

# **Determinación de la carga microbiológica en el procesamiento de leche fluida en la Planta de Lácteos Zamorano**

**Jenny Orozco Poma**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2007

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Determinación de la carga microbiológica en el procesamiento de leche fluida en la Planta de Lácteos Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Jenny Orozco Poma**

**Honduras**  
Diciembre, 2007

La autora concede a Zamorano permiso  
para reducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Jenny Orozco Poma

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007

## **Determinación de la carga microbiológica en el procesamiento de leche fluida en la Planta de Lácteos Zamorano**

Presentado por:

Jenny Orozco Poma

Aprobado:

---

Wilfredo Domínguez, M.Sc  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera Agroindustria Alimentaria.

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios, por su amor y grandeza infinita.

A mis padres y hermano, por ser las personas que han estado conmigo siempre a pesar de la distancia.

A la familia Durón Bustamante, por ser mi apoyo incondicional durante mi estadía en este país.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría, para alcanzar una más de mis metas.

A mis padres, por todo el esfuerzo que tuvieron que hacer para lograr que alcance mis metas, por estar siempre conmigo en mis victorias y fracasos.

A mi hermano Roger Vladimir, por su apoyo y por haber cuidado de mi madre durante mi ausencia.

A toda mi familia, por el amor y apoyo brindado.

A mi familia “catracha”, don Nelson, doña Mery e hijos, por el amor y apoyo que me brindaron todo este tiempo y por haberme hecho sentir parte de su familia y haberme ofrecido un verdadero hogar lleno de amor y alegría.

Al Ingeniero Wilfredo Domínguez, Doctor Luís Fernando Osorio y Ingeniero Edgar Ugarte, por el apoyo y los conocimientos brindados.

A las personas que hicieron que mi estadía durante fuera inolvidable, Eliza y Marcela, por el cariño, comprensión y apoyo incondicional ofrecido, por estar conmigo siempre, festejando mis logros y ayudándome a levantarme de mis fracasos.

A Jessy, Dianis, Pauli, Claudia, Fernanda, Mónica, Gabby, Gema, Gabii y todas mis amigas y amigos, por todo el cariño y apoyo brindado durante estos cuatros años, por todos los buenos momentos vividos.

A mi colegio, por haberme dado las bases de los conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A la Fundación Nippon por la confianza depositado en mi persona y haber financiado mis estudios.

A mis padres.

## RESUMEN

Orozco, J. 2007. Determinación de la carga microbiológica en el procesamiento de leche fluida en la Planta de Lácteos Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. 17 p.

La leche debido a sus principios nutritivos es un alimento altamente perecedero y un medio de cultivo ideal para el crecimiento microbiano. En beneficio de obtener una leche pasteurizada de óptima calidad desde el punto de vista microbiológico, se determinó la carga microbiana en el procesamiento de la leche fluida, con el fin de identificar los puntos de recontaminación. Se realizaron recuentos de aerobios mesófilos y coliformes totales a nivel de recibo, tanque de almacenamiento, salida del pasteurizador, envasadora y mostrador de comercialización. Para evaluar la carga microbiana del ambiente se muestreó la sala de recibo y sala de procesamiento. Las muestras fueron sembradas en medio PCA y VRBA para aerobios mesófilos y coliformes totales respectivamente. Se determinó también carga microbiana de los envases antes de ser llenados. El análisis estadístico se realizó en el programa “Statistical Analysis System” (SAS<sup>®</sup> 2003), utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con separación de medias LSD y una prueba T. Los resultados fueron evaluados mediante un ANDEVA con un nivel de significancia de 0.05. Los puntos evaluados antes de tratamiento térmico fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) respecto a los puntos después de tratamiento térmico, para ambas variables. Hubo presencia de coliformes totales en producto terminado presentando una media general de 5 ufc/ml. Se detectaron problemas de contaminación post-pasteurización, en el envasado y comercialización, atribuyendo este problema a la inadecuada desinfección de los envases y la posible ruptura de la cadena de frío del producto terminado.

**Palabras claves:** Calidad microbiológica, contaminación, leche pasteurizada, vida de anaquel.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de Firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores .....	vi
Resumen .....	vii
Contenido .....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras .....	xii
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 DEFINICIONES.....	3
2.2 MICROBIOLOGIA DE LA LECHE .....	3
2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO MICROBIANO.....	4
2.4 BACTERIAS EN LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS.....	4
2.5 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE .....	5
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	6
3.2 MATERIALES Y EQUIPO .....	6
3.2.1 Materiales .....	6
3.2.2 Equipo.....	6
3.3 METODOLOGÍA.....	7
3.3.1 Recolección de muestras .....	7
3.3.2 Inoculación y recuento. ....	7
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	7
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>9</b>
4.1 RECUENTO DE AEROBIOS MESÓFILOS .....	9
4.2 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES .....	11
4.3 RECUENTO DE LA CARGA MICROBIANA DEL AMBIENTE.....	12
4.4 RECOMENDACIONES PARA LOS PUNTOS IDENTIFICADOS .....	13

5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	14
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	15
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	16

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Medias de ufc/ml y log de aerobios mesófilos de los posibles puntos de contaminación en la línea de producción.....	10
2. Medias de ufc/ml y log de coliformes totales de los posibles puntos contaminación en la línea de producción.....	12
3. Medias de los conteos de microorganismos presentes en el ambiente sala de recibo, sala de proceso y envases.....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Flujo de proceso de la leche fluida empacada en evases plástico .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

La leche fluida es el principal producto de la industria láctea, sus características nutricionales la hacen un alimento completo para la dieta de los seres humanos, pero también un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos. Dado que se trata de un producto de origen animal, está sujeto a grandes variables en su proceso de obtención primaria, se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos provenientes de diferentes fuentes contaminantes (Judkins y Keener, 1984). Algunos de estos microorganismos son patógenos para el hombre, mientras que otros, producen alteraciones en la leche, como acidificación, proteólisis y lipólisis, que la hacen poco apta para su consumo, por consiguiente, tanto su producción como su elaboración y distribución debe ser objeto de máxima vigilancia. (Valbuena et al., 2004).

El proceso de pasteurización consiste en destruir, la totalidad de los microorganismos patógenos y casi la totalidad de los microorganismos no patógenos que pudiese estar presente en la leche, procurando alterar lo menos posible su estructura física, su equilibrio químico y vitaminas (Veisseyre, 1988). Sin embargo, después de una pasteurización, los microorganismos pueden llegar a ella directa o indirectamente, a través del contacto con materiales contaminados, equipos defectuosos, contacto con las manos o ropa de los operarios, exposición a estornudos y tos o por caída de gotas de agua contaminada. Produciendo de esta manera una recontaminación, constituyendo un peligro al consumidor, por lo que es necesario practicar pruebas que nos permitan evaluar si hubo recontaminación y poder así evitar o reducir el riesgo al mínimo (OMS, 1960).

La temperatura de la leche durante su transporte y almacenamiento es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento bacteriano, por lo tanto influye en su tiempo de conservación, determinando los tipos de microorganismos que se desarrollan y por ende los cambios o tipos de descomposición que experimenta el producto. En las temperaturas de conservación óptimas de la leche, el deterioro de la misma está principalmente relacionado al crecimiento de microorganismos psicrótrofos, entre ellos el género *Pseudomonas* (Foster, 1994), los cuales alcanzan el producto por una contaminación posterior al tratamiento térmico y son responsables de altos recuentos bacterianos en la leche pasteurizada.

Es indispensable realizar frecuentemente análisis para la detección de microorganismos sobrevivientes a la pasteurización y los adquiridos después del tratamiento térmico. Con este estudio se determinó la carga microbiana en el procesamiento de la de la leche fluida en la planta de lácteos, identificando los puntos de contaminación.

## **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La planta de lácteos de Zamorano, ha estado detectando problemas con la vida de anaquel de la leche fluida. A menudo recibe devoluciones por parte de los clientes y quejas de los consumidores, debido a que la leche se descompone antes de la fecha de caducidad establecida, una de las posibles causas es la contaminación microbiológica durante el proceso de producción del producto.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Es necesario realizar con frecuencia monitoreos sobre la calidad microbiológica de los productos de la planta de lácteos, con el objetivo de ofrecer credibilidad al consumidor y hacer que el producto sea más competitivo en el mercado. Por consiguiente, en respuesta al problema que está experimentando la planta de lácteos de Zamorano, se realizó una evaluación microbiológica de la leche fluida a nivel de la línea de producción. Con el propósito de identificar los puntos de contaminación y a partir de ellos proponer medidas correctivas. De esta forma se lograría reducir los conteos microbiológicos y evitar la temprana descomposición de la leche, contribuyendo así a una mejora continua en la industria, reduciendo costos y pérdidas que implican la devolución de los productos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general:**

- Determinar la carga microbiana en cinco puntos diferentes durante el procesamiento de la leche fluida de la planta de lácteos de Zamorano.

### **1.5.2 Objetivos específicos:**

- Realizar recuentos de coliformes totales y aerobios mesófilos en cinco diferentes puntos a nivel de la línea de proceso de la leche fluida.
- Realizar una evaluación microbiológica del ambiente en el área de recibo y sala de proceso de la planta de lácteos de Zamorano.
- Evaluar los recuentos de coliformes y mesófilos antes y después de tratamiento térmico.
- Identificar los posibles focos de contaminación microbiológica en la línea de producción que contribuyen a la contaminación del producto.
- Determinar la carga microbiana de los envases y evaluar su efecto en el producto terminado.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 DEFINICIONES**

De acuerdo con el Internacional Dairy Foods Institute (2002), la leche es la secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida del ordeño completo de una o más vacas saludables. No debe contener menos de 8.25% de sólidos no grasos y no menos de 3.25% de grasa. Leche pasteurizada es la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada sometida a un proceso tecnológico adecuado que asegure la destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal, sin modificaciones de su naturaleza fisicoquímica, características biológicas y cualidades nutritivas (Madrid, 1996).

### **2.2 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE**

Según Frazier (1962), la leche es un excelente medio de cultivo para numerosos microorganismos por su elevado contenido de agua, su pH casi neutro y su riqueza en alimentos microbianos. Posee una gran cantidad de alimentos energéticos en forma de azúcares (lactosa), grasa, citratos y compuestos nitrogenados. La presencia de azúcares fermentables, en condiciones ordinarias provoca que las bacterias produzcan una fermentación ácida, si no existen gérmenes formadores de ácido o si las condiciones son desfavorables para su actividad, pueden sufrir otros tipos de alteración. Las principales alteraciones son las siguientes:

- Agriado o formación de ácido: La formación de ácido se manifiesta inicialmente por el olor agrio y la coagulación de la leche, que produce una cuajada de consistencia gelatinosa o más débil, que libera un suero claro. Por otro lado la hidrólisis de las proteínas lácticas por acción microbiana se acompaña en general de la producción de un sabor amargo producido por algunos polipéptidos.
- Producción de gas: La producción de gas por las bacterias va siempre acompañada de la formación de ácido. Las especies formadoras de gases más importantes son las del género clostridium, las bacterias coliformes y los aerobacilos. La probabilidad de que se produzca gas o no y el tipo de microorganismos que lo originan depende del tratamiento a que previamente se haya sometido la leche y de la temperatura a la que se mantenga.

## 2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO MICROBIANO

Las bacterias, como todo ser vivo, necesitan unas condiciones especiales del medio que las rodea para poder desarrollarse adecuadamente. Es preciso distinguir entre las variaciones de las condiciones externas que pueden soportar y las condiciones óptimas para su desarrollo (Madrid, 1996). Las condiciones de medio más relevantes para la reproducción de los microorganismos son la disponibilidad de nutrientes y la humedad, por ello la leche es un medio ideal.

El grado de acidez o alcalinidad del medio, es también de suma importancia porque cada microorganismo prefiere el pH del ambiente natural en que viven. Las bacterias crecen mejor en medios con pH 6.8 a 7.4. Los mohos prefieren un pH igual o menor a 4.5, sin embargo hay algunos microorganismos dentro de estos que prefieren valores de pH más bajos o más altos que los mencionados anteriormente (Revilla, 1996).

Con referencia a la temperatura tenemos que, para el crecimiento de cada especie de microorganismo existe una temperatura mínima, óptima y máxima. Según la temperatura óptima éstos se clasifican en psicrófilos, mesófilos y termófilos. También existen grupos termodiúricos, los que resisten altas temperaturas y grupos psicrótrofos que pueden reproducirse a 7°C o menos independientemente de su temperatura óptima (Revilla, 1996).

Otro factor importante en el desarrollo de las bacterias, es el oxígeno. De acuerdo a este parámetro se pueden clasificar en aeróbicas y anaeróbicas, sin embargo existe un tercer grupo llamadas anaeróbicas facultativas (Ellner, 2000).

## 2.4 BACTERIAS MÁS COMUNES EN LA LECHE Y EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

En la leche y productos lácteos se encuentran gran número de bacterias, entre las que podemos destacar las siguientes:

**Bacterias lácticas.-** Son muy abundantes en la naturaleza y en los alimentos, se llaman así porque entre sus productos metabólicos figura el ácido láctico. Son tanto bacilos como cocos, pero no tienen la propiedad de formar esporas. Son anaeróbicas facultativas y son destruidas por el calor a temperatura de 72-75°C durante 15 segundos. Entre las más destacadas tenemos a *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se utilizan para la elaboración del yogur. Por otra parte tenemos los utilizados en la elaboración de queso *Streptococcus diacetylactis* y *Leuconostoc citrovorum* (Madrid, 1996).

**Bacterias coliformes.-** Pertenecen a la familia *enterobacteriaceae*, son bacilos de pequeña longitud, aerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo, aguas fecales, plantas contaminadas, etc. Su temperatura óptima de desarrollo es 37°C y transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) e hidrógeno, desprendiendo olor y sabor desagradable. El más conocido de los microorganismos coliformes es la *Escherichia coli* y su presencia es indicador de mala higiene (Madrid, 1996).

**Bacterias mesófilas.-** De acuerdo con Revilla (1996), las bacterias mesófilas son un grupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas entre 30-40 °C, e incluye a varios grupos:

- **Bacterias Psicrófilas:** grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas, entre 5 a 20 °C. Siendo su temperatura óptima entre los 12 a 15 °C.
- **Bacterias Psicrotrofas:** bacterias mesófilas que además tienen la capacidad de crecer a temperaturas de refrigeración.
- **Bacterias Termodúricas:** son generalmente bacterias mesófilas que además tienen la capacidad de resistir temperaturas de pasteurización.
- **Bacterias Termófilas:** grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a altas temperaturas, entre 45 a 55 °C.

## 2.5 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA Y PASTERIZADA

La calidad higiénica de la leche cruda depende del estado sanitario y de la limpieza de las vacas, del sistema de ordeño y de las condiciones del equipo de ordeño. La contaminación microbiana de la leche durante su obtención en la explotación ganadera puede deberse a diferentes microorganismos. Frazier y Westhoff (1988) detectaron entre las bacterias que pueden alterar la leche cruda, *Streptococcus láctis*, coliformes, psicrótrofos Gram-negativo y termodúricos, por ejemplo, bacilos, enterococos y micrococos. La leche también puede contener distintos patógenos como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolítica* y *Listeria monocytogenes* (Early, 2000).

En la leche pasteurizada, a diferencia de la leche cruda, la presencia de bacterias coliformes es inaceptable, ya que las temperaturas de pasteurización las destruye. Una prueba de coliformes positiva en productos lácteos pasteurizados denota mala pasteurización o contaminación post-pasteurización (OMS, 1960).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

Las muestras fueron recolectadas de la planta de lácteos y el análisis de las mismas se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología, ambas instalaciones ubicadas en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Valle del Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras, C.A.

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

##### **3.2.1 Materiales**

- Plate Count Agar (PCA), DIFCO
- Violet Red Bile Agar (VRBA), DIFCO
- Peptona, Dickinson & Company
- Muestras de leche cruda
- Muestras de leche pasteurizada

##### **3.2.2 Equipo**

- Balanza electrónica de precisión Acculab Sartorius Group Serie VIC 98648-013-61
- Calentador y agitador Fisher Scientific Isotemp
- Incubadora Fisher Scientific Isotemp Incubator
- Sistema de conteo de colonias Bel-Art Products Manostat Mini-light box
- Campana extractora de flujo laminar Purifier Class II Biosafety Cabinet LABCONCO
- Micropipeta Finnpipett® II 100-1000 µL Fisherbrand
- Puntas estériles para micropipeta Fisherbrand Sure Fit™ Ergo, Fisher Scientific
- Erlenmeyer 250, 300, 500, y 1000 ml.
- Bicker de 50, 100, y 500 ml.
- ❖ Pipetas volumétricas 10 ml.

### **3.3 METODOLOGÍA**

#### **3.3.1. Recolección de muestras**

Se recolectaron muestras de leche fluida a nivel de la línea de procesamiento en cinco diferentes puntos. Los dos primeros puntos correspondientes a leche sin tratamiento térmico: recibo y tanque de almacenamiento y tres puntos que corresponden a la leche después de pasteurizado: tanque de espera (tanque pulmón), envasado y mostrador de comercialización. En cada uno de los puntos se recolectaron aproximadamente 150 ml de muestra de leche del mismo lote y el mismo día.

Las muestras del ambiente se realizaron por el método de sedimentación, en la sala de recibo y a nivel de la envasadora en la sala de producción de la planta de lácteos. El método consiste en dejar platos petri con medio PCA en diferentes puntos abiertos por 15 minutos. La muestra para determinar la carga microbiológica del envase fue tomada por medio del método de solución de enjuague que consistió en vaciar 100 ml de agua peptonada (0.1 %) en el envase, se agitó por 30 segundos y se regresó el agua al recipiente para luego realizar la siembra.

Durante el muestreo en los diferentes puntos se consideró la temperatura a la cual estaba sometida la leche. Así mismo se registró las diferentes temperaturas que experimentó el producto terminado, desde que fue envasado hasta su comercializado.

#### **3.3.2 Inoculación y recuento**

Se realizó siembras por duplicado mediante la técnica de vertido o pour plate, realizando diluciones seriadas y usando medios de cultivo PCA y VRBA, para aerobios mesófilos y coliformes totales respectivamente. La inoculación se realizó en la campana extractora de flujo laminar a una temperatura de 35-40°C. Una vez gelificado el medio en los platos petri se incubaron a 35°C, por 24 horas para coliformes totales y 48 horas para aerobios mesofilos. Al finalizar el período de incubación, con la ayuda de un cuenta colonias se seleccionaron las placas donde se encontraban entre 25 y 250 unidades formadoras de colonias (ufc).

### **3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico se realizó en el programa “Statistical Analysis System” (SAS<sup>®</sup> 2003), utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se analizaron las muestras de ambiente y puntos en la línea de proceso por separado. Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias LSD para las muestras a nivel de línea de producción. Las muestras del ambiente se analizaron con una prueba T, ambas con un nivel de significancia de 0.05.

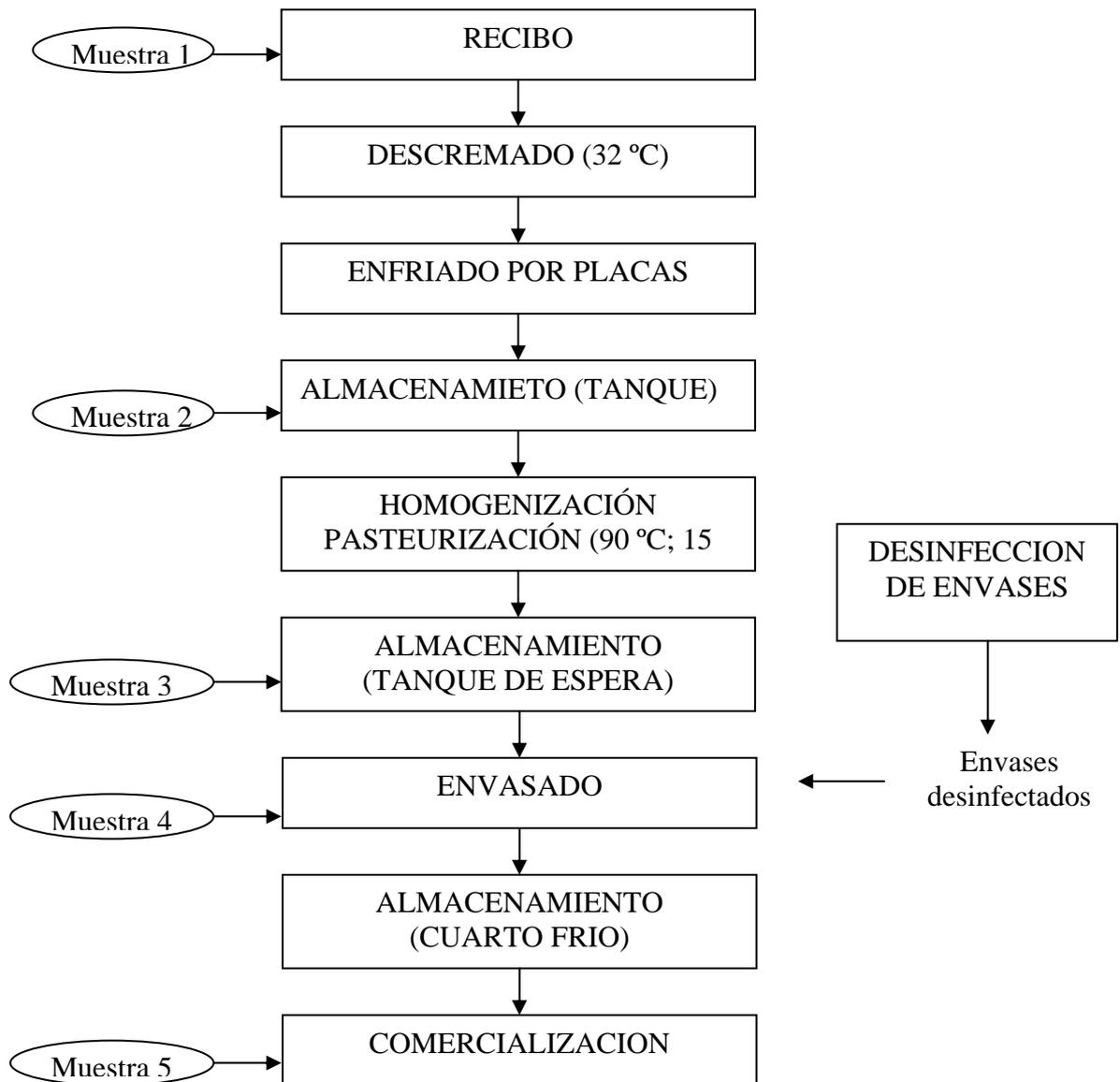


Figura 1. Flujo de proceso de la leche fluida empacada en envases plásticos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 RECUENTO DE AEROBIOS MESÓFILOS

No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los conteos realizados en recibo (P1) y tanque de almacenamiento antes de la pasteurización (P2). Sin embargo se puede observar una disminución de  $4.23 \times 10^4$  ufc/ml en P2 respecto a P1 (Cuadro 1). Las diferencias encontradas se pueden atribuir al principio que utiliza la descremadora para separar crema y leche descremada, el cual se basa en diferencia de densidades y fuerzas centrifugas. El descremado tuvo una función similar al proceso de bactofugación utilizado para la separación de microorganismos y la leche. Adicionalmente se sabe que las bacterias especialmente esporas resistentes al calor, tienen una densidad significativamente más alta que la leche por lo que se da un recuento menor ya que se transfiere cierta cantidad de microorganismos a la crema (ALFA –LAVAL, 1996).

La segunda sección corresponde a los puntos después de pasteurización: tanque de espera (P3) y envasado (P4), entre los cuales no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ). Sin embargo los recuentos en P3 y P4 se redujeron significativamente ( $P<0.05$ ) con respecto a la sección 1. Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia de pasteurización, definiendo este proceso como tratamiento térmico que se aplica para eliminar los microorganismos patógenos y reducción de la carga microbiana en general (Revilla 1996).

La sección 3 comprendida por el punto comercialización (P5) fue significativamente diferente ( $P<0.05$ ) respecto a las dos secciones anteriores. Los recuentos de P5 incrementaron en 2 log respecto a la leche recién envasada. Este incremento se puede deber a una contaminación post-pasteurización o a los cambios de temperatura y tiempos al que fue sometido la leche durante su almacenamiento y transporte, generando de esta forma condiciones favorables para el crecimiento de los microorganismos sobrevivientes la pasteurización. Para evaluar P5 también se tomó en cuenta factores externos, para ello se realizó conteos de microorganismos totales en el ambiente (sala de proceso), obteniendo una media de 82 ufc/15min (Cuadro 3), este valor muestra que está dentro del rango permitido, se descarta que el ambiente donde se realiza el envasado sea una punto de contaminación, sin embargo no quiere decir que no exista un contaminación post-pasteurización.

El incremento de P5 respecto a P4, se puede deber también a los envases usados en P4. Los envases son desinfectados con una solución de cloro al 0.5 %, sin embargo de acuerdo con los conteos se obtuvo una media de  $6.10 \times 10^3$  ufc/ml (Cuadro 3), lo cual indica que es un foco de contaminación con efecto en la calidad del producto terminado.

Esta situación se atribuye a una mala desinfección, esto debido a que los estudiantes o personal encargado de esta operación no enjuagan los envases con la cantidad necesaria de solución y no agitan por tiempo suficiente, concordando de esta forma con DiLiello (1982), quien afirma que bajo ciertas circunstancias la condición microbiológica de los contenedores es un punto crítico de control. La tendencia de incremento de aerobios mesófilos de P5 respecto a P4, coincide con el estudio realizado por Enamorado (2003).

Cuadro 1. Medias de ufc/ml y log ufc/ml de aerobios mesófilos de los posibles puntos de contaminación en la línea de producción.

Punto de contaminación	Etapa de proceso	Media de aerobios mesófilos ufc/ml	Log <sup>&amp;</sup>
Sección 1			
P1	Recibo	5.70 x 10 <sup>4</sup>	4.64 ± 0.41 <sup>a</sup>
P2	Tanque almacenamiento (antes de pasteurización)	1.47 x 10 <sup>4</sup>	4.15 ± 0.12 <sup>a</sup>
Sección 2			
P3	Tanque pulmón (después de pasteurización)	2.66 x 10 <sup>1</sup>	1.19 ± 0.64 <sup>c</sup>
P4	Envasadora (leche recién envasada)	2.00 x 10 <sup>1</sup>	1.08 ± 0.60 <sup>c</sup>
Sección 3			
P5	Puesto de ventas	6.18 x 10 <sup>3</sup>	3.15 ± 1.00 <sup>b</sup>

<sup>&</sup> Valores con letras diferentes en la misma columna difieren entre si (P < 0.05) : LSD

P : Punto de muestreo.

P1= Área de recibo: Temperatura 30.2°C.

P2= Tanque de almacenamiento despues de descremado: Temperatura 7.4°C.

P3= Tanque de almacenamiento despues de pasteurización: Temperatura 8°C.

P4= Envasado: Temperatura 11.2°C.

P5= Centro de comercialización de Zamorano. Temperaturas de almacenamiento: Cuarto frío planta de proceso(8.8°C), Cuarto frío del puesto de ventas (6.11°C) y Mostrador de comercialización (4°C).

#### 4.2 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES

El recuento de los coliformes totales tuvo un comportamiento similar al de aeróbios mesófilos, encontrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la sección 1 (antes de pasteurización) y las secciones 2 y 3 (después de pasteurización) (Cuadro 2). Los conteos de coliformes totales en los puntos de recibo (P1) y tanque de almacenamiento (P2) no fueron significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

La sección 2 presentó conteos menores a 10 UFC/ml, valores que están dentro del rango permitido por las normas que rigen a los productos lácteos. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre P3, P4 y P5. A pesar de no encontrar diferencia estadística entre los 3 puntos evaluados después de tratamiento térmico y tener valores dentro de los rangos establecidos, la prueba de coliformes fue positiva presentando una media general de 5 ufc/ml. La presencia de coliformes totales en producto terminado según Valbuena (2005), es un indicador de un proceso o un estado poco satisfactorio, indicando una contaminación post-proceso con el riesgo de proliferación, que permitiera también la multiplicación de otros organismos. Adicionalmente Madrid (1996), afirma que los coliformes transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) e hidrógeno, desprendiendo olor y sabor desagradable. Por las razones ya mencionadas los puntos 3, 4 y 5, requieren mayor atención.

La carga microbiana de los envases (Cuadro 3) también pudo contribuir con la presencia de coliformes totales en el producto final. Dado que el incremento en el conteo de ufc/ml en ambas variables aerobios mesófilos y coliformes totales, se relaciona con mala desinfección de los envases, se identificó a la actividad de desinfección como punto de contaminación.

Cuadro 2. Medias de ufc/ml y log ufc/ml de coliformes totales de los posibles puntos de contaminación en la línea de producción.

Punto de contaminación	Etapas de proceso	Media de coliformes (ufc/ml)	Log <sup>&amp;</sup>
Sección 1			
P1	Recibo	9.12 x 10 <sup>2</sup>	2.88 ± 0.29 <sup>a</sup>
P2	Tanque almacenamiento (antes de pasteurización)	1.66 x 10 <sup>3</sup>	3.17 ± 0.24 <sup>a</sup>
Sección 2			
P3	Tanque pulmón (después de pasteurización)	3.00	0.33 ± 0.52 <sup>b</sup>
P4	Envasadora (leche recién envasada)	7.00	0.55 ± 0.61 <sup>b</sup>
P5	Puesto de ventas	5.00	0.50 ± 0.55 <sup>b</sup>

<sup>&</sup> Valores con letras diferentes en la misma columna difieren entre si (P < 0.05).

P : Punto de muestreo.

P1= Área de recibo: Temperatura 30.2°C.

P2= Tanque de almacenamiento después de descremado: Temperatura 7.4°C.

P3= Tanque de almacenamiento después de pasteurización: Temperatura 8°C.

P4= Envasado: Temperatura 11.2°C.

P5= Centro de comercialización de Zamorano. Temperaturas de almacenamiento: Cuarto frío planta de proceso (8.8°C), Cuarto frío del puesto de ventas (6.11°C) y Mostrador de comercialización (4°C).

#### 4.3 RECUENTO DE CARGA MICROBIANA DEL AMBIENTE

En la evaluación microbiológica del ambiente no se encontró diferencia significativa (P>0.05) en los puntos sala de recibo y sala de proceso. En cuanto a los envases se determinó una media de 6.10 x 10<sup>3</sup> ufc/ml, identificando de esta forma una inadecuada práctica de desinfección de los mismos. Se estableció a la actividad desinfección de envases como un punto de contaminación, adicional a las operaciones del procesamiento de la leche. La variable envases no fue comparado ni analizado por "Statistical Analysis System" (SAS<sup>®</sup> 2003) con los otros dos puntos referentes a la carga microbiológica de ambiente, debido a que son parámetros diferentes los tomados en cuenta, aire del ambiente de la salas de recibo y proceso y superficie interna de los envases.

Cuadro 3. Medias de los conteos de microorganismos presentes en el ambiente sala de recibo, sala de proceso y envases.

Punto de contaminación	Medias de recuentos	Log <sup>&amp;</sup>
Sala de recibo <sup>1</sup>	1.90 x 10 <sup>2</sup>	2.20 ± 0.30 <sub>a</sub>
Sala de proceso <sup>1</sup>	8.25 x 10 <sup>1</sup>	1.89 ± 0.30 <sub>a</sub>
Envases <sup>2</sup>	6.10 x10 <sup>3</sup>	3.48 ± 0.71

& Valores con letras diferentes en la misma columna difieren entre si (P < 0.05).

<sup>1</sup> UFC/15 min

<sup>2</sup> UFC/ml, envases enjuagados con solución (0.1 %) de peptona después de desinfección. Parámetro externo relacionado con P4, en la línea de producción. El parametro envases no se analizó ni comparó con sala de recibo y sala de proceso.

#### 4.4 RECOMENDACIONES PARA LOS PUNTOS IDENTIFICADOS

- Evaluar y controlar minuciosamente el manejo del producto terminado y establecer un plan de medidas correctivas en los puntos identificados.
- Llevar un mejor control de temperaturas en cada etapa del proceso especialmente en los tanques de almacenamiento que es donde más tiempo pasa la leche en las mismas condiciones.
- Concientizar a los encargados, tanto estudiantes como operarios sobre la limpieza y desinfección de los envases y equipo. Conjuntamente controlar que la ejecución de los POES sean adecuadamente desarrollados.
- Controlar los cambios de temperaturas de almacenamiento de producto terminado.

## 5. CONCLUSIONES

1. Se determinó la carga microbiana en el procesamiento de la leche fluida de la planta de lácteos, donde las medias de ufc/ml de las variables aerobios mesófilos y coliformes totales estuvieron dentro del rango permitido por las leyes que rigen a los productos lácteos.
2. La evaluación de carga microbiana en el ambiente sala de recibo y sala de proceso mostraron conteos dentro de lo permisible.
3. Para aerobios mesófilos los puntos envasado y centro de comercialización fueron identificados como focos de contaminación a nivel de la línea de producción de la leche fluida.
4. El tratamiento térmico aplicado fue efectivo ya que se observó una diferencia significativa en la reducción de microorganismos antes y después de pasteurización tanto para aerobios mesófilos como para coliformes totales.
5. La actividad de desinfección de envases fue identificado como un punto crítico de control, debido a que presentaron conteos microbiológicos con una media de  $6.12 \times 10^3$  UFC/ml, afectando los conteos finales del producto final.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Realizar un estudio que evalúe las condiciones de procesamiento y supervivencia el tiempo de los microorganismos resistentes al tratamiento térmico y su efecto en la calidad sanitaria y la vida útil de la leche pasteurizada.
2. Realizar un estudio en las etapas de post-pasteurización tomando en cuenta mayor número de puntos de muestreo, para identificar con mayor precisión los factores y condiciones que favorecen el crecimiento microbiano.
3. Confirmar mediante un estudio detallado el efecto de la ruptura de la cadena de frío en el crecimiento microbiano y la vida de anaquel del producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALFA –LAVAL 1996. Dairy Handbook. 350 p.
- DiLiello, L. 1982. Methods in food and Dairy Microbiology. Avi Publishing Company. Connecticut. EE.UU. 142 p.
- Early, R. 1998. Tecnología de los productos lácteos: Leche y nata. Traducido por Oria, R. 2da. ed. Editorial Acribia, S.A. España. 459p.
- Ellner, R. 2000. Microbiología de la leche y de los productos lácteos. Trad. Schluter-Ellner, C. y Schulz, R. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid, España. 144 p.
- Enamorado, C. 2003. Evaluación microbiológica de la leche cruda recibida y de la línea de procesamiento de la leche fluida en bolsa 2 % de grasa en la planta de lácteos de Zamorano. Tesis de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Foster, E. 1994. Microbiología de la leche. Editorial Herrero, S.A. México. 165-172 p.
- Frazier, C. 1962. Microbiología de la leche. 1ra. ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 467 p.
- Frazier, W. y Westhoff, D., 1988. Microbiología de los Alimentos. 3ra. ed. Editorial Acribia SA. Zaragoza, España, 239-594 p.
- International Dairy Foods Institute. 2002. Consumo de calcio sugerido (en línea) Consultado el 20 de septiembre de 2007. Disponible en: <http://www.idfa.org/facts/milk/milkfact/milk5.pdf>
- Judkins, H. y Keener, H. 1984. La leche, su producción y procesos industriales. 11va. ed. Editorial Continental S.A. México. 486 p.
- Madrid, A. 1996. Curso de industrias lácteas. Editorial Mundo-Prensa Libros, S.A. Madrid, España. 604 p.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1960. Normas para el examen de los productos lácteos. ISSN 0798-2259. 11va. ed. 145-179 pp.
- Revilla, A. 1996. Tecnología de leche. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 397 p.

- SAS<sup>®</sup>, 2003. Statistical Analysis System 7.5 for Windows Standard version. User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. E.U.A.
- Valbuena, E., Castro, G., Lima Keidy *et al.* 2004. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuida en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. RC. Vol. 14. No. 1. 59-67 p.
- Veisseryre, R. 1988. Lactología técnica. 2da. ed. Editorial Acribia. España. 186-189 p.