

**Correlación entre bacterias psicrófilas,
psicrótrofas y coliformes totales en leche
semi-descremada y chocolatada de la planta
de lácteos Zamorano**

Jorge Segundo Vergara Icaza

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Correlación entre bacterias psicrófilas,
psicrótrofas y coliformes totales en leche
semi-descremada y chocolatada de la planta
de lácteos Zamorano**

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

Presentado por:

Jorge Segundo Vergara Icaza

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

**Correlación entre bacterias psicrófilas,
psicrótrofas y coliformes totales en leche semi-
descremada y chocolatada de la planta de lácteos
Zamorano**

Presentado por:

Jorge Segundo Vergara Icaza

Aprobado:

Edgar Edmundo Ugarte, 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

RESUMEN

Vergara, J. 2008. Correlación entre bacterias psicrófilas, psicrótrofas y coliformes totales en leche semi-descremada y chocolatada de la planta de lácteos Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 21 p.

La leche es un alimento completo para la dieta de los seres humanos y por sus principios nutritivos es uno de los productos alimenticios más perecederos. Los microorganismos más importantes encontrados después de la pasteurización, son coliformes totales, microorganismos psicrófilos y psicrótrofos, estos últimos directamente relacionados con la vida de anaquel. Establecer una correlación con coliformes totales en leche semi-descremada y leche chocolatada. Las muestras fueron sembradas en medios PCA para las bacterias psicrófilas y psicrótrofas, y VRBA para coliformes totales. El análisis estadístico se realizó en el programa "Statistical Analysis System", para las correlaciones y prueba t student. Se estableció una correlación significativa alta positiva de 0.97 entre coliformes totales y psicrótrofos. En la evaluación de los resultados no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) respecto al crecimiento de psicrófilos, psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada y leche chocolatada. Los promedios de coliformes totales en los productos terminados fueron de 0.21 ufc/ml y 0.08 ufc/ml en leche semi-descremada y leche chocolatada respectivamente. Con los datos obtenidos se observó que con un tratamiento térmico efectivo y buen manejo post-pasteurización se puede controlar el crecimiento de coliformes totales, psicrófilos y psicrótrofos, asegurando así una vida de anaquel más larga del producto terminado.

Palabras clave: Pasteurización, refrigeración, vida de anaquel.

CONTENIDO

	Página
Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
5. CONCLUSIONES	16
6. RECOMENDACIONES	17
7. BIBLIOGRAFÍA	18
8. ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Clasificación de las bacterias según su posibilidad de multiplicación a distintas temperaturas.....	5
2.	Conteo de psicrótrofos, psicrófilos y coliformes totales en leche semi-descremada durante un periodo de 12 días.....	9
3.	Conteo de psicrótrofos, psicrófilos y coliformes totales en leche chocolatada durante un periodo de 12 días.....	10
4.	Tabla de correlaciones.....	12
5.	Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, evaluando psicrófilos.....	14
6.	Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, evaluando psicrótrofos.....	14
7.	Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, evaluando coliformes totales.....	14
Figuras		Página
1.	Flujo de proceso de la leche fluida empacada en envases plásticos.....	8
2.	Correlación entre psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada.....	11
3.	Correlación de psicrófilos, psicrótrofos con coliformes totales en leche semi-descremada y chocolatada.....	13
Anexos		Página
1.	Cuadro de análisis con agua peptona en medio VRBA Y PCA.....	20
2.	Reporte microbiológico diario de la planta de lácteos Zamorano.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Según ICAITI (1976; citado por Revilla, 1996) leche fresca es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, del ordeño higiénico regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas, que no contenga calostro y que esté exento de color, olor, sabor y consistencias anormales. La leche es uno de los productos de origen animal más completos en cuanto a nivel nutritivo, y de igual manera es un medio propicio para el crecimiento de microorganismos desde la extracción de la leche de la ubre de la vaca hasta la comercialización de la misma.

Uno de los procesos térmicos principales para la reducir la carga microbiana al mínimo en la leche es la pasteurización, teniendo como objetivo principal eliminar todos los microorganismos patógenos sin alterar en forma considerable su composición, sabor y valor nutricional (Revilla, 1996). A pesar de estar pasteurizada la leche puede darse crecimiento de microorganismos debido a una contaminación en las máquinas de pasteurizado, equipos contaminados, uso inadecuado de la temperatura de pasteurización, contacto directo con las manos o instrumentos no esterilizados.

La recontaminación de la leche en el manejo después de pasteurización causan riesgos a la salud para los consumidores y además la vida de anaquel de la leche se reduce, lo cual baja significativamente la calidad de la misma. Esto también va a depender de la cadena frío que tenga la leche desde el momento de la pasteurización hasta que llegue al cliente. Un factor a considerar es que existen bacterias que soportan las temperaturas de refrigeración las cuales van directamente relacionadas con la vida de anaquel del producto. Es por esto que es necesario tomar en consideración estos microorganismos y realizar análisis que aseguren la inocuidad y calidad del producto.

Debido a que el muestreo e identificación de estos microorganismos necesita de un tiempo de refrigeración de 10 a 14 días, con este estudio se buscó determinar la carga microbiana de la leche fluida al 2% y leche fluida chocolatada después de pasteurización, determinando así, algún tipo de correlación con coliformes totales, siendo estos últimos, bacterias relacionadas con la contaminación después de la pasteurización de la leche.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Los reportes de devoluciones de la Planta de Procesamiento de Lácteos Zamorano en la leche fluida se deben a crecimientos de microorganismos que resisten a la temperatura de refrigeración a la que se almacena el producto. En este estudio se buscó una correlación con coliformes y bacterias que crecen a temperatura de refrigeración (psicrófilos y psicrótrofos), y poder obtener un indicador de contaminación en la leche fluida en un corto tiempo, teniendo así una idea más clara y rápida del estado de la leche durante la vida de anaquel.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general:

- Establecer la correlación entre bacterias psicrófilas y psicrótrofas con coliformes totales en leche al 2% de grasa y leche chocolatada de la planta de lácteos Zamorano.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Evaluar la efectividad del tratamiento térmico sobre la leche semi-descremada al 2% y leche chocolatada.
- Determinar si existe una relación directa entre las bacterias evaluadas mediante un análisis de correlación.
- Evaluar la tasa de crecimiento de microorganismos según el tipo de producto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIONES

Según el Codex Alimentarius (2000), la leche es la secreción mamaria normal de los animales lecheros obtenidos mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior. Producto lácteo, es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración.

La leche pasteurizada es aquella leche íntegra o entera, semi-descremada o descremada, que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado que asegura la total destrucción de los organismos patógenos que pueda contener y casi la totalidad de los organismos no patógenos, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor nutritivo (Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 1999).

2.2 LECHE Y SUS DERIVADOS

Los microorganismos son importantes en los productos lácteos, pero son los microorganismos no deseables los responsables del deterioro de la leche y sus derivados. La importancia de los microorganismos deseables y no deseables en la leche y sus derivados ha llevado al desarrollo de métodos para enumerarlos y establecer estándares para reflejar la seguridad o calidad de la leche (Richer *et al.*, 2001).

La calidad microbiológica de la leche y sus derivados es influenciada por la carga microbiológica inicial de la leche cruda, las condiciones de procesamiento y la contaminación después de la pasteurización (Richer *et al.*, 2001).

2.2 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE

La leche debido a su composición química y a su elevada actividad de agua, es un magnífico sustrato para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos. De entre los que se pueden encontrar en la leche, unos son beneficiosos (por ejemplo, bacterias lácticas), algunos son alterantes y otros son perjudiciales para la salud (Canal Salud, 2008).

La contaminación de la leche ocurre desde las zonas inferiores del interior de la ubre y cuando el producto la abandona está expuesto a múltiples contaminaciones externas. Actualmente la contaminación que alcanza más relevancia es la del utillaje de lechería, (Ordeñadoras, tanques, cisternas, transportadoras, tuberías, silos, etc.) (Canal Salud, 2008).

La recogida, almacenamiento y transporte de la leche son operaciones que deben realizarse con la máxima higiene posible para conseguir una leche cruda de gran calidad microbiológica. Es necesario que llegue a la industria en el tiempo más corto y a la temperatura de refrigeración más baja posible con un máximo de 4 °C. (Canal Salud, 2008).

2.3 MICROORGANISMOS MÁS COMUNES EN LA LECHE

La leche está directamente relacionada con un sinnúmero de microorganismos o bacterias, de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

Leche Cruda: El conteo total de bacterias usualmente es menor que 10^3 por ml y las más comunes son *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Corynebacterium spp* (Richer *et al.*, 2001).

Leche Pasteurizada: El tipo de bacteria normalmente encontrado después de la pasteurización, son las termodúricas y esporas. El tipo y el número de bacterias van a depender de la población microbiana de la leche antes del tratamiento térmico. La mayoría de bacterias termodúricas crecen lentamente en la leche refrigerada (Richer *et al.*, 2001).

2.4 FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO MICROBIANO

El grado de acidez o alcalinidad del medio es de suma importancia porque cada microorganismo prefiere el pH del ambiente natural en que normalmente vive. La mayoría de las bacterias crecen mejor en medios con pH de 6.8 a 7.4. Los mohos prefieren un pH de 4.5 o menos; sin embargo, hay algunos dentro de estos, que prefieren pHs más bajos o más altos que los mencionados anteriormente (Revilla, 1996).

2.5 FACTORES DE TEMPERATURA EN EL CRECIMIENTO MICROBIOLÓGICO

Para el crecimiento de cada especie de microorganismo hay una temperatura mínima, óptima y máxima. Según la temperatura máxima estos se clasifican en psicrófilos, mesófilos y termófilos (Revilla, 1996).

Al grupo de las bacterias mesófilas pertenece la mayoría de la flora que se encuentra con mayor frecuencia en la leche, principalmente las bacterias lácticas. Bacterias psicrófilas son las que crecen a temperatura de refrigeración. Son bacterias psicrófilas los miembros del género *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus* (Heer, 2007).

Bacterias termófilas son aquellas que crecen bien a temperatura de 45 a 55 °C, en este grupo están el *Lactobacillus Bulgaricus*, *L. Fermenti*, *L. Lactis*, *L. Helveticus*, *L. Acidophilus* *Streptococcus Termophilus* (Heer, 2007).

Los microorganismos psicrótrofos y los termótrofos, son microorganismos mesófilas que igualmente pueden crecer a temperaturas bajas o altas, respectivamente (Heer, 2007).

También existen grupos termodúricos, los cuales resisten altas temperaturas, y grupos psicrófilos o psicrotolerantes que pueden reproducirse a 7° C o menos, independientemente de su temperatura óptima (Revilla, 1996).

Cuadro 1. Clasificación de las bacterias según su posibilidad de multiplicación a distintas temperaturas

Grupo	Mínima	Optima	Máxima
Termófilos	40-50	55-75	60-90
Mesófilas	5-15	30-45	25-47
Psicrófilas	-5 hasta +5	15-20	15-20
Psicrótrofas	-5 hasta +5	25-30	30-35

Fuente: (Bohm *et al.*, 2001)

Este estudio fue dirigido a los microorganismos psicrotróficos, el cual encierra a las bacterias psicrófilas y psicrótrofas. Estas bacterias han sido extensamente estudiadas debido a su gran importancia en los productos lácteos (Muir, 1996). A estos se acredita la dependencia de la vida anaquel de los productos lácteos ya que pueden crecer a temperaturas de refrigeración (Cuadro 1).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Planta de Procesamientos de Lácteos y el Laboratorio de Microbiología de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Km 30, Valle del Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras, C.A.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales

- Plate Count Agar (PCA), DIFCO
- Violet Red Bile Agar (VRBA), DIFCO
- Peptona, Dickinson & Company
- Envases de muestreos de 200 ml, HDPE
- Platos petri desechables
- Muestras de leche semi-descremada pasteurizada
- Muestras de leche chocolatada pasteurizada

3.2.2 Equipo

- Balanza electrónica de precisión Acculab Sartorius Group Serie VIC 98648-013-61
- Calentados y agitador Fisher Scientific Isotemp
- Incubadora Fisher Scientific Isotemp Incubator
- Campana extractora de flujo laminar Purifier Class II Biosafety Cabinet LABCONCO
- Erlenmeyer 250 y 500 ml
- Beaker de 500 ml
- Pipetas volumétricas 2.2 ml
- Refrigeradora Samsung, Model RT47MASW (7° C)
- Refrigeradora Admiral, Model: ATB1511ARA. Serial: 15763280 WU (5° C)

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Recolección de muestras

Las muestras de leche fluida se recolectaron directamente de la llenadora de envases, al momento que se envasaba leche semi-descremada y leche chocolatada pasteurizada, según lo establecido en la planta de lácteos Zamorano.

Las muestras de los envases se tomaron pasando un envase de 200 ml por el procedimiento normal de desinfección en cloro, seguidamente el sellado con tapas desinfectadas con agua clorada al 0.5%.

Las muestras fueron recolectadas en envases de 200 ml y posteriormente almacenadas en un refrigerador a 4° C, finalmente se procedió a la siembras de las mismas.

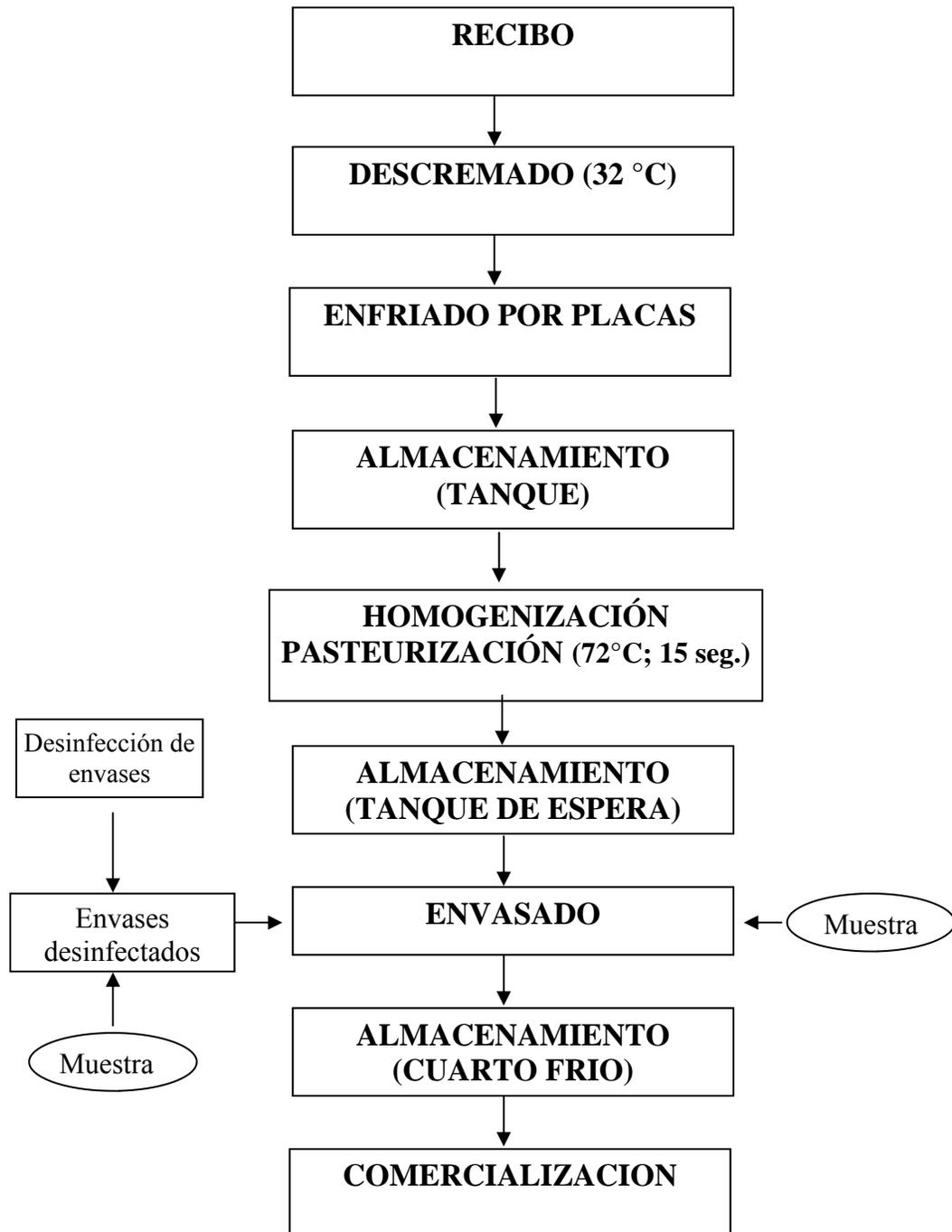
3.3.2 Inoculación y recuento

Para la inoculación se realizaron siembras con la técnica de vertido (pour plate), usando VRBA para determinar coliformes totales y medio PCA para determinar bacterias psicrófilas y psicrótrofas. Se inocularon dos platos por tipo de leche, y por tipo de bacteria. Se analizaron los envases y se utilizaron dos controles, para un total de 16 platos diarios durante 12 días consecutivos.

Una vez inoculado los platos de coliformes totales en el medio VRBA, se procedió a incubarlos a 36 ± 1 °C durante 24 horas, este fue el tiempo estimado para identificar si el producto estaba infectado por mal manejo. Se inocularon las muestras en medio PCA para la determinación de psicrófilos y psicrótrofos y se procedió a incubarlos en ambientes de 5 y 7 °C respectivamente durante 12 días.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó en el programa “Statistical Analysis System” (SAS® 2003), usando una correlación de Pearson para cada una de las muestras realizadas y un análisis de comparación mediante la prueba t-student.

Flujo grama de leche fluida de la planta de lácteos Zamorano**Figura 1.** Flujo de proceso de la leche fluida empacada en envases plásticos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RECUENTO DE PSICRÓFILOS, PSICRÓTROFOS Y COLIFORMES TOTALES EN LECHE SEMI-DESCREMADA Y LECHE CHOCOLATADA.

En el cuadro 2 se observó que el conteo diario microbiológico de la leche semi-descremada durante los 12 días fue bajo para los tres tipos de microorganismos, reportando como promedio de los 12 días de muestra un conteo de 0.71 ufc/ml en psicrótrofos, 0.13 ufc/ml en psicrófilos y 0.21 ufc/ml en coliformes totales, indicando que el proceso de pasteurización y manejo de la leche fue efectivo en la planta de lácteos.

Cuadro 2. Conteo de psicrótrofos, psicrófilos y coliformes totales en leche semi-descremada durante un periodo de 12 días de producción.

Días	LSD 2% Psicrótrofos 7°C (ufc/ml)			LSD 2% Psicrófilos 5°C (ufc/ml)			LSD 2% Coliformes totales (ufc/ml)		
	1era	2da	X	1era	2da	X	1era	2da	X
1	5	9	7	1	0	0.5	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0.5	0	0	0	1	0	0.5
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0.5	1	0	0.5	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0.5	0	0	0
10	0	1	0.5	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio			0.71			0.13			0.21

LSD: Leche semi-descremada

En el cuadro 3 se observó que el crecimiento de los tres microorganismos evaluados en la leche chocolatada fue bajo. Mostrando un promedio de los 12 días evaluados de 1.04 ufc/ml para psicrótrofos, 0.38 ufc/ml para psicrófilos y 0.08 ufc/ml para coliformes totales. Los resultados mostraron que el manejo de la leche chocolatada durante y después del tratamiento térmico fue efectivo, indicando que se consiguió realizar 7 a 12 reducciones decimales, siendo esto lo considerado diariamente en la pasteurización HTST (Mossel *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Conteo de psicrótrofos, psicrófilos y coliformes totales en leche chocolatada durante un periodo de 12 días de producción.

Días	L CHO Psicrótrofos 7°C (ufc/ml)			L CHO Psicrófilos 5°C (ufc/ml)			L CHO Coliformes totales (ufc/ml)		
	1era	2da	\bar{X}	1era	2da	\bar{X}	1era	2da	\bar{X}
1	7	4	5.5	0	1	0.5	0	0	0
2	0	4	2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	5	3.5	0	2	1	1	1	1
5	0	0	0	1	0	0.5	0	0	0
6	0	0	0	2	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	2	1	1	0	0.5	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Promedio			1.04			0.38			0.08

L CHO: Leche chocolatada

4.1 RECUENTO DE BACTERIAS PSICRÓFILAS, PSICRÓTROFAS Y COLIFORMES TOTALES EN PROCEDIMIENTO DE DESINFECCIÓN DE ENVASES.

La desinfección de los envases antes del llenado y sellado de la leche puede ser un factor de riesgo muy importante en la recontaminación del producto.

Se desinfectaron los envases para la toma de muestra, asegurando que el crecimiento de los microorganismos después de la siembra se debiera únicamente por alguna contaminación relacionada al mal manejo o mala pasteurización en la leche semi-descremada y chocolatada.

Se observó que la desinfección de los envases de muestreo con agua clorada al 0.5% fue efectiva. Todos los conteos dieron 0 ufc/ml de agua peptonada para los 3 tipos de microorganismos evaluados durante 12 días de producción.

4.2 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA DE PSICRÓTROFOS CON COLIFORMES TOTALES EN LECHE SEMI-DESCREMADA.

La correlación estadística entre los psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada fue de 0.97 siendo esta una correlación positiva alta, con una $P < 0.05$. Los resultados indicaron que estadísticamente existió un efecto directo del crecimiento de coliformes totales sobre el crecimiento de psicrótrofos. Debido al bajo crecimiento de ambos tipos de bacterias en la leche semi-descremada, no se pudo asegurar que esta correlación fue válida. El resultado se acreditó a que los conteos de coliformes totales del primer y cuarto día fueron representativos y coincidió con el conteo de psicrótrofos en leche semi-descremada en los mismos días.

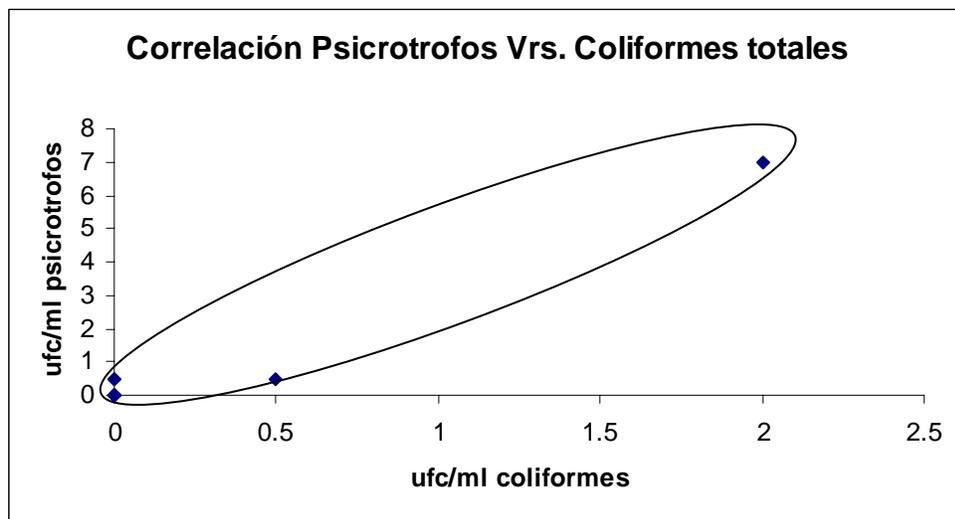


Figura 2. Correlación entre psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada.

Nueve de los doce datos obtenidos se encuentran en el punto (0,0) y los 3 restantes se encuentran cerca al modelo lineal, dando una correlación alta positiva, pero no válida por la falta de crecimiento de los microorganismos evaluados (figura 2).

4.5 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA DE PSICRÓFILOS CON COLIFORMES TOTALES EN LECHE SEMI-DESCREMADA.

Se obtuvo una correlación estadística positiva baja de 0.47 entre los psicrófilos y coliformes totales en leche semi-descremada, con una $P > 0.05$ (Cuadro 4), que indicó

que no hubo correlación estadística significativa entre psicrófilos y coliformes totales. El crecimiento y contaminación con psicrófilos en leche semi-descremada no va a depender de la contaminación con coliformes totales después de la pasteurización.

4.6 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA DE PSICRÓTROFOS CON COLIFORMES TOTALES EN LECHE CHOCOLATADA.

Se obtuvo una correlación estadística positiva baja de 0.43, con una $P > 0.05$ (Cuadro 4), indicando que el crecimiento de coliformes totales no presentó correlación con bacterias psicrótrofas en la leche chocolatada después de la pasteurización, esto se acreditó a que los conteos de bacterias en la leche después de el tratamiento térmico son bajos, dando un nivel de correlación no significativo.

4.7 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA DE PSICRÓFILOS CON COLIFORMES TOTALES EN LECHE CHOCOLATADA.

Se obtuvo una correlación positiva baja de 0.45 con una $P > 0.05$ (Cuadro 4), mostrando que el crecimiento de coliformes totales fue independiente al crecimiento de bacterias psicrófilas en la leche chocolatada, siendo variables totalmente diferentes una de la otra.

Cuadro 4. Tabla de correlaciones

Interacción	Correlación	Probabilidad $P < 0.05$
Psicrótrofos-Coliformes totales en LSD	0.9772	0.0001
Psicrófilos-Coliformes totales en LSD	0.4747	0.1189
Psicrótrofos-Coliformes totales en L. Cho.	0.4357	0.1568
Psicrófilos-Coliformes totales en L. Cho.	0.4546	0.1377

LSD: Leche semi-descremada

L. CHO: Leche chocolatada

En la figura 3 se puede observar mediante gráficas el comportamiento de cada una de las correlaciones del crecimiento de los microorganismos en los productos evaluados, exceptuando la correlación entre psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada. Las gráficas mostraron baja correlación entre los microorganismos en cada uno de los productos.

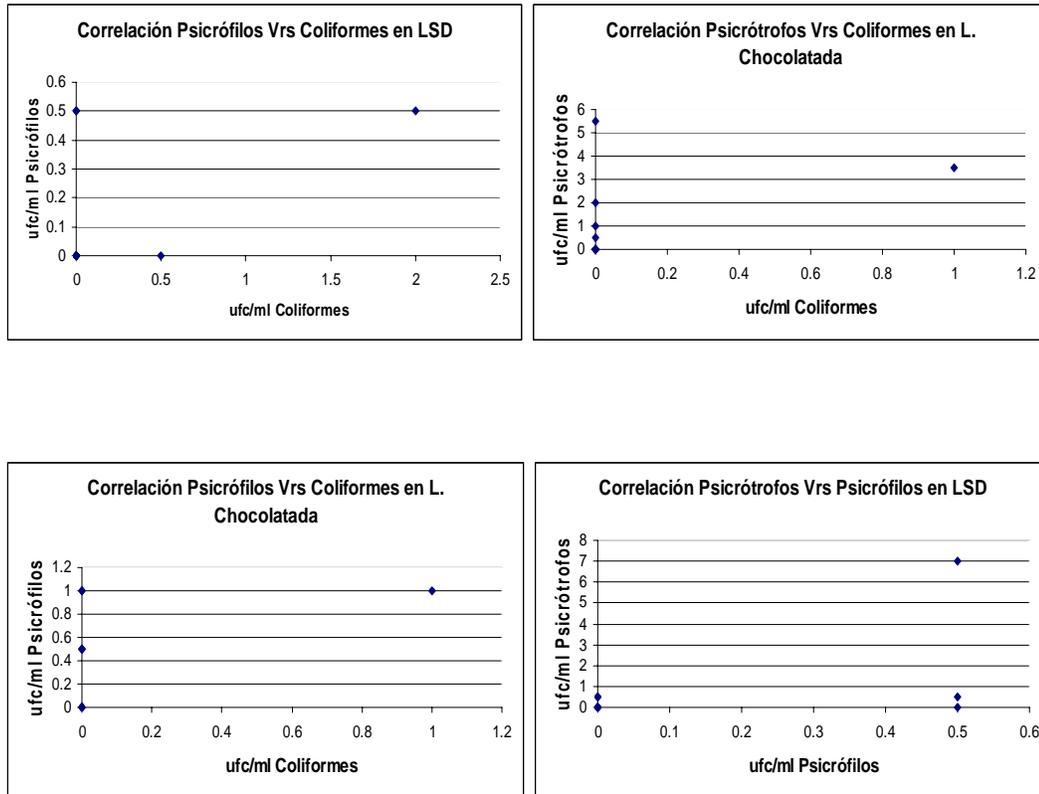


Figura 3. Correlación de psicrófilos, psicrótrofos con coliformes totales en leche semi-descremada y chocolatada.

4.3 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DEL CRECIMIENTO MICROBIOLÓGICO MEDIANTE PRUEBA T ENTRE LECHE SEMI-DESCREMADA Y LECHE CHOCOLATADA EN BACTERIAS PSICRÓFILAS, PSICRÓTROFAS Y COLIFORMES TOTALES.

Se realizó una comparación entre leche semi-descremada y leche chocolatada, evaluando cada tipo de microorganismo como se muestra en las tablas a continuación:

En el cuadro 5, la prueba T mostró una $P > 0.05$ indicando que el crecimiento de microorganismos psicrófilos es igual en los dos productos analizados.

Cuadro 5. Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, evaluando psicrófilos.

LSD Vrs L. Chocolatada, Psicrófilos			
Media	Desviación Estándar	Valor t	Pr > {t}
0.250	0.398	2.17	0.052

LSD: Leche semi-descremada

En el cuadro 6, la prueba T indicó que no existieron diferencias significativas en el crecimiento de psicrófilos entre la leche semi-descremada y leche chocolatada, mostrando una $P > 0.05$. Indicando que el crecimiento de los psicrótrofos a pesar de ser bajo durante los 12 días de incubación, fue el mismo para los dos tipos de productos.

Cuadro 6. Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, para psicrótrofos.

LSD Vrs L. Chocolatada, Psicrótrofos			
Media	Desviación Estándar	Valor t	Pr > {t}
0.333	1.193	0.97	0.3541

LSD: Leche semi-descremada

El cuadro 7, muestra mediante la prueba T que no hubieron diferencias significativas en el crecimiento de coliformes totales entre la leche semi-descremada y la leche chocolatada. Los pocos conteos reportados estuvieron dentro de los rangos permitidos por las normas que rigen a los productos lácteos en coliformes totales, ≤ 10 UFC/ml. (Mossel *et al.*, 2003).

Cuadro 7. Prueba T-student entre leche semi-descremada y leche chocolatada, para coliformes totales.

LSD Vrs L.Chocolatada, Coliformes totales			
Media	Desviación Estándar	Valor t	Pr > {t}
0.125	0.607	0.71	0.491

LSD: Leche semi-descremada

Al comparar el crecimiento de microorganismos entre los dos tipos de leche, se observó que durante los 12 días de incubación se obtuvo mayor crecimiento de coliformes en la leche semi-descremada que en la leche chocolatada. Esto se acredita a que la leche semi-descremada es uno de los primeros productos en ser envasados en la planta de lácteos, y la presencia de microorganismos al inicio del sistema es mayor que al final de la producción.

5. CONCLUSIONES

- La calidad microbiológica se mantuvo dentro de los rangos permitidos, mostrando que tanto la pasteurización como el manejo de la leche fluida fueron efectivos (≤ 10 UFC/ml).
- La correlación entre psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada fue la única estadísticamente significativa, con una correlación alta positiva.
- De la correlación establecida entre psicrótrofos y coliformes totales en leche semi-descremada no se puede asegurar que cuando hay presencia de coliformes totales vaya a haber presencia de psicrótrofos.
- No existió diferencia en la tasa de crecimiento entre los microorganismos evaluados en los dos tipos de productos.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio, evaluando la correlación desde la recepción de la leche cruda hasta el producto listo para ir al mercado, para evaluar la interacción entre los organismos y poder determinar de una forma más clara si existen correlaciones entre ellas.
- Analizar la correlación de acidez en la leche con el crecimiento de los microorganismos estudiados, para evaluar los cambios en la vida de anaquel de los productos
- Realizar un análisis del efecto de diferentes letalidades en la tasa de mortalidad de los microorganismos estudiados, para comparar la resistencia de los mismos al tratamiento térmico.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bohm, H; Heeschen, W; Teufel, P. 2001. El nuevo derecho de la higiene de la leche 2000 (en línea). Consultado el 5 sep. 2008. Disponible en <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/microbiologia.pdf>

Canal Salud. 2008. Microbiología de la leche (en línea). Consultado 1 oct. 2008. Disponible en <http://salud.pcplus.es/mejor-prevenir/salud-alimentaria/leche-y-lacteos/microbiologia-de-la-leche.html>

Codex alimentarius. 2000. Leche y productos lácteos. FAO. Roma, Italia. 125 p.

Heer, G. 2007. Microbiología de la leche (en línea). Argentina, UNL. Consultado 20 nov. 2008. Disponible en <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/microbiologia.pdf>

Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua. 1999. Norma técnica de leche entera pasteurizada (en líneas). Consultado 8 oct. 2008. Disponible en [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/25F4A6C8A23D88620625734E00770E3A?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/25F4A6C8A23D88620625734E00770E3A?OpenDocument)

Mossel, D; Moreno, B; Struijk C. 2003. Microbiología de los alimentos. 2da Ed. Acibia, S. A., Zaragoza, España. 703 p.

Muir, DD. 1996. The shelf-life of dairy products: 1. Factors influencing raw milk and fresh products. HRI. Scotland. v. 49.

Revilla, A. 1996. Tecnología de la leche. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 397 p.

Richer, R; Vedamuth, E. 2001. Milk and Milk Products. 4ta. Ed. American Public Health Association. Washington, DC. 835 p.

SAS®. 2003. Statistical Analysis System 7.5 for Windows Standard version. User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. E.U.A.

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de análisis con agua peptonada en medio VRBA Y PCA

Agua Peptonada (envases)		
	VRBA	PCA
	ufc/ml	
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

Anexo 2. Reporte microbiológico diario de la planta de lácteos Zamorano

COLIFORMES TOTALES ufc/ml		
Días	LSD	L CHO
1	5	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

LSD: Leche semi-descremada

L CHO: Leche chocolatada