 2 cm³. Para ello, primero se corta la cuajada con la lira en forma horizontal y luego en forma vertical. Posteriormente, se mezcla con la pala por espacio de 10 minutos.
12. Después de un reposo de 5 minutos en algunos quesos se debe agitar por 15 minutos hasta que la cuajada tome consistencia y dejar reposar 10 minutos para luego desuerar. En otros casos, se eleva la temperatura del producto 2 a 4°C, ya sea con vapor o adicionando agua caliente después de haber retirado un tercio del suero y agitar por 5 minutos.
13. Se desuera totalmente. De aquí, dejamos unos 5 minutos mientras se separa el suero. Entre más verdoso es el suero, indica que más sólidos se quedaron en la cuajada o queso.
14. Se pesa el queso y según este peso, colocamos la cantidad de sal a un valor de 1 - 2% (100-200 g) / 100 kg de cuajada). Se mezcla la sal con el queso mediante un ligero amasado. Se moldea y puede ser prensado, aplicando el peso por 15 minutos. Cuando no es prensado debe permanecer en los moldes por 2 horas a temperatura baja, se puede voltear dos veces.
15. Se desmoldan y se almacenan a 4°C durante 12 horas máximo y como mínimo dos (2) horas para que haya un proceso de maduración y compactación.

16. Después de este tiempo se empaca al vacío y se distribuye para su consumo. Este queso tiene un rendimiento esperado del 15% y una humedad del 49% aproximadamente.

Figura 37. Elaboración de queso fresco.



7.1.2 Queso Ricotta. Es un queso de consumo inmediato, posee bajo porcentaje de grasa, siendo indicado por su fácil digestibilidad. Se usa para su fabricación suero fresco de sueros comunes, dándose preferencia para suero de quesos de masa cruda.

Procedimiento

1. Se debe recoger todo el suero proveniente de la elaboración del quesito antioqueño o de un queso fresco, por ejemplo. Este suero debe estar libre de sustancias que puedan afectar sus cualidades como son la presencia de carrageninas.
2. Una característica importante de este suero es su color, el cual debe ser de una tonalidad verdosa, lo que indica que el proceso de desuerado se hizo adecuadamente, ya que está indicando baja cantidad de caseína.
3. Se deposita este suero en una marmita y se realiza un calentamiento lento con vapor indirecto hasta una temperatura de 75°C, con agitación constante con una pala.
4. Alcanzada esta temperatura, se adiciona 0.4% de vinagre blanco o ácido acético. La acción de este ácido es permitir precipitar la proteína seroalbúmina y globulina de alto valor nutricional.
5. Después de adicionar este vinagre blanco o ácido acético, entonces se procede a mezclar poco a poco o suavemente hasta alcanzar una temperatura de 85°C hasta observar una mayor precipitación de la albúmina.

6. Se lleva esta mezcla a una temperatura de 95°C, de igual manera, con agitación constante y suave. En este momento se logra la floculación de la albúmina, arrastrando otros elementos que se han disuelto como la caseína y la grasa entre otros.
7. Se deja reposar esta floculación de estas proteínas por un período de veinte (20) minutos.
8. Se observará la formación de una masa blanco-crema que se separó del suero verdoso, flotando en él.
9. Se recoge en un liencillo blanco y se deja desuerar por unas dos (2) o tres (3) horas a temperatura ambiente.
10. Se introduce en la cava o nevera a temperatura de 2-4°C por 24 horas, tiempo en el cual se espera que haya terminado de escurrir el suero. Además, esto evita que se acidifique mucho.
11. Esta masa puede ser salada o no, en caso de que se sale, hacerlo agregando un poco en toda la superficie (0.5-1%). Se mezcla bien y se coloca en recipientes plásticos.
12. Finalmente, se puede distribuir para su consumo.
13. Rendimiento esperado: 4%.

7.1.3 Quesito antioqueño. Es un queso colombiano de gran consumo en la región de Antioquia y el Viejo Caldas, que tiene unas características durante el proceso que no se pueden variar para que el producto conserve sus buenas cualidades.

Es una variedad de queso fresco, no ácido, de pasta molida, moldeado y no prensado, de alta humedad. Su forma es generalmente cuadrada y su peso varía entre 200 a 450 g.

Características del proceso.

1. Debes ser elaborado con leches muy frescas, las leches refrigeradas o leches almacenadas por más de 24 horas no permiten un buen producto.

2. El ajuste de la temperatura para coagular es muy importante pues debe ser entre 28°C o 30°C.
3. El tiempo de coagulación nunca debe ser inferior a 45 minutos y es mejor a 45 minutos.

Procedimiento

1. Se selecciona la leche fresca y de buena calidad, con una acidez máximo de 0.16%.
2. Se pesa la cantidad de leche a procesar, por ejemplo, 30 kg de leche entera líquida.
3. Se procede a pasteurizar esta leche a 63°C/30 minutos (pasteurización lenta).
 - Se debe ir disolviendo el cloruro de calcio en agua por lo menos una media hora antes de adicionarla.
 - Este cloruro de calcio se adiciona después de pasteurizar la leche y cuando la T° esté por debajo de 50°C (Entre un 10% y máximo 20%, es decir, 10-20 gramos/100 kg de leche entera líquida).
 - Una vez pasteurizada la leche, la llevamos a la tina de cuajado a una T° = 28°C, adicionamos el cuajo, se mezcla suavemente por unos cinco (5) minutos y lo dejamos por 45 minutos a esta T°.
 - La cantidad de cuajo se la determina así:

Es de tener en cuenta que el cuajo utilizado para la elaboración de los quesos, puede ser sólido o líquido. La diferencia entre los dos (2), es que el cuajo sólido suele ser más concentrado.

En este sentido, es importante considerar la fuerza del cuajo, ya que si es sólido está indicando que un gramo de cuajo, cuántos litros de leche podrá cuajar. O por el contrario, si es líquido está indicando que un mililitro de cuajo, cuántos litros de leche podrá cuajar.

Un ejemplo sería el siguiente:

En algunos productos comerciales se especifica la cantidad de cuajo a utilizar así: 1:20, significa que 1 mL de cuajo cuaja 20 litros de leche.

Es importante entonces determinar la FUERZA DEL CUAJO:

$$\text{Fuerza del cuajo (Fc)} = \frac{CL * TMC}{Cc * T (\text{segundos})}$$

CL = Cantidad de leche a cuajar (Se puede utilizar 500 mL).

TMC = Tiempo mínimo de cuajado (Generalmente, es de 40 minutos, es decir, 2400 segundos).

Cc = Cantidad de cuajo (Si es sólido 0.1 g / 10 mL; si es líquido 1 mL / 10 mL).

T = Tiempo que demora en cuajar después de adicionar el cuajo sólido o líquido.

$$F_c = \frac{500 \text{ mL} * 2400 \text{ s}}{0,1 * 139 \text{ s}} = 86330$$

Fc = 1 : 86 (1 gramo de cuajo sólido cuaja 86 kg de leche entera líquida).

El tiempo que demora en cuajar después de adicionar el cuajo sólido o líquido, se lo determina colocando una pajilla en la leche coagulada hasta que esta adopte una posición vertical en la superficie coagulada y de esta manera, se determina el tiempo que toma desde que se adicionó el cuajo líquido o sólido hasta que la pajilla asuma esta posición vertical.

Esta fuerza del cuajo (Fc) hay que determinarla después de 1 mes de haber sido abierto el recipiente que contenga el cuajo sólido o líquido. Este tiempo de evaluación, puede ser menor si se sospecha fallas en la acción de este cuajo.

Una vez determinada la fuerza del cuajo (Fc) en caso de que sea necesaria, se procede a calcular la cantidad de cuajo a la temperatura que se va aplicar:

$$\text{Cantidad de cuajo} = \frac{\text{CLC} * T^{\circ}\text{CQ} * \text{TCC}}{\text{Fc} * T^{\circ}\text{CQ} * \text{TCQ}}$$

CLC = Cantidad de litros de leche a cuajar.

T°CQ = Temperatura del cuajo comercial

TCC = Tiempo de cuajado comercial

Fc = Fuerza del cuajo

T°CQ = Temperatura de cuajado para el queso

TCQ = Tiempo de cuajado para el queso

Un ejemplo sería:

$$\text{Cantidad de cuajo} = \frac{50 \text{ l} * 35^{\circ}\text{C} * 40 \text{ min}}{86 * 32^{\circ}\text{C} * 35 \text{ min}}$$

$$\text{Cantidad de cuajo} = 0,72 \text{ g} / 50 \text{ l de leche}$$

Nota: Una vez determinada la cantidad de cuajo, se recomienda proceder a disolverlo en igual cantidad de agua destilada y le adicionamos un poco de sal.

- El corte de la cuajada se hace en tres fases utilizando un mecedor o agitador metálico:
- **Primer corte:** En forma de cruz y por las paredes del tanque.
- **Segundo corte:** Después de un reposo de 10 minutos y con movimientos lentos durante 10 minutos se va agitando la cuajada.
- **Tercer corte:** Después de un reposo de 10 minutos, se agita la cuajada con movimientos rápidos de abajo hacia arriba durante 10 minutos.
- Se desuera colocando la cuajada en liencillos blancos o talegos de cañamazo. Se deja en estos liencillos por unos 10 minutos, haciendo presión con las manos sobre el liencillo para el desuerado.

- Se pesa el queso y según este peso, colocamos la cantidad de sal que debe ser: 1.5-2% /15-20 g/kg de cuajada).
- Se mezcla la sal con el queso mediante un ligero amasado.
- Se procede a la molida de la cuajada: Este proceso le da la característica típica al producto y se efectúa con un molino o una máquina de moler, la calidad del grano depende del tipo de producto.
- Se coloca el queso en moldes metálicos rectangulares:
- El producto debe permanecer en el molde que le da su forma solamente de 2 a 5 minutos.
- Retiramos de los moldes de tal manera, que el quesito antioqueño adopte esta forma.
- Se coloca en refrigeración por lo menos dos (2) horas y hasta por 24 horas para que haya un proceso de maduración y compactación.
- Después de este tiempo se empaca al vacío y se distribuye para su consumo.
- Este queso tiene un rendimiento entre el 16-18%.

Figura 38. Queso antioqueño.



7.2 Quesos hilados

7.2.1 Queso doble crema. El queso doble crema es también uno de los quesos autóctonos colombianos. Tuvo su origen en zonas frías de alta producción de leche, pero muy alejadas de los centros de

consumo y con vías de comunicación muy deficientes, que era lo que ocurría en los valles de Ubaté y Chiquinquirá. Debido a estas circunstancias, la leche se acidificaba con relativa frecuencia, y por lo tanto, se empezó a fabricar un queso partiendo de la leche ácida, para luego, tomar esta cuajada y someterla a un proceso de hilado. Al queso se le puede adicionar una cantidad de crema de leche, dándole una palatabilidad mejor.

La tecnología de este queso fue desarrollada en los Valles de Ubaté y Chiquinquirá y posteriormente, se ha difundido en muchas zonas de clima frío principalmente. Sin embargo, en la actualidad se está fabricando queso doble crema en todas las regiones del país mediante la adopción de tecnologías y a la utilización de cultivos lácticos.

Procedimiento

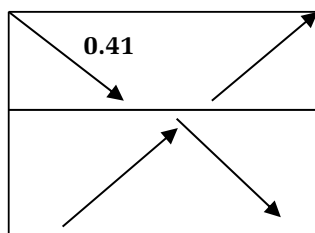
1. La acidez ideal para fabricar este queso se consigue mediante la mezcla de una leche ácida, con una leche fresca, primera muestra valores superiores a 0.2; mientras que la segunda valores de 0.12 a 0.18 % de ácido láctico.).
2. Se puede fabricar con leche del 2 - 3.5% de grasa.
3. Para este tipo de queso, se deja fermentar la leche a una temperatura de 28°C, en un periodo de 24 horas, de tal manera que la acidez se encuentre entre 0.40 - 0.41. En este caso, no hay necesidad de colocar la leche a pasteurizar, ya que se la está sometiendo a un proceso de fermentación.
4. El siguiente paso es calcular las cantidades de leche fresca y de leche ácida, que se necesitan para lograr la acidez deseada, ya que por ejemplo, después de colocar 40 kg de leche a fermentar a 28°C y si la acidez no es la esperada de 0.40 - 0.41, sino que se obtienen, por ejemplo valores de acidez de 0.71, es necesario ajustar estas cantidades de leche fresca y leche ácida utilizando alguna metodología de balanceo como el Cuadrado de Pearson:

Se hace un cálculo de los materiales por cuadro de Pearson:

Materias primas

Leche ácida (0.71)

0.25 Leche ácida



Leche fresca (0.16)

0.30 Leche fresca

0.25 kg leche ácida. -----> 0.30 kg leche fresca

40 kg leche ácida -----> X

X = 48 kg leche fresca

Entonces para elaborar un queso doble crema con 40 kg de leche con una acidez 0.71 se necesitaría:

Ingrediente	Cantidad
Leche líquida entera	48 kg
Leche ácida	40 kg
TOTAL MEZCLA	88 g

- Se mezclan estas dos clases de leche (ácida + fresca), con agitación constante (Es importante comprobar que la acidez de esta mezcla esté entre 0.40 - 0.41).
- Se calienta esta mezcla a una temperatura entre 28 - 32°C y se adiciona el cuajo de acuerdo con la cantidad de leche. Posteriormente se mezcla bien la leche con el cuajo por espacio de 5 minutos.

7. Una vez adicionado el cuajo a la mezcla de leche (ácida + fresca), se deja que el proceso de coagulación se dé a 25 - 28°C / 30 minutos.
8. Después de este tiempo de coagulación, se procede a realizar el corte del cuajo en bloques grandes de 10 x 10 cm, y no se debe desmenuzar demasiado.
9. Posteriormente con la pala metálica se separa el suero del cuajo en la tina de cuajado, es decir, no se retira el suero, solo se agita suavemente para separarlos. Luego se agita constantemente hasta que la temperatura alcance los 43°C (109.4°F).
10. Elevar la temperatura para que la cuajada se cocine, la temperatura final no debe ser superior a 45°C (113°F). A esta temperatura se agita un poco más fuerte por espacio de 2 -3 minutos para separar el suero del cuajo.
11. Se retira el suero del cuajo y se va recogiendo este cuajado en un colador metálico o plástico. Por otro lado, se recoge parte de este suero en un balde, ya que se va a necesitar posteriormente para el hilado.
12. Escurrir la cuajada en una mesa inclinada durante 20 minutos para que la cuajada se acidifique, se vuelva elástica y brillante.
13. Antes de efectuar el hilado se adiciona la sal sobre la mesa (1 g / kg de mezcla). Esta adición de sal también se puede efectuar cuando se lleva el cuajado a la marmita.
14. Se procede a llevar el cuajado a la marmita y se eleva la temperatura de 72 a 75°C. Es recomendable adicionar un poco de suero (que se extrajo del desuerado), para ayudar al hilado y evitar que se seque el cuajado.
15. Luego se continúa agitando por 10 minutos hasta que el queso quede hilado, manteniendo la temperatura entre 69 - 71°C.
16. Se retira de la marmita, se recoge en una bandeja y se procede a realizar el moldeo a una temperatura superior a 55°C para que la superficie del queso sea homogénea. El molde (que puede ser

redondo, con un diámetro de 10 cm), no debe tener base para poder voltear 2 o 3 veces el queso.

17. El enfriamiento del producto se efectúa en el molde y por un período superior a 12 horas, primero al medio ambiente y luego en refrigeración.
18. Finalmente, se empaca al vacío.

Figura 39. Queso de pasta hilada.



7.2.2 Queso tipo Mozzarella. Es el queso no madurado, escaldado, moldeado, de textura suave elástica (pasta filamentosa), cuya cuajada puede o no ser blanqueada y estirada, preparado de leche entera, cuajada con cultivos lácticos, enzimas y/o ácidos orgánicos y artificiales.

Materiales

- CaCl_2
- Fermento para queso Mozzarella
- Batea de acidificación

Procedimientos

1. Se evalúa la calidad de la leche
2. Se realiza pasteurización a 72°C por 15 segundos.
3. La leche debe enfriarse en agua hasta obtener una temperatura de 37°C .
4. Se adiciona CaCl_2 y fermento directo Lyofast ST, y luego se mezcla.
5. Se adiciona el cuajo
6. Se realiza el corte del cuajado en cuadros de aproximadamente 3 cm de lado.

7. Se continúa con la agitación y cocción de la cuajada a 40°C.
8. El preparado se baja a batea de acidificación (reposo en suero).
9. Se mide el pH de 5 y Temperatura de 35°C.
10. Se realiza el filado en agua caliente (temperatura interna de 63°C).
11. Se realiza el moldeado del queso.
12. Se enfría sumergiendo en agua a una temperatura menor de 15°C.
13. Salado (opcional) y envasado

7.3 Quesos madurados. Los quesos maduros son aquellos que en su proceso de elaboración requieren de más tiempo y de un cuidado especial para obtener un producto único, tipo gourmet, que combina la tecnología con el conocimiento y la aplicación de técnicas artesanales propias de la elaboración de este tipo de quesos (NTC 750). Los quesos madurados se elaboran utilizando microorganismos (Bacterias lácticas), las cuales son responsables de la actividad fermentativa y maduración del queso. En este grupo se encuentra el queso gouda que se lo elabora con leche entera pasteurizada con un porcentaje de 3.0 % de materia grasa y el queso Edam que se lo elabora con leche entera pasteurizada con un 2.0 de materia grasa. A continuación, se describe el proceso del queso Gouda.

7.3.1 Queso Gouda. El queso gouda apareció por primera vez en Holanda en el siglo XVI y aunque lleva el nombre de una ciudad en Noord-Holland, el queso se ha producido en los Países Bajos durante siglos. De hecho, es casi seguro que no se originó en Gouda propiamente, pero se le atribuyó este nombre, por ser la ciudad donde los productores de queso y los comerciantes podrían intercambiar bienes durante la Edad Media y el Renacimiento.

El aspecto exterior del queso gouda es de corteza lisa, brillante y uniforme. En el interior posee una pasta con una apariencia compacta, sin agujeros, en cuanto al sabor tiene un distintivo sabor dulce, el color de este queso se puede encontrar amarillo claro o amarillo ocre en función de la duración de la refinación, su textura va de tierna a dura, dependiendo de la edad.

Materiales

- Planta piloto de lácteos
- Cantina de leche
- Filtro de leche
- Olla de 25lt
- Elementos para prueba de plataforma
- Estufa de gas
- Termómetro
- Cultivo para queso gouda
- 20 litros de leche cruda
- Pesa
- Cuajo
- Sal
- Parafina
- Cera de abeja
- Recipiente para salmuera
- Toldillo
- Etiquetas

Procedimiento

1. Evaluación de la calidad de la leche.
2. Se realiza una pasteurización lenta a la leche, a 65°C por 30 minutos,
3. Luego se procede a la adición de fermentos lácticos por 20 minutos y se lleva a una temperatura entre 29-31°C.
4. Se adiciona el cuajo y se mezcla por 5 minutos. Se deja reposar por un tiempo de 25-35 minutos, después se realiza el corte o troceado de la cuajada en pequeños cubos de 0.5-1.5 cm de lado,

- agitándose hasta la separación de los granos del suero (10-15 minutos).
5. Se continúa agitando suavemente la cuajada ya troceada durante unos 20-30 minutos, hasta obtener un tamaño de grano homogéneo, y se deja reposar hasta que los granos se depositen en la cuba.
 6. A continuación, se elimina un 30-35% del suero, y se procede al lavado de la cuajada añadiendo agua caliente (50-60°C) empleando la misma cantidad que el volumen de suero extraído, alcanzándose una temperatura en la cuba de 36-38°C. Es conveniente evitar que el agua caliente caiga directamente sobre la cuajada para no impermeabilizar los granos (plastificación).
 7. Se continúa agitando durante 15-20 minutos hasta conseguir unos granos con la consistencia deseada, y un valor de pH entre 5.8 y 6.1. La operación de lavado reduce la acidez entre 6 y 10° Dornic.
 8. A continuación se elimina el suero sobrante. Después se llenan los moldes introduciendo la masa de la cuajada y se continúa con el prensado por 4 horas. El proceso de prensado se realiza varias veces, dando varios volteos a los quesos. La presión inicial es 1-1.5 kg/cm², aumentando hasta 2.0-2.5 kg/cm²) hasta alcanzar las características deseadas de consistencia y pH. La temperatura más frecuente es de 18-22°C. El pH al finalizar el prensado debe estar entre 5.1 a 5.2 y la acidez del suero, entre 36 a 41° Dornic.
 9. Enseguida se realiza la inmersión en una salmuera de concentración media (19-20% de grado Dornic) a una temperatura entre 14 y 15°C por 12 horas. La concentración de sal en la pasta del queso es de 1.5-1.9% (en peso). El pH de la salmuera debe estar entre 5.3 a 5.4 y el del queso 5.2 a 5.3.
 10. Finalmente se deja madurar el queso a 13°C con una humedad relativa de 85% por 5 semanas.

Figura 40. Queso Gouda.



7.3.2 Queso Edans

Materiales

- Planta piloto de lácteos
- Cantina de leche
- Filtro de leche
- Recipiente de 25 l
- Elementos para prueba de plataforma
- Estufa de gas
- Termómetro
- Cultivo para queso gouda
- 20 litros de leche cruda
- Pesa
- Cuajo
- Sal
- Parafina
- Cera de abeja
- Recipiente para salmuera
- Toldillo
- Etiquetas

Procedimiento

1. Evaluación de la calidad de la leche.
2. Se realiza una pasteurización lenta a la leche, a 65°C por 30 minutos, si se tiene en placas debe ser 71,5 por 15 segundos.
3. Luego se procede a la adición de fermentos lácticos por 20 minutos y se lleva a una temperatura entre 29-31°C.
4. Se adiciona el cuajo y se mezcla por 5 minutos. Se deja reposar por un tiempo de 25-35 minutos, después se realiza el corte o troceado de la cuajada en pequeños cubos de 0.5-1.5 cm de lado, agitándose hasta la separación de los granos del suero (10-15 minutos).
5. Se continúa agitando suavemente la cuajada ya troceada durante unos 20-30 minutos, hasta obtener un tamaño de grano homogéneo, y se deja reposar hasta que los granos se depositen en la cuba.
6. A continuación, se elimina un 30-35% del suero, y se procede al lavado de la cuajada añadiendo agua caliente (50-60°C) empleando la misma cantidad que el volumen de suero extraído, alcanzándose una temperatura en la cuba de 36-38°C. Es conveniente evitar que el agua caliente caiga directamente sobre la cuajada para no impermeabilizar los granos (plastificación).
7. Se continúa agitando durante 15-20 minutos hasta conseguir unos granos con la consistencia deseada, y un valor de pH entre 5.8 y 6.1. La operación de lavado reduce la acidez entre 6 y 10° Dornic.
8. A continuación se elimina el suero sobrante. Después se llenan los moldes introduciendo la masa de la cuajada y se continúa con el prensado por 4 horas. El proceso de prensado se realiza varias veces, dando varios volteos a los quesos. La presión inicial es 1-1.5 kg/cm², aumentando hasta 2.0-2.5 kg/cm²) hasta alcanzar las características deseadas de consistencia y pH. La temperatura

más frecuente es de 18-22°C. El pH al finalizar el prensado debe estar entre 5.1 a 5.2 y la acidez del suero, entre 36 a 41° Dornic.

9. Enseguida se realiza la inmersión en una salmuera de concentración media (19-20% de grado Dornic) a una temperatura entre 14 y 15°C por 12 horas. La concentración de sal en la pasta del queso es de 1.5-1.9% (en peso). El pH de la salmuera debe estar entre 5.3 a 5.4 y el del queso 5.2 a 5.3.
10. Finalmente se deja madurar el queso a 13°C con una humedad relativa de 75% por 5 semanas.

Capítulo 8

Leches Pasteurizadas

Mediante el calor se logra la destrucción de organismos patógenos, especialmente los más termo-sensibles como los coliformes. De igual manera, se inactiva la fosfatasa alcalina con lo que se mantiene estable la microbiología de la leche.

OBJETIVOS

- ✓ **Conocer el proceso de elaboración de los productos de leche consumible.**

8.1 Pasteurización. Es un proceso que combina tiempo y temperatura para asegurar la destrucción de todas las bacterias patógenas que pueden estar presentes en el producto crudo con el objetivo de mejorar su capacidad de conservación.

Tipos de pasteurización. Existen tres procesos bien diferenciados:

- Pasteurization lenta LTLT (Low temperature - long time)
- Pasteurización a altas temperaturas durante un breve periodo (HSTST – High Temperature/Short Time)
- Ultra-altas temperaturas (UHT – Ultra – High Temperature)

- a) **Pasteurización lenta (LTLT).** Se somete la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos, este método es el que conserva mejor el valor nutritivo de la leche, pero su efecto germicida es bajo en leches con alto contenido de microorganismos. El uso de la pasteurización lenta es adecuado para procesar pequeñas cantidades de leche y también lo utilizan para procesar algunos derivados lácteos como el queso cuajada y queso campesino.
- b) **Pasterización a altas temperaturas durante un breve periodo (HSTST).** Tratamiento de la leche a temperaturas entre 72°C a 80°C por 15 segundos. Es un método rápido y seguro que garantiza la destrucción del 100% de microorganismos patógenos y 99% de bacterias banales. La leche se mantiene entre dos placas de metal, también denominadas intercambiador de calor de placas (PHE) o un intercambiador de calor de forma tubular. Este método es el más aplicado por las industrias alimenticias lácteas a una mayor escala, puesto que el método permite realizar la pasteurización de grandes cantidades de alimento en poco tiempo.
- c) **Ultra-altas temperaturas (UHT).** Aplicación de temperaturas entre 135 y 150°C durante 2 a 5 segundos. Se debe envasar asépticamente en recipientes estériles para prolongar su tiempo de duración, aproximadamente ocho meses. El fundamento de la ultra pasteurización es la esterilización del alimento antes de empaquetar, es de flujo continuo y mantiene la leche a una temperatura superior más alta que la empleada en el proceso de HTST.

8.2 Esterilización. Proceso mediante el cual un producto queda libre de microorganismos que pueden desarrollarse bajo condiciones extremas. Existen dos sistemas de esterilización:

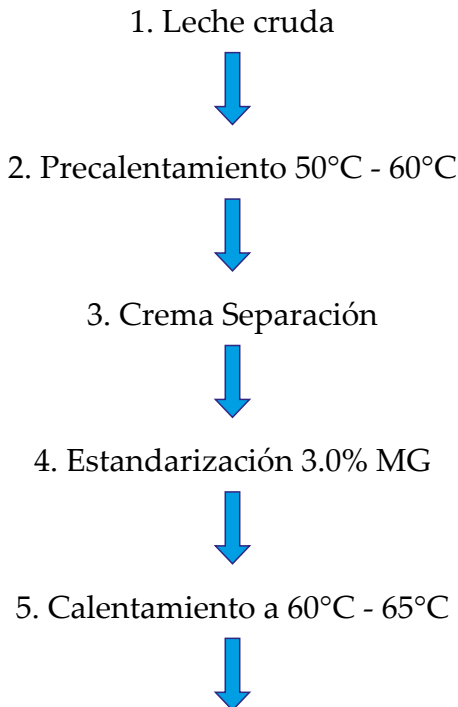
- a) En el envase del producto previamente filtrado y estandarizado (*autoclavación*) a 115°C - 120°C durante 15 - 20 minutos. Este sistema es común para la producción de leche evaporada, crema, leche con chocolate, leche esterilizada, etc.
- b) En sistema continuo y envasado aséptico posterior (UHT tratamiento) a 135°C - 150°C durante 2 - 4 segundos. Es común para la producción de leche y crema con bajo contenido de materia grasa, crema de postre, flan y otros tipos de postres.

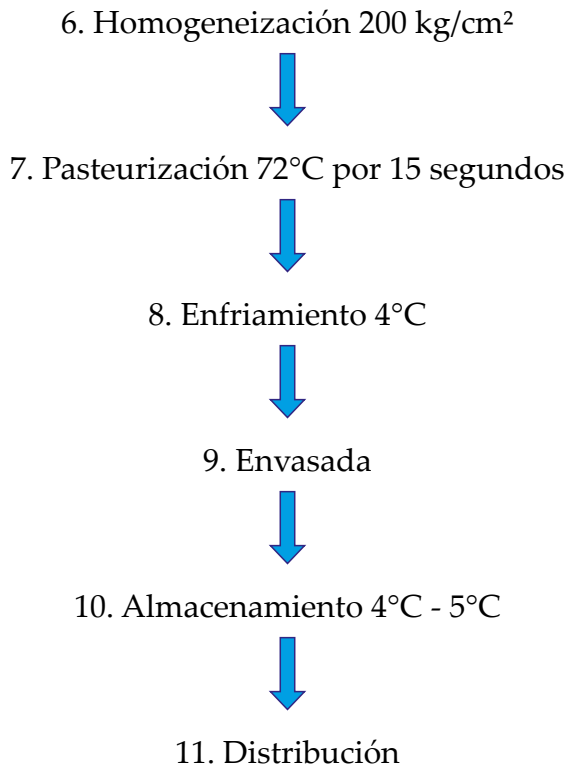
8.3 Homogenización. La finalidad de la homogenización es disminuir el diámetro de los glóbulos de grasa dispersos, lo que retrasará o impedirá la sedimentación de estos. Esta operación se realiza en un equipo llamado homogenizador de válvulas, que consiste en un mecanismo donde los glóbulos grasos se rompen mecánicamente en muchos glóbulos más pequeños.

La leche fresca es una emulsión que contiene alrededor de un 4% de materia grasa dependiendo de varios factores en forma de glóbulos de 2 a 10 μm de diámetro que sedimentan naturalmente al cabo de algunos días. Durante la homogenización, una bomba de alta presión hace pasar la leche o la nata a través de una primera válvula, en la que la contrapresión es de 15.000 20.000 kPa y donde se produce la rotura de los glóbulos grasos y su división en pequeños glóbulos de 1 a 3 μm , de esta manera permite un mejor proceso térmico y de conservación.

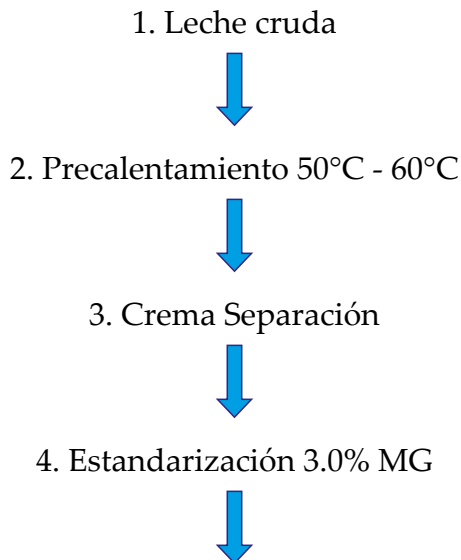
Líneas de flujo:

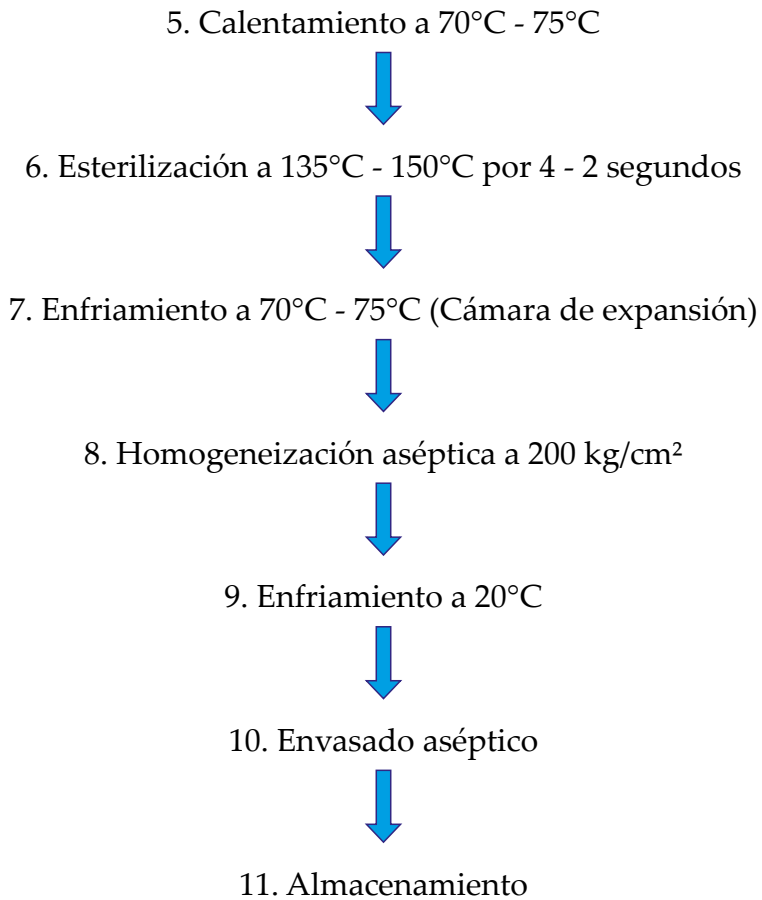
Línea de flujo para la leche pasteurizada





Línea de flujo para la leche ultrapasteurizada (leche larga vida)





Capítulo 9

Helados

Desde hace mucho tiempo se han realizado productos con nieve y hielo. Al parecer los chinos mezclaban este último con leche y jugo de fruta dos milenios antes de Cristo. Por lo que se demuestra que los helados son un producto muy antiguo y apetecido, que en sus orígenes se apreciaba entre la alta sociedad (Castillo y Larriaga, 2010).

Para el caso de los helados, la leche es un componente mayoritario. Esta puede provenir de leche entera, desnatada, concentrada, evaporada, e incluso yogur, suero o proteínas de suero (Castillo y Larriaga, 2010).

La preparación general para los helados es como se describe a continuación:

9.1 Preparación del *mix*

En primer lugar se mezclan los ingredientes líquidos (agua, leche, nata, leche concentrada, jarabes, zumos, etc.) y se empieza a calentar la mezcla; a continuación se añaden los ingredientes sólidos (leche en polvo, yema de huevo deshidratada, cacao, azúcar, estabilizantes, emulsionantes, etc.) y se mezclan. La mantequilla, la nata congelada o las grasas vegetales que se utilicen se añaden en pequeñas porcio-

nes, cuando se alcanza una temperatura de 50-60°C. Antes de pasar a la operación siguiente, todos los ingredientes tienen que estar bien mezclados.

9.2 Pasteurización

El objetivo de la pasteurización en los helados es eliminar los gérmenes patógenos y las enzimas que pueden producir modificaciones de sabor durante el almacenamiento. Se realiza entre unos 78-85°C durante 40 segundos. Es una tabla ligeramente superior al que se utiliza para la leche líquida, debido a que el *mix* tiene más extracto seco, más grasa y mayor viscosidad.

La pasteurización del *mix* se realiza habitualmente en un pasteurizador de placas, pero en las industrias muy pequeñas se puede pasteurizar en una cuba, calentando a 65°C durante 30 minutos.

9.3 Homogeneización

Una de las condiciones para que una emulsión se mantenga estable, es que las gotas de grasa dispersas en la matriz acuosa sean lo más pequeñas posible. La homogeneización consiste en hacer pasar el *mix* por unos orificios pequeños que rompen los grandes glóbulos, fragmentándolos hasta dimensiones de 1-2 μm . Estas gotitas, todavía desnudas seguirían chocando entre sí y formando gotas cada vez mayores. En este punto, el emulsionante de bajo HLB ayuda a reformar la cobertura lipoproteica que impedirá aquellas aglomeraciones y la coalescencia subsiguiente.

La homogeneización del *mix* se puede realizar en dos pasos o sólo en uno. Cuando se realiza en dos pasos el primero suele hacerse a 15.000-20.000 KPa y el segundo a 4000-5000 KPa, de esta manera se previene la formación de agregados. Si se hace solo una pasada, la presión ha de ser menor, de 14.000-17.000 KPa., de lo contrario se puede producir una aglomeración de los glóbulos de grasa. Estos valores de presión son orientativos, puesto que la presión depende del contenido en grasa; por ejemplo, mezclas con alto contenido en grasa se homogenizan a 7.000 KPa. La temperatura suele ser de unos

70°C. Otra consecuencia de la dispersión fina de la grasa es que se potencia mejor el sabor del helado.

9.4 Enfriamiento

Después de la homogeneización, la mezcla debe enfriarse lo más rápidamente posible a una temperatura de entre 0-5°C, para evitar que los microorganismos supervivientes de la pasteurización proliferen. Este enfriamiento se realiza en un intercambiador de placas o, si la mezcla es muy viscosa, en un intercambiador tubular. A partir de este momento deben tomarse todas las precauciones necesarias para asegurar la higiene, tanto de la manipulación como de las instalaciones, ya que la mezcla no volverá a pasar por ningún tratamiento que elimine los gérmenes de contaminación, es decir, debe evitarse la contaminación cruzada por microorganismos patógenos o alteradores.

9.5 Maduración

Una vez enfriado el *mix* a 18°C se mantiene durante unas horas en tanques o depósitos de maduración. Habitualmente el tiempo de maduración suele ser entre 4 y 36 horas. En la Unión Europea se prohíbe que la maduración dure más de 72 horas, pero por razones obvias se necesita por que se acaba de configurar la estructura del helado antes de añadirle el aire. Cuando el contenido en grasa es alto y la presión de homogeneización baja, los tiempos de maduración han de ser más largos.

9.6 Congelación

Después de la maduración, la mezcla se congela y se le inyecta aire en un congelador tubular de superficie rascada que en las industrias de helados se llama *freezer* o mantecadora. La mezcla entra en el *freezer* a una temperatura de entre 0 y 5°C y sale entre -3.5 y -7°C. Finalmente se congela de forma rápida a -25°C para obtener muchos núcleos de cristalización y consecuentemente cristales muy pequeños.

Normas Técnicas Colombianas (NTC)

Norma	Nombre	Características
NTC 4491-2	Toma de muestras	Esta norma sólo describe métodos de preparación que son aplicables a varios microorganismos simultáneamente. Excluye las preparaciones que sólo se aplican a la detección y /o enumeración de un solo microorganismo cuando el método de preparación está descrito en la norma respectiva para ese microorganismo
NTC 4519	Técnica de recuento de microorganismos	Esta norma nacional especifica un método horizontal para el recuento de microorganismos, contando las colonias que crecen en un medio sólido después de la incubación aeróbica a 30°C. Esta norma nacional es aplicable a los productos destinados al consumo humano o animal, aunque sujeta a las limitaciones expuestas en la introducción.
NTC 4458	Coliformes	Esta norma da directrices generales de un método horizontal para el recuento de coliformes, <i>Escherichia coli</i> , o ambos, presentes en productos destinados al consumo humano o alimentación de animales, por medio de la técnica de recuento de colonias en un medio sólido cromogénico o fluorogénico después de su incubación a 35°C ± 1°C

Norma	Nombre	Características
NTC 4779	<i>Staphylococcus aureus</i>	Esta norma especifica los métodos horizontales para el recuento de estafilococos coagulasa-positiva en productos destinado al consumo humano o para la alimentación de animales, mediante el recuento de colonias obtenidas en medio sólido (medio Baird-Parker o medio plasma de conejo fibrinógeno) como medio alternativo después de incubación aeróbica a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
NTC 4834	<i>Clostridium</i>	La presente norma describe un método horizontal para el recuento de <i>Clostridium</i> sulfito reductores e identificación de <i>Clostridium perfringens</i> viables en productos destinados para consumo humano o animal.
NTC 4574	<i>Salmonella</i>	Esta norma describe los métodos horizontales para la detección de <i>Salmonella</i> spp. Sujeta a las limitaciones indicadas al comienzo de esta norma, se aplica a productos para consumo humano y para alimentación animal, las muestras ambientales en el área de la producción y manipulación de alimentos. La temperatura de incubación ($35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) se acordará entre las partes involucradas y se debe especificar en el reporte del ensayo.
NTC 4666	<i>Listeria</i>	Esta parte de la norma describe un método horizontal para la detección de <i>Listeria monocytogenes</i> . Teniendo en cuenta las limitaciones puestas de manifiesto en la introducción, esta parte de la norma es aplicable a productos destinados al consumo humano o a la alimentación animal.
NTC 4899	<i>E. coli</i> O157	Esta norma especifica un método horizontal para la detección de <i>Escherichia coli</i> Serogrupo O157. Esta norma es aplicable a los productos destinados al consumo humano o para productos de alimentación animal.

Norma	Nombre	Características
GTC 78	Preparación y producción de medios de cultivo	Esta guía proporciona la terminología general relacionada con el aseguramiento de la calidad en la preparación de medios de cultivo, y especifica los requisitos mínimos para un análisis microbiológico de productos destinados al consumo humano o de alimento para animales.
GTC 171	Medios de cultivo	La presente guía establece los criterios y métodos para la determinación del desempeño de medios de cultivo. Esta guía se aplica a: - Organismos comerciales que producen o distribuyen, o ambos, medios listos para el uso o semiterminados reconstituidos o deshidratados, a los laboratorios microbiológicos. - Organismos no comerciales que suministran los medios a terceras partes. - Laboratorios microbiológicos que preparan medios de cultivo para su propio uso y evalúan estos medios.
GTC 219	Trazabilidad	Esta norma especifica dos métodos de referencia para determinar el contenido de nitrógeno de la carne y los productos cárnicos y un método de rutina para determinar el contenido de nitrógeno de la carne y los productos cárnicos
NTC 506	Leche pasteurizada	Esta norma establece los requisitos y los métodos de ensayo que debe cumplir la leche pasteurizada.
NTC 733	Leche evaporada	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche evaporada que se destina a consumo directo.
NTC 805	Leches fermentadas	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo. Esta norma se aplica a las leches fermentadas: yogur, kefir, kumis, leche cultivada o acidificada, bebida láctea a base de leche fermentada.

Norma	Nombre	Características
NTC 930	Crema de leche	Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la crema de leche, la crema de leche para batir o montar, la crema de leche batida o montada, la crema de leche en polvo, que se destinan para el consumo directo y que han sido sometidas a pasteurización, esterilización o ultra alta temperatura UHT (UAT).
NTC 1419	Leche líquida saborizada	Esta norma establece los requisitos y ensayos que debe cumplir la leche líquida saborizada obtenida por cualquiera de los medios de higienización que se excluye en la presente norma.
NTC 1468	Envases	Forma y tipos de envases de papel o cartón para leche.
NTC 2990	Cuajos	Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y los ensayos que deben cumplir los cuajos o enzimas lactocoagulantes.
NTC 3856	Leche UHT	Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches UAT (UHT) ultra alta temperatura larga vida y leche ultrapasteurizada.
NTC 4225	Queso fundido	Esta norma establece las definiciones, clasificación y los requisitos que debe cumplir el queso fundido para consumo directo o para elaboración posterior. La presente norma contempla el queso fundido, categoría que comprende: queso fundido, queso fundido de una variedad denominada, queso fundido para untar o extender, queso fundido para untar o extender de una variedad denominada, preparados y emulsiones a base de queso fundido.
NTC 4518	Muestreo leche	Esta norma especifica los planes de muestreo para la inspección por atributos de la leche y los productos lácteos. Está prevista para escoger el tamaño de la muestra en cualquier situación donde se requiera medir la conformidad de un lote de un producto lácteo con una especificación, mediante el examen de una muestra representativa.

Norma	Nombre	Características
NTC 4573	Requesón	Esta norma establece las definiciones, clasificación y los requisitos que debe cumplir el requesón destinado para consumo directo o para elaboración posterior.
NTC 666	Leche y productos lácteos	Esta norma proporciona una guía sobre los métodos de muestreo de leche y productos lácteos para análisis microbiológico, químico, físico y sensorial, excepto para muestreo de leche de animales individuales en la finca y dentro de esquemas de pago por calidad. No es aplicable a la selección de un número de unidades de un envío, ni a las operaciones posteriores en el laboratorio.
NTC 399	Leche cruda	Establece la los requisitos que debe cumplir la leche cruda como materia prima para su industrialización.
NTC 4978	Acidez en leche	Esta norma específica el método de referencia para determinar la acidez titulable de: leche líquida, leche evaporada, leche condensada azucarada, leche en polvo, leche fermentada, leche fermentada en polvo, leche saborizada, suero en polvo, suero líquido y crema de leche.
NTS_USNA 007	Norma sanitaria de manipulación de alimentos	Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios que se deben cumplir en los establecimientos de la industria gastronómica, para garantizar la inocuidad de los alimentos, durante la recepción de materia prima, preparación, almacenamiento, comercialización y servicio, con el fin de proteger la salud del consumidor.

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM):



Son los principios básicos y prácticas generales en la manipulación de alimentos como: preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de los alimentos para consumo humano. Con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción como la contaminación, deterioro o adulteración de los alimentos. Para cumplir esta meta es de suma importancia que todo el personal involucrado en la fabricación sepa lo que tiene que hacer y cuándo hacerlo de acuerdo con estas normas.

Se establecen las normas básicas que constituyen la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, destinadas a garantizar la sanidad de los alimentos y la salud de los consumidores.



HIGIENE DE ALIMENTOS

Conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos en cualquier etapa de su manejo.

Alimento para consumo humano

Aquel que se encuentra libre de microorganismos, toxinas, compuestos químicos tóxicos o materias extrañas.



Alimento para consumo humano

Aquel que se encuentra libre de microorganismos, toxinas, compuestos químicos tóxicos o materias extrañas.



Alimento contaminado

Aquel que contiene agentes o sustancias extrañas de cualquier naturaleza, en cantidades superiores a las permitidas.



Alimento perecedero

Que por su composición y características biológicas puede alterarse en un tiempo determinado y por lo tanto exige condiciones particulares de almacenamiento y manipulación.



Materia Prima

Sustancias naturales o artificiales empleadas por la industria alimentaria, para su utilización directa en alimentos para consumo humano.



Insumos

Comprende los ingredientes, envases y empaques de alimentos



Sanidad

Alimento sano es aquel que está libre de deterioro. El deterioro es causado por diferentes formas de contaminación:

Contaminación Física: Aparición de elementos extraños, adquiridos por el alimento durante el proceso de elaboración, almacenamiento o transporte.

Contaminación Química: Por el contenido de sustancias tóxicas de naturaleza química que se encuentran de forma natural en los alimentos.

Contaminación Biológica: Causado por microorganismos que se encuentran en la superficie o en el interior del producto.

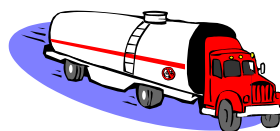
FÁBRICA DE ALIMENTOS



Es el establecimiento en el cual se realiza una o varias operaciones tecnológicas e higiénicas, destinadas a elaborar alimentos para el consumo humano.

Diseño Sanitario:

Es el conjunto de características que deben reunir las edificaciones, equipos e instalaciones de los establecimientos dedicados a la fabricación, procesamiento, almacenamiento y transporte, con el fin de evitar riesgos en la calidad y sanidad del alimento.



LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Limpieza

Es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.



Desinfección

Proceso posterior a la limpieza, su objetivo es reducir la presencia de microorganismos presentes en el ambiente por medio de agentes químicos y/o físicos.

PLAGAS

Animales que viven en o sobre el alimento causando merma, alteración, contaminación, como:

- Roedores, ratas y ratones
- Insectos voladores, moscas
- Insectos rastreros: cucarachas, hormigas



INFESTACIÓN

Es la presencia y multiplicación de plagas que pueden contaminar los alimentos y materias primas.

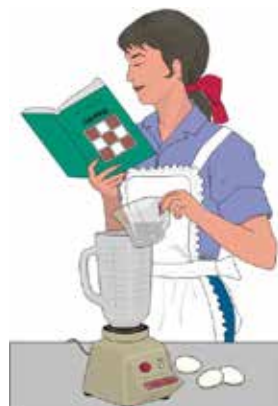
HIGIENE PERSONAL

ROPA DE TRABAJO

Delantal

Debe ser preferiblemente de color blanco y estar limpio al comienzo del día y mantenerse en estas condiciones. Los delantales debe lavarlos diariamente cada persona en su casa. No se debe traer puesta la ropa de trabajo, desde la calle. Los delantales no deben presentar desgarres, partes descosidas o presencia de huecos, tampoco bolsillos por encima de la cintura, con el fin de evitar que caigan artículos accidentalmente en el producto.

Además se recomienda el uso de delantales plásticos encima de los uniformes para aumentar la protección contra la contaminación del producto. Estos delantales deben atarse al cuerpo de forma segura para prevenir accidentes de trabajo.



Gorra

El personal manipulador de alimentos debe cubrir su cabeza con una redcilla o gorra. El cabello deberá usarse de preferencia corto. Las personas con cabello largo deben asegurarse de sujetarlo de tal forma que no se salga de la redcilla o gorra.



Tapabocas

Todo personal que entre en contacto con productos, material de empaque o superficies de contacto con el alimento debe cubrirse la boca y la nariz con un tapabocas o mascarilla, para no contaminar.

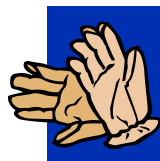
Calzado

Sólo se permiten zapatos cerrados y de suela antideslizante, de preferencia botas. Los mismos deben mantenerse limpios y en buenas condiciones.



Guantes

Si para manipular los productos se necesita de guantes, estos deben estar en buenas condiciones, limpios y desinfectados, los mismos pueden ser de látex. El uso de guantes no exime al trabajador de lavarse las manos.



LIMPIEZA PERSONAL

El personal debe adoptar los siguientes hábitos:

- Ducharse diariamente, antes de ir al trabajo.
- Usar desodorante y talco.
- Lavarse frecuentemente el cabello y peinarlo.
- Lavarse los dientes.
- Cambiar diariamente la ropa interior.
- Rasurarse diariamente.
- Mantener las uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- La barba larga, queda estrictamente prohibida para el manipulador. Se permite el uso de bigote siempre y cuando no sea más ancho del borde de la boca y no se extienda más allá de los lados de la boca.
- Se permite el uso de patillas siempre que estén recortadas y no se extiendan más allá de la parte inferior de la oreja.



MANOS

El personal debe lavarse obligatoriamente las manos:

- Antes de comenzar el trabajo y cada vez que lo interrumpa por algún motivo.
- Cada que entre el área de trabajo.
- Después de tocar los alimentos crudos.
- Antes de manipular alimentos cocinados.
- Antes de manipular los productos
- Antes y después de comer (almorzar)
- Después de ir al servicio sanitario
- Después de toser, estornudar o tocarse la nariz
- Después de fumar
- Después de manipular basura
- Después de manipular dinero

NORMA PARA LAVADO DE MANOS

- Humedezca sus manos con agua.
- Cúbralas con jabón desinfectante.
- Frote sus manos entre si, efectuando movimientos circulares por 15 a 20 segundos.
- Frote bien sus dedos y limpie bien sus uñas, debajo y alrededor de éstas con la ayuda de un cepillo.
- Lave la parte de los brazos que está descubierto y en contacto con los alimentos, frotando repetidamente.
- Enjuague sus manos y brazos con suficiente agua.
- Escurra el agua residual.
- Cierre la llave del lavamanos con ayuda de una toalla desechable y elimínela.
- Seque las manos y brazos con toallas desechables.



CONDUCTA PERSONAL



- Rascarse la cabeza u otras partes del cuerpo.
- Tocarse la frente.
- Introducir los dedos en la boca, nariz y orejas.
- Tocarse el cabello o los bigotes.
- Exprimir espinillas
- Escupir

Si se incurre en algunos de estos actos la persona debe lavarse inmediatamente las manos.

- Antes de toser o estornudar deberá alejarse de inmediato del producto que está manipulando, cubrirse la boca y después lavarse las manos con jabón desinfectante, para prevenir la contaminación bacteriana.
- Es prohibido meter los dedos o las manos en los productos si estas no se encuentran limpias o cubiertas con guantes.

- Para evitar la caída de los artículos en el producto, no se permite llevar en los uniformes: lapiceros, lápices, anteojos, monedas, etc., particularmente de la cintura para arriba.
- Dentro del área de elaboración está prohibido fumar, ingerir alimentos, bebidas y escupir.
- No se permite el ingreso de alimentos o bebidas en el área de elaboración.
- Los almuerzos deben guardarse en los lugares destinados para tal fin y además deben estar contenidos en cajitas o recipientes.
- No se permite guardar la merienda en los armarios de los empleados.
- No se permite utilizar anillos, aretes, joyas u otros accesorios mientras el personal realice sus labores. En caso de usar lentes, deben asegurarse a la cabeza mediante bandas.
- Se prohíbe el uso de maquillaje.



- Las áreas de trabajo deben mantenerse siempre limpias. No se debe colocar ropa sucia, trapos, envases o utensilios en las superficies de trabajo donde puedan contaminar los productos alimenticios.
- No se debe probar los alimentos con los dedos.
- No se debe dejar los alimentos descubiertos.
- Evitar el uso de toallas, ropa o trapos de cocina para secarse las manos.

SUPERVISIÓN



El encargado de la planta de elaboración, deberá velar por el cumplimiento de las medidas estipuladas. Sus áreas de responsabilidad son las siguientes:

- Vigilar el cumplimiento del control de enfermedades en los empleados.
- Supervisar los hábitos de higiene de los trabajadores.
- Revisar el estado general de limpieza en la planta.
- Revisar estado y limpieza de los uniformes
- Inducir a cada nuevo empleado en las buenas prácticas higiénicas y sanitarias.

Todas estas prácticas higiénicas pueden recordarse al personal mediante la colocación de rótulos en ciertos lugares de la empresa.

Los beneficios son:

- Buena reputación de la empresa.
- Mejores rendimientos e ingresos.
- Ambiente de trabajo seguro y agradable.
- Salud y satisfacción
- Satisfacción personal y laboral.



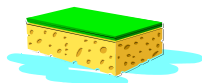
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

LIMPIEZA: Proceso por el cual se separa la suciedad adherida (tierra, residuos de alimentos, grasa u otras materias visibles) con la ayuda de un jabón o detergente (agente de limpieza) y que debe aplicarse a equipos, utensilios, pisos y paredes.



LIMPIEZA HÚMEDA: Es aquella en la cual se emplea una solución limpiadora que por lo general está compuesta por agua y un detergente.

AGENTE DE LIMPIEZA: Son aquellos que se emplean para retirar la suciedad. Los más conocidos son los detergentes, los jabones y el agua, esta última se utiliza para preparar las soluciones de limpieza.



DETERGENTE: Sustancia que facilita la separación de materias extrañas presentes en las superficies. El agua arrastra esa suciedad por mezcla del detergente en ella.

ENJUAGUE: Eliminación de residuos de detergentes o desinfectantes usados en la operación de limpieza y desinfección por medio de agua limpia.



DESINFECCIÓN: Destrucción de los microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos (agentes desinfectantes).



AGENTES DESINFECTANTES: Son sustancias que destruyen los microorganismos por contacto.

INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS: Garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman



SOLUCIÓN: Mezcla de un sólido o de un producto concentrado con agua para obtener una mezcla uniforme

ppm: Indica la cantidad de miligramos de desinfectante en un litro de solución.



PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

El objeto de la limpieza es eliminar los residuos e impurezas, es decir la suciedad visible presente en las superficies que sirven de refugio y alimento a gérmenes, insectos y roedores. Para la limpieza se debe tener en cuenta:

Requisitos de las sustancias a emplear



Tipos de sustancias a emplear

Etapas para la limpieza

Recomendaciones en el uso de detergente

DESINFECCIÓN

El objetivo de esta práctica es la eliminación de microorganismos presentes en el medio ambiente, para lo cual se debe tener en cuenta la desinfección de pisos, paredes y el saneamiento de las superficies, equipos y utensilios empleados en la preparación de los alimentos

TIPOS DE SUSTANCIAS A EMPLEAR:

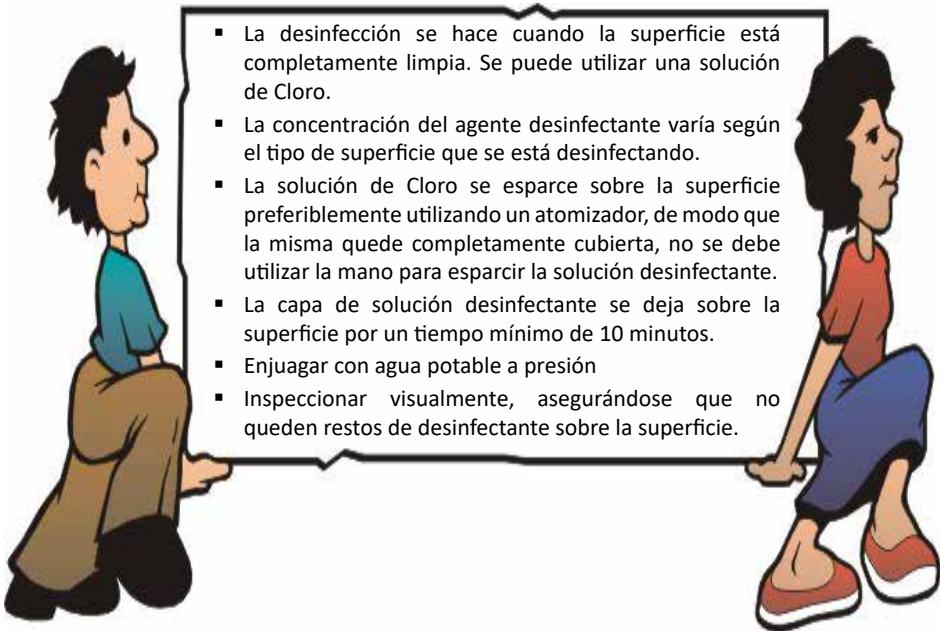
Yodóforos

Amonio
Cuaternario

Vapor y/o agua
caliente

Clorados

ETAPAS DE DESINFECCIÓN



CONTROL DE PLAGAS

PLAGA



Aquella especie animal que por sus hábitos y morfología constituye un peligro para el hombre y su ambiente, como también para productos, materias primas, insumos, etc. Estas se caracterizan por habitar los mismos espacios que el hombre, poseen una tasa reproductiva muy alta y transmitir enfermedades directa o indirectamente.

TIPOS DE PLAGAS



- Roedores, ratas y ratones.
- Insectos rastreros: Cucarachas, hormigas, polillas, pulgas.
- Insectos voladores: moscas, zancudos.



CONTROL DE ROEDORES

La multiplicación de ratas y ratones depende de la comida y los refugios, por ello la única y duradera solución es la eliminación de las fuentes de comida y los refugios.

Cebos



Gomas



Ratonera

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

CLASIFICACIÓN

- **RESIDUOS ORGÁNICOS:** Se descomponen rápidamente al contacto con el medio natural, reciben el nombre de residuos biodegradables.
- **RESIDUOS INORGÁNICOS:** Se descomponen difícilmente. En este grupo encontramos materiales como el plástico, vidrio, metal, aluminio, los cuales pueden volverse a utilizar, éstos reciben el nombre de no biodegradables.
- **RESIDUOS RECICLABLES:** Se pueden utilizar permitiendo un aprovechamiento económico, en este grupo encontramos materiales como cartón, papel, plástico.
- **RESIDUOS NO RECICLABLES:** Sin valor comercial cuyo manejo requiere un cuidadoso tratamiento y disposición final con el objeto de no afectar la salud humana, en este grupo se encuentran materiales como: papel higiénico, esponjas, tarros vacíos de insecticidas.



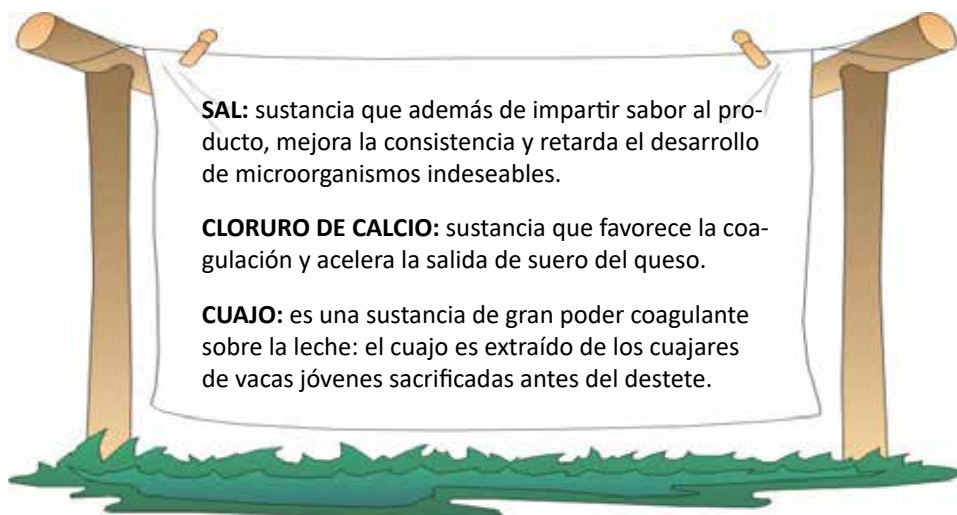
NORMAS DE FABRICACIÓN

MATERIAS PRIMAS

LECHE: Es la secreción limpia y fresca obtenida del ordeño de vacas sanas, adecuadamente criadas y alimentadas. Se caracteriza por ser un líquido opaco, de viscosidad ligeramente mayor a la del agua, con sabor azucarado y de color característico poco acentuado.

También se destaca la leche por tener una mezcla de sustancias alimenticias entre las cuales se encuentran: agua, grasas, azúcares, proteínas, minerales, vitaminas, entre otros.





SAL: sustancia que además de impartir sabor al producto, mejora la consistencia y retarda el desarrollo de microorganismos indeseables.

CLORURO DE CALCIO: sustancia que favorece la coagulación y acelera la salida de suero del queso.

CUAJO: es una sustancia de gran poder coagulante sobre la leche: el cuajo es extraído de los cuajares de vacas jóvenes sacrificadas antes del destete.

PRUEBAS DE PLATAFORMA PARA LA LECHE



Estas pruebas que deben realizarse una vez se levanten las tapas de las cantinas, tiene como fin detectar las impurezas, los excesos de acidez y en general las condiciones de la leche para su procesamiento. Incluye las siguientes pruebas:

- **EXAMEN ORGANOLÉPTICO:** Este método consiste en utilizar los sentidos humanos para detectar en la leche la presencia o no de coágulos, grumos, manchas, residuos de sangre u otras sustancias extrañas.

En cuanto al color, este debe ser amarillo-crema y su olor no tendrá que ser rancio.

- **PRUEBA DE ALCOHOL:** Esta prueba consiste en determinar en la leche una composición anormal, es decir un exceso en su acidez.



Para llevar a cabo esta prueba se utiliza alcohol etílico al 68%, del cual, 2 ml se mezclan en un tubo de ensayo con 2 ml de leche, volteando el tubo dos o tres veces y se examina la mezcla. La prueba es positiva si se observan partículas coaguladas en la pared del tubo de ensayo y por lo tanto no podrá ser pasteurizada.

- **DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD:** La densidad promedio oscila entre 1.028 y 1.032 g/ml a 20°C.

El método más utilizado es el del lactodensímetro por ser práctico y rápido, con resultados bastante exactos. El lactodensímetro es un aparato adaptado especialmente para medir la densidad de la leche con un vástago calibrado generalmente en unidades de 25 a 35, lo que corresponde a densidades de 1.025 a 1.035.

El procedimiento a realizar es el siguiente:

En una probeta adecuada que permita el libre movimiento del lactodensímetro, se adiciona leche a 20°C, temperatura que se mide con el termómetro, asegurándose de que no forme espuma.

Posteriormente se coloca el densímetro en el centro y se provoca un ligero movimiento de rotación, evitando que el aparato toque las paredes de la probeta. Finalmente se toma la medida observando la graduación del vástago.

Si la leche presenta una densidad mayor o menor a la establecida, se puede deber posiblemente a la adición de sustancias extrañas o al retiro de alguno de sus componentes.



EMPAQUES

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Deben estar fabricados con materiales apropiados para estar en contacto con los alimentos
- Ser inactivo con respecto a los componentes del queso, es decir, no debe permitir transmisión de olores de sus propios componentes al producto y no debe ser corrosivo por los componentes del queso como agua y sal.
- El material de empaque debe ser adecuado y conferir una protección adecuada contra la contaminación.
- Ser impermeable a la humedad.
- Proporcionar protección contra olores desagradables del exterior.
- No deben haber sido utilizados previamente para algún fin diferente que pudiese ocasionar contaminación al alimento.
- Deben ser inspeccionados antes del uso para asegurarse que están en buen estado y limpios.

OPERACIONES DE FABRICACIÓN

PASTEURIZACIÓN-ULTRAPASTEURIZACIÓN

Es un tratamiento térmico relativamente suave, porque se trabaja a altas temperaturas en cortos tiempos, el cual busca principalmente la destrucción casi completa de los microorganismos que hay contenidos en la leche.

La reducción del contenido microbiano que siempre va unida a la pasteurización, constituye la base para los posteriores procesos de transformación de la leche, para elaborar los diferentes productos y además garantizar la suficiente conservación de la mayor parte de la leches de consumo.

En la pasteurización se tiende siempre a someter la leche a una combinación de temperatura-tiempo que trate de modificar lo menos posible los componentes de la leche.

El tratamiento térmico de la leche tiene también el efecto de mejorar su aroma y sabor y por lo tanto del producto final, además de mejorar la digestibilidad del producto.



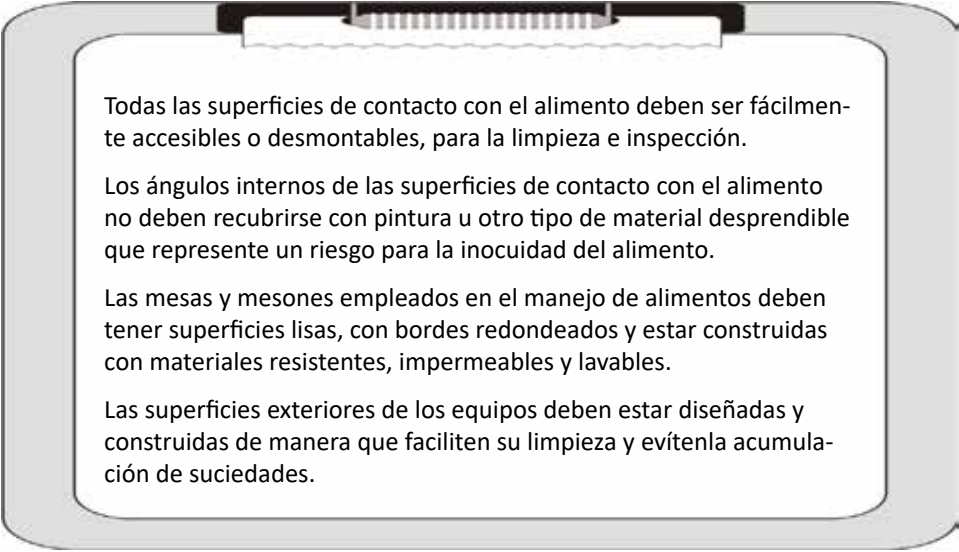
EQUIPOS Y UTENSILIOS



Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y la corrosión, como por ejemplo en acero inoxidable.

Todas las superficies en contacto con el alimento deben ser inertes bajo condiciones de uso, de manera que no exista interacción con el alimento. De tal forma, no se permite el uso de materiales contaminantes como: Plomo, Cadmio, Zinc, Antimonio, Hierro u otros que resulten de riesgo para la salud.

Las superficies de contacto con el alimento deben tener un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de grietas u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la calidad sanitaria del alimento.



Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables, para la limpieza e inspección.

Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento no deben recubrirse con pintura u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos deben tener superficies lisas, con bordes redondeados y estar construidas con materiales resistentes, impermeables y lavables.

Las superficies exteriores de los equipos deben estar diseñadas y construidas de manera que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de suciedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhikari, A.; Yemmireddy, V.; Costello, M.; Gray, P.; Alvaldalen, R.; Rasco, B. y Killinger, K. (2018). Effect of storage time and temperature on the viability of *E. coli* O157: H7, *Salmonella* spp., *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, and *Clostridium sporogenes* vegetative cells and spores in vacuum-packed canned pasteurized milk cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 286, 148-154.

Almeida, K.; Bonassi, I. y Roça, R. (2001). Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. *Food Science and Technology*, 21(2), 187-192.

Andrade, R.; Espinoza, M.; Rojas, J.; Tirado, P.; Salas, R. y Falcón, V. (2017). Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *Redvet. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(11), 1-16.

Amiot, J.; Bergeron, J.; Blais, A.; Bonin, G.; Boudreau, A.; Boulet, M. y Cloutier, R. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche: Principios y aplicaciones*. Madrid, España: Acribia, p. 350.

Barbano, D.; Ma, Y. y Santos, M. (2006). Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *Journal of Dairy Science*, 89, e15-e19.

Bedoya-Mejía, O.; Posada, S. y Rosero Noguera, R. (2012). *Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes*. Bogotá, Colombia: Editorial Corporación Universitaria Lasallista, p. 130.

Bordin, G.; Cordeiro, R.; De la Calle B.; Rodriguez, A. (2001). Identification and quantification of major bovine milk proteins by liquid chromatography. *Journal of chromatography*, 928, 63-76.

Calderón, A., García, F., Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1): 725-737.

Castillo-Aguirre, R. (2016). *Efecto de la inulina y harina de quinua en las características fisicoquímicas, sensoriales y de crecimiento de las bacterias ácido lácticas en kumis*. Tesis de pregrado. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, p. 100.

Castillo, R. y Lagarriga, R. (2010). *Productos lácteos*. Tecnología. Politex. Bogotá, Colombia: Ediciones UPC, p. 230.

Consejo Nacional Lácteo (2010). Acuerdo de Competitividad de la cadena láctea. Bogotá. Recuperado de <http://www.cnl.org.co/wp-content/files/AcuerdodeCompetitividadCadenaLactea2010.pdf>

Donnelly, W.; Horne, D. (1986). Relationship between ethanol stability of bovine milk and natural variations in milk composition. *Journal of Dairy Research*, 53, 23–33

Delgado, P.; Rivera, M.; Duque, J. y Guevara, F. (2014). Factores inherentes a la calidad de la leche en la agroindustria alimentaria. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-Recia*, 6(1), 223-242.e

Duque-Quintero, M.; Duque-Quintero, S. y Duque, D. (2018). La cadena láctea popular: una mirada desde las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en Antioquia, Colombia (2008-2015). *Revista Electrónica de Veterinaria*, 19(8), 7-8.

Espitia-Baena, J.; Duran-Sandoval, H.; Fandiño-Franky, J.; Díaz-Castillo, F. y Gómez-Estrada, H. (2011). Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* l. (totumo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(4), 337-346.

Franco-Anaya, P.; Orozco-Ugarriza, M.; Ramírez-Medina, L. y López-Gutiérrez, L. (2013). Determinación de *Escherichia coli* e identificación del serotipo O157: H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *Revista Lasallista de Investigación*, 10 (1), 91-100.

FAO. (2019). Composición de la leche. Portal lácteo. Online [citado el 6 julio de 2019]. Recuperado de <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

Fox, P.; Guinee, T.; Cogan, T. y Mcsweeney, P. (2017). *Fundamentals of cheese science*. New York: Editorial Springer, p. 189.

González, I. y Medina, A. (2005). Determinación de cloruros en leche pasteurizada consumida en el estado de Mérida, Venezuela y su incidencia en el punto crioscópico, *INHRR*, 36(2), 2-17.

Guevara-Freire, D.; Montero-Recalde, M.; Rodríguez, A.; Valle, L. y Avilés-Esquivel, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247-255.

Higuera-Marin, J.; Aguirre-Castillo, R.; Arenas-Gil, F.; y Correa-Londoño, G. (2019). Análisis fisicoquímico y sensorial de queso fresco con reemplazo de grasa por lípidos de aguacate (persea americana mill v. hass). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), E1199-E1207.

Muñoz-Domínguez, L.; Quitiaquez-Montenegro, D.; Fajardo-Jiménez, G.; Tobón, J. y Abuabara, Y. (2018). Elementos de gestión empresarial en la ganadería bovina del trópico de altura en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 45-52.

Jiang, Y., Li, N., Wang, Q., Liu, Z., Lee, Y., Liu, X., y Chen, W. (2020). Microbial diversity and volatile profile of traditional fermented yak milk. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 87-97.

Martínez, M., y Gómez, C. (2013). Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 93-100.

Mejía-López, A.; Rodas, S. y Baño, D. (2017). La desnaturalización de las proteínas de la leche y su influencia en el rendimiento del queso fresco. *Enfoque UTE*, 8(2), 121-130.

Meyer, A.; Medina, A.; Dahl, G. (2019). Evaluación de la información nutrimental del etiquetado del yogurt natural y griego. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 7(14), 28-31.

Milera, M.; Lamela, L.; Hernández, D.; Hernández, M.; Sánchez, S.; Pentón, G. y Soca, M. (2001). *Sistemas intensivos con bajos insumos para la producción de leche bovina*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=921&path%5B%5D=1454>

Mohamed, A.; Fourreh, A.; Okieh, A.; Said, C. y Mérito, A. (2017). Evaluation of microbiological quality of raw milk from farmers and dairy producers in six districts of djibouti. *Journal of Food Microbiology Safani*, 2, 124-134.

Mojica-Rodríguez, J.; Castro-Rincón, E.; Carulla-Fornaguera, J. y Lascano-Aguilar, C. (2019). Perfil lipídico en leche de vacas en pastoreo de gramíneas en el trópico seco colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 497-515.

Lucey, J. (2015). Raw milk consumption: Risks and benefits. *Nutrition Today*, 50(4), 189-194.

Ocampo, R.; Gómez, C.; Restrepo, D. y Cardona, H. (2016). Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8(2), 177-186.

Olivero, R.; Aguas, Y. y Cury, K. (2011). Comercialización de leche cruda en Sincelejo, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 3(1), 157-163.

Otles, S. y Cagindi, O. (2003). Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2), 54-59.

Orbingería (9 septiembre 2015). El funcionamiento del intercambiador de calor. [archivo de video]. recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=vc2oerspefo>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *E. coli*. [internet]. disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

Ortiz-Álvarez, J.; Cortés-Jiménez, A. y Ramírez-Navas, J. (2017). Standardization of a formulation of panelitas de leche: Preliminary study. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 64-73.

Patiño, E., (2011). Producción y calidad de la leche bubalina. *Tecnología en Marcha*, 24(5), 25-35.

Prieto-Manrique, E.; Vargas-Sánchez, J.; Angulo-Arizala, J. y Mahecha-Ledesma, L. (2017). Grasa y ácidos grasos en leche de vacas pastoreando, en cuatro sistemas de producción. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 19-42.

Quevedo, V. (2019). Control de calidad de leche cruda en las provincias de Azuay y Cañar. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 3(3), 1-6.

Ramírez-López, C., y Vélez-Ruiz, J. (2012). Quesos frescos: Propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 6(2), 131-148.

Callejo-Ramos, A., (2008). Refrigeración de la leche en la granja. *Frisona Española*, 28(165), 84-90.

Remón-Díaz, D.; González-Reyes, D. y Martínez-Vasallo, A. (2019). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico. *Revista de Salud Animal*, 41(1), 213-223.

Rivera, V. (2008). Bases de la alimentación humana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 13(2), 90-91.

Rodríguez, J.; Santoyo, M.; Miranda, L. y Méndez, A. (2018). Parámetros químicos de cremas de leche regulares, light y vegetales. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(2), 381-386.

Salcedo-Jaramillo, J. (2012). Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. *Carta Fedegan (Colombia)*, 57, 54-61

Sánchez, T., Lamela, L., López, O., y Benítez, M. (2015). Influencia del probiótico sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38(3), 183-188.

Santillaán-Urquiza, E.; Méndez-Rojas, M. y Vélez-Ruiz, J. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 5-14.

Sanz, J. (2007). *Procesos básicos de pastelería y repostería: postres en restauración*. Ciudad de México, México: Editorial Paraninfo, p. 120.

Simova, E.; Beshkova, D.; Angelov, A.; Hristozova, T.; Frengova, G. y Spasov, Z. (2002). Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28(1), 1-6.

Tamime, A.; Robinson, R. y Díaz, M. (1991). *Yogur: Ciencia y tecnología*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, p. 340.

Vargas-Díaz, S.; Sepúlveda, J.; Ciro, H.; Mosquera, A. y Bejarano, E. (2019). Physico-chemical, sensory and stability properties of a milk caramel spread sweetened with a glucose-galactose syrup from sweet whey. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8995-9005.

Velásquez, J.; Higuera, T.; Arango, P.; Bautista, R.; Castro, G. y Burbano, P. (2019). Perfil de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Staphylococcus* spp. obtenidos de leche bovina en Colombia. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(2), 121-130.

Verhelst, A. (2017). Evaluación del efecto de la adición de oligofructosa sobre las características fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y el aporte calórico de leche condensada de búfala. *Vitae*, 24(2), 46-54.

Wanjala, G., Mathooko, F., Kutima, P., y Mathara, J. (2017). Microbiological quality and safety of raw and pasteurized milk marketed in and around nairobi region. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17(1), 11518-11532.



Editorial
Universidad de **Nariño**

Este libro se diseñó en el mes de abril de 2021,
en Gráficolor Pasto sas
Calle 18 No. 29-67
Tels. 7310652 - 7311833
graficolorpasto@hotmail.com

El presente texto, es fruto de las actividades realizadas por los Autores como Docentes de la Universidad de Nariño con el fin de incentivar el conocimiento sobre la Ciencia de la Leche.

Para ello, este texto se apoya en los últimos avances del sector, necesario para actualizar los conceptos y determinar las nuevas formas de producción, al igual que los nuevos productos.

Henry Jurado Gámez

Es Doctor (Ph.D) en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle; Magíster (M.Sc) en Microbiología Agropecuaria de la Universidad Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal de Sao Paulo, Brasil; Especialista en Microbiología de la Universidad Católica de Manizales y Zootecnista de la Universidad de Nariño.



Actualmente es Profesor Tiempo Completo con Categoría de Profesor Titular del Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño y Director del Grupo de Investigación Probiotec - Forapis. Además, es Investigador en la línea de Investigación Procesos Biotecnológicos aplicados a la Producción Animal y autor de varios libros y artículos científicos en revistas reconocidas.

Efrén Insuasty Santacruz

Es Magister (M.Sc) en Ciencias Agrarias de la Universidad de Nariño; Especialista en Educación con énfasis en Pedagogía de la Universidad Mariana de Pasto y Zootecnista de la Universidad de Nariño.



Actualmente Profesor Catedrático con Categoría Asociado del Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño, Investigador de las Líneas de Investigación en Forrajes y Apicultura perteneciente al Grupo de Investigación Probiotec-Forapis y autor de varios artículos científicos en revistas reconocidas. Además, cuenta con amplia experiencia laboral en la Dirección y Producción en Empresas Lácteas reconocidas a nivel Local y Nacional.



Universidad de **Nariño**

