



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Ingeniería en Alimentos

Niveles de contaminación Microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de Leche, en tres centros de Acopio Lechero (CAL) de la provincia de Valdivia

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Ingeniería de Alimentos

Mónica Alejandra González Mundaca

Valdivia Chile 2003

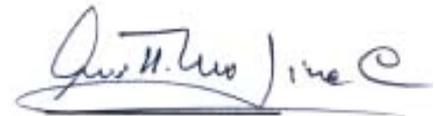
PROFESOR PATROCINANTE

Bernardo Carrillo López
Ing. Agrónomo
Ms. En Ciencia e Ingeniería en alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

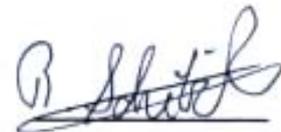


PROFESORES INFORMANTES

Luz Haydée Molina Carrasco
Prof. Biología y Química
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



Renate Paula Schöbitz Twele
Tecnólogo Médico
M. Sc. En Microbiología de Alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



AGRADECIMIENTOS

Deseo dar las gracias en forma muy especial al señor Bernardo Carrillo López, por su constante apoyo, consejos e incondicional disposición durante el desarrollo de esta investigación.

A las profesoras Renate Schöbitz Twele y Luz Haydée Molina Carrasco por sus consejos y sugerencias.

A la señora Sade Selaide y Mariela Horzella, por su ayuda en todo lo relacionado con las metodologías en el laboratorio de microbiología.

También a los profesionales Claudio Vidal, Marco Salinas, Víctor Valenzuela y Marcelo Czische por sus significativos aportes y buena disposición durante el desarrollo de la investigación.

A la señora Olimpia del Carmen Sierra por su gran disposición en todo momento y entrega de tiempo valioso.

En especial a mi novio Daniel Paredes Sabja por su apoyo e incondicional amor, a lo largo de la carrera, pieza fundamental en mi formación como profesional.

Además a todo el personal vinculado con la Sociedad Agrícola Santa Rosa Paillaco Ltda., Agrícola Pichirropulli S.A y Centro de Acopio Paillaco S.A., por su colaboración.

Y en general a todas los profesores, familiares y amigos que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis, en especial a mis hermanas y sobrina. Además a mis compañeros y amigos: Marcela Monje, Viviana Cuvertino, Claudia Cid, Susana Muñoz, Ruth Silva, Jessica González, Alfredo Valdivieso, Fausto Merino y Eduardo Aguilar, quienes me acompañaron a lo largo de toda mi carrera.

(Dedico este esfuerzo a mis padres Manuel y Mónica, por su fuerza, confianza e incondicional amor, gracias por ayudarme a realizar uno de mis sueños más preciados.

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Definición de un Centro de Acopio Lechero (CAL)	3
2.2	Calidad de leche	3
2.3	Contaminación microbiológica de los equipos y utensilios de lechería	6
2.4	Características de los equipos utilizados en un CAL	10
2.5	Limpieza y desinfección de los equipos y utensilios utilizados en el CAL	13
2.5.1	Limpieza manual	17
2.5.2	Limpieza mecánica	18
2.5.3	Frecuencia de limpieza	19
2.5.4	Secado después de la limpieza	19
2.6	Detergentes	19
2.7	Desinfectantes	21
2.8	Compuestos químicos de uso más frecuente en la desinfección de los equipos	22
2.8.1	Clorados	22
2.8.2	Yodados	22
2.8.3	Amonio cuaternario	23
2.9	Rutina de limpieza de equipos a nivel de un CAL	24
2.10	Calidad del agua	25
2.11	Características de los manipuladores en un CAL	29

3	MATERIAL y MÉTODO	32
3.1	Material	32
3.1.1	Ubicación del estudio	32
3.1.2	Duración del estudio	32
3.1.3	Equipos muestreados	32
3.2	Método de muestreo	32
3.2.1	Muestreo de tarros lecheros	32
3.2.2	Muestreo del preestanco de vaciado de leche	33
3.2.3	Muestreo del filtro de leche	33
3.2.4	Muestreo del circuito bomba-manguera de leche	34
3.2.5	Muestreo del estanque de almacenamiento de leche	34
3.3	Frecuencia de muestreo	35
3.4	Análisis microbiológicos de las superficies muestreadas	35
3.5	Análisis microbiológico del agua	36
3.5.1	Toma de muestra	36
3.5.2	Determinación del número más probable de bacterias coliformes (NMP) en agua	36
3.6	Método de evaluación y clasificación del estado higiénico de los equipos	36
3.7	Análisis estadísticos	37
3.8	Evaluación de las condiciones de manejo y operación del CAL	37
4	PRESENTACIÓN y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1	Recuento de bacterias en equipos a nivel de los CAL	39
4.1.1	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas en tarros lecheros	39
4.1.2	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en preestanco de vaciado de leche	43
4.1.3	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en	

	filtro de leche	48
4.1.4	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en circuito bomba-manguera de leche	51
4.1.5	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en estanque de almacenamiento de leche	51
4.2	Análisis microbiológico del agua	56
4.3	Análisis de las variables de manejo y operación que caracterizan a los tres CAL	58
4.3.1	Limpieza de equipos y utensilios	61
4.3.2	Estado de equipos y utensilios	65
4.3.3	Agua de abastecimiento	70
4.3.4	Escolaridad y capacitación del manipulador permanente	71
4.3.5	Salud e higiene del manipulador permanente	72
4.3.6	Incentivos económicos otorgados al manipulador permanente	74
5	CONCLUSIONES	76
6	RESUMEN	78
	SUMMARY	
7	BIBLIOGRAFIA	80
	ANEXOS	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Requisitos físicos que debe cumplir el agua potable	26
2	Clasificación de la dureza del agua, expresada como contenido de CaCO ₃	26
3	Clasificación del agua de acuerdo a su calidad bacteriológica	28
4	Distribución de los muestreos en 10 semanas	35
5	Clasificación del estado higiénico de tarros lecheros (ufc/tarro)	36
6	Clasificación del estado higiénico de superficies muestreadas por el método de la tórula (ufc/cm ²)	37
7	Promedio del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ tarro), en tarros lecheros en los tres CAL	39
8	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ 900cm ²), en los preestancques de vaciado de leche de los tres CAL	43
9	Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en preestanque de vaciado de leche, con un nivel de confianza del 95%	45
10	Clasificación del recuento total de bacterias en preestanque de vaciado de leche, según estándares de calidad indicados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), en los tres CAL	46
11	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/	

	cm ²), en filtros de leche de los tres CAL	48
12	Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en filtro de leche, con un nivel de confianza del 95%	50
13	Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/900cm ²), en estanques de leche de los tres CAL	52
14	Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en estanque de leche, con un nivel de confianza del 95%	53
15	Clasificación del recuento total de bacterias en estanque de leche, según estándares de calidad indicados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976)	54
16	NMP de coliformes totales y fecales del agua utilizada en los tres CAL	56
17	Puntajes obtenidos por ítem en los tres CAL, luego de la aplicación del instrumento de evaluación	59
18	Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos para estanque de almacenamiento en la limpieza, descritos en el instrumento de evaluación	63
19	Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos para preestanque de vaciado de leche en la limpieza, descritos en el instrumento de evaluación	65
20	Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos en el instrumento de evaluación que tienen relación con el estado del estanque de almacenamiento	67
21	Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados	

obtenidos en el instrumento de evaluación que tienen relación con el estado del preestaque de vaciado de leche

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Valores promedio para el recuento de bacterias mesófilas en tarros lecheros durante los muestreos	40
2	Valores para el recuento de bacterias mesófilas en preestaque de vaciado de leche durante los muestreos	44
3	Distribución del estado higiénico para preestaque de vaciado de leche, de acuerdo con estándares de calidad señalados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976)	47
4	Valores para el recuento de bacterias mesófilas en filtro de leche durante los muestreos	49
5	Valores para el recuento de bacterias mesófilas en estanque de leche durante los muestreos	52
6	Distribución del estado higiénico para estanques de leche, de acuerdo con estándares de calidad señalados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976)	55
7	Deficiencias por ítem de los tres CAL, expresadas como porcentaje respecto al puntaje total de la evaluación	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos		Página
1	Método de enjuague para tarros lecheros descrito por HARRIGAN y Mc CANCE (1976)	90
2	Técnica de muestreo con tórula, descrita por la Federación Internacional de la Leche (IDF /FIL) (1987)	91
3	Instrumento de evaluación para caracterizar a los CAL en lo que dice relación con el manejo y operación de las unidades analizadas, modificado a partir de ASPEE (2001)	92
4	Recuento de bacterias mesófilas aeróbicas, para el enjuague de tarros lecheros en los tres CAL estudiados	103
5	Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en tarros lecheros, de los tres CAL	104
6	Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en preestaque de vaciado de leche, de los tres CAL	105
7	Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en filtro de leche, de los tres CAL	106
8	Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en estanque de almacenamiento, de los tres CAL	107
9	Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la limpieza de equipos y utensilios	108

10	Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con el estado de equipos y utensilios	109
11	Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con el agua de abastecimiento	110
12	Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la escolaridad y capacitación del manipulador permanente	111
13	Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la salud e higiene del manipulador permanente	112
14	Puntajes obtenidos por los tres cal, para las variables relacionadas con los incentivos económicos otorgados al manipulador permanente	113

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros Centros de Acopio de Leche (CAL) comenzaron a operar en el país a fines de 1983, aumentando su número significativamente entre 1990 y 1998. Estas unidades surgieron como una alternativa para que los pequeños productores pudieran comercializar de mejor manera su producción de leche.

Según antecedentes disponibles en el año 2000, en Chile existían 135 CAL ubicados entre la V y X Región, lo que representa el 13,5% de la producción nacional. En la X Región existían 69 CAL asociados a ellos 4.733 productores lo que representa el 51,1% de los CAL existentes en el país. La leche aportada por estos CAL era de 74 millones de litros / año, lo que representa un 6,7 % del total recibido en plantas a nivel regional y un 5% a nivel nacional. Esto permite dimensionar el peso relativo de los CAL en la industria formal del país.

Uno de los desafíos que actualmente enfrentan estas unidades, es la exigencia en cuanto a la calidad higiénica de la leche cruda por parte de las industrias lecheras. A medida que aumentan los requisitos del mercado se acrecientan las exigencias de calidad para la leche. Un manejo deficiente de los procesos de obtención de leche a nivel predial, de la recolección (predio-CAL) y de la recepción y almacenamiento a nivel del propio CAL, sin duda que pueden afectar la calidad higiénica de la leche desde el punto de vista de los recuentos microbiológicos.

Dentro de los parámetros de calidad, el contenido de microorganismos que pueden contener los diferentes equipos, utilizados para el transporte, recepción y almacenamiento de la leche, por un deficiente manejo a nivel del CAL,

inevitablemente llegan a la leche, afectando finalmente la calidad de ésta, por lo que es importante conocer los diferentes niveles de contaminación de cada uno de estos equipos.

Hipótesis de trabajo : los equipos que contienen y por donde circula leche en un CAL, tienen un alto contenido de microorganismos, los que eventualmente podrían contaminar la leche.

De acuerdo a estos antecedentes, los objetivos del presente trabajo fueron:

Objetivo general:

- Establecer los niveles de contaminación microbiológica (recuento de bacterias aerobias mesófilas) de los equipos utilizados en el transporte, recepción y almacenamiento de la leche, en tres Centros de Acopio de la provincia de Valdivia.

Objetivos específicos:

- Determinar la carga microbiana en superficies de: tarros lecheros, preestanco de vaciado de leche, filtro de leche, circuito bomba-manguera y estanque de almacenamiento de leche, en tres Centros de Acopio.
- Evaluar los niveles de contaminación de cada una de las superficies, comparándolos con estándares de referencia.
- Determinar los niveles de contaminación microbiológica del agua en los tres CAL, a través del número más probable de bacterias coliformes (NMP).
- Aplicar un instrumento de evaluación que permita caracterizar a estos CAL en lo que dicen relación con el manejo y operación de estas unidades.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Definición de un Centro de Acopio Lechero (CAL)

Un Centro de Acopio Lechero (CAL) se define como una empresa formada por productores, cuya función principal es la de asegurar una participación activa en la oferta de leche, con volúmenes y estacionalidad atractivos, con una alta calidad higiénica y previamente enfriada para asegurar su conservación. Un CAL, debe traer beneficios económicos y sociales tanto para el grupo de productores, como para la empresa lechera. Además, como empresa el CAL debe buscar la eficiencia en sus transacciones comerciales, su organización y sus actividades productivas (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

2.2 Calidad de leche

Según HEIMLICH y CARRILLO (1995), debido a que la calidad se define como idoneidad para el uso, para la leche de un CAL, la idoneidad para el uso es equivalente a la aptitud para ser utilizada en la elaboración de los diferentes productos lácteos.

Estos mismos autores también definen calidad como el cumplimiento de un conjunto de requisitos. Esta definición pone énfasis al hecho que la calidad esta dada por un conjunto de especificaciones establecidas para las diferentes propiedades del producto. Estas propiedades pueden ser medidas o cuantificadas y en base al resultado de las mediciones, se pueden tomar medidas correctivas, en el caso de no satisfacerse alguna especificación.

Por otra parte ALAIS (1985), entiende que la noción de calidad de los alimentos es relativa y evolutiva y que ha de establecerse sobre dos bases: su calidad

química o calidad de composición y su calidad bacteriológica, desde un punto de vista higiénico (ausencia de gérmenes patógenos) y desde un punto de vista técnico (mínima flora inocua).

Según Argente, citado por GARCIA y JORDANO (1998), el primer inconveniente que se encuentra al tratar sobre calidad de leche es la propia definición de calidad, que esta determinada por su capacidad para satisfacer las expectativas del consumidor, además indica que el concepto calidad de leche, puede entenderse como aquello por lo que el consumidor esta dispuesto a pagar.

CARRILLO y MOLINA (1997), indican que el concepto de calidad de leche incluye aspectos de composición, higiénicos, valor nutritivo y propiedades físicas y organolépticas del producto.

HEIMLICH y CARRILLO (1995), consideran que la calidad microbiológica es, el parámetro de calidad más importante. La calidad microbiológica se expresa como recuento bacteriano, es decir, el número de bacterias por mL de leche. El número de bacterias por mL de leche se expresa, como unidades formadoras de colonias por mL de leche (ufc / mL).

Ponce de León , citado por GARCIA y JORDANO (1998), se refiere al concepto de calidad de leche, como al contenido en gérmenes totales a 30°C y considera que la calidad bacteriológica de la leche es un aspecto importante, al ser un factor de pago o penalización. Así mismo Moragas, citado por GARCIA y JORDANO (1998), afirma que la calidad bacteriológica de la leche cruda viene determinada por el número total de bacterias por mL, sin tener en cuenta los diferentes géneros de bacterias presentes.

Del mismo modo LOOR y JONES (1999), señalan que la calidad microbiológica de la leche cruda, se ve afectada por una mala limpieza de los equipos de ordeña, programas de sanidad mal implementados, mastitis, insuficiente enfriamiento de la leche en el estanque de almacenamiento, o un mal manejo de la leche por medio del operario encargado. Por su parte GEHRIGER (1980), dice que el contenido de bacterias en la leche cruda depende especialmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios de lechería y de la correcta higiene durante la extracción de leche.

Uno de los principales factores a tener en cuenta para obtener una leche de buena calidad microbiológica, es el grado de limpieza que presente el proceso de ordeña y posterior almacenamiento, pues la contaminación inicial es uno de los factores más importantes que determinan el número de microorganismos de la leche cruda. Los residuos que quedan sobre la superficie de los equipos en contacto con la leche, serán el nutriente perfecto en el cual las bacterias pueden desarrollarse rápidamente (PONCE DE LEON, 1993).

LOOR y JONES (1999), señalan que las mayores causas de altos niveles de microorganismos en la leche, es la falta de la limpieza de los equipos (estanques, mangueras, etc) después de su uso, o negligencia en limpiar el equipo antes de usarlo, igualmente de bombas con grietas y goteras, o de piezas de caucho que están obsoletas por los años de uso.

De acuerdo a los factores específicos que afectarían la calidad higiénica de la leche a nivel de los CAL, CARRILLO y VIDAL, (1999) en estudios previos, han podido detectar inconvenientes como: utilización de agua contaminada para lavar estanques y tarros, incorrecta rutina de lavado de tarros y utensilios, tarros en mal estado, insuficiente temperatura del agua de lavado, estado y mantención deficiente de estanques de frío, falta de filtro adecuado para colar leche y escasa capacitación de operarios de los CAL, entre otros.

Finalmente, independiente de la definición de calidad utilizada, la leche destinada a la manufactura de productos alimenticios debe ser obtenida de animales sanos, bajo condiciones higiénicas adecuadas y deberá cumplir con las normas nacionales con respecto a antibióticos, residuos químicos, residuos de pesticidas, materias extrañas y olores inaceptables. Además, la leche cruda debe ser de calidad microbiológica satisfactoria y cumplir al menos con las normas de cada país (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/ FIL), 1991).

El Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000) establece para la leche los siguientes requisitos:

- a) Caracteres organolépticos normales.
- b) Exenta de materias extrañas.
- c) Peso específico: 1,028 a 1,034 g/mL a 20°C.
- d) Índice crioscópico: -0,53 a -0,57 "Horvet" ó -0,512 a -0,550 °C.
- e) pH: 6,6 a 6,8.
- f) Acidez: 12 a 21 mL de hidróxido de sodio 0,1N/100mL de leche; aunque en el Reglamento Sanitario de los Alimentos del año 1997 (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1997) y los anteriores, se especifica que la acidez debe ser de 16 a 21 ml de hidróxido de sodio 0,1 N/100 mL de leche.
- g) Sólidos no grasos: 82,5 g/L, como mínimo.
- h) Exenta de sangre y pus.
- i) Exenta de antisépticos, antibióticos y neutralizantes.
- j) Sus requisitos microbiológicos y su contenido de materia grasa, serán los que determina este reglamento en cada caso.

2.3 Contaminación microbiológica de los equipos y utensilios de lechería

PALMER (1980) y DODD (1987), mencionan que los equipos de lechería y estanques de almacenamiento de leche son frecuentemente la mayor fuente

bacteriana en la leche, contribuyendo estos con menos de $1,0 \times 10^3$ ufc/mL de leche cuando la limpieza y desinfección se ha efectuado correctamente. Esto refleja la importancia y cuidado que debe tenerse en el manejo, lavado e higienización de ellos.

MARSHALL (1985), indica que los equipos de lechería podrían contribuir con $4,0 \times 10^3$ ufc/mL a la cantidad inicial de bacterias de la leche cruda que bajo buenas condiciones higiénicas, puede tener una cantidad total de bacterias de $1,0 \times 10^4$ ufc/mL. Sin embargo, una deficiente limpieza y desinfección aumenta considerablemente esta cantidad, que según menciona PONCE DE LEON (1993), pueden llegar hasta $5,0 \times 10^5$ ufc/mL o más.

Thomas y Thomas, citado por POBLETE (1998), informan que cuando los utensilios de lechería y tarros de leche son mal lavados, la leche generalmente contiene más de $5,0 \times 10^5$ ufc/mL. Al respecto GEHRIGER (1980), señala que la cantidad de bacterias presentes en tarros lecheros aumenta considerablemente en el tiempo entre la limpieza y la reutilización de estos.

HAYES (1993), indica que si las superficies de los equipos lecheros no han sido bien limpiadas, la leche al ser un alimento líquido arrastra bacterias de estas superficies, y cuando esto ocurre, al realizar los análisis microbiológicos a estas leches, las primeras muestras de la línea de trabajo son las que presentan la mayor carga bacteriana, y por lo tanto irán seguidas de otras cuya calidad bacteriana será progresivamente mejor hasta obtener un producto satisfactorio y estable.

POBLETE (1998), al trabajar con tres productos destinados a limpieza y higienización, encontró recuentos elevados en tarros lecheros. Además halló que un 75,3% de las muestras resultaron positivas a la prueba de coliformes totales, lo que evidencia serias faltas de higiene en el lavado de tarros lecheros.

Así mismo, del total de muestras para el recuento de bacterias mesófilas, en tres CAL de la provincia de Valdivia, encontró que un 96,3% resultó con una calificación de insatisfactoria, el 3,7% correspondió a un estado higiénico regular y ninguna presentó condiciones higiénicas satisfactorias, de acuerdo a estándares de calidad británicos indicados por BIDEGAIN (1976). De la misma forma, del total de muestras para el recuento de bacterias mesófilas de estanques de almacenamiento en dos CAL de la provincia de Valdivia, los dos obtuvieron más del 50% de las muestras de superficie satisfactorias, de acuerdo a estándares señalados por HARRIGAN y McCANCE (1976). Este mismo autor encontró que los tarros lecheros presentaban una mayor contaminación que los estanques de leche.

Según la INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF), (1991), el tipo de microorganismos que se desarrollen en la leche y superficies en contacto con ella, dependerá frecuentemente de la temperatura prevalente en estos. Este mismo autor indica que debido a que las bacterias mesófilas y psicrótróficas comparten rangos de temperatura, esto implica que cuando se interrumpe la cadena de frío, las bacterias psicrótróficas aumentan considerablemente, ya que se acercan rápidamente a su temperatura óptima de crecimiento (25-30°C). Así, las temperaturas de refrigeración evitarán la multiplicación de algunos microorganismos y frenarán o harán más lenta la de otros.

La temperatura óptima de crecimiento de los organismos mesófilos oscila entre los 25 y 45 °C (algunos menos y otros más, aunque generalmente es de 37 °C). Debido a esta definición son microorganismos que se pueden encontrar en superficies que entran en contacto con la leche, debido a que la temperatura ambiente en los CAL, oscila entre los 15 y 25 °C (CEPEDA, 2002).

Por otra parte CASADO y GARCIA (1985b), señalan que en la leche proveniente de ubres con mastitis, máquinas ordeñadoras, utensilios y estanques de almacenamiento mal lavados, se podrán encontrar bacterias termodúricas.

Según Robinson, citado por POBLETE (1998), la leche transportada en tarros tiene mayor cantidad de bacterias termodúricas que la recolectada en tanques. En tanques de leche el contenido de bacterias termodúricas es inferior a $1,0 \times 10^1$ ufc/ cm² (ICMSF, 1988). Así mismo Cousin, citado por POBLETE (1998), reporta que estas bacterias se encuentran en cantidades superiores a $1,1 \times 10^1$ ufc/cm² en equipos lavados inadecuadamente. Según PALMER (1980), los microorganismos termodúricos representan la mayor proporción de la flora bacteriana presente en tarros lecheros lavados.

THOMAS et al. (1971), indican que la incidencia de bacterias gram negativas por ejemplo, psicrotróficos y coliformes, en leche refrigerada almacenada en estanques, es un buen indicador de las condiciones de producción y de la calidad bacteriológica.

Por su parte, CASADO y GARCIA (1985a), señalan que la presencia de un número apreciable de bacterias psicrotróficas en la leche cruda es un indicador de falta de higiene en la extracción de la leche, por lo que es importante una limpieza y desinfección cuidadosa de los utensilios, tuberías y estanque de almacenamiento de leche.

Respecto a las bacterias coliformes, Ramos citado por POBLETE (1998), indica que éstas pueden llegar a la leche por el empleo de aguas contaminadas utilizadas para efecto de limpieza, contaminación del equipo con estiércol y de máquinas ordeñadoras mal lavadas, es por esto que la presencia de coliformes es considerada evidencia de una higiene poco satisfactoria.

2.4 Características de los equipos utilizados en un CAL

HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que la eficiencia de un CAL dependerá, en buena medida, de cuan adecuado sea su equipamiento, además mencionan que la capacidad de los equipos, deberá estar en función de la cantidad de leche recepcionada.

Todo equipo y los utensilios que vayan a estar en contacto con los alimentos se deben proyectar y fabricar de manera que se asegure que no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores y sean no absorbentes y resistentes a la corrosión (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 1999; ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), 1981). El estanque de leche y todos los accesorios que estén en contacto con la leche, deben ser manufacturados de acero inoxidable o de un material aprobado por una autoridad oficial apropiada, además, todas las juntas deben ser soldadas y deben permanecer firmes y resistentes a la corrosión (IDF/FIL, 1970). Conjuntamente la ICMFS (1991), indica que las partes del equipo que establecen contacto con los alimentos serán construidas con materiales duraderos y no tóxicos, resistentes a la corrosión o alteración física durante el funcionamiento normal. Las superficies serán lisas, sin grietas, hoyos ni fisuras en las que pueda persistir y multiplicarse los microorganismos, y serán fáciles de limpiar. Es primordial que las soldaduras en superficies que entran en contacto con los alimentos estén exentas de grietas y fisuras. Al respecto, COMMEAU (1987), señala que el pulido de las superficies está estrechamente vinculado al fenómeno de corrosión, debido a que éste se acentúa en superficies con fisuras y grietas, siendo este uno de los principales problemas de la industria lechera, ya que ocasiona grandes pérdidas cada año.

Así mismo DODD (1987), indica que los equipos y utensilios deben ser de metal, preferiblemente de acero inoxidable o aluminio. Estos deben tener superficies lisas libre de fisuras o uniones, y ser de alta calidad, ya que

cualquier irregularidad, tales como grietas, fisuras, abolladuras, etc. en un equipo o utensilio de lechería facilita la deposición de la suciedad y permitirá la multiplicación de microorganismos. Del mismo modo CARBALLO (2001), indica que un factor de relevancia en la adherencia bacteriana a superficies de contacto con alimentos es la microtopografía de la superficie ya que la presencia de grietas y hendiduras favorece la retención de las bacterias y dificulta la limpieza, de esta manera al aumentar los defectos de las superficies disminuyen sus propiedades higiénicas . Este mismo autor indica que un diseño adecuado del equipo evita la presencia de grietas y zonas “muertas”, previniendo la retención y acumulación de restos de producto y microorganismos.

Acerca de los estanques de almacenamiento de leche FAO (1981), indica que el estado de funcionamiento de este puede clasificarse según la vida útil y el estado de deterioro de las unidades en:

- Nuevo: aquellas unidades que acusen un uso menor al 5% de su vida útil.
- Bueno: aquellas unidades que acusen un uso entre el 5 y el 50% de su vida útil y que no presenten daños mayores o deterioro peligroso.
- Regular: aquellas unidades que acusen un uso entre el 50 y el 85% de vida útil, o que de acuerdo a propio criterio, no inspiren la confianza de la unidad catalogada como “buena”.
- Inaceptable: aquellas unidades que se aproximen al fin de su vida útil, o que se encuentren en un estado avanzado de deterioro.

Así mismo PONCE DE LEÓN (1993), menciona que otro aspecto a considerar es que un técnico competente realice un control del funcionamiento del estanque de almacenamiento una vez al año, comprobando el funcionamiento de este y de sus diversos componentes.

En cuanto a los preestranques de vaciado de leche existentes en los CAL HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que estos deberán disponer de un colador o malla de acero inoxidable para retener los restos de suciedad que pueden venir con la leche. A su vez, el CENTRO DE GESTIÓN EMPRESARIAL DE PAILLACO (CEGE-PAILLACO) (1996), señala que los preestranques de la Décima Región son en su mayoría de acero inoxidable.

Respecto a los utensilios de leche CARRILLO (1997), los define como todos aquellos que de una u otra forma entran en contacto con la leche, tales como: tarros, regla, colador, filtros, mangueras, cucharones y agitadores. Así mismo la ICMSF (1991), menciona que las deficiencias de lavado y desinfección, estarían relacionadas de alguna forma, con la utilización de utensilios inadecuados o que se encuentran en mal estado. Por su parte, CASADO y GARCIA (1985b), indica que las superficies golpeadas o desgastadas son lugar ideal para el depósito de suciedad y proliferación de gérmenes, favoreciendo también la corrosión.

FAO (1986), indica que los tarros pueden clasificarse según su condición física y estado de conservación, de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Abolladuras, oxidación interior, corrosión, costuras abiertas, tapas en mal estado.
- Existencia de piedra de leche y/o restos de leche formando “lamas”.

En relación a los utensilios utilizados para la recepción de leche, los CAL cuentan con dos métodos de medición: la balanza electrónica y la regla de aluminio, fierro o madera. CEGE-PAILLACO (1996), señala que la utilización de la regla para medir leche debe ser desterrada, ya que por sus características, pese a un lavado prolijo, es un foco de contaminación permanente a nivel de los CAL.

En cuanto a los coladores de acero inoxidable tipo malla, CEGE-PAILLACO (1996), señala que se ha demostrado que son insuficientes para retener las partículas finas que trae la leche de los predios, por lo cual se ha recomendado utilizar filtros especiales de acero inoxidable, entre la salida del preestanco de vaciado y el estanque de enfriamiento. Al respecto, HERNÁNDEZ (1998), encontró que solo tres CAL del área de Paillaco tenían instalados este tipo de filtros. Por su parte PONCE DE LEÓN (1993), señala que el hecho de no cambiar la pieza de fibra del filtro de leche con la frecuencia adecuada, es un defecto de mantenimiento que conduce a que se acumulen los residuos sólidos que puede llevar la leche, los que pueden convertirse en un foco de contaminación importante. Al respecto, los fabricantes de la pieza de fibra utilizada en los filtros de acero inoxidable, recomiendan que esta debe ser cambiada cada vez que filtren 2000 litros de leche.

2.5 Limpieza y desinfección de los equipos y utensilios utilizados en el CAL

La razón por la que se limpian y desinfectan las superficies que contactan con los alimentos y el ambiente es para ayudar en el mantenimiento del control microbiológico. Si se realiza con eficacia y en el momento apropiado, su efecto neto será la eliminación o el control de la población microbiana (ICMSF, 1991).

El proceso de limpieza pretende eliminar los residuos de alimentos que proporcionan los nutrientes necesarios para la multiplicación microbiana. Al mismo tiempo, este proceso puede eliminar también la mayoría de los microorganismos mediante la acción física y del lavado y aclarado (ICMSF, 1991).

Por su parte HEIMLICH y CARRILLO (1995), mencionan que la limpieza de los tarros lecheros, estanques y utensilios, es una operación importante, además de la limpieza general del local y el entorno. Así mismo señalan, que en la

mayoría de los CAL, la operación de limpieza se realiza manualmente. De la misma manera CARRILLO y MOLINA (1997), indican que una inadecuada limpieza de los equipos y utensilios, es uno de los factores que inciden en la mala calidad de la leche.

Hardy, citado por ASPÉE (2001), señala que los CAL deben contar con estanques idealmente cerrados y con sistema de lavado automático, situación que según CEGE-PAILLACO (1996), se observó en todos los CAL del área de Paillaco. Este mismo autor a su vez señala, que es muy importante, un meticuloso lavado e higienización del preestanco de vaciado, colador, bomba de leche y mangueras de bombeo.

Según ALAIS (1985), se deben distinguir dos operaciones esenciales para tratar el material con el cual la leche entra en contacto: la limpieza propiamente dicha, que elimina todos los residuos e impurezas especialmente las menos solubles como grasa, proteínas y sales, y la desinfección, que elimina todos los microorganismos, ya sea por medios físicos o químicos. FAO (1986), señala que del proceso completo de lavado y desinfección, el lavado representa el 90% y la desinfección constituye el 10%.

Para alcanzar y mantener un control microbiano, el proceso de limpieza debe reducir convenientemente la población microbiana. Como ayuda para conseguir esto, el proceso de limpieza debe ir seguido de la desinfección mediante calor o un agente químico (ICMSF, 1991).

Una vez limpias y desinfectadas las superficies que contactan con los alimentos pueden recontaminarse si establecen contacto con superficies sucias, paños de limpieza sucios, salpicaduras, polvo, manipulación, insectos y roedores (ICMSF, 1991).

La finalidad primaria de la limpieza y desinfección consiste en eliminar, o reducir a un número aceptable la población microbiana sobre el equipo que se encuentra en contacto con alimentos y en el ambiente donde se manipulan estos mismos (ICMSF, 1991).

ARNAU (1995), señala que la limpieza depende de cuatro factores principales: temperatura, acción mecánica (velocidad del fluido), efecto químico de la disolución detergente (concentración y composición) y tiempo.

La ICMSF (1991), indica que deben considerarse diversos factores al seleccionar el sistema de higiene para la manipulación de alimentos o para una zona donde son procesados. Los cuatro factores más importantes que controlan la eficacia de la limpieza y desinfección son:

- selección y concentración de los productos químicos utilizados
- temperatura
- tiempo de contacto
- fuerza mecánica

Mediante la variación de estos cuatro factores es posible eliminar la suciedad que se acumula en las operaciones de procesado de alimentos y desinfectar el equipo.

Según la ICMSF (1991), otros aspectos a considerar en el proceso de limpieza son:

- nivel de conocimiento del operario acerca de los fenómenos y factores que influyen sobre esta operación, a mayor nivel de instrucción mayor será la eficacia que se alcanzará en la limpieza
- condiciones higiénicas de los materiales utilizados para la limpieza (cepillos, esponjas, etc.), ya que éstos pueden servir como sitio para la multiplicación de microorganismos

- lugar o sitio donde quedan las mangueras una vez que hallan sido utilizadas, las mangueras deben ser colgadas en la pared, y no quedar sobre el suelo para evitar su contaminación mediante el contacto con éste.

HAYES (1993), indica que la limpieza eficaz se acompaña de muchas dificultades, entre ellas se incluyen:

- un diseño defectuoso y una colocación incorrecta del equipo
- la recontaminación del equipo previamente limpiado
- un tiempo de limpieza inadecuado o una limpieza poco frecuente
- mano de obra insuficiente o mal calificada
- mal empleo de los agentes de limpieza y desinfectantes por no cumplir con las concentraciones recomendadas

ICMSF (1991), señala que algunos de los factores que causan deficiencias en el lavado y desinfección son:

- carencia o insuficiente cantidad o volumen de agua caliente
- falta de tiempo para limpiar o desinfectar los equipos correctamente
- equipo mal diseñado
- equipos y/o materiales usados para la limpieza son inadecuados.

Según la ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OPS/ OMS) (1997a), la limpieza aparente puede inducir a engaño, por consiguiente suele ser deseable confirmar el nivel de limpieza y desinfección mediante análisis microbiológicos de muestras procedentes del equipo o del medio. Dicha información puede ser usada para establecer límites a los niveles microbianos sobre el equipo.

Al respecto HAYES (1993) y STANLEY (2002), señalan que la eficacia de la higiene de los equipos debe ser comprobada por inspección visual y

microbiológica. Además indica que la inspección visual es un método simple, pero incierto, que no establece el grado de limpieza microbiológica alcanzado. Del mismo modo indica que las inspecciones realizadas deben ser al azar, de forma que los operarios implicados ignoren cuando tendrán lugar. Conjuntamente dice que los microorganismos se distribuyen irregularmente por las superficies del equipo, por lo tanto se debe muestrear un área tan extensa como sea posible; por esta razón el método más utilizado es el de la tórula.

HAYES (1993), también afirma que en las superficies en contacto con los alimentos pueden quedar microorganismos que no son detectados lo cual tiene como resultado, que se establezca una flora bacteriana autóctona en las partes del equipo que no se limpiaron eficazmente.

ICMSF (1991), recomienda un enjuague con solución desinfectante en la última etapa de limpieza, para así asegurar que la acción desinfectante se prolongue en el tiempo y para evitar la recontaminación. BARBERA (1985), indica que el desinfectante, por su definición, debe actuar únicamente por un tiempo corto y limitado, generalmente entre 2 y 15 minutos, salvo en el caso de los de inmersión para material en que este tiempo es del orden de horas incluso.

Finalmente ICMSF (1991), agrega que para evitar el aumento de la población microbiana producida en un ambiente húmedo y probablemente con nutrientes suficientes para permitir la multiplicación, se debe incluir dentro de la rutina de limpieza, el secado o drenado exhaustivo.

2.5.1 Limpieza manual. HEIMLICH y CARRILLO (1995), indican que en la mayoría de los CAL, la operación de limpieza e higienización se realiza manualmente.

Según OPS/ OMS (1997a), los métodos manuales son utilizados cuando es necesario remover la suciedad restregando con soluciones detergentes. En este caso, se recomienda remojar en un recipiente aparte conteniendo soluciones detergentes, las piezas removibles del equipo a limpiar a fin de desprender la suciedad antes de comenzar la labor manual.

2.5.2 Limpieza mecánica. OPS/ OMS (1997a), indica que esta modalidad de limpieza “in situ” es utilizada para la limpieza y desinfección de equipos o partes de éstos, que no es posible desmontar, en especial tuberías, para lo cual se lavan con una solución de agua y detergente a la presión y turbulencia suficientes para producir la limpieza. Sin embargo, al no ser posible el empleo de este método, los equipos serán desmontados para asegurarse de la eficiencia del proceso.

El sistema CIP suele ser el más adecuado para el lavado de sistemas cerrados, por ejemplo estanques, contenedores y tuberías. Estos sistemas pueden ser controlados estrechamente y en gran medida son independientes de la intervención humana directa, por lo que se disminuyen los errores y se obtienen mejores resultados (ICMSF, 1991).

Servoin, citado por POBLETE (1998), indica que los detergentes más adecuados en el lavado mecánico deben ser de baja formación de espumas. Según estudios realizados por Rapp, citado por POBLETE (1998), se recomienda el uso de detergentes alcalinos clorados para limpieza CIP. Un mínimo de 60 ppm de cloro disponible es necesario para una limpieza efectiva, pudiendo ser usados de 100-120 ppm, ya que el cloro se degrada en presencia de materia orgánica.

CASADO y GARCIA (1985b), afirman que la limpieza mecánica da mejores resultados bacteriológicos que el cepillado manual.

2.5.3 Frecuencia de limpieza. Para evitar la contaminación cruzada, entre los equipos y utensilios y toda superficie que entre en contacto con los alimentos, éstas tienen que lavarse, enjuagarse y desinfectarse después de cada uso e interrupción en las operaciones, durante la cual existe la posibilidad de contaminación. Las superficies que no entran en contacto con los alimentos deben limpiarse tantas veces como sea necesario para mantener el equipo libre de acumulaciones de polvo, suciedad, partículas de alimentos y otros desechos (OPS/ OMS ,1997a).

2.5.4 Secado después de la limpieza. Las superficies mojadas de los equipos después del lavado, contribuyen a la proliferación de microorganismos en la capa de agua, por lo cual es muy importante secar los equipos cuanto antes y de ser posible, naturalmente al aire. Hay que contar con puntos apropiados de desagüe para el equipo que no pueda desmontarse, así como bastidores para secar las piezas pequeñas de aquellos desmontados para su limpieza. Todo equipo que inevitablemente permanezca mojado durante un período en el cual puedan desarrollarse un número importante de microorganismos, deberá ser desinfectado antes de su uso (OPS/ OMS, 1997a).

2.6 Detergentes

Los detergentes para la limpieza pueden dividirse en dos grandes grupos principales: alcalinos y ácidos. HEIMLICH y CARRILLO (1995), definen los detergentes alcalinos como compuestos inorgánicos que generan soluciones alcalinas con el agua y actúan como agentes emulsificantes, disolventes y bactericidas. Según la FAO (1986), los detergentes alcalinos se usan para saponificar las grasas, actuando también sobre proteínas, siendo los más utilizados la soda cáustica, carbonato de sodio, fosfato trisódico y metasilicato de sodio. Sin embargo, ninguno de estos posee individualmente todas las cualidades requeridas para una limpieza ideal.

En cuanto a los detergentes ácidos, OPS/ OMS (1997a), señala que su uso para la limpieza de equipos y utensilios, alternado con detergentes alcalinos, logra la eliminación de olores indeseables y la disminución drástica de los recuentos microbianos. El ácido disuelve solamente las proteínas y aquellos componentes que contienen calcio, siendo este último el caso de la “piedra de agua y de leche”, incrustaciones que en un medio alcalino no se pueden eliminar totalmente (FAO, 1986).

Los detergentes-higienizadores comerciales hacen posible la limpieza y sanitización en una sola etapa bajo ciertas condiciones utilizándose principalmente, fosfatos combinados químicamente con cloro orgánico (FAO, 1986). Su eficacia es buena, a condición de que los componentes de la mezcla estén bien seleccionados y siempre que el lavado vaya precedido de un enjuague previo con agua (ALAIS, 1985). Sin embargo, de acuerdo a lo señalado por la ICMSF (1991), los detergentes clorados contienen un nivel alto de cloro que mejora la capacidad del detergente para eliminar la suciedad del equipo, mientras el detergente saponifica la grasa, el cloro ayuda a desprender los depósitos de proteína. Sin embargo, como consecuencia de la elevada alcalinidad de estos detergentes, el cloro tiene poco efecto desinfectante, por lo tanto en ninguna circunstancia se deberá confiar en los detergentes clorados en la limpieza y desinfección simultáneas.

Según la OPS/ OMS (1997a), todo detergente debe tener cuando menos las siguientes propiedades:

- ser rápida y completamente soluble
- no ser corrosivo para las superficies metálicas
- acondicionar aguas duras, que dificultan su acción
- humidificar a fondo la superficie a limpiar
- acción emulsionante de la grasa
- presentar acción solvente de los sólidos que se deseen limpiar

- tener acción en la dispersión o suspensión de suciedades
- fácil eliminación por enjuague
- potente acción germicida
- precio razonable
- no tóxico en el uso indicado

2.7 Desinfectantes

OPS/ OMS (1997a), indica que la desinfección es el método mediante el cual se aplica un desinfectante con poder germicida destinado a destruir la flora restante después de la limpieza con detergentes; actúa en consecuencia como un complemento de éstos últimos, por lo cual ningún procedimiento de desinfección puede ser por completo y eficaz si no está precedido de una cuidadosa limpieza. La desinfección busca reducir el número de microorganismos vivos, sin embargo, por lo general no destruye las esporas bacterianas. Al seleccionar las sustancias desinfectantes hay que hacerlo en función de la microbiota existente en las superficies a desinfectar, los tipos de alimentos a procesar y la naturaleza del material de construcción de las superficies que entran en contacto con el alimento; también es necesario tener en cuenta, el tipo de agua disponible y el método de limpieza empleado con antelación.

Según BROWN (1982), los desinfectantes se definen como agentes químicos que destruyen bacterias, virus u otros organismos peligrosos, pero no esporas bacterianas.

La función del desinfectante según la ICMSF (1991), consiste en inactivar los microorganismos que persisten después que el equipo ha sido lavado y aclarado. Tras una limpieza húmeda, suele ser conveniente aplicar un desinfectante. Por su parte Johnson, citado por POBLETE (1998), indica que un

desinfectante debe ser de acción rápida, no corrosivo a manos y equipos, fácil de aplicar y relativamente barato.

2.8 Compuestos químicos de uso más frecuente en la desinfección de los equipos

2.8.1 Clorados. Según la FAO (1986) y HEIMLICH y CARRILLO (1995), indican que entre los desinfectantes el más usado es el cloro y atribuyen las siguientes ventajas y desventajas a este tipo de compuesto:

Ventajas:

- rápida acción germicida, no selectiva
- fácil de disolver en agua y fácil de dosificar
- poco afectado por la dureza del agua

Desventajas:

- olor característico y vida útil corta
- inactivación en presencia de materia orgánica
- sensible a variaciones de alcalinidad de los productos
- corrosivo si no se dosifica adecuadamente, puede irritar la piel

Generalmente los agentes químicos clorados son utilizados en concentraciones del orden de 100 a 200 ppm de cloro disponible por litro; sin embargo, requieren de un rápido enjuague luego del tiempo de contacto por su poder de corrosión de metales y de efecto decolorante. Al igual que otros desinfectantes, los clorados pierden su eficacia en presencia de residuos orgánicos, lo cual demanda un muy buen proceso previo de limpieza (OPS/ OMS, 1997a). HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que solo se podrán utilizar hasta 200 ppm de cloro por un tiempo de exposición mínimo de un minuto en caso de superficies de aluminio.

2.8.2 Yodados. Generalmente se suministran como yodóforos. BARBERA (1985), los define como complejos resultantes de la combinación de yodo y un

solvente. OPS/ OMS (1997a), indica que estas sustancias se mezclan siempre con un detergente en un medio ácido y son muy convenientes en los casos en los cuales se necesite un limpiador ácido. Su efecto es rápido y tienen una amplia gama de actividad microbiana. Para superficies limpias, se requiere por lo regular una solución con un máximo de 25 ppm de yodo disponible a pH 4,0; y al igual que los clorados pierden eficacia en presencia de materia orgánica. Los yodóforos tienen como ventaja el poder observar su eficacia en forma visual por cuanto pierden el color a medida que bajan a niveles ineficaces. Empleados en concentraciones normales no son tóxicos, pero pueden incrementar el contenido total de yodo en la dieta. Luego de aplicados, requieren de un enjuague a fondo y debe respetarse el tiempo de contacto recomendado, pues también corroen los metales. Se consideran menos eficaces contra las formas esporuladas de microorganismos que los clorados y su costo es un poco mayor que el de éstos.

2.8.3 Amonio cuaternario. AROCENA (1983), atribuye las siguientes propiedades a estos compuestos: inodoros e incoloros, estables al calor, no tóxicos si se utilizan en concentraciones adecuadas, baja irritabilidad, no volátiles y efectivos en un amplio rango de pH. OPS/ OMS (1997a), los definen como compuestos menos eficaces contra las bacterias Gram negativas que los dos anteriores, y sus soluciones se deberán preparar a diario en recipientes limpios tratados por calor. Son incoloros, menos corrosivos en los metales que los dos componentes anteriores y no son tóxicos. Sin embargo tienen un marcado sabor amargo y sus soluciones tienden a adherirse a las superficies por lo cual se hace necesario un enjuague a fondo. Se dosifican a menudo en concentraciones máximas de 200 ppm, aunque se requieren dosis más altas cuando se utilizan aguas demasiado duras.

2.9 Rutina de limpieza de equipos a nivel de un CAL

Gould, citado por POBLETE (1998), señala la secuencia de un proceso de lavado. Esta secuencia varía con el método de limpieza y tipo de equipo, pero los pasos lógicos seguidos en la limpieza de la mayoría de los equipos son:

- preenjuague o enjuague preliminar con agua
- lavado con un químico a una concentración y temperatura dada
- enjuague a una determinada temperatura
- aplicación de un sanitizante

MADRID y MADRID (1979), señalan que el preenjuague elimina el grueso de las impurezas y debe ser realizado inmediatamente después de finalizado el proceso en que se estaba ocupando el equipo, ya que en caso contrario los residuos de leche se secan y adhieren a la superficie, siendo más difíciles de remover. Este debe realizarse hasta que el agua salga cristalina, ya que cualquier suciedad en el sistema aumenta el consumo de detergente, y disminuye la eficiencia.

BODMAN y RICE (2002), indican que se debe realizar un examen visual a los equipos lecheros después del lavado y secado, para así detectar si las superficies se encuentran libres de grasa. Además señalan que es muy importante controlar el lavado y la temperatura con que los equipos se lavan.

Según CASADO y GARCIA (1985b), una buena rutina de limpieza y desinfección debe cumplir con los siguientes requisitos:

- dejar las superficies sin suciedad visible
- destruir los gérmenes, lo suficiente para que la leche pase los criterios de calidad impuestos
- debe ser de bajo costo
- fácil de realizar
- no debe dejar restos que contaminen la leche

- los productos empleados deben ser fáciles de aclarar, no atacar la superficie de los equipos y no presentar riesgos para las personas que los manipulen

Por su parte HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que en una operación de limpieza e higienización pueden estar involucrados varios procesos:

- enjuague, para remover materia láctea o residuos adheridos en la superficie
- limpieza, para la remoción irreversible de mugre y residuos de leche de la superficie
- higienización, para reducir el número de microorganismos en la superficie a niveles consistentes con estándares higiénicos y de control de calidad
- desinfección, operación realizada habitualmente con un agente químico o por aplicación de calor, para destruir bacterias patógenas o dañinas, pero no ordinariamente esporas bacterianas
- esterilización, para destruir toda célula viviente (incluyendo enzimas, esporas y virus), habitualmente por aplicación de calor

2.10 Calidad del agua

El agua potable es definida, según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000), como “aquella agua apta para usos alimentarios y deberá cumplir con la normativa sanitaria vigente”.

Según Pedraza, citado por ASPÉE (2001), uno de los factores que contribuyen a la determinación de la calidad final de la leche es la calidad del agua tanto desde el punto de vista físico y químico, como microbiológico.

Desde el punto de vista físico, la Norma Chilena 409/1 para agua potable, establece los requisitos que esta debe cumplir, los cuales se presentan en el CUADRO 1. Además, señala que el pH del agua debe estar comprendido entre 6,0 y 8,5 (CHILE, (INN), 1987).

CUADRO 1. Requisitos físicos que debe cumplir el agua potable.

Requisito	Unidad	Limite máximo
Turbiedad	Unidades nefelométricas (formazina)	5
Color verdadero	Unidades de la escala platino-cobalto	20
Olor	---	Inodora
Sabor	---	Insípida

FUENTE: CHILE, INN (1987).

Desde el punto de vista químico, Dumont, citado por ASPÉE (2001), indica que un factor importante de considerar en la producción de leche de buena calidad es la dureza del agua.

Según la FAO (1981), se acostumbra a medir la dureza en partes por millón (ppm) de Carbonato de Calcio (CaCO_3) o miligramos por litro (mg/L) de CaCO_3 .

En el CUADRO 2, se presenta la clasificación de la dureza del agua, expresada como ppm de CaCO_3 indicada por Servoin, citado por ASPÉE (2001) y POTTER (1999) respectivamente.

CUADRO 2. Clasificación de la dureza del agua, expresada como contenido de CaCO_3 .

Escala	CaCO_3 (ppm) ¹	CaCO_3 (ppm) ²
Muy blanda	<71,2	---
Blanda	71,2-142,4	<50
Moderadamente dura	142,4-320,4	50-100
Dura	320,4-524	100-200
Muy dura	>524	>200

FUENTE: Servoin, citado por ASPÉE (2001)¹ y POTTER (1999)².

POBLETE (1998), encontró que el agua utilizada en tres CAL del área de Paillaco, contenía entre 6 y 22 ppm de CaCO_3 ; lo que correspondería a un agua muy blanda.

Desde el punto de vista microbiológico, según la Norma Chilena 409/1 para agua potable, esta debe estar exenta de microorganismos de origen fecal, cuya presencia se establece en base a determinaciones de gérmenes del grupo coliformes (CHILE, INN, 1987).

Pedraza, citado por ASPEÉ (2001), indica que el agua usada en el lavado con frecuencia constituye una fuente de microorganismos que contaminan los equipos y la leche, siendo el grupo coliformes, el principal indicador de contaminación fecal. Así mismo, un estudio realizado en la Región Metropolitana, reveló un elevado contenido de bacterias totales y coliformes en el agua de lecherías, lo que contribuía a reducir la eficiencia de los procesos de higienización de los equipos y, eventualmente, a incrementar el contenido microbiano de la leche (Pedraza et al., citado por ASPEÉ, 2001).

Según la AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS (EPA), (2002), el grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma.

En la técnica de tubos múltiples, una muestra es considerada contaminada bacteriológicamente si presenta un tubo con formación de gas en cualquier dilución (CHILE, INN, 1984).

Según la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1964), ninguna muestra de agua debe tener un número más probable (NPM) superior a 10 por

100 mL de agua, ni tampoco tolerar un índice NMP entre 8 y 10 en más de 2 muestras consecutivas. La OMS (1966), propone para el agua, la clasificación que se muestra en el CUADRO 3, de acuerdo con su calidad bacteriológica.

CUADRO 3. Clasificación del agua de acuerdo a su calidad bacteriológica.

Clases	Número aproximado de coliformes/100 mL de agua
Muy satisfactorio	< 1
Satisfactorio	De 1 a 2
Sospechosa	De 3 a 10
No satisfactoria	>10

FUENTE: OMS (1966).

En un estudio realizado por Dumont, citado por ASPEÉ (2001), en lecherías de la zona central de Chile, se estableció que en el 84% de estas, el agua contenía un número de coliformes totales mayor a 100 NMP/ 100 mL de agua y en un 26% de ellas detectó la presencia de coliformes fecales. En cuanto a los niveles de coliformes totales presentes en el agua de los CAL de la provincia de Valdivia, POBLETE (1998), encontró que de tres CAL del área de Paillaco, el agua de dos de ellos contenía un número de coliformes totales /100 mL de agua mayor a 100, detectándose en estos mismos CAL la presencia de coliformes fecales.

Con respecto a la desinfección del agua, la Norma Chilena 409/1, indica que el agua potable distribuida por redes debe ser sometida a un proceso de desinfección, debiendo existir una concentración residual mínima de cloro libre en cualquier punto de la red, de 0,20 mg/L. El uso y concentración mínima de cualquier otro desinfectante debe ser autorizado por el Ministerio de Salud (CHILE, INN, 1987).

Es importante señalar que según HEIMLICH y CARRILLO (1995), en los CAL ubicados en zonas rurales, la fuente de agua en la mayoría de ellos es un pozo superficial. VIDAL *et al.* (1997), reportaron que el 66% de los CAL de la X Región, se abastecían con agua de pozos, 19% lo hacían a partir de algún tipo de fuente de agua superficial y un 15%, se abastecían de la red de agua potable. Al respecto, el INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, EPIDEMIOLOGÍA y MICROBIOLOGÍA DE CUBA (2002), indica que el agua de los pozos está expuesta a la contaminación si no se tienen los cuidados suficientes para su captación. Esto ocurre por los siguientes mecanismos:

- el agua de la superficie del terreno se puede infiltrar en el subsuelo y penetrar por las paredes del pozo
- pozos negros cercanos
- contaminación por medio de la soga y el cubo utilizados para la extracción del agua
- animales domésticos en su cercanía
- mala ubicación del sistema de evacuación de excretas

2.11 Características de los manipuladores en un CAL

Según MEDIAVILLA (2002), los manipuladores de alimentos son, todas aquellas personas que, por su actividad laboral, tienen contacto directo con los alimentos durante la preparación, fabricación, transformación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, venta, suministro y servicio.

Un manipulador de alimentos, corresponde a toda persona que trabaja a cualquier título, aunque sea ocasionalmente, en lugares donde se produzcan, manipulen, elaboren, almacenen, distribuyan o expendan alimentos, además deberá mantener un estado de salud que no represente riesgo de contaminación de los alimentos que manipule (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000). Las personas que recolectan, sacrifican, transportan, almacenan, procesan o preparan alimentos son responsables frecuentemente

de la contaminación microbiana de estos (ICMSF, 1991). De esta manera, es muy importante considerar en un CAL que el encargado (o su ayudante) puede transferir a la leche bacterias patógenas, a través de superficies que están en contacto con la leche, ya sea porque el encargado está afectado por una dolencia o porque actúa como agente transmisor al contaminarse con otro foco (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

Así mismo, la ICMSF (1991), indica que no deberán manipular alimentos las personas que padecen diarrea, vómitos, faringitis, enfriamientos, fiebre o lesiones cutáneas infectadas. Por otra parte MEDIAVILLA (2002), indica que fumar, comer o mascar chicle en el puesto de trabajo está prohibido para el manipulador, al igual que llevar efectos personales, como reloj, anillos o pulseras que pudieran entrar en contacto directo con los alimentos. El manipulador que se encuentre afectado por una infección cutánea o diarreica debe informar al responsable del establecimiento para someterse a un análisis médico debido a la posibilidad de contaminación directa o indirecta de los alimentos con los microorganismos patógenos. Además indica que, el elevado grado de aseo personal, la vestimenta limpia de uso exclusivo o la ropa protectora son los primeros puntos destacados.

Otros aspectos de interés higiénico son lavarse las manos con agua caliente y jabón o bien con un desinfectante adecuado; no toser ni estornudar sobre los productos y cubrir las heridas o cortes con vendajes impermeables adecuados, son algunos de los puntos destacados para impedir la contaminación de los alimentos.

Mientras los manipuladores estén cumpliendo sus funciones deberán llevar ropa protectora (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000); la cual debe incluir gorro, botas y pechera de goma en buenas condiciones de limpieza (HEIMLICH y

CARRILLO, 1995) y libre de bolsillos exteriores para evitar la introducción de artículos en el interior del producto (IDF/FIL,1991).

Finalmente hay que señalar que HOOD (1996), luego de una evaluación visual, encontró que de 32 operarios pertenecientes a los CAL de la Provincia de Valdivia, un 88% mostraba deficiencias en su aseo personal, asimismo, encontró manipuladores con manos sucias y sin las uñas cortas y un 91% no tenía uniforme completo de trabajo.

3. MATERIAL y MÉTODO

3.1 Material

3.1.1 Ubicación del estudio. El estudio se realizó en los CAL Paillaco, Pichirropulli y Santa Rosa, ubicados en la provincia de Valdivia, X región, donde se tomaron muestras para análisis microbiológicos de los diferentes equipos existentes en cada una de estas unidades, a través de los cuales se transporta, recepciona y almacena la leche proveniente de pequeños productores.

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, ubicado en la ciudad de Valdivia.

3.1.2 Duración del estudio. La parte práctica del estudio se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de abril y junio del año 2002.

3.1.3 Equipos muestreados. Los equipos muestreados fueron los siguientes:

- tarros lecheros
- preestaque de vaciado de leche
- circuito bomba-manguera
- filtro de leche
- estanque de almacenamiento de leche

3.2 Método de muestreo

3.2.1 Muestreo de tarros lecheros. Las muestras para determinar las condiciones higiénicas de los tarros, fueron tomadas de acuerdo al método de enjuague descrito por HARRIGAN y McCANCE (1976). Cada etapa de este

método aparece en el ANEXO 1. Se muestrearon un 10% (aproximadamente 6 tarros) del total de tarros lavados en cada CAL al momento de realizar el estudio.

Para cada tarro se utilizaron 500 mL de solución Ringer diluida a la cuarta parte, esterilizada y transportada en botellas de vidrio de un litro de capacidad. La muestra fue debidamente homogeneizada, antes de ser analizada.

3.2.2 Muestreo del preestanco de vaciado de leche. El método de muestreo empleado fue la técnica de muestreo con tórula, descrito por la IDF/FIL (1987), la cual indica que se deberá, en caso de ser posible, examinar un área de 900 cm² (ANEXO 2). Como esta técnica no indica dónde serán tomados los 900 cm², se decidió tomar 6 puntos de muestreo, hasta abarcar dicha superficie. Los puntos fueron elegidos de forma tal, de tener una superficie representativa del preestanco de vaciado. Para esto se utilizó una plantilla (marco) construida con alambre de acero inoxidable de 12,25 cm de lado, teniendo 150 cm² de superficie en cada punto de muestreo.

La ubicación de los 6 puntos muestreados fue la siguiente:

- lado izquierdo de la superficie inferior del preestanco
- lado derecho de la superficie inferior del preestanco
- centro de la superficie del lado derecho
- centro de la superficie del lado izquierdo
- centro de la cara posterior del preestanco
- centro de la cara anterior del preestanco

3.2.3 Muestreo del filtro de leche. El método de muestreo empleado fue la técnica de muestreo con tórula, propuesto por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) (1992). Se humedeció la tórula en el diluyente estéril y se sostuvo en un ángulo de 30°, se “lavó” la superficie delimitada por una

plantilla de alambre de 50 cm², pasando por toda el área en diferentes direcciones. Luego se enjuagó la tórula en el diluyente. Se drenó el exceso de líquido en la pared del tubo y se repitió la operación de muestreo para otra superficie. Este proceso se repitió hasta completar 5 x 50 cm². Finalizado el lavado se quebró el palo de la tórula dejando caer la porción con algodón dentro del tubo con diluyente.

3.2.4 Muestreo del circuito bomba-manguera de leche. Por no encontrar en la bibliografía revisada un método estandarizado para tomar muestras de la bomba de leche y poder evaluar su estado higiénico, y asumiendo que puede ser un foco potencial de contaminación, se decidió muestrear este equipo, haciendo recircular durante 5 minutos 10 litros de agua destilada, transportada en envases de plástico de 10 litros de capacidad. La muestra debió ser debidamente homogeneizada, antes de ser analizada. Lo que se intentó realizar en este caso al recircular el agua, fue simular el paso de aproximadamente unos 3000 litros de leche por este circuito, y que correspondía a la recepción promedio aproximada por día de los CAL, al momento del estudio.

Para aislar el efecto del preestaque de vaciado de leche, en el aporte microbiológico de este, antes de tomar la muestra se lavó e higienizó el mismo, para finalmente enjuagarlo con agua a 80°C.

3.2.5 Muestreo del estanque de almacenamiento de leche. El método de muestreo empleado fue el mismo utilizado para el caso del preestaque de vaciado de leche, ya descrito en el punto 3.2.2 de este capítulo.

La ubicación de los 6 puntos muestreados fue la siguiente:

- centro de la superficie inferior del estanque
- centro de la superficie superior del estanque
- centro de la superficie del lado derecho

- centro de la superficie del lado izquierdo
- centro de la cara posterior del estanque
- centro de la cara anterior del estanque

3.3 Frecuencia de muestreo

Se estableció una frecuencia de muestreo aleatoria para el presente estudio, la cual se detalla en el CUADRO 4.

CUADRO 4. Distribución de los muestreos en 10 semanas.

Muestreos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4		Muestreo 5	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
Semanas	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
CAL1 (Paillaco)	X		X			X		X	X	
CAL2 (Pichirropulli)	X		X			X		X	X	
CAL3 (Sta. Rosa)		X		X	X		X			X

Las muestras fueron transportadas en una caja térmica, al Laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Austral de Chile, a una temperatura de aproximadamente 4°C, para ser analizadas sin que transcurrieran más de cuatro horas entre su obtención y procesamiento.

3.4 Análisis microbiológicos de las superficies muestreadas

Se realizó el recuento total de bacterias aerobias mesófilas, para las cinco superficies de los equipos muestreados. Estas fueron analizadas utilizando el método estándar para recuento en placa (SPC) descrito por la APHA (1992). Cada muestra fue sembrada en profundidad utilizando el agar plate count, incubando las placas por 48 ± 3 horas a una temperatura de $32 \pm 1^\circ\text{C}$.

3.5 Análisis microbiológico del agua

Se tomaron 3 muestras de agua para análisis microbiológico en cada CAL, debido a que esta es el agua utilizada para lavar las diferentes superficies estudiadas. Es importante destacar que solo el Centro de Acopio Lechero de Pichirropulli cuenta con agua potable (proveniente de la red domiciliaria), los otros dos Centros de Acopio tienen agua de pozo (sin clorar).

3.5.1 Toma de muestra. El muestreo de agua se realizó en botellas de vidrio estériles de un litro de capacidad, según la técnica descrita por la APHA (1995), para agua potable.

3.5.2 Determinación del número más probable de bacterias coliformes (NMP) en agua. Para este análisis se emplearon las pruebas presuntiva y confirmativa de coliformes totales y la prueba confirmativa para coliformes fecales en caldo EC con campana de Durham, descritos por APHA (1995).

3.6 Método de evaluación y clasificación del estado higiénico de los equipos

La evaluación del estado higiénico de los tarros, se realizó comparando los niveles de contaminación detectados, con los estándares británicos, descritos por BIDEGAIN (1976), para el resultado de enjuague de tarros. Estos estándares se presentan a continuación en el CUADRO 5.

CUADRO 5. Clasificación del estado higiénico de tarros lecheros (ufc/tarro).

Recuento de colonias por tarro (ufc/tarro)	Clasificación
Menos de 50.000	Satisfactorio
Más de 50.000 y menos de 250.000	Regular
Más de 250.000	Insatisfactorio

FUENTE: BIDEGAIN, (1976).

En el caso de los estanques y preestanques de vaciado de leche, se utilizó el estándar para superficies muestreadas por el método de la tórula, recomendada por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), para la clasificación de estado higiénico, el que se resume en el CUADRO 6, y que esta basado en el número de bacterias expresado por cm^2 de superficie.

CUADRO 6. Clasificación del estado higiénico de superficies muestreadas por el método de la tórula (ufc/ cm^2).

Unidades formadoras de colonias por cm^2 (ufc/ cm^2)	Clasificación
Menor a 5	Satisfactorio
Entre 5 y 25	Regular
Más de 25	Insatisfactorio

FUENTE: HARRIGAN y Mc CANCE (1976).

3.7 Análisis estadísticos

A los resultados obtenidos del recuento microbiológico de bacterias mesófilas, se aplicó un análisis de varianza con el fin de detectar si existen o no diferencias estadísticamente significativas (DES) entre las medias de los mismos equipos evaluados en los tres CAL, en caso de existir DES, se realizó una prueba de Tukey con el fin de detectar entre cuales CAL, existen diferencias estadísticamente significativas.

Los análisis realizados se efectuaron en el programa computacional STATGRAPHIC PLUS Versión 5.0.

3.8 Evaluación de las condiciones de manejo y operación de los CAL

Para estos efectos se utilizó como guía un instrumento de evaluación elaborado y aplicado por ASPEE (2001). En el presente estudio este instrumento fue modificado, ya que sólo se ocuparon los ítems más relevantes para la investigación. El instrumento de evaluación tiene un total de 100 puntos,

repartidos en 6 ítems, los que a su vez tienen diferentes puntajes de acuerdo a su probable influencia sobre la calidad higiénica de la leche, según lo descrito por ASPEÉ (2001). Los puntajes asignados se encuentran detallados en el ANEXO 3.

Este instrumento fue aplicado “en terreno” durante una visita a cada uno de los CAL, realizando una entrevista personal a algún miembro de la directiva perteneciente a cada una de las organizaciones y al operario responsable de cada CAL. Una tercera parte fue complementada por quien aplicó el instrumento de evaluación de acuerdo a la inspección visual, teniendo en cuenta para ello criterios preestablecidos indicados en el ANEXO 3.

Los ítems considerados en el instrumento de evaluación fueron los siguientes:

- a) Limpieza de equipos y utensilios: limpieza del estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche, tarros, preestanque de vaciado de leche (colador, bomba y manguera para leche).
- b) Estado de equipos y utensilios: estado del estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche, tarros, filtro de leche, preestanque de vaciado de leche, medidor volumétrico de leche, manguera para leche y escobillas.
- c) Agua de abastecimiento: fuente de abastecimiento de agua, requisitos bacteriológicos y cloración.
- d) Escolaridad y capacitación del manipulador permanente: nivel de escolaridad y capacitación.
- e) Condiciones higiénicas del manipulador permanente: estado de salud, higiene personal y prácticas higiénicas.
- f) Incentivos económicos otorgados al manipulador permanente: salario mensual y incentivos por calidad higiénica.

4. PRESENTACIÓN y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recuento de bacterias en equipos a nivel de los CAL

4.1.1 Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas en tarros lecheros.

En el CUADRO 7, se presentan los resultados del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas expresados como unidades formadoras de colonias (ufc)/ tarro, para el promedio de los recuentos de los seis tarros muestreados en cada CAL, durante los 5 muestreos realizados. El recuento del total de los tarros muestreados se encuentran en el ANEXO 4.

CUADRO 7. Promedio del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ tarro), en tarros lecheros en los tres CAL.

Muestreo	Bacterias mesófilas (ufc/ tarro) *		
	Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1	$2,1 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	$3,6 \times 10^8$
2	$2,3 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$
3	$2,9 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$	$3,2 \times 10^8$
4	$2,5 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$
5	$1,5 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$

*Estos valores corresponden al promedio de los recuentos de los seis tarros muestreados en cada muestreo.

Los resultados presentados en el cuadro anterior, aparecen en la FIGURA 1 en escala logarítmica, mostrando el comportamiento de los recuentos bacterianos en los cinco muestreos realizados a los tarros de cada CAL durante el estudio.

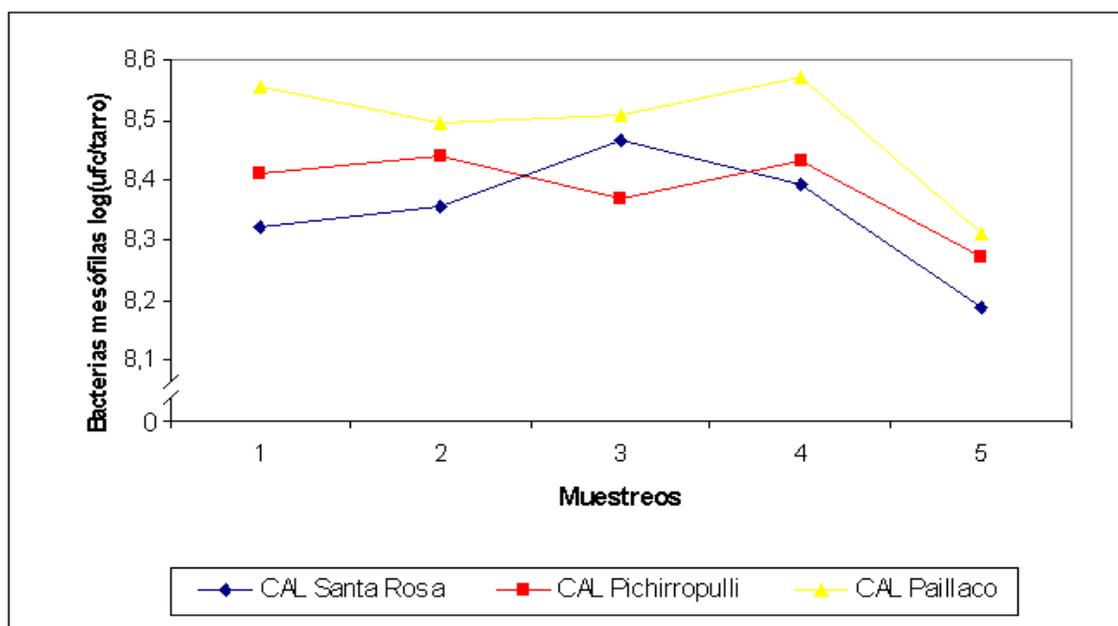


FIGURA 1. Valores promedio para el recuento de bacterias mesófilas en tarros lecheros durante los muestreos.

En el CUADRO 7 y FIGURA 1, se observa que tanto los tarros lecheros de los CAL Santa Rosa como de Pichirropulli, tuvieron un contenido de bacterias aeróbicas mesófilas similares, no así el CAL Paillaco, cuyos recuentos fueron superiores. No obstante, todos los tarros lecheros de los CAL señalados obtuvieron una clasificación insatisfactoria de acuerdo con los estándares británicos indicados por BIDEGAIN (1976); el que señala que un recuento superior a 250.000 ufc/ tarro (log 5,4) corresponde a una clasificación insatisfactoria. Además, los valores registrados superan notoriamente el nivel mínimo exigido para una clasificación de estado higiénico satisfactoria. De acuerdo a esto, se podría deducir que existe una limpieza insuficiente de los tarros lecheros, ya que como lo señala FAO (1986), la suciedad sirve de protección a los microorganismos y favorece su multiplicación.

Por otra parte se realizó un análisis de varianza simple expresado como logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas, cuyos resultados se

presentan en el ANEXO 5. Del análisis de varianza, puede deducirse que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tres CAL.

Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los estándares propuestos por HARRIGAN y McCANCE (1976), los que son más rigurosos que los ocupados en éste estudio, se puede afirmar que las muestras analizadas de los tres CAL, se encuentran clasificadas dentro de un estado higiénico insatisfactorio. Estos autores señalan la siguiente clasificación del estado higiénico en tarros lecheros:

Microorganismos / tarro (ufc/ tarro):	Clasificación:
<10.000	Satisfactorio
10.000 – 100.000	Regular
> 100.000	Insatisfactorio

BIDEGAIN (1976), en un experimento realizado para estudiar las condiciones higiénicas en tarros lecheros, lavados en máquinas lavadoras, comparadas con los mismos estándares británicos obtuvo que de un total de 221 muestras solo un 27,1% de éstas alcanzó una clasificación de estado higiénico satisfactorio, el 14% correspondió a un estado higiénico regular y el 58,8% presentó condiciones higiénicas insatisfactorias. Estas mismas muestras agrupadas en ocho plantas lecheras, indicaron que en cuatro de ellas un 100% de los tarros calificó dentro de una clasificación de insatisfactorio, lo que coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación, considerando que el lavado empleado en este estudio fue manual.

Por otra parte, en un estudio realizado por POBLETE (1998), al trabajar con tres productos destinados a limpieza y higienización, de un total de 81 observaciones para el recuento de bacterias mesófilas en tarros lecheros, en tres CAL de la provincia de Valdivia, encontró que un 96,3% resultó con un estado higiénico insatisfactorio y solo un 3,7% correspondió a un estado

higiénico regular, al compararlas con los estándares de clasificación higiénica señalados por BIDEGAIN (1976).

Es importante señalar que pese a los recuentos altos obtenidos en la presente investigación y en los de POBLETE (1998), existen experiencias en las que se han obtenido altos porcentajes de tarros lavados eficientemente. Así, por ejemplo ADRIAN (1981), analizando la eficiencia de cuatro productos comerciales en el lavado de tarros lecheros y realizando una comparación con los mismos estándares que este estudio, obtuvo con dos de ellos un alto porcentaje de muestras en la clasificación de satisfactorio, y con los otros dos, un 60% y 95% de sus observaciones dentro de la categoría de insatisfactoria.

Sobre la base de los resultados conseguidos en este estudio y considerando lo descrito por ADRIAN (1981), en el sentido que con el lavado manual se logra una limpieza e higienización inferior a la obtenida al utilizar una limpieza mecánica; la eficiencia en el lavado de los tarros a nivel de un CAL, puede transformarse en un inconveniente difícil de resolver, pasando estos a constituirse en una fuente importante de contaminación de la leche. Al respecto se debe señalar, que en este momento existen en Chile alrededor de 135 CAL, en cada uno de los cuales se lavan manualmente entre 100 y 300 tarros al día.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, es conveniente buscar urgentemente nuevas alternativas de lavado de los tarros lecheros a nivel de los CAL. Aquí se podría probar la utilización de un sistema semi-mecánico en el que se incorpore una hidrolavadora, de fácil empleo por los operarios de estas unidades, debiendo considerarse el costo que significa incluir este equipo.

Además, puede agregarse que pueden existir grandes deficiencias en la calidad de los tarros utilizados en un CAL lo que facilitaría el desarrollo y multiplicación de los microorganismos. Al respecto FAO (1986); ICMSF (1991); DODD (1987);

COMMEAU (1987) y CARBALLO (2001), señalan que irregularidades como fisuras, abolladuras, grietas, etc. en los utensilios de lechería facilitan el depósito de suciedad dificultando el proceso de limpieza y facilitando la multiplicación de los microorganismos. CARBALLO (2001), hace hincapié en que deberían evitarse la presencia de zonas “muertas” en los equipos ya que favorecen la retención y acumulación de restos de producto y microorganismos.

Finalmente, se debe mencionar que a través del CEGE-PAILLACO, y producto del estudio realizado por POBLETE (1998), se recomendó a dos de los CAL estudiados en esta investigación, la compra de partidas nuevas de tarros lecheros, sin embargo, las organizaciones por razones de costo adquirieron tarros con bastantes años de uso, a algunas industrias lecheras de la región.

4.1.2 Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en preestancques de vaciado de leche. El RT obtenido de la superficie de los preestancques de vaciado de leche por el método de la tórula, se expresó como unidades formadoras de colonia (ufc)/ 900cm². En el CUADRO 8, se presentan los recuentos de bacterias mesófilas aeróbicas encontradas en los preestancque de vaciado de leche, durante los 5 muestreos en cada CAL estudiado.

CUADRO 8. Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ 900cm²), en los preestancques de vaciado de leche de los tres CAL.

Muestreo	Bacterias mesófilas (ufc/ 900cm ²)		
	Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1	1,8 x 10 ⁴	7,3 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁵
2	1,6 x 10 ⁴	8,5 x 10 ⁴	1,0 x 10 ⁵
3	2,1 x 10 ⁴	7,3 x 10 ⁴	7,0 x 10 ⁴
4	2,3 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	1,2 x 10 ⁵
5	1,8 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	7,8 x 10 ⁴

En la FIGURA 2, se presentan los recuentos obtenidos de las superficies de los preestancques de vaciado de leche expresadas en escala logarítmica. Al igual que en el CUADRO 8, aquí se observa que en el CAL Santa Rosa durante los tres primeros muestreos, se encontraron recuentos inferiores al de los otros dos CAL. También se puede apreciar que en el CAL Pichirropulli en los tres primeros muestreos se encontraron valores muy cercanos a los de Paillaco; disminuyendo en los últimos dos muestreos, donde se produjo una baja considerable de los recuentos, lo que podría estar relacionado con una mejor higiene del equipo por parte del operario al saber que se esta chequeando la higiene del preestanque. Además, se puede ver que el CAL Paillaco fue el que obtuvo los más altos recuentos durante el estudio, y mantuvo su tendencia, al igual que el CAL Santa Rosa.

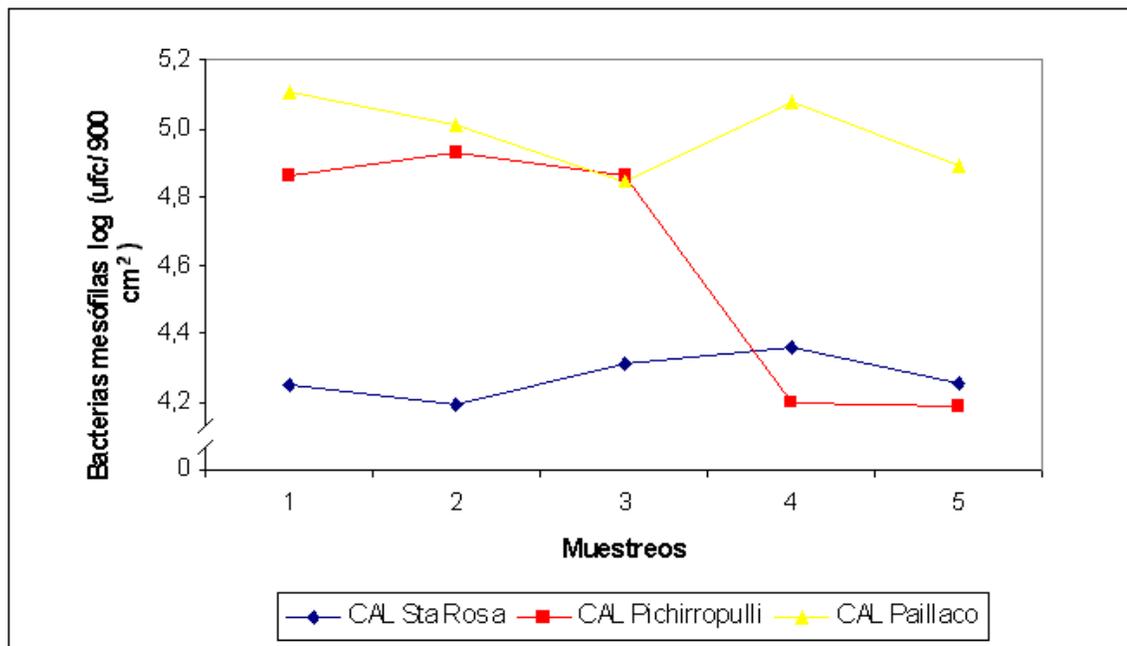


FIGURA 2. Valores para el recuento de bacterias mesófilas en preestanque de vaciado de leche durante los muestreos.

Según el análisis de varianza simple, presentado en el ANEXO 6.1, existieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los CAL estudiados.

Se realizó el test de rango múltiple Tukey HSD para determinar entre cuales CAL existe diferencia estadísticamente significativa, cuyos resultados están en el ANEXO 6.2. El resumen de estos resultados se muestra en el CUADRO 9. Allí se observa, que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los recuentos del preestaque de leche del CAL Santa Rosa y el CAL Paillaco, no así, entre las demás interacciones. Además, se observa que el CAL Paillaco presentó el promedio del logaritmo del recuento total más alto ($4,98 \pm 0,13$) y el CAL Santa Rosa obtuvo el promedio más bajo ($4,28 \pm 0,08$).

CUADRO 9. Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en preestaque de vaciado de leche, con un nivel de confianza del 95%.

CAL	Promedio \pm DE	Diferencias
Santa Rosa	$4,28 \pm 0,08$	*a
Pichirropulli	$4,62 \pm 0,38$	a b
Paillaco	$4,98 \pm 0,13$	b

DE: Desviación Estándar

* Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas.

Para comparar los recuentos presentados en el CUADRO 8 con el estándar entregado por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), se convirtieron las observaciones del RT a ufc/cm^2 , para así clasificar las superficies de los preestakes según su estado higiénico. Esta clasificación se presenta en el CUADRO 10 y FIGURA 3.

CUADRO 10. Clasificación del recuento total de bacterias en preestaque de vaciado de leche, según estándares de calidad indicados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), en los tres CAL.

Clasificación	ufc / cm ²	Muestras						Total muestras	
		Santa Rosa		Pichirropulli		Paillaco			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Satisfactoria	< 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Regular	5 - 25	4	80	2	40	0	0	6	40
Insatisfactorio	>25	1	20	3	60	5	100	9	60

n = número de muestras

De acuerdo con los resultados que se presentan en el CUADRO 10 y FIGURA 3, se puede señalar que para los tres CAL ninguna muestra fue clasificada como satisfactoria. El CAL Santa Rosa fue el que obtuvo mejores resultados con un 80% de sus muestras en una clasificación de regular de acuerdo con los estándares antes indicados, no así el CAL Paillaco ya que el 100% de sus muestras se clasificó como insatisfactoria. Además, se puede señalar que del total de muestras de superficie de los preestakes de vaciado de leche de los tres CAL, el 60% se encuentra en una clasificación de insatisfactoria.

Es importante destacar que en los tres CAL estudiados, los preestakes de vaciado de leche se encuentran muy próximos a la puerta de entrada, la que en algunos casos permanece por largos periodos de tiempo abierta, lo que permite que estos estén en permanente contacto con el exterior del CAL y de esta forma quedar más expuestos a la contaminación procedente del medio ambiente.

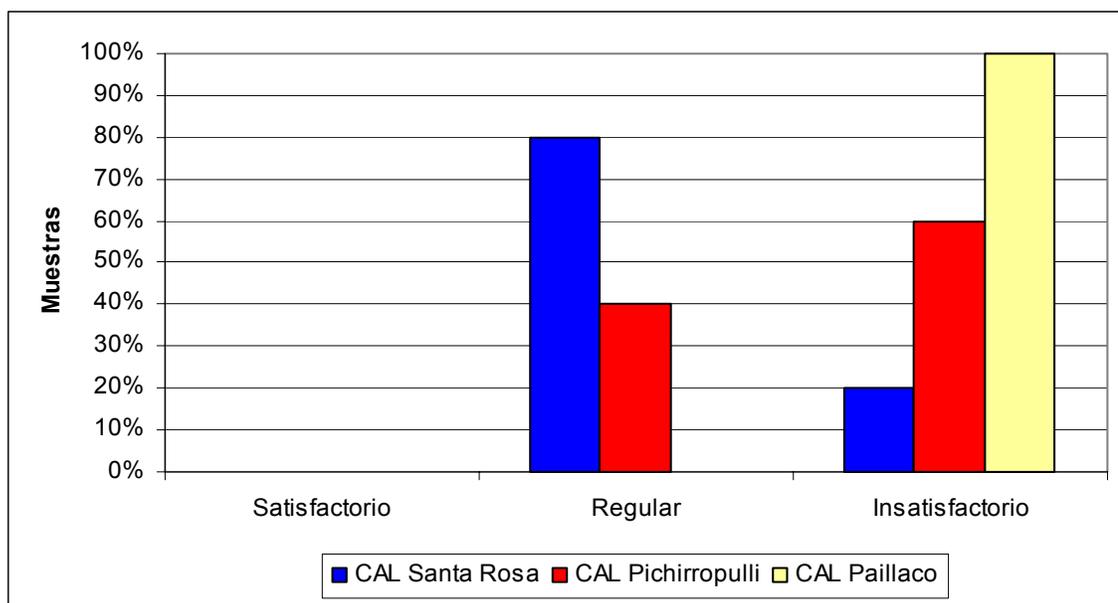


FIGURA 3. Distribución del estado higiénico para preestancques de vaciado de leche, de acuerdo con estándares de calidad señalados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976).

Otro factor que facilitaría la proliferación y desarrollo de microorganismos, es que estos equipos no tienen tapa y permanecen constantemente abiertos, lo cual sumado al contacto permanente con el medio exterior, los hace más susceptibles de contaminarse con tierra y polvo los que obviamente contienen microorganismos. Dada esta situación, además de mejorar la higiene, sería conveniente cambiarlo por un diseño que tenga una tapa, similar a la que poseen los estancques de almacenamiento de leche, también de acero inoxidable, de tal manera que se impida la contaminación desde el medio ambiente.

Por otra parte, es importante señalar que según Sargent, citado por POBLETE (1998), el método de la tórula tiene un porcentaje de recuperación de microorganismos de un 50 a un 90% y el método de enjuague de un 70 a un 90%, por lo que el número real de microorganismos detectados en las superficies estudiadas a través del método utilizado en esta investigación, pudo haber sido subestimado.

Finalmente, cabe destacar que, a pesar de que el método de enjuague tiene un porcentaje de recuperación mayor, requiere un cierto volumen de solución para poder enjuagar toda la superficie interna del preestanco, lo que sería difícil. Debido a esto, HARRIGAN y Mc CANCE (1976) y IDF/ FIL (1987), recomiendan el método de la tórula para todo equipo en el cual el método de enjuague no sea aplicable.

4.1.3 Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en filtro de leche. El RT obtenido de la superficie de los filtros de leche por el método de la tórula se expresó como unidades formadoras de colonias (ufc)/ 250 cm² de superficie. En el CUADRO 11, se presentan los resultados de estos recuentos durante los 5 muestreos realizados en cada CAL estudiado.

CUADRO 11. Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ 250cm²), en filtros de leche de los tres CAL.

Muestreo	Bacterias mesófilas (ufc/ 250cm ²)		
	Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1	4,6 x 10 ⁷	6,1 x 10 ⁷	7,6 x 10 ⁷
2	2,4 x 10 ⁷	8,6 x 10 ⁷	9,6 x 10 ⁷
3	3,0 x 10 ⁷	5,6 x 10 ⁷	9,4 x 10 ⁷
4	6,1 x 10 ⁷	5,2 x 10 ⁷	9,1 x 10 ⁷
5	8,5 x 10 ⁷	7,6 x 10 ⁷	9,7 x 10 ⁷

En la FIGURA 4, se presentan en escala logarítmica los recuentos obtenidos de la superficie interior (en contacto con la leche que se va al estanque de almacenamiento) de la pieza de fibra de los filtros de leche durante el estudio.

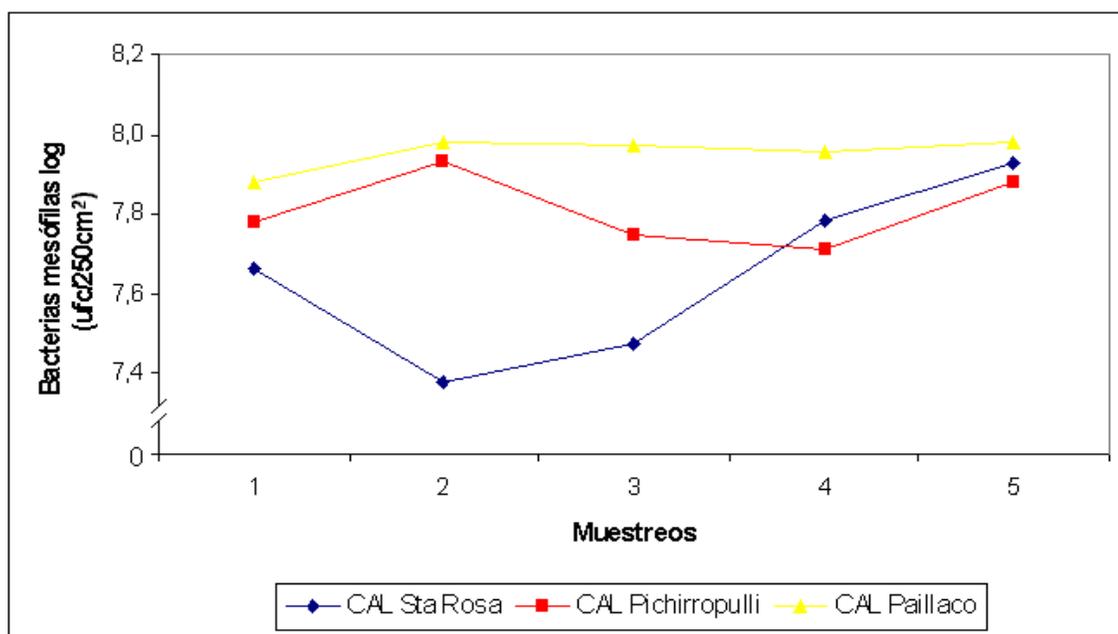


FIGURA 4. Valores para el recuento de bacterias mesófilas en filtro de leche durante los muestreos.

En el CUADRO 11 y FIGURA 4, se observa que el filtro del CAL Santa Rosa mantuvo durante los primeros tres muestreos recuentos inferiores en comparación con los otros dos CAL, sin embargo en los últimos dos muestreos mostró una alza considerable. Además se aprecia, que el CAL Pichirropulli no mantuvo una tendencia uniforme durante el estudio. Por otra parte, el filtro del CAL Paillaco mantuvo recuentos con una tendencia casi constante y arrojó los valores más altos durante la investigación.

Según el análisis de varianza simple para el recuento de bacterias mesófilas aeróbicas, presentado en el ANEXO 7.1, existieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los CAL estudiados.

Se realizó el test de rango múltiple Tukey HSD, presentado en el ANEXO 7.2, el resumen de estos resultados se presenta en el CUADRO 12. De los resultados que arrojó éste test, se deduce que existieron diferencias estadísticamente

significativas, entre los recuentos del filtro de leche del CAL Santa Rosa y el CAL Paillaco, no así entre las demás interacciones. Además se observa que el CAL Paillaco presentó el promedio del logaritmo del recuento total más alto ($7,98 \pm 0,04$) y el CAL Santa Rosa obtuvo el promedio más bajo ($7,66 \pm 0,21$).

CUADRO 12. Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en filtro de leche, con un nivel de confianza del 95%.

CAL	Promedio \pm DE	Diferencias
Santa Rosa	$7,66 \pm 0,21$	*a
Pichirropulli	$7,8 \pm 0,1$	a b
Paillaco	$7,98 \pm 0,04$	b

DE: Desviación Estándar

* Las letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas

Aunque no se encontraron antecedentes de investigaciones anteriores para este tipo de filtro de leche, según se indica en el punto 2.4 de este trabajo, se debe considerar que los fabricantes recomiendan que este debe ser cambiado cada 2000 litros de leche, lo cual no ocurrió en ninguno de los CAL estudiados. Si bien en Pichirropulli y Santa Rosa, esta pieza de fibra se cambiada después de la recepción de leche recogida en la mañana, el volumen que pasaba a través de este sobrepasaba los 2000 litros. En el CAL Paillaco la pieza de fibra era ocupada para toda la leche acopiada durante el día, aproximadamente 3200 litros, volumen de leche mucho mayor que el de los otros dos CAL, lo que podría explicar el mayor nivel de contaminación del filtro.

No existen estándares para evaluar la calidad higiénica de esta pieza de fibra, sin embargo y de acuerdo a los altos recuentos encontrados, se debe señalar que al no respetar las recomendaciones de su utilización, se puede constituir en un potencial foco de contaminación de la leche. Esta situación, es corroborada por PONCE DE LEÓN (1993), quien indica que el no cambiar esta pieza de

fibra del filtro de acuerdo a las indicaciones del fabricante, conduce a que en ésta se acumulen los residuos sólidos que pueda llevar la leche y así convertirse en un foco potencial de contaminación.

4.1.4 Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en circuito bomba-manguera de leche. El RT obtenido del circuito bomba-manguera de leche a través de un método de enjuague, se expresó como unidades formadoras de colonias (ufc)/ circuito bomba-manguera (10 L), debido a que no se encontró en la bibliografía revisada un método estandarizado para realizar el estudio.

En la investigación se efectuaron cinco muestreos a cada CAL, no encontrándose contaminación microbiológica (ausencia/ circuito bomba-manguera (10 L)) en ninguno de ellos, pese a que CARRILLO (1997), señala que este puede ser un potencial foco de contaminación.

Por otra parte, hay que señalar que como el método no estaba estandarizado pudo haber existido algún error o parámetro que no se tomó en cuenta durante la investigación, y esto podría haber afectado la medición o estimación de los datos que arrojó este estudio.

4.1.5 Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (RT) en estanque de almacenamiento de leche. El RT obtenido de la superficie de los estanques de leche por el método de la tórula, se expresó como unidades formadoras de colonia (ufc)/ 900cm². En el CUADRO 13, se presentan los resultados del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas encontradas en los estanques de leche, durante los 5 muestreos realizados en cada CAL estudiado.

CUADRO 13. Recuento total de bacterias mesófilas aeróbicas (ufc/ 900cm²), en estanques de leche de los tres CAL.

Muestreo	Bacterias mesófilas (ufc/ 900cm ²)		
	CAL Santa Rosa	CAL Pichirropulli	CAL Paillaco
1	3,8 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴
2	3,0 x 10 ³	1,3 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴
3	2,6 x 10 ³	1,5 x 10 ⁴	2,6 x 10 ⁴
4	2,6 x 10 ³	7,3 x 10 ³	1,8 x 10 ⁴
5	3,8 x 10 ³	9,0 x 10 ³	2,2 x 10 ⁴

En la FIGURA 5, se presentan en escala logarítmica los recuentos obtenidos de la superficie de los estanques de leche durante el estudio.

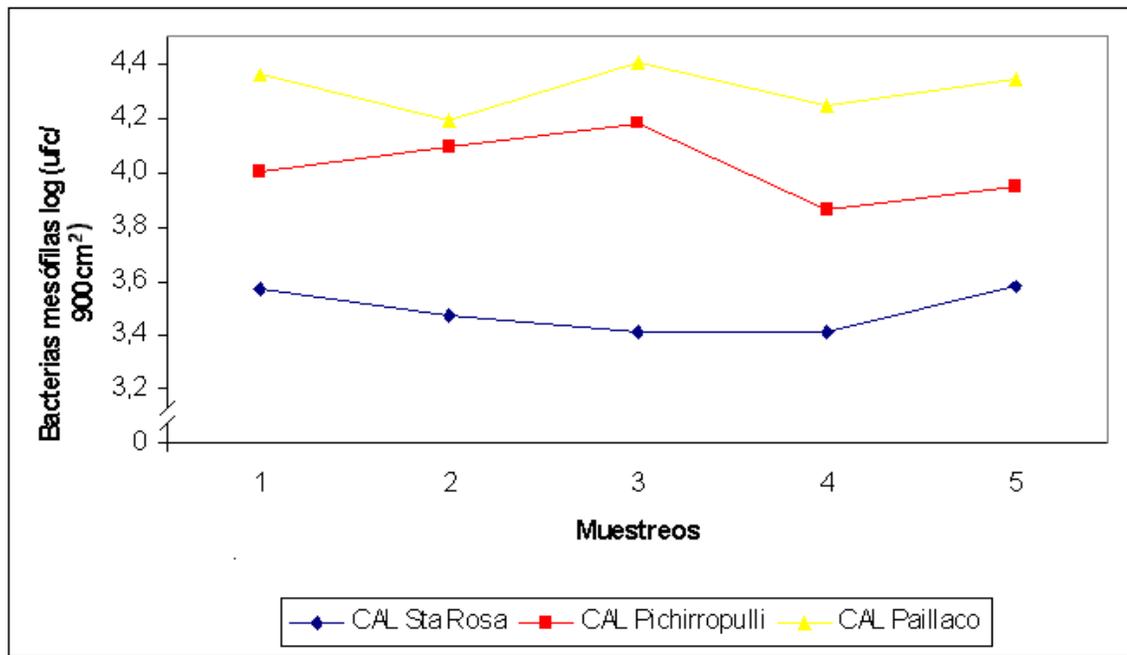


FIGURA 5. Valores para el recuento de bacterias mesófilas en estanque de leche durante los muestreos.

En el CUADRO 13 y FIGURA 5, se observa que los recuentos de la superficie del estanque del CAL Santa Rosa fueron bastante más bajos que los otros dos

CAL. A su vez el CAL Paillaco fue el que obtuvo los recuentos más altos durante el estudio. También se puede apreciar que en el estanque de Pichirropulli, al igual que lo sucedido en el preestanque de vaciado de leche, se produjo una baja de los recuentos en el cuarto y quinto muestreo, lo que podría estar relacionado con una mejor limpieza e higiene del equipo por parte del operario, al saber que se estaban chequeando los niveles de contaminación de los equipos del CAL.

Según el análisis de varianza simple del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas, presentado en el ANEXO 8.1, existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los CAL estudiados.

El test de rango múltiple Tukey HSD se presenta en el ANEXO 8.2, este arrojó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres CAL estudiados. En el CUADRO 14 se muestra el resumen de estos resultados, en el se puede apreciar que el estanque del CAL Paillaco presentó el promedio del logaritmo del recuento total más alto ($4,3 \pm 0,1$) y el CAL Santa Rosa el más bajo ($3,5 \pm 0,1$).

CUADRO 14. Resultados del test de rango múltiple para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en estanque de leche, con un nivel de confianza del 95%.

CAL	Promedio \pm DE	Diferencias
Santa Rosa	$3,5 \pm 0,1$	*a
Pichirropulli	$4,04 \pm 0,1$	b
Paillaco	$4,3 \pm 0,1$	c

DE: Desviación Estándar

* Las letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas

Para comparar los recuentos presentados en el CUADRO 14 con el estándar entregado por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), se procedió al igual que en el

prestanque de vaciado de leche, descrito anteriormente en éste capítulo. Esta clasificación se presenta en el CUADRO 15 y FIGURA 6.

De acuerdo con los resultados que aparecen en el CUADRO 15, se puede señalar que el CAL Santa Rosa fue el que obtuvo mejores resultados con un 100% de las muestras en una clasificación de estado higiénico satisfactoria, seguido del CAL Pichirropulli con un 100% de sus muestras en una clasificación de regular. El CAL Paillaco fue el que obtuvo la clasificación más baja durante el estudio. Además, se puede indicar que para los tres CAL más del 50% de las muestras de superficie de los tres estanques fueron clasificadas como regulares.

CUADRO 15. Clasificación del recuento total de bacterias en estanque de leche, según estándares de calidad indicados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976).

Clasificación	ufc / cm ²	Muestras						Total muestras	
		CAL Santa Rosa		CAL Pichirropulli		CAL Paillaco			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Satisfactoria	< 5	5	100	0	0	0	0	5	33,33
Regular	5 - 25	0	0	5	100	3	60	8	53,33
Insatisfactorio	>25	0	0	0	0	2	40	2	13,33

n = número de muestras

En un estudio realizado por POBLETE (1998), utilizando estos mismos estándares encontró que del total de muestras analizadas más del 50% fueron clasificadas como satisfactorias, cifra superior a la encontrada en el presente estudio, en el que solo un 33,33% del total de muestras alcanzó una clasificación de satisfactoria. Es importante mencionar que POBLETE (1998), trabajó con el CAL Paillaco, en el que obtuvo un 59,26% del total de muestras dentro de la clasificación de satisfactoria, cifra muy superior a la obtenida en

este estudio para el mismo CAL, donde ninguna de las muestras arrojó un resultado de clasificación satisfactoria.

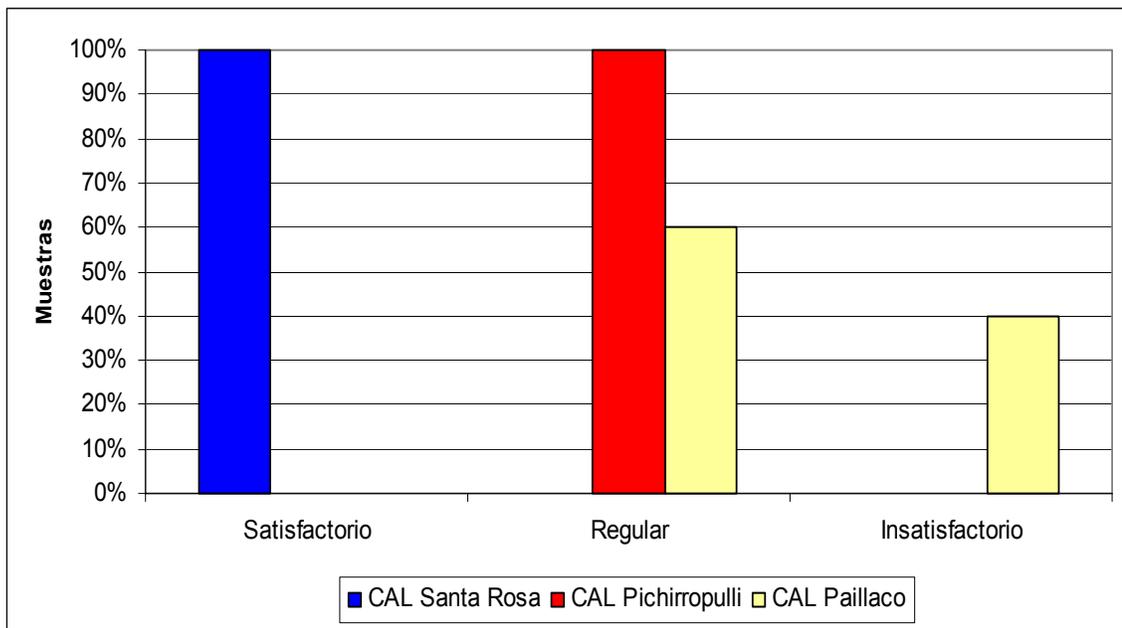


FIGURA 6. Distribución del estado higiénico para estanques de leche, de acuerdo con estándares de calidad señalados por HARRIGAN y Mc CANCE (1976).

Por otra parte, al comparar los datos de este estudio con un estándar utilizado por STEWART (1985), empleado por el Departamento de Agricultura de Irlanda del Norte, para el muestreo con tórula para estanques de leche, el que indica que un recuento inferior a 50 ufc/ cm² pertenecería a una higiene satisfactoria, se tiene que para el CAL Santa Rosa, Pichirropulli y Paillaco, se obtienen valores de un 100, 100 y 60% respectivamente, dentro de un estado higiénico satisfactorio.

Finalmente, es importante mencionar que GUY-MERCIER (2002), haciendo referencia a los estándares de la Norma Francesa (creada a partir de la Norma Internacional ISO 5708, relacionada con los estanques enfriadores de leche),

señala que para la clasificación de un estado higiénico satisfactorio, la superficie del estanque podría tener como máximo 100 ufc/ cm². Al comparar los resultados de la presente investigación con este estándar, las muestras de estanques de los tres CAL se encontrarían en una clasificación de satisfactoria.

4.2 Análisis microbiológico del agua

Durante este estudio se realizaron tres muestreos al agua de abastecimiento en cada uno de los CAL, con el objeto de determinar el NMP de coliformes totales y fecales, cuyos resultados se presentan en el CUADRO 16.

CUADRO 16. NMP de coliformes totales y fecales del agua utilizada en los tres CAL.

CAL	Coliformes totales NMP/ 100 mL agua	Coliformes fecales NMP/ 100 mL agua
Santa Rosa	46	7
	920	17
	1600	49
Pichirropulli	< 0	< 0
	< 0	< 0
	<0	< 0
Paillaco	79	< 0
	17	< 0
	70	2

Desde el punto de vista del NMP de coliformes que se presenta en el CUADRO 16, la calidad del agua utilizada en el CAL Pichirropulli es superior a la de Santa Rosa y de Paillaco, ya que no se encontraron coliformes totales ni fecales. Como ya se mencionó anteriormente, el agua que alimenta a este CAL es potable, proveniente de la red domiciliaria que abastece al pueblo donde se

encuentra ubicado este CAL, no así en los otros dos acopios en estudio, en los cuales el agua utilizada se extrae de pozos superficiales (sin clorar).

En el CAL Paillaco el agua proviene de un pozo con una profundidad inferior a los siete metros, el que además no cuenta con una protección adecuada. En cuanto al agua del CAL Santa Rosa, esta presentó la peor calidad debido a una alta contaminación por coliformes fecales.

Desde el punto de vista del recuento de coliformes totales, el agua de los CAL Paillaco y Santa Rosa tampoco sería de buena calidad, ya que según OMS citado por GRAY (1996), este tipo de bacterias no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL.

El problema de mala calidad del agua, según Rippes, citado por POBLETE (1998) y el INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, EPIDEMIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE CUBA (2002), se debe a la mala ubicación o construcción de los pozos, que permiten la entrada de roedores, pájaros, filtración de líquidos contaminantes, excrementos de animales o aves, etc.

Si se compara la calidad del agua de los tres CAL, con los estándares para agua potable que aparecen en la Norma Chilena 1620/1 (CHILE. INN, 1984), la cual indica que esta debe estar exenta de microorganismos de origen fecal, solo el CAL Pichirropulli cuenta con agua apta para el lavado de los equipos. Cabe recordar que según IDF/FIL (1994), el agua para el lavado de equipos debe ser potable.

Pedraza, citado por POBLETE (1998), entrega otros estándares para agua entre los que se indica que esta no debiera tener más de 2 coliformes totales/ 100 mL de agua y ausencia total de coliformes fecales. Según estos estándares las aguas analizadas tendrían un recuento superior a los aceptables y sólo el

CAL Pichirropulli cumpliría a cabalidad con los estándares para coliformes totales y fecales.

La importancia del agua de lavado para equipos de lechería según Pedraza citado por AGÜERO *et al.* (1987), es que un alto contenido de coliformes disminuye la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección lo que permitiría acrecentar el contenido microbiano de la leche. Además la presencia de coliformes fecales implica un riesgo de patógenos en la superficie de los equipos mal lavados, que podrán multiplicarse contaminando la leche (HEIMLICH y CARRILLO, 1995).

Es importante mencionar que tanto el CAL Santa Rosa como Paillaco, tienen instalados sistemas de cloración de agua, los que al momento de realizar el presente estudio no se mantenían funcionando.

Finalmente, hay que señalar que pese a lo indicado en los párrafos anteriores, en relación a la influencia que podría tener la calidad microbiológica del agua sobre la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección de los equipos, en el caso del CAL Santa Rosa, se puede deducir que esta variable no tuvo mayor influencia sobre los recuentos microbiológicos de las distintas superficies de los equipos muestreados, y se vio disminuida por un mejor manejo de otras variables (como se verá más adelante), ya que en la mayoría de los casos las superficies en los equipos de lechería en este CAL arrojaron recuentos más bajos que el resto.

4.3 Análisis de las variables de manejo y operación que caracterizan a los tres CAL

En el CUADRO 17, se presentan los puntajes obtenidos por ítem en los tres CAL, luego de la aplicación del instrumento de evaluación. En el se observa, que el CAL mejor evaluado correspondió a Pichirropulli, el cual obtuvo 74

puntos de un total de 100, seguido de Santa Rosa, con 70 puntos. El puntaje más bajo correspondió a Paillaco con solo 56 puntos.

CUADRO 17. Puntajes obtenidos por ítem en los tres CAL, luego de la aplicación del instrumento de evaluación.

Ítems	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1. Limpieza de equipos y utensilios.	31	28,97 (93)	26,31 (85)	26,89 (87)
2. Estado de equipos y utensilios.	31	22,16 (71)	13,33 (43)	13,14 (42)
3. Agua de abastecimiento.	17,2	1,09 (6,3)	17,2 (100)	1,09 (6,3)
4. Escolaridad y capacitación del manipulador permanente.	10,3	10,3 (100)	9,41 (91)	7,39 (72)
5. Condiciones higiénicas del manipulador permanente.	8,62	6,99 (81)	7,17 (83)	6,99 (81)
6. Incentivos económicos otorgados al manipulador permanente.	1,72	0,86 (50)	0,86 (50)	0,86 (50)
Total	100	70 (70)	74 (74)	56 (56)

Entre los ítems mejor evaluados destaca el de limpieza de equipos y utensilios, en donde Santa Rosa alcanzó un 93% respecto del puntaje máximo posible de obtener. Según se observa en el CUADRO 18, en el caso de Santa Rosa la ponderación de este ítem contribuyó con 28,97 puntos al puntaje total de la evaluación, seguido por Paillaco y Pichirropulli con un 26,89 y 26,31 puntos respectivamente para cada caso. Destaca el abastecimiento de agua para Pichirropulli, CAL que obtuvo el puntaje máximo en este ítem (17,2 puntos) ya que disponía de agua potable; puntaje que le permitió ser el mejor evaluado.

En la FIGURA 7, se presentan las deficiencias por ítem de los tres CAL, obtenidas a partir del CUADRO 17, expresadas como porcentaje respecto al puntaje total de la evaluación.

Según se observa en la FIGURA 7, el ítem que contribuyó en mayor proporción a la disminución del puntaje total fue el estado de equipos y utensilios (ítem 2) tanto para Paillaco como para Pichirropulli, ambos con una contribución del

17,86 y 17,67% respectivamente en deficiencias. Otra de las deficiencias que hicieron que tanto Paillaco como Santa Rosa bajaran su puntaje total, fue el agua de abastecimiento, que hizo que éste disminuyera en un 16,11% (ítem 3) para ambos CAL.

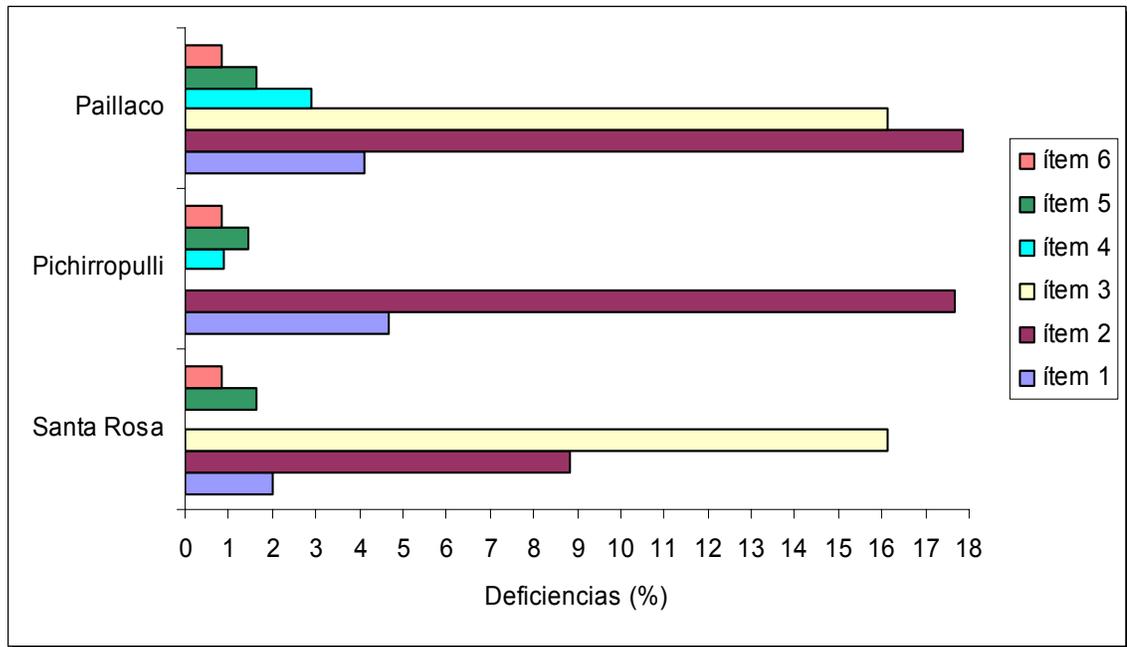


FIGURA 7. Deficiencias por ítem de los tres CAL, expresadas como porcentaje respecto al puntaje total de la evaluación.

Si se comparan los puntajes totales con los resultados del estado higiénico detectado en los diferentes equipos muestreados durante la investigación, se observa que el CAL peor evaluado por medio del instrumento de evaluación (Paillaco) en lo que respecta a variables de manejo y operación, también fue el que presentó los peores resultados en los muestreos realizados a los diferentes equipos en el CAL. Sin embargo, pese a que en el caso de los recuentos microbiológicos de los equipos, en Santa Rosa se registraron los valores más bajos, el puntaje obtenido a través del instrumento de evaluación aplicado no fue el más alto (el mejor), debido a que el ítem “agua de abastecimiento” para este CAL sólo alcanzó un 6,3% respecto del puntaje máximo (17,2). En lo que

respecta a los otros ítems, este acopio tuvo buenos resultados en comparación a los otros dos CAL.

Por otra parte, el CAL Pichirropulli en los muestreos de equipos alcanzó un nivel intermedio entre los tres CAL, no así en el instrumento de evaluación en donde obtuvo en la sumatoria total el puntaje más alto, dado probablemente por la mejor evaluación del ítem “agua de abastecimiento”.

De lo anteriormente expuesto, se desprende que en el caso del CAL Paillaco se dio una relación entre el comportamiento de las variables de manejo y operación y el estado higiénico dado por los recuentos microbiológicos, de los distintos equipos muestreados.

4.3.1 Limpieza de equipos y utensilios. En el ANEXO 9, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL para las variables relacionadas con la limpieza de equipos y utensilios.

Según se observa en el ANEXO 9, el CAL Santa Rosa fue el que obtuvo el mayor porcentaje respecto del puntaje máximo (93%), seguido de Paillaco y Pichirropulli con un 87% y 85% respectivamente.

En cuanto a la limpieza del estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche, Santa Rosa obtuvo el mayor porcentaje respecto del puntaje máximo, correspondiente al 91%; Pichirropulli y Paillaco obtuvieron un 83 y 74%, respectivamente, todos valores similares a los obtenidos por ASPÉE (2001). Coincidiendo con esta situación los niveles de contaminación encontrados durante los cinco muestreos, en el presente estudio (ver punto 4.1.5) fueron significativamente más bajos en el estanque de Santa Rosa, seguido de Pichirropulli y Paillaco.

En relación al método de limpieza del estanque, se encontró que tanto en Santa Rosa como en Pichirropulli, éste era automático. Con este sistema se alcanza una limpieza e higienización superior a la limpieza manual (ADRIAN, 1981 y CASADO y GARCIA, 1985b), ya que existe mayor control y es en gran medida, independiente de la intervención del hombre (MADRID y MADRID, 1979). Por esto ambos CAL obtuvieron el máximo puntaje, según se observa en el ANEXO 9 punto 1.1. Paillaco alcanzó solo un 66% respecto del puntaje máximo, ya que el estanque cuenta con un sistema de limpieza semiautomático, donde en una de las etapas debe intervenir el operario.

Las deficiencias encontradas en las etapas de limpieza en común para los tres CAL radican principalmente en que las temperaturas utilizadas en el preenjuague y enjuague no superaban los 14°C, las cuales según AROCENA (1983), deberían fluctuar entre 37 y 40°C, con el fin de precalentar el equipo para una mejor acción de las soluciones limpiadoras en el caso del preenjuague y así eliminar los restos de detergente en el caso del enjuague (FAO, 1986).

Según se observa en el ANEXO 9 punto 1.2, los puntajes más altos para las etapas de limpieza del estanque, lo obtuvieron Santa Rosa y Paillaco ambos con un 87% respecto del puntaje máximo, y el más bajo Pichirropulli (67%), diferencia que se debió a la baja temperatura de lavado con detergente, y lavado con ácido utilizada en este último CAL, en donde el calentador no permitió superar los 60°C del agua.

Es importante señalar que una vez finalizada la etapa de lavado, deben transcurrir por lo menos 30 minutos antes de vaciar una nueva partida de leche al estanque, lo que muchas veces no se cumplió debido a que el camión cisterna retira la leche muy tarde, con lo que finalizado el lavado, deben vaciarse inmediatamente los tarros con leche, en espera. Este tiempo fluctuó entre 15 y 30 minutos en los tres CAL, los que no obtuvieron el puntaje máximo,

debido a que si bien, 3 a 15 minutos son suficientes para la acción del desinfectante (BARBERA, 1985), se debe considerar un tiempo adicional de secado para así evitar el aumento de la población microbiana producida en un ambiente húmedo (ICMSF, 1991). Además, la humedad produce grietas y oxidación en la superficie interna de los estanques, (FAO, 1981).

Al comparar los estándares de calidad, alcanzados por los estanques de almacenamiento, con los resultados obtenidos de las variables relacionadas con la limpieza de estos estanques, y aplicar el instrumento de evaluación cuyos antecedentes aparecen en el CUADRO 18, se puede señalar que en Santa Rosa se dio una cierta relación entre ambas variables. En efecto, en este CAL mientras el 100% de las muestras de superficie del estanque obtuvo una clasificación satisfactoria; al aplicar el instrumento de evaluación, esta unidad también obtuvo una alta, y la mayor puntuación para la limpieza e higienización del estanque (91% respecto al puntaje máximo). Pese a que en los otros dos CAL la relación entre ambos parámetros no fue igual de clara, se puede señalar que se mantuvo una tendencia similar.

CUADRO 18. Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos para estanque de almacenamiento en la limpieza, descritos en el instrumento de evaluación.

CAL	Estándares de calidad			Instrumento de Evaluación (% respecto del puntaje máximo)
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio	
Santa Rosa	100%	0%	0%	91
Pichirropulli	0%	100%	0%	83
Paillaco	0%	60%	40%	74

En cuanto a la limpieza de tarros, se observa en el ANEXO 9 punto 2.1, que todos los CAL en estudio obtuvieron el puntaje máximo, debido a que en estos se lavaban los tarros con “soluciones individuales”, para cada uno.

Si bien en la investigación realizada por ASPÉE (2001), se detectó deficiencias en la preparación de los tarros antes de ser enviados a los predios, al no llevar dos o tres litros de solución desinfectante (200ppm de cloro), durante este estudio los tres CAL cumplían con este requisito, alcanzando por ello la máxima puntuación en este ítem.

No obstante, el total de las muestras de los tres acopios fue catalogada dentro de un estado higiénico insatisfactorio, lo cual no tendría relación con la alta puntuación obtenida para tarros en lo que dice relación a la limpieza de estos, por lo que esta clasificación podría estar más relacionada con el mal estado de los tarros que con la rutina de limpieza, como se verá más adelante.

En cuanto a la limpieza del preestanco de vaciado de leche (incluidos el colador, la manguera y la bomba para leche), se observa en el ANEXO 9 punto 3, que Paillaco y Santa Rosa alcanzaron el 94% respecto del puntaje máximo y Pichirropulli el 83%. Las deficiencias apuntan de nuevo a las bajas temperaturas utilizadas en las etapas de preenjuague y enjuague para los tres CAL, a lo que se suma la baja temperatura de lavado utilizada por Pichirropulli.

Por otra parte, de acuerdo a los antecedentes que aparecen en el CUADRO 19, al comparar los resultados del instrumento de evaluación, en lo que dice relación a la limpieza del preestanco de vaciado de leche, con el porcentaje de clasificación de las muestras de este equipo, dentro de los estándares de calidad, se puede señalar que no existe una clara relación entre ambas variables ya que pese a que en los tres CAL no se registraron muestras con un nivel microbiológico satisfactorio, la variable limpieza alcanzó altos porcentajes respecto al puntaje máximo (94, 83 y 94% respectivamente).

CUADRO 19. Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos para preestaque de vaciado de leche en la limpieza, descritos en el instrumento de evaluación.

CAL	Estándares de calidad			Instrumento de Evaluación (% respecto del puntaje máximo)
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio	
Santa Rosa	0%	80%	20%	94
Pichirropulli	0%	40%	60%	83
Paillaco	0%	0%	100%	94

4.3.2 Estado de equipos y utensilios. En el ANEXO 10, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables que se relacionan con el estado de equipos y utensilios. El puntaje total obtenido por los CAL es inferior al total máximo posible de alcanzar en este ítem (31 puntos). Sin embargo, se destaca el puntaje alcanzado por Santa Rosa ya que de este total obtuvo 22 puntos; superior a los obtenidos por Pichirropulli y Paillaco, quienes alcanzaron solo 13 puntos respectivamente.

En cuanto al estado del estaque de almacenamiento de leche, se observa en el ANEXO 10 punto 1, que Paillaco obtuvo la calificación más baja con un 17% respecto al puntaje máximo posible de alcanzar. Por su parte, Pichirropulli y Santa Rosa obtuvieron un 39 y 78%, respectivamente, del puntaje total posible de obtener.

Según FAO (1981), el estado del estaque puede clasificarse en: “nuevo”, si las unidades del equipo acusan un uso menor al 5% de su vida útil; “bueno”, si su uso es entre el 5 y el 50% de su vida útil y no presentan daños mayores o deterioraciones peligrosas; “regular”, si su uso es entre el 50 y el 85% de vida útil, o sus unidades no inspiran la confianza de la unidad catalogada como “buena”; e “inaceptable”, si, su uso se aproxima al fin de su vida útil o se encuentra en un estado de deterioro. Bajo el anterior criterio, y considerando que la vida útil de un estaque es de 10 años (PONCE DE LEÓN, 1990), el

estanque de Santa Rosa fue calificado como “bueno”, el de Pichirropulli como “regular” y el de Paillaco como “inaceptable”, el cual además de ser muy antiguo, posee unidades en mal estado de funcionamiento.

En cuanto a la frecuencia de revisión técnica del estanque, Santa Rosa es el único CAL que realiza esta revisión con una frecuencia de dos veces al año, de esta manera obtuvo el máximo puntaje por esta variable; Pichirropulli y Paillaco lo hacen con una frecuencia inferior, alcanzando solo la mitad del puntaje máximo. Si se compara lo anterior con lo recomendado por PONCE DE LEÓN (1993), quien aconseja un control por un técnico competente al menos una vez al año, cumplen con esta normativa los tres acopios.

Ahora si se comparan los estándares de calidad microbiológica alcanzados por los estanques de almacenamiento de leche de los tres CAL, con los resultados obtenidos al aplicar el instrumento de evaluación y relacionado con el estado de estas unidades (CUADRO 20), se tiene que mientras en Santa Rosa el 100% de las muestras de superficie del estanque clasificó dentro del estándar de satisfactorio, esta misma unidad obtuvo un 78% del puntaje máximo posible de alcanzar para este ítem “estado del estanque”, siendo clasificado de acuerdo a lo señalado anteriormente, como en buen estado. Por su parte, Pichirropulli luego de la aplicación del instrumento de evaluación, sólo obtuvo un 39% del puntaje total posible de alcanzar para la variable “estado del estanque”, clasificando el 100% de las muestras en un estándar de regular. En el caso del CAL Paillaco, luego de la aplicación del instrumento de evaluación, el estanque sólo obtuvo un 17% del puntaje total posible de alcanzar para la variable “estado del estanque”, clasificando un 60% de las muestras en un estándar de regular y un 40% en la categoría de insatisfactoria, siendo clasificado según su estado en inaceptable. De lo anterior se podría deducir que el estado del estanque también puede tener efecto sobre la eficiencia de lavado e higiene de

éste y obviamente sobre los recuentos microbiológicos encontrados en la superficie de estos.

CUADRO 20. Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos en el instrumento de evaluación que tienen relación con el estado del estanque de almacenamiento.

CAL	Estándares de calidad			Instrumento de Evaluación (% respecto del puntaje máximo)
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio	
Santa Rosa	100%	0%	0%	78
Pichirropulli	0%	100%	0%	39
Paillaco	0%	60%	40%	17

Por otra parte, en lo que respecta a los tarros lecheros de los tres CAL en estudio, al aplicar el instrumento de evaluación se detectó que sólo obtuvieron un 50% del puntaje máximo posible de alcanzar (ver ANEXO 10), ya que una gran cantidad se encontraba en mal estado. Esta situación explicaría el alto nivel de contaminación detectado en todas las muestras obtenidas a partir de los tarros, a pesar que la rutina de lavado de estos era adecuada. Esta situación coincide con lo indicado por DODD (1987) y CARBALLO (2001), quienes señalan que irregularidades, como grietas, fisuras y abolladuras en un equipo o utensilio de lechería facilita la deposición de la suciedad permitiendo de esta forma la multiplicación de microorganismos.

De acuerdo a los antecedentes que aparecen en el CUADRO 21, al comparar los resultados del instrumento de evaluación, en lo que dice relación al estado del preestaque, con el porcentaje de clasificación de las muestras de este equipo dentro de los estándares de calidad, se puede señalar que existiría una relación entre ambas variables, ya que ninguno de los tres CAL logró clasificar muestras con nivel microbiológico satisfactorio, y la variable “estado del preestaque de vaciado de leche” alcanzó solo la mitad del porcentaje respecto al puntaje máximo (50%).

CUADRO 21. Comparación de los estándares de calidad descritos por HARRIGAN y Mc CANCE (1976), con los resultados obtenidos en el instrumento de evaluación que tienen relación con el estado del preestanco de vaciado de leche.

CAL	Estándares de calidad			Instrumento de Evaluación (% respecto del puntaje máximo)
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio	
Santa Rosa	0%	80%	20%	50
Pichirropulli	0%	40%	60%	50
Paillaco	0%	0%	100%	50

En cuanto al calentador de agua, se observa en el ANEXO 10 punto 3, que Paillaco y Santa Rosa obtuvieron el puntaje máximo, ya que ambos utilizan un calentador a leña, el cual permite obtener una temperatura del agua superior a 70°C, medida a través de su propio termómetro, en buen estado; en cambio Pichirropulli, no obtuvo puntaje por esta variable, ya que utiliza un termo a gas, el cual no permite obtener una temperatura del agua superior a 60°C, además el termómetro que posee no se encuentra en buen estado.

Una nueva variable, considerada dentro del estado de equipos y utensilios correspondió al filtro de leche, variable por la cual todos los CAL obtuvieron el 75% del puntaje máximo posible de alcanzar.

CEGE-PAILLACO (1996), indica que se ha demostrado que los coladores de acero inoxidable tipo malla son ineficientes para retener las partículas finas que trae la leche desde los predios, por lo cual se recomienda colocar filtros especiales de acero inoxidable entre la salida del preestanco de vaciado y el estanco de enfriamiento, similar a los que existen en las salas de ordeña.

Al momento de la visita, se observó que todos los CAL en estudio tenían instalados este tipo de filtros, además las juntas de goma, se encontraban en buen estado. Por otro lado, se debe señalar que es muy importante considerar la frecuencia con que se cambia la pieza de fibra del filtro (la cual se evaluó en este estudio), ya que según PONCE DE LEÓN (1993), de no hacerlo conduce

a que en el filtro se acumulen residuos sólidos que más tarde llegarán a la leche y así se convertirán en un foco de contaminación. Pese a que los tres CAL poseían filtro para colar la leche, en todos la pieza de fibra no era cambiada con la frecuencia recomendada por los fabricantes, es decir cada 2000 litros de leche, por lo tanto, ninguno de los CAL obtuvo puntaje por esta variable.

Si a lo anterior se suma el hecho que los niveles de contaminación detectados según se indica en el punto 4.1.3 eran muy altos, pareciera recomendable cambiar la ponderación otorgada a la variable 4 del ANEXO 10, ya que no basta sólo con utilizar el filtro sino que cambiarlo después de recibir 2000 litros de leche, ya que podría constituirse en un foco de contaminación de la leche del estanque, aumentando los recuentos microbiológicos de esta.

En cuanto a la medición del volumen de leche recepcionada, CEGE-PAILLACO (1996), indicó que la utilización de la regla, es una practica que debe ser desterrada por ser un foco de contaminación permanente, a pesar de ser lavada en forma prolija. Así, el CAL Paillaco al ser el único en utilizar una balanza electrónica, obtuvo el puntaje máximo, según se observa en el ANEXO 10 punto 6, por el contrario Pichirropulli y Santa Rosa, obtuvieron solo el 17% del puntaje máximo. Es importante mencionar que estos dos últimos acopios poseen balanza electrónica, pero aun no ha sido instalada.

En cuanto a las mangueras por la cual es trasportada la leche desde el preestanque al estanque, se encontró en los tres CAL, que tanto el material, como el estado de estas era bueno. Debido a lo anterior los tres CAL en estudio obtuvieron el puntaje máximo para esta variable.

Finalmente, en lo que respecta al estado de las escobillas, se observa en el ANEXO 10 punto 8, que Paillaco y Pichirropulli, obtuvieron la mitad del puntaje y Santa Rosa el 100%; pese a que todos los CAL cuentan con un stock

suficiente de escobillas, sólo Santa Rosa las conservaba en buen estado. Al respecto, ICMSF (1991), señala que la utilización de materiales para limpieza inadecuados o gastados causan deficiencias en el lavado y desinfección, lo que a su vez aumenta la probabilidad de contaminación bacteriana.

4.3.3 Agua de abastecimiento. En el ANEXO 11, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con el agua de abastecimiento. Allí se observa, que el puntaje obtenido por Pichirropulli correspondió al máximo de este ítem (17,24), a diferencia de Paillaco y Santa Rosa, que obtuvieron sólo 1,09 puntos.

En cuanto a la calidad del agua de abastecimiento los CAL Paillaco y Santa Rosa, solo obtuvieron el 17% del puntaje máximo posible de alcanzar. ASPÉE (2001), encontró puntajes similares.

FAO (1986), indica que el agua procedente de norias o fuentes locales debe estar protegidas contra fuentes de contaminación superficiales o subterráneas. Ortega, citado por ASPÉE (2001), recomienda distanciar la noria o pozo de 10 a 15 m o 20 a 25 m, según se encuentre “aguas arriba o aguas abajo” de estos sistemas. Por su parte Rippes, citado por ASPÉE (2001), señala que la distancia mínima de la fuente de agua a un área de aguas estancadas debe ser de 15 m, pero debe existir una distancia de 30 a 60 m entre la fuente de agua y lugares donde existan líquidos con alta contaminación bacteriana.

De acuerdo a lo anterior, se observa en el ANEXO 11 punto 1.2, que Paillaco y Santa Rosa no obtuvieron puntaje por esta variable, debido a que la distancia mínima entre el pozo y las fuentes de contaminación, era en ambos casos inferior a 10 m. HERNÁNDEZ (1998), reportó que dentro de los ocho CAL del área de Paillaco, las aguas servidas de Santa Rosa y Pucara pasaban muy cerca de los pozos que suministran el agua a estos CAL.

En cuanto al contenido microbiológico del agua, de acuerdo a los datos encontrados durante este estudio, los análisis de el CAL Paillaco y Santa Rosa, arrojaron tanto coliformes totales como fecales, medidos como NMP/ 100 ml de agua; por lo cual ambos acopios no obtuvieron puntaje para esta variable. Por el contrario, solo el agua de Pichirropulli obtuvo el puntaje máximo por esta variable, debido a que no se encontraron coliformes totales ni fecales en ninguna de las tres muestras analizadas.

Respecto a la cloración del agua, se observa en el ANEXO 11 punto 3, que solo Pichirropulli obtuvo el puntaje máximo, ya que en este caso se consideró que al abastecerse de agua potable distribuida por redes, ésta esta sometida a un proceso de desinfección y, mensualmente, el servicio de agua potable controla la cantidad de cloro libre residual del agua, el que según CHILE, INN, (1987), debe ser de una concentración de 0,2 mg/ L en cualquier punto de la red. En cambio Paillaco y Santa Rosa no obtuvieron puntaje por esta variable, ya que como se menciona anteriormente, su sistema de cloración de agua se encontraba en desuso.

4.3.4 Escolaridad y capacitación del manipulador permanente. En el ANEXO 12, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la escolaridad y capacitación del manipulador permanente. De acuerdo con estos antecedentes, para la escolaridad el CAL que obtuvo el puntaje máximo fue Santa Rosa (5,17) ya que el operario cursó hasta la enseñanza media completa. El operario de Pichirropulli alcanzó una escolaridad media incompleta, obteniendo este CAL por esta variable 4,25 puntos. Paillaco obtuvo el 50% del puntaje máximo, debido a que el operario solo tenía educación básica.

Respecto a la capacitación de los operarios relacionada con el desempeño de sus labores en el CAL, HEIMLICH y CARRILLO (1995), señalan que esta es

muy importante, ya que el aseguramiento y control de calidad de la leche sólo serán efectivos si las personas que deben llevarlos a cabo están adecuadamente entrenadas. Sobre esta variable cabe señalar que tanto Santa Rosa como Pichirropulli obtuvieron el puntaje máximo, mientras que Paillaco alcanzó un 93% del puntaje máximo posible de alcanzar.

HOOD (1996), indica que en cuanto a la capacitación técnica recibida por los manipuladores de los CAL de la Provincia de Valdivia, un 60% había efectuado algún curso en la Universidad Austral de Chile, o en la misma planta lechera a la cual el CAL vendía la leche y un 41% de los manipuladores no había recibido capacitación.

4.3.5 Salud e higiene del manipulador permanente. En el ANEXO 13, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la salud e higiene del manipulador permanente. De estos antecedentes se deduce que en los tres CAL se obtuvieron puntajes cercanos al máximo, siendo Pichirropulli el CAL con mayor puntaje (83% del máximo), seguido por Paillaco y Santa Rosa, ambos con el mismo puntaje (81% del máximo).

En cuanto a el estado de salud del manipulador permanente se puede señalar, que todos los CAL obtuvieron solo la mitad del puntaje máximo, ya que ninguno de los operarios es sometido a un examen médico, al momento de ser contratados. Al respecto, FAO (1986) indica, que al seleccionar un nuevo empleado, es un requisito absoluto realizar un examen médico completo, además, cada empleado deberá someterse a un examen periódico, de acuerdo a lo establecido por las disposiciones legales. De la misma forma, OPS/ OMS (1997b), indican que el personal manipulador de alimentos, deberá someterse a evaluaciones médicas o de ensayo antes de ser empleado y luego en forma

periódica, no sólo consultas médicas sino diversos exámenes de laboratorio, mientras se mantenga en la empresa.

Es importante señalar, que durante el estudio realizado, ninguno de los manipuladores sufría alguna enfermedad susceptible de ser transmitida a la leche, por lo cual, según se observa en el ANEXO 13 punto 1.3, todos los CAL obtuvieron el máximo puntaje en esta variable. Al respecto, HOOD (1996), señala que de 32 manipuladores de los CAL de la provincia de Valdivia un 19% presentaba afecciones cutáneas y un 25% heridas superficiales.

En cuanto a los requisitos de higiene del personal, todos los manipuladores permanentes de los CAL en estudio, mostraron una adecuada presentación personal (pelo corto y cubierto, sin barba, manos limpias, uñas cortas y sin barniz) y uniforme de trabajo completo (botas, buzo, pechera de goma, delantal, gorro y guantes), en buen estado y limpio, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos, obteniendo todos los CAL el puntaje máximo por esta variable. ASPÉE (2001), encontró similares resultados a los obtenidos en este estudio, en los mismos CAL.

Lo señalado anteriormente es destacable, considerando que HOOD (1996), luego de una evaluación visual, encontró que de 32 trabajadores pertenecientes a los CAL de la Provincia de Valdivia, un 88% mostraba deficiencias en su aseo personal, del mismo modo, encontró manipuladores con las manos sucias y sin las uñas cortas y el 91% no presentaba uniforme completo de su trabajo.

En cuanto a practicas higiénicas, se encontró que Pichirropulli alcanzó el máximo puntaje, y Paillaco y Santa Rosa alcanzaron ambos un 93% del máximo posible de obtener por esta variable.

En la elaboración de esta evaluación, ASPÉE (2001), consideró como práctica higiénica, el lavado de manos, estableciendo para la evaluación de esta variable, la frecuencia y los implementos necesarios para la adecuada realización de dicha práctica. Conforme a esto y, según se observa en el ANEXO 13 punto 3.1, el puntaje máximo lo obtuvo Santa Rosa. Paillaco y Pichirropulli obtuvieron un 87% del máximo posible de alcanzar.

Al respecto, IDF/ FIL (1991) y OPS/ OMS (1997b), señalan que el lavado de manos debe efectuarse antes de iniciar el trabajo y, posteriormente de haber hecho uso de los servicios higiénicos y manipular material contaminado. Además, después de comer, usar el pañuelo, manipular desperdicios, y después de cualquier tarea donde las manos hayan sido ensuciadas. En este estudio se observó que los manipuladores de los tres CAL, se lavaban las manos antes de entrar al área de producción y además después de ir al baño.

En lo que se refiere a los implementos para el lavado de manos, el Reglamento Sanitario de los Alimentos, establece que en los recintos de alimentos, deberán existir lavamanos con agua caliente y fría, provistos de jabón y medios higiénicos para secarse. Se encontró que todos los CAL en estudio poseían lavamanos con agua caliente y jabón, pero solo el CAL Pichirropulli contaba con papel higiénico y toalla de papel para secarse las manos.

En lo que respecta a prácticas antihigiénicas, el Reglamento Sanitario de los Alimentos, establece que en las zonas en que se manipulen alimentos deberá prohibirse: comer, fumar, masticar chicle o escupir. Al respecto, según se observa en el ANEXO 13 punto 3.2, todos los CAL obtuvieron el máximo puntaje por esta variable.

4.3.6 Incentivos económicos otorgados al manipulador permanente. En el ANEXO 14, se presentan los puntajes obtenidos por los tres CAL, para las

variables relacionadas con los incentivos económicos otorgados al manipulador permanente. Allí, se observa que todos los CAL alcanzaron solo la mitad del puntaje máximo en este ítem, debido a que en ninguno se entregaba un incentivo económico al manipulador permanente, por concepto de calidad higiénica.

La remuneración económica es un aspecto que puede influir en el rendimiento, motivación y desempeño de los operarios del CAL. Así, se encontró que esta remuneración fue mayor al salario mínimo mensual establecido por ley, en el mes de abril, para los operarios permanentes. Por esta razón los tres CAL obtuvieron el puntaje máximo por esta variable.

Dada la gran influencia de los empleados en la variable calidad de leche, el uso de incentivos para motivar al personal es a menudo citado como el medio para mejorar el rendimiento (BENNET, 2002). En el presente estudio se encontró que ninguno de los manipuladores permanentes recibe un incentivo por calidad, de esta manera no alcanzaron puntaje por esta variable.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- Al comparar los recuentos microbiológicos obtenidos en tarros lecheros, con los estándares de referencia, el 100% de las muestras de todos los CAL clasificó en la categoría de insatisfactorio, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre estos.
- Ninguna de las muestras del preestaque de vaciado de leche en los tres CAL, logró clasificar dentro del estándar de higiene satisfactorio. Además, tanto en el preestaque de vaciado como en el filtro de leche, se encontró que Santa Rosa presentó recuentos significativamente menores que Paillaco y Pichirropulli no presentó diferencias con los otros dos CAL.
- En el caso del circuito bomba-manguera, no se detectó contaminación microbiológica en ninguno de los tres CAL.
- Al comparar los recuentos microbiológicos obtenidos en los estanques de almacenamiento de leche con los estándares de referencia, Santa Rosa obtuvo el 100% de las muestras en estado higiénico satisfactorio, en tanto Pichirropulli y Paillaco clasificaron el 100 y 60% en estado higiénico regular. Además, en Santa Rosa se encontraron los recuentos microbiológicos significativamente más bajos, y Paillaco arrojó los más altos.

- Respecto a la calidad microbiológica del agua, se pudo constatar que sólo la utilizada en el CAL Pichirropulli era potable, es decir apta para los procesos de lavado e higienización de los equipos y utensilios.
- En lo que respecta a la aplicación del instrumento de evaluación, se pudo establecer que el CAL Pichirropulli fue el mejor evaluado en cuanto a las variables de manejo y operación, ya que alcanzó 74 puntos de un total de 100; le siguió de cerca Santa Rosa con 70, y más abajo Paillaco con sólo 56 puntos.
- Al comparar los puntajes totales obtenidos a través del instrumento de evaluación con el estado higiénico detectado en los diferentes equipos muestreados, el CAL peor evaluado (Paillaco) presentó los recuentos microbiológicos más altos.

6. RESUMEN

Entre abril y junio del año 2002, se realizó un estudio para evaluar la calidad microbiológica de los equipos utilizados en el transporte, recepción y almacenamiento de leche, en tres Centros de Acopio Lechero (CAL) de la provincia de Valdivia.

Se determinó el recuento de bacterias aeróbicas mesófilas en: tarros lecheros, preestaque de vaciado de leche, filtro de leche, circuito bomba-manguera y estanque de almacenamiento, mediante el método estándar para recuento en placa. Los resultados de los recuentos microbiológicos arrojaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los preestaque de vaciado de leche de Santa Rosa y Paillaco, situación que se repitió para los filtros de leche de estos dos CAL, en el caso de los estanques de almacenamiento de leche, estas diferencias se encontraron en los tres CAL.

Se compararon los recuentos con estándares de referencia, encontrándose todos los CAL en una clasificación de estado higiénico insatisfactoria, tanto en tarros lecheros (más de 250.000 ufc/ tarro) como en preestaque de vaciado de leche (más de 25 ufc /cm²). En el caso del estanque de almacenamiento de leche, solo el CAL Santa Rosa obtuvo todas sus muestras en un nivel de estado higiénico satisfactorio (menos de 5 ufc/ cm²).

En el análisis microbiológico de agua potable, se pudo constatar que solo el CAL Pichirropulli posee agua apta (potable) para las rutinas de limpieza y desinfección.

Además se aplicó, un instrumento de evaluación que caracterizó a estos CAL, encontrándose que el CAL peor evaluado (Paillaco) presentó a su vez los recuentos microbiológicos más altos.

SUMARY

In order to evaluate the microbiological quality of equipment used for milk transport, reception and storage, an investigation was done in three Milk Collecting Centers (MCC) from the province of Valdivia between April and June of 2002.

Mesophilic aerobic bacterial count was done in: milk buckets, milk unloading tank, milk filter, pump-hose and storage tank by the standard plate count method. Microbiological count results showed significative statistical difference ($p < 0,05$) for milk unloading tank of Santa Rosa and Paillaco, identical situation was found for the milk filter of these two MCC, for the storage tank differences were founded in the three MCC.

These bacterial counts were compared with international hygienic standards, finding that all MCC had a unsatisfactory hygienic state for milk buckets (more than 250.000 ufc/bucket) and for milk unloading tank (more than 25 ufc/cm²). Only the storage tank of Santa Rosa MCC had all their samples in satisfactory hygienic level (lower than 5 ufc/cm²).

For the microbiological analysis of potable water, only Pichirropulli MCC has suitable water (potable) for cleaning and disinfecting routines.

Furthermore, an evaluation instrument was used to characterised this MCC, founding that the worse evaluated MCC (Paillaco) had the highest microbiological count.

7. BIBLIOGRAFÍA

ADRIAN, N.1981. Evaluación de eficiencia higienizante de diferentes productos comerciales en el lavado manual de tarros lecheros. Tesis Médico Veterinario. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Medicina Veterinaria. 36p.

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS (EPA). 2002. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Available at: <http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>. Accessed 07/07/02.

AGÜERO, E., PEDRAZA, C. y GODOY, S. 1987. Calidad higiénica del agua y su relación con el contenido microbiano de la leche. Agricultura Técnica 47(2): 136-141.

ALAIS, CH. 1985.Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Editorial Reverte, S. A. Barcelona. España. 873p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA).1992. Standard methods for the examination of dairy products. 16 th edition. Washington D.C. 546 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION y WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. 1995. Microbiological examination. In: Standard methods

for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. 19th Edition. Washington. 1268 p.

ARNAU, F. 1995. Aspectos ecológicos de la limpieza en la industria láctea. Industrias Lácteas Españolas 197-198: 37-43.

AROCENA, P. 1983. El saneamiento, higienización y limpieza en la granja lechera. Industrias Lácteas 32: 7-19.

ASPÉE, N. 2001. Evaluación de la calidad higiénica de la leche de estanques, en tres Centros de Acopio Lecheros (CAL) de la provincia de Valdivia. Tesis Lic. en Ingeniería en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 162 p.

BARBERÁ, N. 1985. Los desinfectantes químicos en la industria láctea. Industrias Lácteas Españolas 79: 34-44.

BENNET, R. 2002. Incentivos para mejorar la calidad de leche. Available at: <http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agro-laboral/7dairy/7leche01.htm>. Accessed 03/05/02.

BIDEGAIN, H. 1976. Prospección de las condiciones higiénicas de tarros lecheros en la zona sur del país. Agro Sur 4(1): 29-35.

BODMAN, G. y RICE, D. 2002. Bacteria in milk sources and control. NewGuide. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. G93-1170-A: 1-8.

BROWN, J. 1982. Fundamentals of cleaning and sanitizing multiuse utensils and food equipment surfaces. Dairy and Food Sanitation 2(3):92-94.

- CARBALLO, J. 2001. Adherencia de bacterias a superficies de contacto con alimentos. *Alimentaria* 320: 19-24.
- CARRILLO, B. 1997. Calidad higiénica de leche cruda. Universidad Austral de Chile. Instituto de Desarrollo Agropecuario. X Región. Editorial Uniprint. Valdivia. 110p.
- CARRILLO, B. y MOLINA, H. 1997. Acciones para mejorar la calidad de la leche de pequeños productores de Centros de Acopio. Universidad Austral de Chile. Uniprint S.A. Valdivia, Chile. 62 p.
- CARRILLO, B. y VIDAL, C. 1999. Calidad higiénica de la leche cruda de pequeños productores vinculados a centros de acopio lechero. In: Curso de perfeccionamiento. Mejoramiento de la calidad higiénica de leche de pequeños productores. Escuela de Posgrado y Postítulo Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. pp. 147-171.
- CASADO, P. y GARCIA, J. 1985a. La calidad de la leche. Factores que influyen la calidad. *Industrias Lácteas Españolas* 73: 25-33.
- CASADO, P. y GARCIA, J. 1985b. La calidad de la leche cruda y los factores que la influyen. *Industrias Lácteas Españolas* 81: 1-294.
- CENTRO DE GESTIÓN EMPRESARIAL DE PAILLACO (CEGE-PAILLACO). 1996. Estudio de diagnóstico, del Centro de Información y Gestión Empresarial de Paillaco. Universidad Austral de Chile. Instituto de Desarrollo Agropecuario. 256p.

CEPEDA, J. 2002. Microorganismos productores de alteraciones en los alimentos.

Available at: <http://www.infoagro.com/conservas/microorganismos2.asp>.

Accessed 12/12/02.

CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1984. Agua potable. Determinación de bacterias coliformes totales. Parte 1: método de tubos múltiples (NMP). Norma Chilena 1620/1.

CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1987. Agua potable. Parte 1: Requisitos. Norma Chilena 409/1. 10p.

CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1999. Buenas practicas de fabricación de productos lácteos. Norma Chilena 2069. 14p.

CHILE. MINISTERIO DE SALUD. 1997. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. 13 de mayo de 1997. 32p.

CHILE. MINISTERIO DE SALUD. 2000. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. 30 de julio de 2000. 102p.

COMMEAU, M. 1987. Cleanability. Bulletin of the International Dairy Federation 218: 17-18.

DODD, F 1987. Milk hygiene and control of udder disease. Bulletin of the International Dairy Federation 221: 28-31.

- GARCIA, F. y JORDANO, R. 1998. Calidad de la leche cruda: definición y tipos de calidad. Industrias Lácteas Españolas. 236: 33-38.
- GEHRIGER, G. 1980. Multiplication of bacteria in milk during farm storage. Bulletin of the International Dairy Federation. 120: 22-24.
- GRAY, N. 1996. Calidad del agua potable: problemas y soluciones. Editorial Acribia. España. 365 p.
- GUY-MERCIER, Y. 2002. Proceso de enfriamiento lechero: La experiencia francesa.
Available at: <http://www.pymesdominicanas.com/articulos/frio-francia.htm>.
Accessed 08/12/02.
- HARRIGAN, W. y Mc CANCE, C. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press. London. 452 p.
- HAYES, P. 1993. Microbiología e higiene de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. 369 p.
- HEIMLICH, W. y CARRILLO, B. 1995. Manual para Centros de Acopio de Leche. Producción, operación, aseguramiento de calidad y gestión. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Universidad Austral de Chile. Editorial Egall-Master Print Ltda. 166 p.
- HERNÁNDEZ, M. 1998. Impacto del Centro de Gestión Empresarial de Paillaco en Centros de acopio de leche de la Provincia de Valdivia, Chile. Tesis de Magíster en Desarrollo Rural. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 187p.

HOOD, K. 1996. Evaluación de las condiciones sanitarias de los Centros de Acopio Lecheros de la provincia de Valdivia período 1995-1996. Tesis Médico Veterinario. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 57p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF).1991. El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a la industria de alimentos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España. 332 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). 1988. Microorganisms in foods. Segunda edición. University of Toronto Press. 436p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL) 55. 1970. Refrigerated farm milk tank. Bulletin of the International Dairy Federation. 4p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL). 1987. Higienic conditions - general guide on sampling and inspection procedure. Bulletin of the International Dairy Federation 121: 1-4.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL).1991. Establishment: Higienic processing requirements. Bulletin of the International Dairy Federation 267: 16-19.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/FIL). 1994. Prevention of microbial contamination and growth. Bulletin of the International Dairy Federation 292: 17-22.

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, EPIDEMIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA DE CUBA. 2002. Sistemas de abastecimiento de agua.

Available at: <http://www.sld.cu/instituciones/inhem2/curso/clase3.htm#>.

Accessed 15/09/02.

LOOR, J. y JONES, G. 1999. Milking practices recommended to assure milk quality and prevent mastitis. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. Publication 404-227W: 1-6.

MADRID, A. y MADRID, R. 1979. Sistemas de limpieza de instalaciones y equipos en quesería. Industrias Lácteas Españolas 11: 17-24 y 36.

MARSHALL, J. 1985. Hygiene on the dairy farm. Journal of Society of Dairy Technology 38 (1): 3-6.

MEDIAVILLA, M. 2002. Importancia de los hábitos higiénicos del manipulador.

Los manipuladores de alimentos, una formación a cargo de la empresa.

Available at: <http://consumaseguridad.com/derecho/object.php?o=590>.

Accessed 02/05/02.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO).1981. Modulo II de Ingeniería y manutención. Equipo Regional de Fomento y capacitación en Leche para América Latina. Santiago. Chile. 240 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO).1986. Higiene y manejo de la leche. Equipo Regional de Fomento y capacitación en Leche para América Latina. Santiago. Chile. 142p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1964. Normas internacionales para el agua potable. Ginebra. 45 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1966. Higiene de la leche. Higiene de la producción, elaboración y distribución de la leche. Ginebra. 837 p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OPS/ OMS). 1997a. Limpieza y desinfección.

Available at:

http://www.inppaz.org.ar/MENUPAL/INFTEC/FOS/catering/Capit_4.html

Accessed 18/07/02

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OPS/ OMS). 1997b. Higiene personal.

Available at:

http://www.inppaz.org.ar/MENUPAL/INFTEC/FOS/catering/Capit_6.html

Accessed 18/07/02

PALMER, J. 1980. Contamination of milk from the milking environment. Bulletin of the International Dairy Federation 120: 10-21.

POBLETE, P. 1998. Eficiencia de lavado y higienización de tarros y estanques de leche, en tres Centros de Acopio Lechero de la provincia de Valdivia. Tesis Lic en Ciencias de los Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 120 p.

PONCE DE LEÓN, J. 1993. La máquina de ordeño y el tanque refrigerante, factores fundamentales para obtener leche de calidad para la industria. Industrias Lácteas Españolas 169: 33-42.

- PONCE DE LEÓN, J. 1990. Refrigeración de la leche en granja: su correcta utilización. Revista Española de Lechería. Noviembre/ Diciembre: 19-32.
- POTTER, N. 1999. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. S. A. Zaragoza. España. 667 p.
- STANLEY, W. 2002. Producing milk with a low bacteria count. NewGuide. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. G83-678-A: 1-8.
- STEWART, D. 1985. Milk assembly and its effect on the hygienic quality of milk. Journal of the Society of Dairy Technology 38(1): 6-10.
- THOMAS, S., DRUCE, R. y JONES, M. 1971. Influence of production conditions on the bacteriological quality of refrigerated farm bulk tank milk. A review. Journal Applied Bacteriology 34(3): 659-677.
- VIDAL, R., IHL, R., ERNEST, S., JIMÉNEZ, C. y FUENZALIDA, S. 1997. Evaluación de impacto y resultado técnico económicos de la gestión de los Centros de Acopio Lecheros de la Décima Región. Instituto de Desarrollo Agropecuario, Universidad Austral de Chile. 115 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Método de enjuague para tarros lecheros descrito por HARRIGAN y McCANCE (1976).

Vaciar 500 ml de solución Ringer estéril preparada a la cuarta parte en la tapa del tarro. Colocar la tapa al tarro y tumbar, haciéndolo rodar hacia delante 12 vueltas completas, dejar el tarro en reposo en la posición normal, por un tiempo de 5 minutos y repetir la operación, pero ahora en sentido contrario.

Vaciar por ultimo la solución de enjuague a la tapa del tarro y de ahí dentro de la botella estéril original.

La solución Ringer utilizada deberá contener tiosulfato sódico, teniendo una solución final con una concentración de 0,05%; cuya finalidad es inactivar el cloro residual presente en la muestra.

ANEXO 2

Técnica de muestreo con tórula, descrita por la Federación Internacional de la Leche (IDF/ FIL, 1987).

Material:

- tubos que contengan 25 ml de solución Ringer, esterilizar en autoclave por $121 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 15 minutos.
- tórulas estériles.
- plantilla de 12,25 cm de lado, teniendo 150 cm^2 de superficie en cada uno de los 6 puntos de muestreo.

Toma de muestras:

1. Presionar la tórula con movimientos rotatorios contra los lados del tubo para retirar el exceso de líquido.
2. Frotar fuertemente la tórula contra el área a examinar, con movimientos rotatorios de modo que toda ella tome contacto con la superficie. Repetir la operación frotando en un ángulo de 90° respecto al anterior.
3. Retornar la tórula al tubo de prueba y cerrar con el tapón correspondiente.
4. La tórula puede ser examinada inmediatamente si no es posible enfriar a una temperatura no superior a 4°C ($0-4^{\circ}\text{C}$) y analizar dentro de la 24 horas después del muestreo, pero preferiblemente dentro de las 6 a 10 horas siguientes.

ANEXO 3

**Instrumento de evaluación para caracterizar a los CAL en lo que dice
relación con el manejo y operación de las unidades analizadas,
modificado a partir de ASPEE (2001).**

1	LIMPIEZA DE EQUIPOS Y UTENSILIOS	(31) -----
1.1	Estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche:	(12,3) -----
1.1.1	Método de limpieza utilizado	(6,13)
•	Limpieza automática (mecánica),	Sí:6,13 No:0 -----
•	Limpieza semiautomática, ó	Sí:4,06 No:0 -----
•	Limpieza manual.	Sí:2,03 No:0 -----
1.1.2	Etapas de limpieza utilizada:	(4,87) -----
1.1.2.1	Preenjuague:	(0,48) -----
a)	Lo realiza.	Sí:0,24 No:0 -----
b)	Temperatura entre 30 y 40°C.	Sí:0,24 No:0 -----
1.1.2.2	Lavado:	(1,95) -----
1.1.2.2.1	Lavado con detergente alcalino:	(1,16) -----
a)	Tipo de detergente utilizado:	(0,58) -----
•	Detergente desinfectante (más desinfección por separado)	Sí:0,58 No:0 -----
•	Detergente alcalino solo (más desinfección por separado)	Sí:0,44 No:0 -----
•	Detergente desinfectante (sin desinfectar posteriormente, ó	Sí:0,29 No:0 -----
•	Detergente alcalino solo (sin desinfectar posteriormente)	Sí:0,15 No:0 -----
b)	Temperatura entre 60-70°C	(0,58) -----
		Sí:0,58 No:0 -----
1.1.2.2.2	Lavado con detergente ácido:	(0,77) -----
a)	Frecuencia del lavado ácido:	(0,39) -----
	Apta: 0.37 No apta: 0	

Apta si dureza del agua es entre:
Ppm de CaCO₃ o ppm de Ca

(continuación anexo 3)

• 1 vez /mes	0 a 70	0 a 35	Sí:0,39	No:0 -----
• 2 veces/ mes	71 a 140	35,5 a 56,4	Sí:0,39	No:0 -----
• 1 vez/ semana	141 a 320	56,4 a 160	Sí:0,39	No:0 -----
• 2 veces/ semana	321 a 520	160 a 208	Sí:0,39	No:0 -----
• 1vez/ día	>520	>208	Sí:0,39	No:0 -----
b) Temperatura entre 60-70°C			(0,39) -----	Sí:0,39 No:0 -----
1.1.2.3 Enjuague			(0,73) -----	
a) Lo realiza.			Sí:0,37	No:0 -----
b) Temperatura entre 30 y 40°C.			Sí:0,37	No:0 -----
1.1.2.4 Desinfección:			(1,7) -----	
a) Lo realiza.			Sí:0,85	No:0 -----
b) Concentración: 200 ppm de cloro disponible mínimo.			Sí:0,85	No:0 -----
1.1.3 Tiempo que transcurre entre la desinfección y la llegada de una nueva partida de leche al estanque:			(1,22) -----	
• > 30 minutos,			Sí:1,22	No:0 -----
• 15-30 minutos,			Sí:0,81	No:0 -----
• 3-14 minutos, ó			Sí:0,41	No:0 -----
• < 3minutos			Sí:0	No:0 -----
1.2 Tarros			(12,3) -----	
1.2.1 Método de limpieza utilizado:			(6,13) -----	
• Lavado a cada tarro individual con soluciones individuales,			Sí:6,13	No:0 -----
• Lavado tarro a tarro individual con una misma solución hasta12 tarros,			Sí:4,08	No:0 -----
• Lavado en tina con una misma solución individual hasta 12 tarros, ó			Sí:2,04	No:0 -----
• Lavado en tina o tarro a tarro con una misma solución a más de 12 tarros.			Sí:0	No:0 -----

(continuación anexo 3)

1.2.2	Etapas de limpieza utilizada:	(4,9) -----
1.2.2.1	Preenjuague:	(0,49) -----
a)	Lo realiza.	Sí:0,24 No:0 -----
b)	Temperatura entre 30 y 40°C.	Sí:0,24 No:0 -----
1.2.2.2	Lavado:	(1,96) -----
a)	Tipo de detergente utilizado:	(0,97) -----
•	Detergente desinfectante (más desinfección por separado)	Sí:0,97 No:0 -----
•	Detergente alcalino solo (más desinfección por separado)	Sí:0,74 No:0 -----
•	Detergente desinfectante (sin desinfectar posteriormente), ó	Sí:0,49 No:0 -----
•	Detergente alcalino solo (sin desinfectar posteriormente).	Sí:0 No:0 -----
b)	Temperatura entre 60-70°C.	(0,98) -----
		Sí:0,98 No:0 -----
1.2.2.3	Enjuague:	(0,74) -----
a)	Lo realiza	Sí:0,37 No:0 -----
b)	Temperatura entre 30 y 40°C.	Sí:0,37 No:0 -----
1.2.2.4	Desinfección:	(1,71) -----
a)	La realiza.	Sí:0,86 No:0 -----
b)	Concentración: 200 ppm mínimo.	Sí:0,86 No:0 -----
1.2.3	Preparación de los tarros antes de ser enviados a los predios:	(1,23) -----
•	Envío de los tarros a los predios:	(1,23) -----
a)	Con 2-3 litros de solución desinfectante.	Sí:0,61 No:0 -----
b)	Concentración de la solución adecuada (200 ppm), ó	Sí:0,61 No:0 -----
1.3	Preestaque de vaciado (colador, bomba y manguera para leche).	(6,53) -----
1.3.1	Preenjuague del preestaque de vaciado:	(0,7) -----
a)	Lo realiza.	Sí:0,35 No:0 -----
b)	Temperatura entre 30 y 40°C.	Sí:0,35 No:0 -----
1.3.2	Lavado:	(2,8) -----
a)	Tipo de detergente utilizado:	(0,70) -----

(continuación anexo 3)

• Detergente desinfectante (más desinfección por separado)	Sí:0,70 No:0 -----
• Detergente alcalino solo (más desinfección por separado)	Sí:0,53 No:0 -----
• Detergente desinfectante (sin desinfectar posteriormente), ó	Sí:0,35 No:0 -----
• Detergente alcalino solo (sin desinfectar posteriormente).	Sí:0,18 No:0 -----
b) Temperatura entre 60-70°C.	(0,70) -----
	Sí:0,70 No:0 -----
1.3.3 Circulación de la solución de lavado desde la tina a través de mangueras y bomba para leche.	(1,40) -----
	Sí:1,40 No:0 -----
1.3.4 Enjuague	(1,05) -----
a) Lo realiza	Sí:0,53 No:0 -----
b) Temperatura entre 30 y 40°C.	Sí:0,53 No:0 -----
1.3.5 Desinfección:	(2,45) -----
a) La realiza.	Sí:1,23 No:0 -----
b) Concentración: 200 ppm mínimo.	Sí:1,23 No:0 -----

2 ESTADO DE EQUIPOS Y UTENSILIOS (31) -----

2.1 Estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche: (15,5) -----

2.1.1 Estado de funcionamiento del estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche: (10,3) -----

• Nuevo (uso menor del 5% de su vida útil (1,5 años),	Sí:10,3 No:0 -----
• Bueno (uso entre el 5% y el 50% de su vida útil (entre 0,5 y 5 años) y que no presenten años mayores o deterioraciones peligrosas),	Sí:6,9 No:0 -----
• Regular(uso entre el 50% y el 85% de vida útil (entre 5 y 8,5 años), o que no inspiren la confianza de la unidad catalogada como “buena”), ó	Sí:3,45 No:0 -----
• Inaceptable (unidades que se aproximan al fin de su vida útil (10 años o más), o que se encuentran en un estado de deterioro).	Sí:0 No:0 -----

(continuación anexo 3)

2.1.2 Frecuencia con que se realiza una revisión técnica:	(5,17) -----
• Cada 6 meses o más frecuente,	Sí:5,17 No:0 -----
• Menos frecuente que 6 meses a 1 vez al año, ó	Sí:2,59 No:0 -----
• Menos frecuente que una vez al año	Sí:0 No:0 -----

2.2 Tarros: (6,21) -----

2.2.1 Material de los tarros:	(3,1) -----
• Acero inoxidable,	Sí:3,1 No:0 -----
• Aluminio, ó	Sí:2,07 No:0 -----
• Plástico.	Sí:0 No:0 -----

2.2.2 Estado de los tarros: (3,1) -----

Tarros en buen estado: libre de picaduras o perforaciones internas, libre de abolladuras y libre de suciedad difícil de eliminar; tapas bien cerradas.

Porcentaje en buen estado:

• 100%-90%	Sí:3,1 No:0 -----
• 89%-50%	Sí:2,07 No:0 -----
• 49%-10%, ó	Sí:1,03 No:0 -----
• <10%	Sí:0 No:0 -----

2.3 Calentador de agua: (2,48) -----

2.3.1 Para calentar el agua posee: (1,66) -----

Calentador a leña o petróleo, caldera a leña o petróleo o cualquier otro medio que asegure obtener una buena temperatura superior a 60°C.

2.3.2 Estado de funcionamiento del termómetro: (0,83) -----

Bueno (marca adecuadamente la temperatura). Sí:0,83 No:0 -----

2.4 Filtro de leche (2,48) -----

• Posee filtro especial de acero inoxidable para colar la leche que va desde el preestanco (a la salida de la manguera para leche) a el estanco de enfriamiento	Sí:1,24 No:0 -----
---	--------------------

(continuación anexo 3)

- Cambia la pieza de fibra del filtro con la frecuencia adecuada (cada 2000 litros). Sí:0,62 No:0 -----
- Estado adecuado de las juntas de goma Sí:0,62 No:0 -----

2.5 Preestaque de vaciado de leche (1,86) -----

2.5.1 Material: (0,93) -----

- Acero inoxidable, ó Sí:0,93 No:0 -----
- Fibra de vidrio. Sí:0,39 No:0 -----

2.5.2 Se encuentra en buen estado, libre de picaduras. Sí:0,93 No:0 -----

2.6 Medidor volumétrico: (0,93) -----

2.6.1 Tipo de medidor volumétrico: (0,93) -----

- Balanza electrónica, ó Sí:0,93 No:0 -----
- Regla Sí:0 No:0 -----

2.6.2 En caso de poseer regla: (0,47) -----

2.6.2.1 Material: (0,23) -----

- Acero inoxidable, Sí:0,23 No:0 -----
- Fierro o aluminio, ó Sí:0,16 No:0 -----
- Madera Sí:0 No:0 -----

2.6.2.2 Se encuentra en buen estado, libre de picaduras o pintura saltada. (0,23) -----

Sí:0,23 No:0 -----

2.7 Mangueras en contacto con la leche: (0,93) -----

2.7.1 Material de las mangueras: (0,47) -----

- Plástico blanco, ó Sí:0,47 No:0 -----
- Goma negra Sí:0 No:0 -----

2.7.2 Se encuentran en buen estado (libre de picaduras y superficies lisas) Sí:0,47 No:0 -----

2.8 Escobillas para el lavado de tarros: (0,62) -----

(continuación anexo 3)

2.8.1 Posee escobillas suficientes. Sí:0,31 No:0 -----

2.8.2 Posee escobillas en buen estado. Sí:0,31 No:0 -----

3 AGUA DE ABASTECIMIENTO (17,2) -----

3.1 Fuente de abastecimiento de agua (6,46) -----

3.1.1 Tipo de fuente de abastecimiento de agua: (3,23) -----

• Red de alcantarillado, Sí:3,23 No:0 -----

• Agua subterránea:, ó (1,63) -----

• Pozo profundo (40 metros o más), Sí:1,63 No:0 -----

• Pozo de captación (7 metros o mayor), ó Sí:1,09 No:0 -----

• Noria (< 7 metros). Sí:0,54 No:0 -----

• Curso de agua superficial. Sí:0,26 No:0 -----

3.1.2 Distancia mínima de la fuente de abastecimiento a algún foco de contaminación (aguas estancadas, silos, estiércol, corrales, sanitarios, fosas sépticas, pozos de decantación de aguas servidas, etc.): (3,23) -----

• > a 60 metros, Sí:3,23 No:0 -----

• 30-59 metros, Sí:2,77 No:0 -----

• 25-29 metros, Sí:2,4 No:0 -----

• 20-24 metros, Sí:1,84 No:0 -----

• 15-19 metros, Sí:0,93 No:0 -----

• 10-14 metros, ó Sí:0,47 No:0 -----

• Menor a 10 metros. Sí:0 No:0 -----

3.2 Requisitos bacteriológicos (4,32) -----

3.2.1 Coliformes totales (NPM/100mL) Apta ausencia Sí:1,45 No:0 -----

3.2.2 Coliformes fecales (NPM/100mL) Apta ausencia Sí:2,87 No:0 -----

3.3 Cloración (6,46) -----

(continuación anexo 3)

3.3.1 Posee un sistema de cloración de agua, cambiando con la frecuencia adecuada las tabletas de cloro. Sí:6,46 No:0 -----

4 ESCOLARIDAD Y CAPACITACION DEL MANIPULADOR PERMANENTE

(10,3) -----

4.1 Nivel de escolaridad

(5,17) -----

- Enseñanza media completa, Sí:5,17 No:0 -----
- Enseñanza media incompleta, Sí:4,25 No:0 -----
- Enseñanza básica completa, ó Sí:2,59 No:0 -----
- Enseñanza básica incompleta. Sí:1,29 No:0 -----

4.2 Capacitación:

(5,17) -----

4.2.1 Operación y manutención de una unidad de refrigeración: (1,1) -----

4.2.1.1 Teórico Sí:0,45 No:0 -----

4.2.1.1 Práctico. Sí:0,67 No:0 -----

4.2.2 Situaciones de emergencia; como actuar. (0,74) -----

Sí:0,74 No:0 -----

4.2.3 Lavado e higienización de equipos y utensilios: (0,74) -----

4.2.3.1 Teórico. Sí:0,29 No:0 -----

4.2.3.2 Práctico. Sí:0,45 No:0 -----

4.2.4 Prueba de alcohol; interpretación delos resultados: (0,74) -----

4.2.4.1 Teórico. Sí:0,29 No:0 -----

4.2.4.2 Práctico. Sí:0,45 No:0 -----

4.2.5 Inspección sensorial de leche; defectos que pueden presentarse: (0,36) -----

4.2.5.1 Teórico. Sí:0,16 No:0 -----

4.2.5.2 Práctico Sí:0,22 No:0 -----

4.2.6 Calidad de leche cruda y los factores que la determinan: (0,36) -----

Sí:0,36 No:0 -----

(continuación anexo 3)

4.2.7	Código de buenas practicas sanitarias y de manipulación de alimentos.	(0,36) ----- Sí:0,36 No:0 -----
4.2.8	Conocimiento del reglamento sanitario de los alimentos.	(0,36) ----- Sí:0,36 No:0 -----
4.2.9	Técnica para la toma de muestra; conservación de las muestras:	(0,19) -----
4.2.9.1	Teórico.	Sí:0,07 No:0 -----
4.2.9.2	Práctico	Sí:0,1 No:0 -----
4.2.10	Objetivos de un CAL; lo que se espera de un encargado.	(0,19) ----- Sí:0,19 No:0 -----
5	CONDICIONES HIGIENICAS DEL MANIPULADOR PERMANENTE	(8,62) -----
5.1	Estado de salud:	(2,88) -----
5.1.1	Control medico:	(1,43) -----
5.1.1.1	Se le ordeno hacerse un examen médico al ser seleccionado como nuevo empleado.	Sí:0,72 No:0 -----
5.1.1.2	Es sometido a un examen periódico por lo menos una vez al año.	Sí:0,72 No:0 -----
5.1.2	Al estar en contacto con la leche esta siempre libre de:	(1,43) -----
5.1.2.1	Diarrea y vómitos.	Sí:0,48 No:0 -----
5.1.2.2	Faringitis, enfriamientos o fiebre.	Sí:0,48 No:0 -----
5.1.2.3	Lesiones cutáneas infectadas.	Sí:0,48 No:0 -----
5.2	Higiene personal:	(2,88) -----
5.2.1	Adecuada presentación personal (pelo corto y cubierto, sin barba, manos limpias, uñas cortas, y sin barniz).	Sí:0,97 No:0 -----
5.2.2	Uniforme completo (botas, buzo, pechera de goma, delantal, gorro y guantes)	Sí:0,97 No:0 -----
5.2.3	Uniforme en buen estado y limpio.	Sí:0,97 No:0 -----

(continuación anexo 3)

5.3 Prácticas higiénicas:	(2,88) -----
5.3.1 Lavado de manos:	(1,43) -----
5.3.1.1 Frecuencia del lavado de manos:	(0,72) -----
a) Antes de entrar al área de producción.	Sí:0,24 No:0 -----
b) Después de ir al baño.	Sí:0,24 No:0 -----
c) Después de cada comida, después de usar el pañuelo, después de la manipulación de los desperdicios, después de fumar, después de cualquier tarea donde las manos hayan sido ensuciadas.	Sí:0,24 No:0 -----
5.3.1.2 Implementos necesarios para el lavado de manos	(0,72) -----
a) Lavamanos con agua caliente	Sí:0,36 No:0 -----
b) Jabón.	Sí:0,17 No:0 -----
c) Papel higiénico.	Sí:0,12 No:0 -----
d) Toalla de papel para secarse las manos.	Sí:0,05 No:0 -----
5.3.2 Evita prácticas antihigiénicas mientras trabaja como:	(1,43) -----
5.3.2.1 Escupir.	Sí:0,29 No:0 -----
5.3.2.2 Fumar	Sí:0,29 No:0 -----
5.3.2.3 Mascar chicle	Sí:0,29 No:0 -----
5.3.2.4 Manipular dinero	Sí:0,29 No:0 -----
5.3.2.5 Otras prácticas antihigiénicas que puedan contaminar la leche.	Sí:0,29 No:0 -----

6 INCENTIVOS ECONÓMICOS OTORGADOS AL MANIPULADOR PERMANENTE. (1,72) -----

6.1 Salario mensual	(0,86) -----
• > a \$141.000 o más	Sí:0,86 No:0 -----
• Entre \$121.000 a \$140.000	Sí:0,57 No:0 -----
• Entre \$100.000 a \$120.000	Sí:0,43 No:0 -----
• < \$100.000	Sí:0 No:0 -----

(continuación anexo 3)

6.2 Recibe incentivo extra por calidad aparte del salario
mensual

(0,86) -----

Sí:0,86 No:0 -----

ANEXO 4

Recuento de bacterias mesófilas aeróbicas, para el enjuague de tarros lecheros en los tres CAL estudiados.

Muestras	Repeticiones	Bacterias mesófilas (ufc/ tarro)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1	1	$3,4 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$7,6 \times 10^8$
	2	$3,6 \times 10^7$	$2,7 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$
	3	$4,1 \times 10^8$	3×10^7	6×10^7
	4	$4,6 \times 10^7$	$4,6 \times 10^7$	$4,8 \times 10^8$
	5	$4,8 \times 10^7$	$4,5 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$
	6	$3,8 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$
2	1	$6,5 \times 10^7$	4×10^8	$2,1 \times 10^8$
	2	$4,4 \times 10^8$	$3,6 \times 10^8$	$5,9 \times 10^8$
	3	$4,6 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$7,5 \times 10^7$
	4	$3,4 \times 10^8$	$5,5 \times 10^7$	$5,6 \times 10^7$
	5	$4,3 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	$4,5 \times 10^8$
	6	$5,3 \times 10^7$	$4,6 \times 10^8$	$5,1 \times 10^8$
3	1	$3,3 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	6×10^7
	2	$2,9 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$
	3	5×10^8	$4,3 \times 10^8$	$5,4 \times 10^8$
	4	$4,1 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$2,6 \times 10^8$
	5	$3,4 \times 10^7$	$2,7 \times 10^8$	$5,6 \times 10^7$
	6	$5,7 \times 10^8$	$4,8 \times 10^7$	$4,9 \times 10^8$
4	1	$3,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$4,6 \times 10^8$
	2	$2,1 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$
	3	$4,6 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$
	4	$4,1 \times 10^8$	$4,6 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$
	5	$2,3 \times 10^7$	$4,1 \times 10^7$	$4,6 \times 10^7$
	6	$3,7 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$
5	1	$3,4 \times 10^7$	$4,2 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$
	2	$3,9 \times 10^8$	$3,1 \times 10^7$	5×10^7
	3	$2,4 \times 10^7$	3×10^8	2×10^8
	4	$2,7 \times 10^8$	$3,6 \times 10^7$	$2,6 \times 10^8$
	5	$3,6 \times 10^7$	$3,1 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$
	6	$1,8 \times 10^8$	$3,6 \times 10^7$	2×10^8

ANEXO 5

Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en tarros lecheros, de los tres CAL.

Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor de p
CAL	0,0538691	2	0,0269346	3,09	0,0825
Error	0,104487	12	0,00870724		
TOTAL (CORREGIDO)	0,158356	14			

ANEXO 6

Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en preestanco de vaciado de leche, de los tres CAL.

ANEXO 6.1 Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor de p
CAL	1,22533	2	0,612667	10,75	0,0021
Error	0,684	12	0,057		
TOTAL (CORREGIDO)	1,90933	14			

ANEXO 6.2 Test de rango múltiple

Método: 95,0% Tukey HSD			
CAL	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos Homogéneos
Santa Rosa	5	4,28	a
Pichirropulli	5	4,62	ab
Paillaco	5	4,98	b
Contraste		Diferencia	± Límites
Santa Rosa-Pichirropulli		- 0,34	0,403946
Santa Rosa-Paillaco		* - 0,7	0,403946
Pichirropulli-Paillaco		-0,36	0,403946

* denota diferencia estadísticamente significativa

ANEXO 7

Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en filtro de leche, de los tres CAL.

ANEXO 7.1 Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor de p
CAL	0,257333	2	0,128667	7,02	0,0096
Error	0,22	12	0,0183333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,477333	14			

ANEXO 7.2 Test de rango múltiple

Método: 95,0% Tukey HSD			
CAL	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos Homogéneos
Santa Rosa	5	7,66	a
Pichirropulli	5	7,8	a b
Paillaco	5	7,98	b
Contraste		Diferencia	± Límites
Santa Rosa-Pichirropulli		- 0,14	0,22909
Santa Rosa-Paillaco		* - 0,32	0,22909
Pichirropulli-Paillaco		-0,18	0,22909

* denota diferencia estadísticamente significativa

ANEXO 8

Análisis estadístico para el logaritmo del recuento de bacterias mesófilas aeróbicas en estanque de almacenamiento, de los tres CAL.

ANEXO 8.1 Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor de p
CAL	1,66533	2	0,832667	75,70	0,00
Error	0,132	12	0,011		
TOTAL (CORREGIDO)	1,79733	14			

ANEXO 8.2 Test de rango múltiple

Método: 95,0% Tukey HSD			
CAL	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos Homogéneos
Santa Rosa	5	3,5	a
Pichirropulli	5	4,04	b
Paillaco	5	4,3	c
Contraste		Diferencia	± Límites
Santa Rosa-Pichirropulli		* - 0,54	0,177453
Santa Rosa-Paillaco		* - 0,8	0,177453
Pichirropulli-Paillaco		* -0,26	0,177453

* denota diferencia estadísticamente significativa

ANEXO 9

Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la limpieza de equipos y utensilios.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche.	12,3	11,19 (91)	10,22 (83)	9,12 (74)
1.1 Método de limpieza utilizado	6,13	6,13 (100)	6,13 (100)	4,06 (66)
1.2 Etapas de limpieza utilizada:	4,9	4,25 (87)	3,28 (67)	4,25 (87)
1.3 Tiempo entre la desinfección y la llegada de una nueva partida de leche al estanque.	1,22	0,81 (66)	0,81 (66)	0,81 (66)
2 Tarros	12,3	11,64 (95)	10,66 (87)	11,64 (95)
2.1 Método de limpieza utilizado:	6,13	6,13 (100)	6,13 (100)	6,13 (100)
2.2 Etapas de limpieza utilizada:	4,9	4,25 (87)	3,3 (67)	4,25 (87)
2.3 Preparación de los tarros antes de ser enviados a los predios	1,23	1,23 (100)	1,23 (100)	1,23 (100)
3 Preestanque de vaciado (colador, bomba y manguera para leche).	6,53	6,14 (94)	5,44 (83)	6,14 (94)
Total ítem	31	28,97 (93)	26,31 (85)	26,89 (87)

ANEXO 10

Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con el estado de equipos y utensilios.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Estanque de enfriamiento y almacenamiento de leche.	15,47	12,07 (78)	6,04 (39)	2,59 (17)
1.1 Estado de funcionamiento.	10,3	6,9 (67)	3,45 (33)	0 (0)
1.2 Revisión técnica.	5,17	5,17 (100)	2,59 (50)	2,59 (50)
2 Tarros.	6,21	3,1 (50)	3,1 (50)	3,1 (50)
2.1 Material.	3,1	2,07 (67)	2,07 (67)	2,07 (67)
2.2 Estado.	3,1	1,03 (67)	1,03 (67)	1,03 (33)
3 Calentador de agua.	2,48	2,48 (100)	0 (0)	2,48 (100)
3.1 Alcanza t° mayor a 60°C.	1,66	1,66 (100)	0 (0)	1,66 (100)
3.2 Estado del termómetro.	0,83	0,83 (100)	0 (0)	0,83 (100)
4 Filtro de leche.	2,48	1,86 (75)	1,86 (75)	1,86 (75)
4.1 Utilización.	1,24	1,24 (100)	1,24 (100)	1,24 (100)
4.2 Frecuencia de cambio de la pieza de fibra del filtro de leche.	0,62	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4.3 Estado de las juntas.	0,62	0,62 (100)	0,62 (100)	0,62 (100)
5 Preestanque de vaciado de leche.	1,86	0,93 (50)	0,93 (50)	0,93 (50)
5.1 Material.	0,93	0,93 (100)	0,93 (100)	0,93 (100)
5.2 Estado.	0,93	0 (0)	0 (0)	0 (100)
6 Medidor volumétrico.	0,93	0,16 (17)	0,16 (17)	0,93 (100)
7 Manguera para leche.	0,93	0,93 (100)	0,93 (100)	0,93 (100)
7.1 Material.	0,47	0,47 (100)	0,47 (100)	0,47 (100)
7.2 Estado.	0,47	0,47 (100)	0,47 (100)	0,47 (100)
8 Escobillas para el lavado de tarro.	0,62	0,62 (100)	0,31 (50)	0,31 (50)
8.1 Cantidad.	0,31	0,31 (100)	0,31 (100)	0,31 (100)
8.2 Estado.	0,31	0,31 (100)	0 (0)	0 (0)
Total ítem	31	22,16 (71)	13,33 (43)	13,14 (42)

ANEXO 11

Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con el agua de abastecimiento.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Fuente de abastecimiento de agua.	6,46	1,09 (17)	6,46 (100)	1,09 (17)
1.1 Tipo de fuente de abastecimiento.	3,23	1,09 (33)	3,23 (100)	1,09 (33)
1.2 Distancia mínima entre la fuente de abastecimiento y algún foco de contaminación.	3,23	0 (0)	3,23 (100)	0 (0)
2 Requisitos bacteriológicos.	4,32	0 (0)	4,32 (100)	0 (0)
2.2 Coliformes totales.	1,45	0 (0)	1,45 (100)	0 (0)
2.3 Coliformes fecales.	2,87	0 (0)	2,87 (100)	0 (0)
3 Cloración.	6,46	0 (0)	6,46 (100)	0 (0)
Total ítem	17,24	1,09 (6,3)	17,24 (100)	1,09 (6,3)

ANEXO 12

Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la escolaridad y capacitación del manipulador permanente.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Nivel de escolaridad.	5,17	5,17 (100)	4,25 (82)	2,59 (50)
2 Capacitación.	5,17	5,17 (100)	5,17 (100)	4,8 (93)
Total ítem	10,3	10,3 (100)	9,41 (91)	7,39 (72)

ANEXO 13

Puntajes obtenidos por los tres CAL, para las variables relacionadas con la salud e higiene del manipulador permanente.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Estado de salud:	2,88	1,43 (50)	1,43 (50)	1,43 (50)
1.1Control medico.	1,43	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1.2Enfermedades.	1,43	1,43 (100)	1,43 (100)	1,43 (100)
2 Higiene personal:	2,88	2,88 (100)	2,88 (100)	2,88 (100)
2.1Presentación personal.	0,97	0,97 (100)	0,97 (100)	0,97 (100)
2.2Uniforme completo.	0,97	0,97 (100)	0,97 (100)	0,97 (100)
2.3Uniforme en buen estado y limpio.	0,97	0,97 (100)	0,97 (100)	0,97 (100)
3 Practicas higiénicas.	2,88	2,68 (93)	2,88 (100)	2,68 (93)
3.1Lavado de manos.	1,43	1,25 (87)	1,43 (100)	1,25 (87)
3.2Evita practicas antihigiénicas.	1,43	1,43 (100)	1,43 (100)	1,43 (100)
Total ítem	8,62	6,99 (81)	7,17 (83)	6,99 (81)

ANEXO 14

Puntajes obtenidos por los tres cal, para las variables relacionadas con los incentivos económicos otorgados al manipulador permanente.

Variables	Puntaje máximo	Puntaje (% respecto al máximo)		
		Santa Rosa	Pichirropulli	Paillaco
1 Salario mensual.	0,86	0,86 (100)	0,86 (100)	0,86 (100)
2 Incentivos por calidad higiénica.	0,86	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total ítem	1,72	0,86 (50)	0,86 (50)	0,86 (50)