

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Evaluación y mejoramiento de la calidad microbiológica de crema fresca a base de leche no pasteurizada, elaborada artesanalmente y comercializada en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Luis Francisco Jerez Galicia

Químico Biólogo

Guatemala, Mayo del 2,006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Evaluación y mejoramiento de la calidad microbiológica de crema fresca a base de leche no pasteurizada, elaborada artesanalmente y comercializada en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

INFORME FINAL

Presentado por

Luis Francisco Jerez Galicia

Para optar al título de  
Químico Biólogo

Guatemala, Mayo del 2,006

## ÍNDICE

	Página
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
III. ANTECEDENTES	5
A. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's)	
1. Origen de los microorganismos presentes en los alimentos	
2. Transmisión	
B. Etiología de las ETA's	6
1. Morbilidad	
2. Epidemiología	7
C. Manifestaciones clínicas	9
D. Causas de descomposición de los alimentos	
1. Factores físicos	10
2. Factores químicos	15
3. Factores biológicos	17
E. Seguridad e inocuidad alimentaria	21
1. Garantía de calidad	22
2. Control de calidad	23
3. Buenas prácticas de manufactura (BPM)	24
4. Análisis de riesgo y de puntos críticos de control (HACCP)	25
F. Control microbiológico de los alimentos	30
1. Función específica	
2. Toma de muestra	
3. Recuentos de microorganismos viables "totales"	31
4. Microorganismos índices e indicadores	32
5. <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ) y coliformes	
6. Cuantificación de <i>E. coli</i> a través de films secos (petrifilm 3M)	33
7. Cuantificación de <i>S. aureus</i> en alimentos	
8. Cuantificación de mohos y levaduras a través de films secos(petrifilm 3M)	34

G. Leche y derivados lácteos	35
H. Crema o nata	36
1. Composición	37
2. Clasificación	
3. Características organolépticas	38
4. Características microbiológicas	
IV. JUSTIFICACIÓN	40
V. OBJETIVOS	41
VI. HIPÓTESIS	42
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	43
VIII. RESULTADOS	50
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
X. CONCLUSIONES	63
XI. RECOMENDACIONES	64
XII. REFERENCIAS	65
XIII. ANEXOS	69

## I. RESUMEN

Las enfermedades gastrointestinales originadas por ETA's se deben en su mayoría a la ingestión de alimentos contaminados por bacterias, seguido de parásitos, virus y hongos. Los alimentos más propensos a contaminarse son aquellos con alto contenido de proteínas y carbohidratos tales como lácteos, carnes, pollo, etc. La presencia de bacterias como *S. aureus*, *E. coli*, coliformes fecales, mohos y levaduras son indicadores de una inadecuada manipulación de alimentos, debido a que los operarios no cumplen con las buenas prácticas de manufactura (BPM), con la consecuente aparición de brotes de ETA's en los consumidores.

El presente estudio se realizó en el segundo trimestre del año 2,005 en la Unidad de Salud del Departamento de Bienestar Estudiantil Universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), con el fin de evaluar la calidad microbiológica del proceso de elaboración de la crema fresca y producto terminado. Este producto se expende en la unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y es consumido por personas dentro y fuera de la USAC. Para tal propósito el trabajo se dividió en 3 partes: en la primera se realizaron visitas permanentes a la unidad de comercialización que permitieron proponer un diagrama de flujo del proceso de elaboración de la crema fresca, del cual se realizó un análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP). Con el diagrama de flujo, se llevó a cabo un primer muestreo en cada punto crítico (PC), punto crítico de control (PCC) y producto final, con el fin de establecer la calidad microbiológica de la crema fresca por medio de los recuentos de coliformes fecales y *E. coli*, *S. aureus*, mohos y levaduras.

La segunda parte consistió en la aplicación de una pasteurización rápida en el proceso de elaboración de la crema fresca como una acción correctiva; también incluyó una capacitación teórica práctica del operario del sistema sobre BPM e inocuidad de los alimentos.

En la tercera parte se llevó a cabo un segundo muestreo en cada PC, PCC y producto final del proceso, con el fin de establecer si hubo una disminución en los recuentos microbiológicos obtenidos en los PC y PCC del primero muestreo con respecto al segundo, y se verificó que los recuentos microbiológicos del producto final

postintervención estuvieran dentro de los límites permitidos por la norma COGUANOR-NGO-34-133.

En los resultados del primer muestreo se obtuvieron recuentos microbiológicos en producto final >100 UFC/ml de coliformes fecales, >1,000 UFC/ml de mohos y levaduras, >1,000 UFC/ml de *S. aureus*, y >1 UFC/ml de *E. coli*, basados en la norma COGUANOR NGO-34-133, por lo que esta crema fue reportada como no apta para el consumo humano.

En los resultados de la pasteurización rápida se observó que los recuentos microbiológicos de la leche después del tratamiento térmico en un lote tomado al azar no disminuyeron a límites similares a los de la norma COGUANOR NGO-34-133, por lo que fue necesario aumentar la temperatura y el tiempo de calentamiento en un segundo ensayo, el cual mostró recuentos microbiológicos dentro de los límites permitidos por dicha norma.

Los resultados de la capacitación se vieron reflejados en la disminución de los recuentos microbiológicos del segundo muestreo, verificando así la aplicación correcta de las BPM por parte del operario durante el proceso de elaboración de la crema fresca.

En los resultados del segundo muestreo se obtuvo recuentos microbiológicos en producto final <100 UFC/ml de coliformes fecales, <1,000 UFC/ml de *S. aureus*, <1,000 UFC/ml de mohos y levaduras, y <1 UFC/ml de *E. coli*, por lo que evaluación microbiológica postintervención de la crema fresca, evidenció que las acciones correctivas implementadas en el proceso permitió que los recuentos microbiológicos del proceso estuvieran dentro de los límites permitidos por la norma COGUANOR NGO-34-133 y que el producto fuera considerado apto para el consumo humano.

## II. INTRODUCCIÓN

Los alimentos suelen ser vehículos de propagación de enfermedades debido a que pueden contener microorganismos en su interior o incorporarse al alimento durante su manipulación y procesado. En cualquier caso, los alimentos pueden ser una vía importante de transmisión de microorganismos causando infecciones e intoxicaciones en un tiempo de incubación de 2 a 72 h, ocasionando síndromes gastrointestinales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS) los lácteos ocupan la quinta posición a nivel centroamericano de alimentos que frecuentemente ocasionan brotes de enfermedades de transmisión alimentarias (ETA's). En nuestro país los derivados lácteos tienen gran demanda, debido a su bajo costo y a su alto contenido de nutrientes; esto permite que la mayoría de personas que los consumen adquieran enfermedades de transmisión alimentarias (ETA's) o presentar alto riesgo de adquirirlas.

En la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia –USAC- se comercializa a nivel informal productos derivados de leche de vaca, siendo uno de los subproductos de mayor demanda la crema fresca artesanal. Este producto a lo largo de su elaboración está expuesto a muchos factores de contaminación, pudiendo perder su inocuidad y llegar a producir enfermedades al consumidor. Por tales razones, este estudio pretendió evaluar la calidad microbiológica de la crema fresca; aplicando la norma COGUANOR-NGO-34-133, la cual indicó si la crema fresca es apta para el consumo humano.

Para determinar la calidad microbiológica de la crema fresca se determinaron los Puntos Críticos (PC) y los Puntos Críticos de Control (PCC) del proceso de producción; se realizó un primer muestreo en el cual las muestras se recolectaron de los PC y PCC detectados. Luego se impartieron capacitaciones a los operarios implementando las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) e inocuidad de los alimentos en la producción, con el fin de mejorar la calidad microbiológica de la crema fresca, evitando así un alto riesgo de contaminación por microorganismos.

Un segundo muestreo se llevó a cabo después de las capacitaciones para observar el efecto que tuvo el período de capacitación y se verificó si los recuentos microbiológicos disminuyeron en comparación con los resultados obtenidos en el primer muestreo. La

recolección de las muestras se llevaron a cabo en las mismas condiciones y en los mismos puntos en que fueron recolectadas las primeras. El procesamiento de las muestras se hizo en el laboratorio de control microbiológico de alimentos de la Unidad de Salud, y se utilizó films secos (petrifilm 3M) para detectar la presencia de coliformes fecales, *E. coli*, mohos y levaduras, y la técnica de Baird-Parker para determinar la presencia de *S. aureus*.

Finalmente con los resultados obtenidos, la Unidad de Salud realizó un control rutinario para garantizar la calidad microbiológica, a través de auditorias y capacitaciones permanentes a los operarios de la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### **III. ANTECEDENTES**

#### **A. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's)**

Se conoce como enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) al conjunto de síntomas originados por la ingestión de alimentos o agua que contengan contaminantes en tal cantidad que afecten la salud de quien lo consume, tanto a nivel individual como grupal (1).

##### **1. Origen de los microorganismos presentes en los alimentos**

Los microorganismos presentes en los alimentos pueden ser: de origen endógeno, es decir que se encuentran en el interior de las estructuras del alimento (ej: la presencia de salmonella en huevos y carnes, o vibrio en productos marinos) y de origen exógeno que se incorporan al alimento durante su manipulación y procesado (ej: los operarios o manipuladores son las fuentes más importantes de contaminación de alimentos, las cuales se encuentran en todas las etapas del procesado, obtención, transformación, almacenaje, distribución, etc). También los utensilios, superficies, y equipos pueden contaminar los alimentos (1).

##### **2. Transmisión**

La mayor parte de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) afectan el aparato intestinal y, en menor medida el sistema nervioso. A través de alimentos se puede transmitir una gripe hasta una hepatitis infecciosa tipo A; ingresando al organismo a través de objetos sucios (fomites) como monedas, picaportes, pasamanos y elementos provenientes de animales como roedores (ratas y ratones) o del hombre como las manos, saliva, uñas, etc. (2).

La persona que manipula alimentos constituye un agente de infección importante, si tiene alguna enfermedad respiratoria la transmite a través de descargas bucales o nasales cuando tose o estornuda, a través de las manos, pañuelos sucios o con las cucharas que se usan para probar la comida y que son utilizadas más de una vez sin limpiarlas adecuadamente. Por lo anteriormente mencionado, una persona enferma no debe manipular alimentos (2).

Los alimentos que están en exhibición al consumidor, deben protegerse adecuadamente de la tos, estornudos y manos de los clientes. Quienes manipulan alimentos deben lavarse perfectamente las manos después de ir al baño o cuando se han ensuciado de alguna otra forma como tocarse la nariz, la cabeza o rascarse cualquier parte del cuerpo. Existen otras vías de transmisión, por ejemplo, las tuberías de desechos, el agua contaminada, la suciedad, los roedores, los insectos (moscas, cucarachas) y superficies de trabajo, equipos y utensilios de cocina y de mesa contaminados con agentes patógenos. Las tuberías conducen desechos humanos y de la industria que deben ser tratados adecuadamente pues contienen microorganismos patógenos (2).

Si las tuberías son defectuosas pueden llegar a contaminar los alimentos y el agua para consumo; por este motivo, las fosas sépticas y los desagües de excusados deben estar lo suficientemente alejados de los pozos de agua. Las aguas negras deben ser tratadas adecuadamente antes de ser conducidas a ríos, lagos y océanos, para evitar contaminar el agua y los mariscos. No deben usarse para fertilizar campos porque contaminan el suelo y la producción. Los insectos y roedores deben erradicarse de las áreas donde se prepara y se sirve la comida, como así también los excusados y la basura. Los roedores (ratas, ratones) pueden transmitir enfermedades si tienen acceso a los lugares donde se almacenan comestibles. Estos animales son portadores de microorganismos patógenos, ya que en sus patas, piel y aparato intestinal pueden estar presentes microorganismos causantes de enfermedades, y suelen andar y alimentarse en basureros y cloacas constituyendo así un importantísimo foco de infección (2).

## **B. Etiología de las ETA's**

### **1 Morbilidad**

A nivel mundial sólo se declara aproximadamente el 10 % de las toxiinfecciones, por lo que se desconoce la magnitud real de la incidencia de estas enfermedades (3,4).

En Centro América las ETA's son provocadas por el consumo de alimentos contaminados por diferentes microorganismos comunes tales como *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum*, *Shigella flexneri* y *E. coli O157:H7*, dichos patógenos causan intoxicaciones botulínicas e infecciones gastrointestinales como salmonelosis y shigelosis, pudiendo incluso causar la muerte (Tabla 1.) (4).

**Tabla 1. Tasa de morbilidad debido a ETA'S en países de Centro América  
1,997-2,000**

<b>País</b>	<b>Porcentaje por cada 100,000 habitantes</b>
Costa Rica	0.27
Panamá	0.66
Belice	0.86
Salvador	4.00
Guatemala	7.06
Nicaragua	9.82

**Tomado de:** Carrera, JA., Caballero TA., SIRVETA. INPPAZ-OPS/OMS. Intoxicaciones e infecciones por alimentos. Rev. Panamá Salud Pública vol. 4, Washington March 2,001; 18:5-23. <http://intranet.inppaz.org.ar/nhp/ehome.asp>. Fecha de consulta: 17 de marzo 2,004.

## 2 Epidemiología

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las ETA's constituyen una importante causa de trastornos de gran impacto en el rendimiento económico de las naciones latinoamericanas. Parece ser que el factor desencadenante de las mismas es la contaminación biológica de los alimento o del agua. Gran parte de las ETA's afecta la población infantil y las bacterias causantes de las mismas son capaces de producir toxinas y/o invadir la mucosa intestinal. Entre los microorganismos de mayor prevalencia mundial se encuentran: *Salmonella* spp, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella dysenteriae* y *Clostridium difficile* (5).

La OMS durante el período de 1,998-2,001 reportó 2,575 casos de ETA's en Centro América, señalando a las bacterias (*Salmonella* spp, *Shigella flexneri*, *C. Perfringens*, *C. botulinum* y *S. aureus*) como agentes causales del 60.84 % de los casos. También están implicados otros microorganismo tales como virus (hepatitis A), parásitos (*Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia*, *Taenia solium* y *Taenia saginata*), toxinas marinas (moluscos y caracoles) y químicos (insecticidas, pesticidas, fertilizantes), (Tabla 2.) (6).

**Tabla 2. Brotes de ETA´s en Centro América según agente causal, 1,998-2,001**

<b>Agente causal</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
bacterias	60.84
virus	15.57
toxinas marinas	14.56
químicos	3.72
parásitos	3.51

**Tomado de:** Carrera, JA., Caballero TA., SIRVETA. INPPAZ-OPS/OMS. Intoxicaciones e infecciones por alimentos. Rev. Panamá Salud Publica vol. 4, Washington March 2,001; 18:5-23.

<http://intranet.inppaz.org.ar/nhp/ehome.asp>. Fecha de consulta: 17 de marzo 2,004

En Centro América los brotes de ETA´s durante el período de 1,998-2,001 tuvieron relación con el lugar donde las personas consumieron el alimento, así como el tipo de alimento. La OMS notificó que los brotes se debieron a la inadecuada manipulación de alimentos y a las malas prácticas higiénicas en el lugar del procesamiento de los mismos (Tabla 3.) (6).

**Tabla 3. Brotes de ETA´s en Centro América según lugar de consumo y tipo de alimento entre el período de 1,998-2,001**

<b>Lugar de consumo</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Alimentos identificados</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
vivienda	38.1	agua	20.3
comedores	14.3	mariscos crudos	16.4
escuelas	17.1	carnes rojas	14.8
restaurantes	6.1	lácteos	8.7
centros de salud	2.4	huevos/mayonesa	6.7
puestos callejeros	1.4	carnes de aves	5.7
otros	20.5	hortaliza/legumbres	2.2
		farináceo	1.8
		hongos	1.6
		postres	1.5
		bebidas	1.3
		frutas	0.6

**Tomado de:** Carrera, JA., Caballero, TA., SIRVETA. INPPAZ-OPS/OMS. Intoxicaciones e infecciones por alimentos. Rev. Panamá Salud Publica vol. 4, Washington March 2,001; 18:5-23.

<http://intranet.inppaz.org.ar/nhp/ehome.asp>. Fecha de consulta: 17 de marzo 2,004.

En el año de 1,999 el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, reportó 212 casos de fiebre tifoidea en 17 áreas de salud y 492 casos de intoxicación alimentaria. Durante el 2,000 las ETA's fueron la segunda causa de morbilidad notificada en el país con 469,705 casos. Ese mismo año hubo un significativo incremento de los casos notificados por intoxicaciones alimentarias (1,061), el cual representó mas del 100 % en relación al año anterior. Además se reportó que en los brotes de intoxicación alimentaria los alimentos más involucrados fueron los cárnicos, los productos lácteos y los vegetales crudos. Los principales agentes identificados fueron *S. aureus*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Vibrio cholerae* y *E. coli*. No se reportó información acerca de las parasitosis intestinales (7).

### **C. Manifestaciones clínicas**

El concepto de toxiinfección alimentaria (TIA) es un brote que ocurre cuando 2 o más personas que compartieron un alimento en común desarrollan en un plazo menor de 72 horas, enfermedades gastrointestinales o neurológicas por la presencia de microorganismos o sus toxinas en el alimento (3,5).

Los signos característicos de una TIA por microorganismos son diarreas graves, vómitos y dolor abdominal, la ayuda diagnóstica sobresaliente es el corto período de incubación y el tiempo que transcurre entre la ingestión del alimento y la instalación de la enfermedad misma. El período de incubación común oscila entre dos a cuatro horas y la duración de los síntomas agudos por lo general es de menor de 24 horas, por lo que los individuos se sienten bastante debilitados por varios días. Por lo general no hay fatalidades, pero es recomendable que las personas se hospitalicen para recibir líquidos intravenosos con el objeto de restituir la pérdida de agua y electrolitos ocasionados por la diarrea y el vómito. Las diferencias clínicas de cada intoxicación alimentaria varía según su agente etiológico como se muestra en el Anexo 1 (3,6).

### **D Causas de descomposición de los alimentos**

Se considera alimento deteriorado aquel cuya apariencia se encuentra dañada por agentes microbianos, químicos y físicos de forma que es inaceptable para el consumo humano. La conservación de un alimento consiste en mantener la calidad del mismo, por lo

que deben conocerse las causas de alteración que atentan contra cualquiera de los aspectos de la calidad alimenticia. Hay muchos agentes que pueden destruir las peculiaridades sanas de la comida fresca; microorganismos tales como bacterias y hongos, estropean los alimentos con rapidez. Las enzimas que están presentes en todos los alimentos frescos, son sustancias catalizadoras que favorecen la degradación y los cambios químicos del alimento, afectando especialmente la textura y el sabor (7-9).

De todos los microorganismos presentes en un alimento sólo algunos son capaces de multiplicarse activamente sobre el alimento. La población heterogénea inicial presente en el alimento va quedando reducida a poblaciones más homogéneas y finalmente, un solo tipo de microorganismos consigue colonizar todo el alimento y desplazar a los demás (9,10). Existen una serie de factores que favorecen a la descomposición de los alimentos:

### 1. Factores físicos

Son aquellos que se relacionan con el alimento en sí, su composición, características y almacenamiento. Dentro de este grupo se encuentra: pH, actividad de agua, cantidad de nutrientes, temperatura y humedad relativa (11).

#### a. pH

La mayoría de bacterias y hongos crecen a pH cercano al neutro. El pH de la mayoría de lácteos es ligeramente ácido (6.5-6.7) favoreciendo el crecimiento de *diversos microorganismos*; así entonces el pH del alimento determinará el tipo de microorganismo presente en el mismo (Tabla 4.) (11).

**Tabla 4. Rangos de pH para el crecimiento de los microorganismos**

<b>grupo</b>	<b>rango</b>	<b>óptimo</b>
bacterias	4.5 - 9	6.5 – 7.5
levaduras	2 – 11	4 – 6
mohos	2 - 9	--

**Tomado de:** Robinson, RK., Microbiología Lactológica. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. Vol. 1. 1,987. 142p.

Un pH ácido en el alimento produce una drástica reducción de la supervivencia de los microorganismos, ya que producen un rápido descenso del pH los cuales acidifican el medio intracelular; esto ocurre por difusión a través de la membrana celular en su forma no disociada (lipofílica), y posteriormente se disocian en el interior de la célula inhibiendo el transporte celular y la actividad enzimática.

La mayoría de los microorganismos crecen a pH entre 5 y 8, en general los hongos y las levaduras son capaces de crecer a pH más bajos que las bacterias. Puesto que la acidificación del interior celular conduce a la pérdida del transporte de nutrientes, los microorganismos no pueden generar energía de mantenimiento produciendo la muerte celular (12).

**b. Actividad del agua ( $a_w$ )**

Se define como el índice de la presión de vapor de agua de los alimentos (P) sobre la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura ( $P_o$ ) ( $a_w = P/P_o$ ). La mayor parte de microorganismos que descomponen los alimentos poseen una  $a_w$  menor de 0.91, aunque algunas levaduras o mohos pueden crecer en un valor de  $a_w$  tan bajo como 0.80. Algunos alimentos como la leche tiene una excesiva humedad por lo que algunos mohos y levaduras no se reproducen eficientemente por su alta  $a_w$ ; esto hace que descompongan con mayor facilidad productos lácteos deshidratados.

La mayoría de las bacterias crecen bien con una  $a_w$  entre 0.98 y 0.99; por lo que a valores bajos de  $a_w$  la velocidad de crecimiento y la masa celular disminuyen, ya que mientras el valor de  $a_w$  se encuentre más cercano de cero, menos probabilidad existe de que crezcan microorganismos (Tabla 5.) (11,12).

**Tabla 5. Actividad de agua ( $a_w$ ) a la cuál crecen algunos microorganismos**

<b>grupos</b>	<b><math>a_w</math></b>
bacterias Gram negativo	0,97
bacterias Gram positivo	0,90
levaduras	0,88
hongos filamentosos	0,80
bacterias halófilas	0,75
hongos xerófilos	0,61

**Tomado de:** Robinson, RK., Microbiología Lactológica. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. Vol. 1. 1987. 135p.

La deshidratación es un método de conservación de alimentos basado en la reducción de  $a_w$ . Durante el curado y el salazonado, así como en el almíbar y otros alimentos azucarados, los solutos añadidos hacen descender la  $a_w$ . Por otro lado algunos tipos de microorganismos son capaces de crecer en condiciones de alto contenido de agua o de sal (baja  $a_w$ ) tales como: osmófilos (favorecido por altas concentraciones de agua), xerófilos (crece en presencia de agua y sales) y halófilos (se ven favorecido por altas concentraciones de sales) (12).

### **c. Contenido de nutrientes**

En los lácteos se encuentra una gran variedad de vitaminas, azúcares fácilmente fermentables, citratos, grasas y proteínas que constituyen un medio enriquecido para el crecimiento de microorganismos. Es importante mencionar que poseen pocos aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular, por lo que las bacterias que no poseen la capacidad de sintetizar enzimas proteolíticas se verán en mayor dificultad para crecer. Sin embargo, en los lácteos se observan diversas asociaciones de microorganismos que mediante relaciones simbióticas logran desarrollarse en el medio; algunas de estas asociaciones se aprovechan para la elaboración de productos tales como el yogurt, donde se observa una simbiosis entre *Streptococcus spp.* y *Lactobacillus spp.* (12).

#### d. Temperatura

No todos los microorganismos crecen a la misma temperatura. Según la temperatura óptima de crecimiento se pueden distinguir tres grupos: los mesófilos (crecen entre 5° y 45° C, la mayoría de las bacterias patógenas entran en este grupo), los psicrófilos (crecen entre -5° y 20°C) y los termófilos (viven y se multiplican entre 25° y 75°C). Al grupo de las bacterias mesófilas pertenece la mayoría de la microbiota que se encuentra con mayor frecuencia en la leche (*S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella spp.*, *Lactococcus spp.*, *Streptococcus spp.*), principalmente las bacterias lácticas. Bacterias psicrófilas son las que crecen a temperaturas de refrigeración entre ellas tenemos a los géneros *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*. Entre el grupo de bacterias termófilas están *Lactobacillus bulgaricus*, *L. fermenti*, *L. lactis*, *L. Helveticus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*. Otro grupo que merece ser descrito lo constituyen las bacterias termotróficas, son bacterias en su mayoría mesófilas que resisten temperaturas de pasteurización; algunas de ellas son termófilas. En este grupo se encuentran *Micrococcus*, *Micobacterium*, esporas de *Bacillus* y *Clostridium*. Los microorganismos psicrófilos, termófilos y mesófilos presentan un amplio rango de temperatura de crecimiento (Tabla 6.) (11-13).

**Tabla 6. Rangos de temperatura (°C) para el crecimiento de los microorganismos**

grupos	mínima	óptima	máxima
termófilos	40-45	55-75	60-90
termotrofos	15-20	30-40	45-50
mesófilos	5-15	30-40	40-47
psicrófilos	-5 - +5	12-15	15-20
psicrotrofos	-5 - +5	25-30	30-35

**Tomado de:** Robinsón, RK., Microbiología Lactológica. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. Vol. 1. 1987. 189 p.

**i. Temperatura de refrigeración**

La importancia de almacenar un alimento a una temperatura correcta, es ayuda a disminuir la velocidad con la que crecen los microorganismos, y alarga la vida media del mismo. Cuando un alimento se encuentra a una temperatura inferior a la óptima, la velocidad de crecimiento de los microorganismos disminuye y los períodos de latencia se alargan. Por el contrario cuando un alimento se encuentra a temperatura de refrigeración (0 - 5° C), los microorganismos psicrófilos crecen más rápidamente, por lo que la baja temperatura supone un factor de selección de microbiota del alimento siendo está de gran importancia (12).

Cuando se enfría rápidamente un alimento muchas de las bacterias mesófilas que normalmente resistirían la temperatura de refrigeración y congelación, mueren como consecuencia del choque de frío. Esto es más frecuente en bacterias Gram negativo que en Gram positivo. Las bajas temperaturas ocasionan que las rutas metabólicas de los microorganismos se vean alteradas, como consecuencia de su adaptación al frío. Estos cambios metabólicos pueden dar lugar a que se produzcan deterioros diferentes, causados por los mismos microorganismos a diferentes temperaturas (12).

El deterioro de alimentos refrigerados en su mayoría se produce por microorganismos psicrófilos, estos poseen una velocidad de crecimiento lento por lo que los períodos prologados de almacenamiento benefician el crecimiento del mismo. Los microorganismos patógenos son, en su mayoría, mesófilos y no muestran crecimiento apreciable, ni formación de toxinas a temperaturas de refrigeración correctas. Ahora bien, si la temperatura no es controlada rigurosamente puede producirse un desarrollo peligroso rápidamente; ya que estas pueden crecer con mayor facilidad a temperaturas superiores de °C (12).

**ii. Temperatura de congelación**

La importancia de congelar un alimento es detener el crecimiento de todos los microorganismos presentes en el mismo. Los microorganismos superiores como hongos, levaduras y helmintos mueren debido a que son más sensibles a cambios drásticos de temperatura comparados con las bacterias. Sin embargo, las temperaturas de congelación (menor a -20 °C) pueden ocasionar un deterioro al alimento y reducir la supervivencia de

los microorganismos contaminantes del alimento. Durante la congelación algunos microorganismos psicrófilos pueden desarrollarse en un ambiente adecuado; esto es debido al deterioro y ruptura de la integridad estructural del alimento como consecuencia de la congelación (12).

### **iii. Altas temperaturas**

Las temperaturas superiores a los 72 °C producen inevitablemente la muerte del microorganismo. Las células lesionadas pueden permanecer viables; pero son incapaces de multiplicarse hasta que la lesión haya sido reparada. Aunque se han observado excepciones, está perfectamente establecido que la cinética de termodestrucción bacteriana es logarítmica por lo que la velocidad de termodestrucción se ve afectada por factores intrínsecos (diferencia de resistencia entre esporas y células vegetativas), factores ambientales que influyen el crecimiento de los microorganismos (edad, temperatura, medio de cultivo) y factores ambientales que actúan durante el tratamiento térmico (pH,  $a_w$ , tipo de alimento, sales, etc.) (12).

## **2. Factores químicos**

Son alteraciones que sufre los alimentos por reacciones enzimáticas de bacterias aerobias o anaeróbicas, las cuales utilizan un sustrato (proteínas, lípidos, azúcares) para generar metabolitos intermediarios, y para la captación de energía. Dentro de este grupo está la fermentación, putrefacción y reacciones que alteran los alimentos (10).

### **a. Fermentación**

Se define como el desdoblamiento anaeróbico de los carbohidratos, lo que origina la formación de productos de fermentación. Esta reacción se lleva a cabo por microorganismos como bacterias, hongos y levaduras, a partir de la cual obtienen la energía necesaria para sobrevivir. Los ejemplos de los productos de fermentación útiles que se producen por los microorganismos incluyen al alcohol etílico, el ácido láctico, el ácido acético, el glicerol, el butilenglicol, la acetona, el butanol y el ácido butírico (10). En el alimento se pueden llevar a cabo ciertos tipos de fermentación:

- La fermentación láctica se lleva a cabo en bacterias capaces de desarrollar estas rutas metabólicas en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), y se manifiesta en la transformación de la lactosa o azúcar de la leche en ácido láctico dándole el sabor agrio a la leche (10).
- La fermentación acética transforma el etanol en ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) principal componente del vinagre (10).
- La fermentación butírica es la conversión de los glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias de la especie *Clostridium butyricum* en ausencia de oxígeno (10).

#### **b. Putrefacción**

La putrefacción es la descomposición de proteínas por medio de enzimas bacterianas. Algunos microorganismos secretan enzimas proteolíticas que hidrolizan las grandes moléculas de proteínas en aminoácidos. La célula bacteriana toma los aminoácidos y los metaboliza para obtener fuentes de carbono, nitrógeno y energía para la bacteria. No todos los aminoácidos se desdoblan en forma completa; algunos sólo se pueden desaminar (eliminar el grupo amino) o descarboxilar (eliminar el grupo carboxilo) para dar origen a una amina básica. Muchas de estas aminas básicas tienen olor fétido, de allí proviene el uso de la palabra putrefacto. El resultado final de la putrefacción es el desdoblamiento de las grandes moléculas de proteínas (como las que se encuentran en los animales) y su conversión a compuestos solubles más pequeños que se pueden reutilizar por otras formas de vida. La putrefacción le confiere efectos desagradables al alimento como mal olor, mal sabor y aspecto (10).

#### **c. Reacciones químicas que alteran los alimentos**

Son de carácter exclusivamente químico en las cuales no intervienen alteraciones enzimáticas ni biológicas (10). Entre ellas se pueden mencionar:

- Reacción de Maillard: Consiste en la descomposición de glúcidos y proteínas en compuestos intermedios liberando polímeros de color pardo y sabor amargo (10).

- Desnaturalización de proteínas: Modificación de las estructuras cuaternaria, terciaria y hasta secundaria de las proteínas, perdiendo sus propiedades funcionales como solubilidad, actividades enzimáticas, etc (10).
- Modificaciones físico químicas: A temperatura ambiente, con el transcurrir del tiempo, los almidones que se encuentran en estado amorfo se cristalizan. Esta es la causa por la cual el pan se endurece (10).
- Oxidaciones no enzimáticas: Los lípidos y ácidos grasos insaturados sufren procesos de oxidación que le otorgan al alimento el gusto rancio característico (10).

### 3. Factores biológicos

Diferentes tipos de alimentos son atacados por diferentes clases de microorganismos. Cada alimento se deteriora por acción de un tipo de microorganismo concreto estableciéndose una asociación específica entre el microorganismo alterante y el producto alterado. Por ejemplo, las carnes son los alimentos más fácilmente deteriorables debido a la desnaturalización de proteínas y péptidos, favoreciendo crecimiento de microorganismos tales como *S. aureus* o *Salmonella spp.* (14).

Los microorganismos presentes en el alimento pueden clasificarse como: no perjudiciales para la salud, beneficiosos para el hombre, nocivos, indeseables pero no nocivos y dañinos ya que descomponen el alimento o producen enfermedades gastrointestinales para el hombre. Los microorganismos que son capaces de ocasionar algún daño al hombre se denominan patógenos y entre éste grupo sobresalen las bacterias: bacilos Gram negativo (*Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri*), cocos Gram positivo (*S. aureus*) y bacilos Gram positivo formadores de endosporas (*C. botulinum*); además los virus (hepatitis A, Norwalk), parásitos (*Giardia lamblia*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Taenia saginata*, *Taenia solium*), y hongos (*Geotrichum candidum*). Otros microorganismos de mucha importancia son los que no afectan al hombre pero son capaces de alterar los alimentos y se denominan alterativos o corruptivos; éstos descomponen los alimentos originando pérdidas en todos los niveles de procesamiento y comercialización de alimentos, afectando consumidores, productores y vendedores. Entre ellos tenemos a mohos y levaduras (*Rizopus*, *Mucor*, *Candida milleri*), y bacterias coliformes (*Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*) (13).

**a. Bacterias**

En la leche se pueden encontrar diversos géneros y especies bacterianas dañinas para el alimento o el humano. Aquellas de mayor importancia en la industria láctea son las bacterias lácticas, bacterias anaeróbicas facultativas y fermentadores, bacterias esporuladas y enterobacterias (14).

**i. Gram positivo**

- Bacterias lácticas: Son un grupo de bacterias de diferentes géneros, ampliamente distribuidas en la naturaleza. Se encuentran en el suelo y en cualquier lugar donde existan altas concentraciones de carbohidratos, proteínas desdobladas, vitaminas y poco oxígeno. En la coloración de Gram, retienen el colorante primario (cristal violeta); su forma puede ser bacilar, cocoide u ovoide, pueden soportar un pH ácido en la leche cercano a 4.0 y son anaeróbicas facultativas, mesófilas y termófilas. Pueden ser homofermentativas (más del 90% de su metabolismo resulta en ácido láctico) o heterofermentativas (producen además del ácido láctico, otros ácidos y gases). Los principales géneros de bacterias ácido lácticas son: *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Aerococcus*, *Tetragonococcus*, *Alloiococcus* y *Bifidobacterium* (14).
- Estafilococos: Son anaerobios facultativos y fuertes fermentadores. De gran importancia desde el punto de vista sanitario; *S. aureus* produce una exotoxina termorresistente, por lo cual no es destruida con la pasteurización causando fuertes trastornos intestinales en el humano. *S. epidermidis* se ve implicado en algunos casos de mastitis, por lo cual puede llegar a contaminar la leche (14).
- Bacterias esporuladas: Los *Bacillus* son bacterias aeróbicas con forma bacilar con actividad enzimática variada, producen acidificación, coagulación y proteólisis. El género *Clostridium* son bacilos anaerobios estrictos, producen gas y algunos producen toxinas patógenas (*C. botulinum*). Ambos géneros son de poca importancia en los lácteos ya que su crecimiento es inhibido por las bacterias

lácticas, pueden resistir la pasteurización por su capacidad de producir esporas, y únicamente se destruyen a temperaturas por encima de 100 °C (14).

## ii. Gram negativo

- Enterobacterias: Los miembros de la familia *Enterobacteriaceae* son huéspedes normales del intestino de los mamíferos, por lo tanto su presencia en el agua y la leche se relaciona con contaminación de origen fecal. Las enterobacterias son menos abundantes en los lácteos en comparación de otras bacterias Gram negativo, sin embargo, tienen una gran importancia desde el punto de vista higiénico, ya que algunas de estas especies son capaces de provocar trastornos gastrointestinales en los humanos como *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., *E. coli*, y *Shigella* spp. También presentan importancia desde el punto de vista tecnológico, ya que son bacterias heterofermentativas, productoras de gas (carbónico e hidrógeno) y producen sustancias viscosas y de sabor desagradable. Los géneros de enterobacterias comúnmente encontrados en los productos lácteos son los del grupo Coliformes (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*) (14,15).

## b. Mohos y levaduras

Se conocen como mohos a los hongos microscópicos filamentosos, poseen filamentos ramificados y entrecruzados llamadas “hifas” que, en conjunto, forman el “micelio”, adquiriendo forma de pincel. Cuando el micelio se desarrolla en cantidad suficiente puede hacerse visible como una especie de pelusa o terciopelo sobre la superficie de los alimentos. Por ejemplo, esto puede observarse en cáscaras de frutas, frascos de conservas abiertos, en derivados lácteos con un pH ácido como quesos frescos, crema ácida o yogurt, pan, etc. Los mohos y levaduras se desarrollan a pH ácido; por eso se los puede encontrar en una gran variedad de alimentos. La temperatura ideal de desarrollo es de 25°C; no obstante, algunos se adaptan sin dificultades a temperaturas menores, pudiendo crecer así en alimentos dentro del refrigerador. Las levaduras al igual que los mohos tienen poca importancia en los lácteos y son fácilmente eliminados a temperaturas de

pasteurización. En la leche pueden estar presentes las especies como: *Cándida cremoris*, *Sacharomices lactis*, *Sacharomices kefir*, *Torula kefir* (14,15).

### c. Virus

Son más pequeños que las bacterias, generalmente presentan formas geométricas (cilindros, cubos, prismas), estructuralmente están formados por material genético con una cubierta proteica, el tipo de reproducción es distinto al de las bacterias; ya que los virus requieren a un ser vivo (hombre, rata, insectos, pez, plantas, bacterias) para poder reproducirse (parásito obligado). Dentro de los virus que se transmiten mediante alimentos, el más destacado es el de la hepatitis A; ya que este puede ser transmitido de una persona infectada a otra. La vía más importante de adquisición es la vía feco-oral, los malos hábitos higiénicos como no lavarse las manos después de usar el servicio sanitario y luego manipular los alimentos es un factor que puede ocasionar que otras personas se contagien con el virus de la hepatitis A. Otra vía de adquirir este virus es el consumo de agua contaminada con materia fecal. (14,15).

### d. Parásitos

La transmisión de parásitos intestinales se basa en la liberación de ciertas fases infecciosas (quistes, huevos y larvas) del ciclo vital en las heces. Los parásitos suelen adquirirse por la ingestión de las fases infecciosas en alimentos o agua contaminados con heces (14,15). Las vías de transmisión son:

- Agua o alimentos contaminados con huevos, quistes y/o larvas, o bien directamente a través de manos contaminados (14,15).
- Comer productos de origen animal que contienen las fases infecciosas (14,15).

Los parásitos más comunes que ocasionan trastornos gastrointestinales en el humano a nivel latinoamericano son: *Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Giardia lamblia*, *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*. La infección intestinal puede producir síntomas muy leves o cuadros diarreicos agudos o crónicos asociados con la inflamación provocada por el parásito, e incluso enfermedades

potencialmente mortales como consecuencia de la diseminación de los parásitos a otros órganos (14,15).

#### **E. Seguridad e inocuidad alimentaria**

Los lácteos son alimentos muy nutritivos, pero también pueden ser medios muy propicios para la reproducción de ciertas bacterias, *hongos, virus y parásitos*. La leche cruda puede transmitir zoonosis, por lo que en la manipulación de la leche se deben reducir al mínimo los riesgos sanitarios. Los programas sobre garantía de la calidad deben abordar los aspectos de la calidad, los riesgos relacionados con los patógenos y debe abarcar el total de la cadena de derivados lácteos, con el fin de garantizar la inocuidad de los productos en la elaboración y la manipulación (16,17).

La producción de lácteos suele utilizar tratamientos térmicos como la pasteurización para prolongar la duración y salvaguardar la inocuidad de los productos. La acidificación retrasa la reproducción de las bacterias, pero algunas bacterias patógenas sobreviven en la leche fermentada elaborada con leche cruda, y pueden presentar riesgos para la salud humana. Los procedimientos de manipulación y envasado posteriores a la elaboración de alimentos a base de leche, tanto pasteurizada como no pasteurizada, (productos artesanales), deben evitar cualquier tipo de contaminación, y las condiciones de su almacenamiento debe ser adecuadas (16-18).

Los sistemas de control de calidad y gestión de riesgos han pasado de la comprobación del producto final a la certificación del proceso por medio de la evaluación de análisis de riesgos en puntos críticos de control (HACCP). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otras instituciones han elaborado directrices y realizado programas de capacitación en materia de normas y especificaciones para la leche y los lácteos; sobre normas sanitarias y fitosanitarias, y sobre los obstáculos técnicos al comercio y en el ámbito del comercio internacional. Estas directrices y programas de capacitación se han adaptado para el sector de los pequeños productores de lácteos como por ejemplo: las industrias de lácteos artesanales. En Guatemala la Comisión Nacional de Normas (COGUANOR) es la encargada de establecer normas de calidad y límites microbiológicos para que las industrias de alimentos artesanales cumplan con éstas. La norma vigente en Guatemala para crema ácida, dulce e

imitación de crema, es la norma COGUANOR-NGO-34-133, la cuál no permite recuentos máximos de 100 UFC para coliformes fecales por gramo, *E. coli* menor de 3 UFC por gramo, *S. aureus* no mayor a 1,000 UFC por gramo y mohos y levaduras hasta 1,000 UFC por gramo. Otras normas internacionales como la norma oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2,002, establece recuentos de coliformes fecales menor a 10 UFC por gramo, *E. coli* 0 UFC por gramo y *S. aureus* menor de 100 UFC por gramo. El Codex Alimentario actualmente no tiene estipulado alguna norma para la elaboración de crema artesanal con leche no pasteurizada (16-18).

### **1. Garantía de calidad**

Se entiende por garantía de calidad el conjunto de características de un producto o servicio que satisface los deseos explícitos o implícitos del consumidor, con el fin de garantizar que los alimentos lleguen a los consumidores en buen estado y frescos, por lo que es necesario atravesar numerosas etapas. La principal razón de la transformación de los productos alimenticios es la eliminación de los microorganismos presentes en todos los alimentos para evitar que estos se multipliquen y los deterioren, suprimiendo así todo riesgo que pueda provocar una intoxicación. Así mismo, en la preparación industrial previene la putrefacción de los alimentos desactivando las enzimas e impidiendo la oxidación. Las enzimas son proteínas con actividad biológica definida que están involucradas en procesos de degradación (descomposición) de proteínas, lípidos e hidratos de carbono. Si este proceso no se controla, las enzimas continuarían actuando sobre los propios alimentos descomponiéndolos y ocasionando pérdidas económicas a las industrias (19).

Los métodos de preparación industrial más conocidos que se aplican para mejorar la seguridad son los tratamientos por calor, como la pasteurización y la esterilización; al calentar los alimentos a una temperatura adecuada, se eliminan los microorganismos y se desnaturalizan (inactivan) las enzimas peligrosas. Otros procedimientos son la refrigeración y la congelación, que inhibe la acción de las enzimas e impiden la multiplicación de los microorganismos. Por otra parte, la deshidratación de alimentos como la leche en polvo, pastas o cereales consiste en eliminar el agua que los microorganismos necesitan para multiplicarse. Del mismo modo, los aditivos tecnológicos desempeñan una función importante en el proceso de preparación. Los antioxidantes

impiden la ranciedad de las grasas; los estabilizantes y los emulgentes evitan la separación de ingredientes como por ejemplo el aceite y el agua, que podría alterar la calidad de un producto (19).

Los sistemas de garantía de calidad permiten aplicar y verificar las medidas de control destinadas a garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos. Se requiere la garantía de la inocuidad de los alimentos en todas las etapas de la cadena de la producción de alimentos, y el cumplimiento de las exigencias normativas y del cliente (19).

Estos sistemas son un conjunto de medidas de control cuya ejecución y verificación corre a cargo de las personas competentes de cada etapa de la cadena (por ejemplo: productores, agricultores, pescadores, agroindustria, minoristas, distribuidores, personal de almacenamiento y transporte, etc.). La selección y aplicación de sistemas de garantía de calidad puede variar de conformidad con la etapa de la cadena de producción de alimentos de que se trate, del tamaño o la capacidad de la industria, del tipo de producto que se elabora, etc., y comprende: buenas prácticas de manufactura (BPM), buenas prácticas agrícolas (BPA), sistemas de análisis de *riesgos* y de puntos críticos de control (HACCP) y sistemas operativos para asegurar la calidad alimentaria (19).

## **2. Control de calidad**

Para asegurarse de que la preparación industrial de los alimentos confiere de forma constante productos de calidad e higiene, el fabricante utiliza procedimientos modernos de control de inocuidad. Las prácticas rutinarias de elaboración adecuadas garantizan una calidad y una higiene constantes. Sin embargo, la calidad de los productos alimentarios depende directamente de la calidad de la materia prima, del transporte, del almacenamiento y del acondicionamiento en el punto de venta. Por lo tanto, los fabricantes deben trabajar en estrecha colaboración con los proveedores, productores, mayoristas, transportistas y distribuidores; para adecuarse plenamente a los estándares de calidad. Los fabricantes de productos alimentarios exigen a sus proveedores una serie de requisitos mediante los que se aseguran la calidad de las materias primas. A menudo, los fabricantes también facilitan asistencia técnica a los transportistas, mayoristas y minoristas; efectúan verificaciones para asegurarse de que factores como la temperatura o la humedad se encuentran bajo control y que se respeten debidamente las fechas de caducidad. El envasado es igualmente

importante para que el producto llegue al consumidor en perfecto estado: permite aumentar el tiempo de conservación ya que ofrece una protección contra el vapor de agua, el aire y los microorganismos, manteniendo así los productos frescos. Además, el envasado proporciona informaciones al consumidor para que este pueda conservarlos adecuados y así conocer su valor nutricional, los ingredientes agregados y las fechas de caducidad (20,21).

### **3. Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

La Food and Drugs Administration (FDA) publicó varias normas de “Good Manufacturing Practices (GMP’s)” o “Buenas Prácticas de Fabricación (BPF’s) o Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)” y tomando en cuenta los Códigos de Prácticas Higiénicas preparados por el Comité de Higiene de los Alimentos de la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS, se llegó a un conjunto de normas para orientar al fabricante de alimentos. Las Buenas Prácticas de Manufactura o BPM han sido recomendadas por el Codex Alimentarius y además tomadas como normativas. Estas normas de aplicación general tratan los puntos básicos a los que se debe prestar atención en primera instancia, cuando se quiera iniciar un programa de BPM; ya que si partimos de instalaciones inadecuadas (edificio, equipamiento, instalaciones sanitarias, etc.) poco se podrá hacer con respecto a las normas particulares de industrias o fabricas artesanales. Las BPM establecen normas para todos los requisitos básicos de una planta o centro de acopio, con el objetivo de que cumplan con las condiciones del personal, instalaciones, procesos y distribución (22,23). Estas normas incluyen:

#### **a. Higiene personal**

Son normas que deben cumplir los trabajadores del centro de acopio o planta de proceso. Entre estas normas están: Salud del personal, uso de uniformes o ropas protectoras, lavado de manos, hábitos de higiene personal (24).

#### **b. Limpieza y desinfección**

La limpieza y desinfección de utensilios, así como las instalaciones, equipo y áreas externas son normas que el trabajador debe conocer y realizar, como por ejemplo: los

trabajadores deben conocer que se debe limpiar, como hacerlo, cuando, que productos y utensilios deben ser limpiados frecuentemente (24).

**c. Normas de fabricación**

Las normas de fabricación o procedimientos estándar de operación (PEO), se utilizan para garantizar que el producto no se deteriore o contamine y que sea realmente lo que el cliente espera. Esto incluye: Especificaciones de materia prima, materiales de empaque, etc., procedimientos de fabricación, controles (hojas de registro, acciones correctivas) y especificaciones de producto final (24).

**d. Equipo e instalaciones**

Las normas y procedimientos que establecen los requerimientos que deben cumplir los equipos y las instalaciones en donde se procesan o acopian alimentos son: Equipo con diseño sanitario, instalaciones apropiadas (diseño y materiales), distribución de planta, facilidades para el personal, manejo apropiado de desechos y sistemas de drenaje adecuados (24).

**e. Control de plagas**

Los programas y acciones para eliminar plagas tales como: insectos, roedores y pájaros, incluyen las siguientes normas: mantenimiento de las instalaciones, fumigaciones, trampas, cedazos en puertas y ventanas, manejo de desechos, etc (24).

**f. Manejo de bodegas**

La administración de bodegas incluye: adecuado manejo de los productos o materiales de empaque, control de inventarios, limpieza y orden, minimizar daños y deterioro (24).

**4. Análisis de riesgos y de puntos críticos de control (HACCP)**

El análisis de riesgos y de puntos críticos de control (HACCP) es un sistema de gestión destinado a garantizar la inocuidad de los alimentos, que gozan de gran aceptación. El Servicio de Calidad de los Alimentos y Normas Alimentarias (ESNS), del programa de

la FAO de apoyo a los países para fortalecer sus sistemas de producción y garantizar la inocuidad del suministro de alimentos, ha colaborado con organismos gubernamentales y con la industria alimentaria en la aplicación del HACCP (22).

El procedimiento basado en el análisis de los riesgos y puntos críticos de control (HACCP, Hazard Analysis Critical Control Points) se concentra en la prevención de errores en el propio proceso de preparación, lo que elimina por adelantado todo posible riesgo de contaminación. Además, se debe cumplir con las normas de control de calidad de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y normas nacionales de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) (20, 21).

En la elaboración de un alimento se pueden identificar una serie de pasos en los que puede producirse la contaminación del alimento por microorganismos o en los que los microorganismos ya presentes en el alimento pueden multiplicarse con mayor facilidad. Estos pasos del proceso se denominan puntos críticos de control y sobre ellos hay que actuar a la hora de mejorar las características microbiológicas del alimento en cuestión (22).

El Sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de Puntos Críticos de Control (HACCP) está basado en los siguientes principios:

**a. Realizar un análisis de riesgos (Hazard Analysis)**

Implica la identificación de los posibles peligros asociados con la producción de alimentos en todas las fases (incluyendo el método de preparación y tipo de consumidor), la evaluación de la probabilidad de que los mismos se produzcan y el establecimiento de las medidas preventivas para su control (Anexo 2) (23).

El análisis de los peligros asociados a la materia prima y a cada fase del proceso deberá incluir la presencia probable de peligros tales como la supervivencia y/o proliferación de los microorganismos involucrados, la producción y/o persistencia de toxinas, productos químicos y agentes físicos en los alimentos, así como también las condiciones que pudieran dar origen a los peligros mencionados. En este análisis se debe determinar la probabilidad de ocurrencia de peligros asociados a las materias primas y/o fases del proceso mediante los conocimientos previos y las observaciones del método de preparación y consumo (Anexo 3) (23).

**b. Determinar los puntos críticos de control (PCC)**

La determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC) en el proceso de elaboración puede, en muchas ocasiones, verse facilitada por la aplicación de una secuencia lógica de decisiones que permite identificar si la fase o materia prima constituye un PCC. En tal sentido se deberán tener en cuenta todos los puntos relevantes en el análisis de riesgos, que razonablemente se pudiera prever que se presentarán (23).

La aplicación de una secuencia de decisiones deberá realizarse de manera flexible, considerando si la operación está destinada a producción, elaboración, almacenamiento, distribución o a otro fin (Anexos 4 y 5). Tal secuencia de decisiones, denominada usualmente “*árbol de decisiones*”, deberá utilizarse como guía en la determinación de los PCC, pero puede suceder que no pueda ser aplicada a todas las situaciones, por lo que la misma no es excluyente, permitiéndose también la utilización de otros enfoques (23).

En el caso de llegar a determinar la existencia de un riesgo en una fase o materia prima en la que el control es estrictamente necesario para mantener la inocuidad y no existe ninguna medida preventiva que pudiera adoptarse, deberá entonces realizarse una modificación en la especificación de la materia prima, en el diseño del producto y/o en el proceso de elaboración, a modo de incluir una medida preventiva (23).

**c. Establecer los límites críticos para cada PCC**

La importancia que tiene la especificación de los límites críticos radica fundamentalmente en permitir efectividad en el control de cada punto crítico. Por otra parte, debe diferenciarse un Punto de Control (PC) de un Punto Crítico de Control (PCC), ya que los primeros, a pesar de poseer también Límites Críticos, se relacionan con la calidad y no con la seguridad. En determinados casos puede requerirse especificar más de un límite crítico para una misma fase u operación del proceso de elaboración (por ejemplo la relación tiempo / temperatura durante la pasteurización) (23).

Los límites críticos están constituidos generalmente por parámetros mensurables; entre los criterios usualmente aplicados se pueden mencionar las mediciones de temperatura, tiempo, porcentaje de humedad, pH,  $a_w$ , cloro disponible, así como también ciertas evaluaciones subjetivas tales como el aspecto y la textura del alimento. Es

fundamental tener bien en claro que los Límites Críticos establecen la diferencia en cada PCC, entre productos seguros y peligrosos (23).

**d. Establecer un sistema de monitoreo que asegure el control de los PCC**

El sistema de monitoreo debe asegurar que los límites críticos para cada PCC no sean excedidos. Por esta razón, los procedimientos adoptados deben ser capaces de detectar cualquier pérdida del control en el PCC (23).

Es necesario entonces, que el HACCP determine los criterios mediante el establecimiento de acciones específicas de monitoreo, así como también la frecuencia del método, lugar del monitoreo y la designación de un responsable directo. Esta persona, con conocimientos y competencia para aplicar las medidas correctivas en caso que fuere necesario, deberá evaluar los datos obtenidos a partir del sistema de vigilancia. Esta información deberá ser debidamente documentada y, junto con los registros obtenidos a partir del sistema de vigilancia, firmadas por la persona responsable de dicho sistema así como también por aquellas personas encargadas de las evaluaciones. Los procedimientos de vigilancia establecidos deben permitir un rápido flujo de la información generada ya que usualmente son aplicados a procesos continuos de elaboración que no permiten la realización de análisis prolongados. Por tal motivo, preferentemente se adoptan las mediciones de parámetros físicos y/o químicos que permiten la aplicación inmediata de las medidas correctivas, quedando reservados los ensayos microbiológicos para aquellos PCC que así lo requieran (por ejemplo el análisis de *Salmonella sp.* en leche en polvo para mezcla en seco). En el caso que el monitoreo no fuera continuo, su grado y/o frecuencia deberán ser suficientes como para asegurar que el PCC esté bajo control (23).

**e. Establecer las acciones correctivas**

A cada Punto Crítico de Control se le debe asignar en el plan de HACCP, una o más acciones que permitan la rectificación en el caso de producirse alguna desviación fuera de los límites críticos establecidos, asegurando que el PCC vuelva a estar bajo control. Dichas acciones correctivas deberán aplicarse cuando el sistema de monitoreo indique una tendencia hacia la desviación de un PCC, tratando de restablecer el control antes de que dicha desviación comprometa la inocuidad del alimento (23).

También deberán tomarse acciones en relación con el destino que se dará al producto elaborado y que resultó afectado, cuando el proceso estaba fuera de control. La totalidad de los procedimientos adoptados en relación a las desviaciones y al destino del producto deberán documentarse en los registros del sistema HACCP (23).

**f. Establecer procedimientos de verificación**

Se deberán establecer los procedimientos adecuados que permitan verificar el correcto funcionamiento del sistema HACCP implementado, con una frecuencia de verificación suficiente para validar a dicho sistema. Para ello se pueden utilizar métodos, procedimientos y ensayos de verificación y comprobación, entre los cuales se incluye el muestreo aleatorio y el análisis correspondiente (23).

Entre las actividades de verificación que podrían llevarse a cabo se pueden mencionar: examen del sistema HACCP y de sus registros, examen de las desviaciones y del destino del producto y operaciones que confirmen que los PCC estén bajo control (23).

**g. Establecer un sistema de documentación**

Para la aplicación del sistema HACCP es fundamental contar con un sistema de registros eficiente y preciso. Esto deberá incluir documentación sobre los procedimientos del HACCP en todas las fases, los cuales deberían formar parte de un manual. Deberá documentarse la totalidad de los procedimientos y para ello se deberá contar con los registros de las desviaciones, de PCC (referidos a inocuidad del producto, ingredientes, elaboración, envasado, almacenamiento y distribución), así como también cualquier modificación introducida en el sistema HACCP ya implementado (23).

El concepto de este principio es básicamente poder demostrar, a través de los registros, que el HACCP está funcionando bajo control y que se ha realizado una acción correctiva cuando se ha producido alguna desviación. Dicho concepto, globalmente, implica la fabricación de productos seguros (23).

## **F. Control microbiológico de los alimentos**

### **1. Función específica**

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana por lo que siendo un proceso analítico es necesario seguir una serie de criterios sobre la toma de muestras y el análisis microbiológico de los productos finales (25,26). En este sentido, es necesario considerar:

- La distribución desigual de los microorganismos en los alimentos, lo que hace necesario seguir un esquema de toma de muestras para obtener resultados representativos (25,26).
- El número de criterios utilizados a la hora de juzgar la calidad microbiológica de los alimentos debe limitarse al mínimo necesario para así poder aumentar el número de análisis (25,26).
- Los criterios de análisis aplicados han de ser específicos de cada alimento porque son diferentes los microorganismos patógenos y alterantes de cada tipo de alimento (25,26).

### **2. Toma de muestras**

En el análisis correcto de alimentos se debe considerar:

- La heterogeneidad de la presencia de microorganismos en los alimentos (25,26).
- El proceso de transporte de las muestras del sitio de recolección al laboratorio para evitar la multiplicación de los microorganismos presentes o la inactivación de algún microorganismo (25,26).
- Detectar bacterias que suponen entre  $10^{-4}$  y  $10^{-7}$  de la microbiota normal del alimento, utilizando medios selectivos (25,26).
- Los tratamientos tecnológicos pueden producir daños subletales en los microorganismos que no pueden, en esas condiciones, ser sometidos rigurosamente a medios selectivos y es necesaria la utilización de medios de recuperación (25,26).
- Es necesario realizar una evaluación sistemática de los medios de cultivo para prevenir la variabilidad debida a pequeños errores en la preparación de los mismos (25,26).

El planteamiento del muestreo del alimento es diferente si se trata de un muestreo único o de un muestreo repetido. Cuando hay que hacer un muestreo de una partida única de producto hay que considerar que los datos de mayor importancia los proporcionan las normas de elaboración y conservación del alimento. Ningún muestreo único puede dar una garantía total de calidad microbiológica del alimento y, como norma general, es conveniente analizar un número de muestras equivalente al 1% si el lote es grande y al 10% si es pequeño. En el caso de un muestreo repetido, el sistema se basa en el análisis de 10 muestras al azar y se rechaza el lote cuando se detecta en el análisis un elevado recuento microbiológico, esto obligará al fabricante a establecer medidas de seguridad suficientes para proteger adecuadamente al consumidor y producir alimentos inocuos (25,26).

### **3. Recuentos de microorganismos viables "totales"**

Los recuentos "totales" expresan las unidades formadoras de colonias (ufc) por gr o cc de un alimentos obtenido en determinadas condiciones. No existe una relación directa entre la microbiota aerobia y la posible presencia en los alimentos de microorganismos patógenos de procedencia intestinal, ni tampoco de otros agentes de infecciones e intoxicaciones alimentarias de diversa procedencia. En realidad un recuento alto de ufc en un alimento indica que, probablemente, ha estado conservado en condiciones de tiempo y temperatura que han permitido el desarrollo de microorganismos. Este número no guarda relación con el de microorganismos patógenos por lo que no puede usarse como índice de su presencia y sólo debe considerarse un indicador de las características higiénicas generales del alimento. La simplicidad de la técnica hace que el recuento de la placa en microbiota aerobia viable sea un paso inicial frecuente en el análisis microbiológico de los alimentos (27).

Dependiendo de las características del medio utilizado (medio enriquecido, medio limitado en nutrientes) y de las condiciones de incubación (mesófilos, psicrófilos) los microorganismos analizados serán miembros de poblaciones diferentes. En general se investiga la presencia de microorganismos aerobios o aerotolerantes (anaerobios facultativos); aunque, en ciertas situaciones los alimentos envasados al vacío, puede ser de interés hacer recuentos de anaerobios totales (39).

#### 4. **Microorganismos índices e indicadores**

Microorganismo índice es aquél cuya presencia alerta la posible presencia de un microorganismo patógeno relacionado ecológicamente con él. (Ej.: Enterobacterias, coliformes fecales). Mientras que microorganismo indicador es aquel cuyo número indica un tratamiento inadecuado o una contaminación posterior del alimento analizado (26).

Un microorganismo dado puede actuar como índice e indicador simultáneamente, incluso en un mismo alimento. A pesar de que actualmente es posible detectar casi cualquier tipo de microorganismo patógeno, se siguen llevando a cabo análisis de microorganismos determinados como marcadores por razones de economía, rapidez y sensibilidad. Los principales marcadores son: grupo *coli-aerogenes*, *E. coli*, y estreptococos del grupo D de Lancefield (26).

#### 5. ***Escherichia coli* y coliformes**

Las investigaciones ecológicas han puesto de manifiesto que *E. coli*, procede del intestino de hombre y de los intestinos de los animales de sangre caliente, si bien puede sobrevivir y aún multiplicarse en determinados substratos. El origen fecal de *E. coli*, concluye que si esta bacteria se encuentra en algún alimento ello indica que han tenido lugar una contaminación de origen fecal y que, consiguientemente, existe el riesgo de que hallan llegado al alimento en cuestión microorganismos patógenos de procedencia entérica (28, 29).

En los alimentos que han sido sometidos a un tratamiento de higienización eficaz, que asegura su inocuidad para el consumidor, por lo general la determinación de coliformes o microorganismos del grupo coliaerógenes (microorganismos que incubados a 37° C, fermentan la lactosa con producción de gas en un medio, con verde brillante y 2 % de bilis) no tiene necesariamente relación con una contaminación de origen fecal y consiguientemente, con la posible presencia en los alimentos de microorganismos patógenos de procedencia entérica, sino que es sólo una indicación de deficiencias o fallos en el tratamiento industrial de los alimentos (28,29).

Se utiliza a veces también la denominación "coliformes fecales" refiriéndose a los microorganismos que crecen y producen gas a partir de la lactosa en un medio que contiene sales biliares u otros agentes selectivos, equivalentes y que se incuba a 44 - 45.5 °C (28,29).

#### **6. Cuantificación de *E. coli* a través de films secos (petrifilm 3M)**

Las placas petrifilm 3M para recuento de *E. coli* constituyen un sistema listo para usarse, contiene los elementos nutritivos del medio bilis rojo violeta (VRB), un agente gelificante, un indicador de actividad de glucuronidasa y un indicador químico. Está compuesta por una lámina de papel con una cuadrícula impresa recubierta de polipropileno sobre la cual se encuentra el medio de cultivo conteniendo nutrientes del medio VRB, el indicador 5-bromo-4-cloro-3-indolil-beta-D-glucurónido (BCIG) y un agente gelificante soluble en agua fría (área donde crecen los microorganismos). Se complementa en la parte superior con otra lámina de polipropileno que contiene gel soluble en agua fría y tricloruro de trifenil tetrazolio (ó TTC) que sirve como indicador (30).

La técnica de petrifilm 3M ayudan a maximizar la productividad e incrementar la eficiencia en el laboratorio. Está técnica hace más eficiente y simple el proceso de muestreo microbiológico, ya que es más sencilla que la técnica del número más probable (NMP), reduce las horas requeridas para realizar el muestreo microbiológico (de 24 hrs a 48 hrs de incubación), aumenta su productividad, y proporciona resultados consistentes y fáciles de interpretar utilizando las normas estándares para tal técnica. También juega un papel importante en los procesos de alimentos ya que ayuda a verificar la inocuidad en los puntos críticos de control (PCC) y puntos de control (PC), incluyendo líneas de producción, equipo y evaluación ambiental (30).

#### **7. Cuantificación de *S. aureus* en alimentos**

El crecimiento de *S. aureus* en comidas presenta un peligro potencial para la salud, debido a que algunas cepas producen enterotoxinas, las que dependiendo de su concentración e inmunidad del individuo causan intoxicación alimenticia al ser ingeridas. La determinación de *S. aureus* en el laboratorio es por enumeración, ya que se necesita de un mínimo de  $10^6$  células de una cepa toxigénica para que la toxina presente ocasiones trastornos gastrointestinales en el humano (31).

Los métodos de enumeración de *S. aureus* en alimentos toman en cuenta su capacidad de crecer en altas concentraciones de sal, de hidrolizar la lectina de la yema de huevo y reducir el telurito de potasio a telurio metálico. La producción de coagulasa es la prueba básica para su identificación (31).

Existen varios factores que afectan el aislamiento y enumeración de *S. aureus* tales como el estado físico del alimento y la competencia con otros microorganismos. Los medios con demasiada sal no se utilizan para el aislamiento de *S. aureus* en alimentos, ya que pueden inhibir su crecimiento. El medio de Baird-Parker es el más recomendado (31).

#### **8. Cuantificación de mohos y levaduras a través de films secos (petrifilm 3M)**

Las placas petrifilm 3M para recuento de mohos y levaduras constituyen un sistema listo para usar, contienen nutrientes suplementos con antibióticos, un agente gelificante y un indicador químico. Está compuesta por una lámina de papel con una cuadrícula impresa recubierta de polipropileno sobre la cual se encuentra el medio de cultivo conteniendo nutrientes del medio "Sabhi", dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), indicador de fosfatos (BCIP) y un agente gelificante soluble en agua fría. Se complementa en la parte superior con otra lámina de polipropileno que contiene nuevamente los dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), indicador BCIP y gel soluble en agua fría (32).

Cientos de especies de mohos y levaduras provenientes de los alimentos pueden existir en el ambiente debido a su temperatura de crecimiento. El amplio rango de condiciones de crecimiento que favorecen a los mohos y levaduras originados por alimentos pueden ocasionar alteraciones en la materia prima, invadir los equipo del proceso así como las instalaciones de almacenaje. Las placas petrifilm 3M para mohos y levaduras pueden determinar a lo largo del proceso del alimentos, la presencia de estos microorganismos en un tiempo de incubación de 3 a 5 días (33).

Estas placas para recuento de mohos y levaduras son más fáciles de utilizar que los métodos acidificados de PDA, ya que el diseño está constituido por una película cubierta de nutrientes, antibióticos y agentes gelificantes, por lo que no es necesario adicionar antibióticos (33).

## **G. Leche y derivados lácteos**

Debido a que la leche tiene un alto porcentaje de agua, se utiliza como fuente de agua en alimentos como los pasteles, panes y sopas de crema. El contenido de azúcar de la leche es aproximadamente el 5%, por lo que el valor de lactosa es muy bajo, además la leche constituye una fuente de proteínas de alta calidad. La vaca convierte la proteína de la pastura en proteína alimenticia con una eficiencia del 31 %, esto hace que la leche contenga un alto contenido de proteínas (34,35).

En Guatemala la ley determina el contenido de grasa para la leche entera y varía de 3.0 a 3.8 %. El estándar nacional propone un mínimo de contenido de grasa del 3.25 %. La leche contiene muy poco contenido de hierro, es una buena fuente de fósforo y una excelente fuente de calcio. La vitamina A se encuentra en la grasa de la leche y también algo de tiamina (derivada de las bacterias presentes en el rumen). Es una buena fuente de niacina y excelente de riboflavina. Esta última, que da la fluorescencia verdosa al suero (la parte acuosa de la leche de donde se extrae gran parte de la proteína), está influenciada por la alimentación de la vaca y por el flujo de la leche. El contenido de ácido ascórbico de la leche varía según la alimentación de la vaca y los procedimientos utilizados para preparar las diferentes formas de leche en el mercado (34,35).

La leche tiene una infinidad de formas de industrialización, especialmente porque se ha desarrollado mucha tecnología, en cuanto a maquinaria y procesos se refiere; probablemente debido a que es un producto de mucha aceptación a nivel de consumidores en todo el mundo. De la leche se pueden obtener derivados directos, también se debe tener presente que la leche se puede usar como ingrediente importante en la elaboración de muchos otros productos alimenticios, entre los derivados lácteos principales tenemos: queso y su gran variabilidad de productos, leche fluida pasteurizada, yogurt, leche cultivada, crema o nata, crema dulce, helados, bebidas, dulce de leche y mantequilla (34,35).

La preparación de la leche para elaborar derivados lácteos consiste, en algunos casos, en la eliminación parcial o total de la crema, en la aplicación de algún tratamiento térmico que permita la eliminación de las bacterias patógenas presentes en la misma y en la incorporación de algunos aditivos tales como el cloruro de calcio y los cultivos lácticos. A su vez se requiere que haya sido obtenida a partir de un ordeño higiénico y que se conserve

en recipientes de acero inoxidable limpios para su transporte o almacenamiento antes de ser procesada. Si este almacenamiento es por largo tiempo, debe considerarse la refrigeración de la leche para evitar que se descomponga (35).

El tratamiento térmico que se realiza se conoce como pasteurización y consiste en calentar cada partícula de leche a una temperatura de 63°C por 30 minutos y luego enfriar hasta 35-36 °C (Pasteurización lenta) o a 72.6 °C por 15 segundos y luego enfriar hasta 20 °C (Pasteurización rápida). El proceso de pasteurización debe realizarse en equipo aprobado como tanques pasteurizadores o pasteurizadores de placas. Estos deben estar en perfectas condiciones de funcionamiento, debidamente lavados y esterilizados con anterioridad (35). Las razones más importantes por las que se deben realizar la pasteurización se describe a continuación:

1. Eliminar bacterias patógenas que podrían causar enfermedades en el hombre tales como: brucelosis, tuberculosis, tifoidea, salmonelosis, fiebre escarlatina, envenenamiento por estafilococos o botulismo y otras (36).
2. Eliminar bacterias no deseables (36).
3. Obtener crema y queso más uniforme (36).
4. Inactivar enzimas (36).
5. Mejorar actividad de los cultivos (36).
6. Cumplir con los requisitos de los reglamentos de salud pública (36).
7. Mejorar y mantener la calidad del producto (36).

#### **H. Crema o nata**

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) define a la crema como el producto obtenido a partir de la leche mediante concentración y separación de la materia grasa en ella dispensada. Los glóbulos de grasa emulsionados en la leche tienen menos densidad que el plasma lácteo, la gravedad determina que se reúnan en la superficie durante el reposo, constituyendo una capa viscosa, amarillenta y espesa, denominada nata, crema o leche aflorada, mientras que el líquido subyacente, pobre en manteca, es la leche desnatada. En la unidad de comercialización los pasos de elaboración para la obtención de la crema fresca tipo ácida se muestran en el Anexo 6 (37).

## 1. Composición

La composición de la crema es muy variable y su variabilidad depende de la técnica empleada para su obtención, sobre todo por la proporción de grasa. La proporción de grasa en la crema a florada o desnatada a mano es del 25 y 30 %, mientras que la crema centrifugada contiene el 35 y 45 % de grasa, pudiendo llegar incluso al 60 % de grasa, lo que permite que se conserve mejor ya que se reduce el crecimiento microbiano por disminución de proteínas. El contiene de las vitaminas A y D de la leche, disueltas en ella le da características de un alimento altamente protector; por lo que es una forma de ingesta adecuada de grasa para inválidos y convalecientes. El porcentaje de componentes de la crema varía según la técnica utilizada para obtenerla (Tabla 7.) (38).

**Tabla 7. Composición química de varias clases de crema**

Componentes	Crema a florada		Crema centrifugada			
	leche %	suero lácteo %	a (%)	b(%)	c (%)	d (%)
agua	68.50	58.60	72.90	64.10	59.70	55.40
grasa	25	36.50	20	30	35	40
sustancias proteicas	2.80	0.80	3	2.60	2.40	2
lactosa	3.30	3.70	3.6	3	2.70	2.40
ceniza	0.40	0.40	0.5	0.30	0.2	0.20
densidad a 15 °C	1.004		1.012	1.002	0.997	0.965

**Tomado de:** Rosell J. Métodos analíticos de Laboratorio Lactológicos y Microbiología de las Industrias Lácteas. 1era edición. Barcelona -Madrid- editorial LABOR, S.A. 1,992 (489 pp).

## 2. Clasificación

En diversos países, las cremas se clasifican para su empleo atendiendo a su proporción de grasa, por ejemplo:

- Crema para fabricar manteca, no menos de 25 al 30 % de grasa, y un grado de acidez de 7.5 Soxhlet-Henkel (40).
- Crema para café, no menos de 12 a 15 % de manteca (40).
- Crema para extenderla sobre pan, etc., no menos del 35 % de grasa (40).

- Crema para mezclar con frutas, no menos del 25 % de grasa (40).
- Crema coagulada (clotted cream), con 60 a 70 % de grasa (40).
- Crema en lata, con el 20 al 30 % de grasa (40).

Entre los diferentes tipos de crema que se consume en Guatemala, pueden mencionarse los siguientes:

- Crema cuajada: se obtiene reposando por doce horas la leche, luego se escalfa y se deja reposar de nuevo. Además contiene una gran parte de proteína y carbohidratos lo que le da la constitución ácida (alto contenido de proteínas) o dulce (alto contenido de carbohidratos) (39).
- Crema reconstituida: la cual difiere un poco en apariencia o sabor de la crema fresca; es hecha emulsificando, margarina, sal y leche (39).
- Imitación de crema: se realiza emulsificando una mezcla de margarina sin sal, leche en polvo y agua (39).

### **3. Características organolépticas**

Se pueden examinar calentando una parte pequeña de la muestra a 30 °C y examinando entonces su olor y pureza (41).

- Color: la crema puede ser color amarillento, blanco, gris o rosado (41).
- Sabor: la crema debe tener el sabor característico de un producto fresco y estar libre de sabor ácido, amargo y cualquier sabor extraño o de deterioro (41).
- Olor: debe tener el olor característico de un producto fresco y estar libre de cualquier olor extraño o de deterioro (41).
- Aspecto: atendiendo a la consistencia la crema se clasifica en fluida, espesa, espumosa, granulosa, en copos, filante, etc (41).

### **4. Características microbiológicas**

Según la norma COGUANOR-NGO-34-133, la crema no debe contener microorganismos en números mayor a lo especificado; y no debe tener bacterias patógenas en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud (Tabla 8.) (42).

**Tabla 8. Criterios microbiológicos**

<b>Microorganismo</b>	<b>N (1)</b>	<b>c (2)</b>	<b>m (3)</b>	<b>M (4)</b>
coliformes fecales, por gramo	5	2	< 3	100
<i>Eschericha coli</i> , por gramo	5	0	---	< 3
<i>Staphylococcus aureus</i> , por gramo	5	2	20	1,000
recuentos de mohos y levaduras, por gramo	5	2	10	1,000

(1) N = número de muestras que deben analizarse por lote

(2) c = número de muestras que se permite que tenga un recuento mayor que m pero no mayor que M

(3) m = recuento mínimo aceptable

(4) M = recuento máximo permitido

**Tomado de:** Norma COGUANOR-NGO-34-133, 1ª. Revisión 1,999.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

La venta informal de productos lácteos dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala proveniente en su mayoría de la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha despertado interés en las autoridades de inocuidad del laboratorio de control de alimentos de la Unidad de Salud; ya que para poder vender un producto dentro y fuera del campus universitario se debe cumplir con parámetros de calidad microbiológicos establecidos por las autoridades del Consejo Superior Universitario para su comercialización.

Las condiciones actuales en el proceso de producción de la crema fresca no son las indicadas para obtener un producto inocuo, ya que esta industria artesanal de lácteos no cumple con los requerimientos mínimos de un proceso de control de calidad microbiológico. Las aplicaciones de buenas prácticas de manufactura en el proceso de elaboración son mínimas, permitiendo el incremento potencial de contaminación de la crema con microorganismos patógenos y/o indicadores de contaminación. La presencia de estos microorganismos en concentraciones que excedan los recuentos máximos permitidos de acuerdo con la norma COGUANOR-NGO-34-133, hacen que el alimento no sea apto para el consumo humano. Actualmente el riesgo de consumir crema en la que no han sido minimizados los factores de manipulación, predispone al riesgo de adquirir infecciones o intoxicación alimentaria. Con base en esto, la investigación se enfoca a evaluar las características microbiológicas de la crema e implementar mejoras en su elaboración para disminuir las fuentes de contaminación y estar dentro de los recuentos permitidos según la norma COGUANOR-NGO-34-133 y por lo tanto obtener un alimento apto para el consumo humano.

## V. OBJETIVOS

### 1. General

Mejorar la calidad microbiológica de la crema fresca artesanal producida y comercializada en Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 2. Específicos

- a. Evaluar el estado actual de la crema fresca artesanal comercializada en la Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia a través de diferentes análisis microbiológicos.
- b. Determinar los puntos críticos de control en el proceso de producción de la crema artesanal.
- c. Aplicar acciones correctivas para cada punto crítico de control para disminuir el riesgo de contaminación microbiológica.
- d. Mejorar la calidad de la crema fresca por medio de acciones correctivas e intervenciones en el proceso de producción.
- e. Impartir capacitaciones adecuadas para la elaboración de crema inocua.
- f. Evaluar la calidad microbiológica de la crema fresca después de aplicar las acciones correctivas e intervenciones, a través de la verificación microbiológica de la crema fresca.

## **VI. HIPÓTESIS**

Los recuentos microbiológicos de las muestras de crema fresca analizadas postintervención, disminuirán con respecto a los recuentos microbiológicos de las muestras preintervención, y el producto final estará dentro de los recuentos permitidos según la norma COGUANOR-NGO-34-133.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Universo de trabajo

El universo del estudio comprendió tres lotes de crema fresca producido en la unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### Muestras

Crema fresca que se recolectó aleatoriamente; comprendiendo un total de 36 muestras de las cuales, 18 se recolectaron en fase preintervención y las restantes 18 en fase postintervención.

### B. Recursos humanos

Tesista: Br. Luis Francisco Jerez Galicia.

Asesora: Licda. Brenda López de Quevedo.

### C. Recursos institucionales

- Sección de Control de Microbiología de Alimentos de la Unidad de Salud-Laboratorio Clínico Bienestar Estudiantil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 3er nivel.
- Unidad de Comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### D. Recursos materiales

#### 1. Equipo

incubadora bacteriológica a  $32 \pm 1$  °C

refrigeradora  $4$  °C  $\pm$   $2$  °C

cámara de Québec

campana de Seguridad con flujo laminar

balanza semianalítica (2,000 g de capacidad, sensibilidad de 0.1 g)

asas bacteriológicas

mechero Bunsen

cucharas estériles

espátulas

**2. Cristalería**

pipetas graduadas estériles de 1 y 10 cc  
varilla de vidrio en forma de gancho  
cajas de petri  
erlenmeyers  
tubos de rosca para cultivo

**3. Medios de cultivo**

placa petrifilm 3M de Coliformes y *E. coli* y Mohos y Levaduras  
agar Baird-Parker  
agua peptonada al 0.1 % estéril  
caldo tripticasa soya con 10 % NaCl + 1 % de piruvato de sodio  
plasma de conejo con EDTA  
emulsión de yema de huevo-telurito al 10 %

**E. Metodología****1. Elaboración del diagrama de flujo de la crema fresca**

Se realizaron visitas permanentes por dos semanas de 7:00 a.m. a 10:00 a.m. a la unidad de comercialización de la Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, y se propuso un diagrama de flujo del proceso de elaboración de la crema fresca (Anexo 7).

**2. Implementación de HACCP**

Se realizó un Sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de Puntos Críticos de Control (HACCP) como ya se mencionó en los antecedentes, por medio del diagrama de producción de la crema fresca propuesto (Anexo 7).

### **3. Recolección de muestras**

#### **a. Primera recolección**

Se realizaron 3 muestreos aleatorios durante una semana de todo el proceso de producción de la crema fresca sin acciones correctivas. Se recolectaron de cada punto de control (PC) y punto crítico de control (PCC) del proceso, incluyendo producto final (Anexo 7). Las muestras se trasladaron y procesaron en el laboratorio de control de calidad de alimentos de la Unidad de Salud de Bienestar Estudiantil de la USAC.

### **4. Procesamiento de la primera recolección de muestras**

#### **a. Recuento de coliformes fecales y *E. coli* (43)**

Se realizó la técnica de cuantificación de coliformes y *E. coli* utilizando placas petrifilm 3M procediendo de la siguiente manera:

- Pesar 25 gr de muestra en una balanza analítica.
- Agregar 90 cc de agua peptonada como diluyente al frasco Manson.
- Mezclar y homogenizar la muestra durante 2 minutos.
- Realizar la dilución 1: 10 de la muestra.
- Colocar la placa petrifilm en una superficie plana, y levantar el film superior para la inoculación de 1 cc muestra, evitando que se introdujera burbujas de aire.
- Esparcir con el aplicador la muestra a lo largo de la placa petrifilm por un minuto.
- Incubar las placas petrifilm en posición cara arriba, a  $32\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 hrs.
- Posteriormente observar si hubo crecimiento de colonias con un viraje de la placa a un color azul violeta y producción de gas a su alrededor, el cual indicó la presencia de *E. coli*, y las colonias de color rosado intenso sin producción de gas fueron un indicador de coliformes fecales .
- Contar las placas en la cámara de Québec, para obtener los recuentos de UFC/ml.

#### **b. Cuantificación de *S. aureus* (44)**

Se realizó la cuantificación de *S. aureus* utilizando el método de Baird-Parker de la siguiente manera:

- Preparar el medio de agar Baird-Parker.

- Realizar una dilución 1:10 de la muestra a analizar, medir 10 cc y agregar 90 cc de agua peptonada al 0.1 % y homogenizar.
- Realizar las diluciones adecuadas (1:10, 1:100 y 1:1000) de acuerdo al producto a analizar.
- Esparcir 1 cc de cada dilución en 3 cajas de agar Baird-Parker.
- Homogenizar el inóculo sembrado en la superficie del medio con una varilla de vidrio en forma de gancho.
- Dejar que el inóculo se absorba en el agar e incubar a 35 °C por 48 horas.
- Seleccionar y cuantificar las cajas que contenían entre 20-200 colonias típicas de *S. aureus*. Las colonias presentan morfología circular, convexa y húmeda, un diámetro de 2-3 mm y de color negro rodeadas de un halo opaco y estéril, a su vez, rodeado de una zona clara la cuál se debe a la precipitación de la yema de huevo.
- Seleccionar una o más colonias de cada tipo y realizar una coloración de Gram confirmándose la presencia de coco Gram positivo agrupados en racimos.
- Sembrar cada colonia sospechosa en un vial que contenía 0.3 cc caldo tripticasa soya (CTS).
- Incubar a 35 °C por 24 horas.
- Adicionar 0.5 cc de plasma de conejo al crecimiento obtenido en CTS.
- Mezclar e incubó a 35 °C durante 4-6 horas.
- Observar la formación de un coágulo completo y firme que no se mueve al invertir el tubo confirmándose como prueba positiva (++++).
- Reportar las Unidades Formadoras de Colonia por mililitro.

**c. Cuantificación de mohos y levaduras (43)**

Se cuantificó la presencia de mohos y levaduras utilizando placas petrifilm 3M procediendo de la siguiente forma:

- Preparar una dilución 1:10 de la muestra a analizar y homogenizar la muestra.
- Colocar la placa petrifilm en una superficie plana y levantar el film superior.
- Colocar 1 cc de la dilución 1:10 con una pipeta de forma perpendicular a la placa en el centro del film inferior. Bajar el film superior y dejar caer evitando burbujas de aire.

- Colocar el aplicador para petrifilm levaduras/mohos sobre la placa.
- Esparcir el inoculo sobre el área circular con el aplicador .
- Levantar el aplicador y esperar un minuto para que solidificara el gel.
- Incubar las placas cara arriba a 25 °C por 5 días.
- Observar el crecimiento de colonias grandes y planas, con bordes difusos y núcleo central, indicando la presencia de mohos, también se observan colonias pequeñas, con bordes difusos de color verde-azul sin núcleo central, indicando crecimiento de levaduras.
- Cuantificar las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec, reportar en UFC/ml

#### **5. Establecimiento de acciones correctivas y capacitación del personal (20)**

Se establecieron las acciones correctivas y se capacitó al personal de la siguiente forma:

- Se implementó una pasteurización rápida de la leche por medio de ensayo y error hasta obtener la temperatura y tiempo adecuados para reducir la presencia de microorganismos a niveles aceptable según la norma COGUANOR NOG-34 133 y mantener las características organolépticas del producto (Anexo 8 y 9).
- Se establecieron las acciones correctivas en los pasos del proceso considerados como puntos críticos de control (PCC) y de los que se observaron un elevado recuento microbiológico de acuerdo con la norma COGUANOR (Anexo 9).
- Se capacitó al operario de la unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia sobre buenas prácticas de manufactura (BPM) e inocuidad de alimentos por medio de recursos audiovisuales y una parte práctica en la planta de proceso.
- Se supervisó el proceso de producción verificando las aplicaciones de las acciones correctivas que se implementaron para mejorar la calidad microbiológica; también se resolvieron las dudas y complicaciones que surgieron al momento de poner en práctica las acciones correctivas.

## **6. Recolección de muestras**

### **a. Segunda recolección**

Se procedió a la segunda recolección de muestras con el método implementado, se realizaron 3 muestreos aleatorios en la semana de todo el proceso de producción de la crema fresca con las acciones correctivas. Las muestras se obtuvieron de cada punto de control (PC) y punto crítico de control (PCC) del proceso, incluyendo producto terminado en los mismo puntos del primer muestreo bajo las mismas condiciones (Anexo 10).

## **7. Procedimiento de la segunda recolección de muestras**

Para el procesamiento de las muestras se utilizaron las mismas metodologías que en primera recolección de muestras.

## **8. Evaluación de resultados (39)**

Los resultados se evaluaron de la siguiente manera:

- Se compararon los resultados de los PC y PCC en el primer y segundo muestreo para ver si hubo una disminución en los recuentos microbiológicos de coliformes fecales, *E. coli*, *S. aureus*, mohos y levaduras
- Se observó que los recuentos microbiológicos en producto final del primer muestreo no cumplían con la norma COGUANOR NGO-34-133, mientras que los recuentos microbiológicos en producto final del segundo muestreo, estuvieron dentro de los límites permitidos por esta norma, observándose así una disminución entre los dos muestreos.
- Los resultados del primer y segundo muestreo se reportaron por medio de un certificado de calidad, que se le entregó a la unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**F. Diseño estadístico****1. Muestreo y diseño del muestreo**

Se realizó un muestreo piloto por conveniencia preintervención y postintervención, con un número inicial de 18 muestras de crema fresca, seleccionando una muestra por Punto de Control y Punto Crítico de Control del proceso de tres lotes seleccionados aleatoriamente.

Para afinar el proceso de pasteurización implementado se realizaron replicas ensayo-error hasta que los recuentos microbiológicos se redujeron a los límites aceptados por la norma COGUANOR NGO-34-133.

**2. Análisis de resultados**

Se llevó a cabo un análisis descriptivo tanto, del primero como el segundo conteos microbiológicos de coliformes fecales, *E. coli*, *S. aureus*, mohos y levaduras, del primer y segundo muestreo y se verificó si cumplían o no con la norma COGUANOR-NGO-34-133.

## VIII. RESULTADOS

El trabajo se dividió en tres partes: en la primera se realizaron visitas a la Unidad de Comercialización para realizar un diagrama de flujo del proceso (Anexo 7), del cual se realizó un HACCP (Anexo 8 y 9). Con el diagrama de flujo, se llevó a cabo un primer muestreo en cada PC, PCC y producto final.

La segunda parte consistió en poner en práctica una pasteurización rápida como una acción correctiva y se realizó una capacitación teórica práctica al operario sobre BPM e inocuidad de los alimentos; la parte teórica se realizó por medio recursos audiovisuales y la parte práctica se realizó en la Unida de Comercialización evaluando lo aprendido en la parte práctica.

También se llevó a cabo un segundo muestreo en los mismos PC, PCC del primer muestreo y producto final del proceso como ultima parte del trabajo, con el fin de verificar si el producto final cumplía con la norma COGUANOR NGO-34-133 y era apto para el consumo humano (Anexo 12).

Con las visitas realizadas a la Unidad de Comercialización se obtuvo un diagrama de flujo con el cual se determinaron los PC y PCC del proceso de elaboración de la crema fresca (Anexo 7). También permitió observar el conocimiento y aplicación de las BPM por parte del operario durante el proceso de elaboración.

Asímismo, se llevó a cabo un primer muestreo en cada uno de los PC y PCC en 3 lotes diferentes de crema fresca, para determinar el estado microbiológico de la crema fresca y de todo su proceso de elaboración (Anexo 7).

En la Tabla 9, se muestran los resultados del primer muestreo preintervención en el cual se obtuvo recuentos microbiológicos elevados de coliformes fecales, *E. coli*, *S. aureus* y mohos en los PC y PCC del proceso.

**Tabla 9. Recuentos microbiológicos obtenidos del primer muestreo (preintervención) del proceso de elaboración de la crema fresca**

punto de muestreo (PC y PCC)	identificación	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)		
		lote No.1	lote No. 2	lote No.3
recepción de la leche (PC)	coliformes fecales	900	1,000	2,000
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	550,000	780,000	660,000
	mohos	2,000	1,000	1,000
	levaduras	200	200	400
leche colada (PCC)	coliformes fecales	1,000	1,000	2,000
	<i>E. coli</i>	200	300	100
	<i>S. aureus</i>	640,000	700,000	740,000
	mohos	1,000	1,000	2,000
	levaduras	100	100	400
leche después del calentamiento (PCC)	coliformes fecales	1,000	2,000	2,000
	<i>E. coli</i>	200	400	90
	<i>S. aureus</i>	870,000	840,000	780,000
	mohos	1,000	2,000	1,000
	levaduras	200	200	500
salida de la crema por el grifo (PC)	coliformes fecales	1,000	2,000	2,000
	<i>E. coli</i>	200	300	100
	<i>S. aureus</i>	980,000	950,000	710,000
	mohos	1,000	2,000	1,000
	levaduras	300	300	500
crema reposada (PC)	coliformes fecales	1,000	2,000	2,000
	<i>E. coli</i>	300	600	100
	<i>S. aureus</i>	900,000	> 1,140,000	950,000
	mohos	1,000	2,000	1,000
	levaduras	300	300	100
envasado (producto final) (PC)	coliformes fecales	> 20,000	> 20,000	2,000
	<i>E. coli</i>	400	500	100
	<i>S. aureus</i>	>1,140,000	>1,140,000	>1,140,000
	mohos	1,000	2,000	2,000
	levaduras	300	300	100

**Fuente:** Resultados del primer muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

En la segunda parte se realizaron dos tipos de pasteurización rápida con el fin de que el producto final cumpliera con la norma COGUANOR NGO-34-133. El primer ensayo consistió en calentar la leche a 72.5 °C durante 15 segundos, sometiéndola un shock térmico durante 5 minutos para bajarla a una temperatura de 4 a 6 °C. El shock térmico se realizó vertiendo la leche pasteurizada en un tanque de acero inoxidable a 4 °C; esta temperatura se alcanzó debido a que el tanque estuvo sumergido en agua con hielo. En la segunda pasteurización rápida, se calentó la leche a una temperatura mayor, siendo de 82 °C durante 4 minutos, y se sometió a un shock térmico de la misma forma que el primer ensayo. Los recuentos microbiológicos fueron similares a los de la norma COGUANOR NGO-34-133 y disminuyeron con respecto al primer ensayo (Anexo 11).

Además, como parte de la segunda fase de este trabajo se llevó a cabo una capacitación teórica práctica del personal que labora en la Unidad de Comercialización. En la parte teórica se utilizaron recursos audiovisuales para impartir aspectos de: higiene personal, control de enfermedades, higiene en el área de procesamiento, almacenamiento de productos lácteos, identificación de áreas, limpieza y desinfección.

La parte práctica se llevó a cabo durante el proceso de elaboración de la crema con el fin de observar la aplicación correcta de las BPM y corregir errores de la misma. Los aspectos evaluados en la parte teórica fueron: lavado de manos, limpieza y desinfección del área de trabajo y utensilios, así como la aplicación correcta de desinfectantes y almacenamiento de dichos productos.

Por último, en la tercera parte, se llevó a cabo un segundo muestreo con las acciones correctivas ya implementadas en el proceso de elaboración utilizando 3 lotes diferente (Anexo 12).

En la Tabla 10, se observa la disminución de los recuento microbiológicos obtenidos durante el segundo muestreo con respecto al primero en recepción de la leche y leche colada. Asimismo se observan que no hubo crecimiento microbiológico en los demás puntos muestreados.

**Comentario [U1]:** Elimina y coloca con el fin de que el producto...

**Comentario [U2]:** Agrega ;

**Comentario [U3]:** a

**Comentario [U4]:** a una temperatura mayor siendo de

**Comentario [U5]:** Tabla No. 7

**Comentario [U6]:** lo que muestra que es similar a la norma COGUANO 0 UFC....

**Comentario [U7]:** AGREGA Para dicha unidad de comercialización de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, este debe ser el método a implementar permanentemente para cumplir con lo que requiere la norma nacional (COGUANOR < ....).

**Comentario [U8]:** Agrega En la segunda parte de este trabajo se llevó a cabo una capacitación en la cual fue realizada en dos partes (teórica y práctica)

**Comentario [U9]:** Elimina De la cual en ....

**Comentario [U10]:** Elimina y coloca observar

**Tabla 10. Recuentos microbiológicos obtenidos del segundo muestreo (postintervención) en el proceso de elaboración de crema fresca**

punto de muestreo (PC y PCC)	identificación	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)		
		lote No.1	lote No. 2	lote No.3
recepción de la leche (PC)	coliformes fecales	300	500	400
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	250,000	100,000	110,000
	mohos	800	300	100
	levaduras	50	80	50
leche colada (PCC)	coliformes fecales	400	500	600
	<i>E. coli</i>	40	30	20
	<i>S. aureus</i>	280,000	240,000	150,000
	mohos	400	200	200
	levaduras	90	100	40
leche después de tratamiento térmico (PCC)	coliformes fecales	<10	<10	<10
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	<100	<100	<100
	mohos	<10	<10	<10
	levaduras	<10	<10	<10
salida de la crema por el grifo (PC)	coliformes fecales	<10	<10	<10
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	<100	<100	<100
	mohos	<10	<10	<10
	levaduras	<10	<10	<10
crema reposada (PC)	coliformes fecales	<10	<10	<10
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	<100	<100	<100
	mohos	<10	<10	<10
	levaduras	<10	<10	<10
envasado (producto final) (PC)	coliformes fecales	<10	<10	<10
	<i>E. coli</i>	<1	<1	<1
	<i>S. aureus</i>	<100	<100	<100
	mohos	<10	<10	<10
	levaduras	<10	<10	<10

**Fuente:** Resultados del primer muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

## IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diagrama de flujo del proceso que se elaboró de la crema fresca para la Unidad de Comercialización, se implementó para realizar el análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) del procesamiento de la crema fresca, ya que no se contaba con ningún sistema de análisis que les permitiera detectar alguna falla durante la elaboración de la crema y así corregirla.

Dentro del HACCP se detectaron tres puntos críticos de control (PCC): el primero fue el colado de la leche, que es un paso crítico ya que la leche al momento que se recolectó y transportó hacia la planta se pudo contaminar de agentes físicos como: vidrios, metales, madera, paja, insectos, etc., por lo que se debió realizar correctamente este paso para eliminar cualquier tipo de contaminación física en la leche. Además, por medio del análisis microbiológico se pudo detectar que la leche proveniente de los establos no presentaba contaminación por *E. coli*, pero en el momento de colarla se pudo haber contaminado con esta bacteria; con este hallazgo se demostró que el colador no era desinfectado correctamente con las concentraciones de cloro apropiadas (24) .

El segundo PCC en el proceso, fue la pasteurización, ya que con este paso se elimina la presencia de posibles patógenos y bacterias indicadoras de contaminación fecal.

El tercer PCC fueron las buenas prácticas de manufactura (BPM), ya que poniéndolas en práctica se asegura que el operario no contamine la materia prima y el producto por una mala manipulación. Los PC sirvieron para realizar una evaluación microbiológica de todo el proceso y verificar que no existía alguna contaminación importante de la crema en otro punto del mismo proceso.

Las muestras que se recolectaron de los tres lotes del primer muestreo presentaron recuentos microbiológicos en producto final por encima de los límites permitidos por la norma COGUANOR NGO-34-133, a excepción del recuento de levaduras, ya que se mantuvo dentro de los límites en los tres lotes muestreados (<1,000 UFC/ml). Los recuentos microbiológicos elevados de coliformes fecales, *S. aureus* y mohos que se obtuvieron en la recepción de la leche, pudieron deberse a que no se desinfectaron las ubres

de la vaca durante el ordeño o que la recolección de la leche se hizo en recipiente plástico y no hermético y que el transporte y almacenamiento de la leche fue a temperatura ambiente, lo que favorece el crecimiento de estos microorganismos (11-13).

La ausencia de *E. coli* en la leche se pudo deber a que no hubo manipulación directa por parte del operario y contacto con algún utensilio contaminado por esta bacteria. La presencia de mohos y levaduras pudo deberse a que existió una exposición directa de la leche con el ambiente por no contar con un lugar adecuado para el ordeño (24).

En el colado de la leche se obtuvo recuentos elevados de coliformes fecales, *S. aureus*, mohos, y *E. coli*, debido a las malas prácticas de manufactura realizadas por el operario y la mala desinfección de utensilios. Los recuentos de *S. aureus* y *E. coli* probablemente fueron por una incorrecta manipulación por parte del operario, poniendo en evidencia los malos hábitos higiénicos y el incorrecto almacenamiento de la leche después de la recepción (24).

Los recuentos elevados de mohos durante todo el proceso de la crema fresca, probablemente se debieron a que las instalaciones de trabajo no cumplen con las condiciones mínimas para una planta de lácteos, ya que no cuentan con un sistema hermético que evite el contacto con el ambiente exterior (24).

Los recuentos microbiológicos obtenidos después del calentamiento a 36 °C de la leche se mantuvieron elevados; este hallazgo puede explicarse en el hecho de que con dicha temperatura no se pretendía su eliminación, sino facilitar el proceso de descremado (11-13).

La salida de la crema por el grifo de la descremadora y la crema reposada por 30 minutos mantuvieron los recuentos microbiológicos elevados probablemente porque el operario carecía de los conocimientos necesarios para llevar a cabo una adecuada limpieza y desinfección de la misma, además la crema no era reposada en un recipiente hermético para evitar el contacto con el ambiente y no fue almacenada a temperatura de refrigeración .

El producto final mostró recuentos microbiológicos fuera de la norma de referencia (>100 UFC/ml de coliformes fecales, >1,000 UFC/ml de *S. aureus*, >1,000 UFC/ml de mohos y levaduras, >1 UFC/ml de *E. coli*), por lo que esta crema fue reportada como no apta para el consumo humano (Tabla 6).

La pasteurización rápida en el proceso se implementó debido a que en la actualidad no es permitida la venta de derivados lácteos a base de leche no pasteurizada, debido al riesgo que representa para el consumidor adquirir diversas enfermedades gastrointestinales por el consumo de estos productos. El primer ensayo de pasteurización que se llevó a cabo a una temperatura de 72°C por 15 segundos. Los recuentos microbiológicos obtenidos no disminuyeron a valores cercanos a los de la norma COGUANOR NGO-34-133, por lo que se llevó a cabo un segundo ensayo con una temperatura de 82 °C durante 4 minutos, la cuál mostró su efectividad ya que los recuentos microbiológicos que se obtuvieron con esta pasteurización disminuyeron notablemente, y no alteró las características organolépticas de la crema (Anexo 11) (34,35).

Asimismo, para lograr que permanentemente se continúe con este proceso se capacitó al operario de acuerdo a las deficiencias observadas en el momento de manipular o procesar un alimento, ya que en la supervisión visual que se le realizó, el operario no cumplió con ningún parámetro de BPM.

Por lo tanto en la parte práctica de la capacitación se enseñó el procedimiento correcto de lavado de manos, limpieza y desinfección de áreas de trabajo y utensilios, así como el uso correcto de desinfectantes y se hizo énfasis en la higiene personal y la responsabilidad de mantener un alimento inocuo. Además se llevaron a cabo mejoras en el área de trabajo tales como: identificación correcta de áreas y estantes, áreas de almacenamiento de producto, control de temperaturas de refrigeradores y enfriadores, se sellaron las ventanas y puertas con plástico y se introdujo el uso de pediluvio, uniforme y el uso de utensilios de acero inoxidable.

Los recuentos microbiológicos obtenidos durante el segundo muestreo mostraron una disminución notoria en los puntos de recepción de leche y leche colada con respecto al primer muestreo, debido a la aplicación correcta de BPM en el proceso. La pasteurización

rápida implementada en el proceso y la aplicación correcta de BPM por el operario, probablemente fueron la causa de que no hubiese ningún crecimiento microbiológico en los demás puntos del proceso muestreados, tales son: leche después del tratamiento térmico, salida de la crema por el grifo, crema reposada y producto final. Esto pudo deberse a que la temperatura alcanzada durante la pasteurización (82 °C) eliminó la presencia de microorganismos (12).

Por último los recuentos microbiológicos de los PC y PCC del segundo muestreo disminuyeron con respecto a los recuentos obtenidos en el primer muestreo, debido a la implementación de la pasteurización rápida en el proceso (82°C), la aplicación correcta de las BPM y a las mejoras en el área de trabajo. Los recuentos microbiológicos obtenidos del análisis del producto final se mantuvieron según la norma de referencia, haciendo de la crema fresca un producto apto para el consumo humano (Tabla 10) (Anexo 12).

Con los resultados obtenidos en este trabajo se establece un precedente para que se continúe trabajando con los estándares de calidad sugeridos.

## X. CONCLUSIONES

1. La evaluación microbiológica preintervención de la crema fresca artesanal permitió establecer que no era apta para su consumo según la norma COGUANOR NGO-34-133.
2. La implementación del HACCP en el proceso de elaboración de crema fresca permitió detectar los puntos críticos de control tales como colado de la leche, tratamiento térmico y BPM.
3. La falta de aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en el proceso de la crema fresca es un factor de riesgo que se asocia a la presencia de *E. coli*, *S. aureus* y coliformes fecales.
4. La pasteurización que se implementó durante el proceso de elaboración de la crema (82°C/4min), permitió disminuir los recuentos microbiológicos en producto final a límites aceptables de la norma COGUANOR NGO-34-133.
5. La capacitación del operario permitió que se aplicaran correctamente las BPM mejorando el proceso y la calidad de la crema fresca.
6. La evaluación microbiológica postintervención de la crema fresca, evidenció que las acciones correctivas implementadas en el proceso permitieron que los recuentos microbiológicos del proceso estuvieran dentro de los límites permitidos por la norma COGUANOR NGO-34-133, y que se considerará como apta para el consumo humano.

## XI. RECOMENDACIONES

1. Impartir capacitaciones sobre BPM cada seis meses al operario y realizar una evaluación teórica práctica en cada capacitación.
2. Realizar visitas programadas a la Unidad de Comercialización para verificar el cumplimiento correcto de BPM, y realizar monitoreos microbiológicos constante de sus productos lácteos. Las visitas serán conducidas por la Unidad de Salud.
3. Mejorar las instalaciones físicas del área de trabajo, así como introducir el uso de equipo adecuado (utensilios y mesas de acero inoxidable); para garantizar la calidad microbiológica de los productos generados por la Unidad de Comercialización.
4. Implementar un HACCP en cada producto lácteo elaborado en la Unidad de comercialización.
5. Educar a artesanos para que apliquen el método de pasteurización rápida con el fin de elaborar productos inocuos y aptos para el consumo humano.
6. Difundir los resultados encontrados en este estudio entre artesanos que elaboran crema fresca de manera artesanal, como una medida para aplicar esta metodología y así disminuir los brotes de ETA's.
7. Realizar monitoreos microbiológicos de la crema fresca producida por la Unidad de Comercialización cada 6 meses, para verificar que esta se mantenga dentro de límites aceptables. El monitoreo será realizado por la Unidad de Salud.



## XII. REFERENCIAS

1. Valdez W. Determinación de la presencia de enterobacterias en las manos del personal que elabora en puestos de comida, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala, Doc.Tec. 2,001. 4 p.
2. Sección de Microbiología de Alimentos, Anuales del laboratorio, LUCAM; cuaderno de resultados No.7. 1,998-2,002; 72: 32-33.
3. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO). Informe de situación de la declaración correspondiente. Organización Panamericana de la Salud: Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis. 2,001. 158 p.
4. Alvarado JC. Tasa de morbilidad debido a ETA'S en países de Centro América. Revista Epidemiológica Panamericana. 2,002. Disponible en: [http:// www.al-dia.cl/sistema/tablas/listar.asp](http://www.al-dia.cl/sistema/tablas/listar.asp). Fecha de consulta : 21/04/2,004.
5. Menchú DE. Evaluación de la Calidad Microbiológica de los Alimentos Vendidos en la Vía Pública, en Áreas de Venta Callejera del Departamento de Guatemala Consideradas Como Riesgo Por el Departamento de Registro y control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1,996. (p 4 -6) 53 p.
6. Carrera JA, Caballero TA. SIRVETA. INPPAZ-OPS/OMS. Intoxicaciones e infecciones por alimentos. Rev. Panamá Salud Publica vol. 4, Washington March 2001; 18:5-23. <http://intranet.inppaz.org.ar/nhp/ehome.asp>. Fecha de consulta: 17 de marzo 2004.
7. Cabrera SS. Situación de las enfermedades transmitidas por alimentos den Guatemala. San José de Costa Rica: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Doc.Tec. 2,001. II+9 p.
8. Hobbs B. "Higiene y Toxicología de los Alimentos ". Ed 3ª, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, 1,997; 62: 148-157.
9. Thatcher FS, Clarck, DC. Microorganisms of food I; their significance and methods of enumeration. Canadá: Toronto Press, 1,987; IX+356.

10. Castellanos JL. Agentes que provocan la alteración de los alimentos. Salud publica de México septiembre-octubre de 1,993, vol. 35, no.5. Disponible en: [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Normas\\_y\\_Certificación/Inocuidad/riesgos.htm](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Normas_y_Certificación/Inocuidad/riesgos.htm). Fecha de consulta: 21/04/2,004.
11. Robinson RK. Microbiología Lactológica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Vol. 1. 1,987. p.139-146.
12. Board RG. Introducción a la Microbiología Moderna de los Alimentos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 1,988. p.289-292.
13. International Commissions on Microbial Specification (ICMSF) for Food of the International Association of Microbiological Society. Microorganismos de los Alimentos. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Vol. I. 1,983. p.123-129.
14. Amiot J. Ciencia y Tecnología de la Leche. Principios y Aplicaciones. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1,991. p.103-104.
15. Larrañaga I, *et al.* Control e Higiene de los Alimentos. Grado Superior. McGraw Hill / Interamericana de España, S. A. 1,999. p.235-244.
16. Rosell J. Métodos analíticos de Laboratorio Lactológicos y Microbiología de las Industrias Lácteas. 1era edición. Barcelona -Madrid- editorial LABOR, S.A. 1,992. 489 p.
17. McBrain N. Cuatro pasos simples para la Seguridad en los alimentos. Food Safety Education Combata a BAC. 2,000. Disponible en <http://www.foodsafety.gov/foodsafe.html>. Fecha de consultada 20/04/ 2,004.
18. Murray D. Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration. ed. 2001 Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>. Fecha de consulta 20 /04/ 2,004.
19. ICAITI. Buenas Prácticas de Manufactura, Guatemala. Doc. Tec. 1,997. p.5-11.
20. CODEX ALIMENTARIUS. Codex Committee on Food Hygiene. Guidelines for the Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System in Training Considerations for the Application of the HACCP System to Food

- Processing and Manufacturing, World Health Organization, WHO/FNU/FOS/93.3 II. 1,993.
21. Amalevi D. Garantía de calidad. S.F. Argentina. 1,999. Disponible en: <http://www.munheld.org/es/ESN/foodquality-es.stm>. Fecha de consulta: 22/04/2,004.
  22. ICMSF. El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos: su aplicación a las industrias de alimentos. Zaragoza, España: Acribia, S.A. Vol. I. 1,991 p.110-116.
  23. FDA 21 CFR: 110 Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Packing or Holding Human Food. 2,002. Disponible en: <http://vm.cfsan.fda.gov>. Fecha consultada: 05/04/2,004.
  24. SENASA. Manual para la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en la Industria Lechera. Argentina. 1,999. p.10-15. Disponible en: <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/microteo.htm>. Fecha de consulta: 16/04/2,004.
  25. COMISION DEL CODEX ALIMENTARIUS 2 al 7 de julio de 2,002. Disponible en: <http://www.fao.org>. Fecha de consulta 02/04/2,004.
  26. Sección de Microbiología de Alimentos. Anuales del laboratorio; cuaderno de resultados No.7. LUCAM. 1,988-9; 58:54-56.
  27. Parrilla MC. Alimentos y su Control. American Journal of Clinical Nutrition, Argentina. 2,002. Disponible en <http://www.nutrifon.com.ar>. Fecha de consulta 05/04/2,004.
  28. Núñez GH. *E. coli* y Coliformes. Complejo Nacional de la Salud, Managua. 2,001. Disponible en: <http://www.dian.gov.co/Dian/ActEcono.nsf>. Fecha de consulta: 22/04/2,004.
  29. Castañeda P. Recuentos de microorganismos viables "totales". Salud Publica de México. 1,999. Disponible en: <http://www.al-dia.cl/sistema/tablas/listar.asp>. Fecha de consulta: 22/04/2,004.
  30. Martínez E, *et al.* Journal of AOAC International Application of Strategically Designed Sample Composition to the Rapid Analytical Screening of Milk Samples for Polychlorinated Biphenyls. 2,003. p.846-847. Disponible en: <http://www.al-dia.cl/sistema/tablas/listar.asp>. Fecha de consulta: 07/04/2,004.

31. Moffet H. Clinical Microbiology. USA: J.B. Lippincott Company, 1,995; XIII+242.
32. Compaire C. Cremas Dulces: tecnología y control de calidad. Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria, 1,996. 493 p.
33. Núñez GH. *E. coli* y Coliformes. Complejo Nacional de la Salud, Managua. 2,001. Disponible en: [http:// www.dian.gov.co/ Dian/ActEcono.nsf](http://www.dian.gov.co/Dian/ActEcono.nsf). Fecha de consulta: 22/04/2,004.
34. Guía para la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARPC). Industria de la leche tratada térmicamente. San José, C.R., IICA. Series Agroalimentarias. Cuadernos de Calidad No. A1/SC-99-04. 2,001. 91 p.
35. Potter N. La Ciencia de los Alimentos. HARLA, México, 1era Edición, 1,983. p.379-386.
36. Charley H. Tecnología de Alimentos, Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Noriega Editorial, México, 6ta Edición. 1,998. p.380-385.
37. Ministerio de Economía. Comisión Guatemalteca de Normas. Normas NGO 34 133, NGO 34 134, NGO 34 207. Catálogo 1,994. 70 p.
38. Tobías J. Cream and frozen deserts. J of Dairy Sci 1,981; 64(6): 1077-1086.
39. Castillo R. Determinación en Crema y Quesos no Maduros de Coliformes y *Staphylococcus aureus*, Basándose en las Normas COGUANOR Vigentes. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia) 1,993. p.3-4.
40. Departamento de Investigaciones Químicas Biológicas IIQB. Las cremas de baja calidad. Rev. Cons: 2,004. 141 p.
41. D'Aoust JY. Manufacture of dairy products from unpasteurized milk; a safety assessment. J Food Prot 1,990; 52(12): 906-914.
42. Compaire C. Cremas Dulces: tecnología y control de calidad. Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria, 1,996. 493 p.
43. FDA. Guía 3M Petrifilm/Productos Microbiológicos, Doc. Tec. 1,995. p.5-11.
44. INCAP. Manual de Microbiología de Alimentos/Laboratorio, Guatemala. Doc. Tec. 1,999. p.89-91.

## **XIII. ANEXOS**

### XIII. ANEXOS

<b>Título</b>	<b>No. Anexos</b>
Enfermedades de transmisión alimentarias (ETA), intoxicación alimentaria, diferencias clínicas	1
Caracterización de peligro	2
Modelo de plantilla para volcar el flujograma del proceso	3
Modelo de árbol de decisiones	4
Modelo de plantilla para la aplicación del árbol de decisiones	5
Diagrama de flujo de elaboración de la crema general	6
Diagrama de flujo de crema fresca propuesto para la Unidad de Comercialización	7
Análisis de riesgos -Crema fresca fabricada artesanalmente-	8
Plan HACCP de crema fresca de tipo artesanal	9
Diagrama de flujo de crema fresca propuesto para la Unidad de Comercialización	10
Resultados de los ensayos de la pasteurización en 2 lotes producidos de crema fresca	11
Gráficas de producto final pre y postintervención	12

## Anexo 1

### CARACTERIZACION DE PELIGROS

#### CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACION DE PELIGROS

El equipo HACCP deberá considerar cuáles son los peligros potenciales para cada etapa del proceso, pudiéndose basar para ello en conocimientos, experiencias, base de datos, antecedentes epidemiológicos, legislación, programas de vigilancia sanitaria.

TIPOS DE PELIGROS *		
<b>MICROBIOLÓGICOS</b> Bacterias patógenas Virus Parásitos Protozoarios Hongos (micotoxinas)	<b>QUÍMICOS</b> Productos de limpieza Pesticidas Alérgenos Metales pesados Nitritos Hormonas Antibióticos Componentes no poliméricos de los envases (migrados al alimento)	<b>FÍSICOS</b> Vidrios Metales Piedras Maderas Plásticos Hilos Plagas

\* La lista se da a modo de ejemplo, no pretendiendo ser exhaustiva.

En cada etapa del proceso se debe realizar una lista de los peligros que pueden aparecer teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- 1- Materias primas: leche cruda e ingredientes.
  - Que peligros están asociados o presentes.
  - Estos peligros son un problema para el proceso/producto.
- 2- Diseño de planta y equipo:
  - Posibilidad de contaminación cruzada.
  - Existe una etapa (espera) donde los peligros microbiológicos pueden aumentar hasta niveles peligrosos.
  - Se puede limpiar el equipo adecuadamente.
  - Pueden los equipos/planta introducir peligros.

3- Factores intrínsecos:

- Pueden las características del producto (leche cruda, semielaborados, producto final) favorecer o aumentar los peligros. Tener en cuenta: pH y  $a_w$ .
- En productos formulados se aumenta la probabilidad de supervivencia de microorganismos.

4- Diseño del proceso:

- Condiciones del proceso.
- Peligro de recontaminaciones.
- Presencia de materiales extraños.

5- Diseño de instalaciones:

- Peligros por falta de delimitación de zonas.
- Peligros por aire (filtros).
- Peligros por plagas.

6- Envasado:

- Tipo de envasamiento (abierto/cerrado).
- Materiales que se utilizan.
- Se favorece algún riesgo microbiológico (aerobio/anaerobio).
- Se favorecen otros peligros (insectos, vidrios, plásticos).
- Es hermético el cierre de envases.

7- Personal:

- Buenas Prácticas de Higiene.
- Entrenamiento del personal.
- Existen controles de salud.

8- Distribución:

- Riesgos por almacenamiento inadecuado.
- El manipuleo del consumidor lo convierte en peligroso.

9- Uso del producto por el consumidor:

- Será consumido tal cual o sufrirá un tratamiento previo.
- Será consumido por grupos de mayor riesgo (niños, ancianos).

Es necesario listar para cada etapa del proceso de un producto los peligros identificados ya sea que hayan ocurrido o sean potenciales, y establecer para cada uno las medidas preventivas necesarias para impedir o minimizar su ocurrencia.

## Anexo 2

## Modelo de Planilla para volcar el Flujograma del Proceso

<b><u>FLUJOGRAMA</u></b>	
<b><u>SUS MATERIAS PRIMAS, SUS INGREDIENTES,</u></b>	
<b><u>SUS PRODUCTOS INTERMEDIOS</u></b>	
<b><u>Y SUS ETAPAS DE FABRICACION</u></b>	
<b><u>CON DESCRIPCION DE PELIGROS POTENCIALES</u></b>	
MATERIAS PRIMAS/ INGREDIENTES o PRODUCTOS INTERMEDIOS o ETAPA DE FABRICACION	DESCRIPCION DE POSIBLE PELIGRO POTENCIAL

## Anexo 3

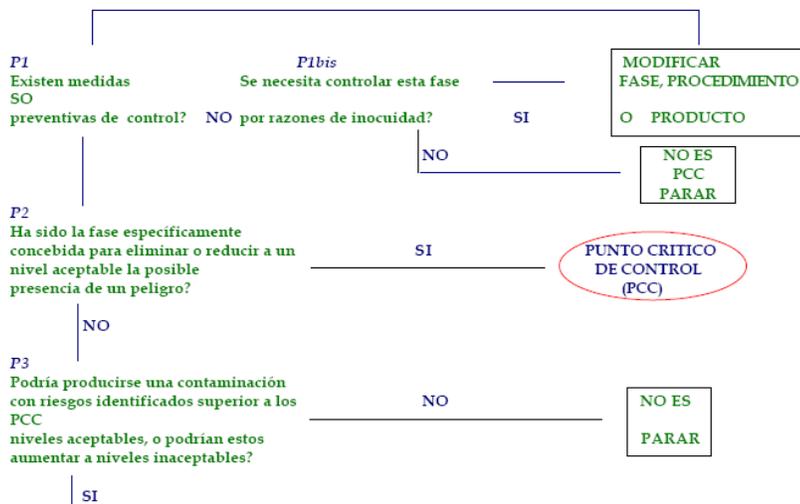
<b>Modelo de Arbol de Decisiones</b>
--------------------------------------

Una vez identificados los ingredientes, materias primas y etapas del proceso con sus peligros potenciales asociados, aplicaremos a cada una de ellas y para cada uno de los peligros considerados, una secuencia lógica de decisiones, usualmente denominada "Arbol de Decisiones" (*Principio 2* - capítulo 2, ítem 7, página 12).

El uso del mismo nos permite, en aquellos casos donde es aplicable, decidir si estamos frente a un PCC o no, o bien, si es necesario efectuar alguna modificación en el proceso o producto.

Este árbol de decisiones, no es otra cosa más que una serie de preguntas que deben ser contestadas en orden sucesivo hasta arribar a una conclusión.

Existen varios modelos de árboles de decisión, entre lo cuales hemos seleccionado el siguiente:



(Continuación)

*P4*

Se eliminarán los peligros identificados o se reducirá su posible presencia a un nivel aceptable en una fase posterior?

NO

PUNTO CRITICO DE CONTROL (PCC)

SI

NO ES PCC PARAR

Por ejemplo, para una determinada fase de proceso y para un peligro dado comenzamos por formular la pregunta *P1*. Si contestamos SI, debemos pasar a la pregunta *P2*. Si la respuesta a esta pregunta es NO, debemos pasar a la pregunta *P3* y si la respuesta a la misma es SI pasamos a la pregunta *P4*. Si a esta última pregunta contestamos NO, entonces estamos frente a un PCC.

Por el contrario, si a la pregunta *P1* hubiésemos contestado NO, entonces pasamos a la pregunta *P1bis*, y si la respuesta a esta última pregunta es SI, nos encontramos frente a la necesidad de modificar el proceso o producto.

Cabe destacar que cuando nos enfrentamos a la modificación de una fase de proceso o del producto, el resultado de esta modificación debe ser la confirmación de un PCC o bien la eliminación del peligro.

En el Anexo IV, se ofrece un modelo de planilla para la aplicación del árbol de decisiones.

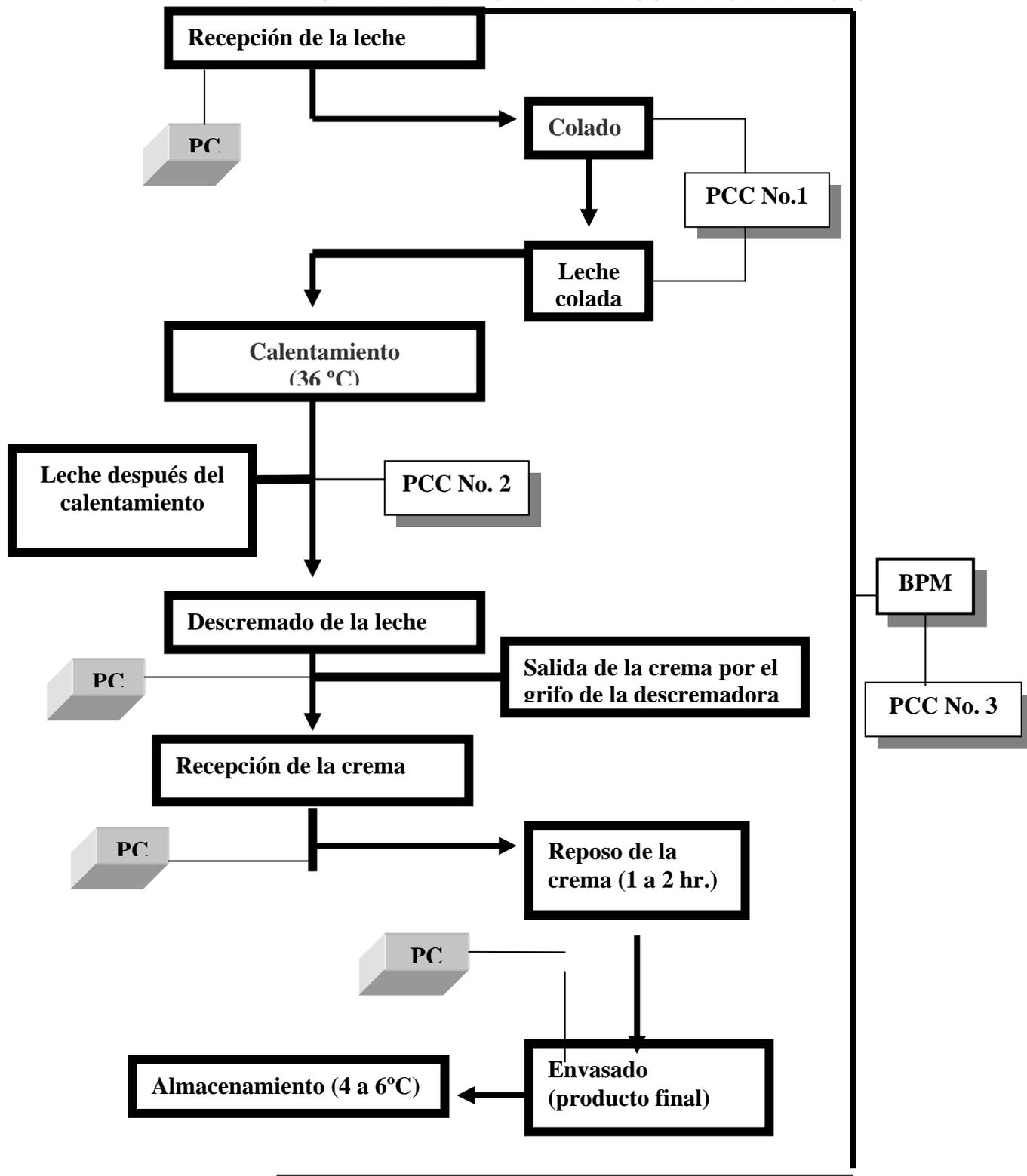
## Anexo 4

Modelo de Planilla para la aplicación del Arbol de Decisiones			
Materia prima o ingrediente o etapa de fabricación y su(s) posibles peligro(s) potenciales	P1. Existen medidas preventivas de control?	P1bis. Se necesita controlar esta fase por razones de inocuidad?	P2. Ha sido la fase específicamente concebida para eliminar o reducir a un nivel aceptable la posible presencia de un peligro?
	NO	Ir a P1.bis ↙	NO ES PCC
			SI - modificar la fase, proceso o producto y volver a P.1
	SI	Ir a P2. ↙↙↙↙↙	SI ↙ PCC
			NO Ir a P3. ↙↙
	NO	Ir a P1.bis ↙	NO ES PCC
			SI - modificar la fase, proceso o producto y volver a P.1
	SI	Ir a P2. ↙↙↙↙↙	SI ↙ PCC
			NO Ir a P3. ↙↙
	NO	Ir a P1.bis ↙	NO ES PCC
			SI - modificar la fase proceso o producto y volver a P.1
	SI	Ir a P2. ↙↙↙↙↙	SI ↙ PCC
			NO Ir a P3. ↙↙

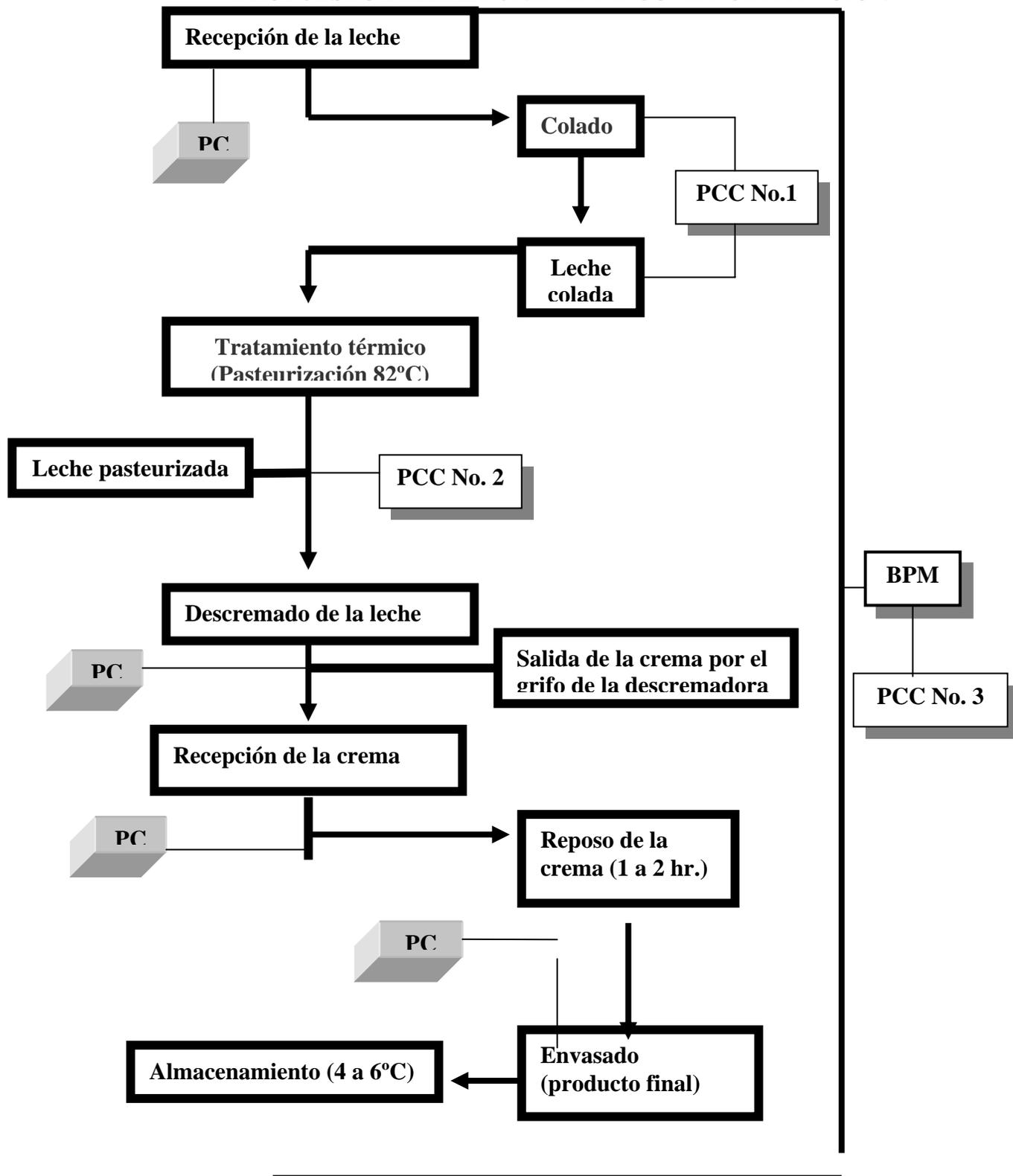
(continuación)

P3. Podría producirse una contaminación con riesgos identificados superior a los niveles aceptables, o podrían estos aumentar a niveles inaceptables?	P4. Se eliminarán los peligros identificados o se reducirá su posible presencia a un nivel aceptable en una fase posterior?
Notas sobre sus decisiones:	
_____ NO ES PCC	
SI    Ir a P4.    <<<<<<<<	SI    NO ES PCC NO    << PCC
Notas sobre sus decisiones:	
_____ NO ES PCC	
SI    Ir a P4.    <<<<<<<<	SI    NO ES PCC NO    << PCC
Notas sobre sus decisiones:	
_____ NO ES PCC	
SI    Ir a P4.    <<<<<<<<	SI    NO ES PCC NO    << PCC

Anexo 7  
**DIAGRAMA DE FLUJO DE CREMA FRESCA PREINTERVENCIÓN,  
 ELABORADA EN LA UNIDAD DE COMERCIALIZACIÓN**



**Anexo 10**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DE CREMA FRESCA POSTINTERVENCIÓN,**  
**PROPUESTO PARA LA UNIDAD DE COMERCIALIZACIÓN**



**Anexo 8**  
ANÁLISIS DE RIESGOS – CREMA FRESCA FABRICADA ARTESANALMENTE

Pasos del proceso	Tipo de riesgo de contaminación	¿Puede ocurrir este tipo de contaminación en el proceso?	Bases	Si la respuesta es Si en la columna 3, que medidas se tomarán para prevenir , eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables	Punto crítico de control
Leche colada	<b>Biológicos:</b> Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> y mohos y levaduras	<b>Si</b>	Estos microorganismos pueden estar presentes o introducirse en la leche cruda durante el ordeño.	Tratamiento térmico (pasteurización) preelaboración de la crema. Mantener la leche almacenada a temperatura de refrigeración mientras no se este usando.	<b>PCC No. 1</b>
	<b>Físicos:</b> Vidrios, metales, pasto, paja, tierra, etc.  <b>Químicos- Ninguno</b>	<b>Si</b>	Estos objetos pueden introducirse a leche durante el ordeño de las vacas en los establos.	Colando la leche cruda, utilizando un tamiz que no permita el paso de estos objetos.	
Tratamiento Térmico (Pasteurización)	<b>Biológicos:</b> Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> y mohos y levaduras	<b>Si</b>	Estos microorganismos pueden estar presentes en la leche cruda ya sea por manipulación del operario o adquiridos por la ubre de la vaca.	Verificar que se alcance la temperatura a 82°C durante 4 minutos y luego someter la leche a un shock térmico en un baño de hielo hasta alcanzar la temperatura de 4 a 6 °C.	<b>PCC No. 2</b>

## ANÁLISIS DE RIESGOS – CREMA FRESCA FABRICADA ARTESANALMENTE

Pasos del proceso	Tipo de riesgo de contaminación	¿Puede ocurrir este tipo de contaminación en el proceso?	Bases	Si la respuesta es Si en la columna 3, que medidas se tomarán para prevenir , eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables	Punto crítico de control
Tratamiento Térmico (Pasteurización)	<b>Físicos:</b> Vidrios, metales, pasto, paja, tierra, etc.	<b>No</b>	La leche fue colada antes de ser sometida al tratamiento térmico.		
	<b>Químicos-Ninguno</b>				
Salida de la crema por el grifo	<b>Biológicos:</b> Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> y mohos y levaduras.	<b>Si</b>	<b>Puede existir una recontaminación de la leche por una mala desinfección de las piezas de la descremadora.</b>	Antes de empezar el proceso de descremado, todas las piezas de la descremadora serán desinfectadas con cloro y esterilizadas.	<b>PC</b>
	<b>Físicos-Ninguno</b>				
	<b>Químicos:</b> Residuos de cloro	<b>No</b>	Se utilizará las concentraciones de cloro en ppm, adecuadas para utensilios y se eliminará con abundante agua.		

## ANÁLISIS DE RIESGOS – CREMA FRESCA FABRICADA ARTESANALMENTE

Pasos del proceso	Tipo de riesgo de contaminación	¿Puede ocurrir este tipo de contaminación en el proceso?	Bases	Si la respuesta es Si en la columna 3, que medidas se tomarán para prevenir , eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables	Punto crítico de control
Crema reposada	<p><b>Biológicos:</b> Coliformes fecales, <i>E. coli</i>, <i>S. aureus</i> y mohos y levaduras.</p> <p><b>Físicos-Ninguno</b></p> <p><b>Químicos:</b> Residuos de cloro</p>	<p><b>Si</b></p> <p><b>No</b></p>	<p>La crema se puede contaminar durante la recepción debido a que el recipiente no fue desinfectado previamente.</p> <p>Se utilizará las concentraciones de cloro en ppm, adecuadas para utensilios y se eliminará con abundante agua.</p>	<p>Todos los utensilios deben ser desinfectados previo al proceso de elaboración de la crema.</p>	<p><b>PC</b></p>

**ANÁLISIS DE RIESGOS – CREMA FRESCA FABRICADA ARTESANALMENTE**

Pasos del proceso	Tipo de riesgo de contaminación	¿Puede ocurrir este tipo de contaminación en el proceso?	Bases	Si la respuesta es Si en la columna 3, que medidas se tomarán para prevenir , eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables	Punto crítico de control
Envasado (Producto final)	<b>Biológicos:</b> Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> y mohos y levaduras	<b>Si</b>	Los recipientes en los cuales se envasará la crema pueden estar contaminados con polvo o haber sido manipulados sin guantes.	Los recipientes estarán almacenados en una bodega limpia y resguardados de cualquier contaminación en sus empaques y solo serán manipulados con guantes y al momento del envasado.	<b>PC</b>
	<b>Físicos:</b> Polvo, tierra, insectos, etc.	<b>Si</b>			
	<b>Químicos-Ninguno</b>				

**ANÁLISIS DE RIESGOS – CREMA FRESCA FABRICADA ARTESANALMENTE**

Pasos del proceso	Tipo de riesgo de contaminación	¿Puede ocurrir este tipo de contaminación en el proceso?	Bases	Si la respuesta es Si en la columna 3, que medidas se tomarán para prevenir , eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables	Punto crítico de control
Almacenamiento	<b>Biológico:</b> Crecimiento de microorganismos.	<b>Si</b>	Si la temperatura de almacenamiento no es la adecuada favorecerá el crecimiento de microorganismos y por lo tanto se reduce el tiempo de vida del producto.	La temperatura de almacenaje debe de ser de 0-5 °C y en ningún momento debe de romperse la cadena de frío.	<b>PC</b>
	<b>Físico:</b> Contaminación con productos cárnicos, de cerdo, etc.	<b>Si</b>	Si se almacena con otros productos que no sean derivados lácteos se corre el riesgo de que entren en contacto y se contaminen ambos.	Se almacenaran los derivados lácteos en un solo apartamento del refrigerador para evitar contacto con otros productos.	
	<b>Químicos-Ninguno</b>				

<b>Materia prima o etapa</b>	<b>PCC No.</b>	<b>Peligro</b>	<b>Medida Preventiva</b>	<b>Límite crítico</b>	<b>Sistema de vigilancia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable</b>
Recepción de la leche								
Colado	1	Contaminación física como paja, vidrio, piedras, metales, etc.	Diámetro de los orificios del colador (tamiz) adecuado.	Ausencia de contaminación física.	Visual.	Continuo.	Repetir el proceso de colado.	Operario en turno.
Tratamiento térmico								
Pasteurización	2	Presencia de patógenos en la leche.	Calentar a 72.6 °C por 15 seg.	Ausencia de patógenos en 25 g.	Monitoreo de la temperatura de pasteurización	Continuo.	Parar el proceso y repasteurizar la leche.	Operario en turno.
Buenas prácticas de manufactura (BPM)	3							
Higiene personal		Contaminación del alimento por agentes biológicos, físicos y químicos.	Salud del personal, uso de uniformes o ropas protectoras, lavado de manos, hábitos de higiene personal y prácticas del personal.	Parámetros microbiológicos recomendados para muestreo de manos.	Muestreo de manos y vigilancia del personal.	Semanal	Sancionar al operario que no cumpla con estas medidas.	Departamento de control de alimentos de la Unidad de Salud.
Limpieza y desinfección		Contaminación del alimento por agentes biológicos, físicos y químicos.	Esterilización de discos de la descremadora y control de concentración del desinfectante en utensilios.	Parámetros microbiológicos recomendados para muestreo de superficies, equipo y utensilios.	Muestreo de superficies, equipo y utensilios.	Semanal	Repetir el proceso de limpieza y desinfección.	operario

<b>Materia prima o etapa</b>	<b>PCC No.</b>	<b>Peligro</b>	<b>Medida preventiva</b>	<b>Límite Crítico</b>	<b>Sistema de vigilancia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable</b>
Equipo e Instalaciones		Contaminación del alimento por agentes biológicos, físicos y químicos.	Utensilios de acero inoxidable y en buen estado, instalaciones apropiadas, manejo apropiado de desechos y sistema de drenaje adecuados.	Deterioro del equipo y de las instalaciones.	Verificación constante del estado del equipo e instalaciones	Anual	Cambio de equipo y remodelación de instalaciones cuando sea necesario.	Jefe de la Universidad de Comercialización, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Control de Plagas		Contaminación del alimento por agentes biológicos, físicos y químicos.	Programas y acciones para eliminar plagas tales como, roedores e insectos.	Ausencia de plagas.	Verificación constante.	Continuo.	No se inicia el proceso hasta eliminar la plaga, por medio de fumigaciones, trampas, etc.	Operario en turno.
Almacenamiento del producto final		Crecimiento bacteriano, contaminación cruzada directa.	Verificación constante de la temperatura de almacenamiento y designación de un área exclusiva para lácteos.	0 – 5 °C	Monitoreo de la temperatura de almacenamiento.	Continuo	Corregir la temperatura de almacenamiento.	Operario en turno.

<b>Materia prima o etapa</b>	<b>PCC No.</b>	<b>Peligro</b>	<b>Medida preventiva</b>	<b>Límite Crítico</b>	<b>Sistema de vigilancia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable</b>
Manejo de bodegas		Contaminación del alimento por agentes biológicos, físicos y químicos.	Adecuado manejo de los productos o materiales de empaque, limpieza y orden, minimizar daños y deterioro.	Presencia de deterioro o suciedad en el material de empaque.	Verificación constante.	Continua.	Rechazo de material de empaque deteriorado o sucio.	Operario en turno.



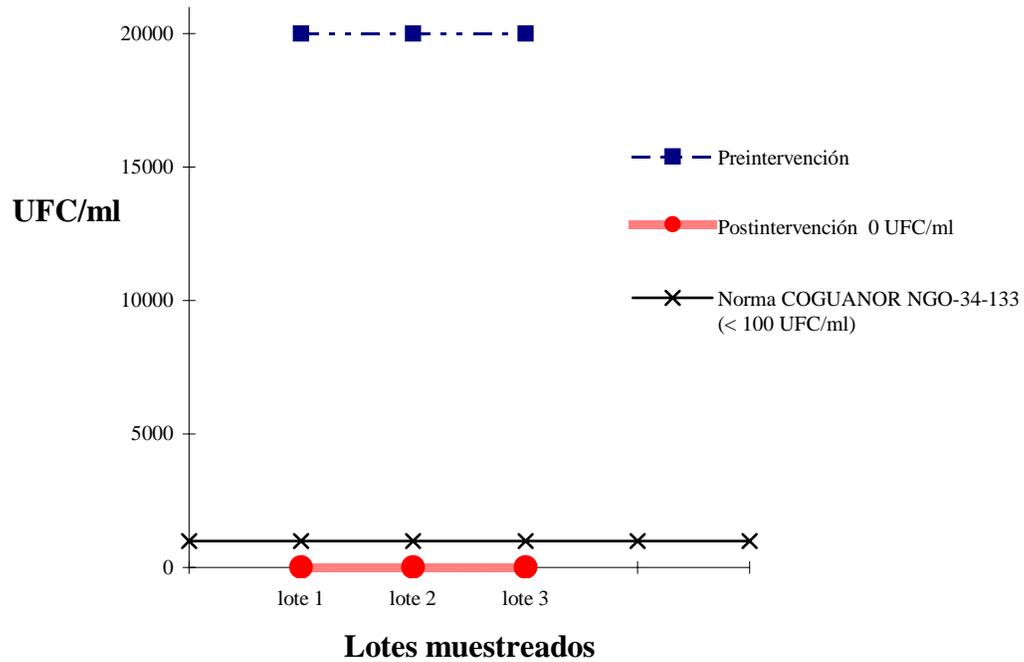


**Tabla 1. Resultados de los ensayos de la pasteurización en 2 lotes producidos de crema fresca**

punto de muestreo (PC y PCC)	identificación	Recuentos microbiológicos (UFC/ml)	
		pasteurización 72.5 °C /15 segundos	pasteurización 82 °C /4 minutos
leche después del tratamiento térmico (PCC)	coliformes fecales	2,000	<10
	<i>E. coli</i>	200	<1
	<i>S. aureus</i>	790,00	<100
	mohos	700	<10
	levaduras	300	<10

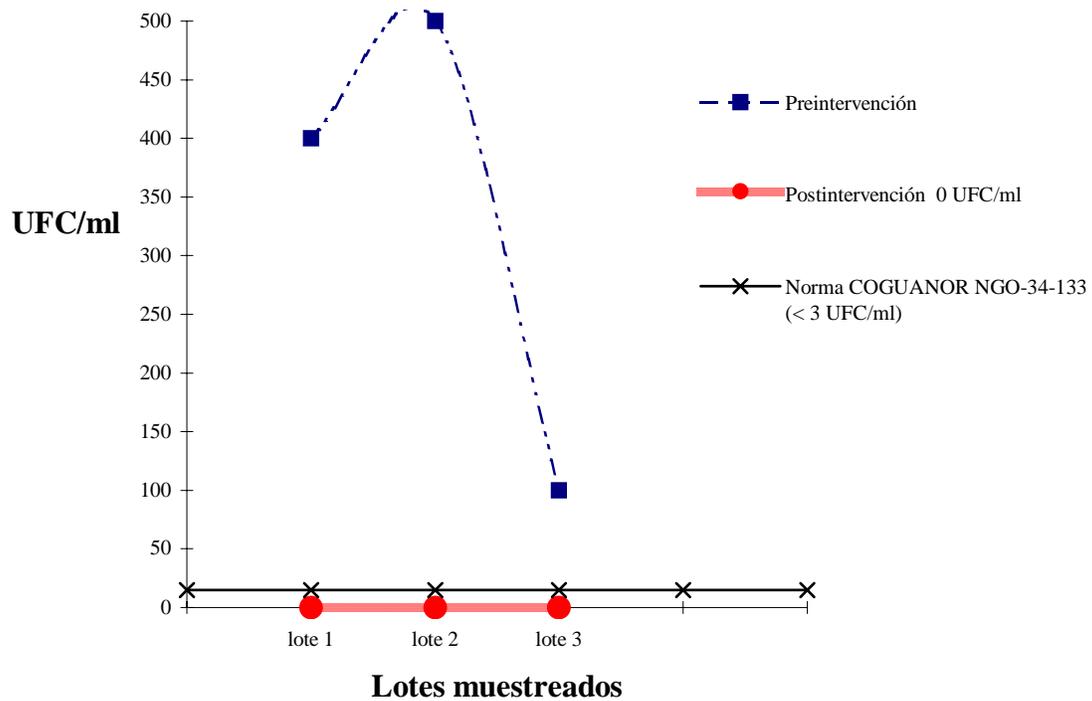
Fuente: **Resultados del muestreo ensayo-error, pasteurización rápida usada en el proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU**

**Gráfica 1. Recuento de coliformes fecales en producto final pre y post intervención (N=6)**



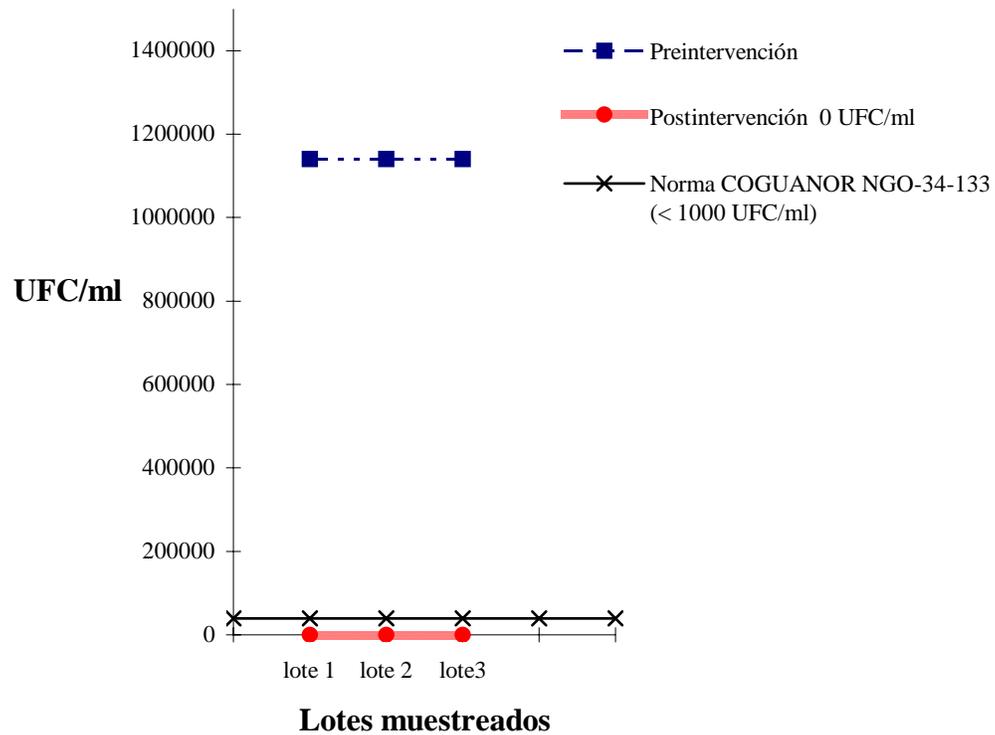
**Fuente:** Resultados del primer y segundo muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

**Gráfica 2. Recuento de *Escherichia coli* en producto final pre y post intervención (N=6)**



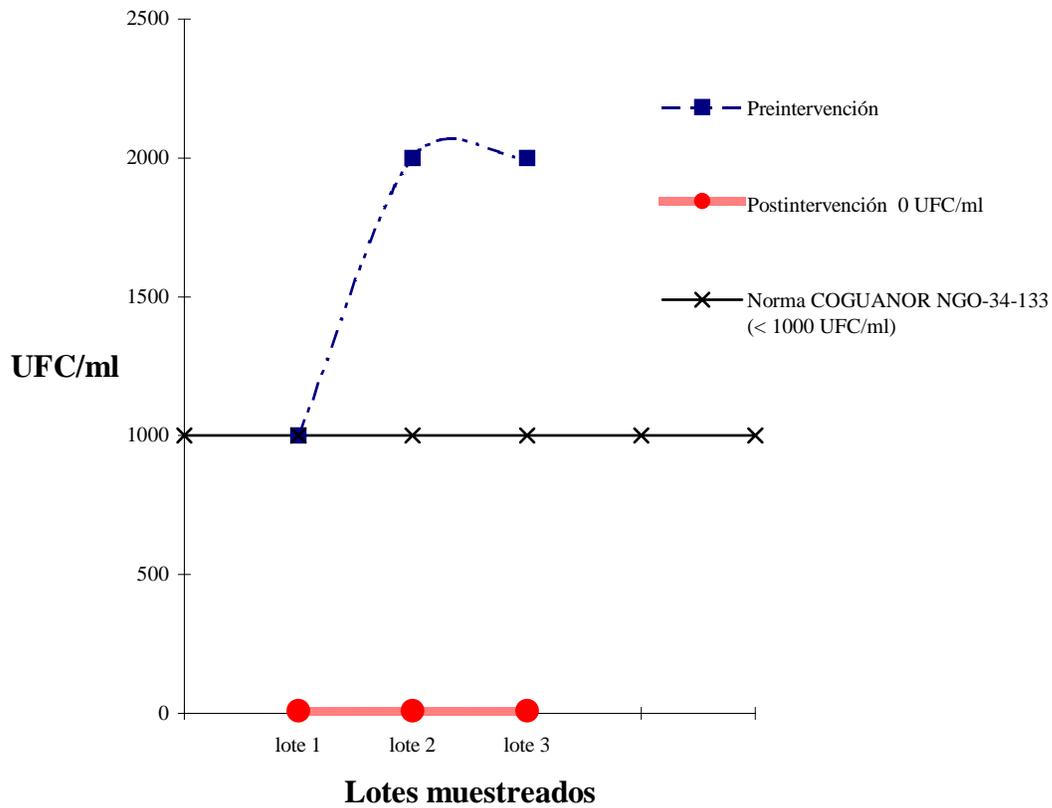
**Fuente:** Resultados del primer y segundo muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

**Gráfica 3. Recuento de *Staphylococcus aureus* en producto final pre y post intervención (N=6)**



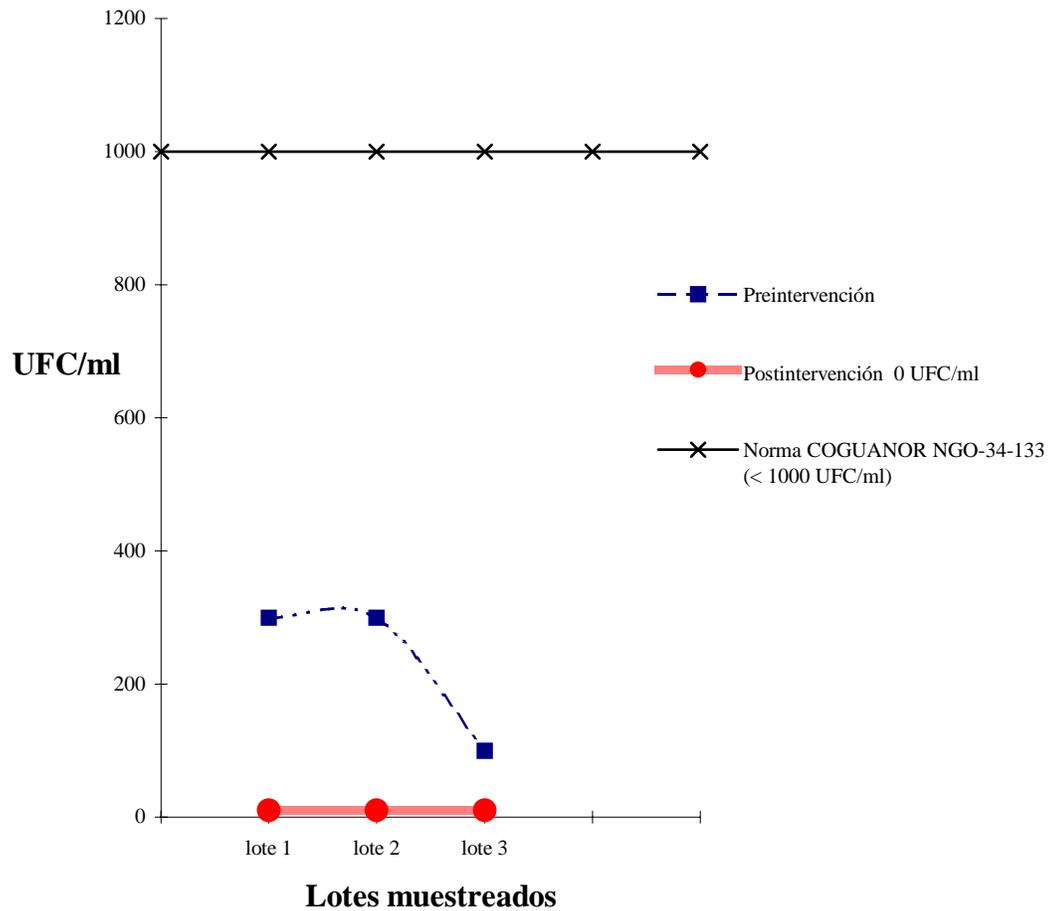
**Fuente:** Resultados del primer y segundo muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

**Gráfica 4. Recuento de mohos en producto final pre y post intervención (N=6)**



**Fuente:** Resultados del primer y segundo muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.

**Gráfica 5. Recuento de levaduras en producto final pre y post intervención (N=6)**



**Fuente:** Resultados del primer y segundo muestreo del proceso de elaboración de crema fresca, procesados en el Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud/BEU.